

MILIK
PERPUSTAKAAN
ITN MALANG

**STUDI TENTANG IDENTIFIKASI KERAWANAN
BENCANA TANAH LONGSOR DI KOTA SAMARINDA
DENGAN MEMANFAATKAN CITRA LANDSAT DAN
SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS**

(Studi Kasus: Kota Samarinda, Provinsi Kalimantan Timur)

SKRIPSI

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL



Disusun oleh:

**ANNISA KARUNIA
NIM. 14.25.934**

**JURUSAN TEKNIK GEODESI S-1
FAKULTAS TEKNOLOGI SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2017**

INTERNATIONAL MANAGEMENT GROUP
MANAGEMENT SERVICES AND CONSULTING
100 TRINIDAD STREET, SUITE 1000, NEW YORK, NY 10036
TELEPHONE: (212) 850-1000

(Please refer to the enclosed information for details regarding our services)

1988/0000

100 TRINIDAD STREET

SUITE 1000
NEW YORK, NY 10036
TELEPHONE: (212) 850-1000

INTERNATIONAL MANAGEMENT GROUP
MANAGEMENT SERVICES AND CONSULTING
100 TRINIDAD STREET, SUITE 1000, NEW YORK, NY 10036
TELEPHONE: (212) 850-1000

1988/0000

LEMBAR PERSETUJUAN

STUDI TENTANG IDENTIFIKASI KERAWANAN BENCANA LONGSOR DI KOTA SAMARINDA DENGAN MEMANFAATKAN CITRA LANDSAT DAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS

(Studi Kasus : Kota Samarinda, Provinsi Kalimantan Timur)

**Diajukan untuk memenuhi persyaratan dalam mencapai
Gelara Sarjana Teknik (ST) Strata Satu (S1) Teknik Geodesi
Institut Teknologi Nasional Malang**

Oleh:

Annisa Karunia

NIM 14.25.934

Menyetujui :

Dosen Pembimbing Utama



(Deddