TUGAS AKHIR
(SKIRIPSI)

KONSEP MITIGASI PULAU PANAS (*URBAN HEAT ISLAND*) KOTA MALANG

Disusun Oleh:
FAHLEVI ADE IRAWAN
NIM: 07.24.040

PROGRAM STUDI PERENCANAAN WILAYAH DAN KOTA
(TEKNIK PLANOLOGI)
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

2013

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR
(SKRIPSI)

KONSEP MITIGASI PULAU PANAS (*URBAN HEAT ISLAND*)
KOTA MALANG

Disusun Oleh :
FAHLEVI ADE IRAWAN
NIM. 07.24.040

Dipertahankan Dihadapan Tim Penguji Ujian Skripsi
Jenjang Strata Satu (S1)
Di
Jurusan Teknik Perencanaan Wilayah dan Kota
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Nasional Malang

Dinyatakan Lulus dan Diterima Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada Hari : RABU, 28 FEBRUARI 2013

Anggota Penguji :

Penguji I	Penguji II	Penguji III
DR. IR. IBNU S. SS. MT	(ENDRAYNO B.ST.MT	(IDA SOEWARNO), ST

Menyetujui,

Pembimbing I	Pembimbing II
(Arief Setyawan, ST, MT)	(Fanita Cahyaning A, ST,MT)

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional Malang	Ketua Jurusan Teknik Perencanaan Wilayah dan Kota FTSP ITN Malang
(DR.Ir. Kustamar, MT)	(Dr. Ir. Ibnu Sasongko, MT)

PERBAIKAN TUGAS AKHIR

Dalam **Ujian Tugas Akhir** Tingkat Sarjana Jurusan Teknik Planologi / Perencanaan Wilayah dan Kota yang diadakan pada :

Hari : RABU
Tanggal : 20 FEBRUARI 2013

Perlu adanya perbaikan pada Tugas Akhir untuk :

Nama : FAHLEVI ADE IRAWAN
Nim : 07.24.040
Judul : **KONSEP MITIGASI PULAU PANAS (*URBAN HEAT ISLAND*) KOTA MALANG**

Perbaikan tersebut meliputi :

- pustaka di Standarkan
- penetapan unit analisa dari sample
  * Bangunan / ruang Jalan
  * Blok - Blok
  * Kawasan terpilih

- Solusi : Jika - maka
  Bisa di Sesuaikan pada Kondisi dan kebutuhan

- penilaian Variabel untuk menentukan Solusi

Dosen Penguji

Ir. Bambang S, MT

PERBAIKAN TUGAS AKHIR

Dalam **Ujian Tugas Akhir** Tingkat Sarjana Jurusan Teknik Planologi / Perencanaan Wilayah dan Kota yang diadakan pada :

Hari : RABU

Tanggal : 20 FEBRUARI 2013

Perlu adanya perbaikan pada Tugas Akhir untuk :

Nama : FAHLEVI ADE IRAWAN

Nim : 07.24.040

Judul : **KONSEP MITIGASI PULAU PANAS (*URBAN HEAT ISLAND*) KOTA MALANG**

Perbaikan tersebut meliputi :

- karakteristik pulau panas
- Apa temuan jikan konsep dirumuskan?
- Susunan analisis berbasis sasaran
- cross cek variabel yg dibahas
- tidak ada pembahasan chi & corelasi pada metodologi
- kesimpulan, perbandingan 3 konsep pada tiga lokasi (+ -)
- penempatan angka corelasi & regresi
- suhu/iklim mikro & makro di definisikan

Dosen Penguji

(EDRATNO.B.ST.MT

PERBAIKAN TUGAS AKHIR

Dalam Ujian Tugas Akhir Tingkat Sarjana Jurusan Teknik Planologi / Perencanaan Wilayah dan Kota yang diadakan pada :

Hari : RABU
Tanggal : 20 FEBRUARI 2013

Perlu adanya perbaikan pada Tugas Akhir untuk :

Nama : FAHLEVI ADE IRAWAN
Nim : 07.24.040
Judul : **KONSEP MITIGASI PULAU PANAS (*URBAN HEAT ISLAND*) KOTA MALANG**

Perbaikan tersebut meliputi :

- faktor tutupan lahan = vegetasi menjadi output dlm penelitian
- upaya vegetasi tidak banyak di bahas
- Tahap mitigasi (pemb. fisik, penyadaran, peningkatan kemampuan)
- perlakuan mitigasi untuk masing2 lokasi

Dosen Penguji

IDA SOEWARNO

MITIGATION CONCEPT OF URBAN HEAT ISLAND (UHI) IN MALANG

ABSTRACT

Urban Heat Island or often regard as UHI is a phenomenon where there is decrement on thermal quality caused by air pollution, urbanization, closed area, also the use of building material that it cause over absorption on solar thermal, it is the negative impact occurs in the development of city. In general, UHI is a spot or area forming a hank like an island with high temperature than its surrounding areas and it usually occurs in the big cities with the higher number of building development. UHI is not only giving inconvenience, but also the high temperature, the less of shelter and its role in increasing air pollution has serious effect in increasing the number of human mortality and diseases, UHI also can increase money wasting by the increasing of the need in energy (electric). In global society, UHI is regarded as the cause of serious disaster, in relation to its contribution toward global warming so that the advanced countries in America, Europe and Asia handling UHI to reduce the appeared negative effects. Malang especially is a city with fairly rapid development and has been investigated in previous research that there is the biggest Urban Heat Island in its area surface. Meanwhile, until now, there is still not much research reviewing the concept of mitigation/handling to avoid or minimize the occurrence of UHI impact in Malang.

This research is conducted by analyzing the cause factors of UHI, especially in relation to closed area factor like vegetation, building density and building materials used. Besides, it also conducted analysis; like building density analysis, nearest neighbor analysis and weight overlay analysis to identify the spread of UHI.

Based on research process conducted, then the mitigation concept can be conducted in reducing UHI is by cooling with roofing, cooling with paving and cooling with vegetation that is implemented in all research location in Jl. MT Haryono Gg. 8 and 10, Bentoel Factory and Sawojajar I housing.

Key words: City , Urban Heat Island, Mitigation

KONSEP MITIGASI PULAU PANAS (*URBAN HEAT ISLAND*) UHI KOTA MALANG

ABSTRAKSI

Pulau Panas atau *Urban Heat Island* dan sering disebut UHI merupakan suatu fenomena dimana terjadi penurunan kualitas *thermal* yang disebakan oleh polusi udara, urbanisasi, tutupan lahan, serta sampai kepada penggunaan material bangunan yang menyebabkan penyerapan panas matahari yang berlebihan, hal tersebut merupakan salah satu dampak negatif yang terjadi dalam perkembangan sebuah kota. Pada umumnya UHI merupakan sebuah titik atau kawasan yang membentuk sebuah gumpalan menyerupai sebuah pulau dengan suhu udara yang tinggi dibandingkan dengan wilayah sekitarnya. UHI tidak hanya menambah ketidaknyamanan, akan tetapi temperatur suhu yang tinggi, kurangnya tempat yang teduh, dan perannya dalam meningkatkan polusi udara mempunyai efek yang serius dalam meningkatkan angka kematian dan penyakit manusia, UHI juga dapat meningkatkan pemborosan uang dengan meningkatnya kebutuhan akan energi (listrik). Pada masyarakat global UHI dianggap sebagai bencana yang serius, mengingat kontribusinya terhadap iklim global (*Global warming)* sehingga banyak Negara-negara maju di Amerika, Eropa dan Asia melakukan penanganan terhadap UHI tersebut untuk mereduksi dampak-dampak negatif yang ditimbulkan. Kota Malang khususnya merupakan sebuah kota yang perkembanganya cukup pesat dan telah diteliti pada penelitian sebelumnya bahwa telah terjadi Pulau Panas *(Urban Heat Island)* yang tersebar di permukaan lahanya. Sementara hingga kini, masih belum banyak penelitian yang mengkaji secara utuh suatu konsep mitigasi/penanganan guna mencegah atau meminimalkan terjadinya dampak UHI yang ada di Kota Malang tersebut.

Penelitian ini dilakukan dengan menganalisa faktor-faktor penyebab UHI khususnya yang terkait dengan faktor tutupan lahan seperti vegetasi, kepadatan bangunan dan material bangunan yang digunakan. Selain itu juga dilakukan analisa seperti analisa kepadatan bangunan, analisa Tetangga Terdekat *(Nearest Neighbour Analisys)* dan analisa overlay untuk mengidentifikasi sebaran UHI yang ada.

Berdasarkan proses penelitian yang telah dilakukan maka konsep mitigasi yang dilakukan untuk mereduksi UHI yaitu dengan *cooling with roofing, cooling with paving dan cooling with vegetation* yang diterapkan pada semua lokasi penelitian yang berada pada Jl. MT Haryono Gg.8 dan 10, Pabrik Bentoel dan Perumahan Sawojajar I.

Kata-kata kunci : Kota, Pulau Panas, Mitigasi

KONSEP MITIGASI PULAU PANAS (URBAN HEAT ISLAND) UHI KOTA MALANG

ABSTRAKSI

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Puji syukur kepada Allah Swt atas Rahmat dan Hidayah-Nya dengan terselesaikannya laporan skripsi dengan judul *"Konsep Mitigasi Efek Pulau Panas (Urban Heat Island) Kota Malang"*. Laporan ini merupakan laporan final atau hasil penelitian dan lebih lanjut ini merupakan prasyarat untuk menyelesaikan jenjang pendidikan (program studi) S-1 Jurusan Teknik Planologi-PWK, Institut Teknologi Nasional (ITN) Malang.

Pulau Panas Perkotaan (*Urban Heat Island*) merupakan suatu fenomena yang terjadi akibat perubahan suhu dan iklim yang disebabkan penurunan kualitas lingkungan yang menjadi dampak negatif suatu perkembangan kota. *Urban Heat Island* (UHI) dicirikan seperti pulau dengan suhu udara permukaan yang panas dan terpusat diarea *urban* dan akan akan semakin turun temperaturnya di daerah sekelilingnya pada daerah *suburban/rural*. Studi mengenai UHI menggunakan satelit baru berkembang dalam 3 dekade belakangan ini seiring dengan ditemukanya metode ekstraksi suhu permukaan dari data *thermal* Inframerah. Di Negara maju seperti Amerika dan Canada telah melakukan penanganan yang serius terhadap UHI, terbukti telah dilakukanya mitigasi diseluruh Negara bagian di Amerika dan beberapa kota di Canada sedangkan untuk di Benua Asia studi-studi mengenai UHI sedang menjadi pusat perhatian bagi para peneliti-peneliti iklim perkotaan baik untuk melakukan studi mitigasi atau mengenai pembentukan UHI . Beranjak dari fenomena yang terjadi Penyusunan laporan ini dimaksudkan untuk memberikan bagaimana upaya Mitigasi terhadap pulau panas tersebut, sehingga sedikit banyak mampu memberikan solusi terhadap pulau panas penanganan yang ada pada lokasi penelitian, yaitu di Kota Malang.

Penulis sadar laporan ini tidak lepas dari kekurangan dan kesalahan, oleh karena itu penulis selalu menerima saran dan masukan yang bersifat membangun guna penyempurnaan dalam laporan proposal skripsi ini.
Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih sebanyak-banyaknya.

Malang, Pebruari 2013

Penyusun

DAFTAR ISI

ABSTRACT i
ABSTRAKSI ii
KATA PENGANTAR iii
DAFTAR ISI v
DAFTAR TABEL xi
DAFTAR GAMBAR xii
DAFTAR PETA xv
DAFTAR GRAFIK/DIAGRAM xvii

BAB I PENDAHULUAN 1
1.1. Latar Belakang 1
1.2. Rumusan Masalah 3
1.3. Tujuan Dan Sasaran 4
1.3.1. Tujuan 4
1.3.2. Sasaran 4
1.4. Ruang Lingkup 4
1.4.1 Lingkup Lokasi 4
1.4.2 Lingkup Materi 5
1.5. Luaran Yang diharapkan 11
1.6. Kegunaan Penelitian 11

BAB II KAJIAN PUSTAKA 12
2.1. Kajian Pustaka 12
2.1.1 Kontribusi *Urban Heat Island* (UHI) Terhadap Pemanasan Global (*Global Warming*) 12
2.1.1.1 Pemanasan Global *(Global Warming)* 12
2.1.1.2 Penyebab Pemanasan Global *(Global Warming)* 14
2.1.2 Pengaruh Urban Heat Island Terhadap Kenyamanan Perkotaan 18
2.1.2.1 Definisi Terjadinya Urban Heat Island 18
2.1.2.2 Penyebab Terjadinya Pulau Panas 19

2.1.2.3 Efek Negatif Pulau Panas 23
2.1.2.4 Kenyamanan Thermal (*Thermal Comfort*) 24
2.1.3 Meningkatnya Penyerapan Panas 25
2.1.4 Parameter Pembentuk Urban Heat Island 27
2.1.5 Konsep Mitigasi Urban Heat Island 30
2.1.5.1 Pendinginan Dengan Lapisan Atap (*Roofing*) 31
2.1.5.2 Keuntungan Pendinginan Dengan Atap (*Roofing*) 36
2.1.5.3 Pertimbangan Lain dalam menggunaan Atap Dingin (Cool *Roofing*) 40
2.1.5.4 Pendinginan Dengan Lapisan Permukaan (*Paving*) 44
2.1.5.5 Keuntungan Pendinginan Dengan Lapisan Perkerasan (*Paving*). 49
2.1.5.6 Pertimbangan Lain menggunaan Lapisan Perkerasan Dingin 55
2.1.5.7 Pendinginan Dengan Tmbuhan (*Vegetation*) 64
2.1.5.7.1 Keuntungan Biaya Pohon dan Vegetasi 65
2.1.5.7.2 Jenis dan Fungsi Pohon dan Vegetasi 70
2.1.5.7.3 Alat (*Tools)* Untuk Memilih atau menyeleksi Tanaman 99
2.1.5.7.4 *Green Roofing* atau *Roff Garden* 105
2.1.6 Lansekaping Efektif Untuk Pendinginan 108
2.1.7 Urban Heat Island Pada Daerah Tropis 114
2.1.7.1 Kenyamanan Thermal Daerah Tropis 114
2.1.7.2 Strategi Desain Iklim Tropis 115
2.1.8 Mitigasi Dalam Penanggulangan Bencana 118
2.1.8.1 Pengertian Mitigasi 118
2.1.8.2 Jenis-jenis Bencana 118
2.1.8.3 Perencanaan Dalam Penanggulangan Bencana 119
2.1.8.5 Mekanisme Kesiapan dan Penanggulangan Dampak Bencana 121
2.2. Variabel Penelitian 124

BAB III METODE PENELITIAN 127
3.1. Metode Pengumpulan Data 127
3.1.1 Tahapan Persiapan 127

3.1.2 Teknik Survei 128
3.1.2.1 Survei Primer 128
3.1.2.2 Survei Sekunder 129
3.2. Metode Analisa 129
3.2.1 Analisa *Super Impose (Overlay)* 130
3.2.2 Analisa *Nearest Neightbour Analisis* (Analisa Tetangga Terdekat)... 132
3.2.3 Analisa Regresi Linier 133
3.2.4 Analisa Sebaran Vegetasi 135
3.2.5 Analisa Kepadatan Bangunan 136
3.2.6 Analisa KDB, KLB dan GSB 136
3.3. Sistematika Pembahasan 139

BAB IV GAMBARAN UMUM 142
4.1 Karakteristik Lokasi Pulau Panas (*Urban Heat Island*) 142
4.1.1 Permukiman Padat (Jl. MT Haryono Gg. 8 dan 10) 142
4.1.1.1 Letak Administrasi 142
4.1.1.2 Penggunaan Lahan 142
4.1.1.3 Tutupan Bangunan/ Material Bangunan 143
4.1.1.4 Jarak Antar Bangunan 150
4.1.1.4 Vegetasi 151
4.1.2 Industri (pabrik Bentoel / PT Subur Aman) 153
4.1.2.1 Letak Administrasi 153
4.1.2.2 Penggunaan Lahan 153
4.1.2.3 Tutupan Bangunan/ Material Bangunan 154
4.1.2.4 Jarak Antar Bangunan 155
4.1.2.4 Vegetasi 156
4.1.3 Perumahan (Sawojajar I) 162
4.1.3.1 Letak Administrasi 162
4.1.3.2 Penggunaan Lahan 162
4.1.3.3 Tutupan Bangunan/ Material Bangunan 163
4.1.3.4 Jarak Antar Bangunan 164

4.1.3.4 Vegetasi 165

BAB V ANALISA 172
5.1 Analisa Pola dan Sebaran Vegetasi 172
5.1.1 Permukiman Padat (Jl. MT Haryono Gg. 8 dan 10) 172
5.1.1.1 Analisa Sebaran Vegetasi 172
5.1.1.2 Analisa Pola Sebaran Vegetasi 173
5.1.2 Industri (pabrik Bentoel / PT Subur Aman) 180
5.1.2.1 Analisa Sebaran Vegetasi 180
5.1.2.2 Analisa Pola Sebaran Vegetasi 180
5.1.3 Perumahan (Sawojajar I) 182
5.1.3.1 Analisa Sebaran Vegetasi 182
5.1.3.2 Analisa Pola Sebaran Vegetasi 183
5.2 Analisa Kepadatan Bangunan 193
5.2.1 Permukiman Padat (Jl. MT Haryono Gg. 8 dan 10) 198
5.2.2 Industri (pabrik Bentoel / PT Subur Aman) 198
5.2.3 Perumahan (Sawojajar I) 199
5.3 Analisa Koefisien Dasar Bangunan (KDB), Koefisein Landai Bangunan (KLB) dan Garis Sepadan Bangunan (GSB) 199
5.3.1 Permukiman Padat (Jl. MT Haryono Gg. 8 dan 10) 203
5.3.2 Industri (pabrik Bentoel / PT Subur Aman) 204
5.3.3 Perumahan (Sawojajar I) 204
5.4 Analisa Sebaran Tinggkat Suhu Udara Permukaan 204
5.4.1 Permukiman Padat (Jl. MT Haryono Gg. 8 dan 10) 210
5.4.2 Industri (pabrik Bentoel / PT Subur Aman) 213
5.4.3 Perumahan (Sawojajar I) 214
5.5 Analisa Keterkaitan Variabel Penyebab Pulau Panas Terhadap Perubahan Suhu 219
5.5.1 Analisa Regresi Linier 219
5.5.2 Analisa Corelasi 230
5.5.3 Uji Chi-Square 232

BAB VI KONSEP MITIGASI PULAU PANAS (*URBAN HEAT SILAND)* 235

6.1 Konsep Mitigasi dengan menggunakan Atap *(Cooling With Roffing)* 235

6.1.1 Pendinginan dengan menggunakan Atap *(Cooling With Roffing)* pada (Jl. MT Haryono Gg. 8 dan 10) 236

6.1.2 Pendinginan dengan menggunakan Atap *(Cooling With Roffing)* pada Pabrik/ PT. Subur Aman 237

6.1.3 Pendinginan dengan menggunakan Atap *(Cooling With Roffing)* Pada Sawojajar I 239

6.2 Konsep Mitigasi dengan menggunakan Lapisan Perkerasan Jalan Lapisan Perkerasan (*Cooling With Paving)* 245

6.2.1 Pendinginan dengan Lapisan Perkerasan (*Cooling With Paving)* pada (Jl. MT Haryono Gg. 8 dan 10) 246

6.2.2 Pendinginan dengan menggunakan Lapisan Perkerasan (*Cooling With Paving)* pada Pabrik/ PT. Subur Aman 247

6.2.3 Pendinginan dengan menggunakan Lapisan Perkerasan (*Cooling With Paving)* Pada Sawojajar I 247

6.3 Konsep Mitigasi dengan menggunakan Tumbuhan (*Cooling Vegetation)* 253

6.3.1 Pendinginan dengan Menggunakan Tumbuhan (*Cooling With Vegetation)* pada (Jl. MT Haryono Gg. 8 dan 10) 255

6.3.2 Pendinginan dengan menggunakan Menggunakan Tumbuhan (*Cooling With Vegetation)* pada Pabrik/ PT. Subur Aman 256

6.3.3 Pendinginan dengan menggunakan Menggunakan Tumbuhan (*Cooling With Vegetation)* Pada Sawojajar I 257

BAB VII KESIMPULAN 262

7.1 Kesimpulan 262

7.2 Rekomendasi 264

7.3 Catatan Studi 265

TINJAUAN PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Karakteristik Pembentuk Pulau Panas dan Efeknya 22
Tabel 2.2 Peletakan Tanaman dalam Desain Lansekap 83
Tabel 2.3 Fungsi, Peran, Jenis dan Bentuk Tanaman 84
Tabel 2.4 Syarat Fisik Tumbuh Tanaman 85
Tabel 2.5 Jenis, Karakteristik dan Fungsi RTH 87
Tabel 5.1 *Nearest Neightbour Analysis* Pada MT.Haryono 174
Tabel 5.2 *Nearest Neightbour Analysis* Pada Pabrik 181
Tabel 5.3 *Nearest Neightbour Analysis* Pada Sawojajar I 188
Tabel 5.4 Pemberian Bobot Variabel yang Mempengaruhi Pulau Panas 209
Tabel 5.5 Skoring dan Pembobotan Variabel yang Mempengaruhi Pulau Panas pada Permukiman Padat (Jl. MT Haryono Gg. 8 dan 10) 211
Tabel 5.6 Skoring dan Pembobotan Variabel yang Mempengaruhi Pulau Panas pada pada Industri (pabrik Bentoel / PT Subur Aman) 213
Tabel 5.7 Skoring dan Pembobotan Variabel yang Mempengaruhi Pulau Panas pada pada Perumahan (Sawojajar I) 216
Tabel 5.8 Pengaruh Atap Terhadap Suhu Pada Lokasi Penelitian 220
Tabel 5.9 Hasil Kesesuaian Kuadrat Minimum dengan X=2 221
Tabel 5.10 Pengaruh Jalan Terhadap Suhu Pada Lokasi Penelitian 224
Tabel 5.11 Hasil Kesesuaian Kuadrat Minimum dengan X=2 225
Tabel 5.12 Pengaruh Vegetasi Terhadap Suhu Pada Lokasi Penelitian 227
Tabel 5.13 Hasil Kesesuaian Kuadrat Minimum dengan X=2 228
Tabel 5.14 Pengaruh Variabel Terhadap Perubahan Suhu 231
Tabel 5.15 *Corellation Tabels* 231
Tabel 5.16 Jumlah Variabel Pembentuk Pulau Panas 233
Tabel 5.17 Kontigensi Variabel Pembentuk Pulau Panas 233
Tabel 6.1 Perbandingan Lapisan Atap (*Cool Roffing*) 241
Tabel 6.2 Perbandingan Lapisan Perkerasan (*Cool Paving*) 249
Tabel 6.3 Penambahan Jumlah Pohon Pada Industri 256
Tabel 6.4 Penambahan Jumlah Pohon Pada Perumahan (Sawojajar I) 257

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Gambar Sebaran Pulau Panas Kota Malang 7
Gambar 1.2 Pulau Panas titik 1 di Bagian Utara Kota Malang Th. 2002 & 2008 8
Gambar 1.3 Foto Udara Lokasi Studi (Kawasan Dinoyo) 8
Gambar 1.4 Pulau Panas titi 2 di Kecamatan Sukun Th. 2002 & 2008 9
Gambar 1.5 Foto Udara Lokasi Studi (Kawasan Pabrik) 9
Gambar 1.3 Pulau Panas Titik 3 di Bagian Timur Kota Malang Th. 2002 & 2008 (sawojajar I) 10
Gambar 1.5 Foto Udara Lokasi Studi (Kawasan Sawojajar I) 10
Gambar 2.1 Thermal Konduksi 26
Gambar 2.2 Kapasitas Panas 26
Gambar 2.3 Difusi Thermal 27
Gambar 2.4 Pemasangan Lapisan Pendingin 34
Gambar 2.5 Aspal pada setiap waktu dan Tahun 45
Gambar 2.6 Temperatur Aspal Setelah Satu Hari 46
Gambar 2.7 Temperatur Aspal Sepanjang Hari 46
Gambar 2.8 Suhu Pavement Beyon Setah Satu Hari 47
Gambar 2.9 Panas Pavement Beyon Setah Satu Hari 47
Gambar 2.10 Penahan Sinar Lampu Kendaraan 77
Gambar 2.11 Kontrol Pandangan Terhadap Ruang Luar 77
Gambar 2.12 Mengurangi Kecepatan Angin 40%-50% 78
Gambar 2.13 Kontrol Radiasi Sinar Mata Hari dan Suhu 78
Gambar 2.14 Filter Abu/Debu 79
Gambar 2.15 Tanaman Mereduksi Suara (Kebisingan) 79
Gambar 2.16 Nilai Estetis 81
Gambar 2.17 Tekstur dalam Memberikan Nilai Estetis 82
Gambar 2.18 Skala Atau Proporsi Dalam Memberikan Nilai Estetis 82
Gambar 2.19 Pola RTH Sabuk Hijau 93
Gambar 2.20 Jalur Hijau Jalan 94
Gambar 2.21 Bantaran Sungai 95
Gambar 2.22 Bantaran KA 98

Gambar 2.23 Jalur SUTT 99
Gambar 2.24 Lapisan *Green Roofing* 106
Gambar 2.25 Lansekaping Pada Permukiman 111
Gambar 2.26 Lansekaping Pada Perkantoran 111
Gambar 2.27 Lansekaping Pohon Pada Jalan 112
Gambar 2.28 Lansekaping Pada Lahan Parkir 113
Gambar 2.29 Lansekaping Pada Taman 114
Gambar 2.30 Alur Penanggulangan Penyelenggaraan Bencana 119
Gambar 2.31 Tahapan Prabencana 120
Gambar 2.32 Mekanisne Penanggulangan Bencana 123
Gambar 3.1 Interval Kategor Persebaran 133
Gambar 4.1 Penggunaan Lahan di MT Haryono 143
Gambar 4.2 Jenis Atap di MT Hryono gg. 8 dam 10 144
Gambar 4.3 Jenis Dinding di MT Haaryono 144
Gambar 4.4 Jenis Lapisan Perkerasan di MT Haryono gg. 8 dan 10 145
Gambar 4.5 Jarak Antar Bangunan di MT Haryono gg.8 dan 10 150
Gambar 4.6 Jenis dan Sebaran Vegetasi 151
Gambar 4.7 Penggunaan Lahan di Industri (Pabrk Bentoel) 153
Gambar 4.8 Jenis Atap di Industri (Pabrk Bentoel) 154
Gambar 4.9 Jenis Dinding di Industri (Pabrk Bentoel) 154
Gambar 4.10 Jenis Lapisan Perkerasan di Industri (Pabrk Bentoel) 155
Gambar 4.11 Jarak Antar Bangunan di Industri (Pabrk Bentoel) 155
Gambar 4.12 Jenis Vegetasi 156
Gambar 4.13 Sebaran Vegetasi 156
Gambar 4.14 Penggunaan Lahan di Perumahan (Sawojajar I) 162
Gambar 4.15 Jenis Atap di Perumahan (Sawojajar I) 163
Gambar 4.16 Jenis Dinding di Perumahan (Sawojajar I) 163
Gambar 4.17 Jenis Lapisan Perkerasan di Perumahan (Sawojajar I) 164
Gambar 4.18 Jarak Antar Bangunan di Perumahan (Sawojajar I) 165
Gambar 4.19 Jenis Vegetasi 166
Gambar 5.1 Hasil Pengolahan Citra Landsat 2008 211

Gambar 5.2 Hasil Analisa *Overlay* Dengan *Arcview* 211
Gambar 5.3 Hasil Pengolahan Citra Landsat 2008..... 214
Gambar 5.4 Hasil Analisa *Overlay* Dengan *Arcview* 214
Gambar 5.5 Hasil Pengolahan Citra Landsat 2008..... 217
Gambar 5.6 Hasil Analisa *Overlay* Dengan *Arcview* 217
Gambar 5.7 *Avarage Land Cover in Chicago*..... 219
Gambar 5.8 *Lancover dan Trees Shading in Sacaramento*..... 219
Gambar 6.1 Pantulan Sinar Matahar dengan *Cool Roffing*..... 235
Gambar 6.2 Atap sejuk dengan lapisan dingin pada MT Haryono 236
Gambar 6.3 Atap Sejuk Dengan Lapisan Pendingin Pada Semua Lokasi..... 237
Gambar 6.4 contoh atap pabrik dengan lapisan sejuk 237
Gambar 6.5 Lapisan Atap sejuk pada Pabrik 238
Gambar 6.6 Atap Sejuk Dengan Lapisan Pendingin Pada Pabrik..... 238
Gambar 6.7 Contoh Perumahan dengan atap sejuk 239
Gambar 6.8 Lapisan Atap Sejuak pada Perumahan..... 239
Gambar 6.9 Atap Sejuk Dengan Lapisan Pendingin Pada Perumahan..... 240
Gambar 6.10 Jenis Lapisan Perkerasan..... 245
Gambar 6.11 Lapisan Perkerasan Paving..... 246
Gambar 6.12 Lapisan Perkerasan Apsal pada MT Hryono..... 246
Gambar 6.13 Lapisan Perkerasan Aspal Pada Pabrik..... 247
Gambar 6.14 Lapisan Perkerasan Paving Pada Sawojajar I..... 248
Gambar 6.15 Lapisan Perkerasan Aspal Pada Sawojajar I 248
Gambar 6.16 Tanaman Antigonon Leptopus 254
Gambar 6.17 Tanaman Falame of Irian 254
Gambar 6.18 Tanaman Indica Pergola..... 254
Gambar 6.19 Tanaman Strophantus Gratus 254
Gambar 6.20 Penanaman Pohon Linier pada Jalan 254
Gambar 6.21 Penanaman Pohon Pada MT Haryono 255
Gambar 6.22 Penanaman Tumbuhan rambat Pada MT Haryono..... 255
Gambar 6.23 Penanaman Pohon Pada Pabrik 256
Gambar 6.24 Penanaman Pohon dan Tumbuhan Rambat..... 258

DAFTAR PETA

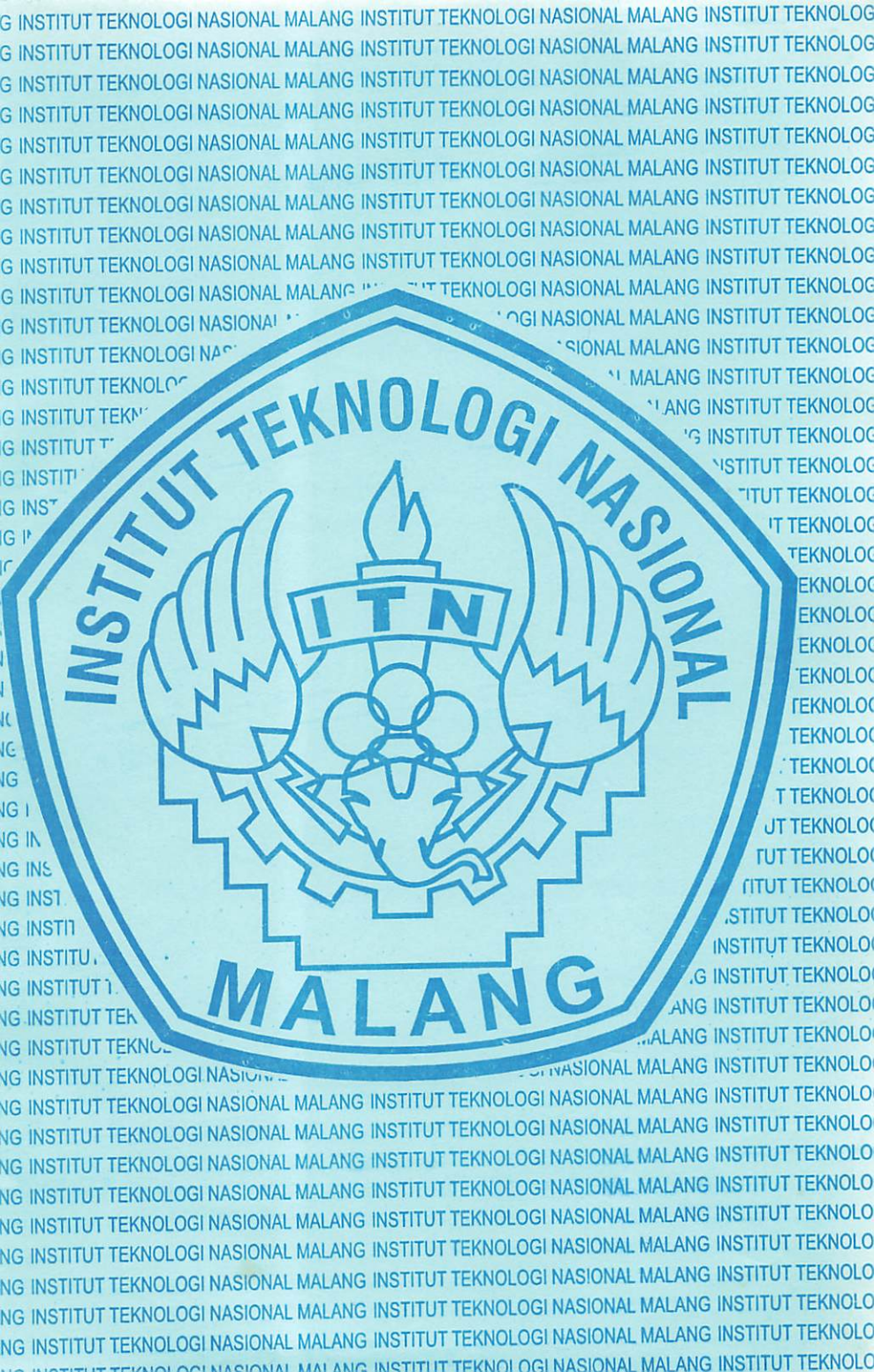
Peta 4.1 Batas Lokasi Penelitian (MT. Haryono gg. 8 dan 10) 146
Peta 4.2 Penggunaan Lahan (MT. Haryono gg. 8 dan 10) 147
Peta 4.3 Jenis Atap (MT. Haryono gg. 8 dan 10) 148
Peta 4.4 Jenis Perkerasan Jalan (MT. Haryono gg. 8 dan 10) 149
Peta 4.5 Jenis dan Sebaran Vegetasi (MT. Haryono gg. 8 dan 10) 152
Peta 4.6 Batas Lokasi Penelitian (Pabrik Bentoel/ PT Subur Aman) 157
Peta 4.7 Penggunaan Lahan (Pabrik Bentoel/ PT Subur Aman) 158
Peta 4.8 Jenis (Pabrik Bentoel/ PT Subur Aman) 159
Peta 4.9 Jenis Perkerasan Jalan (Pabrik Bentoel/ PT Subur Aman) 160
Peta 4.10 Jenis dan Sebaran Vegetasi (Pabrik Bentoel/ PT Subur Aman) 161
Peta 4.11 Batas Lokasi Penelitian (Perumahan Sawojajar I) 167
Peta 4.12 Penggunaan Lahan (Perumahan Sawojajar I) 168
Peta 4.13 Jenis Atap (Perumahan Sawojajar I) 169
Peta 4.14 Jenis Perkerasan Jalan (Perumahan Sawojajar I) 170
Peta 4.15 Jenis dan Sebaran Vegetasi (Perumahan Sawojajar I) 171
Peta 5.1 Pola Sebaran Vegetasi Th.2002 (MT Haryono gg.8 dan 10) 176
Peta 5.2 Pola Sebaran Vegetasi Th.2008 (MT Haryono gg.8 dan 10) 177
Peta 5.3 Pola Sebaran Vegetasi Th.2012 (MT Haryono gg.8 dan 10) 178
Peta 5.4 Analisis Pola Sebaran Vegetasi (MT Haryono gg.8 dan 10) 179
Peta 5.5 Pola Sebaran Vegetasi Th.2002 (Pabrik Bentoel/ PT Subur Aman) .. 184
Peta 5.6 Pola Sebaran Vegetasi Th.2008 (Pabrik Bentoel/ PT Subur Aman) .. 185
Peta 5.7 Pola Sebaran Vegetasi Th.2012 (Pabrik Bentoel/ PT Subur Aman) .. 186
Peta 5.8 Analisis Pola Sebaran Vegetasi (Pabrik Bentoel/ PT Subur Aman) .. 187
Peta 5.9 Pola Sebaran Vegetasi Th.2002 (Perumahan Sawojajar I) 194
Peta 5.10 Pola Sebaran Vegetasi Th.2008 (Perumahan Sawojajar I) 195
Peta 5.11 Pola Sebaran Vegetasi Th.2012 (Perumahan Sawojajar I) 196
Peta 5.12 Analisis Pola Sebaran Vegetasi (Perumahan Sawojajar I) 197
Peta 5.13 Kepadatan bangunan (MT Haryono gg.8 dan 10) 200
Peta 5.14 Kepadatan bangunan (Pabrik Bentoel/ PT Subur Aman) 201
Peta 5.15 Kepadatan Bangunan (Perumahan Sawojajar I) 202

Peta 5.16 KDB dan KLB (MT Haryono gg.8 dan 10) 205
Peta 5.17 KDB dan KLB (Pabrik Bentoel/ PT Subur Aman) 206
Peta 5.18 KDB dan KLB (Perumahan Sawojajar I) 207
Peta 5.19 Sebaran Tingkat Suhu Udara Permukaan (MT Haryono gg.8 dan 10) 212
Peta 5.20 Sebaran Tingkat Suhu Udara Permukaan (Pabrik Bentoel/ PT Subur Aman) 215
Peta 5.21 Sebaran Tingkat Suhu Udara Permukaan (Perumahan Sawojajar I) 218
Peta 6.1 Konsep Atap Sejuk (MT Haryono gg.8 dan 10) 242
Peta 6.2 Konsep Atap Sejuk (Pabrik Bentoel/ PT Subur Aman) 243
Peta 6.3 Konsep Atap Sejuk (Perumahan Sawojajar I) 244
Peta 6.4 Konsep Lapisan Perkerasan Sejuk MT Haryono gg.8 dan 10) 250
Peta 6.5 Konsep Lapisan Perkerasan Sejuk (Pabrik Bentoel/ PT Subur Aman) 251
Peta 6.6 Konsep Lapisan Perkerasan Sejuk (Perumahan Sawojajar I) 252
Peta 6.7 Pendinginan dengan vegetasi (MT Haryono gg.8 dan 10) 259
Peta 6.8 Pendinginan dengan vegetasi (Pabrik Bentoel/ PT Subur Aman) 260
Peta 6.9 Pendinginan dengan vegetasi (Perumahan Sawojajar I) 261

DAFTAR GRAFIK / DIAGRAM

Grafik 5.1 Sebaran Vegetasi (MT. Haryono gg. 8 dan 10) 173
Grafik 5.2 Sebaran Vegetasi (Pabrik Bentoel/ PT Subur Aman) 180
Grafik 5.3 Sebaran Vegetasi (Perumahan Sawojajar I) 183

PERPUSTAKAAN
ITN MALANG


INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
ITN
MALANG

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Menurut Coriburn dan deHaven-Smith (1999; 121) perkembangan kota secara tidak terkendali dapat menimbulkan tiga masalah yaitu; (a)masalah lingkungan berupa polusi air, kelangkaan air minum, kerusakan kehidupan binatang liar dan habitatnya, serta degradasi kualitas lingkungan. (b)masalah sosial meliputi kemiskinan dikota, dan kerusuhan rasial perkotaan; dan (c) masalah politis meliputi krisis fisikal dan ketidak cukupan layanan fasilitas umum[1].

Perkembangan perkotaan membawa pada konsekuensi negatif pada beberapa aspek, termasuk aspek lingkungan, dimana pembangunan fisik di perkotaan serta proses urbanisasi yang cepat telah menimbulkan berbagai masalah lingkungan,salah satunya adalah perubahan iklim yang ditandai dengan berubahnya kualitas lingkungan termal, menjadi lebih panas dari kawasan sekitarnya atau kawasan yang masih alami[2]. Pada saat ini telah diakui bahwa iklim perkotaan memiliki karakteristik yang berbeda dengan iklim kawasan di sekitarnya yang masih memiliki unsur unsur alami cukup banyak. Menurut Laras Tursilowati (2008), perubahan unsur-unsur lingkungan dari yang alami menjadi unsur buatan menyebabkan terjadinya perubahan karakteristik iklim mikro. Berbagai aktivitas manusia di perkotaan, seperti kegiatan industri dan transportasi, mengubah komposisi atmosfer yang berdampak pada perubahan komponen siklus air, siklus karbon dan perubahan ekosistem. Selain itu, polusi udara di perkotaan menyebabkan perubahan visibilitas dan daya serap atmosfer terhadap radiasi matahari.

Perubahan iklim khususnya iklim mikro, jelas ada kaitanya dengan urbanisasi yang cepat salah satu bukti dan contoh refresentatif adalah

---

[1] Colburn, D.R and deHeaven-Smith,L.,1999, *Government in the Sunshine Satate: Florida since Statehood*, University Press of Florida, Gainesville Florida

[2] Surjamanto Wonorahardjo,Suwardi Tedja.Benedictus Edward. Studi Pengaruh Kualitas Vegetasi pada Lingkungan Termal Kawasan Kota di Bandung Menggunakan Data Citra Satelit

munculnya efek *Urban Heat Island* (UHI) atau biasa disebut pulau panas kota[3]. Di daerah beriklim sedang efek UHI dapat membawa dampak negatif dalam kondisi tropis. Temperatur yang tinggi pada kota besar dapat menimbulkan ancaman dalam bentuk ketidak nymanan termal, polusi udara bahkan polusi air (Nyuk Hien Wong and Yu Chen ,2009). Pulau panas tidak hanya menambah ketidaknyamanan, temperatur suhu yang tinggi, kurangnya tempat yang teduh, dan perannya dalam meningkatkan polusi udara mempunyai efek yang serius dalam meningkatkan angka kematian dan penyakit manusia. Pulau panas meningkatkan pemborosan uang dengan meningkatnya kebutuhan akan energi (listrik)[4]. Ada dua alasan utama mengapa daerah kota sangat rentan terhadap UHI. Pertama, lapisan permukaan umumnya terdiri dari bahan gelap yang siap menyerap dan menyimpan panas matahari. Ini memperburuk *absorptance* surya yang tinggi, bangunan dan trotoar membentuk ngarai yang cenderung tercermin dan perangkap panas. Kedua, bahan bangunan yang tidak kedap air, sehingga air hujan berjalan pergi dan tidak dapat mengusir panas oleh penguapan (atau evapotranspirasi, ketika tanaman yang terlibat)[5].

Di Indonesia juga telah dilakukan penilitian terhadap *Urban Heat Island*, khususnya di kota-kota besar seperti Bandung, Surabaya dan Semarang. Berdasarkan hasil penelitian tersebut pada umunya pembentukan *Urban Heat Island* di Perkotaan disebabkan oleh berkurangnya lahan kawasan untuk vegetasi (hutan) yang diganti dengan perluasan kawasan industri dan permukiman[6]. Dalam sistem perencanaan pembangunan perkotaan di Indonesia, unsur iklim masih dianggap sebagai elemen statis, dimana diasumsikan tidak ada interaksi timbal balik antara iklim dengan perubahan guna lahan[7]. Fenomena UHI pada kota Malang sendiri belum menjadi aspek penting dalam merencanakan suatu lingkungan atau kawasan, pada penelitian mengenai *Urban Heat Island* yang sebelumnya ada dikota

[3] Nyuk Hien Wong and Yu Chen (2009) "Tropical Urban Heat Island, climate, building and greeny" h.l.53
[4] Ilsa gartland, (2008). Heat Island, understanding and Mitigating Heat in Urban Area; Hal20
[5] Ilsa gartland, (2008). Heat Island, understanding and Mitigating Heat in Urban Area;Hal31
[6] Laras Tursilowati (2008) urban Heat Island dan kontribusinya terhadap perubahan iklim hubungannya dengan perubahan lahan
[7] Endah Susanti (2009). Aspek iklim dalam perencanaan perkotaan

Malang tercatat suhu tertinggi di pada tahun 2002 mencapai 35°C dan pada tahun 2008 terjadi peningkatan suhu sebesar 45°C[8], hal tersebut disebabkan padatnya daerah kota serta berkurangya kawasan vegetasi dan penggunaan lahan diatas permukaan yang juga berpengaruh terhadap suhu udara. Berdasarkan penelitian tersebut terdapat beberapa titik panas yang tersebar di Kota Malang dari yang memiliki suhu cukup tinggi mencapai 39-41°C dan yang tinggi mencapai 42-45°C[9]. *ASHRE (1966)* mengatakan bahwa suhu panas yang aman dan sesuai untuk tubuh manusia yaitu 98.6°F atau 37°C, dari pernyataan tersebut dapat dilihat bahwa suhu udara yang ada pada pulau panas di Kota Malang tergolong tidak sesuai untuk tubuh manusia, serta *Urban Heat Island* yang ada dikota Malang dapat mempengaruhi tingkat kenyamanan bagi manusia.

Beranjak dari permasalahan dan fenomena pulau panas yang ada tersebut tersebut peneliti mencoba mengidentifikasi terhadap penyebab fisik terjadinya pulau panas kota (*Urban Heat Island)* yang ada di Kota Malang dan menentukan konsep mitigasi yang tepat untuk Urban Heat Island tersebut, sehingga dapat mengurangi efek Urban Heat Island pada daerah-daerah yang memiliki suhu yang tinggi.

1.2 Rumusan masalah

Adanya Titik panas yang ada di Kota malang dan padatnya pembangunan diatas permukaan yang mempengaruhi suhu udara dilingkungan sekitarnya serta mempertimbangkan efek negative dari pulau panas tersebut, maka studi yang diangkat dalam penelitian ini mengarah pada penanganan terhadap efek pulau panas tersebut. adapun permasalahan yang diangkat dalam penulisan ini ialah:

Bagaimana Menyusun konsep mitigasi Pulau Panas *(Urban Heat Island)* di Kota Malang?

[8] Fahita C.A (2010) Studi Sebaran Temperatur Permukaan Lahan dan Faktor-faktor yang mempengaruhinya di Kota Malang
[9] Fanita C A (2010) Studi Sebaran Temperatur Permukaan Lahan dan Faktor-faktor yang mempengaruhinya di Kota Malang

1.3 Tujuan dan Sasaran

Tujuan merupakan apa yang ingin dicapai dalam pelaksanaan penyusunan penelitian. Sasaran adalah poin-poin yang digunakan untuk mencapai dalam mencapai tujuan tersebut. adapun tujuan dan sasaran di jelaskan sebagai berikut:

1.3.1 Tujuan

Berdasarkan rumusan permasalahan yang telah dipaparkan sebelumnya, maka tujuan yang akan dilakukan dalam penyusunan penelitian ini adalah:

"Menyusun konsep mitigasi Pulau Panas (UHI) di Kota Malang"

1.3.2 Sasaran

Untuk mencapai tujuan diatas, maka perlu adanya sasaran sebagai tahapan dalam mewujudkan tujuan tersebut. Adapun sasaran dalam penyusunan penelitian ini adalah :

a. Identifikasi Karekteristik pulau panas di Kota Malang
b. Menyusun konsep mitigasi Urban Heat Island di Kota Malang

1.4 Ruang Lingkup

Pada lingkup penelitian akan dibahas mengenai batasan - batasan yang akan digunakan pada penulisan penelitian ini. Dimana lingkup penelitian ini terdiri dari lingkup materi dan lingkup lokasi yang bertujuan untuk memberikan batasan secara jelas mengenai materi yang dibahas dan lokasi yang menjadi fokus penelitian.

1.4.1 Lingkup lokasi

Lokasi penelitian ini didasarkan pada penelitian sebelumnya mengenai Pulau panas yaitu berada di kota malang. Berdasarkan penelitian sebelumnya pulau panas yang ada di kota Malang tersebar diseluruh permukaan Kota yang dapat dilihat pada gambar 1.1. Sebagai sample lokasi

dalam penelitian, peneliti mengambil daerah pulau panas yang memiliki temperatur paling tinggi serta memiliki karakteristik penggunaan lahan yang berbeda antara lokasi satu dengan yang lainya. Adapun lokasi yang dipilih yaitu:

- **Permukiman padat (MT Haryono gang 8 dan 10)**
  Permukiman pada yang menghasilkan panas dan diambil sebagai sample oleh peneliti terletak pada Bagian Utara Kota Malang yang berada Kawasan Dinoyo secara geografis berada pada 07°56'22.66" – 07°56'21.36" Lintang Selatan dan 112°36'25.05" – 112°36'26.33" tepatnya dipingiran jalan Major Jendral MT. Haryono diantaran jalan Dinoyo gang 10 dan gang 12 kecamatan lowokwaru. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **gambar 1.2 dan 1.3**
- **Industri (pabrik rokok Bentoel/ PT.Subur Aman)**
  Lokasi Pulau panas yang dihasilkan dari bangunan industri yang diambil sebagai sample berada pada daerah Kecamatan Sukun secara geografis berada pada 07°59'57.36" – 07°59'54.89" Lintang Selatan dan 112°37'33.55" – 112°37'26.31" tepatnta pada diantara jalan Niaga dan jalan galang selatan. Pengabilan sample untuk industri juga didasarkan pada temperatur pulau panas yang ada pada lokasi industri tersebut tidak pernah mengalami penurunan suhu, bahkan cendrung mengalami peningkatan suhu menjadi lebih tinggi. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **gambar 1.4 dan 1.5**
- **Perumahan (sawojajar I)**
  Perumahan terdapat dibagian Timur Kota Malang, yang terletak pada daerah Sawojajar 1. Perumahan tersebut dapat terbaca oleh citra sebagai pulau panas, Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **gambar 1.6 dan 1.7**

1.4.2 Lingkup materi

Adapun lingkup materi yang akan dibahas disesuaikan dengan sasaran yang diinginkan, dan adapun batasan materi antara lain:

A. Identifikasi Karakteristik pulau panas di Kota Malang

Dari parameter kota yang dipilih, terdapat variable yang akan diidentifikasi, antaralain:

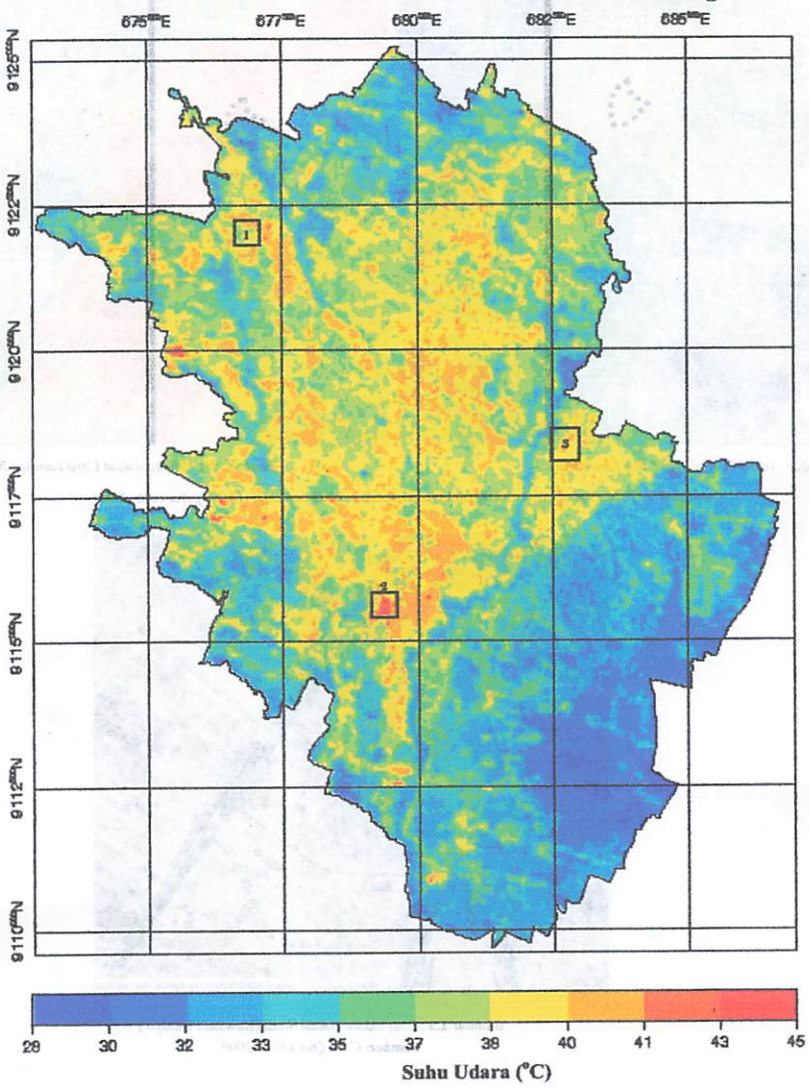
- Jenis Penggunaan Lahan
  - Permukiman
  - Industri
  - Komersial
- Material bangunan yang digunakan
  - Atap
    - Bahan atap
    - Warna atap (gelap dan Terang)
    - Jenis atap (genteng, seng, kanopi dsb)
- Lapisan permukaan
  - Aspal
  - Beton (jenis beton dan warna beton)
  - Tembok
- Jara antar bangunan
- Rata-rata ketinggian bangunan
- Vegetasi
  - Jenis vegetasi
  - Letak vegetasi
  - Sebaran vegetasi

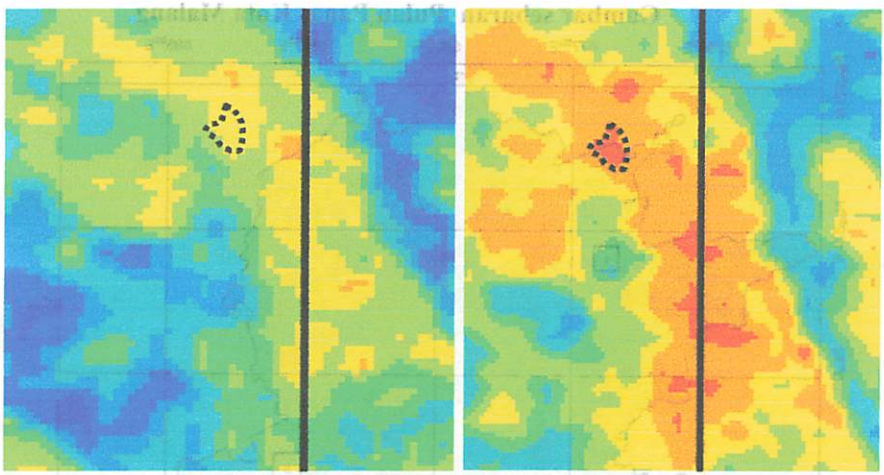
B. Menyusun konsep Mitigasi pulau panas di Kota Malang

Pembahasan materi pada sasaran ini dibatasi pada pembahasan mengenai konsep yang akan digunakan untuk penaganan dan penurunan suhu pada pulau panas

- *Cooling with roofing* material yaitu sarategi dengan menggunakan bahan atap dengan bahan yang tidak banyak menyerap panas,
- *Cooling with paving* material yaitu dengan mengganti bahan lapisan permukaan dengan coolmaterial dan
- *Cooling with vegetation* yaitu dengan maenggunakan vegetasi.

Gambar sebaran Pulau Panas Kota Malang



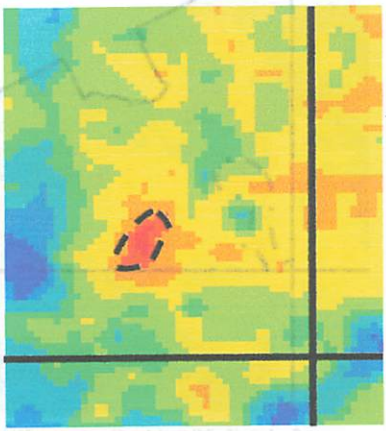


Sumber : Hasil Pengolahan Citra Landsat 2002

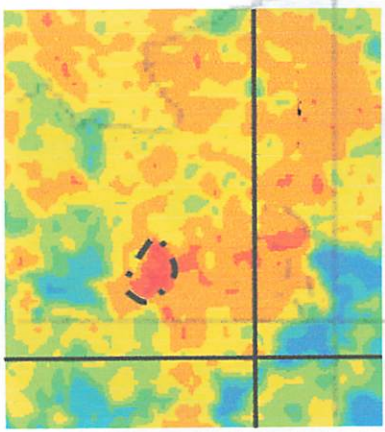
Sumber : Hasil Pengolahan Citra Landsat 2008

Gambar 1.2 : Pulau Panas titik 1 di Bagian Utara Kotatahun 2002 dan 2008 Malang (Kawasan Dinoyo)

Gambar 1.3 : Foto Udara Lokasi Studi (Kawasan Dinoyo)
Sumber: *Citra Quickbird 2008*



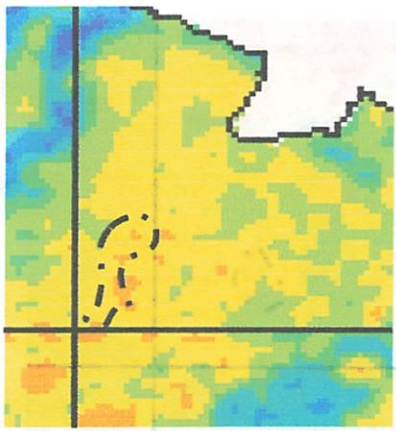
Sumber : Hasil Pengolahan Citra Landsat 2002



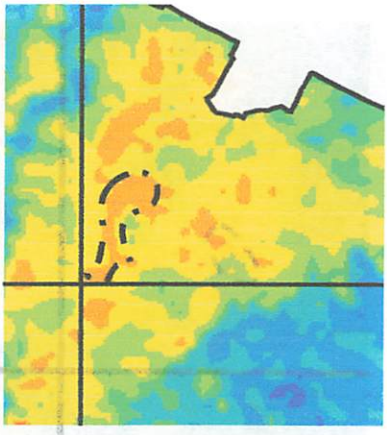
Sumber : Hasil Pengolahan Citra Landsat 2008

Gambar 1.4 : Pulau Panas titik 2 di Bagian Utara Kota tahun 2002 dan 2008 Malang

Gambar 1.5 : Foto Udara Lokasi Studi (Kawasan Pabrik)
Sumber: *Citra Quickbird 2008*



Sumber : Hasil Pengolahan Citra Landsat 2002



Sumber : Hasil Pengolahan Citra Landsat 2008

Gambar 1.6 : Pulau Panas titik 3 di Bagian Timur Kota Malang tahun 2002 dan 2008 (Sawojajar 1)

Gambar 1.7 : Foto Udara Lokasi Studi (Kawasan Sawojajar I)
Sumber: *Citra Quickbird 2008*

1.5 Luaran yang diharapkan

Tujuan yang diharapkan penulis adalah Mengurangi temperatur permukaan lahan dengan konsep penanganan terhadap efek UHI di Kota Malang. Hasil yang dikeluarkan dari tujuan tersebut hendaknya tepat pada sasaran yang diinginkan yaitu sebagai berikut :

a. Mengetahui Pulau panas yang ada di Kota Malang
b. Identifikasi pulau panas di Kota Malang
c. Menyusun konsep mitigasi pulau panas di Kota Malang

Hasil yang ingin dicapai hendaknya sesuai dengan tujuan dan sasaran pencapaiannya. Penelitian ini berdasarkan penelitian sebelumnya yang meneliti mengenai Urban Heat Island yang ada dikota Malang. Dari penelitian tersebut terdapat beberapa titik panas di Kota Malang.yang disebakan kepadatan bangunan yang bertambah setiap tahunya. Unutk mngurangi efek panas dari urban heat island tersebut, diperlukan konsep mitigasinya.

1.6 Kegunaan Penelitian

Kegunaan penelitian bertujuan untuk menjelaskan tentang manfaat apa yang ingin dicapai oleh penulis setelah terselesaikannya penelitian ini. Dalam hal ini, penulis menuliskan kegunaan penelitian kedalam dua kelompok kegunaan yaitu kegunaan akademis dan kegunaan praktis.

a. Kegunaan Praktisi

   Sebagai masukan bagi pemerintah dalam pembangunan dan perencanaan kota khususnya dalam bidang pengembangan perumahan (*developer)* untuk lebih memperhatikan lingkungan dalam pengembanganya khususnya *Urban Heat Island*

b. Kegunaan Akademisi

   - Dapat menetukan konsep yang tepat dalam penaganan *Urban Heat Island* di Kota Malang
   - Sebagai referensi terkait *Urban Heat Island* dan Mitigasinya

1.5 Luaran yang diharapkan

Tujuan yang diharapkan penulis adalah Mengurungi temperatur permukaan lahan dengan konsep penanganan terhadap efek UHI di Kota Malang. Hasil yang dikeluarkan dan tujuan tersebut hendaknya tepat pada sasaran yang diinginkan yaitu sebagai berikut :

a. Mengetahui Pulau panas yang ada di Kota Malang
b. Identifikasi pulau panas di Kota Malang
c. Menyusun konsep mitigasi pulau panas di Kota Malang

Hasil yang ingin dicapai hendaknya sesuai dengan tujuan dan sasaran pencapaiannya. Penelitian ini berdasarkan penelitian sebelumnya yang meneliti mengenai Urban Heat Island yang ada dikota Malang. Dari penelitian tersebut terdapat beberapa titik panas di Kota Malang.yang disebakan kepadatan bangunan yang bertambah setiap tahunya. Unutk mngurangi efek panas dari urban heat island tersebut, diperlukan konsep mitigasinya.

1.6 Kegunaan Penelitian

Kegunaan penelitian bertujuan untuk menjelaskan tentang manfaat apa yang ingin dicapai oleh penulis setelah terselesaikannya penelitian ini. Dalam hal ini, penulis menuliskan kegunaan penelitian kedalam dua kelompok kegunaan yaitu kegunaan akademis dan kegunaan praktis.

a. Kegunaan Praktisi

Sebagai masukan bagi pemerintah dalam pembangunan dan perencanaan kota khususnya dalam bidang pengembangan perumahan (developer) untuk lebih memperhatikan lingkungan dalam pengembanganya khususnya *Urban Heat Island*

b. Kegunaan Akademisi

- Dapat menetukan konsep yang tepat dalam penaganan *Urban Heat Island* di Kota Malang
- Sebagai referensi terkait *Urban Heat Island* dan Mitigasinya

BAB II
KAJIAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

Tinjauan pustaka merupakan kajian teori - teori penelitian serta metode - metode yang berfungsi untuk membantu merumuskan permasalahan guna menghasilkan output dari suatu penelitian. Dalam penelitian ini tinjauan pustaka memuat teori yang diambil dari literatur-literatur yang dapat menunjang untuk dijadikan sebagai landasan dalam penelitian. Kajian tersebut dapat berupa definisi dan konsep penelitian serta teori-teori yang berhubungan dengan tema penelitian yang akan diteliti.

2.1.1 Kontribusi *Urban Heat Island* (UHI) terhadap Pemanasan Global *(Global Warming)*

2.1.1.1 Pemanasan Global *(Global Warming)*

Pemanasan global adalah peningkatan secara gradual temperatur permukaan global akibat efek emisi gas-gas rumah kaca (terutama CO2) dari aktivitas manusia (antropogenik)[11]. Pemanasan global hanya diketahui dari data, bukan fenomena sesaat yang dirasakan. Kita tidak dapat mengatakan suhu akhir-akhir ini terasa panas karena pemanasan global, seperti kita jumpai di media massa. Fenomena sesaat efeknya lebih kuat, tetapi cepat juga berubah menjadi ekstrem lainnya, misalnya suhu menjadi lebih dingin. Dampak perubahan global juga bersifat gradual, sedikit demi sedikit namun konsisten. Pemanasan global diyakini menyebabkan perubahan iklim global. Perubahan iklim adalah keadaan iklim yang rata-ratanya atau sifat lainnya menunjukkan perubahan yang bersifat tetap dalam jangka panjang, baik karena proses alami maupun dampak dari aktivitas manusia yang mengubah komposisi atmosfer maupun tataguna lahan. Perubahan iklim kadang dibedakan dengan variabilitas iklim. Perubahan iklim menekankan faktor

[11] Blog Lama http://t-djamaluddin.spaces.live.com/ Just another WordPress.com site

aktivitas manusia (antropogenik). Variabilitas iklim menekankan pada faktor proses alami[12].

Global warming Secara umum iklim merupakan hasil interaksi proses-proses fisik dan kimiafisik dimana parameter-parameternya adalah seperti suhu, kelembaban, angin, dan pola curah hujan yang terjadi pada suatu tempat di muka bumi. Iklim merupakan suatu kondisi rata-rata dari cuaca, dan untuk mengetahui kondisi iklim suatu tempat, diperlukan nilai rata-rata parameterparameternya selama kurang lebih 10 sampai 30 tahun. Iklim muncul setelah berlangsung suatu proses fisik dan dinamis yang kompleks yang terjadi di atmosfer bumi[13].

Suhu rata-rata global pada permukaan Bumi telah meningkat 0.74 ± 0.18 °C (1,33 ± 0.32 °F) selama seratus tahun terak hir. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) menyimpulkan bahwa, "sebagian besar peningkatan suhu rata-rata global sejak pertengahan abad ke-20 kemungkinan besar disebabkan oleh meningkatnya konsentrasi gas-gas rumah kaca akibat aktivitas manusia[14] melalui efek rumah kaca. Kesimpulan dasar ini telah dikemukakan oleh setidaknya 30 badan ilmiah dan akademik, termasuk semua akademi sains nasional dari negara-negara G8. Akan tetapi, masih terdapat beberapa ilmuwan yang tidak setuju dengan beberapa kesimpulan yang dikemukakan IPCC tersebut.

Meningkatnya suhu global diperkirakan akan menyebabkan perubahan-perubahan yang lain seperti naiknya permukaan air laut, meningkatnya intensitas fenomena cuaca yang ekstrem[15] serta perubahan jumlah dan pola presipitasi. Akibat-akibat pemanasan global yang lain adalah terpengaruhnya hasil pertanian, hilangnya gletser, dan punahnya berbagai jenis hewan.

---

[12] Blog Lama http://t-djamaluddin.spaces.live.com/ Just another WordPress.com site

[13] Hubungan Efek Rumah Kaca, Pemanasan Global dan Perubahan Iklim « A.R. As-syakur.htm

[14] Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Intergovernmental Panel on Climate Change. 5 Februari 2007. Diakses pada 2 Februari 2007.

[15] NASA: Global Warming to Cause More Severe Tornadoes, Storms, Fox News, August 31, 2007.

2.1.1.2 Penyebab Pemanasan Global *Global Warming)*

A. Efek rumah kaca

Segala sumber energi yang terdapat di Bumi berasal dari Matahari. Sebagian besar energi tersebut berbentuk radiasi gelombang pendek, termasuk cahaya tampak. Ketika energi ini tiba permukaan Bumi, ia berubah dari cahaya menjadi panas yang menghangatkan Bumi. Permukaan Bumi, akan menyerap sebagian panas dan memantulkan kembali sisanya. Sebagian dari panas ini berwujud radiasi infra merah gelombang panjang ke angkasa luar. Namun sebagian panas tetap terperangkap di atmosfer bumi akibat menumpuknya jumlah gas rumah kaca antara lain uap air, karbon dioksida, sulfur dioksida dan metana yang menjadi perangkap gelombang radiasi ini. Gas-gas ini menyerap dan memantulkan kembali radiasi gelombang yang dipancarkan Bumi dan akibatnya panas tersebut akan tersimpan di permukaan Bumi. Keadaan ini terjadi terus menerus sehingga mengakibatkan suhu rata-rata tahunan bumi terus meningkat. Gas-gas tersebut berfungsi sebagaimana gas dalam rumah kaca. Dengan semakin meningkatnya konsentrasi gas-gas ini di atmosfer, semakin banyak panas yang terperangkap di bawahnya.

Efek rumah kaca ini sangat dibutuhkan oleh segala makhluk hidup yang ada di bumi, karena tanpanya, planet ini akan menjadi sangat dingin. Dengan suhu rata-rata sebesar 15 °C (59 °F), bumi sebenarnya telah lebih panas 33 °C (59 °F) dari suh unya semula, jika tidak ada efek rumah kaca suhu bumi hanya -18 °C se hingga es akan menutupi seluruh permukaan Bumi. Akan tetapi sebaliknya, apabila gas-gas tersebut telah berlebihan di atmosfer, akan mengakibatkan pemanasan global.

B. Efek umpan balik

Anasir penyebab pemanasan global juga dipengaruhi oleh berbagai proses umpan balik yang dihasilkannya. Sebagai contoh adalah pada

penguapan air. Pada kasus pemanasan akibat bertambahnya gas-gas rumah kaca seperti CO2, pemanasan pada awalnya akan menyebabkan lebih banyaknya air yang menguap ke atmosfer. Karena uap air sendiri merupakan gas rumah kaca, pemanasan akan terus berlanjut dan menambah jumlah uap air di udara sampai tercapainya suatu kesetimbangan konsentrasi uap air. Efek rumah kaca yang dihasilkannya lebih besar bila dibandingkan oleh akibat gas CO2 sendiri. (Walaupun umpan balik ini meningkatkan kandungan air absolut di udara, kelembapan relatif udara hampir konstan atau bahkan agak menurun karena udara menjadi menghangat)[16]. Umpan balik ini hanya berdampak secara perlahan-lahan karena CO2 memiliki usia yang panjang di atmosfer.

Efek umpan balik karena pengaruh awan sedang menjadi objek penelitian saat ini. Bila dilihat dari bawah, awan akan memantulkan kembali radiasi infra merah ke permukaan, sehingga akan meningkatkan efek pemanasan. Sebaliknya bila dilihat dari atas, awan tersebut akan memantulkan sinar Matahari dan radiasi infra merah ke angkasa, sehingga meningkatkan efek pendinginan. Apakah efek netto-nya menghasilkan pemanasan atau pendinginan tergantung pada beberapa detail-detail tertentu seperti tipe dan ketinggian awan tersebut. Detail-detail ini sulit direpresentasikan dalam model iklim, antara lain karena awan sangat kecil bila dibandingkan dengan jarak antara batas-batas komputasional dalam model iklim (sekitar 125 hingga 500 km untuk model yang digunakan dalam Laporan Pandangan IPCC ke Empat). Walaupun demikian, umpan balik awan berada pada peringkat dua bila dibandingkan dengan umpan balik uap air dan dianggap positif (menambah pemanasan) dalam semua model yang digunakan dalam Laporan Pandangan IPCC ke Empat[17]

[16] Soden, Brian J. (01-11-2005). "An Assessment of Climate Feedbacks in Coupled Ocean-Atmosphere Models"
[17] Soden, Brian J. (01-11-2005). "An Assessment of Climate Feedbacks in Coupled Ocean-Atmosphere Models"

Umpan balik penting lainnya adalah hilangnya kemampuan memantulkan cahaya (albedo) oleh es. Ketika suhu global meningkat, es yang berada di dekat kutub mencair dengan kecepatan yang terus meningkat. Bersamaan dengan melelehnya es tersebut, daratan atau air di bawahnya akan terbuka. Baik daratan maupun air memiliki kemampuan memantulkan cahaya lebih sedikit bila dibandingkan dengan es, dan akibatnya akan menyerap lebih banyak radiasi Matahari. Hal ini akan menambah pemanasan dan menimbulkan lebih banyak lagi es yang mencair, menjadi suatu siklus yang berkelanjutan.

Umpan balik positif akibat terlepasnya CO2 dan CH4 dari melunaknya tanah beku (permafrost) adalah mekanisme lainnya yang berkontribusi terhadap pemanasan. Selain itu, es yang meleleh juga akan melepas CH4 yang juga menimbulkan umpan balik positif.

Kemampuan lautan untuk menyerap karbon juga akan berkurang bila ia menghangat, hal ini diakibatkan oleh menurunya tingkat nutrien pada zona mesopelagic sehingga membatasi pertumbuhan diatom daripada fitoplankton yang merupakan penyerap karbon yang rendah[18].

C. Variasi Matahari

Variasi Matahari selama 30 tahun terakhir. Terdapat hipotesa yang menyatakan bahwa variasi dari Matahari, dengan kemungkinan diperkuat oleh umpan balik dari awan, dapat memberi kontribusi dalam pemanasan saat ini[19]. Perbedaan antara mekanisme ini dengan pemanasan akibat efek rumah kaca adalah meningkatnya aktivitas Matahari akan memanaskan stratosfer sebaliknya efek rumah kaca akan mendinginkan stratosfer. Pendinginan stratosfer bagian bawah

[18] Buesseler, K.O., C.H. Lamborg, P.W. Boyd, P.J. Lam, T.W. Trull, R.R. Bidigare, J.K.B. Bishop, K.L. Casciotti, F. Dehairs, M. Elskens, M. Honda, D.M. Karl, D.A. Siegel, M.W. Silver, D.K. Steinberg, J. Valdes, B. Van Mooy, S. Wilson. (2007) "Revisiting carbon flux through the ocean's twilight zone." Science 316: 567-570.

[19] Marsh, Nigel (November 2000). "Cosmic Rays, Clouds, and Climate" (PDF). Space Science Reviews 94 (1-2): 215-230.

paling tidak telah diamati sejak tahun 1960, yang tidak akan terjadi bila aktivitas Matahari menjadi kontributor utama pemanasan saat ini. (Penipisan lapisan ozon juga dapat memberikan efek pendinginan tersebut tetapi penipisan tersebut terjadi mulai akhir tahun 1970-an.) Fenomena variasi Matahari dikombinasikan dengan aktivitas gunung berapi mungkin telah memberikan efek pemanasan dari masa pra-industri hingga tahun 1950, serta efek pendinginan sejak tahun 1950[20].

Ada beberapa hasil penelitian yang menyatakan bahwa kontribusi Matahari mungkin telah diabaikan dalam pemanasan global. Dua ilmuwan dari Duke University memperkirakan bahwa Matahari mungkin telah berkontribusi terhadap 45-50% peningkatan suhu rata-rata global selama periode 1900-2000, dan sekitar 25-35% antara tahun 1980 dan 2000.

Radiasi atau sinar matahari yang berlebihan dapat mempengaruhi kondisi *thermal* tutupan lahan yang disinarinya, khususnya bangunan atau gedung. Panas yang diserap oleh bangunan atau gedung disiang hari dipancarkan kembali pada malam hari dalam bentuk radiasi gelombang panjang yang juga merupakan masalah besar di Kota-kota dimana efek Pulau panas dalam Kota (*Urban Heat Island*) dapat ditimbulkan oleh panas semacam itu yang dipancarkan oleh gedung-gedung yang padat[21].

UHI terbentuk jika sebagian tumbuh-tumbuhan (vegetasi) digantikan oleh aspal dan beton untuk jalan, bangunan, dan struktur lain diperlukan untuk mengakomodasi bertambahnya populasi manusia. Permukaan tanah yang tergantikan tersebut lebih banyak menyerap panas matahari dan juga lebih banyak memantulkannya, sehingga

---

[20] Climate Change 2001:Working Group I: The Scientific Basis (Fig. 2.12)". 19 Desember 2001. Diakses pada 8 Mei 2007.
[21] Nyuk Hien Wong and Yu Chen (2005), *Tropical Urban Heats Island. Climate, Building and Greeny*. Hal6

menyebabkan temperatur permukaan dan suhu lingkungan naik. Penggantian semak belukar dan pohon menyebabkan tempat berteduh dan pertukaran udara melalui evapotranspirasi berkurang sehingga udara yang lebih lembab hilang (Nowak, 2000).

Beberapa penelitian telah melihat potensi efek yang ditimbulkan oleh pemanasan global *(global warming)* yaitu pengaruhya dalam kualitas udara dan kesehatan manusia. Pemanasan global (*Global Warming)* dan Pulau Panas Perkotaan *(Urban Heat Island)* adalah dua phenomena yang berbeda, tetapi dari beberapa kesimpulan tentang pengaruh dari suhu udara yang sangat tinggi yang disebabkan oleh pemanasan global juga sama halnya seperti UHI. Dari keterangan yang menyangkut pengaruh fungsi dan kepekaanya[22].

2.1.2 Pengaruh *Urban Heat Island* (UHI) terhadap kenyamanan perkotaan

2.1.2.1 Definisi *Urban Heat Island* (UHI)

Menurut Pusat Pemanfaatan Sains Atmosfer dan Iklim LAPAN *Urban Heat Island (UHI)* dicirikan seperti pulau udara permukaan panas yang terpusat di area urban dan akan akan semakin turun temperaturnya di daerah sekelilingnya pada daerah suburban/rural. Urban Heat Island disebabkan oleh beberapa faktor yang membedakan daerah urban dan non-urban, termasuk: pelepasan energi antropogenik dari sistem AC *(Air conditioning)*, emisi energi dari kegiatan perindustrian, kendaraan bermotor,perbandingan banyaknya permukaan campuran dan perbedaan kapasitas panas dari material bangunan material dengan struktur alam. Ira Geer, Ed. Dalam *Glossary of Weather and Climate*, mendefinisakn UHI adalah Wilayah perkotaan yang memiliki temperatur yang tinggi dibandingkan daerah di sekitarnya. Itu tergambar dengan warna seperti pulau dalam permukaan sebuah peta.

[22] Lisa gartland, (2008). Heat Island, understanding and Mitigating Heat in Urban Area h.IVIII.147

Heat Island atau biasa disebut pulau panas terbentuk dalam daerah urban dan suburban karena banyak jenis bahan konstruksi yang umum digunaan menyerap dan menahan panas matahari lebih banyak dari pada yang ditahan dan diserap oleh bahan-bahan alamiah didaerah pedesaan yang kurang maju. Ada dua alas an utama yang membentuk terjadinya pemanasan ini. Pertama; kebanyakan bahan bangunan dan gedung-gedung kota tidak tembus air, karena itu meraa tidak mempunyai kelembaban untuk menghlangkan panas matahari. Kedua, bahan-bahan yang berwarna gelap digabung dengan ruang-ruang antar gedung yang menyerupai ngarai (kanyon) dan bahan-bahan pelapis permukaan termasuk jalan, lapangan parkir, pedestrian, driveway dan sebagainya. Mengumpulkan dan menjebak banyak energy matahari[23]

2.1.2.2 Penyebab Terjadinya Pulau Panas *(Urban Heat Island)*

Untuk mengurangi efek-efek pulau panas, pertama-tama kita harus mengetahui terlebih dahulu penyebab-penyebab terjadinya pulau panas tersebut. Pada 1833, Lukas Howard pertama-tama membuat hipotesis bahwa kelebihan panas di kota adalah karena manusia, hewan dan 'kebakaran' (berbagai sumber pembakaran) di musim dingin. Memperhatikan bahwa daerah perkotaan masih hangat dalam musim dingin, Howard ini disebabkan oleh tinggi penyerapan radiasi matahari pada perkotaan, dari permukaan vertikal dan kurangnya kelembaban tersedia untuk penguapan (Howard, 1833). Sungguh mengejutkan Teori Howard ini akurat. Studi lebih lanjut selama abad terakhir telah ditentukan bahwa permukaan perkotaan yang panas dibandingkan di pedesaan permukaan karena dua alasan utama. Pertama, buatan manusia permukaan umumnya terdiri dari bahan gelap yang siap menyerap dan menyimpan panas matahari. Memperburuk ini *absorptance* surya yang tinggi, bangunan dan trotoar membentuk ngarai yang cenderung tercermin perangkap panas. Kedua, bahan bangunan yang paling yang kedap air, sehingga air hujan berjalan pergi dan tidak dapat mengusir

[23] Lisa gartland, (2008). *Heat Island, understanding and Mitigating Heat in Urban Area* h.l.1

panas oleh penguapan (atau evapotranspirasi, ketika tanaman yang terlibat). Selama siang hari, suhu tandus, kedap permukaan dapat mencapai 190 °F; lebih alami tumbuhan permukaan mungkin hanya mencapai 70 °F. panas permukaan suhu menyebabkan suhu udara panas, terutama pada malam hari, ketika permukaan yang panas dingin perlahan dan udara hangat di sekitar mereka.

Ada beberapa alasan lain mengenai gejala fenomena *Heat Island*. Pembangkit panas dalam kota berasal dari pemanasan, pendinginan, transportasi dan proses industri mempunyai efek; danseperti yang disimpulkan oleh Howard, ini biasanya lebih berpengaruh di musim dingin dibandingkan di musim panas. Gedung-gedung juga memperlambat rata-rata kecepatan angin, memperlambat transfer panas dari permukaan ke udara. Tinggi tingkat pencemaran udara perkotaan juga memiliki peran, karena partikel-partikel di udara menyerap dan memancarkan panas ke permukaan kota.

Karakteristik ini dapat diurutkan ke dalam lima penyebab utama Urban Heat Island.

A. lisa gartland,(2008). Heat Island, understanding and Mitigating Heat In Urban Area

- Kurangnya Penguapan
- Besarnya Penyimpanan atua penyerapan panas

kurangnya kelembaban, bahan konstruksi memiliki sifat yang cenderung menimbulkan penyimpanan panas, konduktivitas dan kapasitas panas. bahan dengan konduktivitas panas tinggi cenderung untuk melakukan penyerapan panas ke kedalam. Bahan dengan panas tinggi memiliki kapasitas menyimpan panas lebih dalam volume. Daerah pedesaan cenderung terdiri dari bahan difusivitas panas lebih rendah, sementara daerah perkotaan meningkatkan penyimpanan panas pada siang hari dan melepaskannya pada malam hari.

- Besar dan meningkatnya pantulan cahaya panas

Radiasi bersih dikumpulkan oleh perkotaan umumnya lebih besar dari yang dikumpulkan didaerah pedesaan. Perbedaan ini disebabkan banyak faktor, termasuk reflektansi surya lebih rendah dari bahan perkotaan, geometri perkotaan dan membatasi lebih tinggi tingkat polusi udara di radiasi.

- Mengurangi atau berkurangnya konveksi ini telah menunjukkan bahwa pulau-pulau panas lebih intens terjadi pada saat tenang, cuaca cerah (Landsberg, 1981; Tumanov et al, 1999). dalam jumlah besar mengukur, hal ini karena lebih sedikit panas yang convected dari permukaan ke udara ketika kecepatan angin rendah. Kecepatan angin rendah cenderung meningkatkan panas penyimpanan selama hari dan memperlambat pelepasan panas pada malam hari. Kota juga cenderung memiliki ecepatan angin yang lebih lambat daripada daerah pedesaan. Bangunan di daerah perkotaan dan pinggiran kota bertindak sebagai tempat berhentinya angin, memperlambat kecepatan angin hingga 60 persen (Landsberg, 1981). Namun, di beberapa contoh kecepatan angin dapat meningkatkan sekitar basis bangunan bertingkat tinggi. Angin dapat disalurkan di sisi bangunan kejalanan dalam kondisi tertentu (Bosselmann etal, 1995).

- meningkat panas yang disebabkan oleh manusia

Antropogenik adalah panas yang dihasilkan oleh kegiatan manusia dan berasal dari berbagai sumber, seperti bangunan, industri proses, mobil dan bahkan rakyat sendiri. Untuk menentukan berapa banyak antropogenik panas yang dihasilkan di daerah manapun,semua menggunakan energi (komersial, perumahan, industri dan transportasi) harus dihitung. Para jumlah tersebut kemudian dibagi dengan luas wilayah itu untuk memungkinkan perbandingan kota yang berbeda untuk dibuat. Keuntungan antropogenik panas biasanya lebih besar di musim dingin daripada di musim panas. Menurut estimasi yang dibuat sebelum tahun 1980, panas antropogenik keuntungan diasumsikan berkisar antara 20

dan 40W/m2 di musim panas dan antara 70 dan 210W/m2 di musim dingin (Taha, 1997).

Tabel 2.1
karakteristik penting untuk pembentukan pulau panas dan efeknya pada keseimbangan energi permukaan bumi Perkotaan dan pinggiran kota

Karakteristik memberikan kontribusi terhadap pembentukan pulau panas	Efek pada keseimbangan energi
Kurangnya Vegetasi	Mengurangi penguapan
meluasnya permukaan yg kedap	mengurangi penguapan
peningkatan panas difusi bahan perkotaan	meningkatkan penyimpanan panas
rendahnya pantulan cahaya dari bahan-bahan perkotaan	meningkatkan radiasi bersih
Urban geometries that trap heat	meningkatkan radiasi bersih
Perkotaan geometri yang memperlambat kecepatan angin	mengurangi konveksi
Peningkatan tingkat polusi udara	meningkatkan radiasi bersih
Peningkatan penggunaan energi	meningkatkan panas
	antropogenik(pencemaran oleh manusia)

Sumber : lisa gartland, (2008). Heat Island, understanding and Mitigating Heat In Urban Area

B. Nyuk Hien Wong and Yu Chen (2009), *Tropical Urban Heat Island Climate, building and greeny*

- Ngarai geometri

  Ngarai perkotaan, terutama yang bekerja sebagai perangkap dan mengurangi

  hilangnya radiasi gelombang pendek dan panjang-gelombang dari ngarai.

  Kebanyakan insiden radiasi dan panjang gelombang radiasi yang dipancarkan dari jalan-jalan dan bangunan pada akhirnya akan menemukan jalan mereka ke ruang indoor atau memancarkan kembali

- Material bangunan

  Selama siang hari, panas lebih dapat disimpan dalam bahan bangunan,

  seperti beton, batu bata dan aspal, karena kapasitas panas besaryang

terdapat pada material tersebut. Panas yang tersimpan akan dilepaskan kembali ke lingkungan di malam hari.

- Greenhouse Efek

  Panjang gelombang radiasi dapat dengan mudah terjebak di dalam perkotaan tercemar karena efek rumah kaca atmosfer.

- sumber antropogenik

  Antropogenik panas yang dihasilkan dari pembakaran industri, lalu lintas, airconditioners dan sebagainya dapat memperburuk efek UHI.

- evaporative pendinginan sumber

  Efek UHI dapat dikurangi dengan cara menguapkan pendinginan, seperti

  vegetasi, tubuh air dan sebagainya, karena energi insiden lebih dapat berubah menjadi panas laten panas daripada masuk akal. Sayangnya, kurangnya metode pendinginan evaporative seperti di kota-kota, terutama hilangnya hijau, menyebabkan efek yang parah UHI

C. David Sailor, Ph.D (2007). The Urban Heat Island (UHI)- Causes, Impact and Mitigation Strategi

- Thermal Storage
- Antropogenic Heat
- Latent Heat
- Long and short wave radiation

2.1.2.3 Efek Negatif Pulau Panas *(Urban Heat Island)*

A. lisa gartland, (2008). *Heat Island, understanding and Mitigating Heat In Urban Area*

- Suhu lebih tinggi

  Temperatur yang tinggi, kurangnya tempat yang teduh dan peranya dalam meningkatkan polusi udara mempunyai efek yang serius dalam meningkatkan angka kematian dan penyakit terhadap manusia

- polusi udara
- dampak kepada manusia yang berakibat buruk pada kematian dan penyakit
- Pemborosan dengan meningkatkan kebutuhan untuk penggunaan energy

B. Nyuk Hien Wong and Yu Chen (2009), ***Tropical Urban Heat Island Climate, building and greeny***

- Suhu Panas dan cenderung lembab
- Radiasi sinar matahari yang tinggi
- Curah Hujan
- Angin

C. David Sailor, Ph.D (2007). ***The Urban Heat Island (UHI)- Causes, Impact and Mitigation Strategi***

- Kualitas udara
- Kunsumsi Energi
- Kesehatan manusia

2.1.2.4 Kenyamanan Termal *(Thermal Comfort)*

Lingkungan termal didefinisikan sebagai lingkungan yang mempengaruhi manusia dalam hal kualitas termalnya, sehingga manusia dapat merasakan lingkungan tersebut sebagai lingkungan yang dingin atau panas. Salah satu unsur utama yang membetuk lingkungan termal adalah temperatur udara, disamping unsur lain seperti temperatur radiasi, kelembaban, dan pergerakan udara[24]. Perubahan lingkungan termal di perkotaanpada penelitian ini dilihat dari berubahnya temperatur udara. perubahan lingkungan termal dipengaruhi oleh :

- Pergantian *natural land cover* (LC) dengan perkerasan, bangunan, dan infrastruktur lainnya

[24] Surjamanto Wonorahardjo, Suwardi Tedja, Benodictus Edward (2007), Studi Pengaruh Kualitas Vegetasi pada Lingkungan Termal Kawasan Kota di Bandung Menggunakan Data Citra Satelit

- Pengurangan jumlah pohon dan tanaman sehingga mengurangi efek pendinginan alami dari pembayangan dan penguapan air dari tanah dan dedaunan *(evapotranspiration)*.
- Peningkatan jumlah bangunan tinggi sehingga membentuk jalur-jalur jalan sempit yang memerangkap udara panas dan menghambat aliran udara *(geometry effect)*.
- Peningkatan buangan panas dari kendaraan, pabrik dan AC serta kegiatan manusia lainnya yang menambah panas lingkungan dan memperburuk efek P2 *(anthropogenic)*.
- Peningkatan polusi udara yang membentuk lapisan *greenhouse gas* dan *ozone* diudara.

Menurut *American Society of Heating, Refrigenerating Air conditioning Engineers* (ASHRAE,1966) kenyamanan termal adalah kondisi fikiran yang mengekspresikan kepuasan akan lingkungan termal, untuk merasaan kenyamanan seperti itu temperatur badan manusia harus ditingkat yang lebih dalam (sekitar 98,6° F/ 37°C). perhitungan tetap ini diperoleh melalui perhitungan panas secara keseluruhan antara badan manusia dan lingkungan seitarnya.

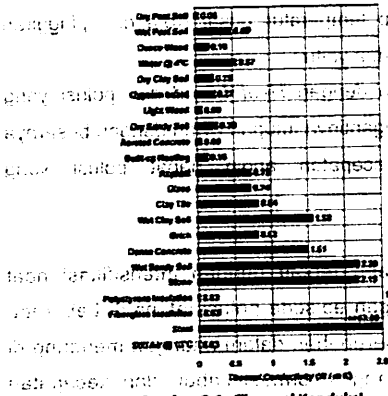
2.1.3 Meningkatnya Penyerapan Panas

Heat Island diperparah oleh kurangya kelembaban dan sifat material bangunan. Ada dua sifat bahan bangunan yang berpengaruh penting pada penyimpanan panas, yaitu: daya hantar panas (*Heat Conectivity*) dan kapasitas panas (*Heat Capacity*). Bahan dengan daya hantar tinggi cendrung meningkatan panas kedalamnya, sedangkan bahan bangunan dengan kapasitas yang tinggi dapat menyimpan panas paling banyak dalam volumenya.

Kombinasi kedua sifat ini disebut sebagai *difusivitas* panas (*thermal diffusivity*) merupaan indicator penting mengenai seberapa mudah panas dapat menembus kedalam jenis bahan. Difusi panas didapat dengan

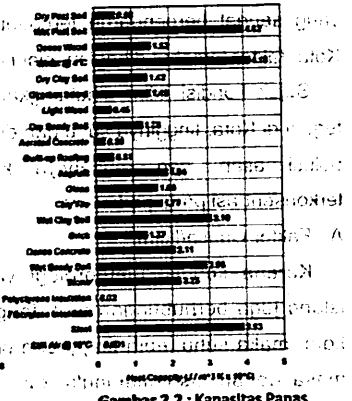
membagi daya hantar bahanya dengan kapasitas panasnya. Diffusivitas yang tinggi berarti panas dapat mencapai lebih didalam lapisan bahanntersebut, dan temperatur tetap konstan (tidak turun) dengan berjalannya waktu. Apabila diffusivitas panas rendah berarti lapisan yang dipanaskan hanya tipis saja dan temperatur cendrung berflutuasi lebih cepat (kalau temperatur udara luar berubah)[25].

Gambar berikut ini memplot nilai-nilai konduktivitas (daya hantar) panas, kapasitas panas dan difusivitas panas untuk berbagai bahan. Nilai-nilai daya hantar panas dan kapasitas panas cendrung cukup bervariasi dari jenis bahan satu kejenis bahan lainya, tetapi yang mencolok adalah nilai disfusivitas panas yang semakin besar kalau ditinjau dari bahan alamiah seperti tanah dan kayu dibandingkan dengan bahan material buatan manusia seperti bahan pelapis (pavement) dan insulasi. Daerah pedesaan cendrung terdiri dari bahan-bahan difusitas panas rendah, sedangkan daerah perkotaan memiliki bahan dengan difusivitas tinggi, ini meningkatkan penyerapan panas selama siang hari dan melepaskanya pada saat malam hari[26]



Gambar 2.1 : Thermal Konduksi

Sumber : understanding and Mitigating Heat in Urban Area

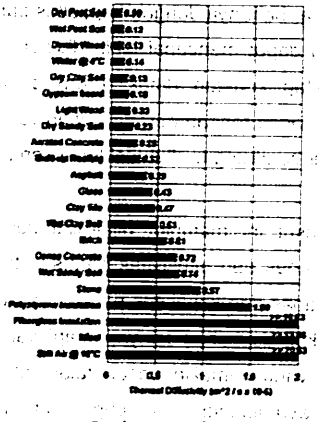


Gambar 2.2 : Kapasitas Panas

Sumber : understanding and Mitigating Heat in Urban Area

[25] Lisa gartland, (2008). *Heat Island, understanding and Mitigating Heat in Urban Area*

[26] Lisa gartland, (2008). *Heat Island, understanding and Mitigating Heat in Urban Area*



Gambar 2.3 : Difusi Panas
Sumber : understanding and Mitigating Heat in Urban Area

2.1.4 Paramater Pembentuk Urban Heat Island

Givoni (1998) mngatakan bahwa ada beberapa faktor kekotaan yang yang sangat berpengaruh terhadap temperatur pusat Kota dan pinggiran Kota, faktor tersebut dibagi menjadi dua yaitu :

Sejak kondisi iklim dihubungkan dengan *Heat Island* dan polusi yang terjadi di Kota, tingginya suhu dan digantinya tutupan awan dengan besarnya polusi asap, dan rendahnya kecepatan angin, dapat polusi yang terkonsentrasi pada perkotaan[27].

A. Faktor Cuaca/Iklim

Karena kondisi meteorologi yang terkait dengan intensifikasi heat island juga berhubungan erat dengan episode polusi intens di beberapa kota, maka suhu lebih tinggi dan perubahan dalam naungan mendung di masa depan bisa meningkatkan angka formasi kabut, dan kecepatan angin yang rendah bisa menimbulkan konsentrasi polutan di area urban.

[27] *Mitigating the urban heat island Effect: Some point without existing city planning (2009)*

- Kelembaban
- Tutupan Awan
- Kecepatan Angin

B. Struktur Kota

➢ Luas wilayah Kota

Peningkatan ukuran kota disebabkan oleh populasi dan kepadatan yang lebih tinggi. Dua faktor ini bisa menyebabkan fenomena UHI (Urban Heat Island) tapi tergantung ukuran dan kepadatan populasi dan juga standar hidupnya (lalu lintas kendaraan, intensitas panas di musim dingin dan pengkondisian udara di musim panas dan kawasan industri) (Givoni, 1998).

➢ Perbandingan bangunan yang tinggi dengan jarak bangunan didepannya, yang sangat berpengaruh menarik *Urban Heat Island*[28]. Adapun faktor yang sangat berpengaruh yaitu :

➢ Tutupan lahan, sedikitnya tutupan lahan dengan bangunan pada suatu perkotaan sangat memberikan pengaruh terhadap suhu di perkotaan perkotaan tersebut. Beberapa arsitektur detail bangunan, warna lapisan atap, bangunan pada pekotaan dapat memberikan efek terhadap keseimbangan radiasi dan suhu udara

➢ Jarak antara bangunan, jarak lintas setiap blok bangunan memberikan efek yang bagus pada kondisi ventilasi, *indors dan outdors*

➢ Rata-rata ketinggian bangunan,

Bangunan yang lebih tinggi bisa mengurangi kecepatan angin level-ground lebih banyak daripada bangunan rendah.

Charlander (1976), Landsberg (1981), dan Oke (1982) menuliskan parameter kota yang mempengaruhi iklim mikro yang menyebabkan *Urban Heat Island* antara lain :

[28] Givoni, B. (1998) Climate Consideration in building and Urban Design, Canada, John Wiley & Sons

- Letak Sebuah Kota

  Perbedaan lokasi dengan wilayah lain memberikan banyak variasi suhu, angin, kelebaban, curah hujan, kabut. Banyaknya perbedaan tersebut dipengaruhi oleh jarak kota dengan laut, ketinggian dari permukaan laut, lereng, dan topografi kawasan (Givoni, 1998)

- Topografi

- Ukuran Populasi

  Populasi yang lebih tinggi setiap tahunnya bisa meningkatkan jutaan kilo energi kalori di suhu thermal urban akibat aktivitas biologi. Banyaknya produksi energi dari aktivitas ini memunculkan UHI (Alijani dan Safavi, 2007).

- Kecepatan Angin

  Intensitas UHI berhubungan terbalik dengan kecepatan angin level makro. Meski begitu, aliran angin urban biasanya lemah di level makro.

- Panas Antropogenic

  Panas antropogenic ialah panas buatan manusia, yang ditimbulkan oleh gedung, mesin-mesin atau orang[29]. Dibanyak daerah, khususnya pedesaan dan pinggiran kota jenis panas antropogenic kecil apabila dibandingkan dengan unsur-unsur lain dalam persamaan neraca. Dalam daerah perkotaan yang padat, unsur antropogenic lebih besar dan dapat berpengaruh signifikan dalam pembentukan *Heat Island.*

- Permukaan Air tanah

  1. Bangunan dan jalan paving dengan cepat membawa pengendapan ke dalam waduk catchment, yang menciptakan defisit penguapan di kota; 2. Naungan permukaan urban meningkatkan transfer panas dan menekan fluks panas laten (Oke, 1981).

---

[29] *Lisa gartland, (2008), Heat Island, understanding and Mitigating Heat in Urban Area: 15-18*

- Tutupan Tumbuhan
- Penggunaan Lahan

Tipe guna lahan berbeda (Komersil, Residensial, Industri, Taman, Airport, dst) memiliki pengaruh berbeda ke iklim urban. Peningkatan sentralisasi populasi di area kota dan panas athropogenik menjadi faktor paling penting untuk menghasilkan panas (area komersil).

- Polisi Udara

1. Mengurangi fluks insiden dari radiasi gelombang pendek (yaitu matahari); 2. Mengeluarkan radiasi gelombang panjang (yaitu, infra merah) dari permukaan urban sampai retensinya di tanah; dan 3. Menyerap radiasi gelombang panjang dari permukaan urban, sehingga memanaskan udara ambient (Oke. 1981).

2.1.5 Konsep Mitigasi Urban Heat Island

Mitigasi adalah serangkaian upaya untuk mengurangi risiko bencana, baik melalui pembangunan fisik maupun penyadaran dan peningkatan kemampuan menghadapi ancaman bencana[30]. Dalam kaitanya mengenai *Heat Island,* mitigasi sangat penting dilakukan untuk mengurangi sebab dan sumber terjadinya *Heat Island* yang ada.

Beberapa konsep mengenai mitigasi terhadap *Heat Island* telah banyak dilakukan dinegara-negara yang sudah maju yang mayoritas memiliki perkotaan yang padat dengan jumlah populasi dan bangunan-bangunan gedung dengan berbagai jenis material bangunan. Sebelum menetukan langkah mitigasi apa yang harus dilakukan arakteristik tata guna tanah harus dipelajari untuk melihat bagai mana tipikal konstruksi (pekerjaan pembangunan yang lazim dilakukan diberbagai tempat) yang mendorong terbentuknya *Heat Island.* Sangat tinggi presentase daerah kota dan pinggiran kota yang tertutup oleh atap dan *pavement* (jalan, lapangan, parkir, trotoar, *driverway*, dsb) yang tertutup oleh pepohonan dan vegetasi.

[30] UU No 24 Tahun 2007, Bab I Ketentuan Umum, Pasal 1 angka 9

Kecendrungan dimana-mana adlah memperluas kota-kota dengan sedikit pepohonan.

Tipe bahan atap dan *pavement* kebanyakan terdiri dari bahan yang padat (tidak tembus air) dan warna gelap, mudah menyerap dan menahan panas. Kurangnya pepohonan juga mengurangi jumlah pendinginan melalui *evapotranspirasi*. Bahan-bahan tradisional (sudah banyak digunakan semenjak bertahun-tahun yang lalu) dapat dikembangkan dalam pengembangan pada *Heat Island*[31].

2.1.5.1 Pendinginan Dengan lapisan Atap *(Roofing)*

Atap menutupi sekitar 20% daerah kota dan pinggiran kota dan merupakan permukaan paling panas apabila dilihat melalui citra satelit[32]. Sebenarnya bahan atap dapat mencapai 65-90°c (150-190°F), reflektansi mataharinya berkisar antara 25% yang berarti atap menyerap 75-97% energy matahari yang mengenai atap.

Cool roofing adalah salah satu alternatif mitigasi terhadap *Heat Island*, temperatur bahan Cool Roffing biasanya memiliki suhu dibawah 50°C (120°F), bahkan pada saat musim panas dengan cuaca paling cerah dan paling panas, bahan atap biasa pada umumnya dapat menahan panas hingga 90°C (190°F). permukaan cool roffing dapat membantu mengurangi efek *Heat Island*, karena bahan ini kurang melepasan bahan panas ke udara pada saat siang dan malam hari. Bahan cool roffing mempunyai dua sifat yang membuat bahan ini menjadi tetap sejuk dari pada bahan odel biasa selama musim panas: (1) tingginya reflektansi matahari (2) tingginya emitansi panas (diatas 85%).

Reflektansi matahari yang tinggi berarti bahan ini dapat mementulkan energy matahari lebih mudah dari pada bahan model lama, yang reflektansinya 25% atau lebih rendah (Berdhal dan Bretz, 1997). Bahan cool roffing juga memiliki emitansi panas yang tinggi untuk membantu atau untuk

[31] *lisa gartland, (2008). Heat Island, understanding and Mitigating Heat in Urban Area:43-44*
[32] *lisa gartland, (2008). Heat Island, understanding and Mitigating Heat in Urban Area: 45*

memancarkan panas yang dikumpulkanya. Emitansi panas yang terdapat dikebanyakan bahan lebih besar daripada 85%, tetapi permukaan logam yang tidak menggunkan cat cendrung memiliki emitansi yang berkisar antara 20-60%.

bahan atap tradisional cenderung terjemur dalam matahari, pemanasan sampai dengan suhu 50-90 °C (150-190 °F). Bahan atap yang panas dapat membuat masalah untuk bangunan yang berada dibawahnya, termasuk:

- suhu panas dalam ruangan
- kenyamanan dalam ruangan berkurang
- lebih banyak energi yang digunakan untuk pendinginan
- lebih banyak uang yang dihabiskan pada rekening listrik
- lebih memakai sistem pendingin
- lebih cepat kerusakan atap.

Atap yang panas juga menciptakan masalah bagi masyarakat,termasuk:

- kebutuhan listrik lebih besar, terutama selama siang samapai sore hari
- lebih potensial untuk pemadaman pada jaringan listrik
- emisi pembangkit listrik meningkat
- perkotaan dan pinggiran kota mencapai suhu yang panas
- meningkatkan pembentukan kabut asap akibat kombinasi emisi yang lebih tinggi dan suhu
- terjadi pemborosan

Mengganti bahan atap panas dengan cool roffing dapat membantu meringankan masalah ini. Atap yang tetap dingin di bawah sinar matahari, biasanya mencapai panas tertinggi hanya 40-60 ° C (100-140 ° F). *Cool roffing memiliki dua karakteristik yang penting :*

- pemantulan matahari yang tinggi (juga disebut Albedo), yang persentase energi matahari dipantulkan oleh permukaan (dianjurkan bahwa atap putih memiliki nilai pemantulan surya lebih besar dari 70 persen, atap berwarna memiliki pemantulan surya nilai lsebesar 40 per persen, dan semua atap dianjurkan harus memiliki nilai daya pancar lebih besar dari 80 persen)

➢ daya pancaran yang tinggi (tidak memantulkan) terhadap energy matahari.

✓ Jenis-Jenis Cool Roffing

Jenis- jenis atap dibagi menjadi dua segmen yang menggunakan jenis produk yang sangat berbeda: *lowslope* (Rendah Lekukan) dan *Steep-slop* (lekukan yang banyak). Atap dengan rendah kemiringan pada dasarnya datar, cukup untuk menyediakan saluran air yang baik. Atap rendah Lekukan biasanya didefinisikan memiliki kemiringan tidak lebih dari satu dari dua belas. Atap rendah lekukan ditemukan pada sebagian besar komersial dan bangunan industri, seperti kantor, gudang dan bangunan ritel, serta pada banyak multi-keluarga dan beberapa bangunan tempat tinggal. Atap dengan lekukan yang banyak memiliki tanjakan lebih besar dari satu ditemukan paling sering pada bangunan perumahan, dan bahan atap umumnya terlihat dari bawah. yang paling umum digunakan pada bahan atap curam-lereng termasuk atap sirap komposit, atap logam, atap genteng dan atap getar (shakes1 adalah herpes zoster kayu terbuat dari kayu split). Sejauh ini pilihan paling banyak yaitu *steep-slop*secara khusus berpigmen dingin ubin dan logam dilapisi *cool roffing.*

A. Pilihan untuk jenis *Cool low-slope roff*

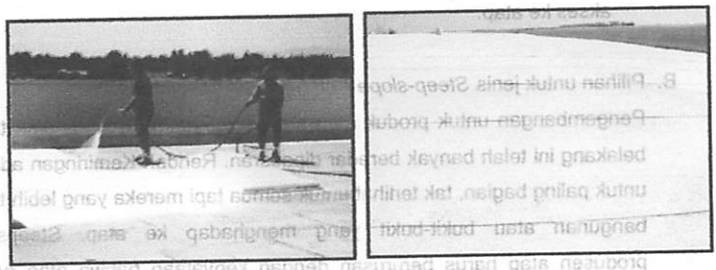
Pilihan dingin untuk atap Cool loe-slope termasuk pelapis dan tunggal-lapis membran, serta Cool permukaan lapisan yang telah ditambahkan dengan bahan atap tradisional.

➢ Cool Coating (Lapisan pendingin)

Lapisan pendingin paling baik diterapkan untuk atap dengan kemiringan yang rendah dan dalam kondisi baik. Lapisan ini memiliki konsistensi tebal cat, memiliki aditif yang membuat lebih mudah untuk mewarnai, daya tahan penekanan (pelekat), ganggang dan jamur, serta kemampuan mereka untuk *'selfwash'* atau gudang kotoran di bawah curah hujan normal. *Coating cool* tidak disarankan untuk

digunakan pada sirap yang memiliki lekukan yang curam, pelapisan dapat menghambat kontraksi sirap yang normal dan ekspansi menyebabkan sirap meringkuk. Juga dapat memblokir drainase saluran antara

herpes zoster yang berpotensi menyebabkan air terjebak di bawah atap. Ada dua jenis bahan utama atap sejuk yaitu pelapis - semen dan elastomer. Pelapis semen mengandung partikel semen dan lapisan elastomer mengandung polimer yang membuat lapisan tidak rapuh dan meningkatkan rekatan. Silicon atau polimer akrilik dapat digunakan dalam elastomer pelapis, meskipun polimer akrilik yang paling banyak digunakan. Beberapa pelapis mengandung semen partikel dan polimer dan kedua jenis lapisan yang paling sering digunakan yaitu warna putih yang cendrung terang, sehingga memiliki nilai-nilai reflektansi surya yang tinggi (biasanya 70 persen atau lebih tinggi ketika baru) dan daya pancar termal (lebih dari 80 persen). Lebih dari dua ratus pelapis memenuhi kriteria ini dapat ditemukan dalam daftar produk CRRC[33].



Gambar 2.4 : Lapisan Pendingin
***Sumber* : understanding and Mitigating Heat In Urban Area**

[33] *lisa gartland, (2008). Heat Island, understanding and Mitigating Heat In Urban Area: 64-65*

- Cool single-ply Roffing

Atap Single-lapis adalah mencakup semua bahan atap yang datang dari prefabrikasi lembar dan diterapkan dalam satu lapisan ke atap yang memiliki lereng yang rendah. Produk-produk ini umumnya dilem atau diikat di tempat di atas permukaan seluruh atap. Jahitan antara lembar kemudian harus disegel oleh dipanaskan dan menyatu bersama-sama (untuk termoplastik bahan yang dapat mencair dan kemudian kembali memantapkan), atau dengan yang dilem (untuk bahan termoset). Mayoritas produk tunggal-lapis di hari ini sangat jarang ditemukan si pasar, produk atap tunggal-lapis tersedia dalam berbagai bahan, termasuk termoplastik poliolefin (TPO), polivinil klorida (PVC), etilena propilena diena monomer (EPDM) atau paduan chlorosulphonated kopolimer polietilen (CSPE). atap Single-lapis biaya bervariasi dari $ 1,50 sampai $ 3,00 per kaki persegi termasuk bahan, instalasi dan persiapan serta tidak termasuk perbaikan yang luas atau pemindahan dan pembuangan atap lapisan sebelumnya. Seperti halnya pekerjaan atap, biaya bervariasi tergantung pada ukuran pekerjaan, jumlah atap penetrasi atau rintangan, dan kemudahan akses ke atap.

B. Pilihan untuk jenis *Steep-slope Roff* (rendah Kemiringan)

Pengembangan untuk produk atap *steepslope* setidaknya sepuluh tahun belakang ini telah banyak beredar dipasaran. Rendah-Kemiringan adalah, untuk paling bagian, tak terlihat untuk semua tapi mereka yang lebih tinggi bangunan atau bukit-bukit yang menghadap ke atap. Steepslope produsen atap harus berurusan dengan kenyataan bahwa atap rumah mereka terlihat dan memberikan kontribusi ke laporan arsitektur bangunan. Atap pilihan termudah dingin, membuat atap putih terang, belum tertangkap sebagai sebuah desain fitur di kebanyakan tempat di seluruh dunia.

2.1.5.2 Keuntungan Pendinginan Dengan Atap *(Roofing)*

Keuntungan atap dingin sudah berkembang di kalangan pengguna bangunan, pemilik bangunan dan komunitas secara luas. Keuntungannya meliputi perbaikan kenyamanan bangunan, penghematan energi dan keperluan, mengurangi perawatan atap, penurunan kebutuhan listrik yang besar, menurunkan tingkat polusi udara dan penurunan pembuangan atap ke tempat sampah[34]. Penggantian atap yang ada dengan pendinginan juga bisa mengurangi pengaruh panas pulau di kota dan pikiran kota kita. Menurut Lisa Gartland (2008), keuntungan (*benefit*) dari penggunaan atap dingin meliputi ;

A. Meningkatkan Kenyamanan gedung

Selain menurunkan penggunaan energi, bangunan dengan atap dingin cenderung untuk lebih dingin dan lebih nyaman di dalam. Ada dua penelitian yang menunjukkan potensi perbaikan kenyamanan. Home Basestore di Vacaville, California, (Gartland, 1998) awalnya tidak terlalu nyaman di dalam. Toko ini menggunakan sistem pendingin yang terlalu kecil yang tidak memungkinkan untuk mencapai pendinginan gedung. Suhu di dalam mencapai 32°C (90°F) sebelum dipasangkan atap dingin, itu pun dengan pendingin yang berjalan secara konstan (bahkan pada malam hari) untuk mendinginkan gedung. Setelah memasangkan lapisan pendingin atap, puncak suhu di dalam ruangan menurun hingga 29°C (85°F) atau lebih rendah, dan sepuluh jam dalam sehari dianggap nyaman (di bawah 26°C (79°F) dan 60 persen kelembaban) di dalam toko. Meskipun pendingin masih belum cukup kuat untuk mengatasi kondisi yang paling panas, suhu di dalam toko diperbaiki secara signifikan oleh atap dingin.

B. Menurunkan penggunaan energi pendingin

Atap pendingin menurunkan panas bangunan, jadi gedung bisa tetap dingin, lebih nyaman dan hanya memerlukan sedikit energi untuk pendinginan. Atap pendingin menyebabkan profil penggunaan energi

[34] *lisa gartland, (2008). Heat Island, understanding and Mitigating Heat in Urban Area: 71*

harian menjadi lebih pendek dan lebih sempit. Keseluruhan penghematan selama Minggu tersebut meningkat hingga 660kWh, atau 21 persen energi pendingin yang digunakan. Setiap bangunan memberikan respons yang berbeda pada pengaruh atap dingin. Tabel 5.3 menunjukkan ciri-ciri umum dan penghematan energi pendingin dari beberapa gedung yang berbeda yang dimonitor di seluruh Amerika Serikat, termasuk gedung Gilroy, California, KaiserPermanente yang ditunjukkan di atas. Penghematan yang diukur sebenarnya mempunyai tingkatan yang berbeda dari 0.04 kWh/ft^2 setiap tahunnya hingga 0.70 kWh/ft^2, dan dari 2 hingga 69 persen total penggunaan energi pendingin gedung.

C. Penurunan biaya perawatan gedung.

Alasan yang paling memaksa untuk menggunakan atap dingin adalah karena dalam jangka panjang, biaya perawatan menurun secara signifikan. Analisa ini mengasumsikan bahwa atap konvensional yang "panas" biasanya ditambahkan satu lapisan di atasnya setiap tahun ($1.50 per kaki persegi) hingga beberapa lapis juga berat dan pasti rusak dan diganti dengan satu material ($3.50 per kaki persegi). Perbandingannya, atap dingin dilapisi lagi dengan lapisan tipis setiap sepuluh tahun ($1.00 per kaki persegi). Karena lapisan ini lebih tipis dan lebih ringan daripada atap konvensional, atap tidak akan rusak dan bisa diganti menurut umur atap yang diperkirakan. Lebih dari 20 tahun; atap dingin juga akan menghemat energi (antara $0.02 dan $0.07 per kaki persegi per tahun). Tambahkan angka-angka ini, tanpa mengoreksi nilai sekarang ini, tunjukkan penghematan seumur hidup sebesar $3.90 hingga $4.90 per kaki persegi, dengan menggantungkan pada tingkat penghematan energi. Jika lapisan atap dingin digunakan,mungkin juga ada keuntungan finansial tambahan. Pembuatan atap secara umum diklasifikasikan sebagai pengeluaran modal dan harus diturunkan setiap waktu ketika menghitung pajak tahunan. Jika Anda mampu menggunakan atap berlapis pendingin, sering kali ini bisa dikelompokkan sebagai biaya perawatan gedung dan dikurangi selama atap tersebut digunakan. Selain penghematan pada

perawatan atap, atap dingin bisa menghemat uang untuk peralatan pendingin. Dengan menggunakan sedikit pendingin karena atap dingin berarti bahwa peralatan pendingin akan jarang digunakan dan lebih awet. Ketika peralatan pendingin pada akhirnya diganti, kapasitas peralatan baru bisa saja mempunyai kelemahan, karena atap dingin menurunkan muatan pendingin secara signifikan pada bangunan. Biaya peralatan lebih kecil dan menghemat uang untuk investasi modal yang mahal.

D. Menurunkan keperluan listrik yang tinggi

Keuntungan lain dari atap dingin adalah bahwa atap ini menghemat energi ketika diperlukan, selama permintaan listrik pada musim panas memuncak. Permintaan listrik yang memuncak terjadi ketika bangunan menunjukkan kebutuhan listrik yang tinggi dari jaringan pembangkit, biasanya ketika peralatan pendingin dan peralatan lainnya digunakan pada saat siang di musim panas. Proyeksi penghematan energi di 11 kota di Amerika Serikat menunjukkan bahwa penggunaan atap dingin bisa menurunkan permintaan daya pembangkit yang tinggi pada angka lebih dari 1300 MW di Amerika Serikat (Konopackidkk, 1996). Di Los Angeles sendiri, atap dingin mempunyai potensi untuk menurunkan permintaan listrik yang tinggi pada musim panas yang mencapai lebih dari 250 MW. Bangunan individu juga mendapatkan keuntungan dari penurunan permintaan listrik, dan menurunkan beban permintaan, ketika menggunakan atap dingin. Tidak seperti konsumen rumah yang hanya membayar jumlah angka listrik yang mereka gunakan saja (kWh), konsumen listrik komersial dan industri biasanya terbebani dengan jumlah daya yang paling besar (kilowatt) selama periode penagihan. Karena atap dingin menggunakan kWh yang lebih kecil dan menunjukkan watt yang lebih kecil, konsumen komersial dan industri menghemat uang pada kedua bagian tagihan listrik mereka.

E. Menurunkan pengaruh pulau panas

Penelitian yang dilakukan oleh Lawrence Brkeley National Laboratory menaksirkan jumlah pohon untuk berteduh dan persentase beberapa tipe

permukaan lahan yang berbeda di area metropolitan Sakramento (Akbari dan Rose, 1999). Gambar 5.15 menunjukkan kerusakan tipe permukaan. Rumput atau vegetasi menyelimuti 21 persen dari keseluruhan area metropolitan, permukaan jalanan menutup 44 persen (termasuk 22 persen jalan, 12 persen tempat parkir, 5 persen trotoar dan 4 persen jalan untuk mobil) dan atap menutup 20 persen area permukaan Sakramento. Dengan mempertimbangkan semua permukaan ini,pohon meneduhi 13 persen Sakramento. Manfaat susunan yang menyelimuti lahan menjadi jelas ketika Anda melihat pada suhu puncak harian. Pohon, rumput, dan vegetasi adalah yang paling dingin, berada pada suhu 15-38°C (60-100°F) atau lebih rendah selama kondisi musim panas puncak.

F. Menrunkan polusi udara

Penggunaan atap dingin menurunkan polusi udara baik secara langsung dan tidak langsung. Reduksi langsung tercapai karena energi pendinginan yang legih sedikit diperlukan, dan penggunaan energi yang lebih rendah berarti emisi daya pembangkit yang lebih rendah. Reduksi polusi udara tidak langsung bisa terjadi jika atap dingin dan strategi-strategi lainnya digunakan secara meluas untuk menurunkan pengaruh panas pulau dan menurunkan suhu udara wilayah, jadi bisa menurunkan kebutuhan untuk pendinginan.

G. Menurunkan pembuangan atap ke tempat sampah

Atap dingin mungkin mempunyai daya tahan yang lebih lama daripada material atap tradisional yang "panas". Penelitian yang dilakukan oleh Rohm dan Haas Company (Antrimdkk, 1994) meneliti pengaruh panas dan cahaya matahari pada kerusakan material atap berbasis aspal. Telah ditemukan bahwa kelebihan panas dan sinar ultraviolet mempercepat proses degradasi kimia pada atap. Perbandingan antar sisi dilakukan pada bagian aspal yang tidak terlapisi dan lapisan yang dilapisi dengan lapisan atap dingin yang berwarna putih terang. Uji menemukan tidak adanya degradasi bagian yang berlapis setelah tujuh tahun, sedangkan bagian yang tidak berlapis mengalami penurunan yang besar (lihat

tidak dihitung untuk transfer panas radiatif di loteng atau plenum dan tidak ada variasi dalam konduktivitas isolasi dengan suhu (Gartlanddkk, 1996). Model tersebut cenderung untuk tidak memprediksikan penghematan energi atap dingin, jadi atap dingin tampaknya kurang efektif daripada yang sebenarnya. Keputusan untuk meningkatkan tingkat isolasi harus dibuat secara terpisah dari keputusan untuk memasang atap dingin. Penambahan atap atau isolasi langit-langit harus dipertimbangkan jika:

- Ada sedikit isolasi atap daripada yang disebutkan dalam kode bangunan lokal sebelumnya.
- Bangunan berada dalam iklim dengan kebutuhan yang signifikan pada musim dingin dan/atau pemanasan.
- Ada area atap yang besar dibandingkan dengan bagian lain area permukaan bangunan.

Atap dingin harus dipertimbangkan untuk semua bangunan, khususnya jika:

- Bangunan berada dalam iklim dengan cuaca panas dan cerah selama beberapa bulan.
- Energi pendingin yang signifikan digunakan.
- Ada masalah untuk mempertahankan kenyamanan di dalam ruangan pada musim panas.
- Area atap besar dibandingkan dengan bagian lain area permukaan gedung
- Material atap cenderung retak dan tidak tahan lama karena paparan sinar matahari.

C. Mitos mengenai atap dingin

Beberapa iklan untuk material atap membuat kesalahan, kadang-kadang menunjukkan tuntutan yang tidak benar. Ada empat tuntutan yang paling umum salah untuk melihat: *"Lapisan ini akan tetap*

penghematan tagihan keperluan tahunan. Harga gas alam telah berubah, tapi harga listrik masih tergantung pada gas alam dan diharapkan tetap pada jangka yang lebih lama, mempertahankan keuntungan ekonomi atap dingin yang positif. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Lawrence Berkeley National Laboratory (Konopackidkk, 1996), beberapa peneliti melakukan simulasi energi bangunan untuk melihat pda pengaruh atap dingin di 11 kota di Amerika Serikat. Kerugian pemanasan tidak terlalu tinggi pada setiap kota ini untuk menangguhkan meskipun hanya setengah penghematan moneter dari pemasangan atap dingin.

B. Isolasi dengan atap dingin

Beberapa peneliti melihat atap dingin dan isolasi sebagai pilihan bersaing untuk menghemat energi gedung. Beberapa penelitian telah mengevaluasi tingkat isolasi yang diperlukan untuk menghasilkan penghematan energi yang sama seperti atap dingin (Konopacki dan Akbari, 1998; Akbari dkk, 1999, 2000). Penelitian-penelitian ini telah digunakan untuk mendukung kode-kode bangunan yang mengizinkan penurunan isolasi atap jika atap dingin dipasangkan (Georgia Energy Code, 1995; CEC, 2001.

Ada beberapa alasan untuk mencegah tipe perbandingan tambahan ini, baik filosofis dan teknis. Secara filosofis, atap dingin mempunyai beberapa keuntungan di mana perbandingannya dengan isolasi pada dasar penghematan energi itu sendiri tampaknya tidak memadai. Secara teknis, atap dingin dan isolasi mempunyai cara yang sangat berbeda, dan membandingkannya akan menimbulkan kebingungan mengenai kondisi musim. Selain itu, isolasi menghemat energi selama satu tahun, atap dingin menghemat energi pada musim panas tapi menghasilkan pemanasan selama musim dingin. Masalah teknis lainnya adalah bahwa model energi yang digunakan untuk membuat penghitungan tambahan ini tidak memodelkan atap dingin secara reliabel. Model tersebut digunakan secara umum, DOE-2,

Gambar 5.16). Ini berarti bahwa aplikasi periodik lapisan atap dingin bisa melindungi material atap secara tidak terbatas, membuat atap bisa tahan lama. Diperkirakan 11 juta ton sampah atap aspal dikirim ke tempat pembuangan akhir Amerika Serikat setiap tahunnya, dan lebih dari 40 tahun, 7-10 persen tempat pembuangan akhir yang digunakan telah penuh dengan sampah atap dari bangunan komersial dan hunian (RSI, 1993). Penggunaan lapisan dan material atap dingin bisa meningkatkan daya tahan atap dan menurunkan jumlah sampah atap yang rusak yang dibuang ke tempat pembuangan akhir. Sampah atap yang masih ada bisa didaur ulang sebagai campuran jalan dengan menggunakan proses yang sudah dilakukan, seperti yang ada pada fasilitas daur ulang RamCo di Fort Myers, Florida (RooferMagazine, 1996). Teknologi-teknologi ini bisa membantu memutar industri atap pada jalur yang lebih "hijau" atau lebih bisa dipertahankan.

2.1.5.3 Pertimbangan Lain dalam menggunakan Atap Dingin

A. Kerugian pemanasan atap dingin

Atap dingin sangat efektif untuk menurunkan cuaca panas, tapi bangunan dengan atap dingin mempunyai kerugian panas pada musim dingin. Atap dingin menunjukkan kegunaan panas yang bisa menghangatkan bangunan pada musim dingin. Di sebagian besar iklim kota, kerugian ini tidaklah besar untuk menghentikan penghematan pada musim panas. Ada dua alasan untuk ini. Pertama, pada musim dingin, matahari lebih lemah dan siang hari lebih pendek. Karena itu, jumlah penggunaan energi ditunjukkan pada musim dingin kurang dari energi yang diinginkan yang ditunjukkan selama musim panas. Kedua, listrik digunakan untuk membangkitkan sistem pendinginan di sebagian besar gedung, sedangkan gas alam digunakan untuk pemanasan. Listrik secara umum sudah lebih mahal daripada gas alam, sehingga jaringan penghematan energi tahunan diterjemahkan ke dalam seluruh

mendinginkan rumahmu pada musim dingin dan menghangatkan pada musim panas". Tidak ada lapisan atap yang bisa mendinginkan gedung pada musim panas dan menghangatkannya pada musim dingin. Semua lapisan pendingin mempunyai kekurangan panas selama musim dingin, meskipun kekurangan ini biasanya cukup kecil untuk penggunaan lapisan dingin. Beberapa iklan yang menyebabkan tuntutan ini mengasumsikan lapisan diaplikasikan di dalam bangunan pada sisi dinding dan langit-langit dan juga pada atap bangunan. Secara teknis, tidak jelas bahwa ide ini mempunyai kegunaan. Peningkatan faktor refleksi permukaan di dalam ruangan mungkin membantu mengimbangi beberapa kerugian panas pada musim dingin, tapi mungkin juga cenderung menangkap panas di dalam ruangan bangunan selama musim panas. Tatap ini juga tidak baik untuk dekorasi. Lapisan yang paling fantastis juga dirumuskan dengan beberapa bahan untuk menekan alga dan pertumbuhan jamur dan untuk meningkatkan kemampuan mencuci, yang tidak diperlukan pada permukaan bagian dalam.

Daya pancar yang tinggi dari produk ini membuat bangunan Anda tetap dingin.

Atap dingin harus mempunyai daya pancar yang tinggi. Tapi hanya atap logam sederhana dan lapisan metalik yang mempunyai daya pancar rendah. Tipe produk atap lainnya sudah mempunyai nilai daya pancar yang tinggi, jadi tidak ada yang spesial.

Produk metalik ini mempunyai faktor refleksi matahari yang tinggi untuk menjaga agar bangunan Anda tetap dingin.

Jika produk logam sederhana atau lapisan metalik ditunjukkan, produk ini mungkin mempunyai faktor refleksi matahari yang tinggi.

Tapi daya pancar yang rendah dari logam terang adalah apa yang mencegahnya dari menjadi material dingin. Jika logam berlapis yang berwarna ditunjukkan, lapisan permukaan tambahan mungkin meningkatkan daya pancarnya, tapi mungkin menurunkan faktor refleksi mataharinya. Agar dingin, atap logam berlapis dengan warna putih dengan faktor refleksi matahari yang tinggi, atau mempunyai pigmen merefleksikan infra merah khusus dengan faktor refleksi matahari yang tinggi. Tanpa lapisan dengan faktor refleksi yang tinggi ini, atap logam berlapis mempunyai faktor refleksi matahari yang rendah dan tidak mendinginkan bangunan Anda.

2.1.5.4 Pendinginan Dengan Lapisan Permukaan *(Paving)*

Permukaan yang dipaving mencakup banyak area kota dan pinggir kota. Pavement memberikan kontribusi ke efek pulau panas karena pemanasan oleh matahari dan pelepasan energi tersimpan ini ke lingkungan mereka pada sore dan malam hari. Pavement panas cenderung *impermeable* dan berwarna gelap, dengan nilai reflektansi cahaya matahari di bawah 25 persen. Pavement ini bisa panas sampai 65°C (150°F) atau lebih dalam panas matahari musim panas. Sebaliknya, suhu paving dingin berkurang sebesar 15°C (30°F) atau lebih (Asaeda dkk, 1996; Pomerantz dkk, 2000c; Gartland, 2001), menjaga suhu puncak di bawah 50°C (120°C). Ada dua cara membuat pavement menjadi lebih dingin (1) dengan meningkatkan reflektansi matahari dan/atau (2) dengan meningkatkan kemampuan mereka menyimpan dan mengevaporasi air.

Reflektasnsi matahari sedang 25 persen atau lebih tinggi bisa dianggap sebagai dingin untuk pavement. Peningkatan reflektansi membuat pavement menjadi berwarna lebih cerah dengan menggunakan unsur berwarna lebih cerah dalam campuran pavement atau dengan aplikasi pelapis yang lebih cerah pada permukaan pavement. Karena warna memiliki efek besar pada reflektansi matahari, pavement warna tercerah biasanya paling dingin, tetapi pavement dingin biasanya bernaungan abu-abu cerah,

coklat dan warna lain. Material paving dingin tidak diharapkan meniru warna putih cerah dan reflektansi matahari tertinggi untuk atap dingin. Dalam faktanya, jika terlalu cerah akan menyebabkan silau yang berbahaya.

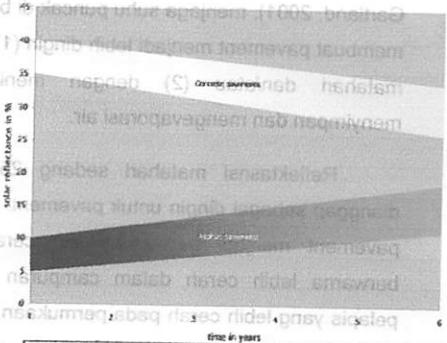
Perhatikan bahwa emitansi termal pavement bukan faktor penting dalam suhu pavement. Semua material paving yang umum pada umumnya memiliki nilai emitansi sebesar 80 persen atau lebih tinggi.

Peningkatan kapabilitas penyimpanan air pavement berarti membuatnya lebih berpori. Air kemudian difilter melalui lapisan atas yang kaku dan disimpan di tanah dan lapisan pendukung di bawahnya. Pavement berpori memungkinkan air untuk mengalir selama badai hujan dan menguap kembali selama panas. Penguapan air menarik panas dari pavement, menjaga pavement ini tetap lebih dingin selama ada panas sinar mata hari.

Jenis pavement yang umum digunakan adalah beton semen aspal (ACC), biasanya disebut orang biasa sebagai 'aspal' saja, dan beton semen Portland (PCC), biasanya disebut 'beton' saja. Kedua jenis pavement ini bisa dibuat lebih dingin dengan berbagai cara. Ada juga dua jenis pavement yang kurang umum yang memiliki potensi pavement dingin

A. Pavement Aspal

Pavement aspal tradisional cenderung hitam atau abu-abu warnanya, dengan nilai reflektansi matahari 5-10 persen ketika baru. Pavement aspal menjadi lebih cerah dan menjadi lebih reflektif ketika usianya bertambah

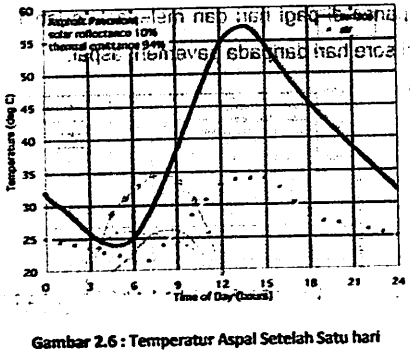


Gambar 2.5: Waktu Setiap Tahun

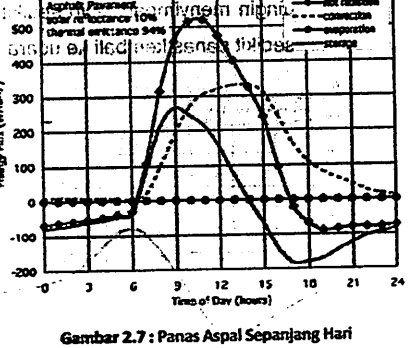
Sumber: lisa gartland Heat Island, understanding and Mitigating *Heat In Urbon*

sebagaimana ditunjukkan dalam gambar 3.6. Namun, warna gelap relatifnya cenderung menjaga pavement aspal pada 65°C (150°F) atau lebih tinggi di matahari musim panas. menunjukkan fluktuasi pavement ini setiap hari, berayun diantara 25°C (80°F) di malam hari dan 65°C(150°F) di sekitar siang hari, turun ketika pohon menaungi pavement ini atau ketika awan menutupi matahari.

Sebuah studi di Jepang menunjukkan panas disimpan dan dilepaskan di pavement aspal dalam satu hari (Asaeda dkk, 1996). Gambar 3.7 dan 3.8 mengambarkan suhu permukaan dan aliran panas masuk dan keluar dari sebuah pavement aspal kering dengan reflektansi matahari 10 persen. Suhu permukaan pada 34°C (93°F) siang hari mencapai 57°C (135°F). Ketika radiasi netto (radiasi dari matahari dan radiasi yang diemisikan dari permukaan pavement) ke pavement ini naik, panas dilepaskan ke udara melalui konveksi. Di pagi hari dan awal sore, konveksi ini tidak cukup untuk menjaga pavement ini dingin dan panas disimpan di pavement. Dari tengah sore dan selanjutnya, ketika energi matahari turun, aspal bisa melepaskan panas yang tersimpan dan mendingin. Tanpa air dalam pavement ini, evaporasi tidak bisa membantunya tetap dingin.



Gambar 2.6 : Temperatur Aspal Setelah Satu hari
Sumber : lisa gartland,Heat Island, understanding and Mitigating *Heat In Urban*

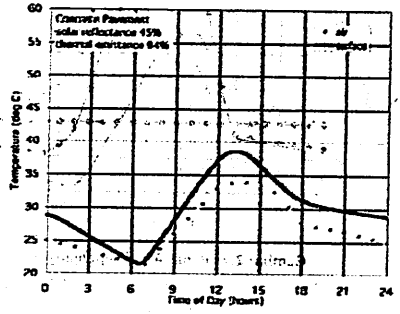


Gambar 2.7 : Panas Aspal Sepanjang Hari
Sumber : lisa gartland,Heat Island, understanding and Mitigating *Heat In Urban*

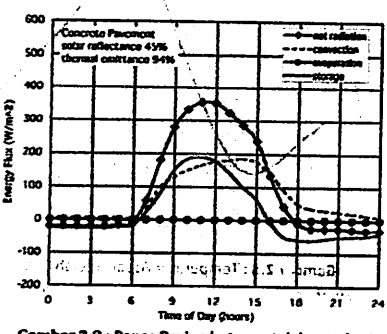
B. Pavement Beton

Jenis pavement paling umum kedua yang digunakan saat ini adalah beton semen Portland (PCC) sering disebut beton saja. Pavement beton berwarna abu-abu cerah, dengan nilai reflektansi matahari diantara 35 sampai 40 persen ketika pavement baru. Sejalan dengan waktu, pavement beton ini menjadi kotor, mengurangi reflektansinya menjadi 25-35 persen. Gambar 3.6 menunjukkan bagaimana reflektansi matahari dari aspal dan pavement beton cenderung bervariasi sejalan dengan waktu. Karena warna yang lebih cerah dan reflektansi matahari yang lebih tinggi, pavement beton cenderung tetap lebih dingin di matahari daripada aspal, bahkan ketika kotor.

Sebuah studi aliran panas dan suhu pavement di Jepang menunjukkan bagaimana pavement beton tetap lebih dingin daripada pavement yang memiliki reflektif yang lebih rendah. Gambar 3.9 memplot suhu harian dari pavement beton dengan 45 persen reflektansi matahari, dan gambar 3.10 menunjukkan bagaimana aliran panas masuk dan keluar dari pavement pada hari yang sama. Pada siang hari 34°C (93°F), beton memanas hanya sampai 38°C (100°F). Ini terutama karena permukaan merefleksikan lebih banyak sinar matahari, mereduksi radiasi netto sampai puncak 350 Wm^2, versus 520 Wm^2 . Pavement beton yang lebih dingin menyimpan lebih sedikit panas di pagi hari dan melepaskan lebih sedikit panas kembali ke udara di sore hari daripada pavement aspal.



Gambar 2.8 : Suhu *Pavement* Beton setalah satu hari
Sumber : lisa gartland,Heat Island, understanding and Mitigating *Heat in Urban*



Gambar 2.9 : Panas Paving beton setelah satu hari
Sumber : lisa gartland,Heat Island, understanding and Mitigating *Heat in Urban*

aliran air, peningkatan daya tahan jalan, berkurangnya kebutuhan untuk pencahayaan di malam hari, berkurangnya kebisingan dan potensi untuk rancangan kota yang lebih kreatif[35]. Informasi yang lebih rinci tentang keuntungan ini dibahas berikut ini.

A. Suhu udara kota dan pinggiran kota yang lebih dingin

Jalanan yang panas mentransfer panas ke udara yang mengalir di atas mereka, dan semakin panas jalan, maka akan semakin panas pula udaranya. Penelitian di Jepang mengukur aliran panas dari aspal tradisional dan beton (Asaedadkk, 1996). Panas di jalan diserap dalam atmosfer yang lebih rendah dan meningkatkan suhu udara di daratan. Jalanan aspal dengan 10 persen refleksi matahari mencapai suhu 66°C (150°F) pada jam 1:00 siang dan dikonvesksikan sekitar 350 Wm^2 ke udara Penelitian Jepang (Asaedadkk, 1996) juga melihat pada tanah sederhana dan menemukan bahwa aliran panas dari tanah sangat tergantung pada kandungan airnya. Tanah yang lembab tetap lebih dingin dan memberikan panas yang lebih rendah ke udara, meskipun faktor refleksi mataharinya rendah sekitar 15 persen. Bukannya memanas karena matahari, energi matahari menguapkan kelembaban di dalam tanah. Ini menunjukkan bahwa jalanan yang menyerap atau bisa ditembus air, dengan saluran ke tanah yang menyimpan air, juga efektif sebagai material jalan dingin. Satu penemuan penting lainnya dari Jepang (Asaedadkk, 1996) adalah bahwa aliran panas jalanan adalah faktor penting dalam pemanasan kota. Aliran panas jalan di Tokyo ditemukan sama, sekitar setengah tingkat konsumsi energi kota. Beberapa peneliti di Lawrence Berkeley National Laboratory juga telah meneliti pengaruh material jalanan panas pada suhu udara (Pomerantzdkk, 2000c). Beberapa model dari Los Angeles dan kota-kota lain memprediksikan bahwa penurunan suhu udara 1.5°C (2.7°F) memang memungkinkan ketika atap dan jalanan didinginkan dan pohon dan vegetasi ditambahkan

[35] *lisa gartland, (2008). Heat Island, understanding and Mitigating Heat in Urban Area: 100*

telah digunakan di jalan dan lahan parkir (Smith, 1999, Maes dan Young, 2002).

E. *Cool Pavement* Non-tradional

Block paver adalah jenis lain pavement dingin yang digunakan saat ini. Block paver adalah blok kisi yang dibuat dari plastic, logam atau beton. Blok ini ditempatkan di atas basis bergradasi dan dipreparasi. Blok ini kemudian di isi dengan batu, atau diisi dengan tanah dan ditanami rumput, ground cover atau bunga liar. Blok ini memberikan dukungan struktural dan mengijinkan air mengalir, disimpan dan selanjutnya diuapkan. Block paver digunakan dengan sukses di area dengan trafik rendah seperti gang kecil, jalan untuk mobil (di halaman), lahan parkir dan fire lane (Cote dkk, 2000; Chicago, 2002). Block paver lebih dingin karena berpori dan/atau karena penggunaan permukaan yang lebih reflektif atau vegetasi.

Pavement berbasis resin menggunakan resin pohon untuk mengikat pavement, bukan aspal atau pengikat semen yang digunakan di aspal dan pavement beton. Tidak seperti pengikat hitam atau abu-abu yang digunakan untuk mengikat pavement tradisional, pengikat resin berwarna bening. Pavement berbasis resin bebas menerima warna batu dan pasir yang menyusun bagian lain campuran pavement ini. Tanpa pengikat yang lebih gelap, pavement resin biasanya lebih cerah warnanya daripada pavement yang lain. Unsur untuk campuran pavement bisa sering diambil dari situs itu, memungkinkan pavement bercampur dengan lingkungan alam. Pavement berbasis resin digunakan dengan sukses sebagai jalur hiking dan biking di taman dan area sensistif secara lingkungan yang lain.

2.1.5.5 Keuntungan Pendinginan Dengan Lapisan Perkerasan *(Paving)*

Penggunaan material jalanan dingin adalah untuk mendinginkan udara di area perkotaan dan pinggiran kota. Tapi ada keuntungan jalan dingin lainnya yang mungkin didapatkan, termasuk manajemen yang lebih baik dari

C. Pavement Aspal dan Beton warna Cerah

Pavement aspal bisa dicerahkan dan didinginkan dengan berbagai cara. Pigment cerah bisa ditambahkan ke campuran aspal atau agregat warna cerah (batu dalam campuran beton) atau pasir bisa ditambahkan. Tindakan ini meningkatkan reflektansi matahari dari pavement ini sampai 30 persen. Pigment dan agregat yang lebih cerah bisa juga ditambahkan ke lapisan seal emulsi dan chip seal yang digunakan untuk melapisi bagian atas pavement yang ada selama pemeliharaan aspal rutin (Cartwright, 1998, Ting kk, 2001). Pavement aspal juga bisa diselesaikan dalam berbagai tekstur seperti bata atau batu menggunakan lapisan berwarna cerah untuk mensimulasi tampilan material yang lain.

Pavement beton bisa didinginkan bahkan lebih lanjut dengan penggunaan agregat berwarna lebih cerah dan pengikat semen. Uji laboratorium beton cerah mengukur nilai reflektansi matahari setinggi 80 persen (Levinson dan Akbari, 2001). Lapisan baru beton bisa diaplikasikan pada pavement yang ada melalui proses yang disebut white topping. White toping ultra tipis menggunakan penguatan serap untuk menguatkan pavement ini, menjaga lapisan tipis tambahan dan mereduksi curing time (Hund, 1997)

D. Pavement Aspal dan Beton berpori

Cara lain mendinginkan sebuah pavement beton atau aspal adalah membuatnya berpori atau *permeable*. Sehingga memungkinkan air hujan mengalir melalui pavement ini dan disimpan dalam lapisan ini dan tanah di bawahnya. Air kemudian bisa menguap dan mendinginkan pavement ini selama cuaca panas.

Pavement aspal dan beton dibuat berpori dengan meninggalkan partikel kecil, atau halus dair pasir atau batu di campuran pavement ini. Pavement "grade terbuka" ini kemudian memiliki sebuah ruang kosong diantara batu besar yang memungkinkan air mengalir melalui pavement ini. Ruang kosong ini harus diberi ukuran yang tepat untuk menghindari sumbatan oleh kotoran atau material lain. Versi pavement berpori aspal atau beton

ke lingkungan. Berinterpolasi dari hasil-hasil ini, ini diperkirakan bahwa membuat perubahan jalan itu sendiri bisa menurunkan suhu udara hingga 0.5°C (1.0°F).

B. Manajemen yang bagus terhadap aliran air

Sebagian besar jalan yang digunakan sekarang ini tidak bisa ditembus air, dan sebagian besar air hujan yang turun ke jalan bisa disalurkan ke dalam saluran dan penghambat badai. Sebaliknya, jalanan yang mempunyai pori mengizinkan air untuk mengalir melalui permukaan jalan ke tanah di bawahnya. Pembuat jalan beton berpetak dan pembuat jalan blok bisa menyerap air, mengizinkan air mengalir di antara petak atau melalui blok. ACC dan PCC juga bisa dibangun sebagai jalanan berpori. Pasir yang hilang dan beberapa di antaranya berkumpul dari beton bercampur daun dengan jarak kecil melalui air yang bisa menyerap tanpa mengorbankan integritas struktural. Bagian lubang yang ada pada jalanan berpori biasanya mempunyai rentang 10 dan 25 persen, dan lubang-lubang ini mampu menyerap antara 120 dan 325 liter per menit pada setiap meter persegi permukaan jalan (Youngs, 2005). Tidak hanya kelembaban yang terkumpul di jalanan membuatnya tetap dingin, seperti yang dibahas sebelumnya dalam bab ini, tapi jalanan yang berpori membantu menyebarkan air badai dan bukan menyalurkan semuanya melalui saluran. Ini mempunyai beberapa penganuh lingkungan yang menguntungkan. Jalanan berpori menurunkan potensi untuk membanjiri selama badai dahsyat dan menjaga air tanah terdistribusi dengan baik untuk vegetasi yang lebih sehat di jalanan. Menyaring air hujan melalui tanah juga membantu untuk menghilangkan polutan seperti minyak dan bensin dari sistem peraliran. Jalanan berpori juga memberikan keuntungan finansial. Jika dirancang dengan benar, jalanan dan tempat parkir dengan menggunakan jalanan berpori bisa menurunkan atau menghilangkan sistem drainase. Jalanan berpori adalah perkembangan yang relatif baru, jadi penghematan biaya masih tidak jelas, tapi jumlah yang signifikan dari

uang bisa disimpan untuk konstruksi dan perawatan jangka panjang sistem drainase dan sistem sewer.

C. Meningkatnya daya tahan jalan

Jalanan aspal mempunyai beberapa model kegagalan yang diperkuat atau dipercepat oleh suhu jalanan yang lebih tinggi, meliputi:

- Bekas roda – saluran yang disebabkan oleh bentuk ban mobil di jalan.
- Dorongan – aspal ditekan pada arah gerakan ketika pengereman terjadi
- Usia – aspal menjadi rapuh dan kaku sesuai dengan usianya
- Fatik – keretakan jalan secara berangsur
- Sobek – material bahan aspal berakumulasi pada permukaan jalan

Pengaruh mendinginkan jalan aspal pada bekas roda, dorongan dan usia telah diteliti oleh beberapa peneliti dari Lawrence Berkeley National Laboratory dan Institute for TransportationStudies di Universitas California, Berkeley (Harvey dan Popescu, 2000; Pomerantzdkk, 2000a; Ongel dan Harvey, 2004). Pada suhu 53°C (127°F) bekas roda mencapai kedalaman kegagalan setelah kurang dari 20,000 pengulangan uji, tapi pada 42°C (108°F) membutuhkan 10 siklus uji shear pengulangan sederhana (RSST pada 12 pounds per inci persegi) untuk doeongan untuk mencapai 0.01 permanen tegangan shear; pada suhu 40°C (104°F) sekitar 1000 siklus diperlukan untuk mencapai tingkat tegangan yang sama. Beberapa reaksi kimia dan fisika terjadi di aspal setiap waktu karena oksidasi, paparan terhadap sinar ultraviolet matahari dan panas. Kerapuhan yang berhubungan dengan usia bisa diukur dari viskositas cahaya (ketahanan pada aliran). Jalan aspal di California dipelajari untuk melihat betapa rapuhnya mereka setiap saat (Kemp dan Predoehl, 1980). Iklim dengan kondisi kering dan cerah yang sama tapi dengan rata-rata suhu udara yang berbeda dipilih untuk penelitian ini. Viskositas jalanan yang sudah berusia 4 tahun ditemukan sekitar sepuluh kali lebih tinggi pada rata-rata suhu 23°C (73°F) daripada ketika bersuhu 17°C (63°F). Juga ditunjukkan bahwa jalanan pada suhu udara yang tinggi akan lebih

cepat rapuh. Ini menunjukkan bahwa perlindungan aspal dari panas bisa menurunkan kerapuhannya dan meningkatkan daya tahannya secara signifikan. Kurang diketahui mengenai pengaruh suhu pada daya tahan PCC. Jelas bahwa jalan beton bertahan lebih lama daripada jalan aspal. Tinjauan mengenai pengujian oleh beberapa negara dan agensi federal menemukan bahwa daya tahan beton adalah 13-35 tahun, sedangkan jalan aspal berakhir pada 6-20 tahun (Packard, 1994), menunjukkan bahwa beton bisa berakhir satu setengah hingga dua kali lebih tinggi daripada aspal dalam situasi yang sama ketika dibangun dengan tepat. Ini juga jelas bahwa jalanan beton masih tetap lebih dingin daripada jalan aspal, karena beton mempunyai nilai refleksi matahari yang lebih tinggi. Penelitian lain mengenai jalan beton menunjukkan bahwa tipe jalan keras ini tidak mempunyai bekas roda, dorongan atau usia dengan cara yang sama seperti jalan aspal yang fleksibel, dan sehingga jalanan beton relatif tidak sensitif pada perubahan dalam refleksi matahari mereka (Ongel dan Harvey, 2004). Tapi tidak jelas apakah suhu yang lebih rendah dari jalanan beton menjaganya dari keretakan fatik, atau apakah jalanan beton akan berakhir lebih lama jika dibuat dari material dengan warna yang lebih dingin dan lebih dingin.

D. Pencahayaan yang lebih baik pada malam hari dan penggunaan energi cahaya yang lebih rendah

Jalan dengan faktor refleksi matahari yang lebih tinggi juga menunjukkan cahaya buatan yang lebih efisien pada malam hari. beberapa peneliti di Lawrence Berkeley National Laboratory telah menemukan bahwa cahaya direfleksikan dari jalan horizontal yang membantu untuk memberikan cahaya pada obyek vertikal (Pomerantzdkk, 2000b). Jalan dengan 10 persen refleksi matahari meningkatkan 10 persen iluminasi jalan kembali ke rambu-rambu atau area khusus pejalan kaki; jalanan dengan 30 persen refleksi matahari meningkatkan kembali 30 persen lebih cahaya ini. Tingkat iluminasi yang lebih tinggi bisa membantu membuat jalan dan tempat parkir lebih aman dengan beberapa kecelakaan dan berkurangnya

kriminal. Penelitian lain menemukan bahwa uang dan energi bisa dihemat ketika jalan dengan refleksi yang lebih tinggi digunakan dan rancangan cahaya dimodifikasi sesuai dengan kebutuhan tersebut (Stark, 1986). Jalan komersial utama dengan jalan aspal ditemukan pada kebutuhan 39 perlengkapan cahaya per mil untuk mencapai tingkat cahaya pada malam hari yang direkomendasikan. Jalan yang sama diratakan dengan jalanan beton yang lebih reflektif yang hanya akan memerlukan 27 peralatan cahaya per mil – 31 persen lebih sedikit peralatan. Biaya konstruksi awal, perawatan dan energi diharapkan menurun, dengan penghematan moneter yang diproyeksikan $24,000 per mil pada konstruksi, $576 per mil per tahun pada biaya perawatan, dan $600 per mil per tahun pada biaya energi.

E. Berkurangnya kebisingan jalan

Yang mengejutkan, beberapa peneliti telah menemukan bahwa tekstur permukaan jalan berpori yang agak kasar menurunkan kebisingan ban. Australian Road Research Board menemukan bahwa kebisingan lalu lintas pada ACC terbuka adalah 2-8 desibel lebih tenang daripada versi yang padat (Glazier dan Samuels, 1991). Uji aspal berpori dan permukaan beton semen yang dilakukan di Prancis menemukan bahwa kedua permukaan sisi jalan mempunyai tingkat kebisingan 75 desibel (Hughes dan Heritier, 1995; Pipien, 1995). Bukannya meningkatkan kebisingan jalan, keretakan di permukaan jalan ini menyerap kebisingan ban yang berputar di jalan.

F. Fleksibilitas yang lebih besar dan kecantikan pada rancangan kota

Seperti yang diumumkan oleh Peter Olin dalam pendahuluan pada konferensi tempat parkir *ParkedArt* kelanjutan (MinnesotaLandscapeArboretum, 1993):

"Meskipun bagian integral kehidupan harian kita, tempat parkir (dan jalan) bisa mempunyai pengaruh yang bermasalah. Semuanya juga sering

dibangun sebagai permukaan berwarna hitam yang luas, tanpa kehidupan dan gaya".

Pilihan jalanan ada di luar standar aspal hitam dan beton abu-abu. Dengan memperkenalkan berbagai warna yang lebih terang, vegetasi dan jalanan berpori, warna dan tekstur bisa digunakan untuk meningkatkan area kota dan pinggiran kota.

2.1.5.5 Pertimbangan lain menggunakan Lapisan Perkerasan dingin

A. Faktor refleksi matahari dari lapisan perkerasan dingin

Beberapa pilihan pengaspalan dingin yang ditunjukkan tergantung pada kemampuan untuk menggunakan beberapa komponen dengan faktor refleksi matahari yang tinggi. Ini ditunjukkan untuk komposisi yang berwarna terang, termasuk jumlah, pasir dan bahan pengikat. Dalam beberapa wilayah di dunia, komponen dengan warna yang lebih terang mungkin sudah digunakan dan tidak memerlukan biaya ekstra. Tambang yang lebih kecil memberikan material dengan warna terang, jadi komponen ini mungkin akan lebih mahal atau lebih sulit untuk ditemukan. Salah satu penelitian menaksirkan bahwa pasir putih yang digunakan dalam campuran PCC berharga dua kali lipat dari pasir abu-abu yang biasa digunakan (Levinson dan Akbari, 2001). Pilihan pengaspalan dingin yang ditunjukkan dalam bab ini meninggalkan pilihan warna menurut konsumen. Pada saat ini, industri pengaspalan lebih tidak mengenal pada konsep faktor refleksi matahari. Sangat sedikit sekali material pengaspalan yang mempunyai pengukuran faktor refleksi matahari, dan tidak ada standar umum untuk mengumpulkan dan memvalidasikan setiap ukuran yang mungkin telah dibuat. Secara umum, warna yang lebih terang dari setiap komponen atau menyelesaikan material seharusnya dipilih untuk mendapatkan refleksi matahari yang paling tinggi dan bahkan pengaspalan jalan yang paling dingin.

Karena pengaspalan dingin adalah fenomena yang relatif baru untuk industri konstruksi, namun belum diketahui atau dipahami dengan baik oleh industri profesional. Jalanan dingin atau berpori tidak didaftar atau dirating oleh setiap agensi. Tidak ada standar atau uji standar yang telah ditentukan untuk faktor refleksi matahari, daya pancar termal, porositas, drainase, penyimpanan air atau karakteristik lain yang berhubungan pada pengaspalan jalan dingin. Beberapa metode pengujian untuk mengukur faktor refleksi matahari dari material atap bisa diaplikasikan pada material pengaspalan, dan pekerjaan akan dilakukan untuk mengevaluasi sifat-sifat drainase jalanan berpori. Hingga standar universal digunakan oleh industri jalanan atau agensi yang berpengaruh, evaluasi material dengan warna yang lebih terang atau berpori ditinggalkan untuk konsumen. Pengukuran suhu dan refleksi matahari dari pengaspalan jalan yang ada bisa dibuat dengan lebih mudah. Termometer infra merah portabel bisa mengukur suhu pengaspalan jalan pada beberapa waktu dalam sehari dan pada beberapa interval setelah badai hujan untuk menentukan pengaruh kelembaban, suhu matahari dan udara. Refleksi matahari bisa diukur dengan menggunakan albedometer portabel menurut (ASTM, 1997).

B. Biaya awal perkerasan dingin

Pengaspalan jalan beton secara alami lebih dingin daripada bagian aspalnya, tapi beton secara umum 33 persen lebih mahal untuk dipasangkan daripada aspal (Packard, 1994). Biaya pemasangan beton lebih mahal karena beberapa alasan. Pertama, material beton cenderung mahal daripada aspal. Kedua, perawatan lebih harus dilakukan pada beton karena bahan ini lebih rapuh dan kurang bertahan lama daripada aspal. Sub permukaan harus lebih baik dan lebih siap, dan lapisan beton cenderung lebih tebal daripada lapisan aspal pada kondisi yang sama. Selain itu, tidak seperti aspal, yang sudah siap digunakan ketika dingin, beton memerlukan beberapa

hari untuk mengeras sebelum siap untuk dipasangkan ke jalan. Biaya penggunaan warna yang lebih terang untuk membuat jalanan lebih dingin tidak diketahui dan sangat tergantung pada ketersediaannya dalam setiap wilayah tertentu. Penggunaan pigmen yang lebih terang dalam pengaspalan jalan umumnya ditambahkan pada keseluruhan biaya. Beberapa campuran aspal dan lapisan sudah meliputi pigmen, seperti karbon hitam, untuk menggelapkan pengaspalan jalan. Dengan menghilangkan pigmen ini, atau menggantinya dengan pigmen yang terang, mungkin akan menurunkan biaya. Versi berpori dari aspal dan beton mungkin juga lebih murah daripada versi yang tidak bisa ditembus air. Metode konstruksi dasar sama untuk jalan berpori dan tidak bisa ditembus air, tapi material yang lebih kecil diperlukan untuk membangun jalan berpori. Jalan blok berpori umumnya memerlukan biaya lebih untuk dipasangkan daripada jalan pengaspalan lainnya; namun, seperti semua jalanan yang berpori, uang bisa dihemat pada konstruksi dan perawatan sistem aliran badai. Jalanan berbasis resin juga bisa berharga mahal daripada jalanan tradisional. Jika, material yang terkumpul bisa diambil dari bagian bangunan, maka seluruh biaya proyek bisa diturunkan.

C. Biaya daur hidup/ulang lapisan perkerasan dingin

Biaya daur hidup dari setiap pengaspalan tergantung pada biaya instalasi awalnya plus biaya perawatan pada kehidupan pengaspalan yang diharapkan. Biaya pelepasan dan pembuangan juga harus difaktorkan ke dalam biaya siklus hidup.

Beberapa penelitian telah menegaskan bahwa pengaspalan beton akan bertahan lebih lama daripada aspal. Beton diperkirakan akan rusak antara 13 dan 35 tahun, dengan hidup aspal yang bertahan 6-20 tahun. Beton juga mempunyai biaya perawatan yang lebih rendah, dengan perawatan aspal yang 13 kali lebih mahal daripada biaya perawatan beton. Namun, pengaspalan beton lebih mahal dalam hal pemasangan, biayanya 33 persen lebih mahal daripada

aspal. Dengan menambahkannya, pengaspalan beton secara umum mempunyai biaya daur hidup yang sama atau lebih rendah daripada aspal (Packard, 1994). Namun biaya awal yang lebih tinggi dari pengaspalan beton masih tetap bisa membuatnya bisa dipasangkan pada beberapa aplikasi. Seperti yang ditinjau sebelumnya dalam bab ini, menunjukkan bahwa pembuatan pendingin jalan aspal bisa memperpanjang usianya. Penurunan suhu jalan menurunkan tendensi aspal untuk mengecap bekas ban, dorongan dan menjadi rapuh. Tidak jelas beberapa tahun hidup pengaspalan bisa didapatkan dengan mendinginkan aspal. Pada daur hidup yang diharapkan selama 6-20 tahun, bahkan satu tahun ekstra hidup bisa menurunkan biaya daur hidup bisa menurunkan biaya daur hidup dan tambahan biaya ekstra termasuk pembuatan pengaspalan dingin.

Agar pengaspalan dingin digunakan secara luas, pengeluaran harus diarahkan pada pengaspalan dengan biaya daur hidup yang lebih rendah. Aspal dingin dan beton diharapkan mempunyai biaya daur hidup yang sama atau lebih rendah daripada biaya standar material pengaspalan panas. Spesifikasi yang menekankan perawatan jangka panjang dan biaya penggantian dan juga biaya pemasangan awal mungkin membantu perkembangan selanjutnya dan implementasi pengaspalan dingin.

D. Pertimbangan lingkungan penggunaan beton

Produksi pengaspalah beton mempunyai dua masalah yang berhubungan dengan hal ini: penggunaan energi yang tinggi dan menghasilkan banyak karbon dioksida. Digunakan semen pada beton yang bertanggung jawab untuk harga lingkungannya yang tinggi. Campuran khusus PCC terdiri dari semen (12 persen), pasir (34 persen), serpihan batu (48 persen) dan air (6 persen) (Wilson, 1993). Semen adalah bahan yang mengikat komposisi lainnya. Pada tahun 2004, 2159 juta ton semen dihasilkan di seluruh dunia. China

sendiri menghasilkan sekitar 44 persen semen ini, diikuti oleh India pada 6 persen, Amerika Serikat pada 5 persen, dan Jepang pada 3 persen, dan beberapa negara lain yang masing-masing memproduksi 2 persen atau kurang dari total semen. Setiap ton semen menggunakan rata-rata 5GJ energi dan menghasilkan 0.87 ton karbon dioksida (Price dan Worrell, 2006). Untuk memasukkannya ke dalam konteks, produksi semen mengonsumsi 7.6 persen semua penggunaan energi industri dan menghasilkan 22 persen semua emisi karbon dioksida industri (Price dan Worrell, 2006). Mengapa produksi semen menggunakan banyak energi dan menghasilkan banyak karbon dioksida? Jawabannya ada dalam proses kimia formasi semen. Untuk membuat semen, batu kapur dipanaskan pada suhu tinggi di tempat pembakaran, bersamaan dengan tanah liat atau pasir. Reaksi kimia selama pembakaran, disebut dengan calcining, memecah batu kapur menjadi serpihan dan karbon dioksida. Kemudian, serpihan diikat dengan tanah liat atau pasir dalam proses yang disebut dengan sintering dan kemudian didinginkan dan dikeraskan menjadi butir 'arang'. Butiran tersebut dijadikan menjadi bubuh semen yang akan digunakan sebagai campuran beton. Proses calcining itu sendiri sangat intensif energi, meskipun jumlah energi yang digunakan berubah tergantung pada tipe tempat pembakaran yang digunakan. Tempat pembakaran basah tradisional menggunakan 6.2-7.3 GJ/ton semen yang diproduksi, sedangkan tempat pembakaran kering utama menggunakan pra pemanas dan pracalciner yang bisa menurunkan penggunaan energi untuk menghasilkan jumlah polusi yang signifikan. Polusi dalam bentuk nitrogen oksida, sulfur, oksida, bahan tertentu dan karbon monoksida dilepaskan selama pembakaran bahan bakar. Bahan bakar yang 'lebih kotor', seperti batu bara, bertanggung jawab untuk emisi nitrogen dan sulfur oksida yang lebih besar. Tabel 6.1 menunjukkan polutan yang dilepaskan per ton

semen yang dihasilkan di Amerika Serikat. Emisi juga dihitung untuk setiap ton produksi beton, dengan mengasumsikan bahwa beton terdiri dari 12 persen bobot semen Portland. Emisi dari produksi aspal ditentukan menurut perbandingan. Konstruksi pengaspalan PCC menghasilkan jumlah nitrogen oksida dan sulfur dioksida yang jauh lebih besar dari pengaspalan ACC, utamanya karena penggunaan bahan bakar yang sangat berpolusi untuk memberikan tenaga pada proses pembuatan semen yang intensif energi. Karbon dalam bahan bakar juga diubah ke dalam karbon dioksida selama pembakaran. Karbon dioksida adalah gas rumah kaca yang berkontribusi pada pemanasan global. Jumlah karbon dioksida yang diciptakan tergantung pada tipe bahan bakar yang digunakan. Bahan bakar dengan kandungan karbon yang tinggi, seperti bahan bakar, melepaskan lebih banyak karbon dioksida selama pembakaran, sedangkan bahan bakar dengan karbon rendah seperti metan melepaskan karbon dioksida yang lebih sedikit namun memberikan energi yang lebih besar. Di Amerika Serikat, di mana bahan bakar batu bara lebih dari 60 persen produksi semen (Wilson, 1993) dan tempat pembakaran basah masih tetap digunakan untuk 27 persen produksi, energi yang digunakan untuk produksi semen bertanggung jawab untuk sekitar setengah ton karbon dioksida untuk setiap ton semen yang diproduksi (Malin, 1999). Reaksi kimia dalam proses calcining juga menghasilkan banyak karbon dioksida. Setengah ton karbon dioksida dilepaskan selama calcining untuk setiap ton semen yang diproduksi (Malin, 1999). Ketika semen dicampurkan ke dalam beton, beberapa karbon dioksida diserap kembali selama proses pengerasan. Pada kondisi khusus, hanya sekitar 10 persen emisi calcining awal yang diserap kembali (Malin, 1999), tapi laboratorium penelitian mampu meningkatkan penyerapan ini hingga 80 persen dengan meningkatkan tingkat kelembaban dan karbon dioksida di sekitar beton ketika mengering (EBN, 1995). Ada beberapa cara

untuk menurunkan bahaya lingkungan produksi beton. Pertama dan yang paling penting adalah meningkatkan efisiensi energi produksi semen. Seperti yang dinyatakan sebelumnya, perubahan ke tempat pembakaran kering yang menggunakan pemanasan awal dan precalciner bisa menurunkan penggunaan energi dan pelepasan karbon dioksida dari bahan bakar sekitar setengah. Cara kedua untuk memperbaiki produksi semen adalah dengan menggunakan bahan bakar yang lebih baik. Bahan bakar dengan karbon yang lebih rendah pada rasio bahan bakar, seperti gas alam atau metan, menghasilkan lebih banyak energi dengan emisi karbon dioksida yang lebih rendah. Penggunaan sampah padat sebagai bahan bakar juga menarik untuk produksi semen, karena suhu yang tinggi diperlukan dalam proses yang ditunjukkan dalam pembakaran bersih dengan emisi rendah (Wilson, 1993). Sampah dari ban, minyak motor, tinta dan residu-residu lainnya juga mempunyai kandungan bahan bakar yang lebih tinggi daripada batu bara, dan menghasilkan karbon dioksida yang lebih sedikit. Sampah pertanian, seperti kulit kacang atau jerami padi, juga bisa digunakan sebagai bahan bakar. Sifat sampah pertanian yang bisa diperbaharui berarti bahwa karbon dioksida dilepaskan ketika dibakar dan bisa menjadi tambahan selama musim pertumbuhan dan penyimpanan karbon berikutnya. Cara lain untuk membuat beton yang lebih ramah lingkungan adalah dengan menggunakan lebih sedikit semen. Beberapa produk samping industri dengan sifat semen, disebut dengan pozzolans, bisa digunakan pada semen (Malin, 1999). Seperti semen, material-material ini mempunyai kemampuan untuk bereaksi dengan air untuk memperkeras dan mengikat beberapa beton secara bersamaan. Tidak seperti semen, produksi material ini tidak menghasilkan banyak karbon dioksida. Abu, hasil samping dari pabrik yang berbahan bakar batu bara dan pertambangan baja, dan terak tungku ledakan, produk samping besi dan baja adalah pozzolans yang

paling umum digunakan sebagai pengganti semen. Sebagai bonusnya, abu dan terak juga cenderung menciptakan beton yang lebih kuat dan lebih tahan lama daripada semen. Jika semua pozzolans yang ada digunakan dengan cara ini, hingga 50 persen semen dalam beton bisa diganti, dan seperempat ton emisi karbon dioksida lainnya per ton produksi semen bisa dicegah (Malin, 1999). Proses pengerasan beton juga bisa dikendalikan untuk meningkatkan jumlah karbon dioksida yang diserap kembali dalam beton. Udara lembab yang berhembus di sekitar beton membantunya menyerap lebih banyak karbon dioksida dan juga membantu beton untuk memperkuat lebih banyak dengan cepat (EBN, 1995). Industri semen dan beton memberikan perbaikan yang cepat pada efisiensi energi mereka dan ketahanan lingkungannya. Alasan di belakang ini semua adalah ekonomi, karena harga energi terus meningkat dan semen Portland menjadi semakin sulit untuk didapatkan (Malin, 1999). Kesadaran konsumen dan permintaan untuk beton yang bisa bertahan juga menekan industri untuk melakukan perbaikan. Ketika menentukan pengaspalan beton, selalu pastikan untuk menentukan bahwa kontraktor Anda mengikuti praktek manufakturing yang baik.

E. Meningkatkan penelitian lapisan perkerasan dingin, perkembangan dan implementasi

Penggunaan material pengaspalan dingin terlihat cukup menguntungkan. Namun, sekarang ini, sedikit sekali pengaspalan dingin yang digunakan. Penelitian dan keterlambatan perkembangan pengaspalan dingin di belakang kemajuan tersebut dibuat dengan material atap dingin. Ada beberapa langkah yang bisa diambil untuk meningkatkan implementasi pengaspalan dingin. Terutama, penelitian dan pengujian pengaspalan dingin harus berlanjut, khususnya dalam area pengaspalan ACC. Potensi hidup yang lebih lama dari aspal dingin sangat menjanjikan dan harus ditegaskan dengan pemodelan, penelitian laboratorium dan uji lapangan.

Pengaspalan dengan aspal adalah pengaspalan utama yang akan digunakan di Amerika Serikat, dan juga menjadi pengaspalan yang paling panas, jadi banyak usaha yang harus dilakukan untuk mendinginkannya. Campuran aspal yang lebih dingin harus dikembangkan, dan keuntungannya yang disampaikan pada kontraktor, departemen transportasi dan perkotaan. Standar PCC dan produk beton lainnya sudah cukup dingin dan sudah dipasangkan sekarang ini. Tapi pasar beton jauh di belakang pasar aspal. Beberapa penelitian telah menjelaskan bahwa beton bisa bertahan lebih lama (13-35 tahun, dan 6-20 tahun untuk aspal), mempunyai biaya perawatan lebih rendah (13:1 untuk perawatan aspal : perawatan beton) dan mempunyai biaya daur hidup yang sama atau lebih rendah daripada aspal (Packard, 1994). Namun, biaya awal yang lebih tinggi dari beton – 33 persen lebih tinggi dari aspal – mencegahnya untuk dipasang dalam beberapa aplikasi. Agar pengaspalan dingin banyak digunakan, penggunaan harus diubah ke pengaspalan dengan biaya daur hidup yang lebih rendah. Aspal dingin dan beton dingin diharapkan mempunyai biaya daur hidup yang sama atau di bawah material pengaspalan panas standar. Spesifikasi untuk proyek pengaspalan harus menekankan biaya perawatan jangka panjang dan juga biaya instalasi awal. Penelitian harus dilakukan untuk mendidik industri pengaspalan dan konsumennya tentang pulau yang panas dan keuntungan pengaspalan dingin. Hitam masih dirasakan indah ketika diaspal. Kenyataannya, spesifikasi standar untuk emulsi aspal masih memerlukan batu bara untuk membuatnya berwarna hitam. Hubungan antara warna pengaspalan gelap dan pengaspalan panas belum dipahami sebagai masalah dengan solusi yang sederhana. Tempat yang baik untuk memulai proses pendidikan adalah untuk menunjukkan bahwa industri pengaspalan menggunakan pengujian untuk proses refleksi matahari, seperti yang telah dilakukan dalam

industri atap. Ada juga pilihan pengaspalan baru – pengaspalan berpori, paver rumput dan pengaspalan berbasis resin – yang tidak dikenal pada sebagian besar konsumen pengaspalan. Dan juga menjadi pendingin, pengaspalan ini adalah peningkatan yang signifikan dari jalur tertentu teknologi pengaspalan. Penggunaannya bisa selama pembuatan komunitas kami yang lebih bisa bertahan dan sensitif terhadap lingkungan.

2.1.5.7 Pendinginan Dengan Tumbuhan *(Vegetation)*

Pohon dan vegetasi adalah sesuatau yang sangat penting, yang merupakan komponen dari kota dari pinggiran kota yang sehat. Pohon dan vegetasi yang sehat membawa banyak *benefit*, meliputi komunitas yang lebih nyaman, penggunaan energi yang lebih rendah, polusi udara yang berkurang, limpasan air badai turun dan ekosistem yang lebih baik, semua meningkatkan nilai property[36]. Meskipun sering dilihat sebagai pengeluaran tambahan, pohon menghasilkan benefit moneter yang bersih selama masa hidupnya.

Pohon dan vegetasi mengurangi *heat island* dengan dua cara. Pertama, mereka menaungi bangunan, *pavement*, dan orang dari matahari. Pohon dan vegetasi menjaga permukaan lebih dingin, mereduksi jumlah transfer panas ke udara dan mereduksi penggunaan energi bangunan di bawahnya. Naungan dari pohon juga menjaga orang lebih dingin dan lebih nyaman, mereduksi resiko mereka karena pans dan melindungi mereka dari sinar ultraviolet matahari.

Kedua, selama proses fotosintesis, pohon dan vegetasi menjaga mereka tetap dingin. Tanaman menggunakan energi matahari untuk menguapkan air, mencegah energi ini dari memanaskan kota. Suhu udara lebih dingin dalam dan mengikuti jurusan angin dari area bervegetasi baik karena evapo-transpirasi.

[36] *Isa gartland, (2008). Heat Island, understanding and Mitigating Heat in Urban Area:109*

Pohon dan vegetasi juga bisa ditempatkan untuk melindungi bangunan dan ruang dari angin. Efek ini lebih menguntungkan selama musim salju. Kecepatan angin yang lebih dingin mereduksi hilangnya panas melalui dinding dan atap, dan menurunkan jumlah udara dingin yang masuk melalui celah jendela, pintu, dan joint. Angin yang lebih pelan juga membuat ruang publik menjadi lebih nyaman pada saat cuaca dingin.

Lanskaping efektif untuk mereduksi heat island meliputi penggunaan pohon naungan dan tanaman yang lebih kecil seperti semak-semak, belukar, tumbuhan merambat, rumput, dan groundcover.

2.1.5.7.1 Keuntungan dan Biaya Pohon dan Vegetasi

Pohon dan vegetasi membawa banyak benefit positif ke komunitas, meliputi perbaikan kenyamanan, reduksi penggunaan energi, penghilangan karbon dioksida, (CO_2) dari udara, penurunan polusi udara dan penurunan limpasan air badai. Informasi mengenai benefit ini di susun di bawah ini

A. Heat Island berkurang dan komunitas yang lebih nyaman

Pohon dan vegetasi memoderatkan heat island dan memperbaiki kenyamanan komunitas dalam tiga cara: melalui shading, evapo-*transpirasi dan perlindungan dari angin (Huang dkk, 1990).*

Daun dan cabang pada naungan pohon dan vegetasi menaungi area-area di bawahnya dengan mereduksi jumlah radiasi matahari yang ditransmisikan melalui kanopi mereka. Jumlah radiasi yang ditransmisikan bervariasi berdasdarkan jenis pohon tetapi pada umumnya dalam range diantara 6 smapai 30 persen dalam musim panas dan 10 sampai 80 persen pada musim salju (Huang dkk, 1990)

Studi yang lain menemukan bahwa suhu dalam mobil yang diparkir berkurang sekitar 25°C (45°F) ketika mobil ini dinaungi oleh pohon (Scott dkk, 1999)

Pohon dan vegetasi menyerap air melalui akar mereka dan mengeluarkannya sebagai uap melalui daunnya. Proses ini disebut

sebagai evapotranspirasi, menghilangkan panas dari udara untuk menguapkan air. Sebuah pohon yang besar, mendapatkan air yang baik bisa memproses sampai 400 liter air dan menghilangkan 960 MJ (910 kBTU) panas per hari selama musim panas. Evapo-transpirasi ini sendiri bisa membawa reduksi dalam suhu udara musim panas puncak. Berbagai studi (Huang dkk, 1990, Kum dkk, 1994) telah menemukan bahwa:

- Suhu puncak dalam di belukar pohon adalah 5°C (9° F) lebih dingin daripada yang di atas tanah terbuka
- Udara di atas ladang pertanian berirrigasi adalah 3°C (6°F) lebih dingin daripada di atas tanah gundul.
- Area pinggiran kota dengan pohon dewasa 2-3° C (4-6°F) lebih dingin daripada pinggiran kota yang baru tanpa pohon
- Suhu di atas lapangan olah raga berumput 1-2°C (2-4°F) lebih dingin daripada di atas lapangan parkir.

Ketika proses evapo-transpirasi mendinginkan udara, ini juga menambahkan uap lembab dan meningkatkan kelembaban udara. Dalam iklim kering bergurun, kelembaban semakin tinggi bisa diterima, tetapi dalam iklim yang mengandung lebih banyak uap lembab, kelembahan yang lebih besar tidak menguntungkan. Sedikit usaha telah dilakukan sampai saat ini untuk evaluasi perimbangan diantara reduksi suhu dan peningkatan kelembaban karena evapo-transpirasi. Ketika pohon dan vegetasi digunakan untuk menaungi bangunan dan pavement, ini bisa diasumsikan bahwa benefit suhu yang lebih rendah melebihi segala efek negatif dari kelembahan yang lebih tinggi.

Pengukuran telah menemukan bahwa pohon mengurangi kecepatan angin sebesar 20-80 persen, tergantung pada densitas kanopi (Huang dkk, 1990). Perlindungan angin paling berguna ketika memblok angin utara yang dingin di musim salju, tetapi kurang menguntungkan jika angin musim panas dingin dihambat. Kecepatan angin yang lebih rendah berarti

lebih sedikit panas dikonveksikan jauh dari bangunan dan lebih sedikit udara masuk jendela, pintu dan dinding.

B. Penghematan energy dalam bangunan

Sebuah study bersama oleh Lawrence Berkeley National Laboratory (LBNL) dan Sacramento Municipal Utility District (SMUD) menempatkan beragam jumlah pohon dalam container sekitar rumah untuk menaungi jendela dan kemudian mengukur penggunaan energi rumah ini (Akbari dkk, 1992, 1993). Studi yang lain meneliti penghematan energi dalam kaitannya dengan program penanaman pohon residensial SMUD. Peneliti mempelajari sampel 254 partispan program di area Sacramento, kemudian memodelkan efek dari pohon naungan baru yang ditanam sekitar rumah (Simpson dan McPherson, 1998). Rata-rata 3.1 pohon baru ditanam dalam 10 kaki setiap rumah. Penghematan energi pendinginan tahunan adalah 153 kWh (0.52 MBtu, atau 7.1 persen) per pohon, reduksi demand puncaknya adalah 0.8kW (273 Btu per jam, atau 2.3 persen) per pohon dan penggunaan energi pemanasan tahunan turun sebesar 230 kWh (0.79 MBtu) atau 1.9 persen per pohon. Perhatikan bahwa efek waktu musim salju netto dari pohon menurunkan penggunaan energi pemanasan, karena efek perlindungan angin positif melebihi efek negatif naungan tambahan negatif.

C. Reduksi karbon dioksida

Tanaman menyerap CO2 dari atmosfer selama proses fotosintesis, menyimpan karbon untuk pertumbuhan dan mengemisikan oksigen kembali ke atmosfer. Karena produksi oksigen saja, pohon dan vegetasi adalah bagian vital dari ekosistem kita. Menurut American Forestry Association, tiga pohon ukuran rata-rata melepaskan oksigen yang cukup untuk satu keluarga yang terdiri atas empat orang, dan satu akre pohon bisa menghasilkan cukup oksigen untuk delapan belas orang.

Pembuangan CO2 atmosferik juga menjadi fungsi penting pohon dan vegetasi. CO2 adalah gas greenhouse yang dianggap memberikan

kontribusi pada perubahan iklim global. Pohon dan vegetasi secara tahunan menghilangkan atau menyita banyak CO2 dari udara, menyimpan karbonnya dan melepaskan oksigennya. Rate pengambilan karbon dalam range dari 35 lb (16 kg) CO2 per tahun untuk spesies pohon yang tumbuh pelan, kecil sampai 800 lb (360 kg) per tahun untuk pohon besar yang tumbuh cepat pada rate maksimumnya (McPherson dan Simpson, 1999a)

Penanaman pohon sekitar bangunan memiliki tiga efek, yang digunakan untuk mendapatkan penggunaan energi tahunan dan reduksi CO2.

1. Jendela menaungi pohon dan dinding dari matahari, yang cenderung mereduksi penggunaan energi pendinginan selama musim panas tetapi meningkatkan penggunaan energi pemanasan selama masa salju
2. Pohon memblok angin, yang cenderung mengurangi penggunaan pemanasan musim salju dan memiliki potensi meningkatkan kebutuhan pendinginan musim panas.
3. Pohon mereduksi suhu udara sekitar bangunan, yang paling menguntungkan selama musim panas.

D. Reduksi Polusi udara

Penghilangan polutan dari udara dengan menyerap gas dan mengumpulkan partikel melalui daunnya. Jenis pembuangan polutan ini disebut deposisi kering, karena ini terjadi tanpa bantuan pengendapan. Deposisi kering bisa menghilangkan polutan berikut dari udara.

- Oksida nitrogen (NOx atau NO2) – diemisikan sebagai produk sampingan dari pembakaran dari mobil dan power plant, misalkan
- Oksida sulfur (Sox atau SO2) – dihasilkan ketika membakar bahan bakar yang mengandung sulfur, seperti batu bara atau minyak, sebagian besar dari power plant dan pembakar bahan bakar yang besar yang lain

- Bahan partikulat (PM10, atau partikel yang diameternya kurang dari 10 um) – dari proses yang melepaskan debu ke udara seperti pertanian, pengrusakan atau pembakaran
- Ozone (O3)- dibentuk dalam udara melalui reaksi fotokimia dan reaksi oksigen sensitif panas dengan senyawa organik volatile dan oksida nitrogen.

E. Limpasan air hujan yang turun

Penghilangan polutan dari udara dengan menyerap gas dan mengumpulkan partikel melalui daunnya. Jenis pembuangan polutan ini disebut deposisi kering, karena ini terjadi tanpa bantuan pengendapan. Deposisi kering bisa menghilangkan polutan berikut dari udara.

- Oksida nitrogen (NOx atau NO2) – diemisikan sebagai produk sampingan dari pembakaran dari mobil dan power plant, misalkan
- Oksida sulfur (Sox atau SO2) – dihasilkan ketika membakar bahan bakar yang mengandung sulfur, seperti batu bara atau minyak, sebagian besar dari power plant dan pembakar bahan bakar yang besar yang lain
- Bahan partikulat (PM10, atau partikel yang diameternya kurang dari 10 um) – dari proses yang melepaskan debu ke udara seperti pertanian, pengrusakan atau pembakaran
- Ozone (O3)- dibentuk dalam udara melalui reaksi fotokimia dan reaksi oksigen sensitif panas dengan senyawa organik volatile dan oksida nitrogen.

F. Keuntungan Lainya

Pohon dan vegetasi membawa banyak benefit pada masyarakat, meliputi yang ada di bawah ini

- Reduksi noise. Berbagai studi menemukan bahwa pohon mereduksi noise kota sebesar 15 desibel, sebaik hambatan bunyi

pertukangan bangunan tipikal (Nowak dan Dwyyer, 2000). Reduksi noise berguna untuk area kota.

- Perbaikan ekosistem. Menambah pohon dan vegetasi ke area kota memberikan burung, hewan, dan serangga sebuah rumah. Kualitas rumah ini bahkan lebih baik jika seleksi spesies tanaman natif diperkenalkan kembali ke lanskap kota.
- Proteksi dari ultraviolet matahari. Kanker kulit menjadi epidemic di populasi kami karena sebagian efek kumulatif ekspos harian, tanpa sengaja pada ultraviolet matahari. Dengan penipisan lapisan ozone, ekspos ultraviolet menjadi lebih problematic. (Weatherhead, 2000). Pohon dan vegetasi yang lain yang menaungi playground, halaman sekolah, lapangan olah raga, area piknik dan tempat lain dimana orang khususnya anak-anak, berkumpul, bisa mereduksi ekspos pada sinar ultraviolet sebesar setengahnya (Grant dkk, 2002)
- Perbaikan estetika. Sejumlah studi menunjukkan bahwa nilai-nilai property lebih tinggi pada jalan yang ada pohonnya (Wolf 1998d, Thompson dkk, 1999). Shopping center dengan lanskaping lebih baik daripada yang tanpa lanskaping, karena pembelanja tinggal lebih lama dan mau belanja lebih banyak (Wolf, 1998a, 1998b, 1998c). Kebun masyarakat dan taman lingkungan adalah fitur utama dari sebagian besar area metropolitan dan membantu mereduksi stress fisiologis, memperbaiki kesejahteraan, dan mereduksi konflik domestik, dan menurunkan agresi sekolah (Wolf, 1998e)

2.1.5.7.2 Jenis dan Fungsi Pohon dan Vegetasi

Vegetasi/tanaman merupakan elemen utama yang perannya sangat menentukan fungsi dari penurunan suhu akibat dari efek *Heat Island*, tersebut. Karakteristik tanaman akan memberikan kesan alami lingkungan, khususnya pada kawasan di pusat kota (*urban*), karena tanaman dapat

menjadi penyegar visual terhadap elemen-elemen yang bersifat keras dan kasar. Selain memberikan kelembutan relatif terhadap lingkungannya yang keras, kasar dan kaku, juga akan memberikan kualitas yang harmonis walaupun penataannya tidak direncanakan secara maksimal. Untuk itu pengenalan terhadap jenis-jenis tanaman merupakan langkah awal yang baik untuk menganalisis vegetasi dalam penentuan mitigasi terhadap efek *Heat Island*. Berikut akan menjelaskan karakteristik tanaman yang terdiri dari

A. Karakter Tanaman

Karakter tanaman yang akan dijelaskan lebih detail dibawah ini yaitu besar tajuk, bentuk massa, titik tanam, system penanaman, komposisi tanam dan proporsi tanaman.[37]

1. Besar tajuk

Tajuk adalah merupakan keseluruhan bentuk dan kelebaran maksimal tertentu dari ranting dan daun suatu tanaman secara visual, terdiri :

a. Tajuk bulat
b. Tajuk persegi panjang
c. Tajuk kerucut
d. Tajuk memayung
e. Tajuk vertical

2. Bentuk massa

Bentuk massa adalah suatu bentuk yang merupakan kelompok, baik untuk kelompok tanaman dan atau kelompok daun yang padat.

3. Titik tanam

Titik tanamn adalah tempat penanamn suatu jenis tanman pada lokasi tertentu, terdiri dari:

a. Jarak titik tanam rapat: Jarak titik tanam dengan tajuk tanaman bertemu dan bertumpuk
b. Jarak titik tanam tidak rapat : Jarak titik tanam dengan tajuk tanaman bersinggungan

[37] Damayanti, Ika. *Studi Indentifikasi Penyediaan Kawasan Hutan Kota Sebagai Salah Satu Solusi Penurunan Pencemaran Udara Akibat Kendaraan Bermotor*, Jur. Tek. Planologi, ITN, 1998, *Hal 79.*

c. Jarak titik tanam jarang: jarak titik tanam dengan tajuk tidak bertemu atau berjauhan

4. Sistem penanaman

Diterapkan khusus untuk penanaman secara berkelompok (masal), dengan jarak maksimal 1 tajuk tanaman:

a. Sistem tanam bujur sangkar
b. Sistem tanam persegi panjang (memanjang)
c. Sistem tanam segitiga (silang)

5. Komposisi tanaman

Komposisi tanaman adalah pencampuran dari beberapa jenis tanaman, terdiri dari:

a. 1 jenis perdu
b. 1 jenis pohon
c. 1 jenis penutup tanah
d. 2 jenis : perdu dan penutup tanah
e. 2 jenis : pohon dan perdu
f. 3 jenis: pohon, perdu, dan penutup tanah

6. Proporsi tanaman

Proporsi tanaman (penataan tanaman) dibagi dua yaitu:

a. Penataan tanaman bebas
   - Berumpun
   - Tunggal
   - Campuran
b. Penataan tanaman teratur
   - Linier
   - Blok
   - Kombinasi

Berdasarkan bentuk tanaman dapat dibedakan dari beberapa kelompok besar yaitu:[38]

[38] Damayanti, Ika. *Studi Indentifikasi Penyediaan Kawasan Hutan Kota Sebagai Salah Satu Solusi Penurunan Pencemaran Udara Akibat Kendaraan Bermotor*, Jur. Tek. Planologi, ITN, 1998, *Hal 86.*

1. Rumput

Rumput merupakan jenis tanaman pengalas. Posisinya merupakan lapisan paling bawah diatas tanah. Contohnya rumput gajah, rumput manila, rumput jarum dan lain-lain.

- Tinggi tanaman kurang dari 5 cm
- Perakaran serabut atau menjalar
- Posisi rumput tidur menjalar atau tegak
- Mudah dalam perawatan
- Ketahanan terhadap gas pencemar udara tinggi
- Ketahanan terhadap partikel padat tinggi, serta kemampuan dalam menyerap gas tinggi

2. Tanaman penutup tanah

Sering disebut dengan *ground cover* merupakan tanaman yang sedikit lebih tinggi dari rumput. Umumnya jenis tanaman ini terdiri dari tanaman yang berdaun atau berbunga indah. Contonnya: krokot, nanas hias, mega mendung, lili paris dan lain-lain.

Persyaratan dari tanaman penutup tanah adalah sebagai berikut:

- Tinggi tanaman 5-15 cm
- Perakaran serabut atau menjalar dengan tunas
- Dapat merupakan jenis rumput atau penutup tanah
- Mudah dalam perawatan
- Ketahanan terhadap pencemaran udara tinggi
- Ketahanan terhadap partikel padat tinggi
- Kemampuan dalam menyerap gas tinggi

Ciri dari tanaman Penutup Tanah / Ground Cover adalah jenis tanaman ini memiliki ketinggian antara 15-30 cm dan merupakan jenis tanaman terkecil menurut ukurannya. Fungsi dari tanaman Penutup Tanah adalah :

1) Untuk membentuk tepi atau batas ruang
2) Menyatukan komposisi dari kelompok-kelompok tanaman. Secara garis besar, tipe dasar dari bentuk tanaman terbagi menjadi bentuk:

- Menyebar (horisontal)
- *Globufar* (bulat)
- *Conical* (piramidal)
- *Weeping* (merunduk)
- *Pecturesgue* (bentuk yang menarik / abstrak).

3. Semak

Semak merupakan jenis tanaman yang agak kecil dan rendah, agak berkayu atau hanya cabang utamanya yang berkayu serta pertumbuhannya cenderung merambat atau melebar. Contoh : alamanda, soka, mawar, malati, dan lain-lain.

- Tinggi tanaman 20-30 cm
- Perakaran tidak merusak konstruksi jalan
- Berbatang lunak dan tidak mudah patah
- Mudah dalam perawatan
- Ketahanan terhadap gas pencemaran udara tinggi
- Ketahanan terhadap partikel padat tinggi
- Kemampuan dalam menyerap gas tinggi

Berdasarkan ukurannya, tanaman semak dibagi menjadi 3 jenis, yaitu: Semak Tinggi (tinggi maksimal 4,5 meter), Semak Sedang (tinggi 1 meter) dan Semak Rendah (tinggi 0,3 – 1 meter). Fungsinya adalah :

1) Menghubungkan secara visual dua sisi komposisi menjadi satu kesatuan
2) Sebagai pengarah ke satu titik tujuan
3) Sebagai pembatas ruang vertikal, tetapi masih mampu memberikan pandangan terbuka ke atas

4. Perdu

Perdu merupakan jenis tanaman yang menyerupai pohon tetapi lebih kecil dan biasanya batangnya cukup berkayu tetapi tumbuhnya kurang tegak dan kurang gagah. Jenis tanaman ini biasanya bercabang banyaka dengan percabangan yang selalu dekat dengan tanah. Contoh

: puring, kembang merak, kemuning, kembang sepatu, bugenvil, kaca piring dan lain-lain. Persyaratan dari tanaman perdu adalah sebagai berikut:

- Tinggi tanaman 0,50-2 meter
- Batang berkayu dan tidak mudah patah
- Muda dalam perawatan
- Dapat dinikmati keindahan warna bunga atau daunnya
- Terhadap terhadap gas pencemaran udara tinggi
- Ketahanan terhadap pertikel padat tinggi
- Kemampuan dalam menyerap gas tinggi

5. Pohon

Tanaman pohon merupakan tanaman berkayu keras dan tumbuh tegak, berukuran besar dengan percabangan yang kokoh. Untuk pohon pelindung, harus mampu sebagai penyerap polusi udara, berfungsi sebagai peneduh. Contoh: angsana, tanjung, bungur, trembesi, biola cantik, beringin, dammar, glodokan dan lain-lain. Persyaratan tanaman pohon adalah sebaga berikut:

- Bermassa daun padat
- Tinggi pohon 2-12,35 meter
- Batang pohon/percabangan tidak mudah patah
- Mudah dalam perawatan
- Bertajuk lebar
- Ketahanan terhadap partikel pada tinggi
- Ketahanan terhadap gas pencemar udara tinggi
- Kemampuan dalam menyerap gas tinggi
- Perakaran dalam

Berdasarkan ukurannya, pohon dapat dibagi menjadi 3 kelompok, yaitu :[39]

[39] Wahyudi. *Ketersediaan Alokasi RTH Kota*, PM Ilmu Lingkungan, UNDIP, 2009, *Hal 42.*

a) Pohon Besar : memiliki ketinggian lebih dari 12 meter, dalam penataan lansekap berfungsi sebagai unsur penting yang secara fisik membagi ruang-ruang perkotaan dan perdesaan yang luas, yang tidak mungkin dibatasi oleh bangunan karena kendala permukaan tanah menjadi ruang yang lebih kecil.

b) Pohon Sedang : memiliki ketinggian antara 9-12 meter, dalam penataan lansekap berfungsi sebagai pengatur komposisi bersama-sama dengan tanaman semak serta berfungsi untuk membatasi eruang pada bidang vertikal.

c) Pohon Kecil/Perdu : memiliki ketinggian maksimal 4,5 meter, dalam penataan lansekap berfungsi untuk memberikan aksen visual dalam komposisi, sebagai pembatas atau latar depan yang bersifat transparan, sebagai akhiran dari ruang linear dan daya tarik bagi suatu area *Main Entrance*.

B. Struktur Fisik Tanaman

Struktur fisik tanaman dalama hal ini dibagi menjadi 5 bagian, yaitu:

1. Akar: tunggang dan serabut
2. Tegakan: tegak lurus dan tidak tegak lurus
3. Tekstur daun: kasar, hasul, licin dan berambut
4. Struktur daun: tunggal dan majemuk
5. Bunga: mejemuk, tunggal dan tunggal berumpun
6. Buah: majemuk tersebar dan tunggal tersebar.[40]

C. Fungsi Tanaman

Penentuan fungsi tanaman disesuaikan dengan tujuan dari perancangan, sedangkan peletakan tanaman sesuai dengan sesuai fungsi tanaman. Berikut ini jenis desain yang sesuai dengan fungsinya.

---

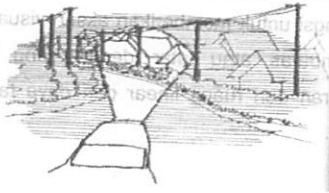
[40] Damayanti, Ika. *Studi Indentifikasi Penyediaan Kawasan Hutan Kota Sebagai Salah Satu Solusi Pemurunan Pencemaran Udara Akibat Kendaraan Bermotor*, Jur: Tek. Planologi, ITN, 1998, *Hal 90,94.*

1. **Kontrol Pandangan**

Menahan silau yang ditimbulkan oleh sinar matahari, lampu kendaraan dan sinar lampu kendaraan:

a. Jalan raya

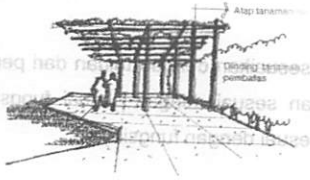
Dengan peletakan tanaman pada sisi jalan atau dijalur tengah jalan sebaiknya dipilih pohon atau perdu yang padat, pada jalur bebas hambatan, penanaman pohon tidak dibernarkan pada jalur median jalan, sebaiknya pada jalur median ditanamai tanaman semak agar sinar lampu kendaraan dari arah yang berlawanan dapat dikurangi.



Gambar 2.10 : Penahan Silau Lampu Kendaraan
***Sumber** : Hakim, R./Utomo, H. Komponen Peranc. Arsitektur Lansekap, Prinsip-Unsur dan Aplikasi Disain, Jakarta: Bumi Aksara, 2006.*

b. Kontrol pandangan terhadap ruang luar

Tanaman dapat dipakai untuk komponen pembentuk ruang sebagai dinding, atap dan lantai. Dinding dapat dibentuk oleh tanaman semak seagai border. Atap dapat dibentuk oleh tajuk pohon yang membentuk kanopi atau tanaman merambat pada pergola. Sedangkan sebagai lantai dapat dipergunakan rumput atau penutup tanah (ground cover). Dengan demikian pandangan dari arah atau kearah ruang yang



Gambar 2.11 : Kontrol Pandangan Terhadap Ruang Luar
***Sumber** : Hakim, R./Utomo, H. Komponen Peranc. Arsitektur Lansekap, Prinsip-Unsur dan Aplikasi Disain, Jakarta: Bumi Aksara, 2006*

2. Pembatas Fisik

Tanaman dapat dipakai sebagai penghalang pergerakan manusia dan hewan. Selain itu juga dapat berfungsi mengarahkan pergerakan

3. Pengendali Iklim

Tanaman berfungsi sebagai pengendali iklim untuk kenyamanan manusia, faktor iklim yang mempengaruhi kenyamanan manusia adalah suhu, radiasi sinar matahari, angin kelembapan, suara dan aroma.

a. Kontrol pengendali angin

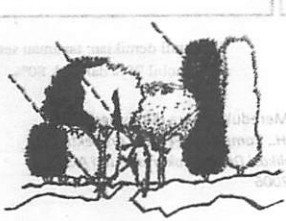
Tanaman berguna sebagai penahan, penyerap, dan mengalirkan tiupan angin sehingga menimbulkan iklim mikro, jenis tanaman yang dipakai harus memeperhatikan, tinggi pohon, bentuk tajuk, jenis kepadatan tajuk tanaman, serta lebar tajuk.

Gambar 2.12 : Mengurangi Kecepatan Angin Sekitar 40-50%

***Sumber** : Hakim, R./Utomo, H.. Komponen Peranc. Arsitektur Lansekap, Prinsip-Unsur dan Aplikasi Disain , Jakarta: Bumi Aksara, 2006*

b. Kontrol radiasi sinar matahari atau suhu

Tanaman menyerap panas dari pancaran sinar matahari dan memantulkannya sehingga menurunkan suhu dan iklim mikro



Kontrol radiasi sinar matahari

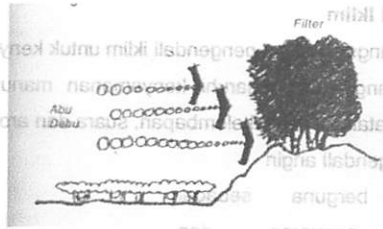
Bayang-bayang tajuk pohon menciptakan iklim

Gambar 2.13 : Kontrol Radiasi Sinar Matahari dan Suhu

***Sumber** : Hakim, R./Utomo, H.. Komponen Peranc. Arsitektur Lansekap, Prinsip-Unsur dan Aplikasi Disain, Jakarta: Bumi*

c. Penyaring udara

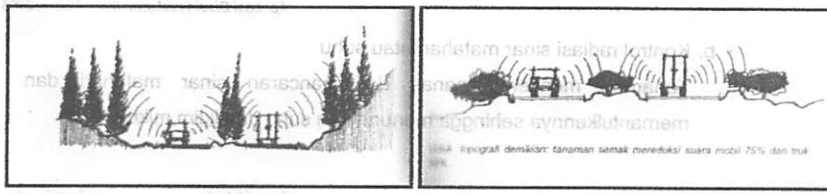
Tanaman sebagai filter atau penyaring debu, bauh dan memberikan udara segar



Gambar 2.14: Filter Abu/Debu
***Sumber** : Hakim, R./Utomo, H.. Komponen Peranc. Arsitektur Lansekap, Prinsip-Unsur dan Aplikasi Disain, Jakarta:*

d. Pengendali suara

Tanaman dapat menyerap suara kebisingan bagi daerah yang membutuhkan ketenangan peemilihan jenis tanaman tergantung dari tinggi pohon, lebar tajuk, dan komposisi tanaman.



Topografi demikian tanaman pohon dapat mereduksi suara mobil 75% dan truk 80%

Topografi demikian: tanaman semak mereduksi suara mobil 75% dan truk 80%

Gambar 2.15 : Tanaman Mereduksi Suara (Kebisingan)
***Sumber** : Hakim, R./Utomo, H.. Komponen Peranc. Arsitektur Lansekap, Prinsip-Unsur dan Aplikasi Disain, Jakarta: Bumi Aksara, 2006*

4. Pencegah Erosi

Kegiatan manusia dalam menggunakan lahan, selain menimbulkan efek positif juga menyebabkan efek neegatif terhadap kondisi tanah/lahan.

Misal dalam pembentukan muka tanah, pemotongan dan penambahan muka tanah (*cut and fill*), penggalian tanah untuk danau buatan. Kondisi tanah menjadi rapuh dan mudah tererosi oleh karena pengaruh air hujan dan embusan angin yang kencang. Akar tanaman dapat mengikat tanah sehingga tanah menjadi kokoh dan tahan terhadap pukulan air hujan serta tiupan angin. Selan itu dapat pula berfungsi untuk menahan air yang jatuh secara tidak langsung kepermukaan tanah.

5. Habitat Satwa

Tanaman sebagai sumber makanan bagi hewan serta tempat berlindung kehidupannya. Hingga secara tidak langsung tanaman dapat membentu pelestraian kehidupan satwa.

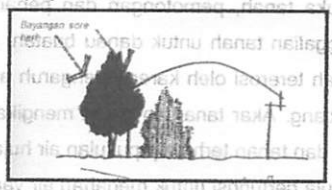
6. Nilai Estetis

Memberikan nilai estetika dan meningkatkan kualitas lingkungan. Nilai esterika dri tanaman diperoleh dari perpaduan antara warna (daun, batang, bunga), bentuk fisik tanaman (batang, percabangan dan tajuk), tekstur tanaman, skala tanaman, dan komposisi tanaman.

Nilai estetis tanaman dapat diperoleh dari suatu tanaman, sekelompok tanaman yang sejenis, kombinasi tanaman berbagai jenis ataupun kombinasi antara tanaman dengan lemen lanskepak lainnya.

Sebagai contoh tanaman dapat menimbulkan nilai estetis yan terjadi dari bayangan tanaman terhadap dinding, lantai, dan menimbulkan bayang yang berbeda-beda akibat angin dan waktu terjadinya bayangan. Demikian pula bila tanaman diletakkan pada tepi atau sekeliling kolam akan menimbulkan bayang-bayang yang dicerminkan oleh permukaan air (refleksi). Ini menghasilkan suatu pemandangan yang menarik. Dalam konteks lingkungan, kesan estetis itu menyebabkan nilai kualitasnya akan bertambah.

Bayangan sore hari



Refleksi tanaman terhadap kolam

Gambar 2.16: Nilai Estetis

***Sumber** : Hakim, R./Utomo, H.. Komponen Peranc. Arsitektur Lansekap, Prinsip-Unsur dan Aplikasi Disain, Jakarta: Bumi Aksara, 2006*

- Warna

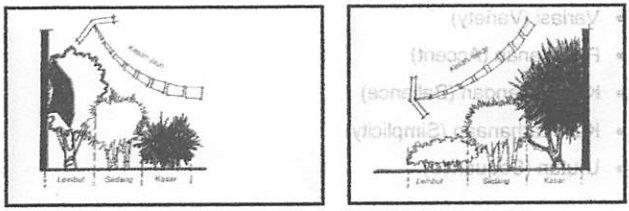
  Warna batang, daun, dan bunga dari suatu tanaman dapat menimbulkan efek visual tergantung dari refleksi cahaya yang jatuh pada tanaman tersebut. Warna daun dan bunga dari tanaman dapat menarik perhatian manusia, binatang, dan mempengaruhi emosi yang melihatnya. Efek psikologis yang diitimbulkan dari warna lembut memberikan kesan tenang dan sejuk. Bila beberapa jenis tnaman dengan berbagai warna dipadukan dan dikomposisikan akan menimbulkan nilai estetikak.

- Bentuk

  Bentuk tanaman dapat dimanfaatkan untuk menunjukkan bentuk 2 atau 3 dimensi, memberi kesan dinamis, indah, memperlebar atau memperluas pandangan, ataupun sebagai aksentuasi dalam suatu ruang.

- Tekstur

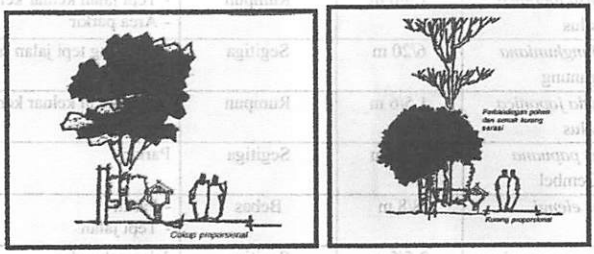
  Tekstur suatu tanaman ditentukan oleh batang/percabangannya, massa daun, serta jarak penglihatan terhadap tanaman tersebut. Tekstur tanaman juga mempengaruhi secara psikis dan fisik bagi yang memandangnya.



Gambar 2.17: Tekstur dalam Memberikan Nilai Estetis
***Sumber :** Hakim, R./Utomo, H.. Komponen Peranc. Arsitektur Lansekap, Prinsip-Unsur dan Aplikasi Disain, Jakarta: Bumi Aksara, 2006*

- Skala

  Skala atau proporsi tanaman adalah perbandingan besaran tanaman dengan tanaman lain atau perbandingan antara tanamann dengan lingkungan sekitarnya



Cukup proporsional

Kurang proporsional

Gambar 2.18 : Skala atau Proporsi dalam Memberikan Nilai Estetis
***Sumber :** Hakim, R./Utomo, H.. Komponen Peranc. Arsitektur Lansekap, Prinsip-Unsur dan Aplikasi Disain, Jakarta: Bumi Aksara, 2006*

D. Peletakan Tanaman

Peletakan tanaman haruslah disesuaikan dengan tujuan dari perancangannya tanpa melupakan fungsi dari pada tanaman yang dipilih. Pada peletakan ini harus pula dipertimbangkan kesatuan dalam disain atau unity.

- Variasi (Variety)
- Penekanan (Accent)
- Keseimbangan (Ballance)
- Kesedarhanaan (Simplicity)
- Urutan (Sequence)

Dibawah ini terdapat **Tabel 2.2** pola tata hijau yang banyak dipergunakan untuk menginformasikan jenis dan karakteristik tanaman yang akan digunakan dalam desain lansekap.

Tabel 2.2
Peletakan Tanaman dalam Desain Lansekap

No.	Nama Tanaman	D/T	Bentuk Tajuk	Peletakan
1	*Cemara junghuniana* Cemara gunung	6/20 m	Segitiga	Sepanjang tepi jalan raya
2	*Arundinaria japonica* Bambu halus	1,5/6 m	Rumpun	- Tepi jalan keluar kendaraan - Area parkir
3	*Cemara junghuniana* Cemara gunung	6/20 m	Segitiga	Sepanjang tepi jalan raya
4	*Arundinaria japonica* Bambu halus	1,5/6 m	Rumpun	- Tepi jalan keluar kendaraan - Area parkir
5	*Cupressus papuana* Cemara Gembel	2,5/5 m	Segitiga	Parkir
6	*Mimusops elengi* Tanjung	8/8 m	Bebas	- Parkir - Tepi jalan
7	*Cupressus sempervirens* Cemara tiang	2,5/5 m	Segitiga	Jalan sekunder
8	*Araucaria exela* Cemara susun	10/30 m	Segitiga	- Pembentuk ruang - Tepi jalan sekunder
9	*Canarium comune* Kenari	6/22 m	Bebeas	Tepi jalan raya
10	*Maniltoa gemipara* Bunga sapu tangan	6/15 m	Kubah	- Untuk indentitas lokasi - Peneduh
11	*Allenga exelsa* Rasamala	8/20 m	Bebas	- Sebagai peneduh - Pencegah erosi

Sumber: Hasik R./Utomo H. *Komponen Ars Lansekap, Prinsip-Unsur dan Aplikasi Disain.*. Jakarta: Bumi Aksara 2002, *Hal 144.*

Sebagai salah satu elemen lansekap, terutama dalam Ruang Terbuka Hijau, tanaman memiliki 3 (tiga) fungsi utama dalam elemen lansekap, yaitu unsuur arsitektural, unsur estetis, dan unsur penyangga lingkungan. Berikut ini akan disajikan suatu bentuk **Tabel 3.3,** yang memberikan hubungan fungsi tanaman beserta kriteria pemilihan tanaman dan bentuk tanamannya.[41]

Tabel 2.3
Fungsi, Peran, Jenis Dan Bentuk Tanaman

Fungsi Tanaman	Peran Tanaman Sebagai Elemen Lansekap	Kriteria Pemilihan Tanaman	
		Jenis	Bentuk
UNSUR ARSITEKTURAL	Pembentuk ruang terbuka	- Tinggi 5-30 cm - Diameter 10-30 cm - Massa daun jarang-sedang	Semak *Groun cover*
	Pembentuk ruang semi terbuka	- Tinggi 5-200 cm - Diameter 20-100 cm - Massa daun banyak - Tajuk lebar	*Spreading* *Rounded* *Weeping* Semak *Ground cover*
	Pembentuk ruang beratap	- Tinggi 2-3 m - Diameter 1-3 m - Massa daun banyak - Tajuk lebar	*Spreading* *Rounded* *Picturesque*
	Pembentuk ruang vertikal	- Tinggi > 3 m - Diameter 1-3 m - Massa daun banyak	*Spreading* *Rounded* *Weeping* *Picturesque*
UNSUR ARSITEKTURAL	Penyekat/ pembatas ruang	- Tinggi 1-2 m - Diameter 0,5-1 m - Massa daun jarang-sedang - Tajuk lebar	*Pyramidal* *Spreading* *Rounded* *Weeping* *Picturesque* *Semak*
UNSUR ESTETIS	Pelengkap	- Tinggi 2-5 m - Diameter 1-3 m	*Pyramidal* *Spreading* *Rounded* *Weeping* *Picturesque*
	Pemersatu	- Tinggi > 3 m - Diameter 2-3 m - Massa daun jarang-lebat	*Pyramidal* *Spreading* *Rounded* *Weeping* *Picturesque*
	Pengarah	- Tinggi diatas 3 m - Diameter 2-3 m - Massa daun sedang-lebat	*Pyramidal* *Weeping* *Picturesque*
	Pengenal	- Tinggi diatas 1 m - Diameter 1-3 m - Bentuk, warna, tekstur menarik	Semak
	Pelembut	- Tinggi 1-2 m - Diameter 1 m - Tajuk sedang	*Pyramidal* *Spreading* *Rounded*

Bersambung....

[41] Wahyudi. *Ketersediaan Alokasi RTH Kota*, PM Ilmu Lingkungan, UNDIP, 2009, *Hal 36.*

Tabel Sambungan....

Fungsi Tanaman	Peran Tanaman Sebagai Elemen Lansekap	Kriteria Pemilihan Tanaman	
		Jenis	Bentuk
		- Tekstur halus	*Weeping* *Picturesque* Semak
	Pembingkai	- Tinggi diatas 1 m - Diameter 2-3 m - Massa daun jarang-sedang	*Pyramidal* *Spreading* *Rounded* *Weeping* *Picturesque*
UNSUR PENYANGGA LINGKUNGAN	Barrier matahari	- Tinggi lebih dari 2,5 m - Diameter pohon 2-3 m - Massa daun banyak - Tajuk pohon lebar	*Spreading* *Rounded* *Picturesque*
	Peredam kebisingan	- Tinggi diatas 1 m - Diameter pohon 1-2 m - Massa daun banyak - Tajuk pohon lebar	*Spreading* *Rounded* *Picturesque* Semak
	Filter udara kotor	- Tinggi diatas 2 m - Diameter pohon 2-3 m - Massa daun sedang - Tajuk sedang dan lebar	*Pyramidal* *Spreading* *Rounded* *Picturesque*

Sumber : Wahyudi, Alokasi RTH di Kota Orde I Kab. Kudus, PM. Ilmu Lingkungan, 2009

E. Syarakat Fisik Tumbuh Tanaman

Syarakat fisik tumbuh tanaman yang terbagi beberapa indikator yaitu ketinggian tempat (mdpl), temperatur (°C), curah hujan (mm/tahun) dan tingkat ketahanan tumbuh terhadap sinar matahari. Berikut syarat fisik tumbuh tanaman, dapat dilihat pada **Tabel 2.4**

Tabel 2.4
Syarat Fisik Tumbuh Tanaman RTH

Jenis Tanaman	Ketinggian Tempat (mdpl)	Temperatur (°C)	Curah Hujan (mm/thn)	Sinar Matahari
Akasia	1-300	20-28	1000-2500	Tinggi
Asam	1-1000	26-29	1000-2300	Tinggi
Asam ranji	1-1000	26-29	1000-2300	Tinggi
Bungur	0-800	22-26	500-2000	Sedang
Glirisida	1-1000	25-28	1000-2500	Sedang
Damar	1-1200	25-28	900-2000	Sedang
Gayam	1-500	18-25	1000-2500	Sedang
Glodogan	0-500	23-27	800-2500	Sedang
Beringin	0-1000	23-28	800-2500	Sedang
Cemara	1-1200	18-23	1500-3000	Sedang

Bersambung.....

Tabel Sambungan.....

Jenis Tanaman	Ketinggian Tempat (mdpl)	Temperatur (°C)	Curah Hujan (mm/thn)	Sinar Matahari
Flamboyant	1-500	22-26	1000-2000	Sedang
Genitri	1-1200	20-27	1000-2500	Sedang
Kenari	0-1700	20-25	1500-2000	Sedang
Kupu-kupu	1-1500	18-24	800-2000	Tinggi
Mahoni	0-1200	24-30	800-3000	Tinggi
Pelem raja	1-5000	15-23	1500-3000	Sedang
Trembesi	0-800	25-27	800-1800	Tinggi
Silverdent	1-2500	27-28	1000-2000	Sedang
Akasia	1-300	20-28	1000-2500	Tinggi
Asam	1-1000	26-29	1000-2300	Tinggi
Asam ranji	1-1000	26-29	1000-2300	Tinggi
Bungur	0-800	22-26	500-2000	Sedang
Glirisida	1-1000	25-28	1000-2500	Sedang
Damar	1-1200	25-28	900-2000	Sedang
Gayam	1-500	18-25	1000-2500	Sedang
Glodogan	0-500	23-27	800-2500	Sedang
Beringin	0-1000	23-28	800-2500	Sedang
Cemara	1-1200	18-23	1500-3000	Sedang
Flamboyant	1-500	22-26	1000-2000	Sedang
Genitri	1-1200	20-27	1000-2500	Sedang
Kenari	0-1700	20-25	1500-2000	Sedang
Kupu-kupu	1-1500	18-24	800-2000	Tinggi
Mahoni	0-1200	24-30	800-3000	Tinggi
Pelem raja	1-5000	15-23	1500-3000	Sedang
Trembesi	0-800	25-27	800-1800	Tinggi
Silverdent	1-2500	27-28	1000-2000	Sedang
Saga	1-250	25-28	800-1000	Tinggi
Randu	1-800	24-30	1000-2000	Tinggi
Sono keling	1-1500	24-27	600-1500	Sedang
Angsana	0-500	25-28	900-2000	Tinggi
Sepatudea	0-1700	24-28	1000-2500	Sedang
Tanjung	1-800	24-28	900-1000	Tinggi
Trengguli	0-400	27-29	1000-2500	Sedang
Waru	1-1500	25-27	900-2700	Sedang
Segawe	1-1000	22-27	800-1500	Sedang
Kerai payung	1-800	23-27	1000-2000	Sedang
Bougenvile	0-1000	24-28	1000-2000	Sedang
Nangka	0-1000	20-30	1500-2000	Tinggi
Mangga	1-500	24-27	800-2500	Sedang
Jambu	1-1200	26-30	1000-3000	Tinggi

Sumber : Nazarudin, (1994) dan Yovita H.I, (1993), dalam Damayanti, Ika. *Studi Indentifikasi Penyediaan Kaw. Hutan Kota Sbg Salah Satu Solusi Penurunan Pencemaran Udara Akibat Kendaraan Bermotor*, Jur: Tek. Planologi, ITN, 1998.

Ket: - Sinar matahari rendah 50-200 footcandles, 50% atau tidak terkena matahari.

- Sinanr matahari sedang 200-400 footcandles, 50%-80% atau terlindung tanaman

- Sinanr matahari tinggi 400-800 footcandles, 80% atau terkena langsung Matahari

F. Jenis Tanaman

Berikut ini akan menjelaskan berbagai jenis vegetasi yang tumbuh di iklim tropis seperti Negara Indonesia, yang terdiri dari pohon, perdu, semak dan *ground cover.* Lebih jelasnya dapat dilihat pada **Tabel 2.5**

Tabel 2.5
Jenis, Karakteristik Tanaman dan Fungsi RTH

Nama	Karakteristik		Suhu°C	Fungsi RTH
Pohon				
Trembesi	Tinggi tanaman	30-40 m	18-38 °C	• Reduktor polutan • Penghasil oksigen • Tanaman hutan
	Bunga	Bunga berwana putih dan bercak merah mudah		
	Daun	Hijau tua, sekitar 4-5 cm		
	Biji/buah	Buah		
	Daya tarik	Bentuk tajuk		
Mahoni	Tinggi tanaman	35-40	11-36 °C	• Penyerap polusi udara • Penghasil oksigen • Peneduh • Tanaman hutan
	Bunga	Mahkota bunganya silindris, kuning kecoklatan, benang sari melekat pada mahkota, kepala sari putih, kuning kecoklatan		
	Daun	Hijau		
	Biji/buah	Buah		
	Daya tarik	Buah		
Tanjung	Tinggi tanaman	15 m	12-15 °C	• Peneduh • Tanaman hutan • Pemecah angin
	Bunga	Bunga berkelamin dua, berbau enak semerbak.		
	Daun	Daun yang termuda berambut coklat,		
	Biji/buah	Biji/buah		
	Daya tarik	Buah		
Bintaro	Tinggi tanaman	12 m	20-30 °C	• Peneduh
	Bunga	Bunga, harum		
	Daun	Daunnya berbentuk bulat telur, berwarna hijau tua,		
	Biji/buah	Buah		
	Daya tarik	Bunga, buah		
Glodogan tiang	Tinggi tanaman	10-15 m	27,7-31,1°C	• Tanaman pengarah jalan dan • Penghalang tabir yang efektif jika ditanam sejajar karena tajuknya
	Daun	Daun berwarna hijau mengilap, berbentuk lanset memanjang, bagian ujung menyempit, dan tepi daun berombak.		

Bersambung.....

Tabel Sambungan.....

Nama	Karakteristik		Suhu°C	Fungsi RTH
	Daya tarik	Tekstur, bentuk tajuk		yang masif dengan bentuk fastigiate
Ketapang	Tinggi tanaman	35 m	20-30 °C	• Point of interest • Tanaman peneduh khususnya pada lahan parkir • Tanaman pengarah jalan.
	Daun	Berwarna hijau, daunnya tunggal dan duduk daunnya tersebar. Helaian daun berbentuk bulat telur, liat seperti kulit,		
	Biji/buah	Biji		
	Daya tarik	-		
Pelem raja	Tinggi tanaman	25-30 m	20-27 °C	• Tanaman pengarah jalan • Pencipta suasana taman bergaya formal • Tanaman hutan
	Daun	Daun berwarna hijau segar dengan bentuk menyirip		
	Biji/buah	Biji		
	Daya tari	Bentuk tajuk		
Beringin	Tinggi tanaman	20-25 m		• Penyerap polusi udara dan penyerap air
	Daun	Hijau panjang 3-6 cm, lebar 2-4 cm		
	Biji/buah	Biji Bulat, keras, putih		
	Daya tari	Tajuk		
Pucuk merah	Tinggi tanaman	50-2 m		• Border • Tanaman hias dalam pot • focal point • Tanaman pengarah
	Daun	*Daun berwarna orange dan merah*		
	Daya tarik	*Tunas muda berwarna orange dan merah*		
Angsana	Tinggi tanaman	40 m	45 °C	• Peneduh • Reduktor polutan
	Daun	Daun majemuk menyirip gasal, panjang 12-30 cm, warna hijau		
	Bunga	Warna kuning		
	Daya tarik	-		
Maja	Tinggi tanaman	10-15 m	49 °C	• Tanaman hias • Tanaman peneduh
	Daun	Berwarna hijau		
	Buah	Berwarna hijau, isinya berwarna kuning atau jingga		
	Daya tarik	Buah		
Perdu				
Bugenvil	Tinggi tanaman	1,2-1,8 m	20-25 °C	• Point of interest taman • Tanaman pergola tempat parkir, selasar, atau balkon rumah.
	Bunga	Ungu, pink, putih, merah, dan kuning		
	Daun	Hijau, kecil		
	Daya Tarik	Bunga		

Bersambung.....

Tabel Sambungan.....

				• Ada yang tegak dan yang rambat
Canna indica Sejenis: Canna Generalis, Canna Endulis, Canna Indica Linn	Tinggi tanaman	2 m	30-32 °C	• Tanaman hias
	Bunga	Cerah (merah, kuning)		
	Daun	Hijau, daun besar		
	Biji/buah	Bijinya bulat (layaknya buah tasbih)		
	Daya tarik	Bunga		
Nama	**Karakteristik**		**Suhu°C**	**Fungsi RTH**
Semak				
Salvia	Tinggi tanaman	20-90 cm	20 °C	• Tanaman hias
	Bunga	Merah, panjang 10-30 cm		
	Daun	Hijau tua, panjang 3-10, lebar 2-6,5 cm		
	Biji/buah	Buahnya lonjong kecil		
	Daya tarik	Bunga		
Ground Cover				
Boroco/jengger ayam	Tinggi tanaman	Pendek-hingga tinggi	20-30 °C	• Tanaman penutup tanah yang dikomposisikan dengan tanaman lebih rendah yang digradasikan tinggi • Poin of interest • taman, terutama pada saat sedang berbunga • Tanaman latar
	Bunga	Merah, pink, ungu atau kuning		
	Daun	Hijau, kecil		
	Daya tarik	Bunga		
Krisan	Tinggi tanaman	30-200 cm	17-30°C	• Tanaman penutup tanah • Tanaman hias bunga dalam pot • Display plant
	Bunga	Variasi (kuning, putih, pink dan merah)		
	Daun	Hijau, kecil		
	Daya tarik	Bunga		
Kaktus kodok	Tinggi tanaman	50-75 cm	24-29°C	• Tanaman penutup tanah • Tanaman dipot • Tanaman hias outdoor ataupun indoor • Tanaman anti polutan Cocok untuk tanaman kering
	Daun	Hijau bebercak		
	Daya tarik	Daun		

Bersambung.....

Tabel Sambungan.....

				dan bergaya mediterania Tanaman pembatas dan background pada dinding pagar
Aglomena atau sri rejeki 	Tinggi tanaman	-	25 °C	• Tanaman penutup tanah jika ditanam secara berkoloni • Display plant (penghias atau penyemarak taman dan ruang) • Pencipta suasana taman formal, semi formal atau taman bergaya tropis natural • Tanaman pot
	Daun	Warna beragam 20 Cm		
	Daya tarik	daun		
Adam hawa/nanas kering/rheo 	Bunga	Bunga adam hawa berukuran kecil, berwarna putih,	23-32 °C	• Tanaman pelengkap pada taman kering dan bergaya mediterania • *Grouncover* jika ditanam secara rapat dan massal
	Daun	Berwarna hijau pada permukaan dan merah keunguan pada sisi lainnya. Daun runcing, memanjang, dan tebal karena mengandung cukup banyak air.		
	Daya tarik	daun		
Simbang darah 	Tinggi tanaman	30-40 cm	55 °C	• Tanaman penutup tanah • Tanaman pembatas taman • Tanaman pagar hidup khususnya pad ataman-taman bergaya formal
	Daun	Merah		
	Daya tarik	Daun		
Opipoghan 	Tinggi	40-45 cm	18-25 °C	• Penutup tanah • Border pada berbagai gaya taman • Tanaman pelengkap dalam container garden
	Daun	Putih-hijau, kuning-hijau		
	Daya tarik	Daun		
Lavender	Tinggi	30-50 cm	25 °C	• Tanaman penutup tanah

Bersambung.....

Tabel Sambungan.....

	Bunga	Berwana ungu, berukuran kecil, yang tumbuh bergerombol dalam satu tandal		jika ditanam secara missal • Tanaman aromatic, penetrasil bauh dalam taman
	Daun	Hijau		
	Daya tarik	Bunga, beraroma		
Taiwan Beauty 	Tinggi tanaman	-	24-28 °C	• Tanaman penutup tanah yang dipadupankan dengan rumput, kacang-kacangan atau batuan alam • Border pada taman • Pencipta suasana dalam taman bergaya formal
	Bunga	Bunga berwarna putih, pink dan ungu		
	Daun	Daunnya kecil berwarna hijau mengilap dan tumbuh sepanjang tankai tanaman.		
	Daya tarik	Bunga		
Seruni jalar 	Tinggi tanaman	-	17-30 °C	• Tanaman penutup tanah
	Bunga	Kuning		
	Daun	Hijau tua		
	Biji/buah			
	Daya tarik	bunga		
Rumput paetan (rumput gajah) 	Tinggi tanaman	10 cm	16-29 °C	Tanaman penutup tanah pada area aktivitas
Epifit				
Anggrek bulan (Phalaenopsis amabilis) 	Tinggi	-	26-35 °C	• Epifit • Tanaman hias
	Bunga	Bunga berwarna putih harum		
	Daun	Berwarna hijau, bentuk memanjang		
	Daya tarik	Bunga, harum		
Sejenis: Cattleya sp., Dendrobiumsp.,				
Paku sarang burung	Tinggi	30-100 cm	20-30 °C	• Epifit • Tanaman hias
	Bunga	Bunga berwarna putih harum		

Bersambung.....

Tabel Sambungan.....

	Daun	Tunggal, helaian daun bentuk pita, panjang 30-150 cm, lebar 5-15 cm.		
	Daya tarik	Daun, berwarna hijau		
Paku Tanduk Rusa	Panjang Daun	2,5 m	15 °C	• Epifit • Tanaman hias
	Daya tarik	Daun		

Sumber: 1. Lestari, G./Kencana, I. P., *Galeri Tanaman Hias Lanskap*, Jakarta: Penebar Swadaya, 2008.
2. Prabawarsari, V. W./dkk, *Tata Ruang Luar 1*, Jakarta: Universitas Gunadarma, 1998
3. Wijayakusuma, H. *Tumbuhan Berkhasiat Obat Indonesia*, Jakarta: Prestesi Insan Indonesia, 2000
4. http://id.wikipedia.org/wiki/. . .

G. Ruang Terbuka Hijau (RTH) Sabuk Hijau

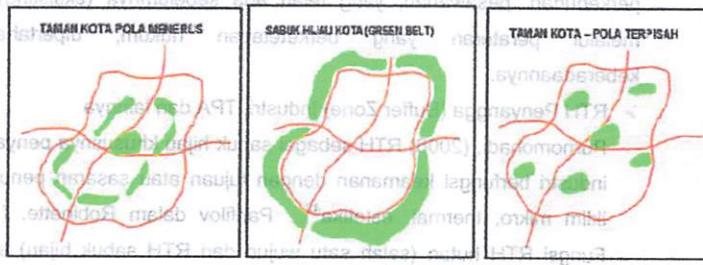
RTH sabuk hijau ini terbagi beberapa jenis diantaranya Penyangga (buffer zone) industry, Penyangga (buffe zone) TPS/TPA. Sedangkan menurut Peraturan Menteri PU No. 05/2008 ttg: PPP-RTH-KP Sabuk hijau dapat berbentuk RTH yang memanjang mengikuti batas-batas area atau penggunaan lahan tertentu, dipenuhi pepohonan, sehingga berperan sebagai pembatas atau pemisah, Hutan kota, Kebun campuran, perkebunan, pesawahan, yang telah ada sebelumnya (eksisting) dan melalui peraturan yang berketetapan hukum, dipertahankan keberadaannya.

- RTH Penyangga (Buffer Zone) Industri, TPA dan lainnya

  Purnomohadi, (2006) RTH sebagai sabuk hijau khususnya penyangga industri berfungsi keamanan dengan tujuan atau sasaran penunjang iklim mikro, thermal, estetika[42]. Panfilov dalam Robinette, (1983) Fungsi RTH hutan (salah satu wujud dari RTH sabuk hijau) adalah sebagai penahan angin kencang[43]. Grey dan Deneke, (1978) Fungsi RTH sabuk hijau Penyerap bauh atau menahan angin dari sumber

[42] Direktorat Jenderal Penataan Ruang, DPU, RTH sebagai Unsur Utama Dalam Pembentuk Kota taman, Jakarta, 2006 Hal V-2.
[43] Direktorat Jenderal Penataan Ruang, DPU, RTH sebagai Unsur Utama Dalam Pembentuk Kota taman, Jakarta, 2006 Hal IV-12.

bau, seperti TPS/TPA dan Peredam kebisingan[44]. Sedangkan menurut Peraturan Menteri *PU No. 05/2008* ttg: *PPP-RTH-KP* fungsi RTH sabuk hijau sebagai daerah penyangga dan atau membatasi aktivitas satu dengan aktivitas lainnya agar tidak saling mengganggu, serta pengamanan dari faktor lingkungan sekitarnya. Adapun fungsi lingkungannya adalah peredam kebisingan, mengurangi efek pemanasan yang diakibatkan oleh radiasi energi matahari, penapis cahaya silau, mengatasi penggenangan; daerah rendah dengan drainase yang kurang baik sering tergenang air hujan yang dapat mengganggu aktivitas kota serta menjadi sarang nyamuk, penahan angin; untuk membangun sabuk hijau yang berfungsi sebagai penahan angin perlu diperhitungkan beberapa faktor yang meliputi panjang jalur, lebar jalur, mengatasi intrusi air laut; RTH hijau di dalam kota akan meningkatkan resapan air, sehingga akan meningkatkan jumlah air tanah yang akan menahan perembesan air laut ke daratan.Menurut teori yang sudah disebutkan diatas maka sangat jelas bahwa lokasi RTH sabuk hijau yaitu kawasan antara (buffer zone) TPA dengan kawasan lainnya, kawassan antara (buffer zone) industri dengan kawasan lainnya terutama permukiman.



Gambar 2.19 : Pola RTH Sabuk Hijau
Sumber : *Direktorat Jenderal Penataan Ruang, Menata RTH di Kawasan Perkotaan*

[44] Direktorat Jenderal Penataan Ruang, DPU, RTH sebagai Unsur Utama Dalam Pembentuk Kota taman, Jakarta, 2006 Hal IV-11,12.

- RTH Pembatas Penggunaan Lahan (Kawasan Pertanian)

  Purnomohadi, (2006) RTH pertanian kota dengan fungsi produksi, estetika, pelayanan publik (umum), dengan tujuan atau sasaran kenyamanan spasial, visual, audial dan thermal, ekonomi[45]. Sedangkan menurut Peraturan Menteri PU No. 05/2008 ttg: PPP-RTH-KP fungsi RTH sabuk hijau adalah untuk membatasi perkembangan suatu penggunaan lahan (batas kota, pemisah kawasan, dan lain-lain), untuk fungsi lingkungannya seperti yang sudah dijelaskan diatas pada bagian sub bahasan RTH penyangga industri dan TPA.

- Ruang Terbuka Hijau Jalur Hijau Jalan

  RTH Jalur hijau jalan secara umum terdapat beberapa jenis yaitu RTH tepi jalan, RTH median jalan dan dibawah jembatan layang. Untuk jalur hijau jalan, RTH dapat disediakan dengan penempatan tanaman antara 20–30% dari ruang milik jalan (rumija) sesuai dengan klas jalan. Menurut Heinz Frick/Tri Hesti Mulyani, (2006) Fungsi RTH jalur hijau jalan seperti pada bahu jalan (tepi jalan) berfungsi sebagai peneduh. Purnomohadi, (2001) Fungsi RTH jalur hijau adalah keamanan dengan tujuan atau sasaran penunjang iklim mikro, thermal, estetika[46]. Sedangkan menurut Peraturan Menteri PU No. 05/2008 ttg: PPP-RTH-KP fungsi RTH jalur hijau jalan pertiap jenis yaitu:

Gambar 2.20 : Jalur Hijau Jalan
***Sumber** : Direktorat Jenderal Penataan Ruang, Menata RTH di Kawasan Perkotaan*

  - Tepi jalan dengan fungsi peneduh, penyerap polusi udara, peredam kebisingan, pemecah angin

[45] Direktorat Jenderal Penataan Ruang, DPU, RTH sebagai Unsur Utama Dalam Pembentuk Kota taman, Jakarta, 2006 Hal V-2.
[46] Direktorat Jenderal Penataan Ruang, DPU, RTH sebagai Unsur Utama Dalam Pembentuk Kota taman, Jakarta, 2006 Hal V-2.

- Median jalan dengan fungsi penahan silau lampu kendaraan
- Dibawah jembatan laying dengan fungsi sebagai area resapan air, estetika

H. Ruang Terbuka Hijau Sempadan

Purnomohadi, (2001) jenis RTH sempadan terdiri dari jalur (tepian) sempadan sungai dan pantai, taman situ, danau, waduk, empang, jalur hijau pengamanan. Sama halnya dengan yang disebutkan Peraturan Menteri PU No. 05/2008 ttg: PPP-RTH-KP jenis RTH jalur hijau jalan yaitu RTH sempadan sungai, RTH sempadan mata air, RTH sempadan rel KA, RTH sempadan SUTT/SUTET.

- Sempadan Sungai

Purnomohadi, (2001) Fungsi RTH jalur hijau sempadan sungai yaitu konservasi, pencegah, erosi dan penelitian, dengan tujuan atau sasaran perlindungan, mencegah okupansi penduduk, mudah menyebabkan erosi[47]. Sama halnya yang dijelaskan menurut Peraturan Menteri PU No. 05/2008 ttg: PPP-RTH-KP bahwa RTH sempadan sungai berfungsi konservasi, perlindungan tepi kiri-kanan bantaran sungai yang rawan erosi, pelestarian, peningkatan fungsi sungai, mencegah okupasi penduduk yang mudah menyebabkan erosi. Untuk ketentuan standar jarak sempadan telah dijelaskan juga dalam Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.

Gambar 2.21 : Bantaran Sungai
***Sumber** : Direktorat Jenderal Penataan Ruang, Menata RTH di Kawasan Perkotaan*

[47] Direktorat Jenderal Penataan Ruang, DPU, RTH sebagai Unsur Utama Dalam Pembentuk Kota taman, Jakarta, 2006 Hal V-2.

5/PRT/M/2008 dan Keppres No. 32 Tahun 1990 menjelaskan bahwa jarak sempadan sungai yaitu sebagai berikut.

a. Sungai bertanggul:
   - Garis sempadan sungai bertanggul di dalam kawasan perkotaan ditetapkan sekurang-kurangnya 3 m di sebelah luar sepanjang kaki tanggul;
   - Garis sempadan sungai bertanggul di luar kawasan perkotaan ditetapkan sekurang-kurangnya 5 m di sebelah luar sepanjang kaki tanggul;
   - Dengan pertimbangan untuk peningkatan fungsinya, tanggul dapat diperkuat, diperlebar dan ditinggikan yang dapat berakibat bergesernya garis sempadan sungai;
   - Kecuali lahan yang berstatus tanah negara, maka lahan yang diperlukan untuk tapak tanggul baru sebagai akibat dilaksanakannya ketentuan sebagaimana dimaksud pada butir 1) harus dibebaskan.

b. Sungai tidak bertanggul:
   - Garis sempadan sungai tidak bertanggul di dalam kawasan perkotaan ditetapkan sebagai berikut:
     - Sungai yang mempunyai kedalaman tidak lebih dari 3 m, garis sempadan ditetapkan sekurang-kurangnya 10 m dihitung dari tepi sungai pada waktu ditetapkan;
     - Sungai yang mempunyai kedalaman lebih dari 3 m sampai dengan 20 m, garis sempadan ditetapkan sekurang-kurangnya 15 m dihitung dari tepi sungai pada waktu ditetapkan;
     - Sungai yang mempunyai kedalaman lebih dari 20 m, garis sempadan ditetapkan sekurang-kurangnya 30 m dihitung dari tepi sungai pada waktu ditetapkan.

- Garis sempadan sungai tidak bertanggul di luar kawasan perkotaan ditetapkan sebagai berikut:
  - ❖ Sungai besar yaitu sungai yang mempunyai daerah pengaliran sungai seluas 500 km2 atau lebih, penetapan garis sempadannya sekurang-kurangnya 100 m;
  - ❖ Sungai kecil yaitu sungai yang mempunyai daerah pengaliran sungai kurang dari 500 km2, penetapan garis sempadannya sekurang-kurangnya 50 m dihitung dari tepi sungai pada waktu ditetapkan.
- Garis sempadan sebagaimana dimaksud pada butir 1) dan diukur ruas per ruas dari tepi sungai dengan mempertimbangkan luas daerah pengaliran sungai pada ruas yang bersangkutan.
- Garis sempadan sungai tidak bertanggul yang berbatasan dengan jalan adalah tepi bahu jalan yang bersangkutan, dengan ketentuan konstruksi dan penggunaan harus menjamin kelestarian dan keamanan sungai serta bangunan sungai.
- Dalam hal ketentuan sebagaimana dimaksud pada butir 1) tidak terpenuhi, maka segala perbaikan atas kerusakan yang timbul pada sungai dan bangunan sungai menjadi tanggungjawab pengelola jalan.
- Untuk sungai yang terpengaruh pasang surut air laut, jalur hijau terletak pada garis sempadan yang ditetapkan sekurangkurangnya 100 (seratus) meter dari tepi sungai.

➢ Sempadan Rel Kereta Api

Purnomohadi, (2001) Fungsi RTH jalur hijau pengamanan sempadan rel kereta api berfungsi keamanan, dengan tujuan atau sasaran penunjang iklim mikro, thermal, estetika. Sama halnya yang dijelaskan menurut Peraturan Menteri PU No. 05/2008 ttg: PPP-RTH-KP bahwa sempadan rel KA berfungsi membatasi interaksi antara kegiatan

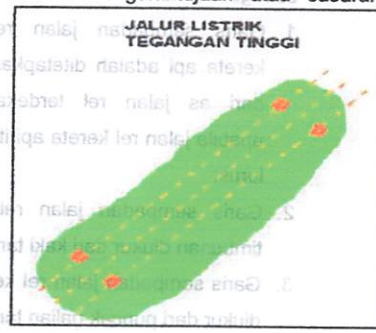
masyarakat dengan jalan rel kereta api (pengamanan terhadap jalur lalu lintas kereta api. Kriteria garis sempadan jalan kereta api yang dapat digunakan untuk RTH adalah sebagai berikut:

Gambar 2.22 : Bantaran Rel KA
***Sumber** : Direktorat Jenderal Penataan Ruang, Menata RTH di Kawasan Perkotaan*

1. Garis sempadan jalan rel kereta api adalah ditetapkan dari as jalan rel terdekat apabila jalan rel kereta api itu lurus;
2. Garis sempadan jalan rel kereta api yang terletak di tanah timbunan diukur dari kaki tanggul;
3. Garis sempadan jalan rel kereta api yang terletak di dalam galian, diukur dari puncak galian tanah atau atas serongan;
4. Garis sempadan jalan rel kereta api yang terletak pada tanah datar diukur dari as jalan rel kereta api;
5. Garis sempadan jalan rel kereta api pada belokan adalah lebih dari 23 m diukur dari lengkung dalam sampai as jalan. Dalam peralihan jalan lurus ke jalan lengkung diluar as jalan harus ada jalur tanah yang bebas, yang secara berangsur–angsur melebar dari jarak lebih dari 11 sampai lebih dari 23 m. Pelebaran tersebut dimulai dalam jarak 20 m di muka lengkungan untuk selanjutnya menyempit lagi sampai jarak lebih dari 11 m;
6. Garis sempadan jalan rel kereta api sebagaimana dimaksud pada butir 1) tidak berlaku apabila jalan rel kereta api terletak di tanah galian yang dalamnya 3,5 m;
7. Garis sempadan jalan perlintasan sebidang antara jalan rel kereta api dengan jalan raya adalah 30 m dari as jalan rel kereta api pada titik perpotongan as jalan rel kereta api dengan as jalan raya dan

secara berangsur–angsur menuju pada jarak lebih dari 11 m dari as jalan rel kereta api pada titik 600 m dari titik perpotongan as jalan kereta api dengan as jalan raya.

- Sempadan Jaringan Tegangan Listrik SUTT/SUTET Purnomohadi, (2001) Fungsi RTH jalur hijau pengamanan sempadan SUTT/SUTET berfungsi keamanan. dengan tujuan atau sasaran penunjang iklim mikro, thermal, estetika. Sama halnya yang dijelaskan menurut Peraturan Menteri PU No. 05/2008 ttg: PPP-RTH-KP bahwa Sempadan SUTT/SUTET berfungsi pengaman listrik tegangan tinggi dari kegiatan masyarakat.



Gambar 2.23 : Jalur SUTT
***Sumber** : Direktorat Jenderal Penataan Ruang, Menata RTH di Kawasan Perkotaan*

2.1.5.7.3 Alat (*Tools*) Untuk memilih atau Menyeleksi Tanaman

Evaluasi potensi pembentukan ozone (OFP) dari pohon yang sangat penting untuk udara. Banyak ditemukan dalam pepohonan pada perkotaan dan belukar" (Benjamin dan Winer, 1998) Untuk informasi mengenai seleksi pohon, organisasi penanaman pohon pada lingkungan, peran serta masyarakat, organisasi *horticultural* atau desain lanskap[48] dibahas pada subbab berikut.

A. Jenis Penanaman dan Pemeliharaan Pohon

Penanaman dan pemeliharaan lanskap kota membutuhkan pendidikan, skill, pengalaman dan kerja keras. Banyak persoalan umum yang bisa

[48] *Lisa gartland, (2008). Heat Island, understanding and Mitigating Heat In Urban Area:126-127*

dihindari dengan mengikuti desain lanskap yang baik dan praktek pemeliharaan yang baik. Perencanaan kedepan bisa meminimalkan kerusakan potensial pada bangunan, kawat listrik dan trotoari, menjaga pandangan trafik dan tanda-tanda; dan menghalngi kebutuhan penggunaan air yang berlebihan.

Di bawah adalah beberapa langkah penting yang perlu diambil ketika penanaman sebuah pohon di area kota (McPherson dan Simpson, 1999b, Tree City, 2001). Mengikuti praktek ini bisa membantu sebuah pohon tumbuh lebih cepat dan hidup lebih lama, kehidupan yang lebih sehat dan produktif.

Memilih tanaman yang tepat

- Memilih satu tanaman yang tidak tumbuh terlalu tinggi atau lebar, tidak memiliki struktur akar yang merusak dan memiliki kebutuhan air yang bisa dipenuhi dalam irigasi yang ada dan curah hujan normal.
- Juga pertimbangkan faktor-faktor yang lain dalam seleksi pohon yang mungkin mempengaruhih perawatan jangka panjang, seperti produksi pollen, bunga atau buah, rate pertumbuhan, resistansi terhadap penyakit, dan kekerasan pohon yang diperkirakan dalam kondisi tertentu. Memperhatikan pada alat seleksi pohon yang ada di bawah untuk pedoman yang lebih besar.
- Sebaliknya pastikan bahwa tanaman ini memiliki akar yang cukup sehat dengan menggoyang-goyang pohon di kontainernya. Ini harus tetap berakar kuat tanpa melongarkan tanah kontainer.

Pilih Lokasi yang baik

- Jaga tanaman minimal 1.5-3 meter (5-10 kaki) dari kawat, bangunan atau struktur untuk menghindari kerusakan

potensial dan memungkinkan akar dan cabang untuk tumbuh

- Coba tetap minimal 1 meter (3 kaki) dari trotoar atau pavement untuk menghindari kerusakan pada pavement karena akar. Jika tidak mungkin, coba memaksimalkan volume tanah dan tidak menggunakan hambatan akar untuk mengandung akar
- Jaga pohon sekitar 10 meter (30 kaki) jauh dari perpotongan trafik untuk memastikan ada visibilitas yang cukup
- Coba untuk menjga pohon jauh dari power line, lampu jalan, tanda trafik dan bangunan. Jika ini tidak mungkin, pilih spesies yang tidak tumbuh cukup besar untuk merusak lingkungannya. Secara umum, pilih pohon yang tumbuh lebih tinggi dari 7 meter (20 kaki) hanya dimana ada ruang cukup.
- Check utilitas lokal sebelum mengali untuk mencari air, saluran pembuangan, gas dan line telekomunikasi. Ini menjagamereka dari dipotong ketika menggali dan memastikan bahwa pohon ini memiliki ruang untuk tumbuhnya akar yang sehat.

- Menggali dan menanam

- Memberikan volume tanah yang besar untuk pohon yang mungkin. Ekskavasi tanah sampai kedalmaan minimal 1 meter (3 kaki) dan pastikan bahwa tanah dalam pohon baik atau minimal dalam 2 meter (6 kaki) dari pohon ini bebas batu dan reruntuhan.
- Pasang pembatas akar jika diperlukan. Ini bisa mereduksi kejadian akar tumbuh ke area yang tidak diinginkan dan merusak trotoar. Memasang hambatan sebagai praktek regular bisa mencegah banyak pemeliharaan pavement

yang mahal di masa datang dan mengurangi liabilitas hukum karena bahaya yang ditimbulkannya.

- Menggali sebuah lubang tanam sedlaam bola akar dan dua sampai tiga kali lebarnya. Tempatkan tiga sehingga bagian pucuk bola akar sedikit di atas level tanah dengan tanah natif. Jangan memadatkan tanah. Buat tanggul 15 cm (6 inci), atau rak sempit, tanah sekitar pohon sekitar setengah meter (1 atau 2 kaki) dari batang pohon. Tanggul ini membantu menahan air sekitar pohon dan memungkinkannya menapis ke bawah ke akar.
- Beri air pohon ini sampai tanah terndam, kemudian goyangkan batang untuk membuat settle tanah dan akar ke tempatnya. Sekali lagi jangan padatkan tanah
- Cover area diam tanggul dengan 10 cm (4 inci) lapisan jerami organik, tetapi menjaga jeram ini tidak kontak dengan pohon
- Secara opsional aplikasikan jumlah sedang pupuk rilis pelan
- Jangan memangkas pohon yang baru ditanam, kecuali untuk menghilangkan cabang mati

- Beri air dan pelihara
  - Beri air pohon yang baru ditanam tiga atau dua kali seminggu untuk bulan pertama, kemudian sekali seminggu selama dua atau tiga musim tumbuh. Pohon yang baru ditanam perlu 400-800 air ekstra per tahun untuk dua tahun pertama, sebagai tambahan pada curah hujan norma. Setelah menjadi kuat, pohon yang dipilih harusnya tidak perlu banyak air. Pohon yang dewasa menggunakan minimal 3000 liter air per tahun, tetapi ini terutama berasal dari curah hujan (McPherson, 2002)
  - Tambahkan lebih banyak jerami sekitar pohon ketika dibutuhkan

- Jika pohon ini pada awalnya membutuhkan pancang untuk berdiri tegak, buang pancang segera setelah pohon bisa berdiri sendiri
- Ketika pohon tumbuh, pangkas untuk menjaga cabangnya berjarak sama, menghilangkan segala cabang yang melintang atau bergesekan. Pertimbangkan memiliki pohon yang dipangkas secara profesional oleh arbourist bersetifikasi.

B. Penanaman Jenis Vegetasi yang Lain

Pohon tidak cocok dengan setiap ruang, tetapi dalam sebagian besar kasus, ada jenis vegetasi yang lain yang bisa memberikan benefit yang sama. Rumput atau groundcover bisa digunakan dengan adanya pavement untuk memberikan benefit pendinginan. Semak dan belukar bisa menaungi jendela atau dinding tanpa tumbuh terlalu besar atau tinggi. Tumbuhan merambat sangat cepat pada trelis vertikal atau overhead bisa digunakan dalam lokasi dengan sedikit tanah.

Prosedur untuk penanaman pohon, diberikan di atas, juga berlaku pada jenis tanaman lain, tetapi ada tambahan pedoman yang perlu dipertimbangkan:

- Pilih tanaman pemeliharaan rendah
  - Untuk menghindari pemotongan berlebihan di masa datang, pilih tanaman yang akan tumbuh alami ke ukuran tepat dan bentuk tepat untuk mengcover tempat yang dipilih
  - Pilih rumput dan groundcover yang tidak perlu penyiangan regular. Pilih diantara banyak jenis ground cover yang tumbuh rendah, dan ambil rumput ornamental dan biarkan tumbuh sampai ketinggian penuh

- Pilih tanaman yang perlu sedikit atau tanpa air ekstra. Tanaman anatif sering sesuai dengan iklim dengan curah hujan biasa
- Pilih tanaman yang akan tumbuh baik di kondisi ruang tersebut. Perhatikan dengan teliti jumlah sinar matahari, jenis tanah dan interaksi potensial dengan tanaman lain
- Konsultasikan dengan tool seleksi tanaman yang ada di bawah ini untuk pedoman lebih lanjut

- Jaga jarak yang tepat diantara tanaman
  - Ketahui ukuran maksimal tanaman dan beri ruang sesuai dengan itu. Ini menjaga tanaman dari terlalu padat dengan tanaman lain ketika tumbuh, dan eliminasi kebutuhan pemangkasan berlebihan atau pembuangan tanaman yang terlalu padat di kemudian hari. Ini juga menghemat pada saat membeli tanaman.

- Beri tanaman merambat dengan dukungan yang tepat
  - Tamanan merambat dengan berbagai cara: dengan melilitkan sulur atau akar sekitar pendukungnya, dengan melekatkan ujung isap atau dengan menggunakan duri untuk menempel ke pendukungnya. Beberapa tanaman merambat perlu dikecangkan secara manual untuk mendukung dengan menggunakat kawat atau kabel. Cocokan jenis tanaman merambat dengan alat pendukungnya. Hindari penggunaan tanaman merambat yang menghasilkan pucuk isap atau sulur dekat dinding atau material yang lain yang bisa rusak.
  - Tanaman merambat bisa memanjat trelis, pagar, dinding batu, atau bahkan kawat
  - Rencanakan untuk melatih tanaman merambat jika perlu. Tanaman merambat perlu diarahkan ke tempat penyokkongnya untuk tumbuh dalam arah yang tepat.

Beberapa tanaman merambat bisa invasive, atau dipersiapkan untuk dipangkas.

- Menjaga secara regular
  - o Hilangkan rumput liar, karena bisa memadati tanaman baru. Ini lebih mudah untuk menghilangkan rumput kecil muda daripada yang tua dan kuat. Perhatian yang sering, pertumbuhan rumput liar ditekan sejalan dengan waktu ketika struktur akar rumput liar dihilangkan dan tanaman yang dewasa memblok sinar matahari.
  - o Potong tanaman baru ketika mereka berbunga atau berbuah. Belukar, semak, dan tanaman merambat perlu lebihs erring pemangkasan daripada pohon. Jaga tanaman ini tumbuh dalam bentuk yang diinginkan dan arah yang diinginkan dengan menghilangkan tunas yang tidak dibutuhkan.

2.1.5.7.4 *Green Roffing* atau *Roff Garden*

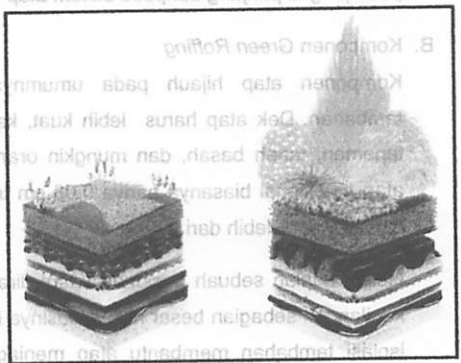
Pengatapan hijau atau atap kebun, kategori landskaping atau pengatapaan dingin, membawa benefit dari kedua teknologi untuk masyarakat. Pengatapan hijau merepresentasikan sebuah kesempatan unik untuk penambahan vegetasi ke lanskap kota. Informasi mengenai konstruksi atap hijau, benefit dan pertimbangan lain diberikan di bawah.

A. Pengertian *Green Roffing*

Sebuah atap hijau adalah sebuah kebun yang ditanam di atas bagian atas atap. Pada umumnya disebut sebagai sistem kebun diatas atap ekstensif, atau sekompleks taman yang bisa diakses penuh lengkap dengan pohon yang disebut sistem intensif. Tidak masalah apakah jenis sistem yang dipilih, komponen dari atap hijau tetap sama (Peck dan Kuhn, 2001). Dari atas ke bawah, sebagaimana ditunjukkan dalam gambar 3.11, atap hijau meliputi lapisan berikut:

- tanaman, sering yang dipilih dari aplikasi tertentu
- media ringan, terekayasa yang mungkin atau tidak meliputi tanah
- penghambat akar atau kain filter untuk mengandung akar dan media penanaman
- sebuah lapisan drainase khusus, terkadang dengan reservoir air yang sudah dibuat
- membrane tahan air/membrane pengatapan dengan repellent akar integral
- struktur atap, dengan isolasi tradisional di atas atau di bawah
- bangunan, dengan struktur untuk mendukung kebun bahkan ketika saturasi penuh

Sistem atap sederhana, bobot ringan, ekstensif biasanya ditanam dengan rumput, lumut, ata bunga liar. Konsepnya adalah mendesain atap hijau yang perlu sedikit sekali perawatan atau intervensi manusia. Spesies natif lokal adalah tanaman yang baik dan memungkinkan sistem tumbuh tanpa instalasi sistem irigasi dan drainase



Gambar 2.24 : Lapisan *Green Roffing*
Sumber : lisa gartland,Heat Island, understanding and Mitigating *Heat In Urban hal129*

Kebun ekstensif menggunakan sedikit tanah, sampai sekitar 10 cm (4 inci), dan pada umumnya dengan bobot 25 sampai1 50 kg/m^2 (5-30 lb/ft^2), belum termasuk bobot air. Sistem paling ringan mungkin tidak membutuhkan penyokong struktur tambahan, dan sehingga bisa digunakan untuk retrofit atap yang ada. Atap tidak harus datar untuk kebun ekstensif, yang bisa ditanam di atap dengan slope sampai 30°

Kebun *intensif sering* didesain untuk akses oleh publik atau penghuni bangunan. Sistem ini lebih mahal daripada sistem ekstensif untuk sejumlah alasan. Mereka menggunakan lebih banyak tanah, sebanyak 25 cm (10 inci) atau lebih, dan sehingga bootnya lebih 100-200 kg/m^2 (20-40 lb /ft^2) ketiak kering, membutuhkan pendukung struktural yang lebih kuat dalam bangunan di bawahnya. Sistem intensif pada umumnya membutuhkan irigasi dan sistem drainase. Kebun yang lebih beragam membutuhkan investasi awal lebih tinggi dan lebih banyak pemeliharaan pada jangka panjang daripada sistem atap eksensif.

B. Komponen *Green Roffing*

Komponen atap hijauh pada umumnya lebih kuat daripada atap tambahan. Dek atap harus lebih kuat, karena harus mendukung bobot tanaman, tanah basah, dan mungkin orang. Membrane kedap air pada atap tradisional biasanya hanya 0.08 cm tebalnya, sedangkan atap hijau membrane ini lebih dari 0.25 cm.

Isolasi adalah sebuah opsional, tetapi direkomendasikan. Tanah di atap kehilangan sebagian besar nilai isolasinya ketika basah, sehingga lapisan isolasi tambahan membantu atap menjaga energi selama cuaca atau setelah diberi air.

Sistem atap hijau juga menggunakan sistem drainase yang lebih baik daripada sistem atap tradisional. Lapisan drainase mencegah akar tanaman dari mencekik dan memfilter partikel tanah dari air yang mengalir. Beberapa sistem drainase berbentuk egg-crate, yang

memungkinkan beberapa air disimpan. Akar dari beberapa tanaman bisa masuk aliran atap dan material yang lain, sehingga hambatan akar khusus harus dipasang di bawah tanah dan di atas lapisan drainase.

Tanah yang digunakan dalam sistem atap hijau biasanya direkayasa untuk memberikan dukungan terbaik untuk tanaman dengan bobot terangan. Campuran tanah tipikal terdiri atas 75-80 persen bahan anorganik *seperti vermiculite, dan 20-25 persen material organik seperti* topsoil

Pilihan tanaman untuk atap hijau tanpa akhir. Atap hijau ekstensif cenderung dicover dengan rumput atau groundcover. Sedum, banyak air yang ada dalam beragam ukuran, bentuk dan warna, adalah groundcover populer untuk atap hijau, karena kandungan air tinggi membuatnya tahan api. Kebun atap intensif juga bisa memasukkan belukar, semak dan pohon dalam desainnya. Ini berguna untuk memilih tanaman natif atau tanaman lain yang sesuai dengan iklim lokal, karena tanaman ini mungkin membutuhkan lebih sedikit perhatian dan pengairan[49]

C. Keunggulan *Green Roffing*

Atap hijau (green Roffing) menggabungkan benefit pengatapan dingin dan lanskaping kota, seperti pendinginan kota, reduksi badai air, dan penghilangan polusi udara. Ini juga bisa mempercantik komunitas dna memberikan lingkungan yang lebih ramah untuk seranga, hewan dan orang[50]

2.1.6 Lansekaping Efektif Untuk Pendinginan

Diberikan di bawah ini adalah tempat-tempat yang paling efektif untuk menambah lansksaping: sekitar bangunan, sepanjang jalan, di lahan parkir dan di area dimana orang berkumpul. Saran diberikan mengenai bagaimana memilih pohon, tanaman, dan menjaga pohon dan jenis vegetasi yang lain.

---

[49] Lisa gartland, (2008). Heat Island, understanding and Mitigating Heat in Urban Area:129-

[50] Lisa gartland, (2008). Heat Island, understanding and Mitigating Heat in Urban Area:130

A. Lansekaping Sekitar Bangunan

Benefit relatif dari penanaman pohon yang berganti daun sekitar bangunan ditunjukan dalam gambar 3.12 untuk lima wilayah iklim AS. Reduksi dalam emisi CO2 berasal dari efek netto pohon pada pemanasan tahunan bangunan dan penggunaan energi pendinginan. Reduksi CO2 terbesar, misal, benefit energi terbesar, cenderung terjadi ketika pohon ditanam di barat dan timur bangunan. Pohon di lokasi ini memblok matahari di pagi hari dan sore hari ketika matahari pada sudut terendah. Pohon di utara cenderung menghe mat energi dengan memblok angin dingin musim salju. Pohon di selatan cenderung kurang menguntungkan. Naungan dari pohon di selatan cenderung sangat dangkal karena matahari secara langsung di atas kepala selama tengah hari. Pohon di selatan cenderung memblok matahari yang berguna selama musim salju[51]. Pedoman untuk penanaman pohon sekitar rumah dan bangunan kantor ditunjukkan dalam gambar 3.13 dan 3.14.

Idealnya, pohon yang ditanam untuk naungan musim panas harus melindungi jendela barat dan timur dan dinding, tetapi cukup tinggi untuk tidak memblok pandangan atau angin sepoi-sepoi. Pohon ini harus minimal 1.5-3.0 meter (5-10 kaki) menjauh dari bangunan ini memastikan untuk memungkinkan ruang untuk pertumbuhan cabang di atas tanah dan atap di bawah, tetapi kurang dari 10-15 meter (30-50 kaki) jauhnya. Sebelum penanaman, pastikan kebijakan jaminan bangunan mengijinkan vegetasi dekat dengan bangunan ini. Beberapa kebijakan tidak akan meng-cover kerusakan dari pertumbuhan akar yang berlebihan dan kebakaran, jika kebakaran diperburuk oleh vegetasi yang dekat dengan bangunan. Untuk naungan paling baik, pohon dengan tanaman lebih pendek yang lebih dekat bangunan, pohon yang lebih tinggi lebih jauh dari bangunan.

[51] *Lisa gartland, (2008). Heat island, understanding and Mitigating Heat in Urban Area:121-122*

Ini membantu menaungi unit condenser AC atau peralatan pendinginan bangunan lain. Peralatan ini bekerja kurang efisien ketika panas.

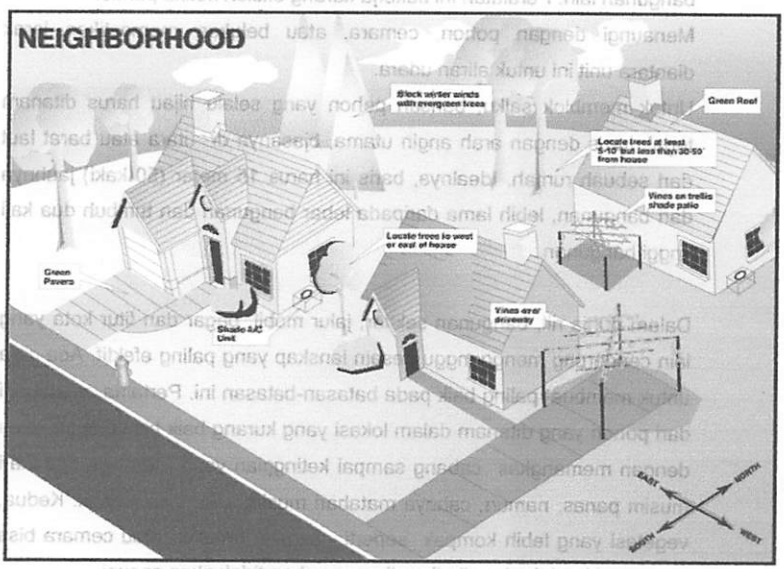
Menaungi dengan pohon, cemara, atau belukar, memastikan jarak diantara unit ini untuk aliran udara.

Untuk memblok salku, barisan pohon yang selalu hijau harus ditanam tegak lurus dengan arah angin utama, biasanya di utara atau barat laut dari sebuah rumah. Idealnya, baris ini harus 15 meter (50 kaki) jauhnya dari bangunan, lebih lama daripada lebar bangunan dan tumbuh dua kali tinggi bangunan.

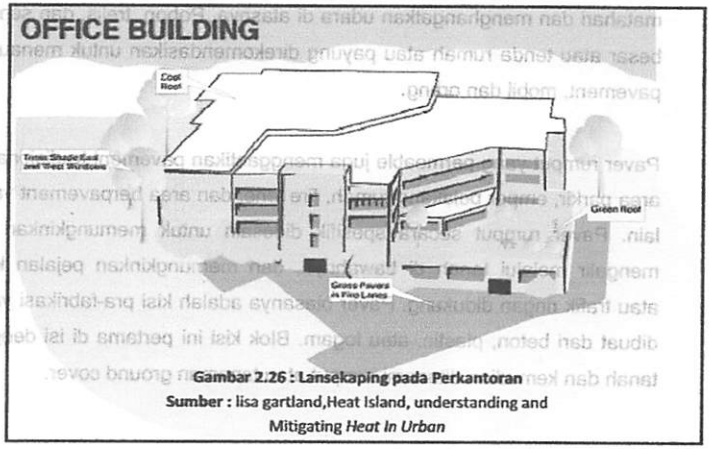
Dalam dunia riil, bangunan sekitar, jalur mobil, pagar dan fitur kota yang lain cenderung mengganggu desain lanskap yang paling efektif. Ada cara untuk membuat paling baik pada batasan-batasan ini. Pertama, menaungi dari pohon yang ditanam dalam lokasi yang kurang baik bisa dioptimalkan dengan memangkas cabang sampai ketinggian yang memblok matahari musim panas, namun, cahaya matahari musim salju bisa masuk. Kedua, vegetasi yang lebih kompak seperti semak, belukar, atau cemara bisa menaungi jendela dan dinding dimana pohon tidak akan sesuai.

Emper terbuka belakang rumah, jalur mobil dan trotoar juga mendapatkan benefit naungan. Pavement menyimpan panas ketika terekspos ke matahari dan menghangatkan udara di atasnya. Pohon, trelis, dan semak besar atau tenda rumah atau payung direkomendasikan untuk menaungi pavement, mobil dan orang.

Paver rumput yang permeable juga menggantikan pavement tradisional di area parkir, emper belakang rumah, fire lane, dan area berpavement yang lain. Paver rumput secara spesifik didesain untuk memungkinkan air mengalir melalui tanah di bawahnya, dan memungkinkan pejalan kaki atau trafik ringan didukung. Paver biasanya adalah kisi pra-fabrikasi yang dibuat dari beton, plastic, atau logam. Blok kisi ini pertama di isi dengan tanah dan kemudian ditanami rumput atau tanaman ground cover.



Gambar 2.25 : Lansekaping pada Permukiman
Sumber : lisa gartland,Heat Island, understanding and Mitigating *Heat In Urban*



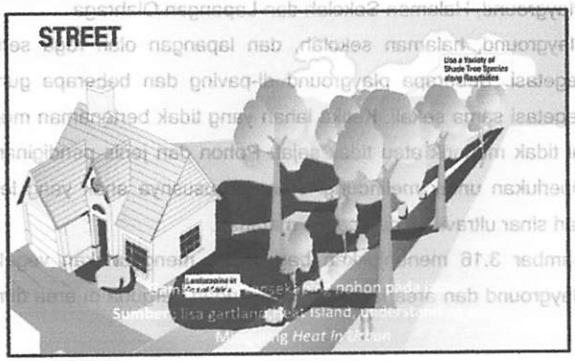
Gambar 2.26 : Lansekaping pada Perkantoran
Sumber : lisa gartland,Heat Island, understanding and Mitigating *Heat In Urban*

B. Lansekaping Pohon dan Lahan Parkir

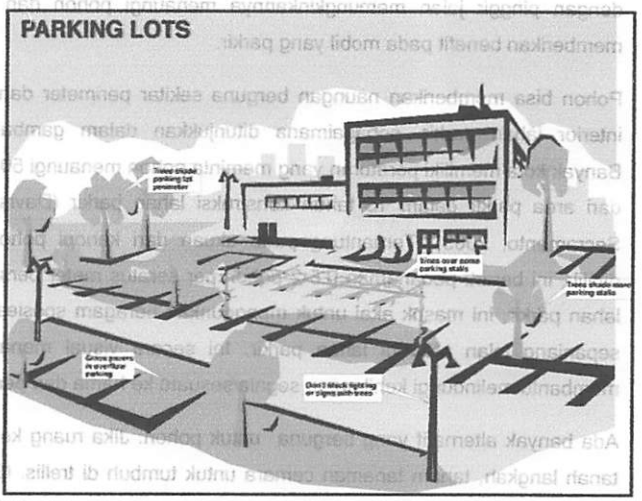
Lokasi terbaik untuk penanaman pohon sepanjang jalan. Pohon ini bisa ditanam dengan interval regular 6-12 meter (20-40 kaki) sepanjang sisi jalan, dan sepanjang median di pusat jalan. Penempatan pohon dekat dengan pinggir jalan memungkinkannya menaungi pohon dan trotoar memberikan benefit pada mobil yang parkir.

Pohon bisa memberikan naungan berguna sekitar perimeter dan dalam interior lahan parkir, sebagaimana ditunjukkan dalam gambar 3.10. Banyak kota memiliki peraturan yang meminta pohon menaungi 50 persen dari area parkir dalam 15 tahun konstruksi lahan parkir (Davis, 1998; Sacramento, 2003). Tergantung pada ukuan dari kanopi pohon yang dipilih, ini berarti penanaman 0.5-2 pohon per seratus meter persegi dari lahan parkir. Ini masuk akal untuk menggunkan beragam spesies pohon sepanjang jalan atau di lahan parkir. Ini secara visual menarik dan membantu melindungi kehilangan segala sesuatu ke hama dan penyakit

Ada banyak alternatif yang berguna untuk pohon. Jika ruang ketat atau tanah langkah, tanam tanaman cemara untuk tumbuh di trellis. Gunakan kolektor matahari sebagai kombinasi alat naungan dan tempat charging. Paver rumpu tpermeable bisa juga digunakan pada area trafik rendah lahan parkir, seperti jalur jalan trotoar atau *overflow* parkir yang digunakan sekali atau dua kali seminggu.



Ketika lanskaping jalan dan lahan parkir, perhatkan pencahayaan, signage, kabel dan hal penting untuk keselamatan dan visibilitas. Lanskaping harus tidak mengganggu fitur ini ketika tanaman tumbuh. Penempatan yang baik dengan ukuran tanaman yang benar akan mereduksi pemeliharaan beberapa tahun kedepan



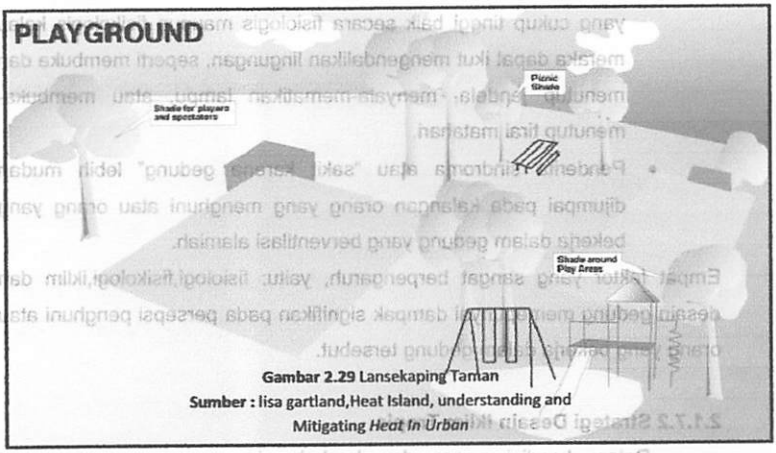
Gambar 2.28 Lansekaping pada lahan Parkir
Sumber : lisa gartland,Heat Island, understanding and Mitigating *Heat In Urban*

C. Playground, Halaman Sekolah dan Lapangan Olahraga

Playground, halaman sekolah, dan lapangan olah raga sering kurang vegetasi. Beberapa playground di-paving dan beberapa gundul, tanpa vegetasi sama sekali. Ketika lahan yang tidak bertanaman mudah dijaga, ini tidak menarik atau tidak sejat. Pohon dan jenis pendiginan yang lain diperlukan untuk melindungi orang, khususnya anak yang lebih rentan, dari sinar ultraviolet dan panas matahari.

Gambar 3.16 menunjukkan bagaimana menggunakan vegetasi sekitar playground dan area lain. Pohon naungan berguna di area dimana orang

mungkin berkumpul, seperti tempat duduk tim, tempat pengamat, jungle gym, box pasir, ayunan, dan meja piknik. Pohon membutuhkan waktu untuk tumbuh, trelis menjadi naungan beruguna dengan cepat.



Gambar 2.29 Lansekaping Taman
Sumber : lisa gartland,Heat Island, understanding and Mitigating *Heat In Urban*

2.1.7 *Urban Heat Island* Pada Daerah Tropis

2.1.7.1 Kenyamanan Thermal Daerah Tropis

Untuk mencapai kenyamanan termal pada daerah tropis, atau lebih tepatnya untuk menciptakan lingkungan nyaman dengan hanya menggunakan strategi pendiginan pasif merupakan tantangan yang nyata. Alasan utama adalah bahwa kondisi iklim di dearah tropis mudah melampaui zona kenyamanan sebagai mana didefinisikan di negeri-negeri beriklim sedang. Karena itu, bahkan gedung yang memiliki ventilasi alamiah yang didesan dengan baik di negeri-negeri tropis tidak menunjukan slalu menghasilkan kondisi termal yang baik. Menurut Nyuk Hien Wong and Yu Chen (2009:11-12), dalam buku *Tropical Urban Heat Island Climate, building and greeny* pembuatan gedung-gedung pada daerah tropis yang menggunakan ventilasi alamiah tetap perlu didorong, karena:

- Arsitektur ventikular tropis membuktikan bahwa desain gedung tropis yang adaptif dan inovatif tetap mampu menghasilkan kondisi termal dalam gedung yng relative nyaman
- Penduduk di Negara tropis cendrung menerima (mentolelir) suhu yang cukup tinggi baik secara fisiologis maupun fisikologis kalau meraka dapat ikut mengendalikan lingungan, seperti membuka dan menutup jendela, menyala-mematikan lampu, atau membuka-menutup tirai matahari.
- Penderita sindroma atau "sakit karena gedung" lebih mudah dijumpai pada kalangan orang yang menghuni atau orang yang bekerja dalam gedung yang berventilasi alamiah.

Empat faktor yang sangat berpengaruh, yaitu: fisiologi,fisikologi,iklim dan desain gedung memepunyai dampak signifikan pada persepsi penghuni atau orang yang bekerja dalam gedung tersebut.

2.1.7.2 Strategi Desain Iklim Tropis

Dalam kondisi panas dan lembab, dua sasaran yang sangat mendasar yang perlu diperhatikan dengan ketat. Pertama adalah meminimalkan pemanasan oleh sinar matahari (*solar Heat gain* atau perolehan panas sinar matahari) menggunaan alat peneduh yang tepat atau bahan yang tepat. Kedua adalah memaksimalkan pendinginan karena penguapan *(evaporation cooling)* menggunaan ventilasi alamiah[52]. Kedua sasaran ini berlaku bagi desain skala urban maupun desain gedung satu persatu.

Nyuk Hien Wong and Yu Chen (2009:32), dalam buku *Tropical Urban Heat Island Climate, building and greeny* menyatakan beberapa strategi umum desain urban yang bisa menjadi contoh:

[52] Nyuk Hien Wong and Yu Chen (2009), Tropical Urban Heat Island Climate, building and greeny h.II.32

- Ruang antar gedung *urban* hendaknya tepat ukuranya untuk memperlancar gerakan udara. Ini berkaitan erat dengan kepadatan (densitas) daerah perkotaan, ukuran ngarai perkotaan (*urban canyon*), keterbukaan orientasi dan lebar jalan.
- Rumah-rumah dan gedung-gedung yang berdekatan (*neighborhod*) hendaknya diorientasikan dengan baikuntuk menghindari orientasi terhadap matahari yang menggangu dan untuk memperlancar angin dominan (*prevailing wind*). Prioritasnya adalah menghasilkan ventilasi silang (*cross ventilation*) yang baik bilamana orientasi matahari bertentangan dengan orientasi angin (orientasi matahari yang baik bukan orientasi angin yang baik, atau sebaliknya).
- Peneduhan yang didapat dari alat-alat peneduh gedung sendiri dan peneduh yang diperoleh dari gedung-gedung sekitarnya harus dapat dimanfaatkan dengan sebaik-baiknya. Menurut strategi "paying bayangan" (*shadow umbrella*) yang disarankan Emanuel (Emanuel, 2005:114), gedung-gedung tinggi lebih baik ditempatkan disepanjang garis utara dan timur, sedangkan gedung-gedung rendah ditempatkan disepanjang garis barat dan halaman ditengah hendanya diblarkan terbuka.
- Fasad berwarna muda (dengan daya serap randah dan daya pantul tinggi) hendaknya dianjurkan dalam lingkungan terbangun (untuk mengurangi efek UHI, pulau panas dalam kota).
- Vegetasi hendaknya ditanam secara luas pada daerah kota, tetapi hari diperhatikan, karena ini memiliki dua hal penting: pertama, meneduhi pejalan kaki dan lingkungan sekitarnya dan fasad-fasad gedung atau atap-atap gedung, tetapi vegetasi jangan sampai menghanbat pengeluaran udara.

Beberapa strategi umum desain gedung hendaknya diikuti:

- Masing-masing gedung hendaknya menggunakan *layout-layout* terbuka
- Sumbu panjang gedung hendanya diorientasikan pada garis utara-selatan
- Sumbu panjang gedung hendanya diorientasikan hendanya tegak lurus pada arah angin lokal dominan. Karena orientasi angin yang bertentangan dengan orientasi matahari, prioritas hendanya diberikan pada pencapaian ventilasi alamiah yang baik.
- Fasad-fasad sebaiknya diberikan bukaan yang luas untuk memperlancar pergarakan udara. Tetapi alat-alat pemantul cahaya dan sinar matahari hendaknya digunakan untuk melindungi bahan terhadap radiasi matahari dan cahaya yang tidak dikehendaki tanpa menghambat pergerakan udara. Jendela hendaknya dibuka, bahkan untuk ruang berAC. Tempat-tempat terbaik untuk bukaan adalah dinding-dinding yang berhadap-hadapan untuk memperlancar ventilasi silang
- Dinding-dindin terluar gedung (*building envelope*) hendaknya terbuat dari bahan-bahan yang ringan yang mempunyai kapasitas panas rendah untuk mengurangi sebanyak-banyaknya penyimpanan panas. Warna dinding luar hendaknya mudah untuk mengurangi penyerapan panas dan dengan demikian mengurangi pemindahan panas kebagian dalam gedung.
- Atap lengkung, miring atau bulat lebih baik dari pada atap datar untuk memudahkan pembuangan panas dan air hujan. Atap hendanya menjulur jauh dari dinding dan bukaan untuk melindungi muka dari panas matahari dan hujan
- Meninggikan lantai pertama diatas tanah dianjurkan untuk memungkinkan sirkulasi udara sejuk di bawahnya

- Taman hendaknya ditempatkan di tempat-tempat strategis dalam gedung, di atap, di fasade-fasade dan disekitarnya untuk memberikan maanfaat termal.

Untuk merancang kota besar dan masing-masing arsitektur (gedung di dalamnya) yang dari segi iklim sesuai dengan iklim tropis, semua strategi umum tersebut hendaknya dipertmbangan dengan sebaik-baiknya.

2.1.8 Mitigasi Dalam Penanggulangan Bencana

2.1.8.1 Pengertian Mitigasi

Mitigasi dalam kamus John M. Echols dan Hassan Shadily atinya pengurangan. Melalui mitigasi, usaha yang dapat dilakukan adalah mengurangi sebab pemanasan global dari sumbernya. Gunanya agar laju pemanasan itu melambat. Dan pada saat bersamaan, dapat dilakukan persiapan diri untuk beradaptasi dengan perubahan yang ada. Sehingga diharapkan akan ditemukan suatu titik temu yang menjamin kelangsungan hidup manusia[53].

Penyelenggaraan penanggulangan bencana adalah serangkaian upaya yang meliputi penetapan kebijakan pembangunan yang berisiko timbulnya bencana, kegiatan pencegahan bencana, tanggap darurat, dan rehabilitasi.

Pencegahan bencana adalah serangkaian kegiatan yang dilakukan untuk mengurangi atau menghilangkan risiko bencana, baik melalui pengurangan ancaman bencana maupun kerentanan pihak yang terancam bencana.

2.1.8.2 Jenis-jenis Bencana

UU No. 24 Tahun 2007tentang Penanggulangan Bencana yang menjadi dasar dalam pegangan dalam pemahaman kebencanaan di Indonesia, mengkategorikan bencana berdasarkan sumbernya dalam tiga kategori, yaitu bencana alam, bencana non-alam, dan bencana sosial.

[53] http://indosmarin.com/20080902-dampak-perubahan-iklim-negara-"coral-triangle"-ambil-antisipasi.html

A. Bencana Alam

adalah bencana yang diakibatkan oleh peristiwa atau serangkaian peristiwa yang disebabkan oleh alam antara lain berupa gempa bumi, tsunami, gunung meletus, banjir, kekeringan, angin topan, dan tanah langsor

B. Bencana Non Alam

antara lain kebakaran hutan/lahan yang disebabkan oleh manusia, kecelakan transportasi, kegagalan konstruksi/teknologi, dampak industri, ledakan nuklir, pencemaran lingkungan dan kegiatan keantariksaan

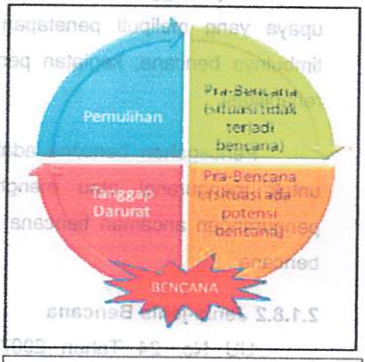
C. Bencana Sosial

Bencana sosial antara lain berupa kerusuhan sosial dan konflik sosial dalam masyarakat yang sering terjadi

2.1.8.3 Perancanaan Dalam Penanggulangan Bencana

A. Penyelenggaraan Penanggulangan Bencana

Pemerintah dan pemerintah daerah bertanggung jawab dalam penyelenggaraan penanggulangan bencana. Sebagaimana didefinisikan dalam UU 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana, penyelenggaraan Penanggulangan Bencana adalah serangkaian upaya yang meliputi penetapan kebijakan pembangunan yang berisiko timbulnya bencana, kegiatan pencegahan bencana, tanggap darurat, dan rehabilitasi. Rangkaian



Gambar 2.30 : Alur Penyelenggaraan Penanggulangan Bencana
Sumber : Peraturan Kepala BNPB No.4 Th.2008

kegiatan tersebut apabila digambarkan dalam siklus penanggulangan bencana adalah sebagai berikut :

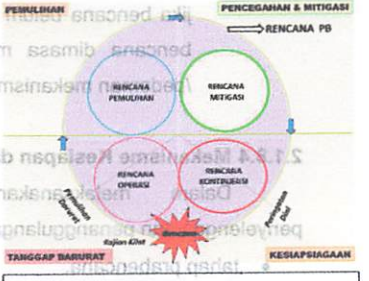
Pada dasarnya penyelenggaraan adalah tiga tahapan yakni :

1. Pra bencana yang meliputi:
   - situasi tidak terjadi bencana
   - situasi terdapat potensi bencana
2. *Saat Tanggap Darurat yang dilakukan dalam situasi terjadi* bencana
3. Pascabencana yang dilakukan dalam saat setelah terjadi bencana

Tahapan bencana yang digambarkan di atas, sebaiknya tidak dipahami sebagai suatu pembagian tahapan yang tegas, dimana kegiatan pada tahap tertentu akan berakhir pada saat tahapan berikutnya dimulai. Akan tetapi harus dipahami bahwa setiap waktu semua tahapan dilaksanakan secara bersama-sama dengan porsi kegiatan yang berbeda. Misalnya pada tahap pemulihan, kegiatan utamanya adalah pemulihan tetapi kegiatan pencegahan dan mitigasi juga sudah dimulai untuk mengantisipasi bencana yang akan datang.

B. Perencanaan dalam Penyelenggaraan Penanggulangan Bencana

Secara umum perencanaan dalam penanggulangan bencana dilakukan pada setiap tahapan dalam penyelenggaran penanggulangan bencana Dalam penyelenggaraan penanggulangan bencana, agar setiap kegiatan dalam setiap tahapan dapat berjalan dengan terarah, maka disusun suatu



Gambar 2.31 : Tahapan Prabencana
Sumber : Peraturan Kepala BNPB No.4 Th.2008

rencana yang spesifik pada setiap tahapan penyelenggaraan penanggulangan bencana.

1. Pada tahap Prabencana dalam situasi tidak terjadi bencana,dilakukan penyusunan Rencana Penanggulangan Bencana (Disaster Management Plan), yang merupakan rencana umum dan menyeluruh yang meliputi seluruh tahapan / bidang kerja kebencanaan. Secara khusus untuk upaya pencegahan dan mitigasi bencana tertentu terdapat rencana yang disebut rencana mitigasi misalnya Rencana Mitigasi Bencana Banjir DKI Jakarta.
2. Pada tahap Prabencana dalam situasi terdapat potensi bencana dilakukan penyusunan Rencana Kesiapsiagaan untuk menghadapi keadaan darurat yang didasarkan atas skenario menghadapi bencana tertentu (single hazard) maka disusun satu rencana yang disebut Rencana Kontinjensi (Contingency Plan).
3. Pada Saat Tangap Darurat dilakukan Rencana Operasi (Operational Plan) yang merupakan operasionalisasi/aktivasi dari Rencana Kedaruratan atau Rencana Kontinjensi yang telah disusun sebelumnya.
4. Pada Tahap Pemulihan dilakukan Penyusunan Rencana Pemulihan (Recovery Plan) yang meliputi rencana rehabilitasi dan rekonstruksi yang dilakukan pada pasca bencana. Sedangkan jika bencana belum terjadi, maka untuk mengantisipasi kejadian bencana dimasa mendatang dilakukan penyusunan petunjuk /pedoman mekanisme penanggulangan pasca bencana.

2.1.8.4 Mekanisme Kesiapan dan Penanggulanagan Dampak Bencana

Dalam melaksanakan penanggulangan bencana, maka penyelenggaraan penanggulangan bencana meliputi :

- tahap prabencana,
- saat tanggap darurat, dan
- pascabencana.

A. Pada Pra Bencana

Pada tahap pra bencana ini meliputi dua keadaan yaitu :

- Dalam situasi tidak terjadi bencana
- Dalam situasi terdapat potensi bencana

1. Situasi Tidak Terjadi Bencana

Situasi tidak ada potensi bencana yaitu kondisi suatu wilayah yang berdasarkan analisis kerawanan bencana pada periode waktu tertentu tidak menghadapi ancaman bencana yang nyata. Penyelenggaraan penanggulangan bencana dalam situasi tidak terjadi bencana meliputi :

a. perencanaan penanggulangan bencana;
b. pengurangan risiko bencana;
c. pencegahan;
d. pemaduan dalam perencanaan pembangunan;
e. persyaratan analisis risiko bencana;
f. pelaksanaan dan penegakan rencana tata ruang;
g. pendidikan dan pelatihan; dan
h. persyaratan standar teknis penanggulangan bencana.

2. Situasi Terdapat Potensi Bencana

Pada situasi ini perlu adanya kegiatan-kegiatan kesiap siagaan, peringatan dini dan mitigasi bencana dalam penanggulangan bencana.

a. Kesiapsiagaan
b. Peringatan Dini
c. Mitigasi Bencana

Kegiatan-kegiatan pra-bencana ini dilakukan secara lintas sector dan multi stakeholder,oleh karena itu fungsi BNPB/BPBD adalah fungsi koordinasi.

B. Saat Tanggap Darurat

Penyelenggaraan penanggulangan bencana pada saat tanggap darurat meliputi:

1. pengkajian secara cepat dan tepat terhadap lokasi, kerusakan, dan sumber daya;
2. penentuan status keadaan darurat bencana;
3. penyelamatan dan evakuasi masyarakat terkena bencana;
4. pemenuhan kebutuhan dasar;
5. perlindungan terhadap kelompok rentan; dan
6. pemulihan dengan segera prasarana dan sarana vital.

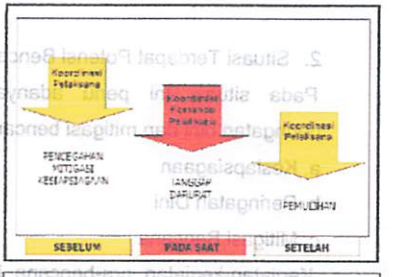
C. Pasca Bencana

Penyelenggaraan penanggulangan bencana pada tahap pasca bencana meliputi:

1. rehabilitasi; dan
2. rekonstruksi.

D. Mekanisme Penanggulangan Bencana

Mekanisme penanggulangan bencana yang akan dianut dalam hal ini adalah mengacu pada UU No 24 Tahun 2007 Tentang Penanggulangan Bencana dan Peraturan Pemerintah No 21 Tahun 2008 tentang Penyelenggaraan Penanggulangan Bencana. Dari peraturan perundangundangan tersebut di atas, dinyatakan bahwa mekanismetersebut dibagi ke dalam tiga tahapan yaitu :



Gambar 2.32 : Mekanisme Penanggulangan Bencana
Sumber : Peraturan Kepala BNPB No.4 Th.2008

1. Pada pra bencana maka fungsi BPBD bersifat koordinasi dan pelaksana,
2. *Pada saat Darurat bersifat koordinasi, komando dan pelaksana*
3. Pada pasca bencana bersifat koordinasi dan pelaksana.

2.2 Variable Penelitian

Menurut Sugiono, (2009) Variabel penelitian pada dasarnya adalah sesuatu hal yang berbentuk apa saja yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari sehingga diperoleh informasi tentang hal tersebut, kemudian ditarik kesimpulannya.[54] Menurut Hatch dan Farhady, (1981) Variabel adalah atribut seseorang, atau subyek yang mepunyai "variasi" antara satu orang dengan orang yang lain atau satu obyek dengan obyek yang lain. Jadi dinamakan variable karena ada variasinya (masing-masing dapat berbeda).[55]

Variabel dalam penelitian ini didasarkan atas landasan teori terkait tentang Parameter kekotaan penyebab Urban Heat Islan dimana jenis variabel yang digunakan adalah variabel aktif. Adapun rumusan variabel pada penelitian ini dapat dilihat dari parameter kota yang dipilih, terdapat variable yang akan diidentifikasi, antaralain:

- Jenis Penggunaan Lahan
  - Permukiman
  - Industri
  - Komersial
- Kondisi bangunan
- Material bangunan yang digunakan
  - Atap
    - Bahan atap
    - Warna atap (gelap dan Terang)
    - Jenis atap (genteng, kanopi dsb)
  - Lapisan permukaan
    - Aspal
    - Beton (jenis beton dan warna beton)
  - Tembok
- Jara antar bangunan

[54] http://edukasi.kompasiana.com/2010/11/07/mengenal-variabel-penelitian/
[55] http://handiarto.com/variabel-penelitian-9

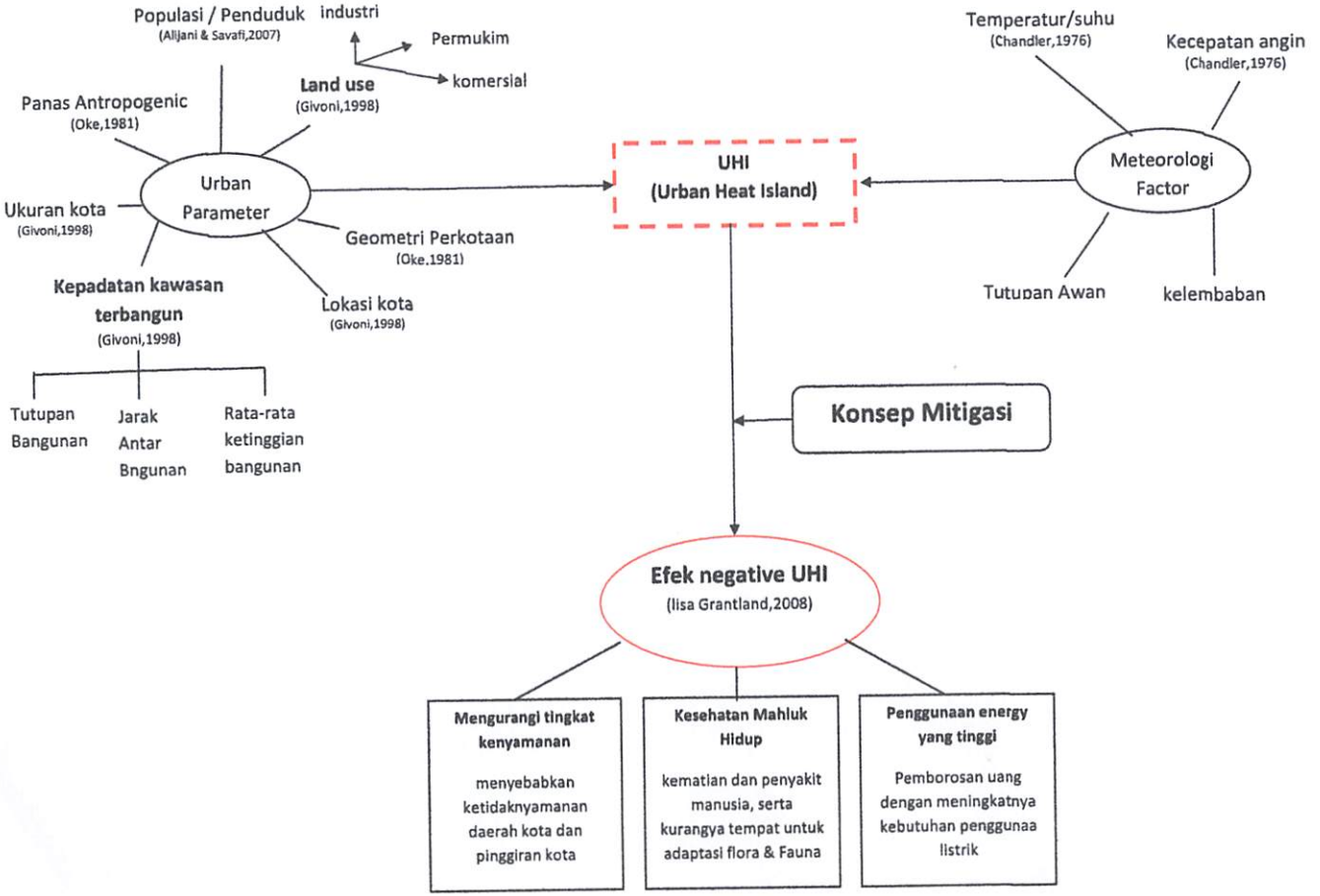
- **Koefisien datar Bangunan (KDB)**
- **Koefisien Landai Bangunan (KLB)**
- **Garis Sepadan Bangunan (GSB)**

➢ **Rata-rata ketinggian bangunan**

➢ **Vegetasi**

- **Jenis vegetasi**
- **Letak vegetasi**
- **Sebaran vegetasi**

Kerangka Teori



BAB III
METODE PENELITIAN

Metode adalah langkah - langkah yang digunakan dalam upaya mencapai tujuan. Pada metodologi penelitian ini akan diuraikan segala hal yang berkenaan dengan cara dan metode yang digunakan pada penyusunan laporan penelitian, diantaranya metode pengumpulan data dan metode analisa. Metode pengumpulan data merupakan teknik atau pendekatan yang digunakan dalam mengumpulkan data dan informasi terkait tema penelitian, sedangkan metode analisa yaitu teknik atau pendekatan berupa alat analisa yang digunakan dalam menganalisa data dan informasi.

3.1 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data terdiri dari tahapan persiapan dan teknik survey, tahapan persiapan merupakan tahapan awal dalam mempersiapkan segala kebutuhan berupa data - data awal sebagai bahan persiapan survey, sedangkan teknik survey merupakan tahapan pengumpulan data dan informasi yang terkait dengan tema penelitian dimana terdiri dari survey primer dan survey sekuder.

3.1.1 Tahap Persiapan

Pada tahapan ini dilakukan persiapan-persiapan berupa penyediaan alat-alat yang akan diperlukan dalam survey. Adapun hal-hal yang perlu dipersiapkan adalah:

a. Kerangka studi sebagai usulan teknis survey berupa *check list*.
b. Telaah pustaka berupa pemahaman awal terhadap kondisi wilayah dengan membaca dan memahami buku-buku, penelitian-penelitian dan informasi terutama yang relevan dengan kebutuhan studi untuk keperluan dalam penyusunan landasan teori dan sebagai bahan acuan mengenai kondisi wilayah studi pada masa lampau dan sekarang.

3.1.2 Teknik Survey

3.1.2.1 Survey Primer

Tahapan survey merupakan tahapan pengumpulan data yang terdiri dari survey primer berdasarkan kebutuhan data dalam penyusunan studi ini. Survey primer merupakan kegiatan memperoleh data lapangan secara langsung dengan mengamati kondisi lokasi studi. Data primer dapat berupa opini orang baik individu maupun kelompok, serta hasil observasi terhadap fokus amatan yang diperoleh dengan cara wawancara maupun observasi. Adapun kegiatan survey primer yang dilakukan adalah observasi kondisi fisik berupa pengamatan langsung yang mendalam mengenai kondisi wilayah survey yang diamati secara visual sebagai gambaran terhadap fenomena yang ada, kemudian akan direkam dan diinterpretasikan dalam proses analisa. Kondisi fisik tersebut didokumentasikan atau direkam melalui teknik pengambilan gambar kondisi wilayah dengan bantuan peta,wawancara, dan foto..

A. Observasi

Observasi adalah pemilihan, pengubahan, pencatatan dan pengodean serangkaian perilaku dan suasana yang berkenaan dengan organisme *in situ*, sesuai dengan tujuan - tujuan empiris. Teknik observasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah teknik observasi berstruktur atau *structured observasion* dimana pengamat dalam melaksanakan observasinya menggunakan pedoman pengamatan. Dasar dari metode observasi pengamatan langsung yang dilakukan peneliti dilapangan yang diharapkan mampu menjawab pertanyaan tentang faktor-faktor penyebab *Heat Island* di lokasi studi. Adapun tahapan observasi yang dilakukan antara lain mengidentifikasi karakteristik lokasi studi meliputi ;

a. penggunaan lahan ; maka survey yang dilakukan adalah survey penggunaan lahan yang meliputi berbagai jenis penggunaan antaralain; permukiman, komersial,pabrik atau industri yang

spesifikasinya berhubungan langsung dengan penyebab pulau panas *(heat Island)*

b. Tutupan bangunan survey yang dilakukan yaitu meidentifikasikan secara detail material bangunan yang digunakan dari bangunan yang ada, antaralian; jenis atap,warna dan bahan atap, jenis tembok, jenis dan warna lapisan permukaan

c. Jarak antar bangunan ; survey yang dilakukan untuk jarak antar bangunan meliputi KDB, KLB, dan GSB yang akan dihitung berdasarkan klasifikasinya

d. Vegetasi : servei Vegetasi berupa, jenis vegetasi yang ada, sebaran letak vegetasi yang ada apakan sesuai dengan fungsi dan kegunaanya.

B. Dokumentasi

Teknik pengumpulan data dengan merekam kejadian atau situasi dilokasi penelitian yang berupa gambar (foto) untuk menunjang dalam penelitian. Dalam hal ini pengambilan gambar akan dilakukan pada beberapa bagian lokasi studi yaitu yang menyangkut tatanan fisik serta ragam aktivitas yang berlangsung di dalamnya. Hal ini dimaksudkan untuk memudahkan dan menunjang tahapan identifikasi dalam penelitian.

3.1.2.2 Survey Sekunder

Survey Sekunder yaitu survey yang dilakukan dengan cara mencari data- data ke instansi yang terkait dengan kegiatan survey. Data instansi disesuaikan dengan instansi yang terkait dengan materi *Heat Island* yang inginkan antara lain jumlah atap, jumlah vegetasi, jenis perkerasan jalan serta material bangunan yang digunakan bangunan yang ada dilokasi penelitian.

3.2 Metode Analisa

Analisis data adalah proses penyederhanaan data ke dalam bentuk yang lebih mudah dibaca dan diinterpretasikan. Data yang diperoleh dari

proses pengumpulan data kemudian akan diolah dan dianalisis dengan menggunakan metode - metode yang sesuai.

Analisis data merupakan langkah yang sangat penting dalam suatu penelitian, karena analisis data berfungsi untuk mengambil kesimpulan dari sebuah penelitian. Analisis data dilakukan setelah data-data penelitian terkumpul secara lengkap kemudian data tersebut diolah dan dianalisis untuk menghasilkan kesimpulan yang benar sehingga dapat menjawab persoalan yang sedang diteliti serta mampu dipertanggung jawabkan kebenarannya. Tujuan analisis dalam penelitian ini adalah untuk menyempitkan dan membatasi penemuan sehingga menjadi data yang tersusun lebih teratur.

Dalam penelitian ini analisis yang digunakan adalah analisis data deskriptif kuantitatif yang didasarkan untuk mengetahui keadaan sesuatu yang bersifat kualitatif dengan penafsiran persentase data kuantitatif melalui metode pengumpulan data.

3.2.1 Analisa *Super Impose (Overlay)*

Teknik superimpose (overlay) ini merupakan penggabungan beberapa peta tematik yang digabungkan sehingga muncul informasi yang diinginkan sesuai dengan kebutuhan data yang ada. Dalam melaukan overlay penetuan lokasi titik panas Heat Island yang ada dikota malang, diperlukan Citra Satelit *Quick Bird* kota Malang dan peta titik panas eksisting kota Malang yang sudah diteliti pada penelitian terdahulu.

Analisa overlay dilakukan dengan cara menumpuk semua data dalam bentuk peta dengan menggukan *Tool Arcview*, dalam penelitian ini analisa overlay ditujukan untuk mengetahui sebaran tingkat Suhu udara yang panas dengan menggunakan variabel-variabel penelitian yang memiliki pengaruh terhadap meningkatnya pulau panas pada lokasi studi adapun variable tersebut yaitu : Jenis Material atap, Jenis Lapisan Perkerasan Jalan, Vegetasi, Keofisen Dasar Bangunan dan Kepadatan bangunan. Berdasarkan variable-variabel tersebut adapun data yang dibutuhkan untuk analisa ini meliputi:

1. Peta Jenis Material Atap Bangunan, merupakan keterangan letak dan jenis bahan atap apa saja yang digunakan pada lokasi penelitian
2. Peta Jenis Perkerasan Jalan, merupakan jenis-jenis lapisan perkerasan jalan yang berupa aspal, paving dan tanah
3. Peta Sebaran Vegetasi, merupakan data sebaran vegetasi dan wilayah mana saja yang memiliki vegetasi dan non vegetasi
4. Peta Keofisien Dasar Bangunan (KDB), merupakan data wilayah yang memilki tingkat Koefisien bangunan yang tinggi, sedang maupun rendah
5. Peta Kepadatan bangunan merupakan data wilayah yang memilki tingkat kepadatan yang tinggi, sedang ataupun rendah

Kemudian semua data tersebut diberikan nilai berdasarkan refrensi yang ada dan untuk kemudian dilakukan pembototan. Adapun pembobotan tersebut adalah sebagai berikut :

- Masing-masing peta diberikan bobot berbeda sesuai dengan tingkat kontribusinya terhadap tingginya peningkatan suhu yang ,enyebabkan Pulau Panas (heat Island)
- Dilakukan juga pemberian nilai terhadap masing-masing variabel peta didasarkan pada kelas Tingginya tinggkat kontribusi terhadap paningkatan panas
- Setelah dilakukan pembobotan dan penilaian kemudian dilakukan scoring terhadap masing-masing variabel peta dengan cara mengalikan bobot kali
- Setelah score didapatkan maka dapat dihitung kesesuian lahan dengan cara membuat interval ke dalam lima kategori. Penghitungan interval dilakukan dengan cara :

$$\text{Interval} = \frac{\text{Nilai tertinggi} - \text{Nilai terendah}}{3}$$

- Dari perhitungan interval didapatkan nilai klasifikasi sebaran Panas

- Setelah diketahui tingkat kesesuian lahan maka dapat dilakukan overlay semua peta tematik yang dibutuhkan untuk mencari wilayah sebaran panas.

3.2.2 Metode *Nearest Neighbour Analysis* (Analisa Tertangga Terdekat)

Untuk menganalisa dan mengetahui gambaran persebaran ke-ruang-an (spasial) dari sebaran vegetasi, maka digunakan rumus yang dikenal dengan sebutan "analisis tetangga terdekat". Analisa tetangga terdekat (Nearest Neighbour Analisys) biasa digunakan untuk menetukan pola permukiman yang tidak memiliki hambatan alamiah, dengan menghubungkan titik satu dan uang lainya dengan menggunakan garis sebagai satuan jarak[1]. Adapun formula uang digunakan yaitu :

Adapun formula uang digunakan yaitu :

$$T = \frac{Ju}{Jh}$$

di mana:

T : adalah indeks persebaran tetangga terdekat;

Ju : adalah jarak rata-rata yang diukur antara satu titik dengan titik tetangga yan terdekat;

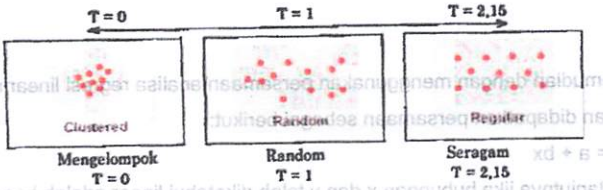
Jh : adalah jarak rata-rata yang diperoleh andaikata semua titik mempunyai pola acak, yang dihitung dengan rumus:

$$\frac{1}{2\sqrt{p}}$$

[1] Agus Dwi Martono, Pola-pola permukiman dan Cara-cara mengukurnya 2001

p : adalah kepadatan titik dalam tiap kilometer persegi, yang didapat dari perhitungan pembagian antara jumlah titik (N) dengan luas wilayah dalam kilometer persegi(A).

Kategori Indeks Persebaran (*T*):
I = Nilai *T* dari 0 – 0,7 adalah pola bergerombol (*cluster pattern*);
II = Nilai *T* dari 0,7 – 1,4 adalah pola tersebar tidak merata (*random pattern*);
III = Nilai *T* dari 1,4 – 2,1491 adalah pola tersebarmerata (*dispersed pattern/uniform*).



Gambar 3.1 : Interval Kategori Persebaran
Sumber : http://arruziesite.com

3.2.3 Analisa Regresi Linier

Analisis regresi ini akan peneliti gunakan dalam mencari keterkaitan antara variabel-variabel penelitian yaitu variabel bebas dan terikat. Penentuan variabel bebas dan terikat ini berdasarkan pada refrensi terkait dengan faktor yang mempengaruhi Pulau Panas (UHI) tersebut. Berdasarkan pada metode regresi linear perbandigan dilakukan dengan cara membandingkan satu persatu antara variabel bebas dan terikatnya pada tiga lokasi sekaligus. Kemudian setelah membandingkan masing-masing variabel maka dilakukan uji kevalidan hubungan antar variabel yaitu dengan menggunakan uji korelasi. Berikut adalah penjelasan masing-masing variabel dan tabel pengaru masing-masing variable terhadap suhu.

Dalam melakukan perhitungan regresi ini menggunakan regresi linear yaitu mengaitkan satu per satu antara variabel bebas dan variabel terikat Persamaan dari analisis regresi adalah sebagai berikut:

$$Y = a + bX$$

Dimana

Y = peubah tidak bebas (atap,jalan,vegetasi)
X = peubah bebas (suhu)
a = intersep atau konstanta regresi
b = koefisien regresi

Kemudian dengan menggunakan persamaan analisa regresi linear maka akan didapatkan persamaan sebagai berikut:

$Y = a + bx$

Selanjutnya jika hubungan x dan y telah diketahui linear adalah bagaimana menentukan konstanta a dan b. Konstanta a dan b akan dihitung dengan menggunakan metode kuadrat terkecil.

$Y= a + bx+ e$.....(1)

$JKG= \sum e^2 = \sum(y-a-bx)^2$.....(2)

Turunan pertama terhadap a

$-2\sum(y-a-bx)x$

$\sum y=na + b x$.....(3)

Turunan terhadap b:

$-2\sum\sum(y-a-bx)x$

$\sum y x + a\sum x+\sum x^2=0$.....(4)

Dengan menyelesaikan persamaan 3 dan 4 secara matematika biasa, maka nilai a dan b dapat diperoleh dengan menggunakan rumus-rumus sebagai berikut:

$$b = \frac{n \sum x.y - \sum x \sum y}{n \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

$$a = \bar{y} - b\,\bar{x} \quad \ldots\ldots\ldots\

3.2.5 Analisa Kepadatan Bangunan

Kepadatan bangunan dihitung dengan cara membagi jumlah bangunan dengan total luas wilayahnya, sehingga didapatkan perbandingan jumlah bangun persetiap Hektar luas wilayah. Kepadan bangunan dihitung untuk mengetahui dan membandingkan kepadatan antar lokasi penelitian.

Rumus menghitung tingkat kepadatan bangunan :

$$\text{Kepadatan} = \frac{\text{Jumlah Bangunan}}{\text{Luas Wilayah}} \times 100$$

3.2.6 Analisa Koefisien Dasar Bangunan (KDB),Koefisien Landai Bangunan (KLB) dan Garis Sepadan Bangunan (GSB)

Analisa terhadap kondisi fisik binaan yang meliputi tata ruang dan bangunan serta kesan lingkungan yang ada di wilayah perencanaan. Kajian ini akan menghasilkan arahan tentang tata pengaturan bangunan (KDB, KLB, Ketinggian Bangunan).

A. Koefisien Dasar Bangunan (KDB)

Yang dimaksud dengan Koefisien Dasar Bangunan adalah luas lahan tapak yang tertutup bangunan dibandingkan dengan luas keseluruhan lahan. Secara sistematis dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\text{KDB} = \frac{\textit{Luas Dasar Bangunan}}{\textit{Luas Bangunan}}$$

Perhitungan KDB dimaksudkan untuk menyediakan lahan terbuka yang cukup pada suatu wilayah kota, disamping itu KDB juga berperan untuk menentukan kepadatan antar bangunan yang didasarkan pada ketentuan muka bangunan.

Sehubungan dengan posisi KDB sebagai penentu kepadatan bangunan maka bagi perumahan pertimbangan yang dipakai adalah:

1. Kepadatan Rendah

   Jarak bangunan > 10 meter

   Luas kavling > 500m^2

   KDB 40% - 60%

2. Kepadatan Sedang

   Jarak bangunan 5 – 10 meter

   Luas kavling 120 – 500 m^2

   KDB 40% - 60%

3. Kepadatan Tinggi

   Jarak bangunan < 5 meter

   Luas kavling < 120 m^2

   KDB > 60%

Adapun faktor-faktor yang perlu diperhatikan untuk penentuan KDB adalah :

1. Keadaan pemanfaatan lahan
2. Untuk memeperhatikan ruang terbuka pada tiap kavling
3. Kepadatan penduduk yang terkait dengan upaya pemenuhan ruang gerak yang layak
4. Ijin pelayanan pendirian bangunan yang telah dikeluarkan oleh instansi yang berwenang.

B. Koefisien Landai Bangunan (KLB)

Koefisien Lantai Bangunan merupakan perkalian antara jumlah lantai bangunan dengan luas kavling atau KDB yang ada. Secara sistematis diformulasikan sebagai berikut:

KLB = Lantai Bangunan x KDB

KLB dengan peruntukkannya mampunyai nilai atau harga yang dinyatakan sebagai berikut:

1. KLB Dasar

   Menyatakan intensitas dan skala pengembangan yang diijinkan dalam kondisi wajar

2. KLB Maksimum

   Menyatakan intensitas dan skala pembangunan yang diijinkan apabila akan diterapkan intensitas.

- **Peranan KLB dalam tata ruang adalah:**

1. Menentukan ada tidaknya keteraturan bangunan yang akan disesuaikan dengan lingkungan visual yang ada
2. Mengendalikan tinggi bangunan yang berpengaruh pada segi estetika bangunan dan ketersediaan ruang terbuka
3. Upaya mempertahankan fungsi kegiatan dengan mencegah konflik tata guna lahan di kawasan sekitarnya.

C. Garis Sempadan Bangunan (GSB)

Yang dimaksud adalah jarak bangunan dengan aspal jalan atau jarak terluar bagian bangunan dengan as jalan, dirumuskan sebagai berikut :

GSB = ½ x DAMIJA

Dimana Damija adalah daerah milik jalan dengan jarak antara as jalan dengan pingggir perkerasan jalan. GSB bermanfaat untuk mengendalikan tata letak bangunan terhadap jalan. Selain itu GSB marupakan batas garis untuk menentukan pemunduran massa bangunan dan sekaligus sebagai salah satu faktor untuk ketentuan tentang envelope bangunan.

3.3 Sitematika Pembahasan

Dalam sistematika pembahasan ini, dijelaskan mengenai penjelasan mengenai apa saja yang dibahas pada masing-masing bab dalam penelitian ini.

BAB I PENDAHULUAN

Pada bagian ini akan menguraikan mengenai latar belakang, rumusan masalah yang diangkat, tujuan sasaran, lingkup penelitian (lokasi, materi).

BAB II KAJIAN PUSTAKA

Pada bagian ini akan menguraikan tentang literatur/refrensi berupa teori-teori yang mendukung didalam penelitiaan ini, yaitu pengertian Urban Heat Island (UHI) secara umum, Penyebab UHI , Mitigasi UHI.

BAB III METODE PENELITIAN

Pada bagian ini akan menjelaskan mengenai metodologi penelitian yang terbagi dua bagian yaitu metode pengumpulan data dan metode analisa.

BAB IV GAMBARAN UMUM

Pada bab ini berisikan tentang gambaran umum lokasi penelitian yang terdiri dari tiga lokasi. Adapun variable yang dibahas pada gambaran umum meliputi; penggunaan lahan, material bangunan yang digunakan, kepadatan bangunan serta vegetasi.

BAB V ANALISA

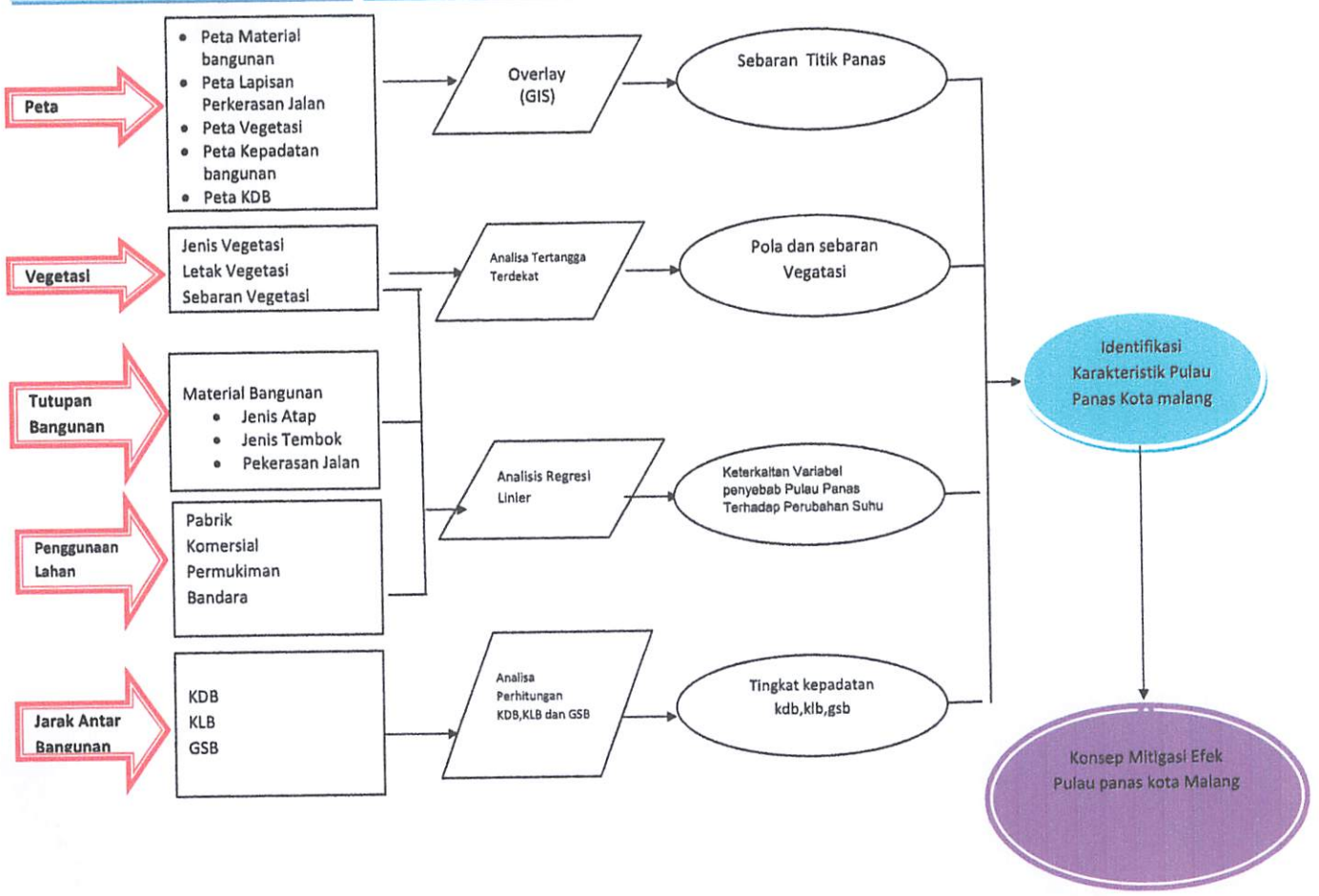
Bab ini membahas tentang analisa yang digunakan untuk menjawab semua sasaran yang diinginkan

BAB VI KONSEP MITIGASI

Pada bab ini membahas mengenai konsep mitigasi yang digukan untuk meminimalisasi pulau panas yang ada pada lokasi penelitian

BAB VII PENUTUP

Bab penutup berisikan kesimpulan, rekomendasi serta catatan penulis untuk menjelaskan kurang dan lebihnya penelitian serta masukan untuk penelitian selanjutnya


Peta
Peta Material bangunan
Peta Lapisan Perkerasan Jalan
Peta Vegetasi
Peta Kepadatan bangunan
Peta KDB
Overlay (GIS)
Sebaran Titik Panas
Vegetasi
Jenis Vegetasi
Letak Vegetasi
Sebaran Vegetasi
Analisa Tertangga Terdekat
Pola dan sebaran Vegatasi
Tutupan Bangunan
Material Bangunan
Jenis Atap
Jenis Tembok
Pekerasan Jalan
Analisis Regresi Linier
Keterkaitan Variabel penyebab Pulau Panas Terhadap Perubahan Suhu
Penggunaan Lahan
Pabrik
Komersial
Permukiman
Bandara
Jarak Antar Bangunan
KDB
KLB
GSB
Analisa Perhitungan KDB,KLB dan GSB
Tingkat kepadatan kdb,klb,gsb
Identifikasi Karakteristik Pulau Panas Kota malang
Konsep Mitigasi Efek Pulau panas kota Malang

membagi jumlah bangunan dengan total luas wilayahnya, sehingga didapatkan perbandingan jumlah bangun persetiap Hektar luas wilayah. Pada lokasi penelitian luas wilayah kesluruhan mencapai 8 Hektar (Ha) dan jumlah total bangunan sebanyak 90 buah. Dengan demikian maka, tingkat kepadatannya mencapai 11 buah/1 Ha.

4.1.2.5 Vegetasi

Pohon dan vegetasi adalah sesuatu yang sangat penting dalam hal mereduksi polusi khususnya pada kawasan perindustrian yang banyak menimbulkan polusi. Pohon dan vegetasi yang sehat membawa banyak benefit, meliputi komunitas yang lebih nyaman, penggunaan energi yang lebih rendah, polusi udara yang berkurang,

Gambar 4.12 Jenis Vegatasi
Sumber : Hasil Survei (25/06/12)

a. **Jenis Vegetasi**

Jenis vegetasi yang ada pada lokasi tidak terlalu beragam hanya ada sedikit pohon dan tumbuhan. Antara lain pohon palm, pohon akasia, serta tumbuhan hias. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada **gambar 4.12**

Gambar 4.13 Sebaran Vegatasi di Pabrik Bentoel
Sumber : Hasil Survei (25/06/12)

b. **Letak dan sebaran vegetasi**

Pada lokasi industri, letak vegetasi tidak terlalu beraturan hanya berada dipinggiran jalan dengan kondisi yang tidak terawatt. Tumbuh pohon tidak beraturan, hanya sedikit tumbuhan yang ditata di dalam pot. Untul lebih jelasnya dapat dilihat pada **peta 4.10** dan **gambar 4.13**

c. **Lapisan perkerasan**

Lapisan perkerasan yang terdapat pada pabrik maupun lingkungan pabrik yaitu perkerasan dengan jenis aspal dengan kondisi yang baik. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat paa **peta 4.9** dan **gambar 4.10**

Gambar 4.10 Jenis Lapisan Perkerasan di Pabrik Bentoel
Sumber : Hasil Survei (25/06/12)

4.1.2.4 Jarak Antar Bangunan

A. **KDB dan KLB**

KDB (Koefisien Dasar Bangunan) dan KLB (Koefisien Landai Bangunan) pada lokasi penelitian mencapai 45-56% dan 0,4-0,5 yang termasuk dalam klasifikasi kepadatan rendah.

B. **TB dan GSB**

Rata-rata Tinggi Bangunan (TB) yang ada pada lokasi penelitian yaitu antara 4-12 meter yang mana didominasi oleh bangunan berlantai satu. Sedangkan untuk Garis Sepadan Bangunan (GSB) rata-rata 2 Meter dengan badan jalan.

C. **Kepadatan Bangunan**

Kepadatan bangunan dihitung dengan cara

Gambar 4.11 Jarak Bangunan
Sumber : Hasil Survei (25/06/12)

4.1.2.3 Tutupan Bangunan

a. Atap

Jenis material atap yang digunakan pada pabrik tersebut berupa atap jenis seng alumunium dengan kondisi yang sedang dan warna yng sdh kecoklatan, ada beberapa bagian bangunan gedung pabrik yang menggunakan atap seng yang dalam kondisi yang masih bagus. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **peta 4.8** dan **gambar 4.8**

Gambar 4.8 Jenis Atap di Pabrik Bentoel
Sumber : Hasil Survei (25/06/12)

b. Dinding

Material dinding yang digunakan yaitu beton dengan bahan semen dengan warna putih cerah dan dengan kondisi yang bagus, beton semen tersebut juga meliputi bagian dalam bangunan pabrik. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **gambar 4.9**

Gambar 4.9 Jenis Dinding di Pabrik Bentoel
Sumber : Hasil Survei (25/06/12)

4.1.2 Industri (pabrik Rokok Bentoel / PT.Subur Aman)

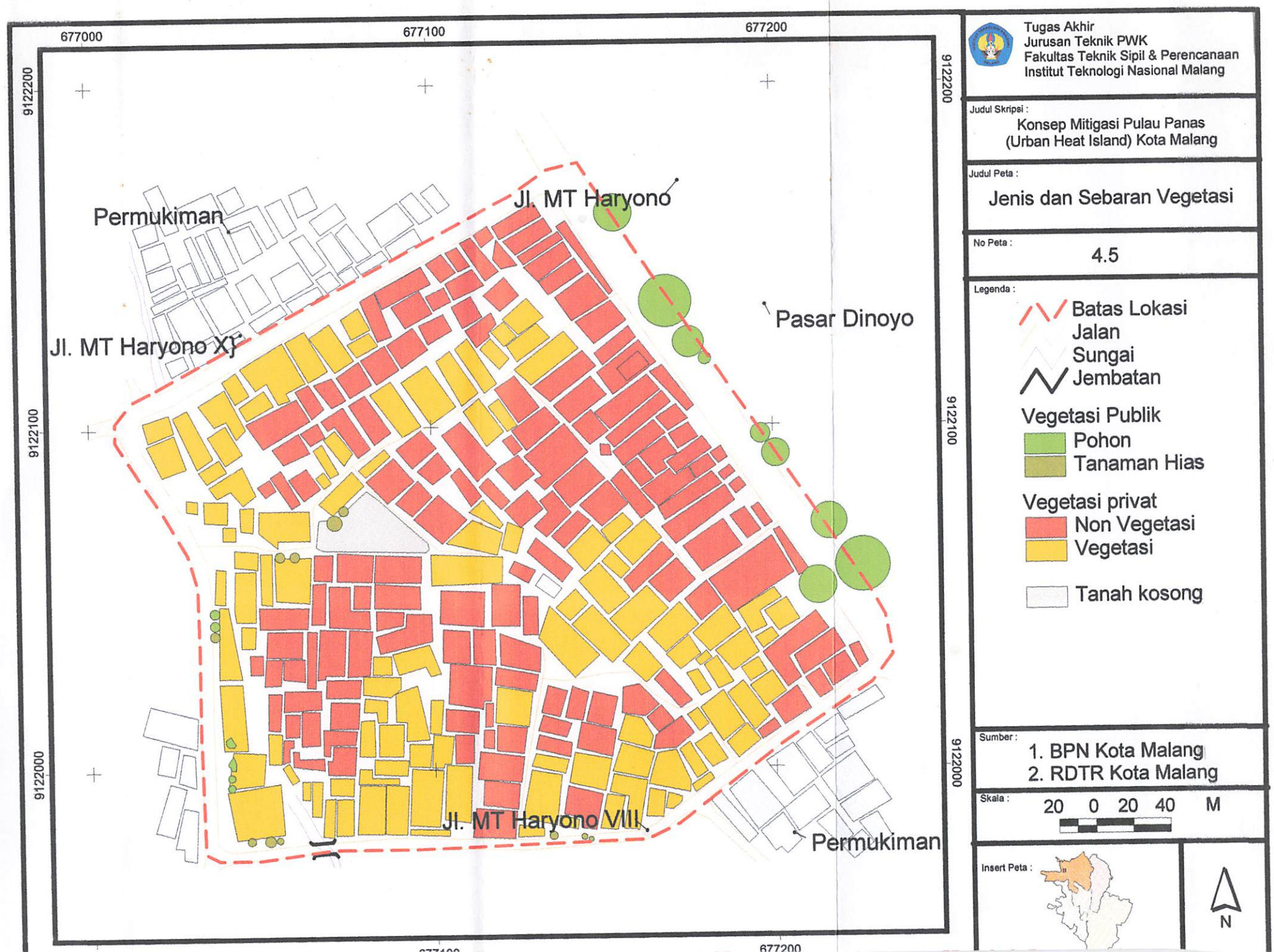
4.1.2.1 *Letak Administrasi*

Lokasi Pulau panas yang dihasilkan dari bangunan industri yang diambil sebagai sample berada pada daerah Kecamatan Sukun secara geografis berada pada 07°59'57.36" – 07°59'54.89" Lintang Selatan dan 112°37'33.55" – 112°37'26.31" tepatnta pada diantara jalan Niaga dan jalan galang selatan. Pengabilan sample untuk industri juga didasarkan pada temperatur pulau panas yang ada pada lokasi industri tersebut tidak pernah mengalami penurunan suhu, bahkan cendrung mengalami peningkatan suhu menjadi lebih tinggi. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **peta 4.6**

4.1.2.2 Penggunaan Lahan

Penggunaan lahan pada lokasi pulau panas ini adalah pabrik industri rokok Bentoel dan PT Subur Aman.sedangkan penggunaan lahan disekitar pabrik terdapat pasar pada jalan Galang selatan, pekampungan warga disekitar jalan niaga dan jalan Halmahera. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **peta 4.7** dan **gambar 4.7**

Gambar 4.7 Penggunaan Lahan di Pabrik Bentoel
Sumber : Hasil Survei (25/06/12)



Tugas Akhir
Jurusan Teknik PWK
Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan
Institut Teknologi Nasional Malang

Judul Skripsi :
Konsep Mitigasi Pulau Panas (Urban Heat Island) Kota Malang

Judul Peta :
Jenis dan Sebaran Vegetasi

No Peta :
4.5

Legenda :
- Batas Lokasi
- Jalan
- Sungai
- Jembatan

Vegetasi Publik
- Pohon
- Tanaman Hias

Vegetasi privat
- Non Vegetasi
- Vegetasi

Tanah kosong

Sumber :
1. BPN Kota Malang
2. RDTR Kota Malang

Skala : 20 0 20 40 M

Insert Peta :

N

4.1.1.5 Vegetasi

Pohon dan vegetasi adalah sesuatu yang sangat vital, merupaan komponen kerja dari kota dan pinggiran kota yang sehat. Pohon dan vegetasi yang sehat membawa banyak benefit, meliputi komunitas yang lebih nyaman, penggunaan energi yang lebih rendah, polusi udara yang berkurang, limpasan air badai turun dan ekosistem yang lebih baik, semua meningkatkan nilai property.

a. Jenis Vegetasi

Jenis vegetasi sangat menentukan sejauh mana vegetasi itu dapat berperan dalam mereduksi panas serta polusi yang ada. Pada lokasi pulau panas ini vegetasi tidak terlalu banyak hal tersebut menimbulan efek gersang dan panas. Hanya terdapat tanaman hias dengan menggunakanpot bunga. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada **gambar 4.6**

b. Sebaran dan letak vegetasi

Untuk sebaran vegetasi hanya sedikit yang ada dipinggiran jalan, sedangkan yang lainya berada didepan rumah sebagai hiasan dengan berbagai variasi cara penanaman baik dengan pot biasa maupun pot gantung. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **gambar 4.6 dan peta 4.5**

Gambar 4.6 Jenis dan sebaran Vegetasi di MT Haryono Gg. 8 & 10
Sumber : Hasil Survei (25/06/12)

4.1.1.4 Jarak Antar Bangunan

A. KDB dan KLB

KDB (Koefisien Dasar Bangunan) dan KLB (Koefisien Landai Bangunan) pada lokasi penelitian termasuk dalam klasifikasi kepadatan yang tinggi. Hal tersebut disebabkan jarak rumah yang berdempetan sehingga tidak ada halaman sebagai pembatas dari rumah satu kerumah yang lainya.

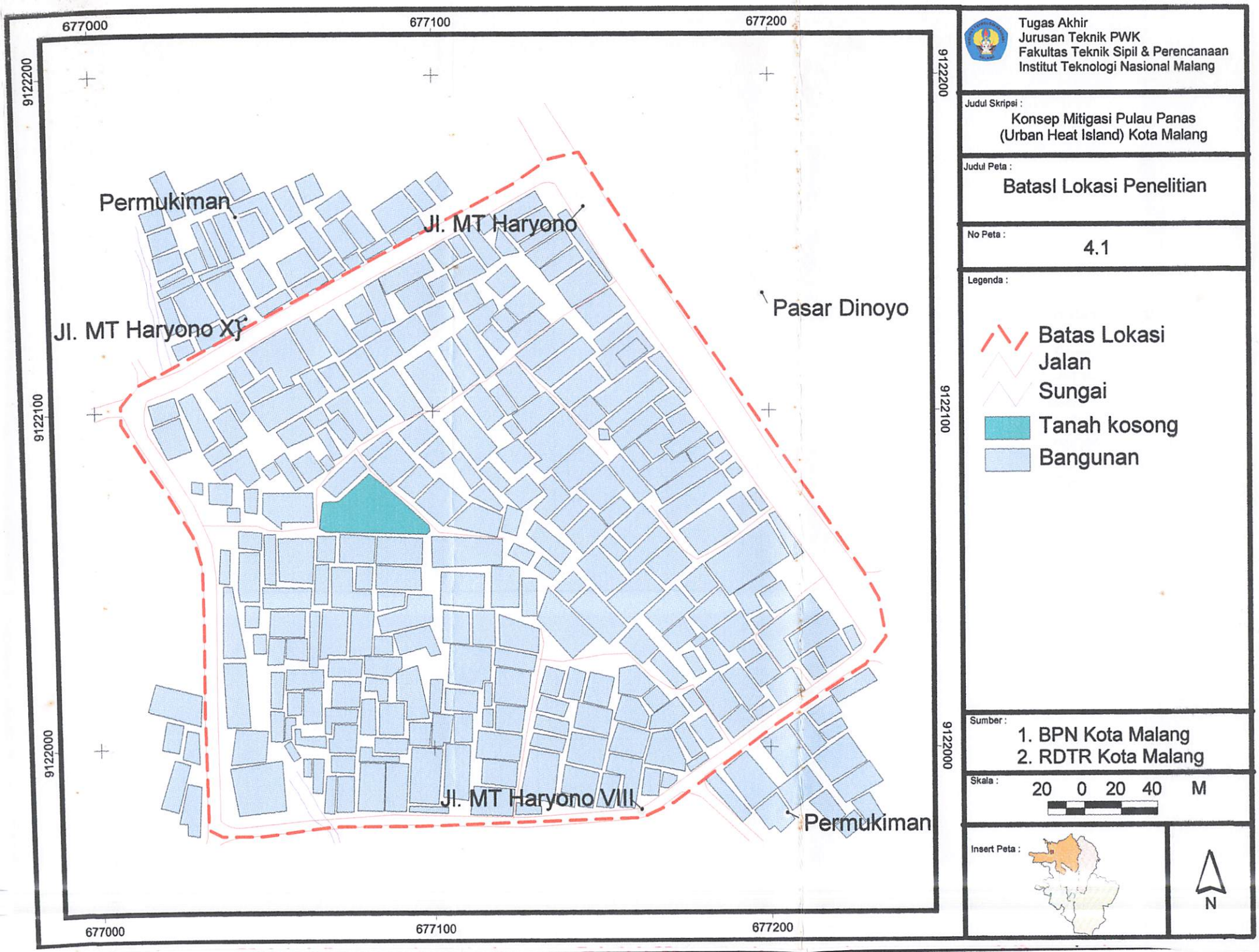
B. TB dan GSB

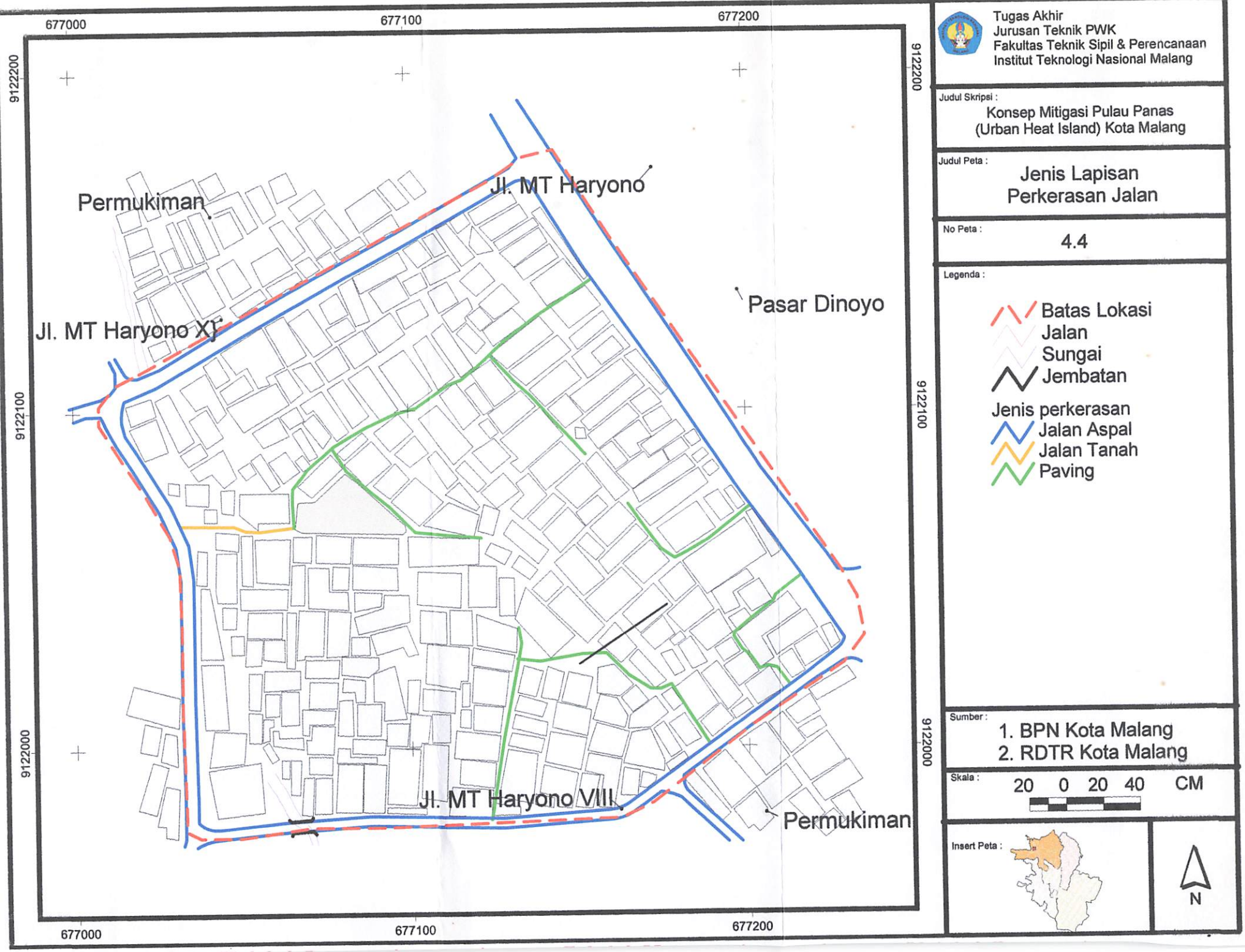
Rata-rata Tinggi Bangunan (TB) yang ada pada lokasi penelitian yaitu antara 4-8 meter yang mana didominasi oleh bangunan berlantai satu. Sedangkan untuk Garis Sepadan Bangunan (GSB) rata-rata 0-1 Meter dengan badan jalan.

C. Kepadatan Bangunan

Kepadatan bangunan pada lokasi penelitian terlihat sangat padat sekali, dengan luasan lahan yag tidak terlalu besar tetapi bangunan yang ada diatasnya sangatlah banyak, sehingga dapat digolongkan pada tingkat kepadatan yang tinggi.

Gambar 4.5 Jarak antar bangunan di MT Haryono Gg. 8 & 10
Sumber : Hasil Survei (25/06/12)


677000
677100
677200
9122200
9122100
9122000
Permukiman
Jl. MT Haryono
Jl. MT Haryono XI
Pasar Dinoyo
Jl. MT Haryono VIII
Permukiman
Tugas Akhir
Jurusan Teknik PWK
Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan
Institut Teknologi Nasional Malang
Judul Skripsi :
Konsep Mitigasi Pulau Panas (Urban Heat Island) Kota Malang
Judul Peta :
Batasl Lokasi Penelitian
No Peta :
4.1
Legenda :
Batas Lokasi
Jalan
Sungai
Tanah kosong
Bangunan
Sumber :
1. BPN Kota Malang
2. RDTR Kota Malang
Skala :
20 0 20 40 M
Insert Peta :
N



Tugas Akhir
Jurusan Teknik PWK
Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan
Institut Teknologi Nasional Malang

Judul Skripsi :
Konsep Mitigasi Pulau Panas (Urban Heat Island) Kota Malang

Judul Peta :
Jenis Lapisan Perkerasan Jalan

No Peta :
4.4

Legenda :
- Batas Lokasi
- Jalan
- Sungai
- Jembatan

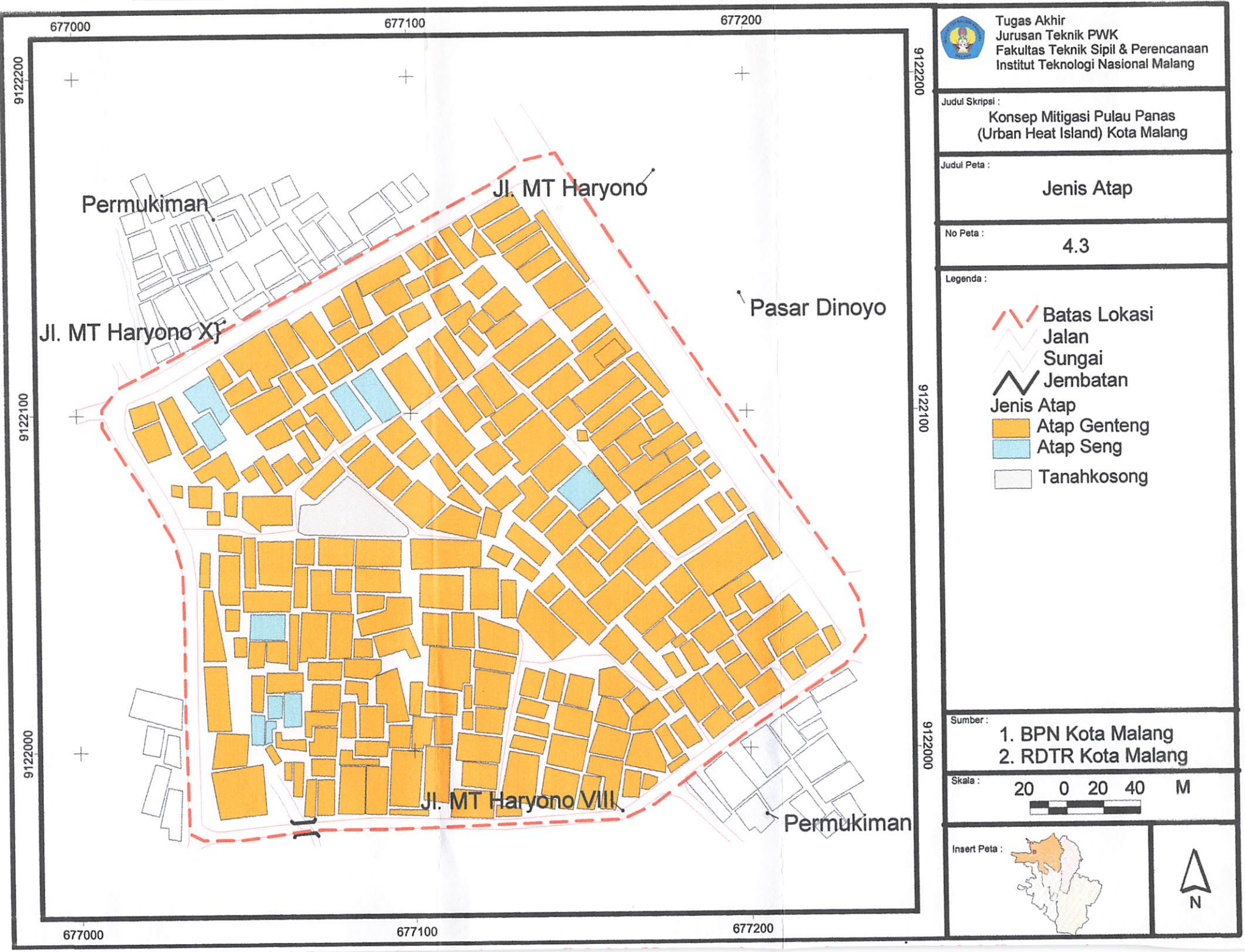
Jenis perkerasan
- Jalan Aspal
- Jalan Tanah
- Paving

Sumber :
1. BPN Kota Malang
2. RDTR Kota Malang

Skala : 20 0 20 40 CM

Insert Peta :

N



Tugas Akhir
Jurusan Teknik PWK
Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan
Institut Teknologi Nasional Malang

Judul Skripsi :
Konsep Mitigasi Pulau Panas (Urban Heat Island) Kota Malang

Judul Peta :
Jenis Atap

No Peta :
4.3

Legenda :
- Batas Lokasi
- Jalan
- Sungai
- Jembatan

Jenis Atap
- Atap Genteng
- Atap Seng
- Tanahkosong

Sumber :
1. BPN Kota Malang
2. RDTR Kota Malang

Skala : 20 0 20 40 M

Insert Peta :

N

Tugas Akhir
Jurusan Teknik PWK
Fakultas Teknik Sipil & P
Institut Teknologi Nasiona

Judul Skripsi :
Konsep Mitigasi Pulau Pa
(Urban Heat Island) Kota Ma

Judul Peta :
Penggunaan Lahan

No Peta :
4.2

Legenda :

- Batas Lokasi
- Jalan
- Sungai
- Jembatan

Landuse

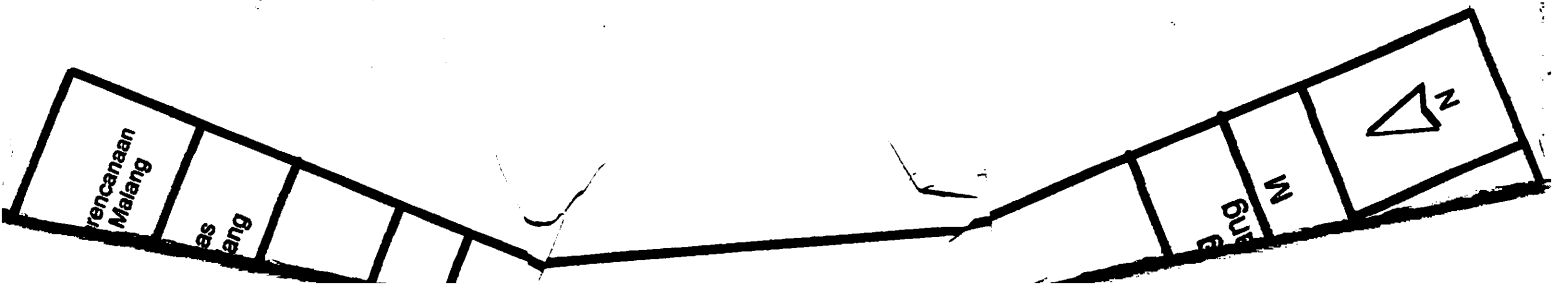
- Lahan Kosong
- perjas
- perumahan
- Bangunan

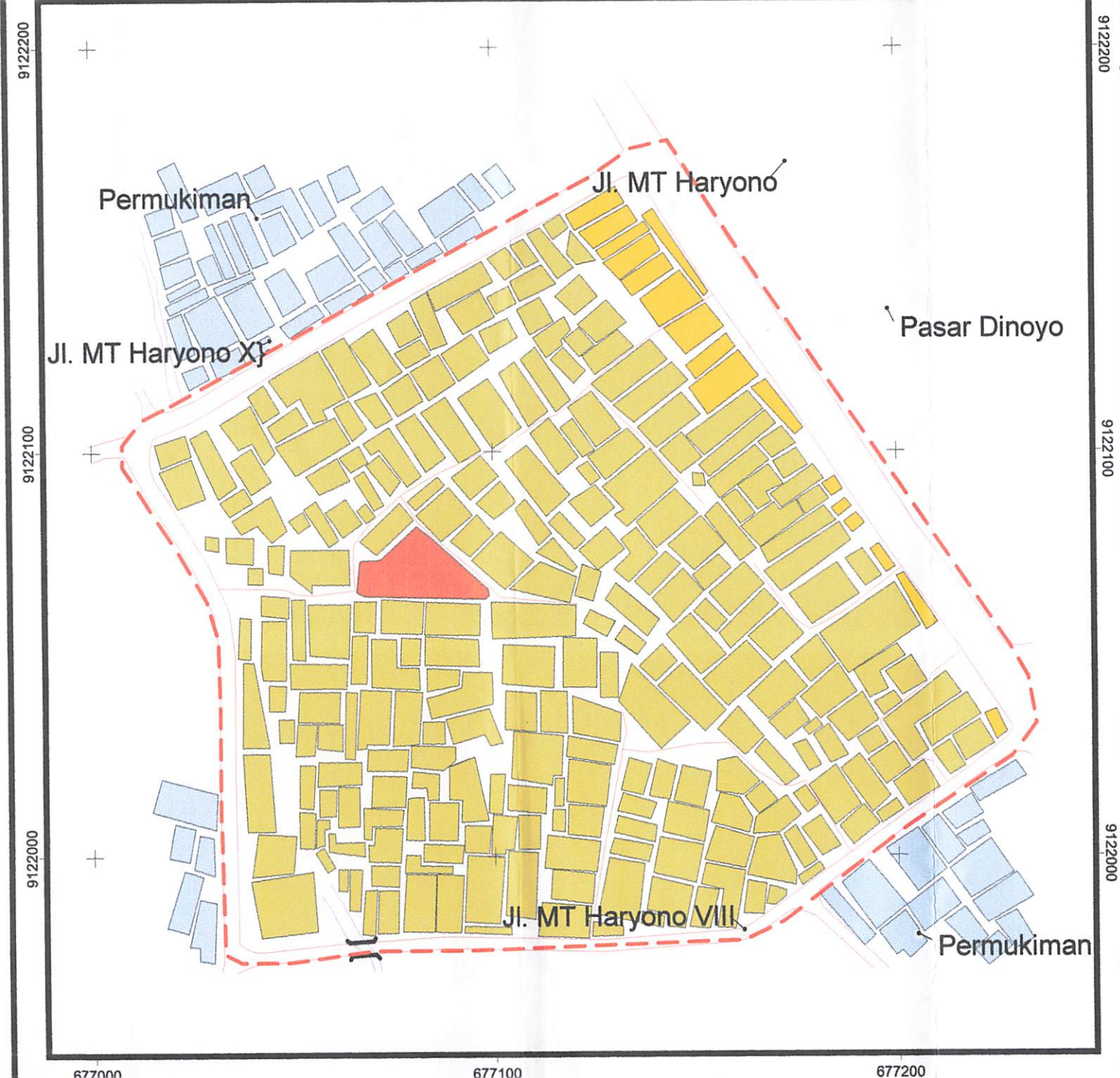
Sumber :
1. BPN Kota Malan
2. RDTR Kota Mal

Skala :
20 0 20 40

Insert Peta :

9122200
9122100
9122000


rencanaan
Malang
as
ang
M
N



Jurusan Teknik PWK
Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan
Institut Teknologi Nasional Malang

Judul Skripsi :

Konsep Mitigasi Pulau Panas (Urban Heat Island) Kota Malang

Judul Peta :

Penggunaan Lahan

No Peta :

4.2

Legenda :

- Batas Lokasi
- Jalan
- Sungai
- Jembatan

Landuse

- Lahan Kosong
- perjas
- perumahan
- Bangunan

Sumber :

1. BPN Kota Malang
2. RDTR Kota Malang

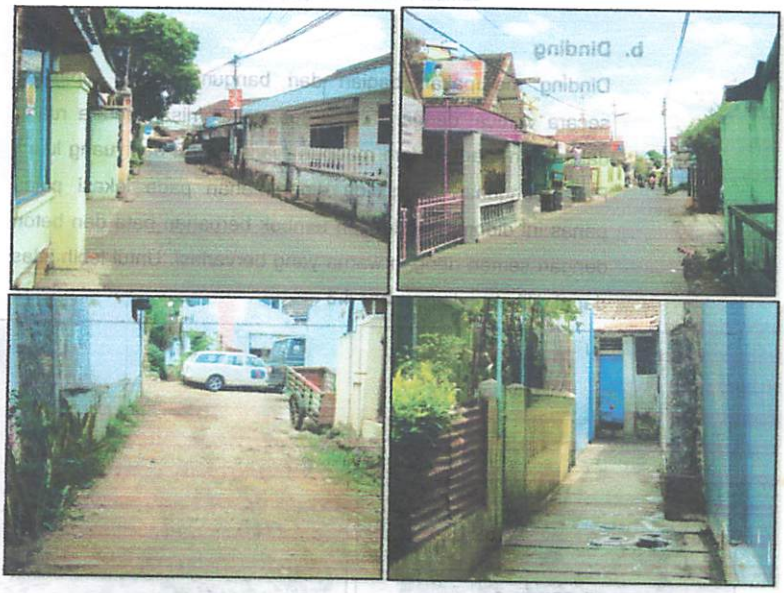
Skala : 20 0 20 40 M

Insert Peta :

N

c. Lapisan Perkerasan

Lapisan perkerasan atau Permukaan mencakup banyak area kota dan pinggir kota. Lapisan Perkerasan memberikan kontribusi ke efek pulau panas karena pemanasan oleh matahari dan pelepasan energi tersimpan ini ke lingkungan mereka pada sore dan malam hari. Lapisan perkerasan terdiri dari berbagai macam jenis antara lain aspal, paving, tanah serta batu. Pada lokasi perumahan lapisan perkerasan khususnya pada jalan gang 10 dan 12 menggunakan lapisan aspal, sedangkan untuk jalan-jalan kecil menuju rumah-rumah warga menggunaan lapisan paving dan ada beberapa masih lapisan tanah. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **peta 4.4** dan **gambar 4.4**



Gambar 4.4 Jenis Lapisan Perkerasan di MT Haryono Gg. 8 & 10
Sumber : Hasil Survei (25/06/12)

terdapat pada semua rumah dengan bahan dari tanah berwarna cokelat pudar. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **gambar 4.2** dan **peta 4.3**

Gambar 4.2 Jenis Atap di MT Haryono Gg. 8 & 10
Sumber : Hasil Survei (25/06/12)

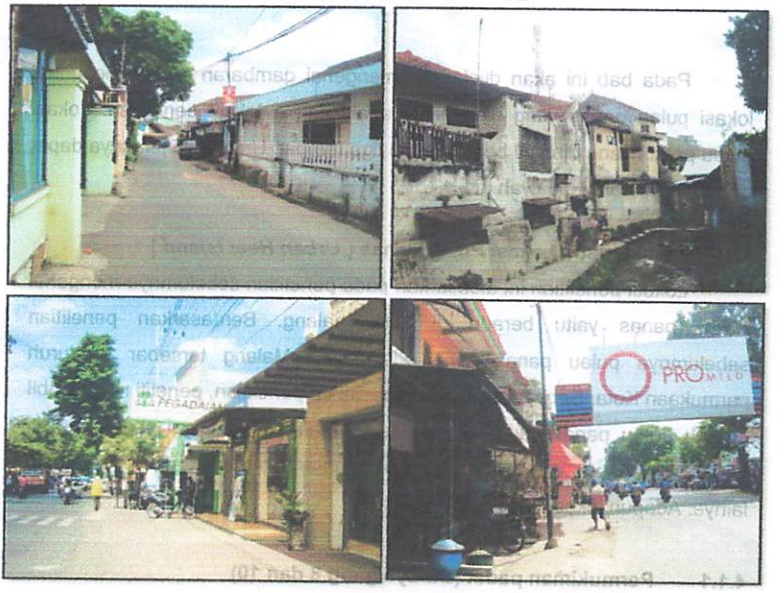
b. Dinding

Dinding merupakan bagian dari bangunan yang dipasang secara vertical dengan fungsi sebagai pemisah antara ruang dalam dan ruang dalam maupun ruang dalam dan ruang luar[2]. Pada bangunan yang ada diperumahan pada lokasi pulau panas ini didominasi dengan tembok berbahan bata dan beton dengan semen dengan warna yang bervariasi. Untul lebih jelas dapat dilihat pada **gambar 4.3**

Gambar 4.3 Jenis Dinding di MT Haryono Gg. 8 & 10
Sumber : Hasil Survei (25/06/12)

[2] http://rekakita.com

sedangan perdagangan dan jasa berada linear dipinggiran jalan MT.Haryono. *Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada* **peta 4.2 dan gambar 4.1**



Gambar 4.1 Penggunaan Lahan di MT Haryono
Sumber : Hasil Survei (25/06/12)

4.1.1.3 Tutupan Bangunan/ Material Bangunan

a. Atap

Atap menutupi sekitar 20% daerah kota dan pinggiran kota dan merupakan permukaan paling panas apabila dilihat melalui citra satelit[1]. Karena itu atap merupakan elemen yang sangat penting dalam penyerapan maupun pemantulan radiasi matahari sehingga menimbulkan pulau panas. Jenis atap yang mendominasi dilokasi ini yaitu, atap genteng yang hampir

[1] *lisa gartland, (2008). Heat Island, understanding and Mitigating Heat in Urban Area: 46*

BAB IV
GAMBARAN UMUM
LOKASI PULAU PANAS

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai gambaran umum mengenai lokasi pulau panas yang diambil sebagai sample lokasi penelitian. Lokasi pulau panas yang diambil berada pada tiga tempat. Untu lebih jelasnya dapat dilihat pada uraian dibawah ini.

4.1 Karakteristik Lokasi Pulau Panas (*Urban Heat Island*)

Lokasi penelitian ini didasarkan pada penelitian sebelumnya mengenai Pulau panas yaitu berada di kota malang. Berdasarkan penelitian sebelumnya pulau panas yang ada dikota Malang tersebar diseluruh permukaan Kota. Sebagai sample lokasi dalam penelitian, peneliti mengambil daerah pulau panas yang memiliki temperatur paling tinggi serta memilki karakteristik penggunaan lahan yang berbeda antara lokasi satu dengan yang lainya. Adapun lokasi yang dipilih yaitu:

4.1.1 Permukiman padat (Dinoyo gang 8 dan 10)

4.1.1.1 Letak administrasi

Permukiman pada yang menghasilkan panas dan diambil sebagai sample oleh peneliti terletak pada Bagian Utara Kota Malang yang berada Kawasan Dinoyo secara geografis berada pada 07°56'22.66" – 07°56'21.36" Lintang Selatan dan 112°36'25.05" – 112°36'26.33" tepatnya dipingiran jalan Major Jendral MT. Haryono diantaran jalan Dinoyo gang 8 dan gang 10 kecamatan lowokwaru. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada peta 4.1

4.1.1.2 Penggunaan Lahan

Pengunaan lahan pada lokasi pulau panas yang ada di jalan MT. Haryono didominasi oleh perumahan serta perdagangan dan jasa. Kebenyakan rumah juga difungsikan sebagai kost-kostan Mahasiswa

Tugas Akhir
Jurusan Teknik PWK
Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan
Institut Teknologi Nasional Malang

Konsep Mitigasi Pulau Panas
(Urban Heat Island) Kota Malang

Jenis dan Sebaran Vegetasi

4.10

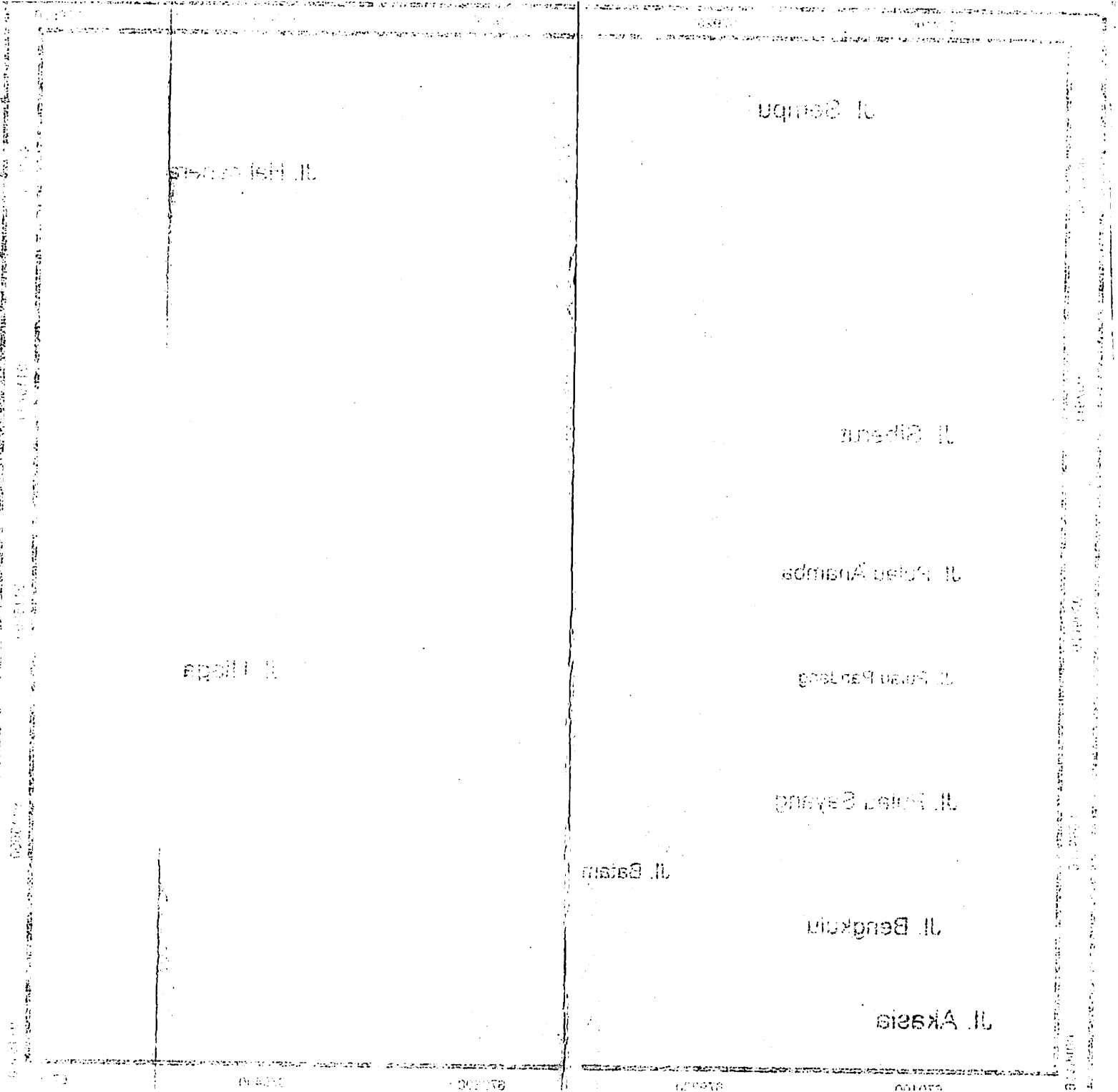
Batas Lokasi
Jalan Aspal

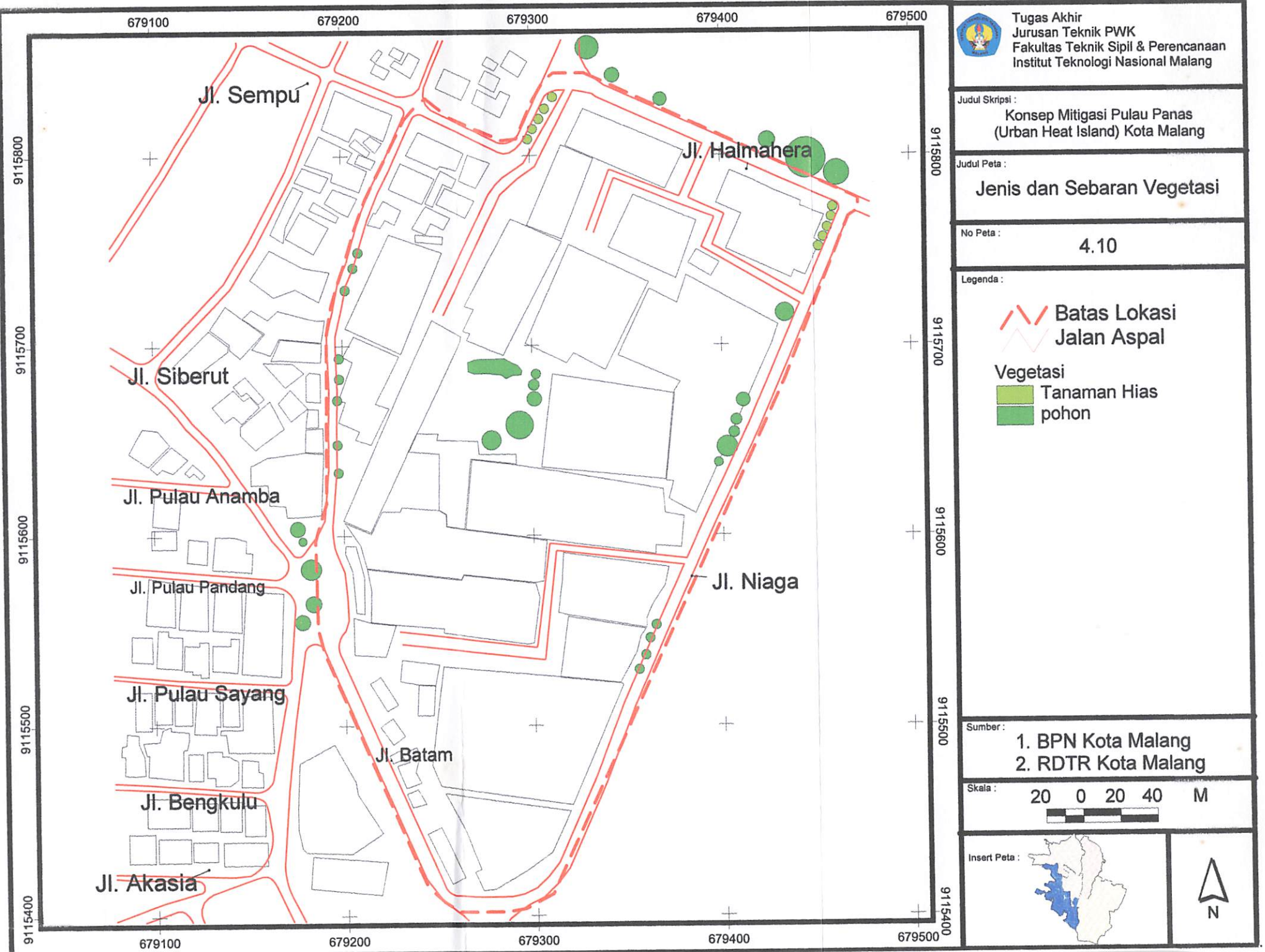
Vegetasi
Tanaman Hias
Sonora

1. BPN Kota Malang
2. RDTR Kota Malang

20 0 20 40 M

N





Tugas Akhir
Jurusan Teknik PWK
Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan
Institut Teknologi Nasional Malang

Judul Skripsi :
Konsep Mitigasi Pulau Panas (Urban Heat Island) Kota Malang

Judul Peta :
Jenis dan Sebaran Vegetasi

No Peta :
4.10

Legenda :
- Batas Lokasi
- Jalan Aspal

Vegetasi
- Tanaman Hias
- pohon

Sumber :
1. BPN Kota Malang
2. RDTR Kota Malang

Skala : 20 0 20 40 M

Insert Peta :

N

Tugas Akhir
Jurusan Teknik PWK
Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan
Institut Teknologi Nasional Malang

Judul Skripsi :
Konsep Mitigasi Pulau Panas (Urban Heat Island) Kota Malang

Judul Peta :
Jenis Perkerasan Jalan

No Peta :
4.9

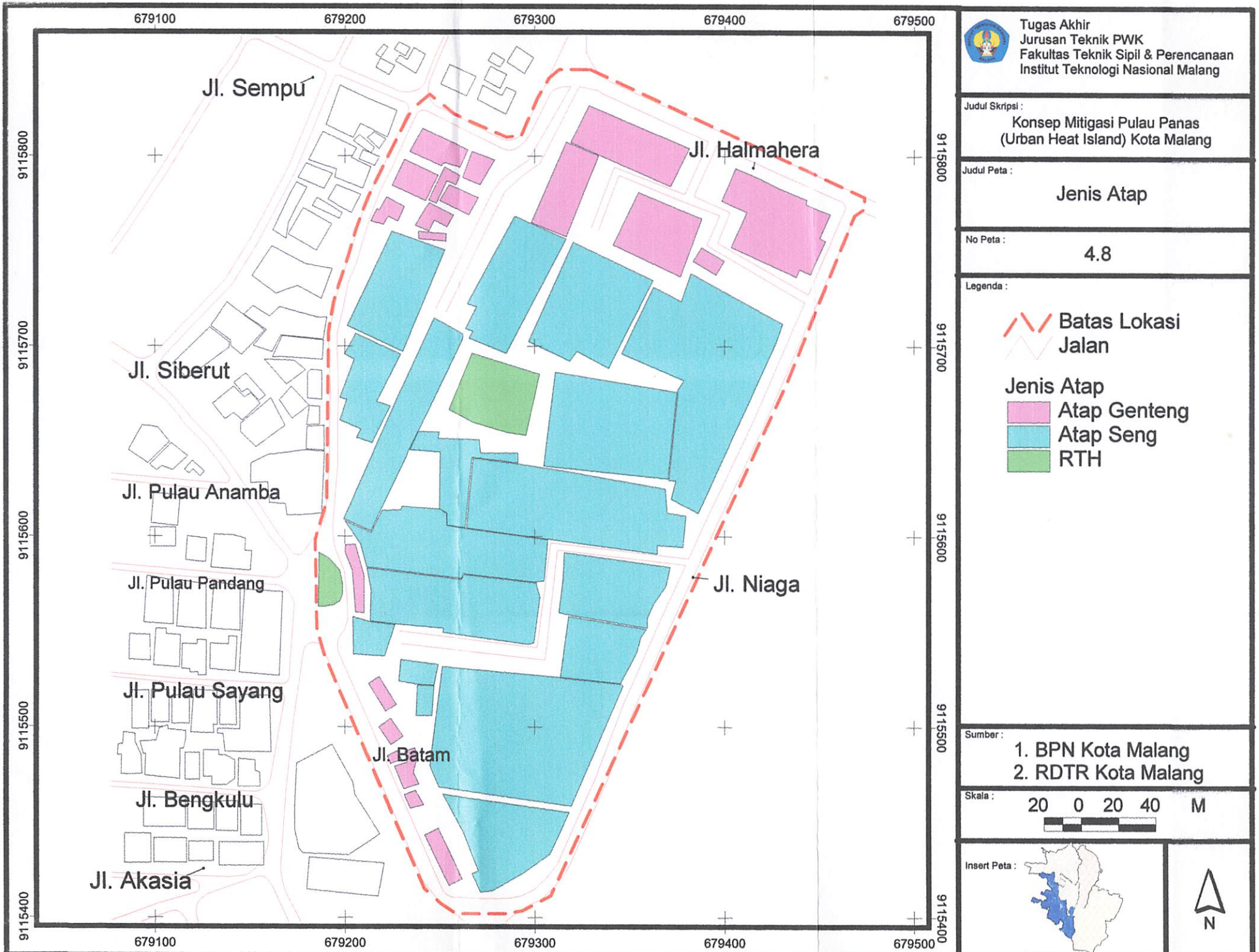
Legenda :
- Batas Lokasi
- Jalan Aspal
- RTH

Sumber :
1. BPN Kota Malang
2. RDTR Kota Malang

Skala : 20 0 20 40 M

Insert Peta :

N



Tugas Akhir
Jurusan Teknik PWK
Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan
Institut Teknologi Nasional Malang

Judul Skripsi :
Konsep Mitigasi Pulau Panas (Urban Heat Island) Kota Malang

Judul Peta :
Jenis Atap

No Peta :
4.8

Legenda :
- Batas Lokasi
- Jalan

Jenis Atap
- Atap Genteng
- Atap Seng
- RTH

Sumber :
1. BPN Kota Malang
2. RDTR Kota Malang

Skala :
20 0 20 40 M

Insert Peta :

N

Tugas Akhir
Jurusan Teknik PWK
Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan
Institut Teknologi Nasional Malang

Konsep Mitigasi Pulau Panas
(Urban Heat Island) Kota Malang

Hanggunaan Lahan

4.7

Batas Lokasi
Jalan

Land Use
Pabrik
Perjas
PTH
Bangunan

1. BPN Kota Malang
2. RDTR Kota Malang

20 0 20 40 M

N

Tugas Akhir
Jurusan Teknik PWK
Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan
Institut Teknologi Nasional Malang

Judul Skripsi :
Konsep Mitigasi Pulau Panas (Urban Heat Island) Kota Malang

Judul Peta :
Penggunaan Lahan

No Peta :
4.7

Legenda :

Batas Lokasi
Jalan

Land Use
- Pabrik
- Perjas
- RTH
- Bangunan

Sumber :
1. BPN Kota Malang
2. RDTR Kota Malang

Skala :
20 0 20 40 M

Insert Peta :

N

Tugas Akhir
Jurusan Teknik PWK
Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan
Institut Teknologi Nasional Malang

Judul Skripsi :
Konsep Mitigasi Pulau Panas (Urban Heat Island) Kota Malang

Judul Peta :
Batas Lokasi Penelitian

No Peta :
4.6

Legenda :
- Batas Lokasi
- Jalan
- RTH
- Bangunan

Sumber :
1. BPN Kota Malang
2. RDTR Kota Malang

Skala :
20 0 20 40 M

Insert Peta :

N

4.1.3 Perumahan (Sawojajar I)

4.1.3.1 Letak Administrasi

Perumahan terdapat dibagian Timur Kota Malang, yang terletak pada daerah Sawojajar 1. Lokasi terletak antara jalan danau toba, danau bratan dan jln raya sawojajar. Perumahan tersebut dapat terbaca oleh citra sebagai pulau panas, Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **peta 4.11**

4.1.3.2 Penggunaan Lahan

Penggunaan lahan pada lokasi pulau panas dikawasan Sawojajar 1 didominasi oleh perumahan warga dan perdagangan jasa. Permukiman terbagi menjadi dua kasawan perumahan yang besar serta perdagangan dan jasa banyak terdapat pada jalan utama khususnya jalan danau bratan, danau toba. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **peta 4.12** dan **gambar 4.14**

Gambar 4.14 Penggunaan Lahan di Perumahan Sawojajar I
Sumber : Hasil Survei (25/06/12)

4.1.3.3 Tutupan Bangunan

a. Atap

Pada lokasi perumahan material atap yang digunakan didomisai oleh genteng dengan bahan tanah dan seng. Dengan warna yang cendrung gelap. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **peta 4.13** dan **gambar 4.15**

Gambar 4.15 Jenis Atap di Perumahan Sawojajar I
Sumber : Hasil Survei (25/06/12)

b. Dinding

Material dinding yang digunakan pada umumnya berhahan semen, dengan warna yang bervariasi dan kondisi yang cukup baik. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **gambar 4.16**

Gambar 4.16 Jenis Dinding di Perumahan Sawojajar I
Sumber : Hasil Survei (25/06/12)

c. Lapisan perkerasan

Lapisan perkerasan yang ada pada lokasi perumahan ada dua jenis perkerasan yaitu aspal dan paving. Perkerasan paving terdapat pada jalan utama seperti jalan danau bratan, danau maninjau. Sedangkan untuk aspal banya terdapat pada jalan lingkungan antara lain terdapat pada jalan terusan mendana barat, danau tondano barat, dan maninjau barat. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **peta 4.14** dan **gambar 4.17**

Gambar 4.17 Jenis Lapisan Perkerasan di Perumahan Sawojajar I
Sumber : Hasil Survei (25/06/12)

4.1.3.4 Jarak Antar Bangunan

A. KDB dan KLB

KDB (Koefisien Dasar Bangunan) dan KLB (Koefisien Landai Bangunan) pada lokasi penelitian terbagi menjadi beberapa kawasan, stiap kawasan memiliki nilai KDB dan KLB yang bervariasi. Nilai terendah mencapai 31-37% dan tertinggi mencapai 73-91.

B. TB dan GSB

Rata-rata Tinggi Bangunan (TB) yang ada pada lokasi penelitian yaitu antara 4-8 meter yang mana didominasi oleh

bangunan berlantai satu. Sedangkan untuk Garis Sepadan Bangunan (GSB) rata-rata 0-1 Meter dengan badan jalan.

C. Kepadatan Bangunan

Pada lokasi penelitian luas wilayah kesluruhan mencapai 14,8 Hektar (Ha) dan jumlah total bangunan sebanyak 678 buah. Dengan demikian maka, tingkat kepadatannya mencapai 46 buah/1 Ha.

Gambar 4.18 Jarak Antar Bangunan di Perumahan Sawojajar I
Sumber : Hasil Survei (25/06/12)

4.1.3.5 Vegetasi

a. Jenis vegetasi

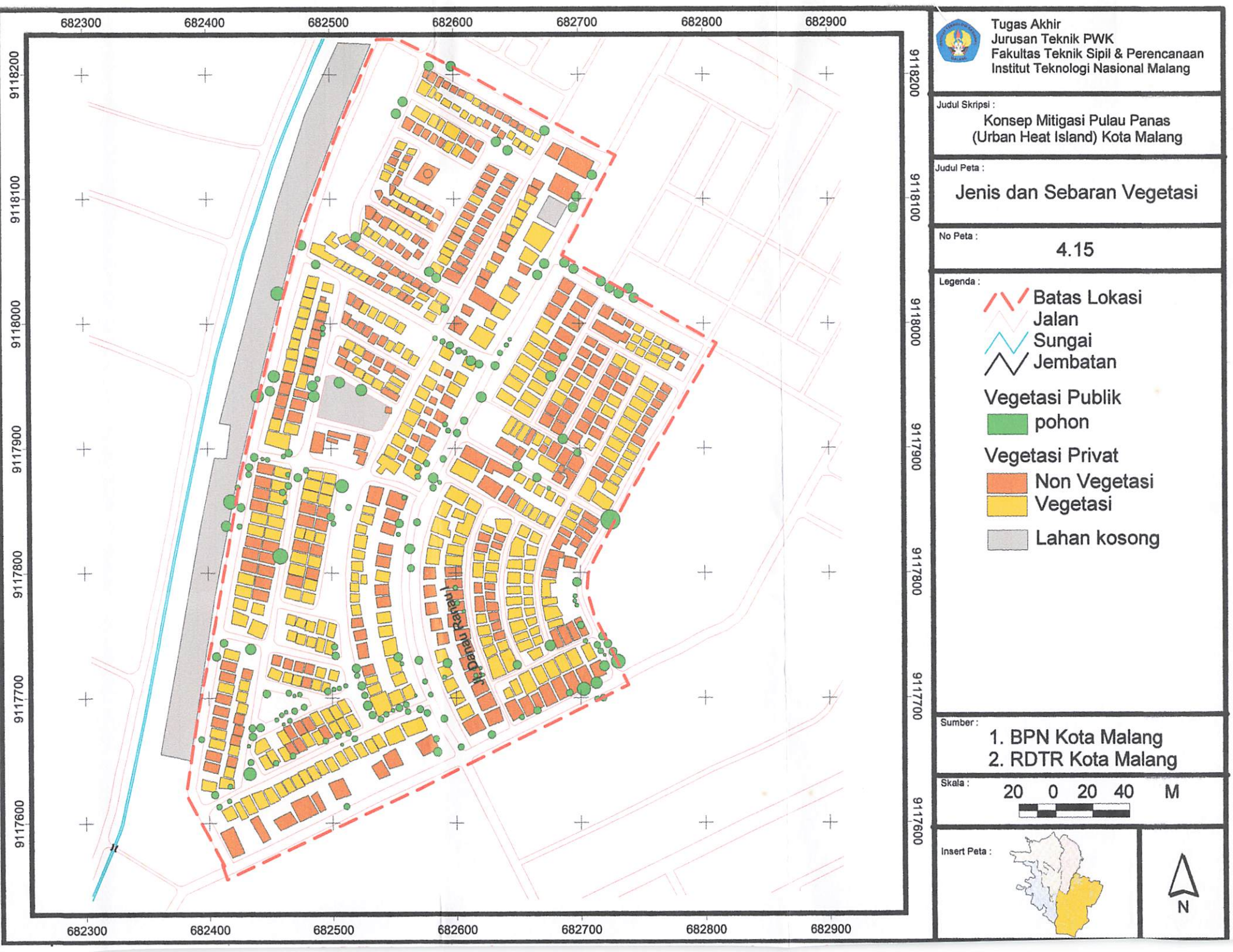
Jenis vegetasi yang ada pada lokasi perumahan cukup beragam, antaralain yaitu palm, akasia, ketapang serta pepohonan buah-buahan seperti mangga dan jambu. Dapat dilihat pada **gambar 4.19**

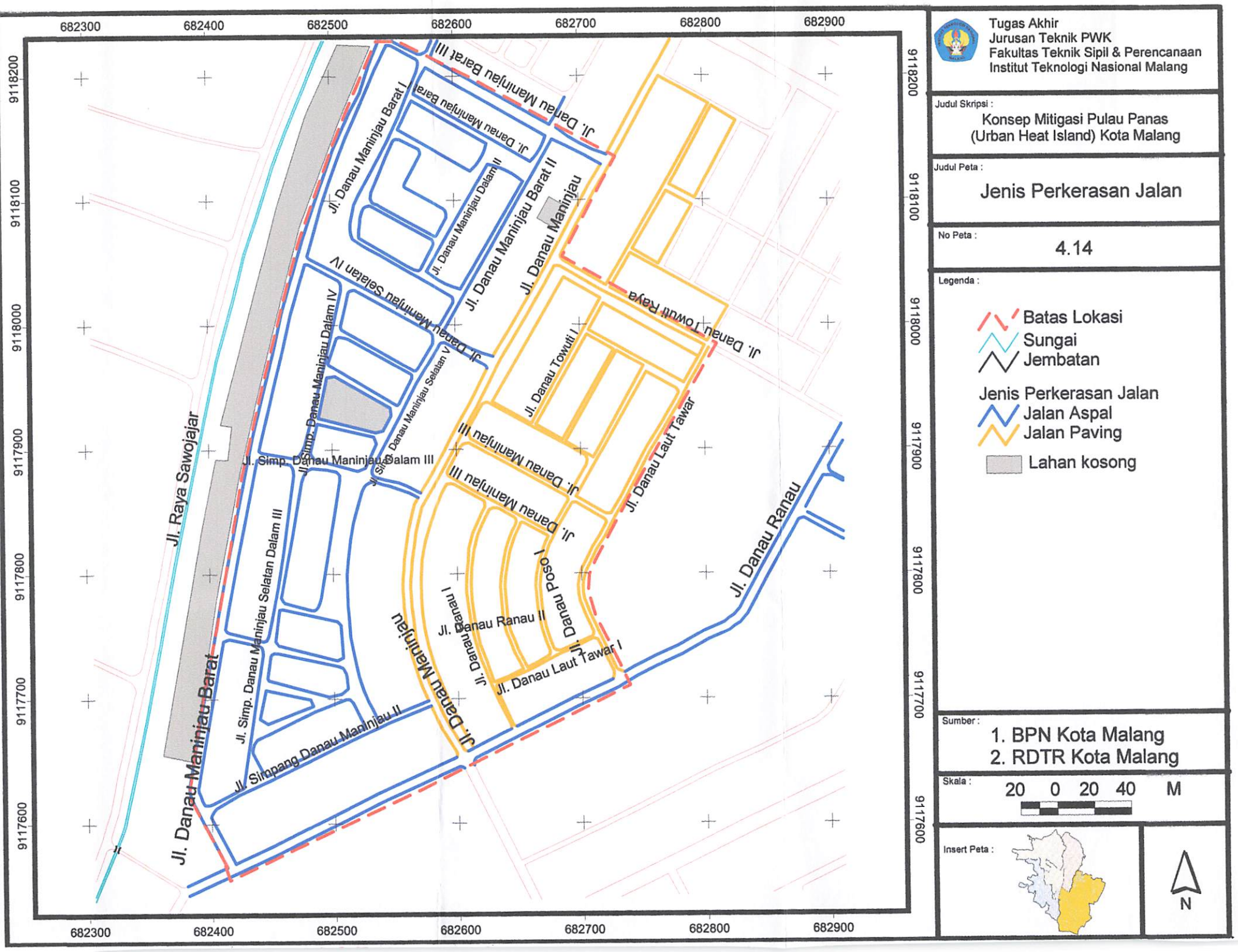
b. Letak dan sebaran vegetasi

Letak pohon pada umunya berada dipinggiran jalan, khusunya pada jalan utama. Untuk jalan lingkungan, jarang terdapat vegetasi hanya terdapat vegetasi yang berada di depan rumah ynag ditanaman dengan pot, hal tersebut dikarenakan tidak

adanya jaran antara jalan dan rumah. Unuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **peta 4.15**

Gambar 4.19 Jenis dan Sebaran Vegetasi di Perumahan Sawojajar I
Sumber : Hasil Survei (25/06/12)


682300
682400
682500
682600
682700
682800
682900
9118200
9118100
9118000
9117900
9117800
9117700
9117600
Jl. Danau Ranau
Tugas Akhir
Jurusan Teknik PWK
Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan
Institut Teknologi Nasional Malang
Judul Skripsi :
Konsep Mitigasi Pulau Panas
(Urban Heat Island) Kota Malang
Judul Peta :
Jenis dan Sebaran Vegetasi
No Peta :
4.15
Legenda :
Batas Lokasi
Jalan
Sungai
Jembatan
Vegetasi Publik
pohon
Vegetasi Privat
Non Vegetasi
Vegetasi
Lahan kosong
Sumber :
1. BPN Kota Malang
2. RDTR Kota Malang
Skala :
20 0 20 40 M
Insert Peta :
N



Tugas Akhir
Jurusan Teknik PWK
Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan
Institut Teknologi Nasional Malang

Judul Skripsi :
Konsep Mitigasi Pulau Panas (Urban Heat Island) Kota Malang

Judul Peta :
Jenis Perkerasan Jalan

No Peta :
4.14

Legenda :
- Batas Lokasi
- Sungai
- Jembatan

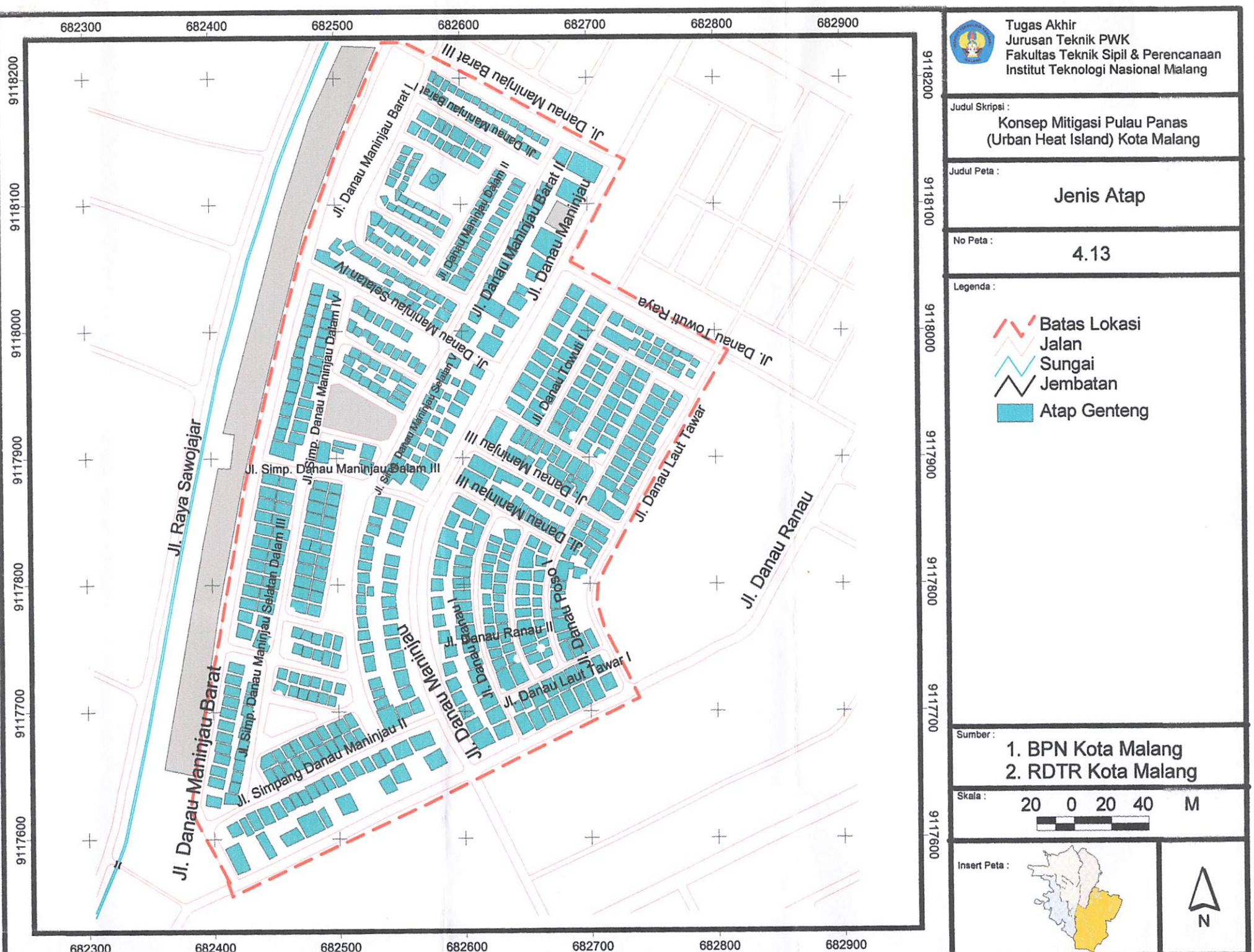
Jenis Perkerasan Jalan
- Jalan Aspal
- Jalan Paving
- Lahan kosong

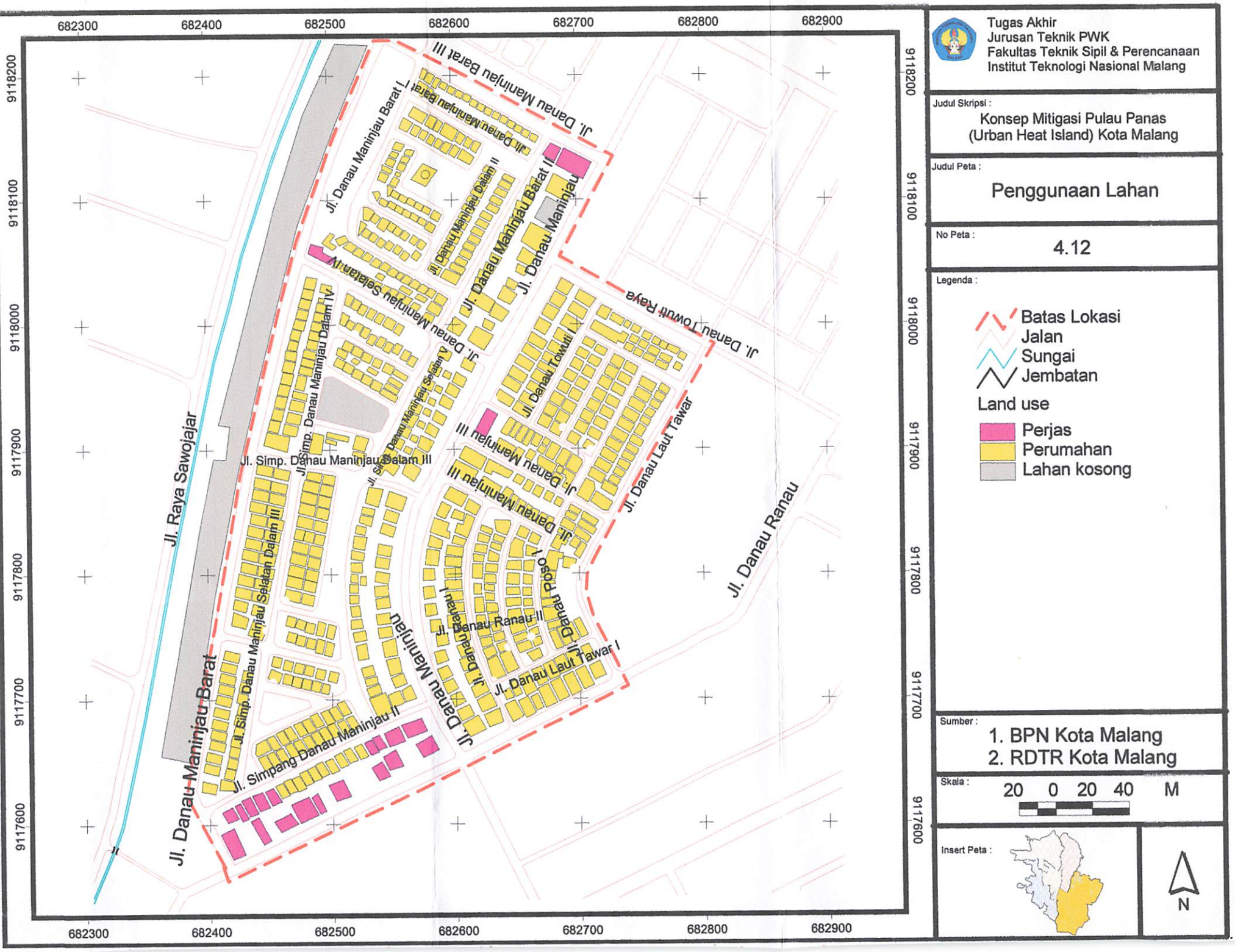
Sumber :
1. BPN Kota Malang
2. RDTR Kota Malang

Skala : 20 0 20 40 M

Insert Peta :

N


682300
682400
682500
682600
682700
682800
682900
9118200
9118100
9118000
9117900
9117800
9117700
9117600
Jl. Danau Maninjau Barat III
Jl. Danau Maninjau Barat I
Jl. Danau Maninjau Barat II
Jl. Danau Maninjau
Jl. Danau Towuti Raya
Jl. Danau Laut Tawar
Jl. Danau Ranau
Jl. Raya Sawojajar
Jl. Danau Maninjau Barat
Jl. Danau Maninjau Dalam II
Jl. Danau Maninjau Selatan IV
Jl. Danau Maninjau Selatan V
Jl. Simp. Danau Maninjau Dalam I
Jl. Simp. Danau Maninjau Dalam III
Jl. Simp. Danau Maninjau Selatan Dalam III
Jl. Danau Towuti I
Jl. Danau Maninjau III
Jl. Danau Maninjau
Jl. Danau Ranau II
Jl. Danau Ranau I
Jl. Danau Laut Tawar I
Jl. Danau Poso
Jl. Simpang Danau Maninjau II
Tugas Akhir
Jurusan Teknik PWK
Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan
Institut Teknologi Nasional Malang
Judul Skripsi :
Konsep Mitigasi Pulau Panas (Urban Heat Island) Kota Malang
Judul Peta :
Jenis Atap
No Peta :
4.13
Legenda :
Batas Lokasi
Jalan
Sungai
Jembatan
Atap Genteng
Sumber :
1. BPN Kota Malang
2. RDTR Kota Malang
Skala :
20 0 20 40 M
Insert Peta :
N



Tugas Akhir
Jurusan Teknik PWK
Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan
Institut Teknologi Nasional Malang

Judul Skripsi :
Konsep Mitigasi Pulau Panas (Urban Heat Island) Kota Malang

Judul Peta :
Penggunaan Lahan

No Peta :
4.12

Legenda :

- Batas Lokasi
- Jalan
- Sungai
- Jembatan

Land use

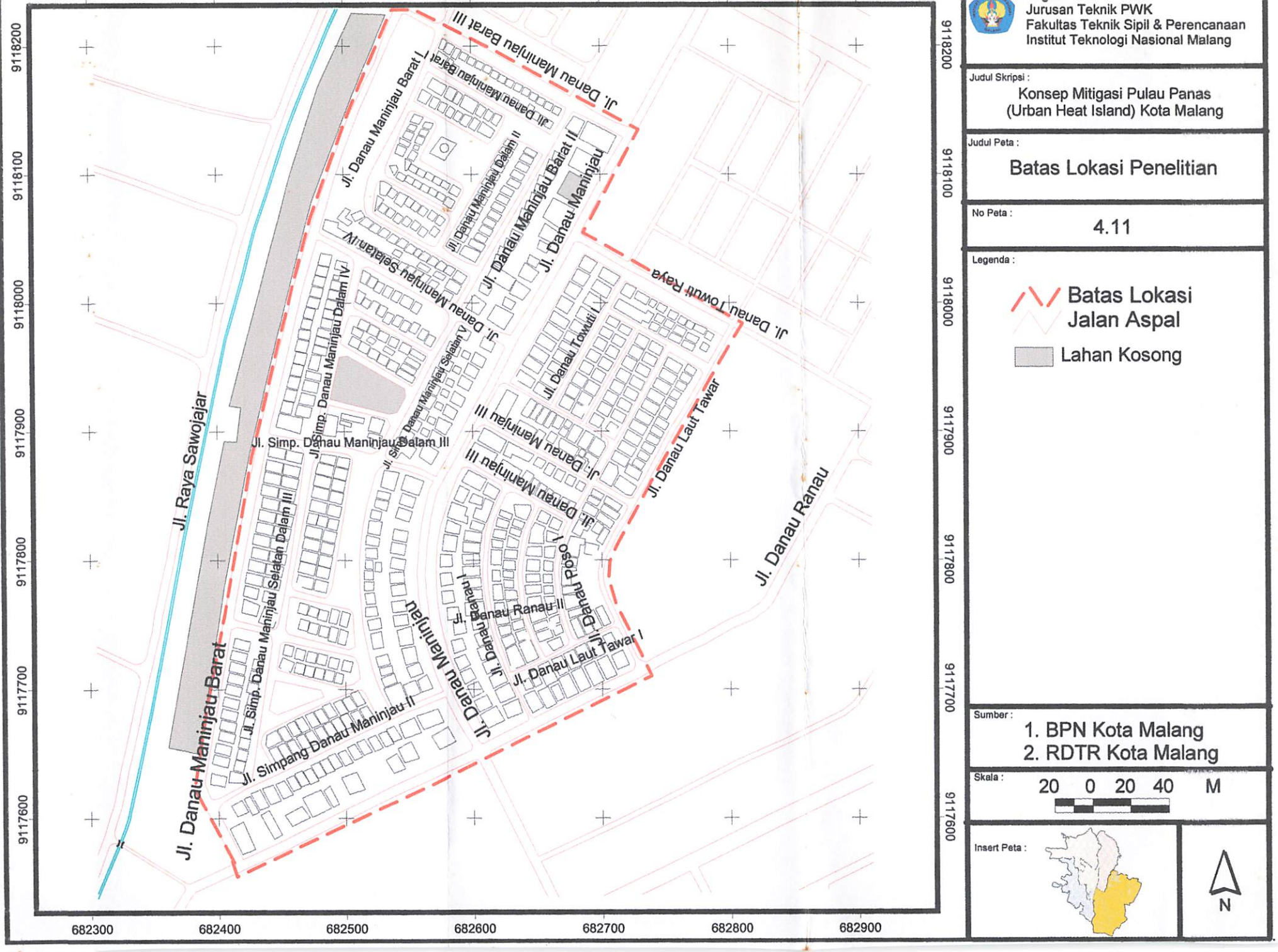
- Perjas
- Perumahan
- Lahan kosong

Sumber :
1. BPN Kota Malang
2. RDTR Kota Malang

Skala : 20 0 20 40 M

Insert Peta :

N



Jurusan Teknik PWK
Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan
Institut Teknologi Nasional Malang

Judul Skripsi :

Konsep Mitigasi Pulau Panas (Urban Heat Island) Kota Malang

Judul Peta :

Batas Lokasi Penelitian

No Peta :

4.11

Legenda :

- Batas Lokasi
- Jalan Aspal
- Lahan Kosong

Sumber :

1. BPN Kota Malang
2. RDTR Kota Malang

Skala : 20 0 20 40 M

Insert Peta :

N

BAB V
ANALISA

Pada bagian ini berisikan tentang analisa, tindak lanjut dari hasil pengumpulan data, yang nantinya akan menghasilkan suatu kesimpulan yang akan menjawab sasaran yang akan dicapai. Adapun analisa ini yaitu analisa sebaran dan pola Vegetasi, analisa penggunaan material bangunan terhadap penyerapan panas, analisa kepadatan bangunan , analisa KDB dan KLB, analisa. Lebih lanjut akan dibahas persub bahasan dibawah ini.

5.1 Analisa Pola dan Sebaran Vegetasi

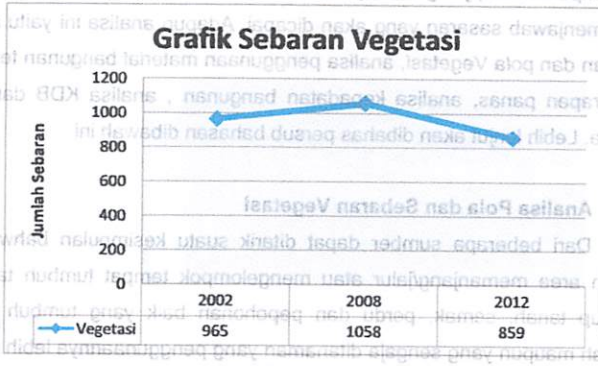
Dari beberapa sumber dapat ditarik suatu kesimpulan bahwa RTH adalah area memanjang/jalur atau mengelompok tempat tumbuh tanaman penutup tanah, semak, perdu dan pepohonan baik yang tumbuh secara alamiah maupun yang sengaja ditanaman yang penggunaannya lebih bersifat terbuka seperti "jalur hijau jalan, tepian air waduk atau danau dan bantaran sungai, bantaran rel kereta api, saluran/ jejaring listrik tegangan tinggi, ruang taman rumah, Taman Lingkungan, Taman Kota, taman pemakaman, taman pertanian kota".

5.1.1 Analisa Pola dan Sebaran Vegetasi Pada Permukiman Padat (Dinoyo gang 8 dan 10

5.1.1.1 Analisa Sebaran Vegetasi

Sebaran vegetasi yang berada pada permukiman pada didaerah Dinoyo gang 8 dan gang 10 tidak terlalu banyak jumlahnya, dari tahun 2002 sampai dengan sekarang terjadi penurunan jumlah prosentase vegetasi. Pada tahun 2002 jumlah luasan sebaran vegetasi adalah 965 m^2 dengan jumlah prosentase sebesar 3.39%. tahun 2008 sebaran vegetasi pada lokasi studi yang dihitung memalui citra satelit adalah 1058 m^2 dengan total luasan wilayah 28.432 m^2 , dengan prosentase 3.72% yang mengalami penaikan

dari tahun 2002, sedangkan pada tahun 2012 jumlah sebaran vegetasi kembali berkurang dengan jumlah total luasan sekitar **859 m²** dengan prosentase sebesar **3.02%**. untuk lebih jelas dapat dilihat pada **Grafik 5.1 dan Peta 5.1, 5.2, dan 5.3**



Grafik 5.1 Sebaran Vegetasi
Sumber : Hasil Analisa

5.1.1.2 Analisa Pola sebaran Vegetasi

Untuk menganalisa dan mengetahui gambaran persebaran keruang-an (*spasial*) dari sebaran vegetasi, maka digunakan rumus yang dikenal dengan sebutan "analisis tetangga terdekat". Analisa tetangga terdekat (*Nearest Neightbour Analisys*) biasa digunakan untuk menetukan pola permukiman yang tidak memiliki hambatan alamiah, dengan menghubungkan titik satu dan uang lainya dengan menggunakan garis sebagai satuan jarak. Untuk menghitung dan mengetahui pola sebaran vegetasi tersebut telah diperoleh data sebagai berikut :

Tabel 5.1

Analisa Nearest Neighbour Analysis pada MT.Haryono

No	Jumlah Titik	Jarak	
		Peta (cm)	Lapangan (M)
1	1 - 2	0.054	5.4
2	2 - 3	0.028	2.8
3	1 - 26	0.166	16.6
4	26 - 25	0.028	2.8
5	25 - 24	0.041	4.1
6	24 - 23	0.064	6.4
7	4 - 5	0.085	8.5
8	5 - 6	0.021	2.1
9	7 - 8	0.145	14.5
10	8 - 9	0.16	16
11	9 - 10	0.252	25.2
12	10 - 11	0.0721	7.21
13	12 - 13	0.067	6.7
14	13 - 14	0.136	13.6
15	14 - 15	0.299	29.9
16	16 - 17	0.043	4.3
17	18 - 19	0.043	4.3
18	20 -21	0.035	3.5
19	21 - 22	0.031	3.1
Jumlah		1.7701	177.01

Sumber : Hasil Analisa

Adapun formula uang digunakan yaitu :

$$T = \frac{Ju}{Jh}$$

di mana:

T : adalah indeks persebaran tetangga terdekat;

Ju : adalah jarak rata-rata yang diukur antara satu titik dengan titik tetangga yan terdekat;

Jh : adalah jarak rata-rata yang diperoleh andaikata semua titik mempunyai pola acak, yang dihitung dengan rumus:

$$\frac{1}{2\sqrt{p}}$$

p : adalah kepadatan titik dalam tiap kilometer persegi, yang didapat dari perhitungan pembagian antara jumlah titik (N) dengan luas wilayah dalam kilometer persegi(A).

Kategori Indeks Persebaran (*T*):
I = Nilai *T* dari 0 – 0,7 adalah pola bergerombol (*cluster pattern*);
II = Nilai *T* dari 0,7 – 1,4 adalah pola tersebar tidak merata (*random pattern*);
III = Nilai *T* dari 1,4 – 2,1491 adalah pola tersebarmerata (*dispersed pattern/uniform*).

Maka , perhitungan untuk pola sebaran vegetasi pada permukiman di MT. Haryono adalah sebagai berikut:

N = 19
JU = 0.1770 Km
Luas Area = 284,32 Km

$$JH = \frac{1}{2\sqrt{N.A}} = \frac{1}{2\sqrt{0.668}} = \frac{1}{1.6346}$$

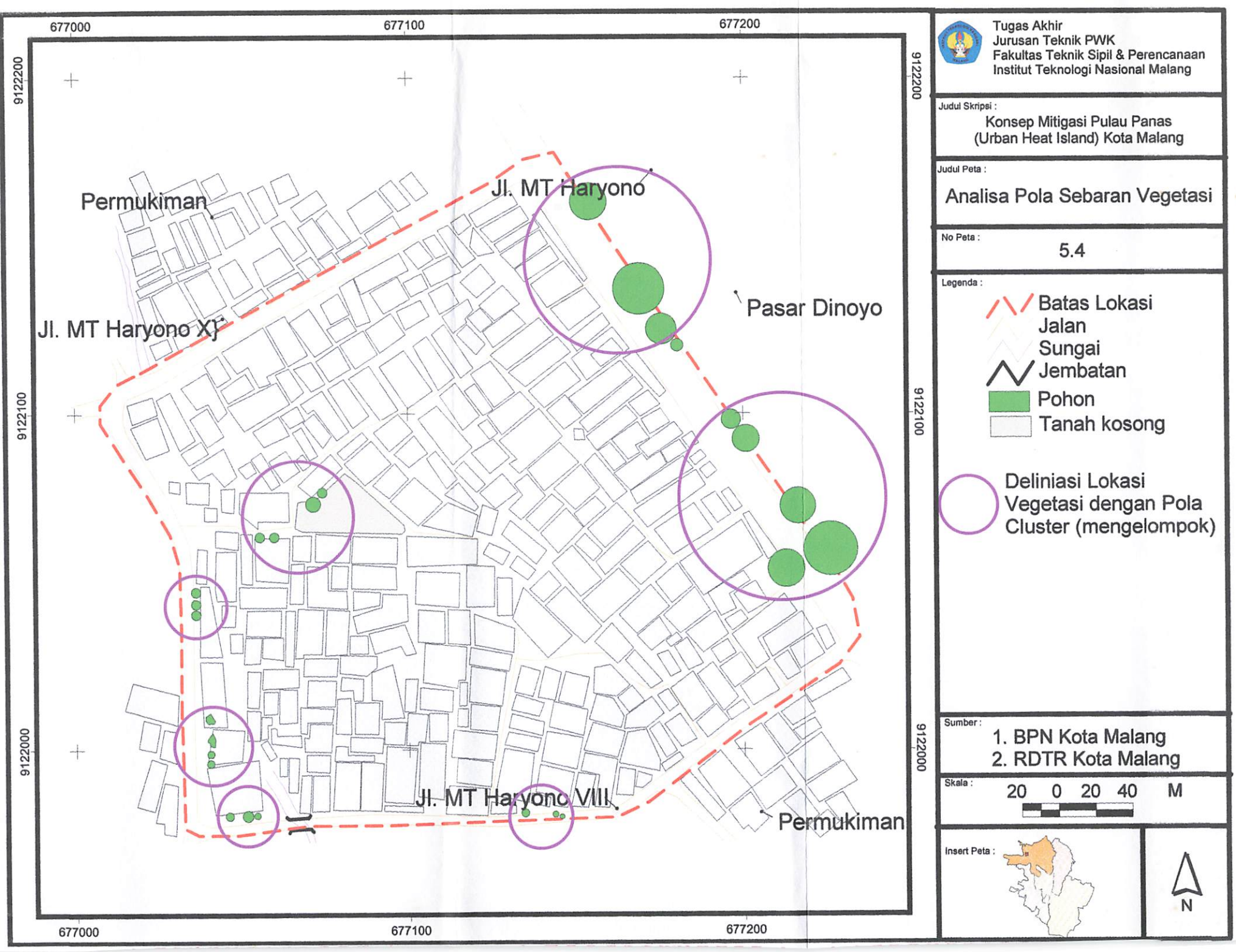
JH = 0.6117

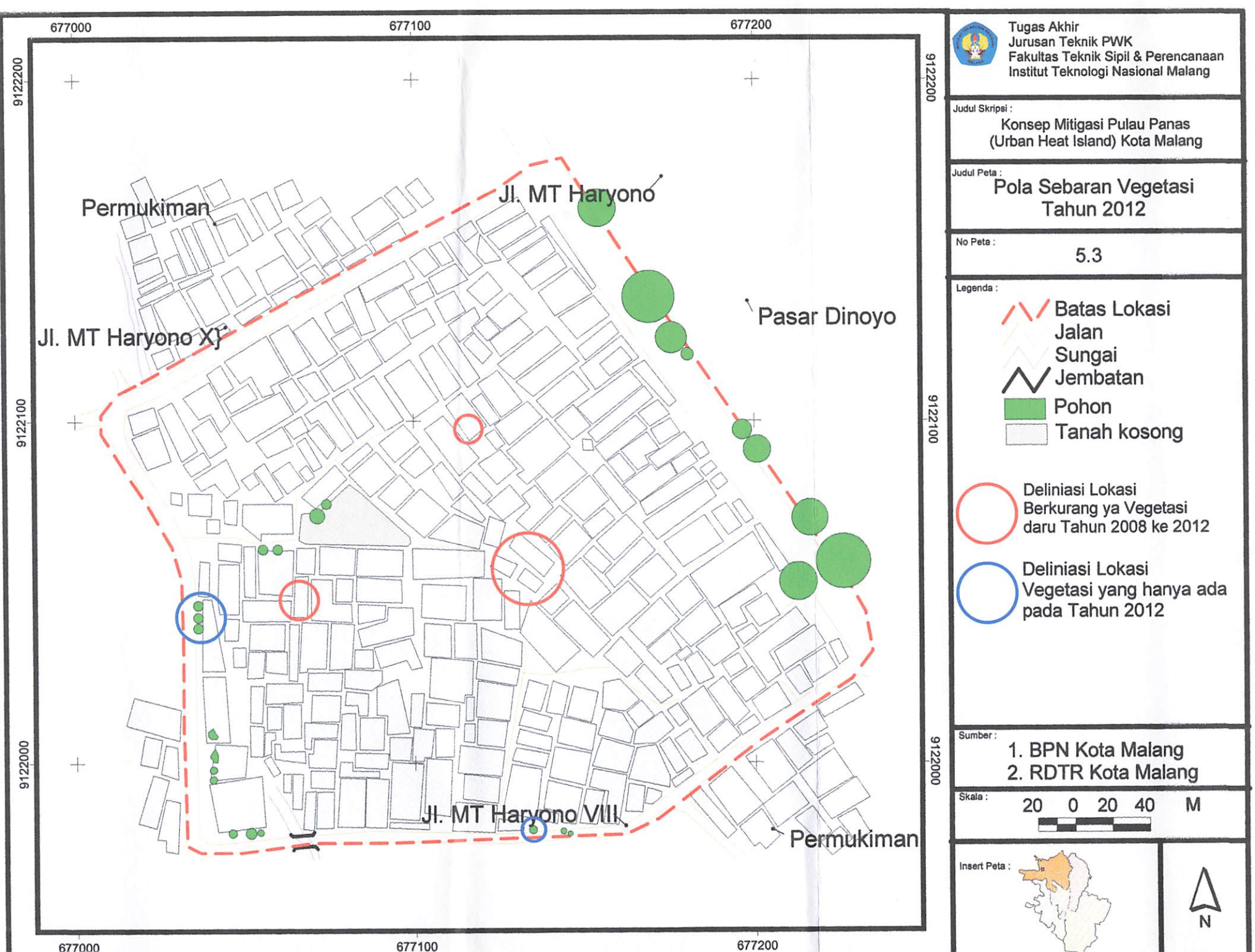
$$T = \frac{Ju}{Jh}$$

$$T = \frac{0.1770}{0.6117}$$

$$T = 0.2893$$

Jadi, berdasarkan perhitungan tersebut maka pola sebaran vegetasi yang ada pada lokasi penelitian masuk kedalam pola bergerombol (*cluster pattern*). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **peta 5.4**


677000
677100
677200
9122200
9122100
9122000
Permukiman
Jl. MT Haryono
Pasar Dinoyo
Jl. MT Haryono XI
Jl. MT Haryono VIII
Permukiman
Tugas Akhir
Jurusan Teknik PWK
Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan
Institut Teknologi Nasional Malang
Judul Skripsi :
Konsep Mitigasi Pulau Panas (Urban Heat Island) Kota Malang
Judul Peta :
Analisa Pola Sebaran Vegetasi
No Peta :
5.4
Legenda :
Batas Lokasi
Jalan
Sungai
Jembatan
Pohon
Tanah kosong
Deliniasi Lokasi Vegetasi dengan Pola Cluster (mengelompok)
Sumber :
1. BPN Kota Malang
2. RDTR Kota Malang
Skala :
20 0 20 40 M
Insert Peta :
N



Tugas Akhir
Jurusan Teknik PWK
Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan
Institut Teknologi Nasional Malang

Judul Skripsi :
Konsep Mitigasi Pulau Panas (Urban Heat Island) Kota Malang

Judul Peta :
Pola Sebaran Vegetasi Tahun 2012

No Peta :
5.3

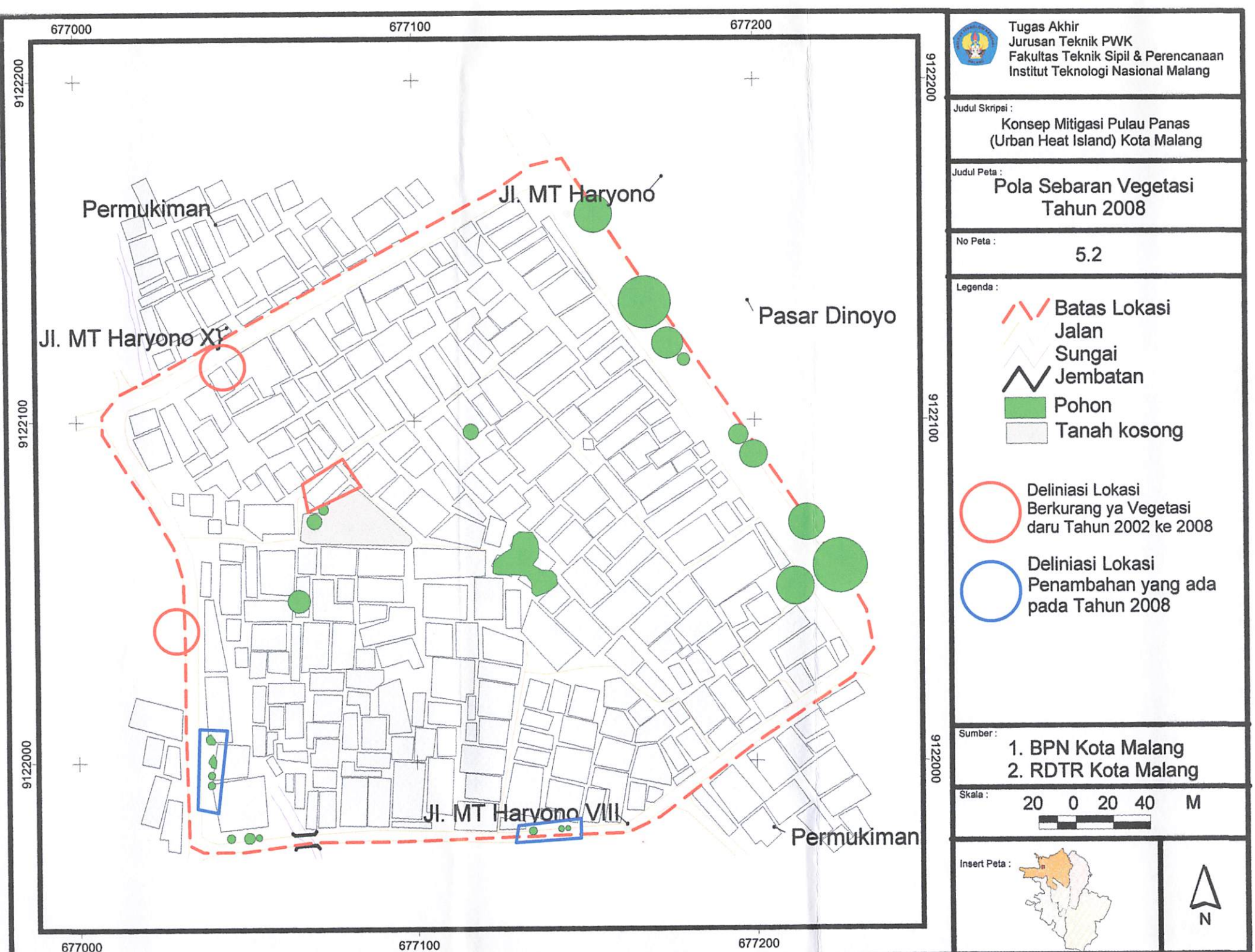
Legenda :
- Batas Lokasi
- Jalan
- Sungai
- Jembatan
- Pohon
- Tanah kosong
- Deliniasi Lokasi Berkurang ya Vegetasi daru Tahun 2008 ke 2012
- Deliniasi Lokasi Vegetasi yang hanya ada pada Tahun 2012

Sumber :
1. BPN Kota Malang
2. RDTR Kota Malang

Skala : 20 0 20 40 M

Insert Peta :

N



Tugas Akhir
Jurusan Teknik PWK
Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan
Institut Teknologi Nasional Malang

Judul Skripsi :
Konsep Mitigasi Pulau Panas (Urban Heat Island) Kota Malang

Judul Peta :
Pola Sebaran Vegetasi Tahun 2008

No Peta :
5.2

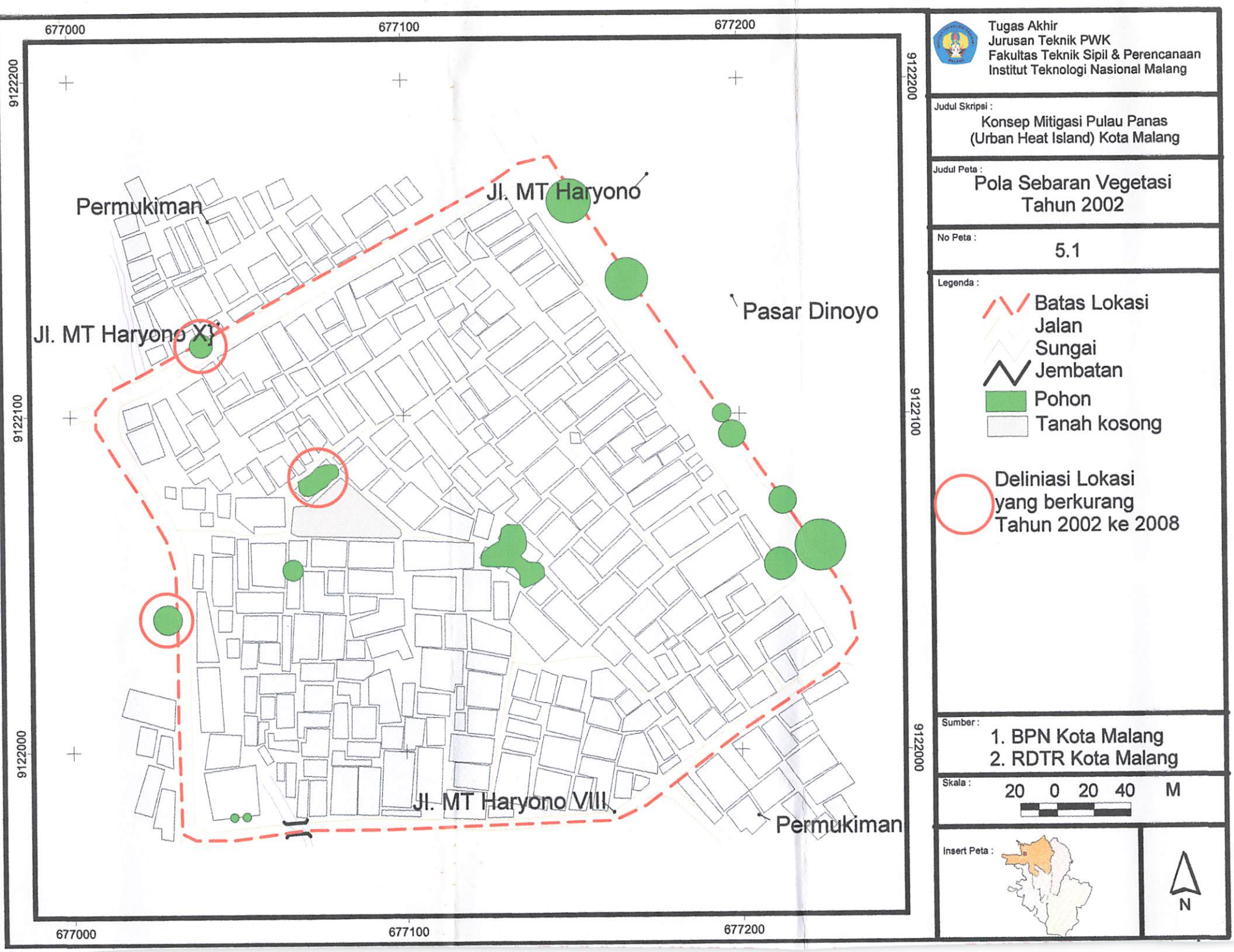
Legenda :
- Batas Lokasi
- Jalan
- Sungai
- Jembatan
- Pohon
- Tanah kosong
- Deliniasi Lokasi Berkurang ya Vegetasi daru Tahun 2002 ke 2008
- Deliniasi Lokasi Penambahan yang ada pada Tahun 2008

Sumber :
1. BPN Kota Malang
2. RDTR Kota Malang

Skala : 20 0 20 40 M

Insert Peta :

N



Tugas Akhir
Jurusan Teknik PWK
Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan
Institut Teknologi Nasional Malang

Judul Skripsi :
Konsep Mitigasi Pulau Panas (Urban Heat Island) Kota Malang

Judul Peta :
Pola Sebaran Vegetasi Tahun 2002

No Peta :
5.1

Legenda :
- Batas Lokasi
- Jalan
- Sungai
- Jembatan
- Pohon
- Tanah kosong
- Deliniasi Lokasi yang berkurang Tahun 2002 ke 2008

Sumber :
1. BPN Kota Malang
2. RDTR Kota Malang

Skala : 20 0 20 40 M

Insert Peta :

N

5.1.2 Analisa Pola dan Sebaran vegetasi pada Industri (pabrik Rokok Bentoel / PT.Subur Aman)

5.1.2.1 Analisa Sebaran Vegetasi

Sebaran vegetasi yang berada pada lokasi penelitian yang terletak pada industri pabrik rokok Bentoel/ PT. Subur aman tumbuh disepanjang jalan besar dan bersifat bersifat terbuka. jumlahnya yang sedikit menyebabkan kurang optimalnya fungsi dari vegetasi tersebut. jumlah luasan sebaran vegetasi pada lokasi studi yang dihitung memalui citra satelit pada **tahun 2002** adalah **3071 m^2** dengan prosentase sebesar **3.57%** dari luas wilayah yang memiliki total luasan sekitar **85.946 m^2** , pada **tahun 2008** sebaran vegetasi mengalami penurunan menjadi **2845** dengan prosentase sebesar **3.31%** dan kembali mengalami penurunan pada **tahun 2012** dengan jumlah **2665** dengan prosentase sebesar **3.1%**. untuk lebih jelas dapat dilihat pada **Grafik 5.2 dan peta 5.5, 5.6, 5.7**

Grafik 5.2 Sebaran Vegetasi
Sumber : Hasil Analisa

5.1.2.2 Analisa Pola Sebaran Vegetasi

Sama seperti lokasi penelitian sebelumnya, untuk menganalisa dan mengetahui gambaran persebaran ke-ruang-an (*spasial*) dari sebaran vegetasi, maka digunakan rumus yang dikenal dengan sebutan "analisis

tetangga terdekat". Untuk menghitung dan mengetahui pola sebaran vegetasi tersebut telah diperoleh data sebagai berikut :

Tabel 5.2

Analisa Nearest Neighbour Analysis pada pabrik

No	Jumlah Titik	Jarak	
		Peta (cm)	Lapangan (M)
1	1 - 2	0.084	8.4
2	2 - 3	0.092	9.2
3	3 - 4	0.077	7.7
4	5 - 6	0.095	9.5
5	6 - 7	0.084	8.4
6	7 - 8	0.066	6.6
7	8 - 9	0.11	11
8	10 - 11	0.394	39.4
9	11 - 12	0.055	5.5
10	12 - 13	0.056	5.6
11	13 - 14	0.059	5.9
12	14 - 15	0.053	5.3
13	16 - 17	0.181	18.1
14	17 - 18	0.226	22.6
15	19 - 20	0.281	28.1
16	20 - 21	0.197	19.7
17	22 - 23	0.075	7.5
18	23 - 24	0.061	6.1
19	24 - 25	0.063	6.3
20	25 - 26	0.056	5.6
21	27 - 28	0.085	8.5
22	28 - 29	0.123	12.3
23	30 - 31	0.108	10.8
24	31 - 32	0.113	11.3
25	33 - 34	0.147	14.7
26	35 - 36	0.072	7.2
27	36 - 37	0.059	5.9
28	38 - 39	0.17	17
29	39 - 40	0.16	16
30	40 - 41	0.074	7.4
31	41 - 42	0.058	5.8
32	42 - 42	0.224	22.4
Jumlah		3.758	375.8

Sumber : Hasil Analisa

Maka , perhitungan untuk pola sebaran vegetasi pada Pabrik Rokok Bentoel adalah sebagai berikut:

N = 32
JU = 0.3758 Km
Luas Area = 85,946 Km

$$JH = \frac{1}{2\sqrt{N.A}}$$

$$= \frac{1}{2\sqrt{0.3723}}$$

$$= \frac{1}{0.6101}$$

$$JH = 1.639$$

$$T = \frac{Ju}{Jh}$$

$$T = \frac{0.3758}{1.639}$$

$$T = 0.2292$$

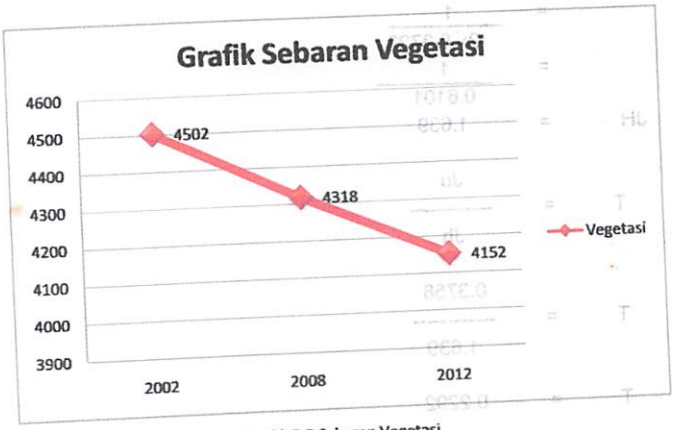
Jadi, berdasarkan perhitungan tersebut maka pola sebaran vegetasi yang ada pada lokasi penelitian masuk kedalam pola bergerombol (*cluster pattern*). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **peta 5.8**

5.1.3 Analisa Pola dan Sebaran Vegetasi Pada Perumahan (Sawojajar I)

5.1.3.1 Analisa Sebaran Vegetasi

Sebaran vegetasi yang berada pada lokasi penelitian yang terletak pada perumahan di Sawojajar I cendrung sama seperti lokasi yang lain yaitu disepanjang jalan besar dan bersifat bersifat terbuka. jumlah luasan sebaran vegetasi pada lokasi

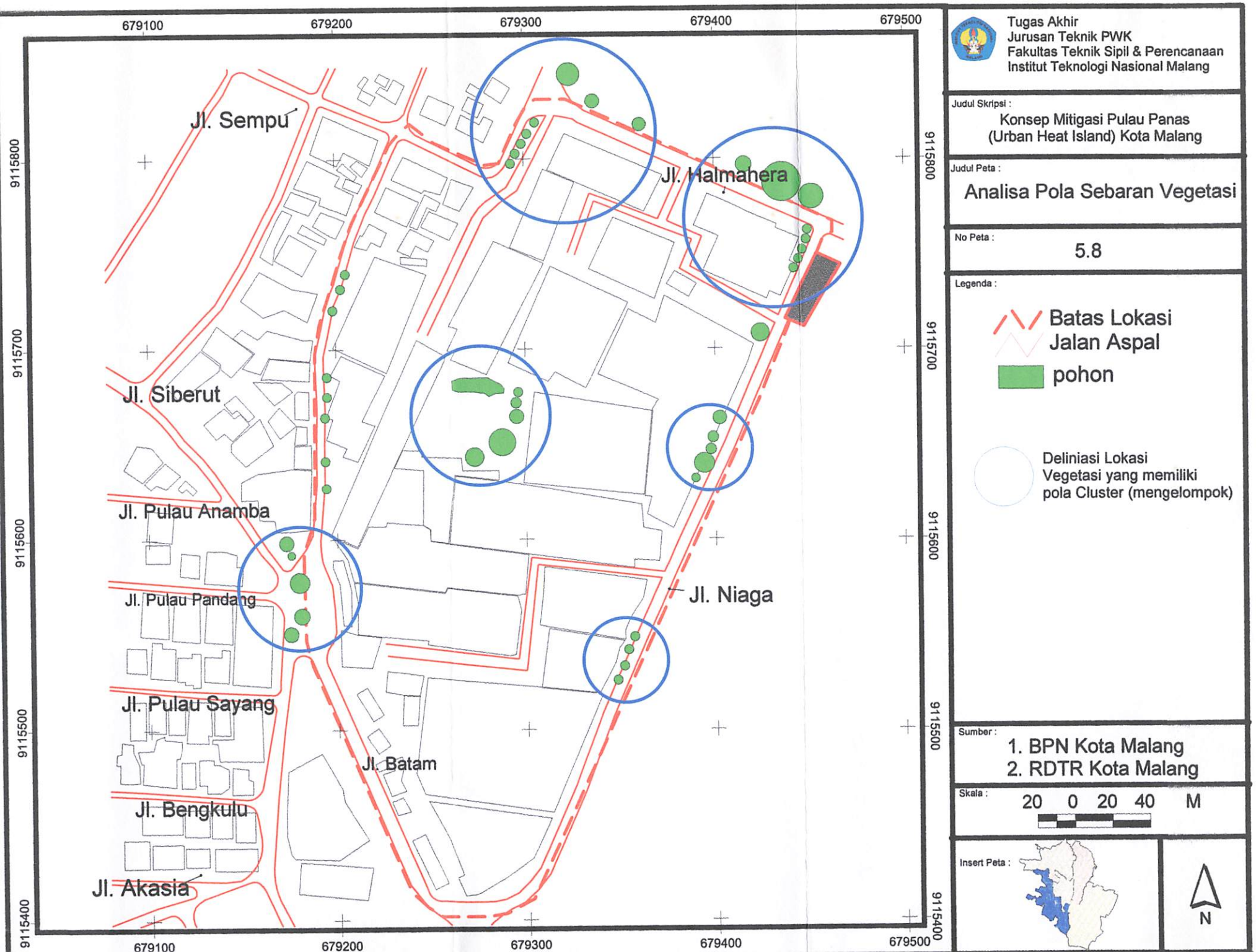
studi yang dihitung memalui citra satelit pada **tahun 2002** adalah **4502 m^2** dengan prosentase sebesar **2.69%** dari luas wilayah yang memiliki total luasan sekitar **167.092 m^2** , pada **tahun 2008** sebaran vegetasi mengalami penurunan menjadi **4318** dengan prosentase sebesar **2.58%** dan kembali mengalami penurunan pada **tahun 2012** dengan jumlah **4152** dengan prosentase sebesar **2.48%**. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada **peta 5.9, 5.10 dan 5.11**



Grafik 5.3 Sebaran Vegetasi
Sumber : Hasil Analisa

5.1.3.2 Analisa Pola Sebaran Vegetasi

Sama seperti lokasi penelitian sebelumnya, untuk menganalisa dan mengetahui gambaran persebaran ke-ruang-an (*spasial*) dari sebaran vegetasi, maka digunakan rumus yang dikenal dengan sebutan "analisis tetangga terdekat". Untuk menghitung dan mengetahui pola sebaran vegetasi tersebut telah diperoleh data sebagai berikut :



Tugas Akhir
Jurusan Teknik PWK
Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan
Institut Teknologi Nasional Malang

Judul Skripsi :
Konsep Mitigasi Pulau Panas (Urban Heat Island) Kota Malang

Judul Peta :
Analisa Pola Sebaran Vegetasi

No Peta :
5.8

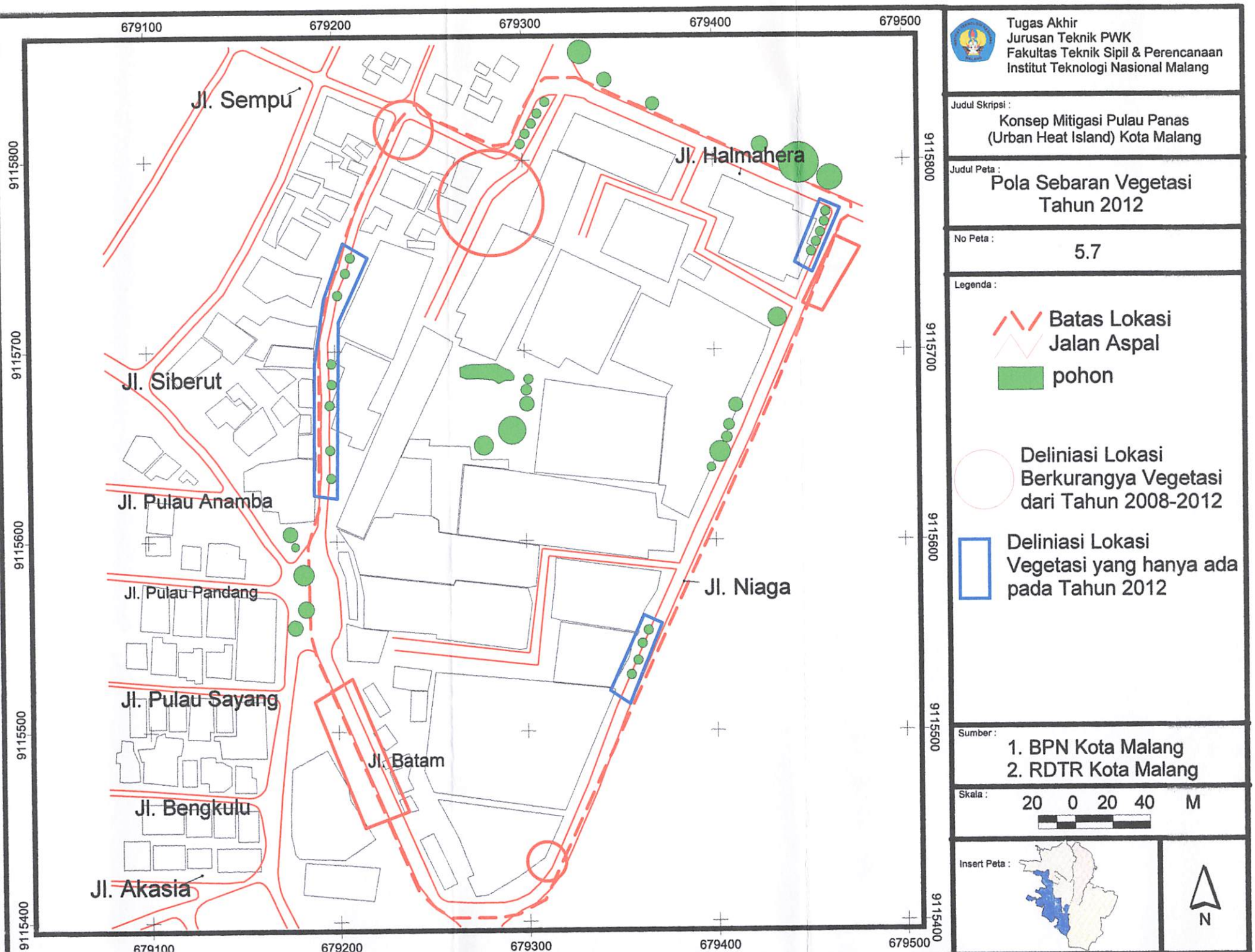
Legenda :
- Batas Lokasi
- Jalan Aspal
- pohon
- Deliniasi Lokasi Vegetasi yang memiliki pola Cluster (mengelompok)

Sumber :
1. BPN Kota Malang
2. RDTR Kota Malang

Skala : 20 0 20 40 M

Insert Peta :

N



Tugas Akhir
Jurusan Teknik PWK
Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan
Institut Teknologi Nasional Malang

Judul Skripsi :
Konsep Mitigasi Pulau Panas (Urban Heat Island) Kota Malang

Judul Peta :
Pola Sebaran Vegetasi Tahun 2012

No Peta :
5.7

Legenda :

- Batas Lokasi
- Jalan Aspal
- pohon
- Deliniasi Lokasi Berkurangya Vegetasi dari Tahun 2008-2012
- Deliniasi Lokasi Vegetasi yang hanya ada pada Tahun 2012

Sumber :
1. BPN Kota Malang
2. RDTR Kota Malang

Skala : 20 0 20 40 M

Insert Peta :

N

Tugas Akhir
Jurusan Teknik PWK
Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan
Institut Teknologi Nasional Malang

Judul Skripsi :
Konsep Mitigasi Pulau Panas (Urban Heat Island) Kota Malang

Judul Peta :
Pola Sebaran Vegetasi Tahun 2008

No Peta :
5.6

Legenda :

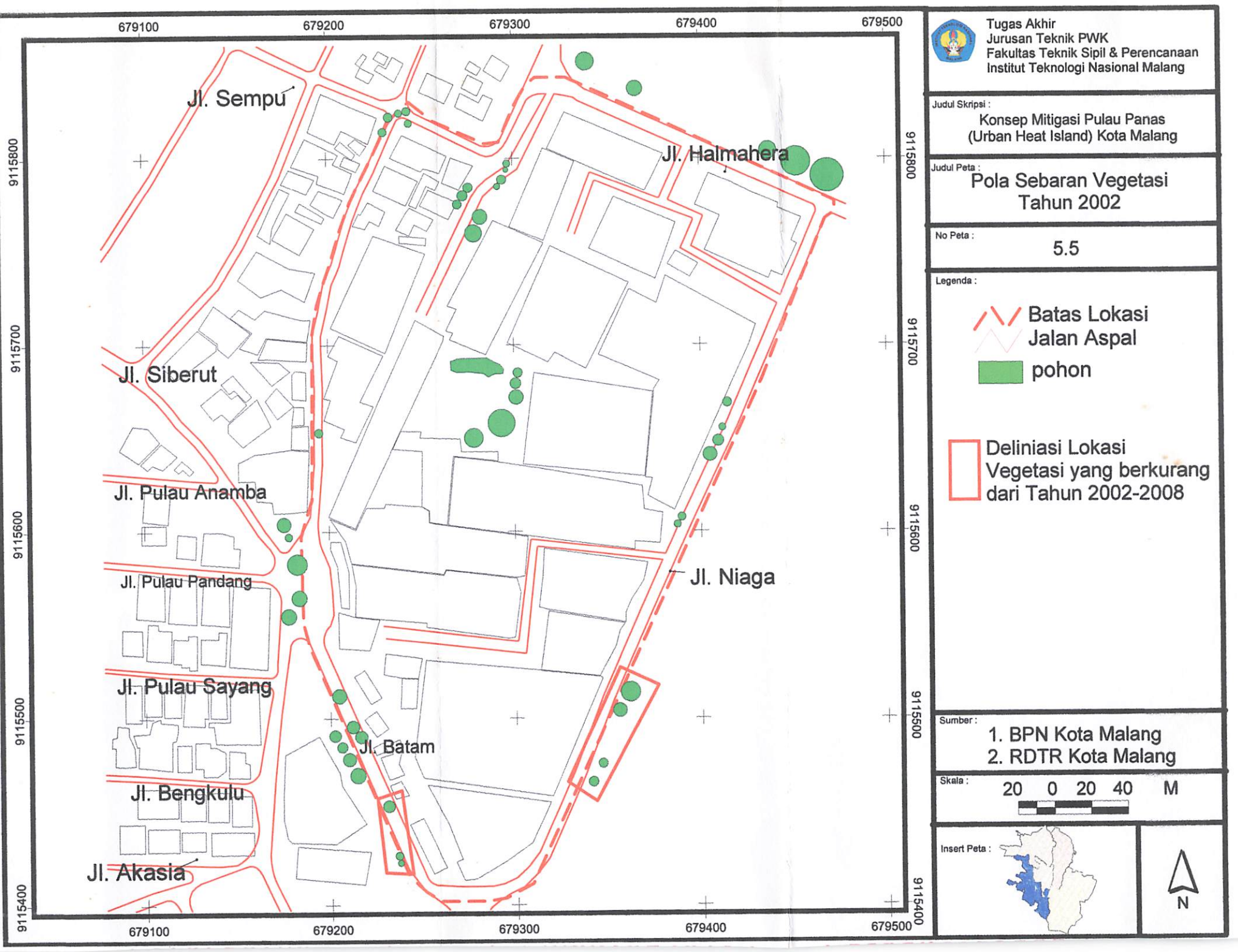
- Batas Lokasi Jalan Aspal
- pohon
- Deliniasi Lokasi Berkurangya Vegetasi dari Tahun 2002-2008

Sumber :
1. BPN Kota Malang
2. RDTR Kota Malang

Skala : 20 0 20 40 M

Insert Peta :

N



Tugas Akhir
Jurusan Teknik PWK
Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan
Institut Teknologi Nasional Malang

Judul Skripsi :
Konsep Mitigasi Pulau Panas (Urban Heat Island) Kota Malang

Judul Peta :
Pola Sebaran Vegetasi Tahun 2002

No Peta :
5.5

Legenda :
- Batas Lokasi Jalan Aspal
- pohon
- Deliniasi Lokasi Vegetasi yang berkurang dari Tahun 2002-2008

Sumber :
1. BPN Kota Malang
2. RDTR Kota Malang

Skala : 20 0 20 40 M

Insert Peta :

N

Tabel 5.3
Analisa Nearest Neighbour Analysis pada Sawojajar I

No	Jumlah Titik	Jarak	
		Peta (cm)	Lapangan (M)
1	1 - 66	0.495	49.5
2	66 - 65	0.079	7.9
3	65 - 64	0.086	8.6
4	64 - 63	0.065	6.5
5	67 - 65	0.106	10.6
6	67 - 68	0.289	28.9
7	68 - 69	0.149	14.9
8	69 - 71	0.203	20.3
9	71 - 70	0.093	9.3
10	70 - 72	0.188	18.8
11	72 - 75	0.117	11.7
12	75 - 74	0.094	9.4
13	74 - 73	0.101	10.1
14	77 - 76	0.386	38.6
15	76 - 78	0.082	8.2
16	78 - 79	0.068	6.8
17	79 - 80	0.066	6.6
18	80 - 81	0.145	14.5
19	80 - 84	0.055	5.5
20	84 - 85	0.042	4.2
21	85 - 86	0.071	7.1
22	86 - 87	0.082	8.2
23	82 - 83	0.058	5.8
24	88 - 89	0.045	4.5
25	89 - 90	0.051	5.1
26	90 - 91	0.18	18
27	2 - 3	0.104	10.4
28	3 - 42	0.176	17.6
29	42 - 43	0.145	14.5
30	43 - 44	0.064	6.4
31	44 - 45	0.098	9.8
32	45 - 46	0.058	5.8
33	46 - 47	0.062	6.2
34	47 - 48	0.053	5.3
35	48 - 49	0.063	6.3

Bersambung.....

Tabel Sambungan.....

No	Jumlah Titik	Jarak	
		Peta (cm)	Lapangan (M)
36	49 - 50	0.046	4.6
37	50 - 51	0.074	7.4
38	51 - 52	0.086	8.6
39	52 - 53	0.086	8.6
40	53 - 54	0.079	7.9
41	54 - 55	0.089	8.9
42	55 - 56	0.059	5.9
43	56 - 57	0.196	19.6
44	57 - 58	0.073	7.3
45	59 - 60	0.055	5.5
46	60 - 61	0.043	4.3
47	61 - 62	0.051	5.1
48	62 - 87	0.227	22.7
49	46 - 41	0.104	10.4
50	41 - 36	0.121	12.1
51	36 - 37	0.113	11.3
52	37 - 35	0.165	16.5
53	35 - 34	0.114	11.4
54	34 - 38	0.233	23.3
55	38 - 40	0.139	13.9
56	40 - 39	0.061	6.1
57	34 - 31	0.217	21.7
58	31 - 29	0.055	5.5
59	29 - 30	0.057	5.7
60	30 - 32	0.056	5.6
61	32 - 33	0.034	3.4
62	2 - 4	0.194	19.4
63	4 - 5	0.268	26.8
64	5 - 6	0.279	27.9
65	6 - 7	0.136	13.6
66	7 - 8	0.294	29.4
67	8 - 9	0.118	11.8
68	9 - 10	0.113	11.3
69	10 - 12	0.132	13.2
70	12 - 11	0.05	5
71	10 - 13	0.149	14.9
72	13 - 14	0.116	11.6
73	14 - 15	0.088	8.8
74	15 - 16	0.071	7.1

Bersambung.....

Tabel Sambungan.....

No	Jumlah Titik	Jarak	
		Peta (cm)	Lapangan (M)
75	16 - 18	0.045	4.5
76	18 - 20	0.054	5.4
77	20 - 17	0.085	8.5
78	17 - 19	0.074	7.4
79	19 - 21	0.144	14.4
80	21 - 22	0.133	13.3
81	21 - 27	0.184	18.4
82	27 - 28	0.306	30.6
83	22 - 23	0.161	16.1
84	23 - 24	0.038	3.8
85	24 - 25	0.04	4
86	25 - 26	0.112	11.2
87	26 - 137	0.567	56.7
88	137 - 136	0.553	55.3
89	136 - 135	0.128	12.8
90	135 - 134	0.18	18
91	134 - 139	0.427	42.7
92	139 - 138	0.161	16.1
93	94 - 83	0.126	12.6
94	83 - 92	0.222	22.2
95	95 - 96	0.407	40.7
96	96 - 97	0.108	10.8
97	97 - 99	0.198	19.8
98	99 - 98	0.095	9.5
99	99 - 100	0.129	12.9
100	100 - 101	0.136	13.6
101	101 - 102	0.059	5.9
102	102 - 103	0.091	9.1
103	103 - 104	0.068	6.8
104	104 - 105	0.04	4
105	105 - 106	0.133	13.3
106	106 - 107	0.051	5.1
107	106 - 108	0.152	15.2
108	108 - 110	0.083	8.3
109	110 - 111	0.1	10
110	111 - 112	0.071	7.1
111	110 - 109	0.088	8.8
112	112 - 113	0.082	8.2
113	109 - 114	0.312	31.2

Bersambung.....

Tabel Sambungan.....

No	Jumlah Titik	Jarak	
		Peta (cm)	Lapangan (M)
114	114 - 115	0.178	17.8
115	115 - 116	0.162	16.2
116	116 - 117	0.057	5.7
117	185 - 186	0.109	10.9
118	186 - 184	0.122	12.2
119	184 - 188	0.32	32
120	188 - 189	0.068	6.8
121	189 - 190	0.175	17.5
122	190 - 191	0.186	18.6
123	188 - 187	0.085	8.5
124	192 - 193	0.045	4.5
125	193 - 183	0.466	46.6
126	183 - 182	0.385	38.5
127	182 - 181	0.192	19.2
128	181 - 170	0.442	44.2
129	170 - 169	0.65	65
130	169 -168	0.077	7.7
131	168 - 167	0.255	25.5
132	167 - 166	0.251	25.1
133	166 - 165	0.067	6.7
134	165 - 164	0.066	6.6
135	164 - 163	0.083	8.3
136	163 - 162	0.05	5
137	162 - 161	0.082	8.2
138	161 - 160	0.072	7.2
139	160 - 159	0.129	12.9
140	159 - 158	0.11	11
141	158 - 157	0.082	8.2
142	157 - 156	0.052	5.2
143	160 - 144	0.264	26.4
144	144 - 143	0.234	23.4
145	143 - 142	0.156	15.6
146	142 - 141	0.054	5.4
147	141 - 140	0.07	7
148	140 - 133	0.237	23.7
149	133 - 132	0.14	14
150	132 - 131	0.078	7.8
151	131 - 130	0.071	7.1
152	130 - 129	0.125	12.5

Bersambung.....

Tabel Sambungan.....

No	Jumlah Titik	Jarak	
		Peta (cm)	Lapangan (M)
153	128 - 129	0.062	6.2
154	128 - 127	0.069	6.9
155	127 - 126	0.24	24
156	126 - 124	0.211	21.1
157	124 - 123	0.087	8.7
158	124 - 125	0.141	14.1
159	123 - 122	0.147	14.7
160	122 - 118	0.155	15.5
161	118 - 119	0.391	39.1
162	119 - 120	0.123	12.3
163	120 - 121	0.085	8.5
164	156 - 146	0.448	44.8
165	146 - 145	0.184	18.4
166	171 - 172	0.11	11
167	172 - 173	0.357	35.7
168	173 - 174	0.179	17.9
169	174 - 176	0.705	70.5
170	176 - 177	0.115	11.5
171	177 - 175	0.335	33.5
172	175 - 178	0.52	52
173	178 - 179	0.215	21.5
174	179 - 180	0.09	9
175	180 - 154	0.507	50.7
176	154 - 155	0.106	10.6
177	154 - 153	0.162	16.2
178	153 - 152	0.051	5.1
179	152 - 151	0.277	27.7
180	151 - 150	0.119	11.9
181	150 - 149	0.054	5.4
182	149 - 148	0.058	5.8
183	148 - 147	0.086	8.6
Jumlah		**27.839**	**2783.9**

Sumber : Hasil Analisa

Maka , perhitungan untuk pola sebaran vegetasi pada Perumahan (sawojajar I) adalah sebagai berikut:

N = 183

JU = 2,7839 Km

Luas Area = 167,092 Km

$$JH = \frac{1}{2\sqrt{N.A}}$$

$$= \frac{1}{2\sqrt{1,0952}}$$

$$= \frac{1}{2.1904}$$

JH = 0.4565

$$T = \frac{Ju}{Jh}$$

$$T = \frac{2,7839}{0.4565}$$

T = 6.097

Jadi, berdasarkan perhitungan tersebut maka pola sebaran vegetasi yang ada pada lokasi penelitian masuk kedalam pola tersebarmerata (*dispersed pattern/uniform*) . Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada peta 5.12

5.2 Analisa Kepadatan Bangunan

Kepadatan bangunan dihitung dengan cara membagi jumlah bangunan dengan total luas wilayahnya, sehingga didapatkan perbandingan jumlah bangun persetiap Hektar luas wilayah. Kepadan bangunan dihitung untuk mengetahui dan membandingkan kepadatan anatr lokasi penelitian.

Tugas Akhir
Jurusan Teknik PWK
Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan
Institut Teknologi Nasional Malang

Judul Skripsi :
Konsep Mitigasi Pulau Panas (Urban Heat Island) Kota Malang

Judul Peta :
Analisa Pola Sebaran Vegetasi

No Peta :
5.12

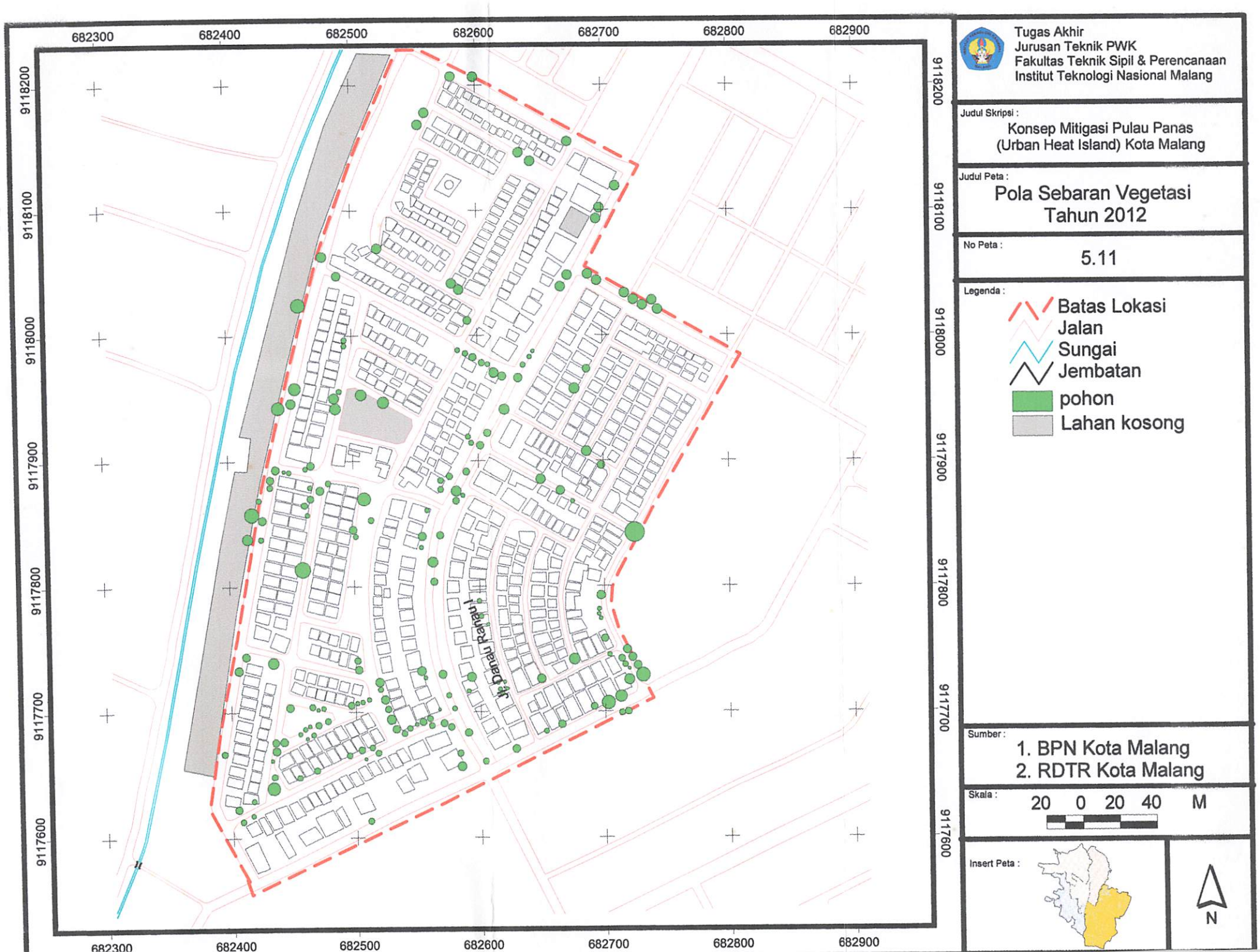
Legenda :
- Batas Lokasi
- Jalan
- Sungai
- Jembatan
- pohon
- Lahan kosong
- Deliniasi Lokasi Vegetasi Dengan Pola Reguler (seragam)

Sumber :
1. BPN Kota Malang
2. RDTR Kota Malang

Skala : 20 0 20 40 M

Insert Peta :

N



Tugas Akhir
Jurusan Teknik PWK
Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan
Institut Teknologi Nasional Malang

Judul Skripsi :
Konsep Mitigasi Pulau Panas (Urban Heat Island) Kota Malang

Judul Peta :
Pola Sebaran Vegetasi Tahun 2012

No Peta :
5.11

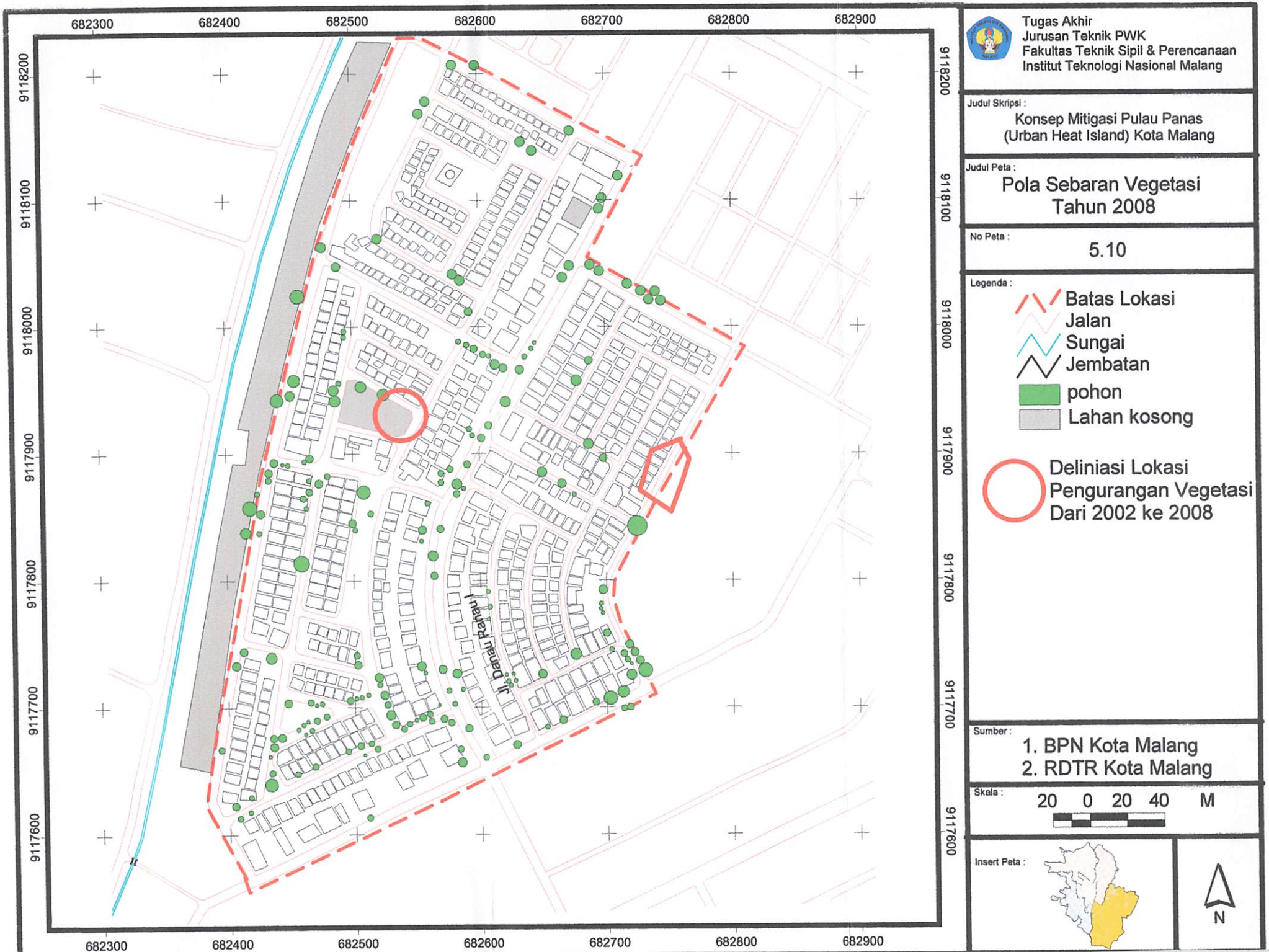
Legenda :
- Batas Lokasi
- Jalan
- Sungai
- Jembatan
- pohon
- Lahan kosong

Sumber :
1. BPN Kota Malang
2. RDTR Kota Malang

Skala : 20 0 20 40 M

Insert Peta :

N



Tugas Akhir
Jurusan Teknik PWK
Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan
Institut Teknologi Nasional Malang

Judul Skripsi :
Konsep Mitigasi Pulau Panas (Urban Heat Island) Kota Malang

Judul Peta :
Pola Sebaran Vegetasi Tahun 2008

No Peta :
5.10

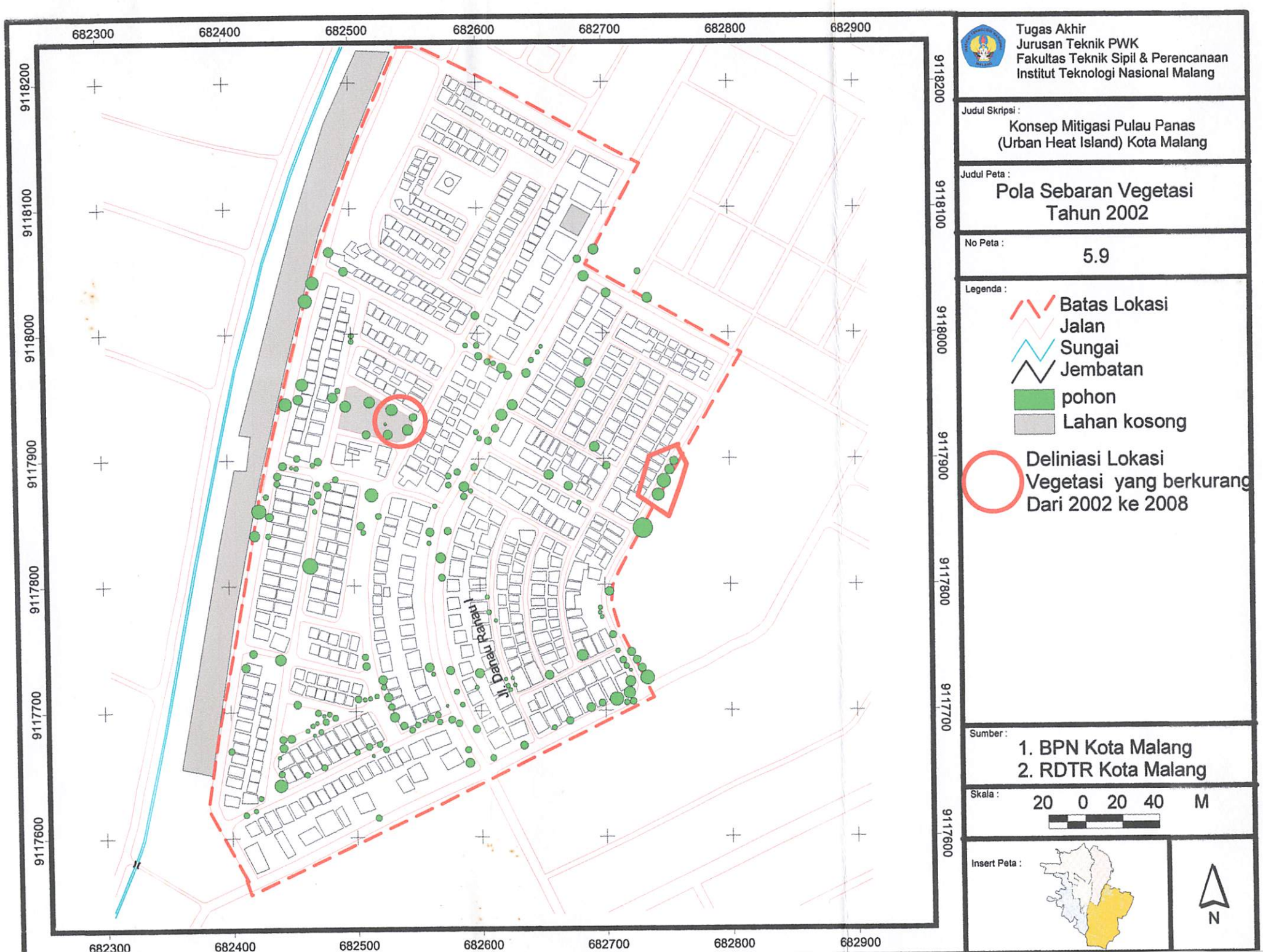
Legenda :
- Batas Lokasi
- Jalan
- Sungai
- Jembatan
- pohon
- Lahan kosong
- Deliniasi Lokasi Pengurangan Vegetasi Dari 2002 ke 2008

Sumber :
1. BPN Kota Malang
2. RDTR Kota Malang

Skala : 20 0 20 40 M

Insert Peta :

N



Tugas Akhir
Jurusan Teknik PWK
Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan
Institut Teknologi Nasional Malang

Judul Skripsi :
Konsep Mitigasi Pulau Panas (Urban Heat Island) Kota Malang

Judul Peta :
Pola Sebaran Vegetasi Tahun 2002

No Peta :
5.9

Legenda :
- Batas Lokasi
- Jalan
- Sungai
- Jembatan
- pohon
- Lahan kosong
- Deliniasi Lokasi Vegetasi yang berkurang Dari 2002 ke 2008

Sumber :
1. BPN Kota Malang
2. RDTR Kota Malang

Skala : 20 0 20 40 M

Insert Peta :

N

Rumus menghitung tingkat kepadatan bangunan :

$$\text{Kepadatan} = \frac{\text{Jumlah Bangunan}}{\text{Luas Wilayah}} \times 100$$

5.2.1 Analisa Kepaatan Bangunan Permukiman padat (Dinoyo gang 10 dan 12)

Pada lokasi penelitian luas wilayah kesluruhan mencapai 2.8 Hektar (Ha) dan jumlah total bangunan sebanyak 269 buah. Dengan demikian maka, tingkat kepadatannya mencapai 81 buah/1 Ha. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **peta 5.13**

$$\text{Kepadatan} = \frac{296}{2.8} \times 100$$

$$= 81 \text{ Buah/Ha}$$

5.2.2 Analisa Kepadatan Bangunan Industri (pabrik Rokok Bentoel / PT.Subur Aman)

Pada lokasi penelitian luas wilayah kesluruhan mencapai 8 Hektar (Ha) dan jumlah total bangunan sebanyak 90 buah. Dengan demikian maka, tingkat kepadatannya mencapai 11 buah/1 Ha. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **peta 5.14**

$$\text{Kepadatan} = \frac{90}{8} \times 100$$

$$= 11 \text{ Buah/Ha}$$

5.2.3 Analisa Kepadatan Bangunan Perumahan (Sawojajar I)

Pada lokasi penelitian luas wilayah keseluruhan mencapai 16.7 Hektar (Ha) dan jumlah total bangunan sebanyak 678 buah. Dengan demikian maka, tingkat kepadatannya mencapai 46 buah/1 Ha. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada peta 5.15

$$\text{Kepadatan} = \frac{678}{16.7} \times 100$$

$$= 46 \text{ Buah/Ha}$$

5.3 Analisa Koefisien Dasar Bangunan (KDB) dan Koefisien Landai Bangunan (KLB)

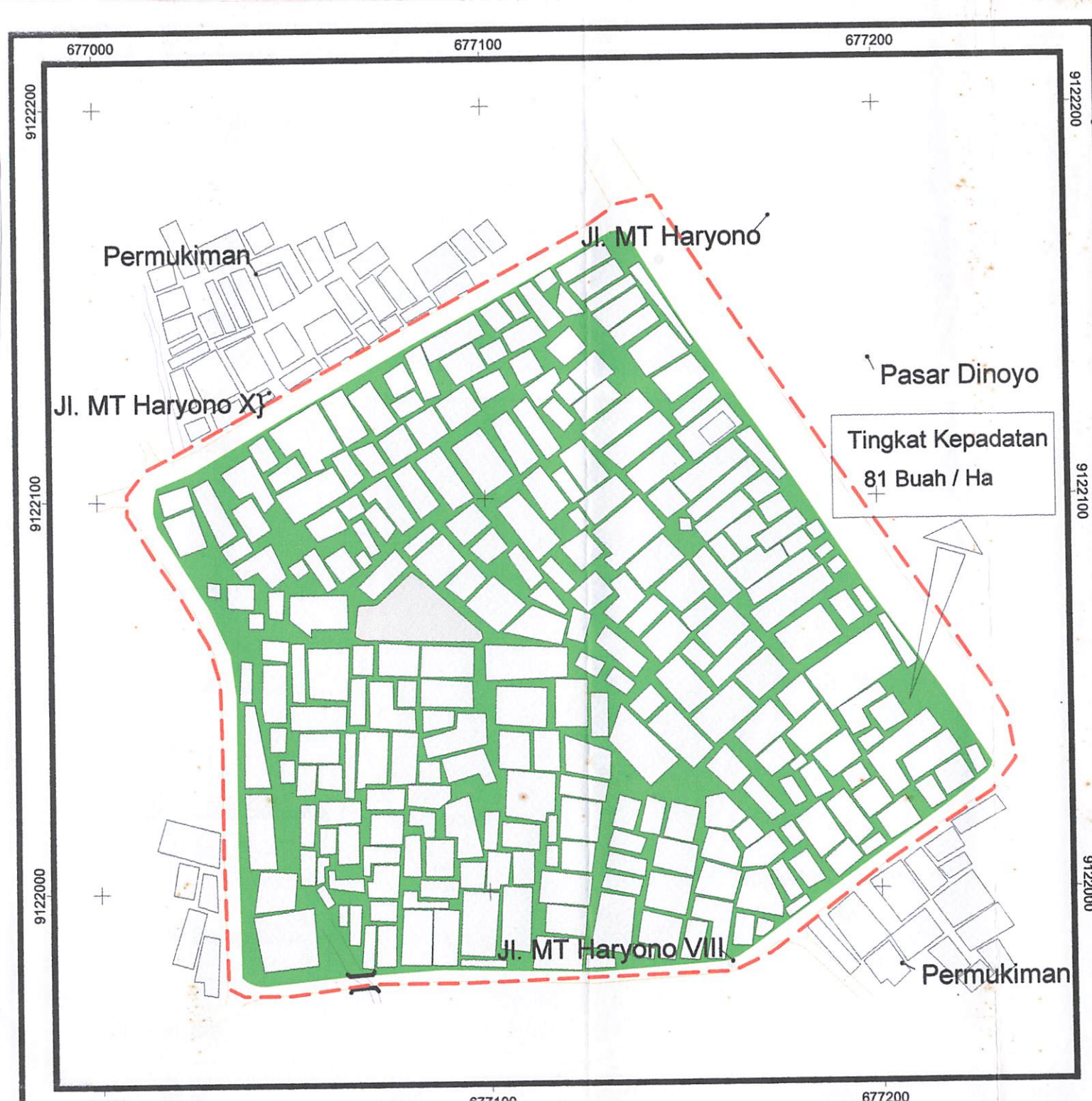
Yang dimaksud dengan Koefisien Dasar Bangunan adalah luas lahan tapak yang tertutup bangunan dibandingkan dengan luas keseluruhan lahan. Secara sistematis dapat dituliskan sebagai berikut:

$$KDB = \frac{Luas\ Dasar\ Bangunan}{Luas\ Bangunan}$$

Perhitungan KDB dimaksudkan untuk menyediakan lahan terbuka yang cukup pada suatu wilayah kota, disamping itu KDB juga berperan untuk menentukan kepadatan antar bangunan yang didasarkan pada ketentuan muka bangunan.

Sehubungan dengan posisi KDB sebagai penentu kepadatan bangunan maka bagi perumahan pertimbangan yang dipakai adalah:

1. Kepadatan Rendah
   Jarak bangunan > 10 meter
   Luas kavling > 500m^2
   KDB 40% - 60%



Tugas Akhir
Jurusan Teknik PWK
Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan
Institut Teknologi Nasional Malang

Judul Skripsi :
Konsep Mitigasi Pulau Panas (Urban Heat Island) Kota Malang

Judul Peta :
Kepadatan Bangunan

No Peta :
5.13

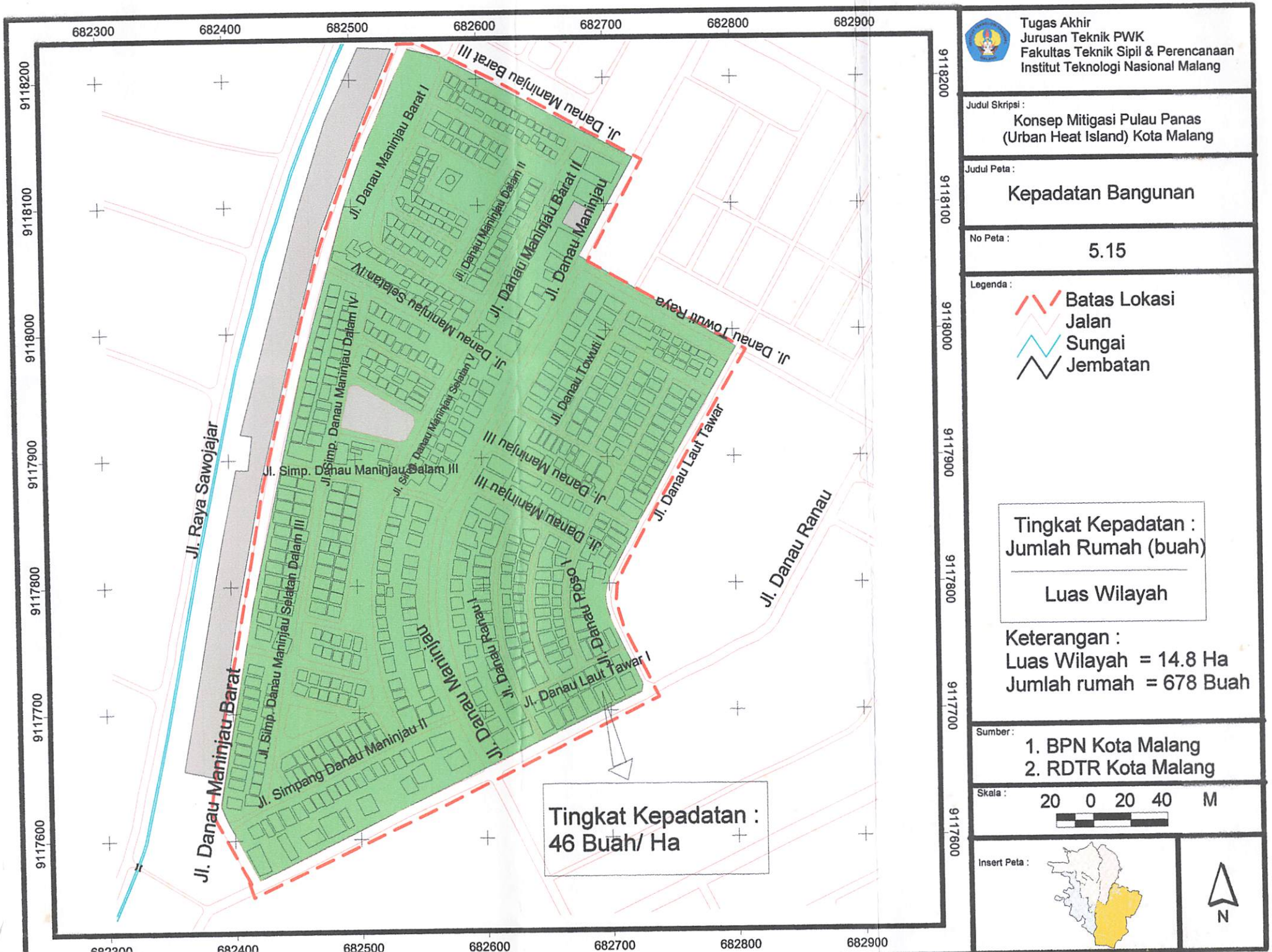
Legenda :
- Batas Lokasi
- Jalan
- Sungai
- Jembatan
- Tanahkosong

Sumber :
1. BPN Kota Malang
2. RDTR Kota Malang

Skala : 20 0 20 40 M

Insert Peta :

N



Tugas Akhir
Jurusan Teknik PWK
Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan
Institut Teknologi Nasional Malang

Judul Skripsi :
Konsep Mitigasi Pulau Panas (Urban Heat Island) Kota Malang

Judul Peta :
Kepadatan Bangunan

No Peta :
5.15

Legenda :
- Batas Lokasi
- Jalan
- Sungai
- Jembatan

Tingkat Kepadatan :
Jumlah Rumah (buah)
Luas Wilayah

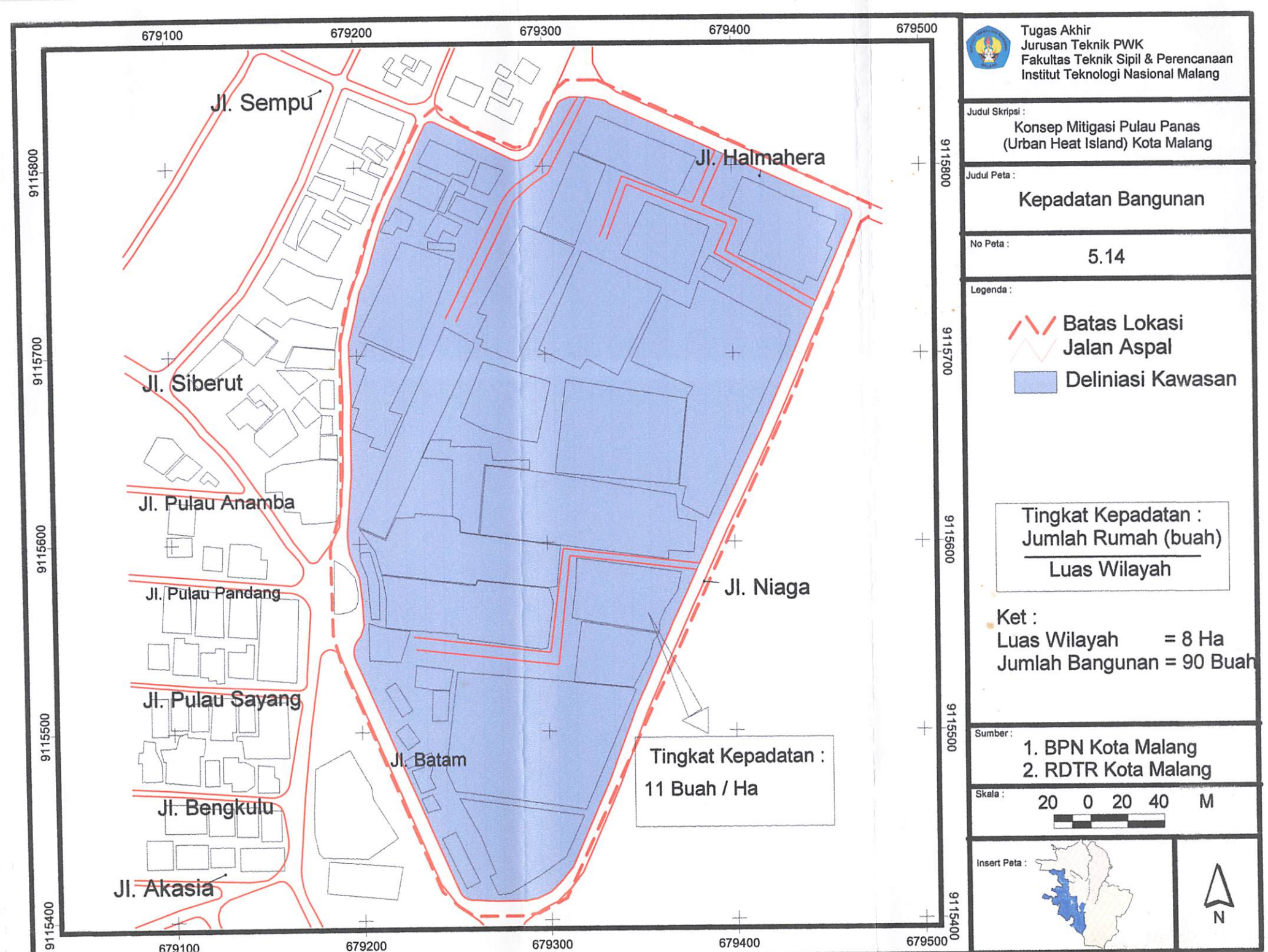
Keterangan :
Luas Wilayah = 14.8 Ha
Jumlah rumah = 678 Buah

Sumber :
1. BPN Kota Malang
2. RDTR Kota Malang

Skala :
20 0 20 40 M

Insert Peta :

N



Tugas Akhir
Jurusan Teknik PWK
Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan
Institut Teknologi Nasional Malang

Judul Skripsi :
Konsep Mitigasi Pulau Panas (Urban Heat Island) Kota Malang

Judul Peta :
Kepadatan Bangunan

No Peta :
5.14

Legenda :
- Batas Lokasi
- Jalan Aspal
- Deliniasi Kawasan

Tingkat Kepadatan :
Jumlah Rumah (buah) / Luas Wilayah

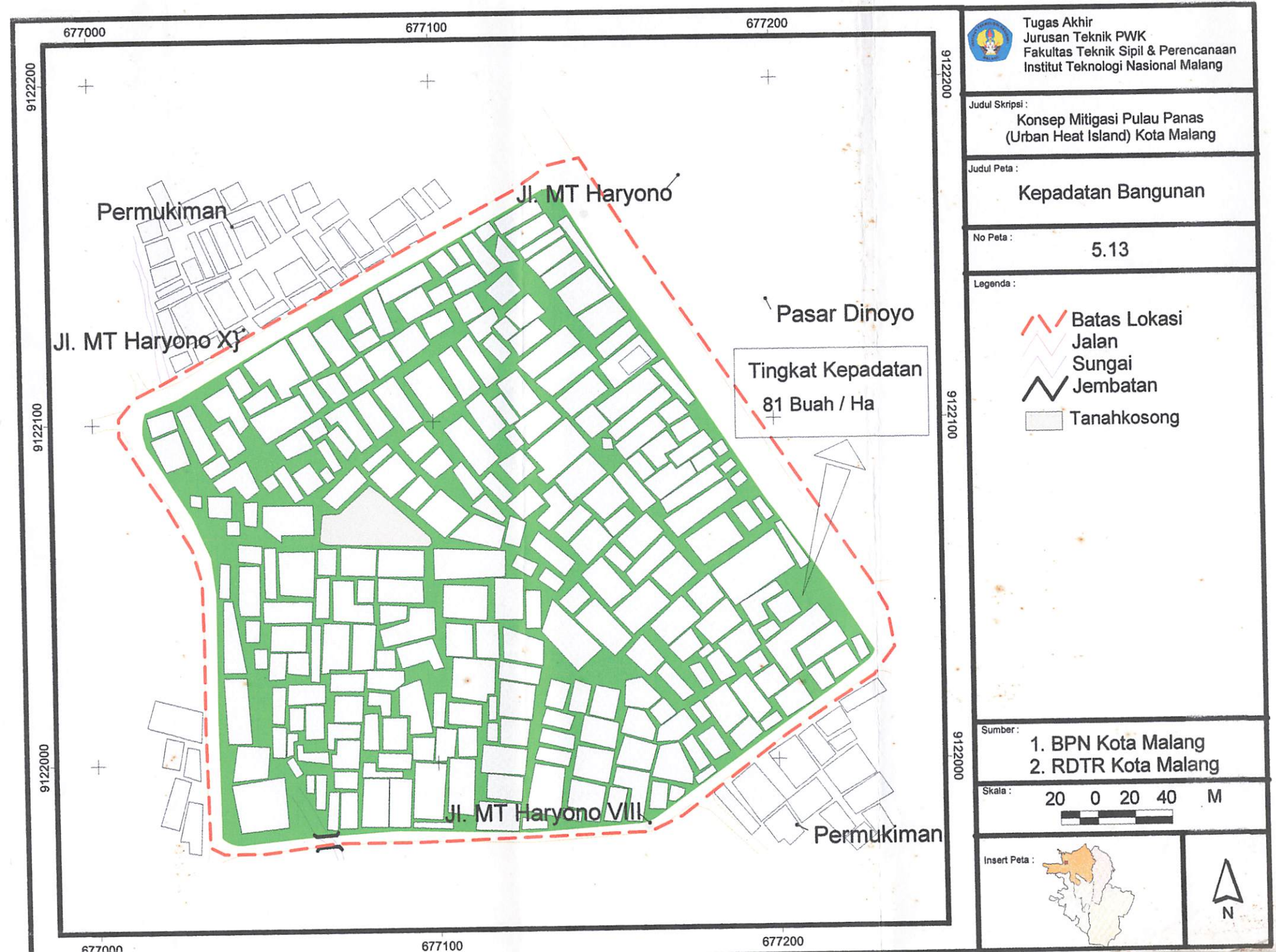
Ket :
Luas Wilayah = 8 Ha
Jumlah Bangunan = 90 Buah

Sumber :
1. BPN Kota Malang
2. RDTR Kota Malang

Skala : 20 0 20 40 M

Insert Peta :

N



Tugas Akhir
Jurusan Teknik PWK
Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan
Institut Teknologi Nasional Malang

Judul Skripsi :
Konsep Mitigasi Pulau Panas (Urban Heat Island) Kota Malang

Judul Peta :
Kepadatan Bangunan

No Peta :
5.13

Legenda :
- Batas Lokasi
- Jalan
- Sungai
- Jembatan
- Tanahkosong

Sumber :
1. BPN Kota Malang
2. RDTR Kota Malang

Skala : 20 0 20 40 M

Insert Peta :

N

2. Kepadatan Sedang	3. Kepadatan Tinggi
Jarak bangunan 5 – 10 meter	Jarak bangunan < 5 meter
Luas kavling 120 – 500 m^2	Luas kavling < 120 m^2
KDB 40% - 60%	KDB ≥ 60%

Koefisien Lantai Bangunan merupakan perkalian antara jumlah lantai bangunan dengan luas kavling atau KDB yang ada. Secara sistematis diformulasikan sebagai berikut:

KLB = Lantai Bangunan x KDB

KLB dengan peruntukkannya mampunyai nilai atau harga yang dinyatakan sebagai berikut:

1. KLB Dasar
   Menyatakan intensitas dan skala pengembangan yang diijinkan dalam kondisi wajar.
2. KLB Maksimum
   Menyatakan intensitas dan skala pembangunan yang diijinkan apabila akan diterapkan intensitas.

5.3.1 Analisa KDB dan KLB pada Pemukiman padat (Dinoyo gang 10 dan 12)

KDB (Koefisien Dasar Bangunan) dan KLB (Koefisien Landai Bangunan) pada lokasi penelitian mencapai 87-100% dan 0,8-3 yang termasuk dalam klasifikasi kepadatan yang tinggi. Hal tersebut disebabkan jarak rumah yang berdempetan sehingga tidak ada halaman sebagai pembatas dari rumah satu kerumah yang lainya. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada peta 5.16

5.3.2 Analisa KDB dan KLB pada Industri (pabrik Rokok Bentoel / PT.Subur Aman)

KDB (Koefisien Dasar Bangunan) dan KLB (Koefisien Landai Bangunan) pada lokasi penelitian mencapai 45-56% dan 0,4-0,5 yang termasuk dalam klasifikasi kepadatan rendah. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **peta 5.17**

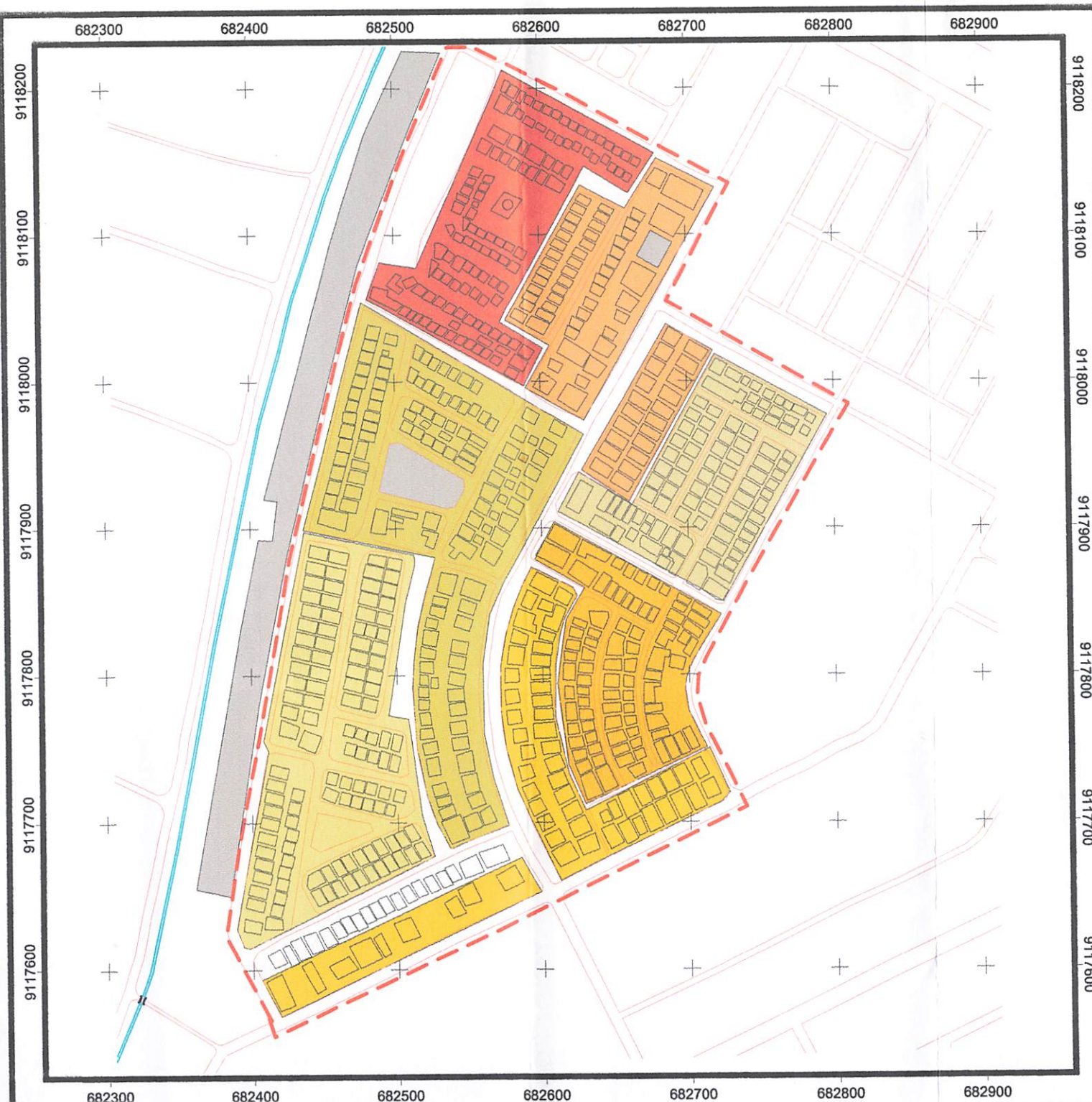
5.3.3 Analisa KDB dan KLB Pada Perumahan (Sowojajar I)

KDB (Koefisien Dasar Bangunan) dan KLB (Koefisien Landai Bangunan) pada lokasi penelitian terbagi menjadi beberapa kawasan, stiap kawasan memiliki nilai KDB dan KLB yang bervariasi. Nilai terendah mencapai 31-37% dan tertinggi mencapai 73-91. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **peta 5.18**

5.4 Analisa sebaran tingkat Suhu udara Permukaan

Sebaran tingkat Suhu udara dianalisa dengan metode overlay yang dilakukan dengan cara menumpuk semua data dalam bentuk peta dengan menggukan Tool Arcview, dalam penelitian ini analisa overlay ditujukan untuk mengetahui sebaran tingkat Suhu udara yang panas dengan menggunakan variable-variabel penelitian yang memiliki pengaruh terhadap meningkatnya pulau panas pada lokasi studi adapun variable tersebut yaitu : Jenis Material atap, Jenis Lapisan Perkerasan Jalan, Vegetasi, Koefisen Dasar Bangunan dan Kepadatan bangunan. Berdasarkan variable-variabel tersebut adapun data yang dibutuhkan untuk analisa ini meliputi:

1. Peta Jenis Material Atap Bangunan, merupakan keterangan letak dan jenis bahan atap apa saja yang digunakan pada lokasi penelitian
2. Peta Jenis Perkerasan Jalan, merupakan jenis-jenis lapisan perkerasan jalan yang berupa aspal, paving dan tanah
3. Peta Sebaran Vegetasi, merupakan data sebaran vegetasi dan wilayah mana saja yang memiliki vegetasi dan non vegetasi



Tugas Akhir
Jurusan Teknik PWK
Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan
Institut Teknologi Nasional Malang

Judul Skripsi :
Konsep Mitigasi Pulau Panas (Urban Heat Island) Kota Malang

Judul Peta :
KDB & KLB

No Peta :
5.18

Legenda :
- Batas Lokasi
- Jalan
- Sungai
- Jembatan

Deliniasi KDB & KLB
- 31-37% & 0.30 - 0.37
- 36-67% & 0.36 - 0.67
- 46-67% & 0.46 - 0.67
- 56-65% & 0.56 - 0.65
- 70-87% & 0.70 - 0.87
- 73-91% & 0.73 - 0.91
- 76-83% & 0.76 - 0.83
- Lahan kosong

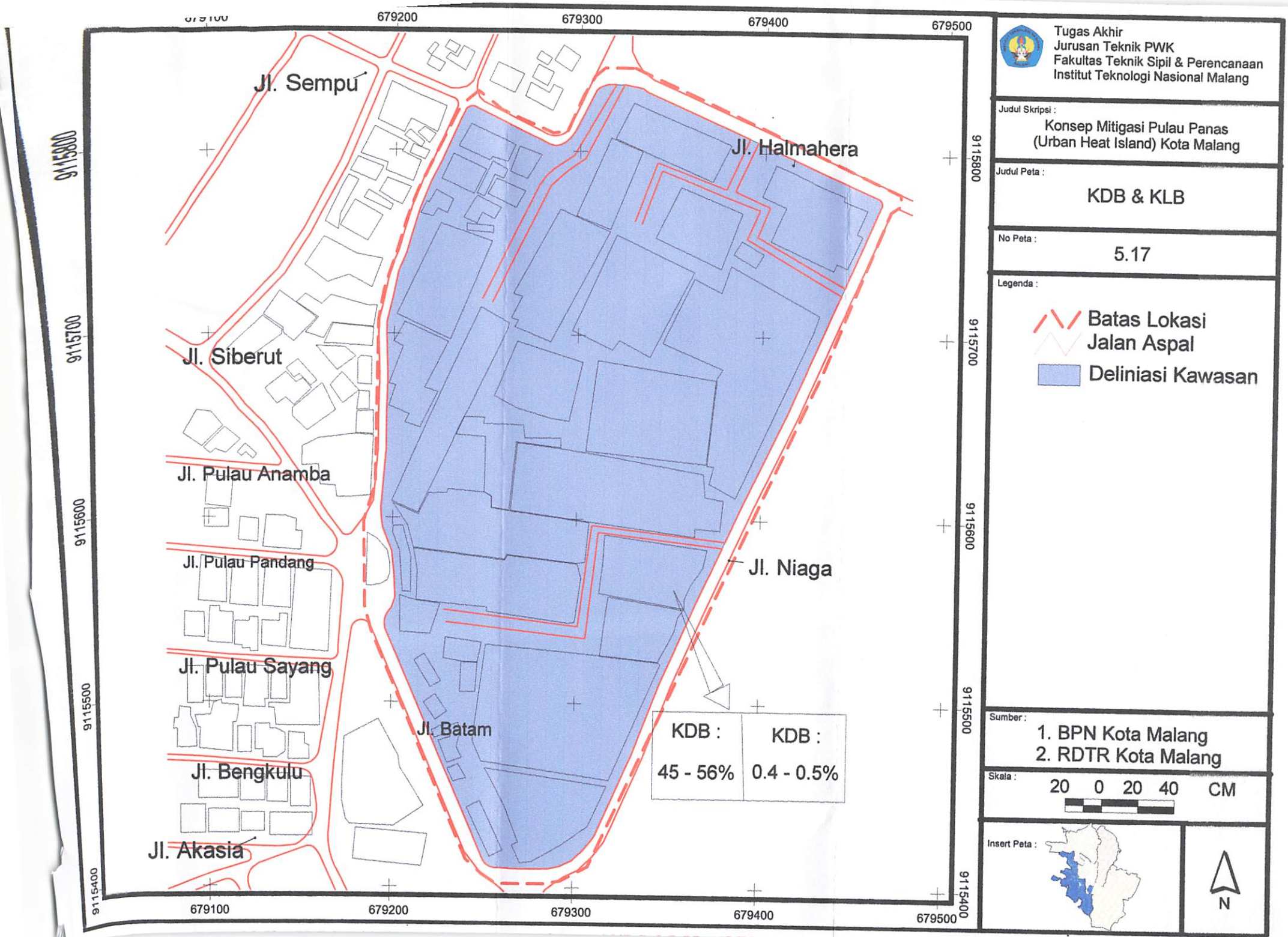
Klasifikasi Tingkat Kepadatan
0-33 : Rendah
34-67 : Sedang
68-100 : Tinggi

Sumber :
1. BPN Kota Malang
2. RDTR Kota Malang

Skala : 20 0 20 40 CM

Insert Peta :

N



Tugas Akhir
Jurusan Teknik PWK
Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan
Institut Teknologi Nasional Malang

Judul Skripsi :
Konsep Mitigasi Pulau Panas (Urban Heat Island) Kota Malang

Judul Peta :
KDB & KLB

No Peta :
5.17

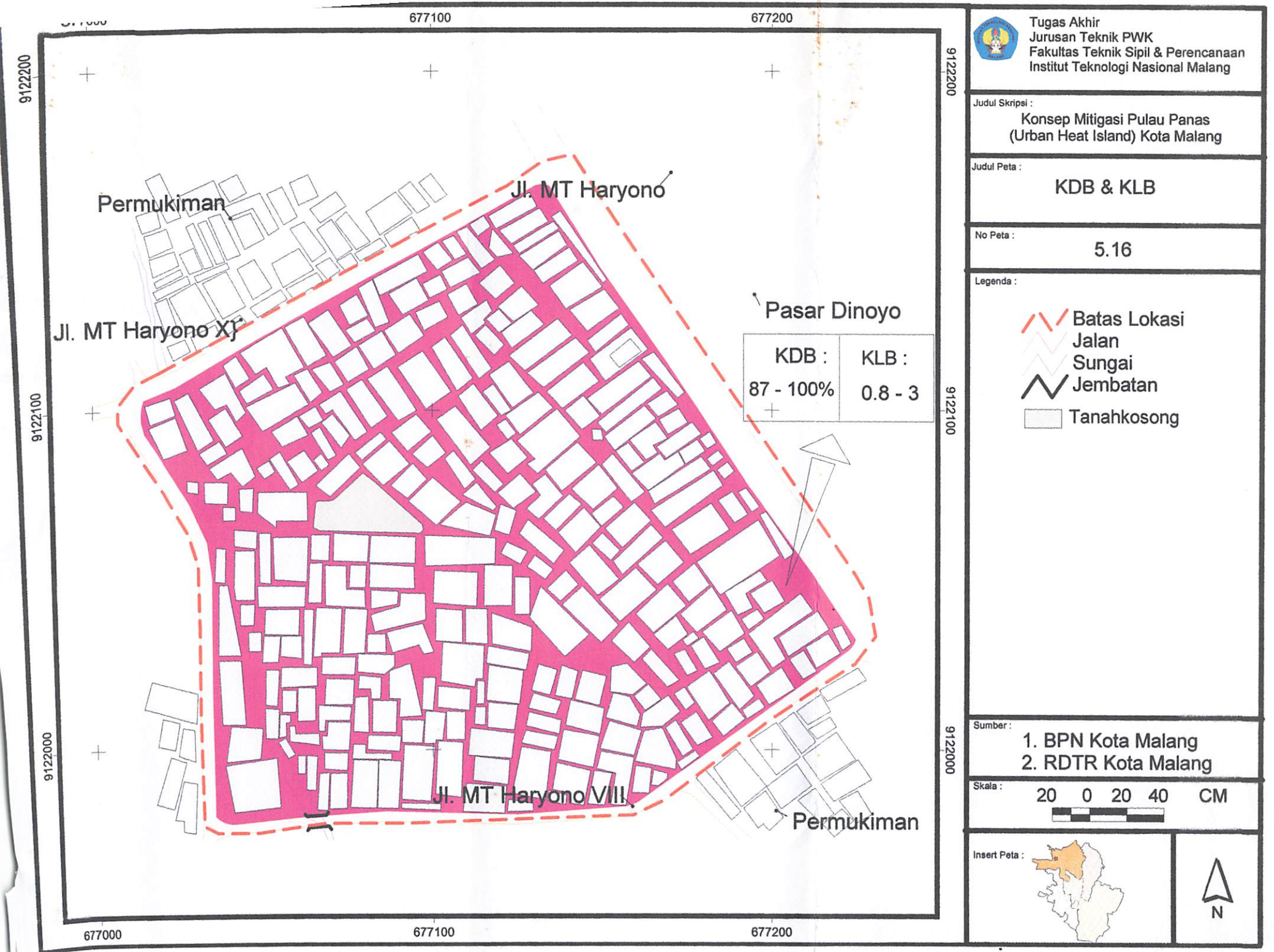
Legenda :
- Batas Lokasi
- Jalan Aspal
- Deliniasi Kawasan

Sumber :
1. BPN Kota Malang
2. RDTR Kota Malang

Skala : 20 0 20 40 CM

Insert Peta :

N



Tugas Akhir
Jurusan Teknik PWK
Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan
Institut Teknologi Nasional Malang

Judul Skripsi :
Konsep Mitigasi Pulau Panas (Urban Heat Island) Kota Malang

Judul Peta :
KDB & KLB

No Peta :
5.16

Legenda :
- Batas Lokasi
- Jalan
- Sungai
- Jembatan
- Tanahkosong

Sumber :
1. BPN Kota Malang
2. RDTR Kota Malang

Skala : 20 0 20 40 CM

Insert Peta :

N

4. Peta Keofisien Dasar Bangunan (KDB), merupakan data wilayah yang memiliki tingkat Koefisien bangunan yang tinggi, sedang maupun rendah
5. Peta Kepadatan bangunan merupakan data wilayah yang memiliki tingkat kepadatan yang tinggi, sedang ataupun rendah

Kemudian semua data tersebut diberikan nilai berdasarkan refrensi yang ada dan untuk kemudian dilakukan pembototan. Adapun pembobotan tersebut adalah sebagai berikut :

- Masing-masing peta diberikan bobot berbeda sesuai dengan tingkat kontribusinya terhadap tingginya peningkatan suhu yang ,enyebabkan Pulau Panas (heat Island)
- Dilakukan juga pemberian nilai terhadap masing-masing variabel peta didasarkan pada kelas Tingginya tinggkat kontribusi terhadap paningkatan panas
- Setelah dilakukan pembobotan dan penilaian kemudian dilakukan scoring terhadap masing-masing variabel peta dengan cara mengalikan bobot kali
- Setelah score didapatkan maka dapat dihitung kesesuian lahan dengan cara membuat interval ke dalam lima kategori. Penghitungan interval dilakukan dengan cara :

$$\text{Interval} = \frac{\text{Nilai tertinggi} - \text{Nilai terendah}}{3}$$

- Dari perhitungan interval didapatkan nilai klasifikasi sebaran Panas
- Setelah diketahui tingkat kesesuian lahan maka dapat dilakukan overlay semua peta tematik yang dibutuhkan untuk mencari wilayah sebaran panas.

Dasar pemberian bobot adalah dengan mengacu pada refrensi mengenai Pulau panas (Urban Heat Island). Kami memberikan bobot untuk 5 kriteria pada Variabel penelitian total bobot adalah 100 dan yang digunakan

untuk skor adalah 10 dengan nilai skor teringgi 9 dan terendah 1. Data eksisting dan skor dapat *dilihat* pada **tabel 5.4**

Tabel 5.4
Pemberian Bobot Variabel yang mempengaruhi Pulau Panas

No	Data	Skor Menurut Eksisting dan Referensi		
		Bobot	Skor	Nilai
1	Atap			
	Genteng	30	4	120
	Seng		6	180
2	Perkerasan Jalan			
	Aspal	25	5	125
	Paving		2	50
	Tanah		3	75
3	Vegetasi			
	Vegetasi	5	1	5
	Non Vegetasi		9	45
4	Koefisien Dasar Bangunan			
	30-60 (rendah)	20	1	20
	61-81 (sedang)		3	60
	82> (tinggi		6	120
5	Kepadatan Bangunan			
	Tinggi	20	5	100
	Sedang		4	80
	Rendah		1	20

Sumber : Lisa gartland, (2008). *Heat Island, understanding and Mitigating Heat In Urban Area*

Klasifikasi = (∑ nilai tertinggi setiap Variabel)-(∑ nilai terendah setiap variable)

$$= \frac{(180+125+45+120+100) - (120+50+5+20+20)}{3}$$

$$= 570-215$$

$$= \frac{355}{3}$$

$$I = 118,3$$

- Panas Tinggi : >453
- Panas Sedang : 334.3 - 452
- Panas Rendah : 215 - 334.3

5.4.1 Analisa Sebaran Tingkat Suhu Permukaan Pada Permukiman Padat (Dinoyo gang 10 dan 12)

A. Jenis Atap

Jenis Material atap yang mendominasi pada lokasi penelitian yaitu genteng dengan bahan tanah dan ada 6 buah yang menggunakan atap dengan material seng.

B. Jenis Perkerasan Jalan

Jenis lapisan perkerasan jalan yang ada, terdiri dari aspal. Paving serta satu ruas dengan lapisam perkerasan berbahan tanah tanah.

C. Vegetasi

Vegetasi yang ada memiliki jumlah prosentase 3,03% dari luasan wilayah. Dan didominasi oleh bangunan yang tidak memiliki tumbuhan dibangunan maupun depan rumah (non vegetasi)

D. Koefisien Dasar Bangunan (KDB)

KDB yang ada pada lokasi penelitian memiliki nilai prosentase sebesar 87-100% atau 0,8 – 3 yang tergolong alam klasifikasi tinggi.

E. Kepadatan Bangunan

Kepadatan pada lokasi penelitian termasuk dalam kategori tinggi dengan tingkat kepadatan mencapai 81 buah / Ha

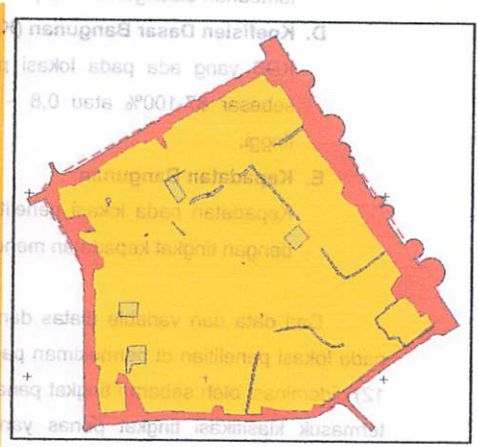
Dari data dan variable diatas dan setelah dilakukan analisa overlay, pada lokasi penelitian di permukiman padat di JL.MT haryono (gang 10 dan 12) didominasi oleh sebaran tingkat panas yang tinggi, hampir seluruh lahan termasuk klasifikasi tingkat panas yang tinggi hampir mirip dan sesuai dengan pola sebaran Pulau Panas Pada penelitian sebelumnya. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **tabel 5.5, gambar 5.1 dan peta 5.19**

Tabel 5.5
Skoring dan Pembobotan Variabel yang mempengaruhi Pulau Panas Pada Permukiman Padat

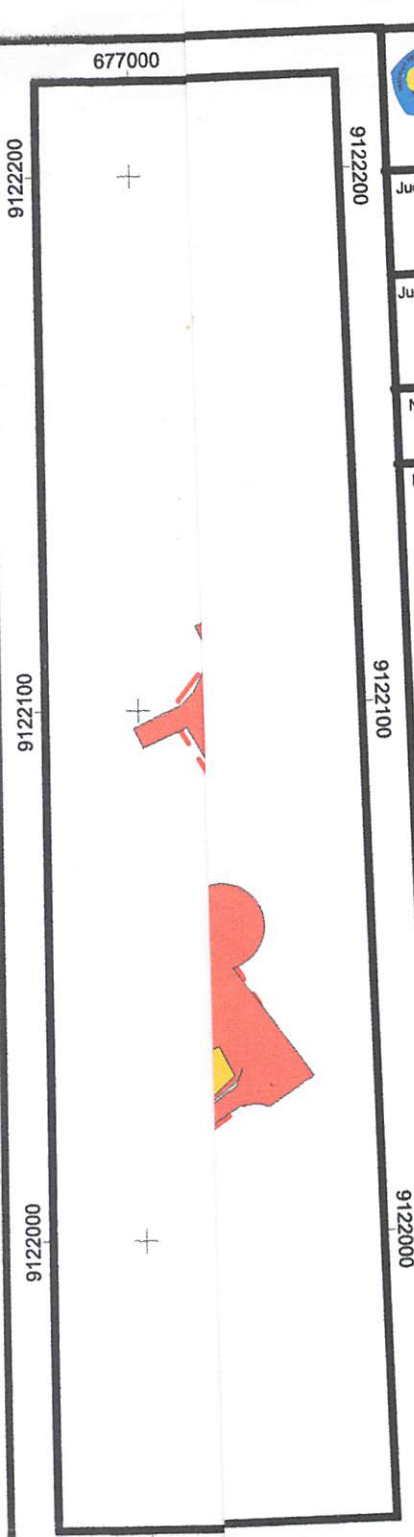
No	Data	Skor Referensi		
		Bobot	Skor	Nilai
1	Atap			
	Genteng	30	4	120
	Seng		6	180
2	Perkerasan Jalan			
	Aspal	25	5	125
	Paving		2	50
	Tanah		3	75
3	Vegetasi			
	Vegetasi	5	1	5
	Non Vegetasi		9	45
4	Koefisien Dasar Bangunan			
	82> (tinggi	20	6	120
5	Kepadatan Bangunan			
	Tinggi	20	5	100

Sumber : Lisa gartland, (2008). ***Heat Island, understanding and Mitigating Heat In Urban Area***

Gambar 5.1
Sumber : Hasil Pengolahan Citra Landsat 2008



Gambar 5.2
Sumber : Hasil Analisa Overlay dengan Arcview



Tugas Akhir
Jurusan Teknik PWK
Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan
Institut Teknologi Nasional Malang

Judul Skripsi :
Konsep Mitigasi Pulau Panas (Urban Heat Island) Kota Malang

Judul Peta :
Analisa Sebaran Tinggkat Suhu Permukaan

No Peta :
5.19

Legenda :

Batas Lokasi

Klasifikasi :
- Panas Rendah
- Panas Sedang
- Panas Tinggi

Keterangan :
Panas TInggi : >453
Panas Sedang : 334.3 - 452
Panas Rendah : 215 - 334.3

Sumber :
1. BPN Kota Malang
2. RDTR Kota Malang

Skala : 20 0 20 40 M

Insert Peta :

N

5.4.2 Analisa Sebaran Tingkat Suhu Permukaan Pada Pabrik Bentoel

A. Jenis Atap

Jenis Material atap yang ada pada lokasi penelitian yaitu genteng dengan bahan tanah dan atap dengan material yang menggunakan atap dengan material seng.

B. Jenis Perkerasan Jalan

Jenis lapisan perkerasan jalan yang ada,pada lokasi penelitian berupa aspal

C. Vegetasi

Vegetasi yang ada memiliki jumlah prosentase 3.10% dari luasan wilayah. Dan didominasi oleh bangunan yang tidak memiliki tumbuhan dibangunan maupun depan rumah (non vegetasi)

D. Koefisien Dasar Bangunan (KDB)

KDB pada lokasi penelitian memiliki sprosentase sebesar 45-56% atau 0,4–0,5 yang tergolong dalam klasifikasi rendah

E. Kepadatan Bangunan

Kepadatan pada lokasi penelitian termasuk dalam kategori rendah dengan tingkat kepadatan mencapai 11 buah / Ha.

Dari data dan variable diatas dan setelah dilakukan analisa overlay, pada lokasi penelitian di Pabrik Bentoel didominasi oleh sebaran tingkat panas yang tinggi, hampir seluruh lahan termasuk klasifikasi tingkat panas yang tinggi hampir mirip dan sesuai dengan pola sebaran Pulau Panas Pada penelitian sebelumnya. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **tabel 5.6, gambar 5.2 dan peta 5.20**

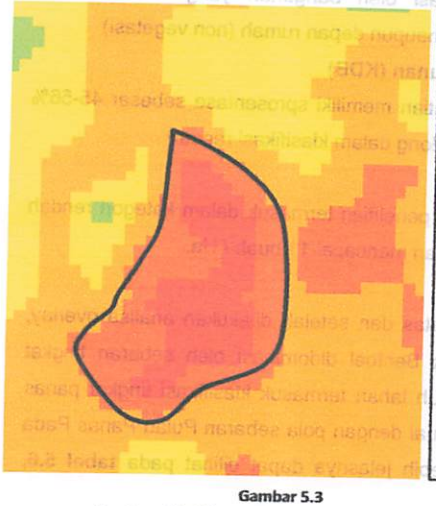
Tabel 5.6
Skoring dan Pembobotan Variabel yang mempengaruhi Pulau Panas Pada Permukiman Padat

No	Data	Skor Menurut Referensi		
		Bobot	Skor	Nilai
1	Atap			
	Genteng	30	4	120
	Seng		6	180
2	Perkerasan Jalan			

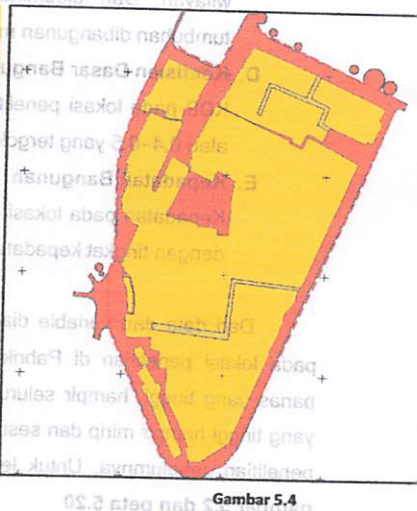
Bersambung...

	Data	Skor Referensi		
		Bobot	Skor	Nilai
	Aspal	25	5	125
	Paving		2	50
3	Vegetasi			
	Vegetasi	5	1	5
	Non Vegetasi		9	45
4	Koefisien Dasar Bangunan			
	Sedang	20	3	60
5	Kepadatan Bangunan			
	Tinggi	20	4	80

Sumber : Lisa gartland, (2008). *Heat Island, understanding and Mitigating Heat in Urban Area*



Gambar 5.3
Sumber : Hasil Pengolahan Citra Landsat 2008

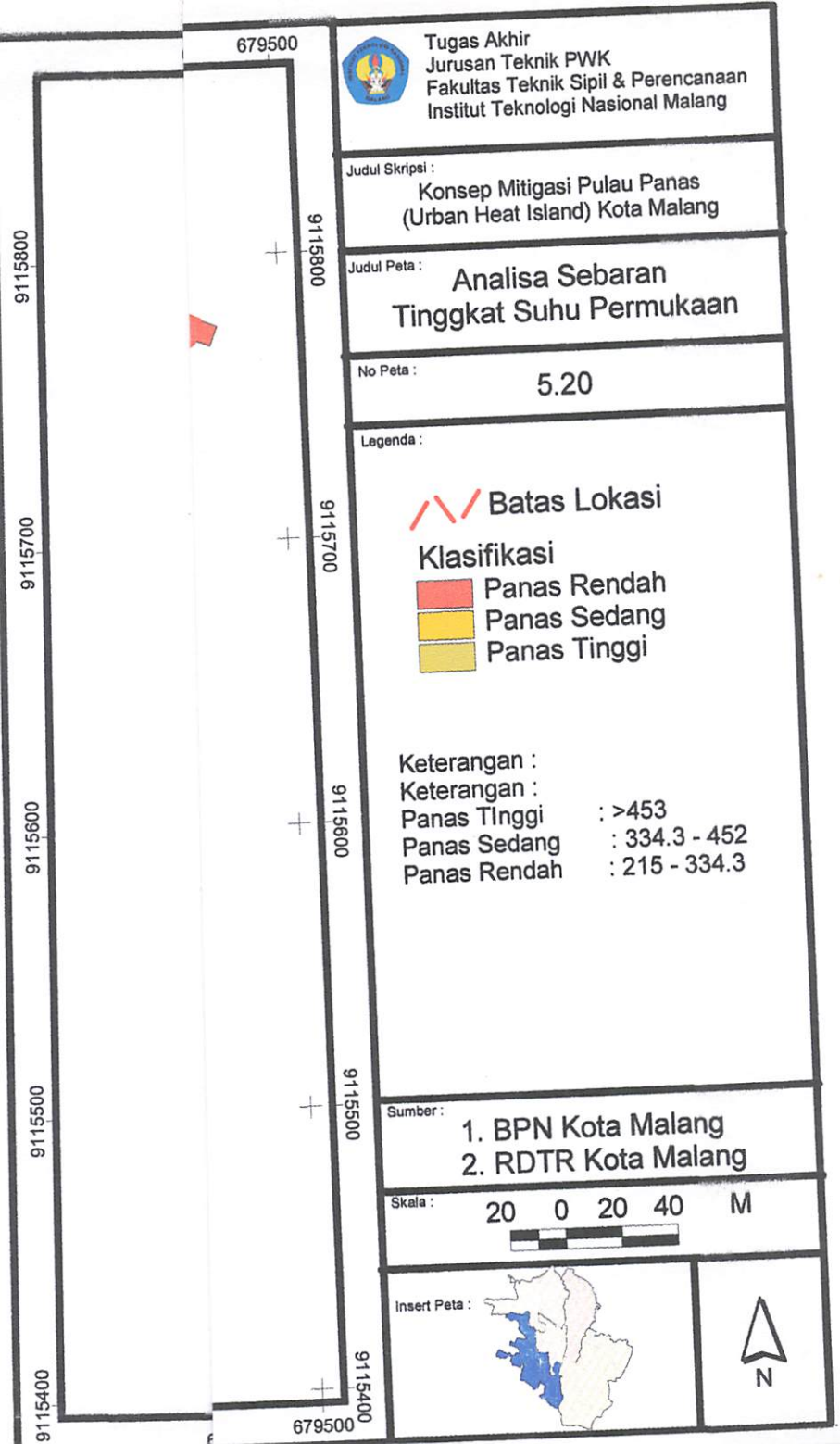


Gambar 5.4
Sumber : Hasil Analisa Overlay dengan Arcview

5.4.3 Analisa Sebaran Tingkat Suhu Udara Permukaan Pada Perumahan (Sawojajar I)

A. Jenis Atap

Jenis Material atap yang ada pada lokasi penelitian yaitu didominasi oleh genteng dengan bahan tanah.


679500
9115800
9115700
9115600
9115500
9115400
Tugas Akhir
Jurusan Teknik PWK
Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan
Institut Teknologi Nasional Malang
Judul Skripsi :
Konsep Mitigasi Pulau Panas (Urban Heat Island) Kota Malang
Judul Peta :
Analisa Sebaran Tinggkat Suhu Permukaan
No Peta :
5.20
Legenda :
Batas Lokasi
Klasifikasi
Panas Rendah
Panas Sedang
Panas Tinggi
Keterangan :
Keterangan :
Panas TInggi : >453
Panas Sedang : 334.3 - 452
Panas Rendah : 215 - 334.3
Sumber :
1. BPN Kota Malang
2. RDTR Kota Malang
Skala :
20 0 20 40 M
Insert Peta :
N

B. Jenis Perkerasan Jalan

Jenis lapisan perkerasan jalan yang ada,pada lokasi penelitian berupa aspal dan paving.

C. Vegetasi

Vegetasi yang ada memiliki jumlah prosentase 2,28% dari luasan wilayah. Dan didominasi oleh bangunan yang tidak memiliki tumbuhan dibangunan maupun depan rumah (non vegetasi)

D. Koefisien Dasar Bangunan (KDB)

KDB yang ada pada lokasi penelitian bervariasi, terdiri dari tingkat kepadatan sedang dan padat. Pada lokasi penelitian cendrung didominasi oleh tingkat sangat padat dengan prosentase sebesar 73-91% atau 0,7–0,9

E. Kepadatan Bangunan

Kepadatan pada lokasi penelitian termasuk dalam kategori sedang dengan tingkat kepadatan mencapai 46 buah / Ha

Dari data dan variable diatas dan setelah dilakukan analisa overlay, pada lokasi penelitian di Perumahan Sawojajar I didominasi oleh sebaran tingkat panas yang tinggi, dan juga terdapat sebaran yang Panas rendah dan sesuai dengan pola sebaran Pulau Panas Pada penelitian sebelumnya. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **tabel 5.7, gambar 5.3 dan peta 5.21**

Tabel 5.7
Skoring dan Pembobotan Variabel yang mempengaruhi Pulau Panas Pada Permukiman Padat

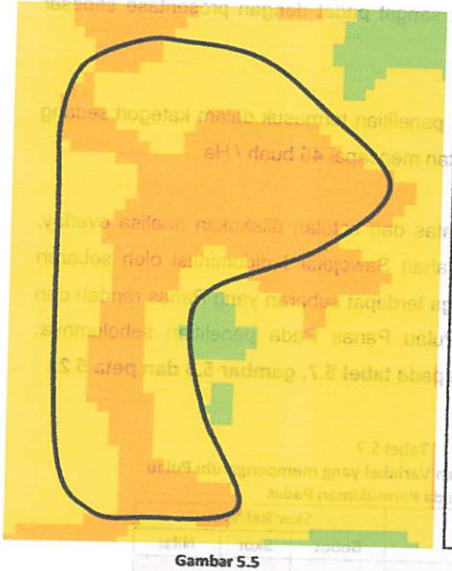
No	Data	Skor Refrensi		
		Bobot	Skor	Nilai
1	Atap			
	Genteng	30	4	120
2	Perkerasan Jalan			
	Aspal	25	5	125
	Paving		2	50
3	Vegetasi			
	Vegetasi	5	1	5

Bersambung...

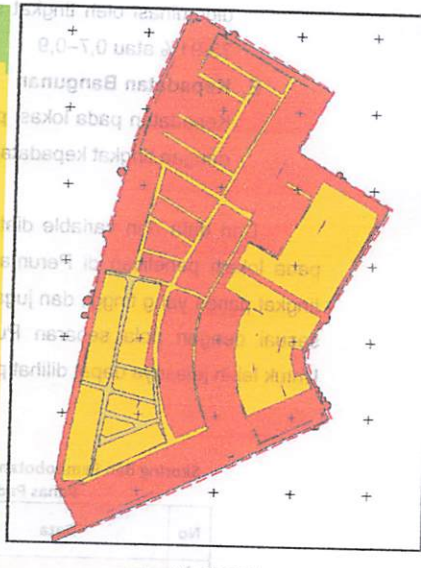
Tabel Sambungan.....

	Non Vegetasi		9	45
4	Koefisien Dasar Bangunan			
	30-60 (rendah)	20	1	20
	61-81 (sedang)		3	60
	82> (tinggi		6	120
5	Kepadatan Bangunan			
	Tinggi	20	5	100

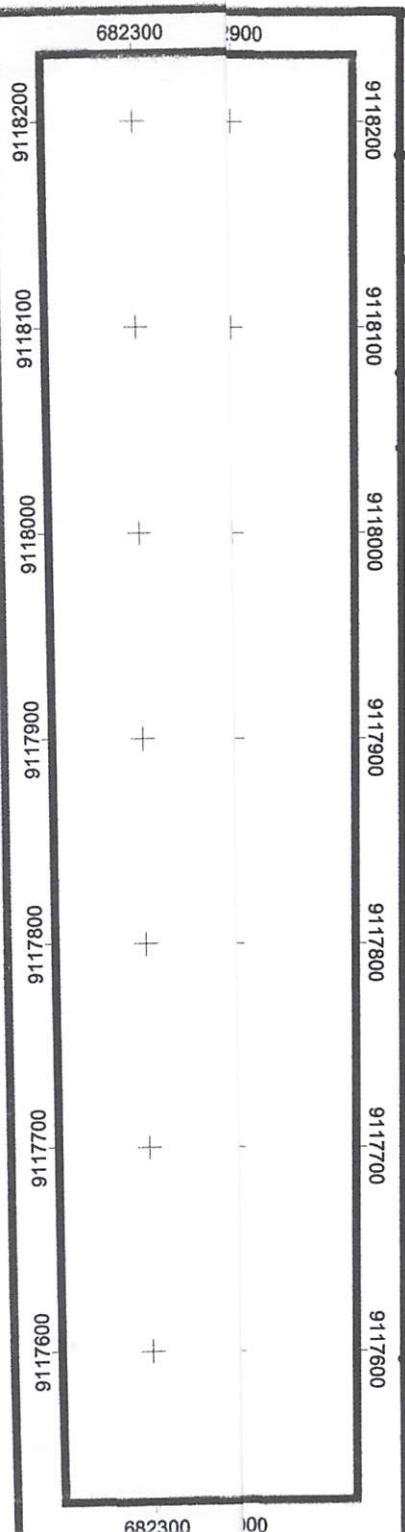
Sumber :* Lisa gartland, (2008). *Heat Island, understanding and Mitigating Heat In Urban Area



Gambar 5.5
Sumber : Hasil Pengolahan Citra Landsat 2008



Gambar 5.6
Sumber : Hasil Analisa Overlay dengan Arcview



Tugas Akhir
Jurusan Teknik PWK
Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan
Institut Teknologi Nasional Malang

Judul Skripsi :

Konsep Mitigasi Pulau Panas (Urban Heat Island) Kota Malang

Judul Peta :

Analisa Sebaran Tinggkat Suhu Permukaan

No Peta :

5.21

Legenda :

Batas Lokasi

Klasifikasi :

- Panas Rendah
- Panas Tinggi
- Panas Sedang

Keterangan :
Keterangan :

Panas TInggi	: >453
Panas Sedang	: 334.3 - 452
Panas Rendah	: 215 - 334.3

Sumber :

1. BPN Kota Malang
2. RDTR Kota Malang

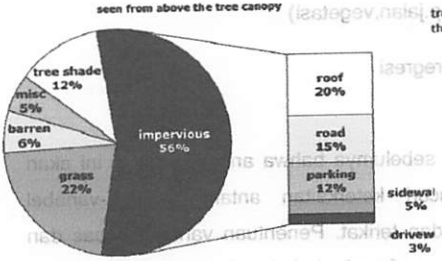
Skala : 20 0 20 40 M

Insert Peta :

N

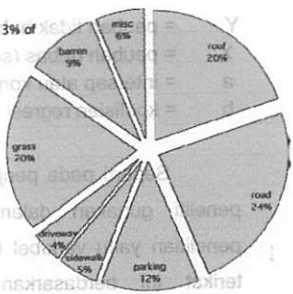
5.5 Analisa Keterkaitan Variabel penyebab Pulau Panas Terhadap Perubahan Suhu

Pada penelitian terhadap Pulau Panas (UHI) di Kota-kota besar di Amerika, terbukti bahwa atap dan jalan memiliki pengaruh yang besar terhadap Pulau Panas (UHI). Terbukti mencapai nilai rata-rat 20-24 % dari faktor-faktor *land Cover* lainya. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada gambar dibawah.



Gambar : Average land cover in Chicago, Houston, Sacramento and Salt Lake City

Sumber :Liasat Gartland, *Heat Island.Understanding and*



Gambar: Land cover and tree shading in Sacramento, California

Sumber :Liasat Gartland, *Heat Island.Understanding and mitigating*

5.5.1 Analisa Regresi Linier

Pada lokasi studi untuk mngetahui adanya pengaruh variable penelltian terhadap pengaruh suhu, penulis menggunakan analisis regresi Analisis regresi digunakan untuk mengetahui variabel-variabel apa saja yang mempengaruhi pulau panas yang ada pada masing-masing lokasi studi. Dalam hal ini peneliti menghubungkan variabel terikat berupa Tapa, Jalan, dan Vegetasi. Adapun variabel bebasnya yaitu suhu yang ada pada msing-masing lokasi studi. Variabel terikat di atas digunakan oleh peneliti dikarenakan mengacu pada sumber refrensi yang ada. Oleh karena itu peneliti akan melakukan uji keterkaitan antara variabel-variabel tersebut dengan peningkatan suhu yang ada pada lokasi penelitian yang disebabkan

oleh adanya penggunaan material bangunan serta vegetasi. Dalam melakukan perhitungan regresi ini menggunakan regresi linear yaitu mengaitkan satu per satu antara variabel bebas dan variabel terikat

Persamaan dari analisis regresi adalah sebagai berikut:

$$Y = a + bX$$

Dimana

Y = peubah tidak bebas (atap.jalan,vegetasi)
X = peubah bebas (suhu)
a = intersep atau konstanta regresi
b = koefisien regresi

Seperti pada penjelasan sebelumya bahwa analisis regresi ini akan peneliti gunakan dalam mencari keterkaitan antara variabel-variabel penelitian yaitu variabel bebas dan terikat. Penentuan variabel bebas dan terikat ini berdasarkan pada refrensi terkait dengan faktor yang mempengaruhi Pulau Panas (UHI) tersebut. Berdasarkan pada metode regresi linear perbandigan dilakukan dengan cara membandingkan satu persatu antara variabel bebas dan terikatnya pada tiga lokasi sekaligus. Kemudian setelah membandingkan masing-masing variabel maka dilakukan uji kevalidan hubungan antar variabel yaitu dengan menggunakan uji korelasi. Berikut adalah penjelasan masing-masing variabel dan tabel pengaru masing-masing variable terhadap suhu.

A. Atap

Tabel 5.8
Pengaruh atap terhadap Perubahan Suhu pada lokasi penelitian

No	Lokasi	Tahun	Suhu	Atap
1	MT. Haryono	2002	32	265
		2008	43	269
2	Pabrik	2002	35	41
		2008	45	41
3	Sawojajar	2002	32	674
		2008	41	678

Sumber : Hasil Survei & Analisa

Penggunaan material atap memiliki pengaruh terhadap penyerapan panas matahari, pengguaan atap pada setiap lokasi relative cukup besar untuk setiap luasan wilayahnya. Berdasarkan hasil survey, penggunaan material atap pada masing-masing lokasi berupa genteng dan seng yang merupakan material yang tingkat penyerapan panas sangat tinggi. Oleh sebab itu maka dilakukan analisa terkait dengan pengaruh atap terhadap pulau panas (suhu) untuk menguatkan sumber refrensi yang ada. Berdarkan pada urutan metode regresi di atas maka dapat dilakukan perhitungan sebagai berikut.

Pada mulanya dibuatkan tabel hasil kesesuaian antara variabel bebas dan variabel terikat penelitian. Kemudian menggunakan langkah-langkah metode regresi untuk menentukan persamaan awal penelitian dan selanjutnya menghitung nilai koefisien persamaan yang didapatkan sebelumnya. Berikut adalah tabel hasil kesesuaian minimum dari variabel bebas berupa jumlah atap yang dikaitkan dengan suhu.

Tabel 5.9

Hasil Kesesuaian Kuadrat Minimum dengan n=2

No	Tahun	X	Y	X.Y	X^2	Y^2
1	2002	33	980	32340	960400	1089
2	2008	43	988	42484	976144	1849
Jumlah		76	1968	74824	1936544	2938

Sumber: Hasil Analisa

keterangan:

Y = dicari dengan menambahkan semua jumlah atap pada 3 lokasi

X = dicari dengan rata-rata semua jumlah suhu mada 3 lokasi

$\bar{Y}= \bar{38}$ $\bar{X}= 6\bar{5}6.3$ n= jumlah tahun

Kemudian dengan menggunakan persamaan analisa regresi linear maka akan didapatkan persamaan sebagai berikut:

$Y = a + bx$

Selanjutnya jika hubungan x dan y telah diketahui linear adalah bagaimana menentukan konstanta a dan b. Konstanta a dan b akan dihitung dengan menggunakan metode kuadrat terkecil.

$Y = a + bx + e$.....(1)

$JKG = \sum e^2 = \sum(y-a-bx)^2$.....(2)

Turunan pertama terhadap a

$-2\sum(y-a-bx)x$

$\sum y = na + b\,x$.....(3)

Turunan terhadap b:

$-2\sum\sum(y-a-bx)x$

$\sum y\,x + a\sum x + \sum x^2 = 0$.....(4)

Dengan menyelesaikan persamaan 3 dan 4 secara matematika biasa, maka nilai a dan b dapat diperoleh dengan menggunakan rumus-rumus sebagai berikut:

$$b = \frac{n\sum x.y - \sum x \sum y}{n\sum x^2 - (\sum x)^2}$$

$a = \bar{y} - b\,\bar{x}$.....(5)

Dengan demikian dapat dilakukan perhitungan nilai a dan b, sebagai berikut:

$$b = \frac{n\sum x.y - \sum x \sum y}{n\sum x^2 - (\sum x)^2}$$

$$b = \frac{2 \times 74824 - 196 \times 76}{2 \times 1936544 - 3876961}$$

$$b = \frac{149648 - 149644}{3873988 - 3876961}$$

$= 0.001$

$a = \bar{y} - b\,\bar{x}$

$a = 38 - (0.001 \times 656{,}3)$

$a = 3.4 - 0.6563$

$a = 37.34$

$Y = 37.34 + 0.001x$

Dari persamaan perhitungan di atas yaitu Y = 37.34+ 0.001x maka dapat disimpulkan bahwa nilai a= 37.34 berarti bahwa adanya penggunaan atap maka kenaikan suhu mencapai 0.001 karena nilai a adalah positif. Untuk nilai b= 0.001 berarti bahwa setiap kenaikan suhu berarti telah terjadi penambahan atap . Dengan demikian berarti bahwa atap memiliki berpengaruh pada meningkatnya suhu.

Setelah nilai konstanta dan koefisien regresi diketahui, maka dilakukan beberapa langkah guna menguji kevalidan dari hasil/nilai yang diperoleh yaitu dengan uji korelasi (r). Uji korelasi ini digunakan untuk menentukan korelasi atau hubungan kekuatan antara variabel suhu dengan varianbel atap. Rumus koefiien korelasi dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$r = \frac{n\sum x.\, y - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{n\sum x^2 - (\sum x)^2 (n\sum y^2 - (\sum y)^2}}$$

$$= \frac{2 \times 74824 - (76)(1967)}{\sqrt{(2x\,1936544 - 3876961)(2x\,2936) - (5776)}}$$

$$= 0.006$$

Hubungan linear sempurna antara variabel x dan y terdapat jika r= +1 atau r= -1. Bila r mendekati +1 atau -1,hubungan antar kedua variabel kuat, dan dikatakan terdapat korelasi yang tinggi antara keduanya. Bila r mendekati nol, hubungan linear antara x dan y sangat lemah atau mungkin tidak ada sama sekali. Dengan melihat angka r di atas maka dapat disimpulkan bahwa nila r cenderung mendekati angka +1 yang berarti bahwa antara atap memiliki keterkaitan dengan suhu pada lokasi penelitian.

B. Jalan

Tabel 5.10

Pengaruh Jalan terhadap Perubahan Suhu pada lokasi penelitian

No	Lokasi	Tahun	Suhu	jalan
1	MT. Haryono	2002	32	11
		2008	43	12
2	Pabrik	2002	35	8
		2008	45	8
3	Sawojajar	2002	32	37
		2008	41	37

Sumber : Hasil Survei & Analisa

Penggunaan jenis perkerasan juga memiliki pengaruh terhadap penyerapan panas matahari. Berdasarkan hasil survey, penggunaan jalan atap pada masing-masing lokasi berupa aspan dan paving yang merupakan material yang tingkat penyerapan panas sangat tinggi. Oleh sebab itu maka dilakukan analisa terkait dengan pengaruh jalan terhadap pulau panas (suhu) untuk menguatkan sumber refrensi yang ada. Berdarkan pada urutan metode regresi di atas maka dapat dilakukan perhitungan sebagai berikut.

Pada mulanya dibuatkan tabel hasil kesesuaian antara variabel bebas dan variabel terikat penelitian. Kemudian menggunakan langkah-langkah metode regresi untuk menentukan persamaan awal penelitian dan selanjutnya menghitung nilai koefisien persamaan yang didapatkan sebelumnya. Berikut adalah tabel hasil kesesuaian minimum dari variabel bebas berupa jumlah ruas jalan yang dikaitkan dengan suhu.

Tabel 5,11

Hasil Kesesuaian Kuadrat Minimum dengan n=2

No	Tahun	X	Y	X.Y	X^2	Y^2
1	2002	33	56	1848	3136	1089
2	2008	43	57	2451	3249	1849
Jumlah		76	113	4299	6385	2938

Sumber: Hasil Analisa

keterangan:

Y = dicari dengan menambahkan semua jumlah atap pada 3 lokasi
X = dicari dengan rata-rata semua jumlah suhu mada 3 lokasi

$\bar{Y}$= 38 $\bar{X}$= 56.6 n= jumlah tahun

Kemudian dengan menggunakan persamaan analisa regresi linear maka akan didapatkan persamaan sebagai berikut:

$Y = a + bx$

Selanjutnya jika hubungan x dan y telah diketahui linear adalah bagaimana menentukan konstanta a dan b. Konstanta a dan b akan dihitung dengan menggunakan metode kuadrat terkecil.

$Y= a + bx+ e$.....(1)

$JKG= \sum e^2 = \sum(y-a-bx)^2$.....(2)

Turunan pertama terhadap a

$-2\sum(y-a-bx)x$

$\sum y=na + b x$.....(3)

Turunan terhadap b:

$-2\sum\sum(y-a-bx)x$

$\sum y x + a\sum x+\sum x^2=0$.....(4)

Dengan menyelesaikan persamaan 3 dan 4 secara matematika biasa, maka nilai a dan b dapat diperoleh dengan menggunakan rumus-rumus sebagai berikut:

$$b = \frac{n \sum x.y - \sum x \sum y}{n \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

$a = \bar{y} - b \bar{x}$.....(5)

Dengan demikian dapat dilakukan perhitungan nilai a dan b, sebagai berikut:

$$b = \frac{n \sum x.y - \sum x \sum y}{n \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

$$b = \frac{2 \times 4299 - 113 \times 76}{2 \times 6385 - 12769}$$

$$b = \frac{8598 - 8588}{12770 - 12769}$$

$$= 10$$

$$a = \bar{y} - b\bar{x}$$

$$a = 38 - (10 \times 56.6)$$

$$a = 3.4 - 556$$

$$a = -518$$

$$\Rightarrow Y = -518 + 10x$$

Persamaan perhitungan yang terbentuk yaitu Y = -518 + 10x dengan interpretasi bahwa nilai a =-518 berarti jika tidak adanya penambahan ruas jalan (X=0) maka tidak akan menimbulkan kenaikan suhu karena nilai a adalah negatif. Untuk nilai b = 10 berarti bahwa dengan adanya perkerasan jalan berpengaruh terhadap suhu.

Setelah nilai konstanta dan koefisien regresi diketahui, maka dilakukan beberapa langkah guna menguji kevalidan dari hasil/nilai yang diperoleh yaitu dengan uji korelasi (r). Uji korelasi ini digunakan untuk menentukan korelasi atau hubungan kekuatan antara variabel suhu dengan varianbel jalan. Rumus koefiien korelasi dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$r = \frac{n \sum x.\, y - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{n\sum x^2 - (\sum x)^2 (n(\sum y^2 - (\sum y)^2}}$$

$$= \frac{2 \times 4299 - (113)(76)}{\sqrt{(2\,x\,6385 - 12769)(2\,x\,2938) - (5776)}}$$

$$= 1$$

Hubungan linear sempurna antara variabel x dan y terdapat jika r= +1 atau r= -1. Bila r mendekati +1 atau -1,hubungan antar kedua variabel kuat, dan dikatakan terdapat korelasi yang tinggi antara keduanya. Bila r mendekati nol, hubungan linear antara x dan y sangat lemah atau mungkin tidak ada sama sekali. Dengan melihat angka r di atas maka dapat disimpulkan bahwa nila r cenderung mendekati angka +1 yang berarti bahwa antara jalan memiliki keterkaitan dengan suhu pada lokasi penelitian.

C. Vegetasi

Tabel 5.12
Pengaruh Vegetasi terhadap Perubahan Suhu pada lokasi penelitian

No	Lokasi	Tahun	Suhu	Vegetasi
1	MT. Haryono	2002	32	17
		2008	43	24
2	Pabrik	2002	35	53
		2008	45	48
3	Sawojajar	2002	32	118
		2008	41	109

Sumber : Hasil Survei & Analisa

vegtasi juga memiliki pengaruh terhadap peningkatan maupun penurunan suhu. Berdasarkan hasil survey, vegetasi yang ada pada masing-masing lokasi sangat kuruang sehingga kurangnya lokasi untuk peneduh. Oleh sebab itu maka dilakukan analisa terkait dengan pengaruh vegetasi terhadap pulau panas (suhu) untuk menguatkan sumber refrensi yang ada. Berdarkan pada urutan metode regresi di atas maka dapat dilakukan perhitungan sebagai berikut.

Pada mulanya dibuatkan tabel hasil kesesuaian antara variabel bebas dan variabel terikat penelitian. Kemudian menggunakan langkah-langkah metode regresi untuk menentukan persamaan awal penelitian dan selanjutnya menghitung nilai koefisien persamaan yang didapatkan sebelumnya. Berikut adalah tabel hasil kesesuaian minimum dari variabel bebas berupa jumlah vegetasi yang dikaitkan dengan suhu.

Tabel 5.13

Hasil Kesesuaian Kuadrat Minimum dengan n=2

No	Tahun	Y	X	X.Y	X^2	Y^2
1	2002	33	188	6204	35344	1089
2	2008	43	181	7783	32761	1849
Jumlah		76	369	13987	68105	2938

Sumber: Hasil Analisa

keterangan:

Y = dicari dengan menambahkan semua jumlah atap pada 3 lokasi

X = dicari dengan rata-rata semua jumlah suhu mada 3 lokasi

$\bar{Y}$= 38 $\bar{X}$= 184.5 *n= jumlah tahun*

Kemudian dengan menggunakan persamaan analisa regresi linear maka akan didapatkan persamaan sebagai berikut:

Y = a + bx

Selanjutnya jika hubungan x dan y telah diketahui linear adalah bagaimana menentukan konstanta a dan b. Konstanta a dan b akan dihitung dengan menggunakan metode kuadrat terkecil.

Y= a + bx+ e.....(1)

JKG= $\sum e^2 = \sum(y-a-bx)^2$.....(2)

Turunan pertama terhadap a

$-2\sum(y-a-bx)x$

$\sum y=na + b x$.....(3)

Turunan terhadap b:

$-2\sum\sum(y-a-bx)x$

$\sum y x + a\sum x+\sum x^2=0$.....(4)

Dengan menyelesaikan persamaan 3 dan 4 secara matematika biasa, maka nilai a dan b dapat diperoleh dengan menggunakan rumus-rumus sebagai berikut:

$$b = \frac{n \sum x.y - \sum x \sum y}{n \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

$$a = \bar{y} - b \bar{x} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (5)$$

Dengan demikian dapat dilakukan perhitungan nilai a dan b, sebagai berikut:

$$b = \frac{n \sum x.y - \sum x \sum y}{n \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

$$b = \frac{2 \times 13987 - 76 \times 369}{2 \times 68105 - 136161}$$

$$b = \frac{27974 - 28044}{136210 - 136161}$$

$$= 1.43$$

$$a = \bar{y} - b \bar{x}$$

$$a = 38 - (1.43 \times 184.5)$$

$$a = 3.4 - 263$$

$$a = -225$$

$$Y = -225 + 1.43x$$

Persamaan perhitungan yang terbentuk yaitu Y = -225 + 1.43x dengan interpretasi bahwa nilai a =-225 berarti jika tidak adanya penambahan vegetasi (X=0) maka tidak akan menimbulkan kenaikan suhu karena nilai a adalah negatif. Untuk nilai b = 1.43 berarti bahwa dengan adanya vegetasi berpengaruh terhadap suhu sebesar 1.43

Setelah nilai konstanta dan koefisien regresi diketahui, maka dilakukan beberapa langkah guna menguji kevalidan dari hasil/nilai yang diperoleh yaitu dengan uji korelasi (r). Uji korelasi ini digunakan untuk menentukan korelasi atau hubungan kekuatan antara variabel suhu dengan varianbel vegetasi. Rumus koefiien korelasi dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$r = \frac{n\sum x.\, y - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{n\sum x^2 - (\sum x)^2 (n\sum y^2 - (\sum y)^2}}$$

$$= \frac{2 \times 13987 - (76)(369)}{\sqrt{(2 \times 68105 - 136161)(2 \times 2938) - (5776)}}$$

$$= 1$$

Hubungan linear sempurna antara variabel x dan y terdapat jika r= +1 atau r= -1. Bila r mendekati +1 atau -1,hubungan antar kedua variabel kuat, dan dikatakan terdapat korelasi yang tinggi antara keduanya. Bila r mendekati nol, hubungan linear antara x dan y sangat lemah atau mungkin tidak ada sama sekali. Dengan melihat angka r di atas maka dapat disimpulkan bahwa nila r cenderung mendekati angka +1 yang berarti bahwa antara vegetasi memiliki keterkaitan dengan suhu pada lokasi penelitian.

5.5.2 Analisa Correlasi

Selain menggunakan regresi linier penulis juga menggunaan regresi linier berganda. Penggunakan analisis ini menggunakan beberapa variabel bebas, yaitu lebih dari satu variabel bebas. Analisis ini digunakan untuk melihat keterkaitan hubungan beberapa variabel secara keseluruhan. Dalam analisis ini peneliti menggunakan variabel bebas yaitu: jumlah atap,jumlah jalan dan vegetasi sedangkan variable terikatnya yaitu ; luas penggunaan lahan pulau panas . Dalam perhitungan ini peneliti menggunakan perangkat SPSS 12 dikarenakan jumlah variabel bebasnyanya yang lebih dari 2. Dalam menggunakan perhitungan dengan regresi berganda ini terdapat beberapa hal yang harus diperhatikan misalnya saja terkait dengan beberapa hasil atau istilah yang akan muncul pada hasil akhir perhitungan. Berikut adalah hasil perhitungan dengan menggunakan perangkat SPSS 12.

Berikut adalah tabel yang menyajikan data-data penggolongan variabel bebas dan terikat serta langkah-langkah dalam perhitungan korelasi antar variabel dengan menggunakan SPSS.

Tabel 5.14
Pengaruh variabel terhadap Perubahan Suhu pada lokasi penelitian

No	Lokasi	Variabel Terikat	Variabel Bebas (Jumlah)		
		Suhu	Atap	Jalan	Vegetasi
1	MT. Haryono	45	269	12	24
2	Pabrik /PT. Subur Aman	45	41	8	48
3	Sawojajar I	35	678	37	109

Sumber : Hasil Survei

Tabel 5.15
Correlations variabel

		suhu	atap	jalan	vegetasi
Pearson Correlation	suhu	1.000	-.987	-.923	-.696
	atap	-.987	1.000	.973	.803
	jalan	-.923	.973	1.000	.919
	vegetasi	-.696	.803	.919	1.000
Sig. (1-tailed)	suhu	.	.052	.126	.255
	atap	.052	.	.074	.203
	jalan	.126	.074	.	.129
	vegetasi	.255	.203	.129	.
N	suhu	3	3	3	3
	atap	3	3	3	3
	jalan	3	3	3	3
	vegetasi	3	3	3	3

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa dari masing-masing variabel bebas dan variabel terikat tersebut memililiki hubungan korelasi. Hal ini terlihat dari nilai korelasi dari masing-masing variabel yaitu suhu - Atap (-0.987), suhu -Jalan (-0.923) dan suhu – Vegetasi (-0.696). Dari perbandingan masing-masing variabel tersebut yang memiliki nilai korelasi tertinggi/kuat yaitu korelasi antara atap dengan suhu kemudian disusul oleh hubungan suhu dengan jalan. Sementara hubungan korelasi terendah yaitu antara vegetasi dan suhu.

Dengan demikian atap memiliki colerasi yang kuat terhadap pulau panas pada semua lokasi studi.

5.5.3 Uji *Chi-Square*

Uji *chi* kwadrat digunakan untuk melakukan analisis komparatif yang mendasarkan pada perbedaan frekuensi atau data yang bersifat nominal. Uji *Chi Square* juga berguna untuk menguji hubungan atau pengaruh dua buah variabel nominal dan mengukur kuatnya hubungan antara variabel yang satu dengan variabel nominal lainnya (C = Coefisien of contingency). Dalam penelitian ini uji *Chis-quare* digunakan untuk melihat kuat/tidak (Signifikasi) hubunganya antara lokasi pulau panas dengan faktor-faktor penyebabnya seperti Atap, Jalan dan Vegetasi. Adapun rumus *Chi-Square* yang digunakan sebagai berikut :

RUMUS CHI-SQUARE

$$\chi^2 = \left[\frac{\sum (f_o - f_e)^2}{f_e}\right] \qquad F_e \text{ untuk setiap sel} = \frac{(Total\ Baris)(Total\ Kolom)}{Total\ Keseluruhan}$$

Di mana:

χ^2: Nilai chi-kuadrat
f_e: Frekuensi yang diharapkan
f_o: Frekuensi yang diperoleh/diamati

Untuk menghitung nilai *Chi-Square* (x^2 Hitung) harus membuat hipotesa Ha dan Ho awal serta kriteria uji signifikasi, kemudian gunakan data jumlah dari variable atap, jalan dan vegetasi untuk menghitung nilai *Chi-square* X2 Hitung). Sebelum menghitung nilainya terlebih dahulu mencari nilai F_e dari masing-masing variable dengan rumus diatas. Adapaun hipotesa, kriterian uji, tabel jumlah variable dan hitungan *Chi-Square* dijelaskan pada uraian berikut ini

Hipotesi Ho dan Ha

Ho : $\chi = 0$, Tidak terdapat hubungan yang signifikan antara Lokasi Pulau panas dengan atap, jalan dan vegetasi

Ha : $\chi \neq 0$, Terdapat hubungan yang signifikan antara Lokasi Pulau panas dengan atap, jalan dan vegetasi

Kriteria Pengujian

Jika $\chi 2$ hitung ≤ $\chi 2$ tabel, maka Ho diterima **(Tidak Signifikan)**

Jika $\chi 2$ hitung > $\chi 2$ tabel, maka Ho ditolak **(Signifikan)**

Tabel 5.16

Jumlah Variabel Faktor Pembentuk Pulau Panas

Lokasi	Variabel			Jumlah
	atap	jalan	vegetasi	
Dinoyo	269	12	24	305
Pabrik	41	8	48	97
Sawojajar	678	37	109	824
Jumlah	988	57	181	1226

Sumber : Hasil Survei

$$\text{Fe Untuk setiap sel} = \frac{(Total\ Baris)(Total\ Kolom)}{Total\ Keseluruhan}$$

Sample :

Fe Untuk sel pertama $= \frac{(305)\,(988)}{1226}$

$= 246$

Fe Untuk sel kedua $= \frac{(305)\,(678)}{1226}$

$= 246$

Fe untuk sel ketiga $= \frac{(824)\,(988)}{1226}$

$= 664$

Tabel 5.17

Kotigensi Variabel Faktor Pulau Panas

Lokasi	Variabel						Jumlah	
	atap		jalan		vegetasi			
	fo	fe	fo	fe	fo	fe	fo	fe
Dinoyo	269	246	12	14	24	45	305	305
Pabrik	41	78	8	5	48	14	97	97
Sawojajar	678	664	37	38	109	122	824	824
Jumlah	988	988	57	57	181	181	1226	1226

Sumber : Hasil Analisa

Hitungan nilai *Chi-Square*

$$\chi^2 = \left[\frac{\sum (f_o - f_e)^2}{f_e}\right]$$

$$X^2 = \frac{(269-246)^2}{246} + \frac{(12-14)^2}{14} + \frac{(24-45)^2}{45} + \frac{(41-78)^2}{78} + \frac{(8-5)^2}{5}$$

$$\frac{(28-14)^2}{14} + \frac{(678-664)^2}{664} + \frac{(37-38)^2}{38} + \frac{(109-122)^2}{122}$$

= 2,15 + 0,28 + 9,8 + 17,55 + 1,8 + 82,5 + 0,29 + 0,02 + 1,38

= **115,77 Nilai *Chi-Hitung*(X^2 Hitung)**

Penentuan nilai X^2 Tabel

Taraf signifikansi (α) = 0,05.

Df = (Baris-1)(Kolom-1)

= (3-1)(3-1)

= 4

χ2 Tabel = 9,488

Percentage Points of the Chi-Square Distribution

Degrees of Freedom	Probability of a larger value of x^2								
	0.99	0.95	0.90	0.75	0.50	0.25	0.10	0.05	0.01
1	0.000	0.004	0.016	0.102	0.455	1.32	2.71	3.84	6.63
2	0.020	0.103	0.211	0.575	1.386	2.77	4.61	5.99	9.21
3	0.115	0.352	0.584	1.212	2.366	4.11	6.25	7.81	11.34
4	0.297	0.711	1.064	1.923	3.357	5.39	7.78	9.49	13.28
5	0.554	1.145	1.610	2.675	4.351	6.63	9.24	11.07	15.09

Jika χ2 hitung (115,77) > χ2 tabel (9,49) , maka Ho ditolak **(Signifikan)**

Jadi, berdasarkan hipotesis awal dan criteria uji, maka kesimpulannya yaitu; terdapat hubungan antara suhu pada *Lokasi Pulau Panas* dengan atap, jalan dan vegetasi **(Signifikan)**

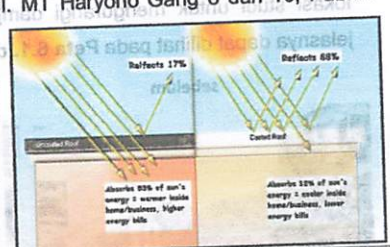
BAB VI
KONSEP MITIGASI
PULAU PANAS (*URBAN HEAT ISLAND*)

Pada bagian ini berisikan tentang rancangan tindak lanjut dari hasil analisa, adapun beberapa rancangan yang dilakukan yaitu mitigasi terhadap pulau panas yang ada pada ketiga lokasi tersebut. konsep mitigasi yang dirancang berupa *Cooling with Roofing* (pendinginan dengan atap), *Cooling with Paving* (pendinginan dengan Lapisan Perkerasan) *dan Cooling with Vegetasi* (Pendinginan dengan Tumbuhan).

6.1 Konsep Mitigasi dengan menggunakan Atap (*Cooling With Roffing*)

Banyak pilihan jenis dalam menetukan material apa saja yang digunakan dalam konsep mitigasi pulau panas tersebut, termasuk juga dalam pemelihan jenis atap sejuk. Pertimbangan pemilihan material yang digunakan berdasarkan pada sumber refrensi yang ada serta memiliki keuntungan, terjangkau serta pemasangan yang relative mudah. Untul lebih jelasnya dapat dilihat pada **tabel 6.1**

Ada banyak pilhan mengenai Atap sejuk *(Cool Roofing)* untuk lokasi penelitian pada permukiman padat Jl. MT Haryono Gang 8 dan 10, Pabrik/ PT.Subur Aman dan kawasan permahan pada Sawojajar I dipilih menggunakan atap sejuk dengan *Cool Coating* (Lapisan pendingin). Lapisan pendingin paling baik diterapkan untuk atap dengan kemiringan yang rendah atap dalam kondisi baik. Lapisan memiliki konsistensi tebal cat, meskipun memiliki aditif yang membuat jauh lebih unggul dalam pemasangan yang mudah, daya tahan penekanan (pelekat), mengurangi ganggang dan jamur, dan kemampuan mereka untuk 'selfwash'.



Gambar 6.1 : Pantulan sinar matahari dengan *cool roof*
Sumber : 2011 Custom-Bilt Metals

Atap dsejuk tersedia dalam berbagai warna untuk hampir setiap jenis atap, untuk pemasangan pada lokasi penelitian atap sejuk yang digunakan berwarna putih karena masih merupakan pilihan yang paling efisien. Dengan lapisan atap sejuk dapat memantulkan cahaya matahari sebanyak 88% dan sedikit yang diserap sehingga dapat mengurangi suhu udara yang tinggi karena banyaknya sinar matahari yang diserap oleh oleh atap, pemasangan atap dengan lapisan dingin mampu menurunkan panas sebanyak 3-5°C[1].

6.1.1 pendinginan dengan menggunakan atap (*Cooling With Roofing*) pada MT.Haryono Gang 8 dan 10

berdasarkan pilihan mengenai lapisan pendingin pada atap, lokasi penelitian pada permukiman padat Jl. MT Haryono Gang 8 dan 10 dikonsepkan dengan menggunakan *Cool Coating* (Lapisan pendingin). Pemasangan lapisan atap sejuk dilakukan pada semua atap rumah yang ada dilokasi studi yang memiliki jumlah keseluruhan rumah yaitu sebanyak 269 unit dengan rata-rata luas 1 unit sekitar 50 M^2. Dengan dipasangnya lapisan atap sejuk ini diharapkan dapat meng-*Cover* seluruh bagian atap pada permukiman yang pada umumnya menggunakan atap genteng, serta dapat meminimlisir penyerapan sinar matahari guna penurunan suhu udara pada lokasi studi untuk mengurangi dampak pulau panas tersebut. untul lebih jelasnya dapat dilihat pada **Peta 6.1. dan gambar 6.2, 63.**

sebelum

Sesudah

Gambar 6.2 : Atap Sejuk D[illegible]an Lapisan Dingin

Sumber : [illegible]

[1] Lisa gartland, (2008). Heat Island, understanding and Mitigating Heat in Urban Area h.V.72

sebelum

Sesudah

Gambar 6.3 : Atap Sejuk Dengan Lapisan Dingin seluruh lokasi
Sumber : Hasil Analisa

6.1.2 Pendinginan dengan menggunakan Atap (Cooling With Roofing) Pada Pabrik / PT.Subur Aman

Pemasangan lapisan atap sejuk dilakukan pada semua atap pabrik dan rumah yang ada dilokasi studi yang memiliki jumlah keseluruhan yaitu sebanyak 41 unit, Atap pabrik pada umunya menggunakan bahan atap seng dengan warna yang sudah gelap. Dengan dipasangnya lapisan atap sejuk ini diharapkan dapat meng-Cover seluruh bagian atap serta meminimlisir penyerapan sinar matahari guna penurunan suhu udara pada lokasi studi untuk mengurangi dampak pulau panas tersebut. untul lebih jelasnya dapat dilihat pada **peta 6.2 dan gambar 6.5, 6.6.**

Gambar 6.4 : contoh Atap Pabrik Dengan Lapisan sejuk
Sumber : 2011 Custom-Bilt Metals

sebelum

Sesudah

Gambar 6.5 : lapisan Atap Sejuk pada pabrik
Sumber : Hasil Analisa

sebelum

Sesudah

Gambar 6.6 : lapisan Atap Sejuk pada seluruh pabrik
Sumber : Hasil Analisa

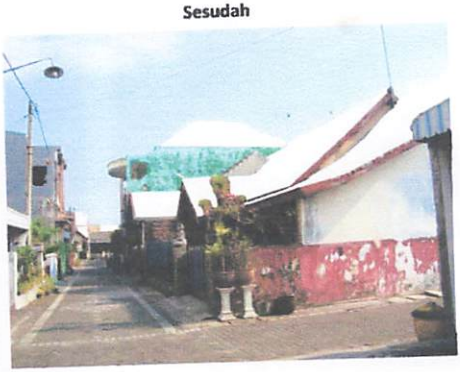
6.1.3 Pendinginan dengan menggunakan Atap (*Cooling With Roffing*) Pada Sawojajar I

Pada lokasi penelitian pada perumahan Sawojajar I dipilih sama seperti lokasi sebelumnya yaitu menggunakan atap sejuk dengan *Cool Coating* (Lapisan pendingin) berwarana putih. Lokasi studi yang merupakan perumahan yang cukup padat dengan berbagai macam aktivitas didalamnya tentu mempengaruhi tingkat suhu uadara dilokasi tersebut, dengan dilakukanya Pemasangan lapisan atap sejuk dilakukan pada semua atap rumah yang ada dilokasi studi yang memiliki jumlah keseluruhan rumah yaitu sebanyak 678 unit, diharapkan dapat mengurangi tingkat suhu udara yang ada. Untuk lebih jelanya dapat dilihat pada **peta 6.3 dan gambar 6.8, 6.9.**

Gambar 6.7 : Contoh perumahan dengan lapisan sejuk
Sumber : www.greenpublic.com

sebelum

Sesudah



Gambar 6.8 : lapisan Atap Sejuk pada Perumahan
Sumber : Hasil Analisa

sebelum

Sesudah

Gambar 6.9 : lapisan Atap Sejuk pada seluruh Perumahan
Sumber : Hasil Analisa

Tabel 6.1

Perbandingan Atap Sejuk (*Cool Roffing*)

Perbandingan	*Cool Low Slope*		*Steep Slope Roof*			*Roff Gerden*
	Cool Coating	*Cool Single Ply*	*Cool Tiles*	*Cool Metal*	*Shingle Roof*	
Gambaran material	konsistensi tebal cat, mudah mewarnai, daya tahan penekanan (pelekat), ganggang dan jamur, serta kemampuan mereka untuk *'selfwash'* atau mengurangi kotoran di bawah curah hujan normal (70-80%)	fleksibilitas, relatif mudah dalam instalasi, dan harga yang kompetitif dapat memantulkan cahaya sebesar 80%	Warna produk logam, dalam nuansa cokelat, abu-abu, merah, hijau dan biru, yang tersedia dengan solar reflektansi mencapai 56 %	Logam produsen atap sejauh ini menghasilkan adopsi yang paling luas dengan pigmen teknologi. Atap logam biasanya dilapisi selama manufaktur, dan penggunaan pelapis dingin itu relative mudah pemasanganya (50-60%)	*Shingles Roof* terbaru mengandung algecides dan fungisida, yang secara signifikan mengurangi masalah grunge yang hasilkan iterasi sebelumnya (40-60 %)	Secara sederhana atap hijau menyejukkan udara. mengurangi efek urban heat island , mengurangisuhu permukaan atap melalui bayangan dan evapotranspiration Mampu mereduksi sinar matahari 87- 100%
Biaya/Harga	1 Gallon - $38.95 150 square feet with 5 mils (.005 inches) Atau $ 0,75 dan $ 1,50 per meter persegi	$ 1,50 - $ 3,00 per meter persegi	$ 10.0 - $ 40.0 per meter persegi	$ 10.0 - $ 25.0 per meter persegi	$ 10.0 - $ 25.0 per meter persegi	Biaya relative mahal, karena disebabkan penggunaan bahan-bahan khusus seperti: kedap air, *Drainage cell,Geotextile* berkisar antara $ 20.0 - $ 30.0 per meter persegi dan $ 200.0 per meter persegi untuk intensive
Jangka waktu	10-15 Tahun	15 -20 tahun	50-75 tahun	50-100Tahun	50-70 Tahun	30-50 tahun (perawatan 2-3 tahun)
Sifat Pelaksanaan/Pemasangan	Dicat, atau disemprotkan dengan alat sejenis kompresor	dilem atau diikat di tempat di atas permukaan seluruh atap. Jahitan antara lembar kemudian harus disegel oleh dipanaskan dan menyatu bersama-sama	Pemasangan ulang pada atap, cendrung untuk bangunan yang baru d bangun	Pemasangan ulang pada atap, cendrung untuk bangunan yang baru d bangun	Pemasangan ulang pada atap, cendrung untuk bangunan yang baru d bangun	Pemasangan harus dilakukan oleh ahli,dan mempersiapkan desain secara matang karena memiliki banyak komponen lapisan. Dek atap harus lebih kuat, karena harus mendukung bobot tanaman, tanah basah, dan mungkin orang.

Sumber : Refrensi

677000

9122200

Jl. MT H

Dinoyo

9122100

an

9122000

677000

Tugas Akhir
Jurusan Teknik PWK
Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan
Institut Teknologi Nasional Malang

Judul Skripsi :
Konsep Mitigasi Pulau Panas (Urban Heat Island) Kota Malang

Judul Peta :
Konsep Atap Sejuk (Cool Roffing)

No Peta :
6.1

Legenda :

- Batas Lokasi
- Jalan
- Sungai
- Jembatan

Jenis Atap

- Cool Coating (Lapisan pendingin).

Sumber :
1. BPN Kota Malang
2. RDTR Kota Malang

Skala : 20 0 20 40 CM

Insert Peta :

N

6.2 Konsep Mitigasi Dengan Menggunakan Lapisan Perkerasan Jalan *(Cooling With Paving)*

Banyak pilihan jenis dan bahan untuk Mitigasi dengan lapisan perkerasan, berdasarkan pertimbangan dari refrensi yang ada **(pada tabel 6.2)**. Lapisan perkerasan pada lokasi studi menggunakan Lapisan Aspal dan paving dari bahan semen untuk mengurangi penyerapan panas dari lapisan perkerasan yang ada, maka konsep lapisan perkerasan jalan yang digunakan pada semua lokasi studi berupa aspal berpori *(Porous asphalt and concrete pavements)*, yaitu Cara lain untuk mendinginkan sebuah lapisan beton atau aspal adalah membuatnya berpori atau *permeable*. Sehingga memungkinkan air hujan mengalir melalui *pavement* ini dan disimpan dalam lapisan ini dan tanah di bawahnya, air kemudian bisa menguap dan mendinginkan *pavement* ini selama cuaca panas.

Untuk perkerasan jalan dengan material paving konsep material yang digunaka berupa *Cool Pavement Non-tradional* atau *Block paver*, blok ini memberikan dukungan struktural dan mengijinkan air mengalir, disimpan dan selanjutnya diuapkan. Blok paver digunakan dengan sukses di area dengan trafik rendah seperti gang kecil, jalan untuk mobil (di halaman), lahan parkir dan fire lane (Cote dkk, 2000; Chicago, 2002). Block paver lebih dingin karena berpori dan/atau karena penggunaan permukaan yang lebih reflektif atau vegetasi. Berikut adalah penjelasan konsep pada setiap lokasi (MT. Haryono Gg 8 dan 10, Pabrik / PT. Subur Aman, dan Sawojajar I).

Gambar 6.10 : Jenis Perkerasan Jalan

Sumber :Clean Air Partnership 75 Elizabeth Street, Toronto, ON, M5G 1P4

6.2.1 pendinginan dengan menggunakan Lapisan Perkerasan perkerasan (*Cooling With Paving*) pada MT.Haryono Gang 8 dan 10

pada lokasi penelitian, jenis perkerasan terbagi menjadi dua jenis yaitu aspal dan paving semen dengan panjang total ruas jalan aspal yang menggunakan lapisan aspal berpori yaitu 642 Meter, yang meliputi jalan raya MT. Haryono sepanjang 167 Meter, MT. Hryono gang VIII sepanjang 209 Meter, gang IX sepanjang 129 Meter, dan X dengan panajang 137 Meter dan Jumlah panjang ruas paving yang menggunakan blok *paver* yaitu 478 Meter. Hal tersebut dimaksudkan agar dapat mengurangi penyerapan panas yang dihasilkan oleh lapisan perkerasan Untuk lebih jelanya dapat dilihat pada **peta 6.4 dan gambar 6.11, 6.12.**

sebelum **Sesudah**

Gambar 6.11 : lapisan Perkerasan Paving
Sumber : Hasil Analisa

sebelum **Sesudah**

Gambar 6.12 : lapisan Perkerasan Jalan Aspal pada MT.Haryono
Sumber : Hasil Analisa

6.2.2 Pendinginan dengan menggunakan Lapisan perkerasan (*Cooling With Paving*) Pada Pabrik/ PT.Subur Aman

Mitigasi dengan lapisan perkerasan aspal pada lokasi studi menggunakan Lapisan Aspal dan Beton berpori (Porous asphalt and concrete pavements), seluruh lapisan perkerasan yang ada pada lokasi penelitian yaitu aspal. Panjang total ruas jalan aspal yang dirancang menggunakan lapisan aspal berpori yaitu 1662 Meter, yang meliputi jalan Halmahera, niaga dan jalan batam serta jalan yang berada didalam pabrik itu sendiri. Dengan dilakukanya pemasangan perkerasan dingin tersebut dapat penurunkan suhu uadara yang ada. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **peta 6.5 dan gambar 6.13.**

sebelum

Sesudah

Gambar 6.13 : lapisan Perkerasan Jalan Aspal Pada Pabrik
Sumber : Hasil Analisa

6.2.3 Pendinginan dengan menggunakan Lapisan perkerasan (*Cooling With Paving*) Pada Sawojajar I

Mitigasi dengan lapisan perkerasan pada perumahan sawojajar I terbagi menjadi dua jenis yaitu perkerasan aspal dan paving, untk lapisan aspal pada lokasi studi konsep yang akan digunaka yaitu menggunakan Lapisan Aspal dan Beton berpori *(Porous asphalt and concrete pavements).*

Rencana penggunaan lapisan sejuk ini berada pada 20 ruas jalan dengan panjang keseluruhan 3148 meter, sedangkan untuk perkerasan jalan dengan material paving konsep material yang digunaka berupa *Cool Pavement Non-tradional* atau Block paver, blok ini memberikan dukungan struktural dan mengijinkan air mengalir, disimpan dan selanjutnya diuapkan. Jumlah ruas jalan paving yang menggunakan blok *paver* yaitu sebanyak 12 dan jumlah panjangnya mencapai 2224 meter. Untuk lebih jelanya dapat dilihat pada **peta 6.6 dan gambar 6.14, 6.15.**

Gambar 6.14 : lapisan Perkerasan Jalan Paving pada Sawojajar I
Sumber : Hasil Analisa

Gambar 6.15 : lapisan Perkerasan Jalan aspal pada Sawojajar I
Sumber : Hasil Analisa

Tabel 6.2
Perbandingan Lapisan Perkerasan Sejuk (*Cool Paving)*

Perbandingan	Aspal	Beton	*Lighter*	*Porous*	*Non-traditional / Block Paper*
Gambaran material	Perkerasan aspal tradisional cenderung orgrey berwarna hitam, dengan nilai reflektansi surya 5-10 persen ketika baru. Di pagi hari dan awal sore, konveksi ini tidak cukup untuk menjaga dingin dan panas perkerasan disimpan dalam trotoar. Dari sore hari dan seterusnya, sebagai penurunan energi matahari, aspal mampu melepaskan panas yang disimpan dan down	Komponen Semen Portland ConcreteCommonly disebut sebagai "beton," adalah bahan paving campuran agregat air (kerikil dan pasir),, udara, dan portland semen pengikat. Biasanya, baru PCC memiliki Albedo - atau reflektansi surya - dari sekitar 0,35-0,40.	Perkerasan aspal dapat diringankan dan didinginkan dalam berbagai cara. Pigmen cahaya dapat ditambahkan ke campuran aspal atau ringan berwarna agregat (batuan dalam campuran perkerasan) atau pasir dapat. Langkah-langkah ini dapat meningkatkan surya reflektansi dari trotoar hingga 30 persen.	*Porous beton* semen portland berbeda hanya dari *non-porous* beton dalam partikel halus seperti pasir dan agregat kecil yang tersisa keluar dari campuran perkerasan. Hal ini membuat ruang kosong antara bahan agregat besar dan memungkinkan air untuk mengalir melalui. Beton berpori cocok untuk sebagian besar aplikasi, termasuk parkir dan beban lalu lintas jalan.(25%)	Karena desain saling membantu perpindahan antara blok, sistem berpori cocok untuk kondisi beban tinggi serta rendah lalu lintas aplikasi seperti trotoar dan jalan masuk.
Biaya/Harga	$ 1.00-$ 2.00 per meter persegi	rata-rata berkisar beton dari $ 2,00 untuk $ 6,00 per kaki persegi,	$ 2.00-$ 6,00 per kaki persegi	berkisar dari $ 2,00 untuk $ 6,00 per kaki persegi	Mereka biaya rata-rata berkisar $ 1,50 sampai $ 3,00 per kaki persegi
Sifat Pelaksanaan /Pemasangan	Dipasang seperti pemasangan jalan baru, seperti pada umumnya	Trotoar beton dapat memiliki masa kerja lebih dari 40 tahun, dengan perawatan biasanya terbatas pada resealing sendi dan retak. Biaya	Dipasang seperti pemasangan jalan baru, seperti pada umumnya	pavers Porous berguna untuk pedestrian jalan setapak, jalan masuk, tempat parkir	Sistem ini trotoar dibangun dari bata interlocking, batu, atau blok beton, saluran air yang melalui mereka ke substrat yang mendasari. Bahan blok datang dalam berbagai macam desain, pola, dan warna, dan biasanya dipasang di atas dasar agregat konvensional dan selimut pasir.

Sumber : Refrensi

677000

9122200

9122100

9122000

Jl. MT Har

oyo

kiman

677000

Tugas Akhir
Jurusan Teknik PWK
Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan
Institut Teknologi Nasional Malang

Judul Skripsi :
Konsep Mitigasi Pulau Panas (Urban Heat Island) Kota Malang

Judul Peta :
Konsep Lapisan Perkerasan Sejuk (Cool Roffing)

No Peta :
6.4

Legenda :

- Batas Lokasi
- Jalan
- Sungai
- Jembatan

Jenisperkerasan

- Porous asphalt and concrete pavements
- Pavement Non-tradional /Block paver

Sumber :
1. BPN Kota Malang
2. RDTR Kota Malang

Skala :
20 0 20 40 CM

Insert Peta :

N

6.3 Konsep Mitigasi dengan mengunakan tumbuhan (*Cooling With Vegetation*)

Pohon dan vegetasi adalah merupakan suatu hal vital, komponen kerja dari kota dan pinggiran kota yang sehat. Pohon dan vegetasi yang sehat membawa banyak *benefit*, meliputi komunitas yang lebih nyaman, penggunaan energi yang lebih rendah, polusi udara yang berkurang dan ekosistem yang lebih baik, pepohonan juga mampu menurunkan suhu udara 4°C setiap perhektarnya[2]. Lanskaping efektif untuk mereduksi heat island meliputi penggunaan pohon naungan dan tanaman yang lebih kecil seperti semak-semak, belukar, tumbuhan merambat, rumput dan groundcover[3].

Untuk konsep vegetasi sebagai guna menurunkan suhu udara akibat pulau panas yang terjadi maka vegetasi yang cocok ditanam pada semua lokasi penelitian (MT. Haryono Gg 8 dan 10, Pabrik, dan Sawojajar I) tersebut berupa pohon dan vegetasi rambat atau *groundcover*. Untuk pemilihan pohon peneduh pada konsep ini menggunakan pohon mahoni selain menjadi salah satu dari berbagai jenis pohon peneduh yang sering digunakan pada umunya, mahoni juga memiliki banyak fungsi seperti; penyerap polusi dan penghasil oksigen yang sangat diperlukan dalam penurunan suhu udara. Untuk penanaman yang ideal dipermukiman dan mengacu pada lokasi di Kota Malang yang masih sejuk (tidak ada UHI) seperti jalan Cengger Ayam dan Bantaran (Kalpataru) pola yang digunakan yaitu linier/ seragam/ memanjang disepanjang jalan, selain untuk peneduhan perkerasan, pola tersebut memberikan efek teduh pada orang yang melintasi jalan serta memberikan nilai estetika pada *landscaping*, asumsi antar pohon berjarak 3 meter.

Untuk vegetasi jenis Semak dan belukar diterapkan pada lokasi-lokasi yang tidak memungkinkan ditanami pepohonan, seperti terdapat pada sebagian lokasi di Sawojajar I dan MT. Haryono, hal tersebut disebkan arena padatnya permukiman sehingga tidak ada ruang untuk menanam pohon.

---

[2] Bdk.: Bohme, Gerhard at el. *Grun hilft sparen*. Bonn 1985. Hal.4

[3] Lisa gartland, (2008). Heat Island, understanding and Mitigating Heat in Urban Area:109

Tumbuhan merambat sangat tepat digunakan pada trelis vertikal atau *overhead* sehingga bisa digunakan dalam lokasi dengan keterbatasan lahan. Tumbuhan merambat yang digunakan sebagai peneduh terdiri dari berbagai macam yaitu; *Antigonon Leptopus, Strophanthus Gratus, Flame of Irian* dan *Quisqualis Indica*. Yang ditanam pada dinding-dinding serta pagar rumah warga yang sangat padat dan berdempetan.

Gambar 6.16 : Tanaman Antigonon Leptopus
Sumber : www.rumahurban.com Sabtu, 17 November 2012

Gambar 6.17 : Tanaman Flame of Irian
Sumber : www.rumahurban.com Sabtu, 17 November 2012

Gambar 6.18 : Tanaman Indica Pergola
Sumber : www.rumahurban.com Sabtu, 17 November 2012

Gambar 6.19 : Tanaman Strophanthus Gratus
Sumber : www.rumahurban.com Sabtu, 17 November 2012

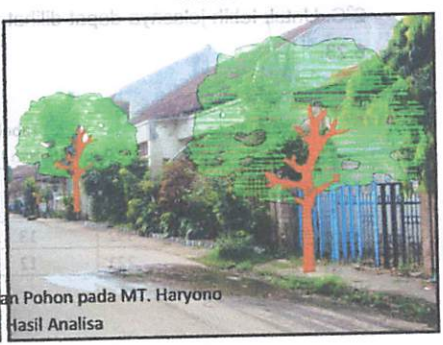
Gambar 6.20 : Penanaman pohon Linier Pada jalan Cengger ayam
Sumber : Hasil Survei Minggu, 27 Januari 2013

6.3.1 Pendinginan dengan menguunakan tumbuhan (*Cooling With Vegetation*) pada MT.Haryono Gang 8 dan 10

Pada lokasi peneltian lahan yang digunakan untuk penanaman vegetasi berupa pohon sangan terbatas dan hampir tidak ada, karena terlalu padatnya permukiman penduduk sehinnga sepadan jalan tidak mencukupi untuk dilakukan penanaman pohon-pohon peneduh. Ada sebanyak 62 pohon yang ditambahkan pada lokasi studi. Dengan adanya penambahan maka luasan sebaran vegetasi pada lokasi penelitian menjadi 1834m^2 maka dapat menurunkan suhu sebesar 0.6-0.8°C. Untuk tanaman rambat dipasang hampir sluruh loasi, karena keadaaan lahan yang tidak memungkinkan serta posisi rumah yang berdempetan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **peta 6.7 dan gambar 6.21,6.22**

sebelum

Sesudah



Gambar 6.21 : Penanaman Pohon pada MT. Haryono
Sumber : Hasil Analisa

sebelum

Sesudah

Gambar 6.22 : Penanaman Tumbuhan rambat pada MT. Haryono

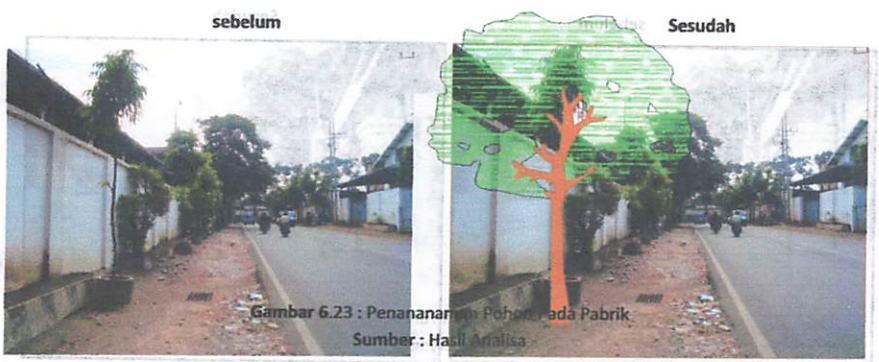
6.3.2 Pendinginan dengan menguunakan tumbuhan (*Cooling With Vegetation*) pada Pada Pabrik/ PT.Subur Aman

Pada lokasi penelitian, lahan yang ada untuk penanaman pohon masih sangat tersedia, terutama yang berada disepadan jalan niaga dan batam. Hal tersebut dikarenakan masih tersedianya sepadan jalan untuk dilakukan penenaman pohon. Pada jalan niaga panjang ruas jalan mencapai 392 Meter dengan jumlah vegetasi eksisting sebanyak 7 pohon, maka akan dilakukan penambahan sebanyak 130. Sedangkan untuk jalan batam panjang ruas jalan mencapai 221 Meter dengan jumlah eksisting pohon sebanyak 8, maka dilakukan penambahan sebanyak 74 pohon dengan asumsi antar pohon berjarak 3 meter dan dengan pilihan jenis pohon mahoni. Dengan adanya penambahan pohon tersebut, luasan dari sebaran pepohonan bertambah 3060 m^2 sehingga dapat dikalkulasikan mampu menurunkan suhu sebesar 1-2°C. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **peta 6.8, tabel 6.3 dan gambar 6.23.**

Tabel 6.3
Penambahan Jumlah Pohon

No	Nama Jalan	Panjang jalan (M)	Eksisting (pohon)	Penambahan (pohon)	Keterangan
1	Niaga	392	13	130	Ditanami pohon mahoni
2	Batam	221	12	74	Ditanamai pohon mahoni

Sumber : Hasil Analisa



Gambar 6.23 : Penanaman Pohon pada Pabrik
Sumber : Hasil Analisa

6.3.3 Pendinginan dengan menguunakan tumbuhan (*Cooling With Vegetation*) pada Sawojajar I

Pada lokasi penelitian, pada umumnya lahan yang ada untuk penanaman pohon masih tersedia, terutama yang berada disepadan jalan aspal dikarenakan lebar jalan dan bahu jalan masin mencukupi untuk penenaman pohon. Dengan adanya penambahan pohon tersebut maka luasan sebaran ditambahkan sebesar 20400m^2 sehingga dapat dikalkulasikan mampu menurunkan suhu sebesar 7-8°C. Sedangkan untuk jalan danau ranau (I,II,III), jalan Danau Poso (I-IV), Jalan Danau Laut Tawar (I,II), dan jalan Towuti tidak dapat ditanami pepohonan, karena jalan yang sempit, rumah yang padat dan berdempetan sehingga tidak ada ruang untuk penenaman sehingga dirancang penanaman vegetasi dengan tumbuhan rambat. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **peta 6.9, tabel 6.4 dan gambar 6.24.**

Tabel 6.4

Penambahan Jumlah Pohon

No	Nama Jalan	Panjang jalan (M)	Eksisting	Penambahan	Keterangan (jalan)	Keterangan (Vegetasi)
1	Sim.Maninjau I	208	1	69	Aspal	Ditanami pohon mahoni
2	Danau Ranau	139	8	46	Aspal	Ditanami pohon mahoni
3	Danau Maninjau Barat	693	15	231	Aspal	Ditanami pohon mahoni
4	Sim. Danau Maninjau II	201	18	67	Aspal	Ditanami pohon mahoni
5	Sim. Danau Maninjau Selatan I	207	11	69	Aspal	Ditanami pohon mahoni
6	Sim. Danau Maninjau Selatan II	114	6	38	Aspal	Ditanami pohon mahoni
7	Sim. Danau Maninjau Selatan III	103	2	34	Aspal	Ditanami pohon mahoni
8	Sim. Danau Maninjau Selatan Dalam I	60	8	20	Aspal	Ditanami pohon mahoni
9	Sim. Danau Maninjau Selatan Dalam II	81	6	27	Aspal	Ditanami pohon mahoni
10	Sim. Danau Maninjau Selatan Dalam III	135	5	45	Aspal	Ditanami pohon mahoni
11	Sim. Danau Maninjau selatan Dalam IV	149	5	50	Aspal	Ditanami pohon mahoni
12	Sim. Danau Maninjau selatan Dalam V	72	2	24	Aspal	Ditanami pohon mahoni
13	Sim. Danau Maninjau Selatan IV	172	8	57	Aspal	Ditanami pohon mahoni
14	Sim. Danau Maninjau Selatan V	129	0	43	Aspal	Ditanami pohon mahoni
15	Danau Maninjau Barat I	119	2	40	Aspal	Ditanami pohon mahoni
16	Danau Maninjau Barat II	185	0	62	Aspal	Ditanami pohon mahoni
17	Danau Maninjau Barat III	194	3	65	Aspal	Ditanami pohon mahoni
18	Danau Maninjau Barat Dalam I	70	2	23	Aspal	Ditanami pohon mahoni
19	Danau Maninjau Barat Dalam II	117	0	39	Aspal	Ditanami pohon mahoni
32	Danau Towuti Raya	141	7	47	Aspal	Ditanami pohon mahoni
25	Danau Laut Tawar	261	14	87	Paving	Ditanami pohon mahoni
20	Danau Maninjau	531	30	177	Paving	Ditanami pohon mahoni
21	Danau Maninjau III	94	0	0	Paving	Ditanamai Tumbuhan Rambat

Bersambung.....

Tabel Sambungan.....

No	Nama Jalan	Panjang Jalan (M)	Eksisting	Penambahan	Keterangan (Jalan)	Keterangan (Vegetasi)
22	Danau Maninjau IV	99	2	0	Paving	Ditanamai Tumbuhan Rambat
23	Danau Ranau I	189	3	0	Paving	Ditanamai Tumbuhan Rambat
24	Danau Ranau II	124	1	0	Paving	Ditanamai Tumbuhan Rambat
26	Danau Laut Tawar I	93	3	0	Paving	Ditanamai Tumbuhan Rambat
27	Danau Laut Tawar II	92	0	0	Paving	Ditanamai Tumbuhan Rambat
28	Danau Poso	134	2	0	Paving	Ditanamai Tumbuhan Rambat
29	Danau Poso I	255	0	0	Paving	Ditanamai Tumbuhan Rambat
30	Danau Poso II	85	0	0	Paving	Ditanamai Tumbuhan Rambat
31	Danau Towuti	126	2	0	Paving	Ditanamai Tumbuhan Rambat
Jumlah		5372	166	1360	-	-

Sumber : Hasil analisa

Gambar 6.24 : Penanaman Pohon dan Tumbuhan Rambat pada sawojajar I

Sumber : Hasil Analisa

677000

9122200

9122100

9122000

Jl. ar Dinoyo

Tugas Akhir
Jurusan Teknik PWK
Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan
Institut Teknologi Nasional Malang

Judul Skripsi :

Konsep Mitigasi Pulau Panas (Urban Heat Island) Kota Malang

Judul Peta :

Pendinginan Dengan Vegetasi

No Peta :

6.7

Legenda :

- Batas Lokasi
- Jalan
- Sungai
- Jembatan
- Rumah dengan tanaman rambat
- Pohon
- Penambahan Pohon

Sumber :

1. BPN Kota Malang
2. RDTR Kota Malang

Skala : 20 0 20 40 CM

Insert Peta :

N

BAB VII
PENUTUP

Pada bab ini akan membahas mengenai kesimpulan dan rekomendasi setelah selesai menyusun hasil dari penelitian ini. Dimana isi dari kesimpulan adalah untuk menjawab sasaran/output yang sudah ditetapkan di bab I, selanjutnya rekomendasi untuk tindak lanjut setelah selesainya penelitian ini.

7.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan analisa dan rancangan terhadap lokasi penelitian Jl.MT Hryono Gg. 8 dan 10, Pabrik Bentoel/ PT. Subur aman dan Perumahan Sawojajar I, beberapa kesimpulan hasil pencapaian suatu output/sasaran dari penelitian ini yaitu sebagai berikut:

A. Berdasarkan survey dilapangan dan pengolahan data dengan semua analisa, dapat diketahui pada lokasi penelitian terdapat variabel yang mempengaruhi suhu udara pada masing-masing lokasi, pengaruh tersebut memiliki kontribusi terhadap terjadinya pulau panas yang ada pada lokasi. Variabel tersebut diuraikan sebagai berikut :

- Material Bangunan

  Material bangunan yang digunakan pada semua lokasi penelitian terdiri dari material atap sepetri genteng dan seng serta lapisan perkerasan aspal dan paving. Hal tersebut sangat berpengarug sekali terhadap pembentukan Pulau Panas (*Urban Heat Island (UHI)*) pada lokasi penelitian, sehingga untuk mengurangi hal tersebut, konsep mitigasi yang dilakukan yaitu dengan melapisi atap dengan lapisan dingin (*Cool Coating)* berwarna putih dan untuk perkerasan dengan aspal berpori dan *Blok Paver.*

- Jarak Antar Bangunan

  Jarak antar bangunan yaitu mencakup Koefisien Dasar Bangunan (KDB) dan Koefisien Landai Bangunan (KLB), pada lokasi penelitian

KDB dan KLB tergolong bervariasi pada lokasi MT. Haryono termasuk dalam kategori yang sangat tinggi kepadatannya yaitu 87-100% dan 0.8 – 0.3, pada pabrik bentoel termasuk dalam kategori yang rendah kepadatannya yaitu 45-56% dan 0.4 – 0.6 sedangkan pada sowojajar I terdapat dua variasi yaitu kategori tinggi memiliki nilai 70-91% dan 0.7-0.9 dan paling rendah yaitu 31-37% dan 0.3 – 0.37

- Rata-rata ketinggian Bangunan / Kepadatan Bangunan

Kepadatan bangunan pada semua lokasi lokasi penelitian sangat beragam dari kepadatan sangat tinggi, sedang dan rendah. Pada MT. Haryono kepadatan mencapai 81 Buah/Ha, untuk Pabrik Bentoel/ PT. Subur aman 11 buah/Ha, sedangkan pada Sawojajar I 46 buah/Ha

- Vegetasi

Pada lokasi penelitian sebaran vegetasi yang ada mengalami penurunan luasan sebaranya pada MT Hryono Gg. 8 dan 10 mencapai 3.02% dari luasan wilayah yang ada dengan pola sebaran bergerombol (*Cister Pattern)*. Dan pada Pabrik Bentoel/ PT. Subur aman mencapai 3.1% dari luasan wilayah yang ada dengan pola sebaran bergerombol (*Cister Pattern)*, sedangkan Perumahan Sawojajar I 2.48% dari luasan wilayah yang ada dengan pola sebaran tersebar merata (*Dispersed Pattern/ Uniform)*. Vegetasi yang ada masih sangat kurang untuk memberikan keteduhan pada daerah sekitar lokasi penelitian, dengan lahan yang masih tersedia untuk penanaman pohon maka di rancang penanaman pohon sebanyak mungkin pada ruas jalan yang memungkinkan. Sedangkan untuk jalan atau kawasan yang tidak memiliki lahan untuk ditanam pohon, maka dilakukan penanaman tumbuhan rambat.

Sedangkan dari analisa korelari yang dilakukan, terdapat hubungan dari semua Variabel penelitian (Material Bangunan, Koefisien Dasar Bangunan, Kepadatan bangunan dan vegetasi) terhadap perubahan suhu pada lokasi penelitian.

B. Konsep mitigasi yang diterapkan pada lokasi penelitian disesuaikan dengan keadaaan wilayah penelitian, konsep pendinginan atap digunakan lapisan atap pending (*Cool Coating)* berwarna putih, untuk lapisan perkerasan dikonsepkan dengan menggunakan aspal berpori dan paving (*Non-tradional)* atau (*Block paver)*,serta penanaman pepohonan peneduh disepanjang jalan yang masih memungkinkan untuk penanaman, sedangkan pada kawasan yang memiliki lahan terbatas disarankan menggunakan tumbuhan rambat (*Ground Cover)*.

7.2 Rekomendasi

Rekomendasi disini terbagi tiga yaitu rekomendasi terhadap pemerintah/dinas terkait, rekomendasi terhadap masyarakat dan rekomendasi terhadap akademisi/peneliti.

A. Rekomendasi Terhadap Pemerintah/Dinas Terkait:

1. Untuk pemilihan jenis dalam Penanaman pohon harus disesuaikan dengan kegunaan dan karakter penggunaan lahan disekitarnya
2. Perlunya peraturan untuk setiap warga diwajibkan tumbuhan hijau di masing-masing rumah
3. Untuk pengembangan wilayah perlu diperhitungkan faktor mengenai pulau panas pada daerah yang akan dikembangkan

B. Rekomendasi Terhadap Masyarakat:

1. Masyarakat dapat berpartisipasi dalam pembangunan Penurunan suhu udara dengan menanam tumbuhan rambat pada masing-masing rumah, seperti pot-pot bunga, pekarangan rumah dan pepohonan disekitarnya.
2. Masyarakat dapat bersama-sama merubah gaya hidup menjadi kembali kea lam (*Back to Nature)* sehingga tidak hanya untuk udara saja, tetapi juga untuk kehidupan masyarakat dimasa mendatang

C. Rekomendasi Terhadap Akademis/Peneliti:

1. Penelitian selanjutnya mengenai Rancangan konsep mitigasi mempertimbangkan perencanaan *RoofGarden,* mengingat lahan yang tersedia semakin sedikit sehingga diperlukan trobosan-trobosan baru dalam melakukan mitigasi terhadap Pulau Panas.
2. Pada penelitian selanjutnya, dapat langsung menghitung berapa besaaran biaya yang dikeluarkan dalam melakukan mitigasi terhadap Pulau Panas tersebut, sehingga tidak hanya gambar dan desain mitigasinya saja akan tetapi jumlah biaya yang dikeluarkan sehingga menjadi masukan untuk perancanaan.
3. Penelitian ini kedepannya dapat dijadikan sebagai bahan refrensi didalam perencanaan kawasan atau wilayah, tanpa harus menunggu kawasan atau wilayah tersebut sudah terkena dampak pulau panas (UHI)
4. Studi lanjutan mengenai penerapan konsep mitigasi pulau panas dapat membahas mengenai Rencana Anggaran Biaya pengaplikasian konsep mitigasi Pulau panas tersebut
5. Studi lanjutan dapat mengenai kontribusi material sejuk bangunan terhadap pulau panas

7.3 Catatan Studi

Studi penyusunan konsep mitigasi Pulau Panas (*Urban Heat Island)* UHI ini tidak luput dari berbagai keterbatasan. Keterbatasan dalam studi ini antara lain:

a. Referensi mengenai studi Pulau Panas (UHI) ini sangat terbatas dan lebih banyak refrensi menggunakan bahasa inggris, sehingga sedikitmemakan waktu yang cukup lama untuk mencari dan mendefinisikan referensinya.

b. Konsep yang digunakan masih bersifat baru dan sebagian besar belum pernah ditakukan di Indonesia, sehingga memerlukan soslalisasi intensif dan memerlukan biaya yang cukup tinggi untuk peng aplikasianya.

c. Penerapan konsep memiliki biaya yang cukup besar dan tinggi
d. Studi ini hanya bersifat menyusun konsep, sehingga belum bersifat teknis atau secara terperinci menjelaskan bagaimana pengaplikasianya dan penggunaanya serta perhitungan untuk biaya yang diperlukan.

DAFTAR PUSTAKA

Buesseler, K.O., C.H. Lamborg, P.W. Boyd, P.J. Lam, T.W. Trull, R.R. Bidigare, J.K.B. Bishop, K.L. Casciotti, F. Dehairs, M. Elskens, M. Honda, D.M. Karl, D.A. Siegel, M.W. Silver, D.K. Steinberg, J. Valdes, B. Van Mooy, S. Wilson. (2007) "Revisiting carbon flux through the ocean's twilight zone." Science 316: 567-570.

Givoni, B. 1998. *Climate Consideration in building and Urban Design, Canada, John Wiley & Sons*

Heinz Frick and Tri Hesti Mulyani 2006, *Arsitektur Ekologis*

Landsberg, H. E. (1981) *The Urban Climate*.New York,NY,Academic Press Mills,G. M. and A. J.Arnfield

Lisa gartland, 2008. *Heat Island, understanding and Mitigating Heat In Urban Area*

Nyuk Hien Wong and Yu Chen, 2009. *"Tropical Urban Heat Island, climate, building and greeny*

Taha, H. (1997) 'Urban climates and heat islands: Albedo, evapotranspiration and anthropogenic heat'. *Energy and Buildings* 25

Tumanov, S.,A. Stan-Sion,A. Lupu,C. Soci and C. Oprea (1999) '*Influences of the city of Bucharest on weather and climate parameters*', Atmospheric Environment 33: 4173–4183

Bosselmann, P., E.Arens, K. Dunker and R.Wright (1995) 'Urban form and climate: Case study, Toronto'. *Journal of the*

Cahyaning, Fanita, A, 2010. *Studi Sebaran Temperatur Permukaan Lahan dan Faktor-faktor yang mempengaruhinya di Kota Malang*, Program Magister Perencanaan Wilayah dan Kota, Universitas Brawijaya, Malang.

Colburn, D.R and deHeaven-Smith,L.,1999, Government in the Sunshine Satate: Florida since Statehood, University Press of Florida, Gainesville Florida

Clean Air Partnership 75 Elizabeth Street, Toronto, ON, M5G 1P4

Indah Susanti, 2009. *Aspek iklim dalam perencanaan perkotaan*

Laras Tursilowati, (2008) *urban Heat Island dan kontribusinya terhadap perubahan iklim hubungannya dengan perubahan lahan*

Mitigating the urban heat island Effect: Some point without existing city planning (2009)

Paska Arriandy Iswanto 2008, *Urban Heat*, FMIPA Universitas Indonesia

Surjamanto Wonorahardjo,Suwardi Tedja.Benedictus Edward. *Studi Pengaruh Kualitas Vegetasi pada Lingkungan Termal Kawasan Kota di Bandung Menggunakan Data Citra Satelit*

Wahyudi, 2009. *Ketersediaan Alokasi Ruang Terbuka Hijau Kota Pada Ordo Kota I Kabupaten Kudus*, Program Magister Ilmu Lingkungan, UNDIP, Semarang.

http://edukasi.kompasiana.com/2010/11/07/mengenal-variabel-penelitian/
http://handiarto.com/variabel-penelitian-9

http://Hubungan Efek Rumah Kaca, Pemanasan Global dan Perubahan Iklim « A.R. As- syakur.htm

http://indosmarin.com/20080902-dampak-perubahan-iklim-negara-"coral-triangle"-ambil-antisipasi.html

http://t-djamaluddin.spaces.live.com/ Just another WordPress.com site
http://www.rumahurban.com Sabtu, 17 November 2012

http://www.greenpublic.com

http://zaifbio.wordpress.com/2010/02/11/*kepadatan-penduduk-dan-pencemaran-lingkungan*.

Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.

Intergovernmental Panel on Climate Change. 5 Februari 2007. Diakses pada 2 Februari 2007.

NASA: Global Warming to Cause More Severe Tornadoes, Storms, Fox News,

August 31, 2007.

Soden, Brian J. (01-11-2005). "An Assessment of Climate Feedbacks in Coupled Ocean-Atmosphere Models"

Marsh, Nigel (November 2000). "Cosmic Rays, Clouds, and Climate" (PDF). Space Science Reviews 94 (1-2): 215-230.

Climate Change 2001:Working Group I: The Scientific Basis (Fig. 2.12)". 19 Desember 2001. Diakses pada 8 Mei 2007.

No.	Jenis Data	Cara Mencari Data				Bentuk Data				Sumber/Instansi	Keterangan
		SPR			SSK						
		Survei lapangan	W	Q		P	T	F	U		
	Peta Citra Satelit Quickbird Kota Malang									Bakosurtanal, RTRW Kota Malang	Peta Titik panas mengacu pada Penelitian Terdahulu
1	Peta Penggunaan lahan										
	Peta Titik Panas										
2	Penggunaan Lahan									Lapangan	
	-Komersial										
	-Industri										
	-permukiman										
	-termina										
3	Tutupan Bangunan										
	Material Bangunan										
	a. Atap										
	- Warna										
	- Jenis										
	- Bahan										
	b. Tembok										
	- Warna										
	- Jenis										
	- Bahan										
	c. Lapisan Perkerasan										
	- Aspal										
	-Beton/semen										
	-Paving										
4	Jarak Antar bangunan										
	-KDB										
	-KLB										
	-GSB										
	Rata-rata Ketinggian Bangunan										
	-TB										
5	Vegetasi										
	-Jenis Vegetasi										
	-Sebaran Vegetasi										
	-Letak Eksisting Vegetasi										

Ket :

SPR = Primer
SSK = Sekunder
O = Observasi
W = Wawancara
Q = Quisioner

F = Foto
P = Peta
T = Tabel
U = Uraian

Percentage Points of the Chi-Square Distribution

Degrees of Freedom	Probability of a larger value of x^2								
	0.99	0.95	0.90	0.75	0.50	0.25	0.10	0.05	0.01
1	0.000	0.004	0.016	0.102	0.455	1.32	2.71	3.84	6.63
2	0.020	0.103	0.211	0.575	1.386	2.77	4.61	5.99	9.21
3	0.115	0.352	0.584	1.212	2.366	4.11	6.25	7.81	11.34
4	0.297	0.711	1.064	1.923	3.357	5.39	7.78	9.49	13.28
5	0.554	1.145	1.610	2.675	4.351	6.63	9.24	11.07	15.09
6	0.872	1.635	2.204	3.455	5.348	7.84	10.64	12.59	16.81
7	1.239	2.167	2.833	4.255	6.346	9.04	12.02	14.07	18.48
8	1.647	2.733	3.490	5.071	7.344	10.22	13.36	15.51	20.09
9	2.088	3.325	4.168	5.899	8.343	11.39	14.68	16.92	21.67
10	2.558	3.940	4.865	6.737	9.342	12.55	15.99	18.31	23.21
11	3.053	4.575	5.578	7.584	10.341	13.70	17.28	19.68	24.72
12	3.571	5.226	6.304	8.438	11.340	14.85	18.55	21.03	26.22
13	4.107	5.892	7.042	9.299	12.340	15.98	19.81	22.36	27.69
14	4.660	6.571	7.790	10.165	13.339	17.12	21.06	23.68	29.14
15	5.229	7.261	8.547	11.037	14.339	18.25	22.31	25.00	30.58
16	5.812	7.962	9.312	11.912	15.338	19.37	23.54	26.30	32.00
17	6.408	8.672	10.085	12.792	16.338	20.49	24.77	27.59	33.41
18	7.015	9.390	10.865	13.675	17.338	21.60	25.99	28.87	34.80
19	7.633	10.117	11.651	14.562	18.338	22.72	27.20	30.14	36.19
20	8.260	10.851	12.443	15.452	19.337	23.83	28.41	31.41	37.57
22	9.542	12.338	14.041	17.240	21.337	26.04	30.81	33.92	40.29
24	10.856	13.848	15.659	19.037	23.337	28.24	33.20	36.42	42.98
26	12.198	15.379	17.292	20.843	25.336	30.43	35.56	38.89	45.64
28	13.565	16.928	18.939	22.657	27.336	32.62	37.92	41.34	48.28
30	14.953	18.493	20.599	24.478	29.336	34.80	40.26	43.77	50.89
40	22.164	26.509	29.051	33.660	39.335	45.62	51.80	55.76	63.69
50	27.707	34.764	37.689	42.942	49.335	56.33	63.17	67.50	76.15
60	37.485	43.188	46.459	52.294	59.335	66.98	74.40	79.08	88.38

PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK
PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG
Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

LEMBAR PERSETUJUAN
LAYAK SIDANG KOMPREHENSIF

Tugas Akhir Mahasiswa :

Nama : FAHLEVI ADE IRAWAN

NIM : 07.24.040

Judul Tugas Akhir :

KONSEP MITIGASI PULAU PANAS (URBAN HEAT ISLAND) KOTA MALANG

Hari/ Tgl Seminar : DESEMBER 2012

Dinyatakan : Layak / ~~Tidak Layak~~

Untuk Tugas Akhirnya dijadikan 'Buku Hitam' (Syarat Mengikuti Sidang Komprehensif) dengan catatan sebagai berikut :

Contoh :

- **Materi Kurang Layak**
- **Metodologi Kurang Sesuai**
- **Apabila dirasa perlu, dapat menggunakan kertas terpisah**

Pembimbing I	**Pembimbing II**
(ARIEF SETIYAWAN ST, MT)	**(FANITA CAHYANING A ST, MT)**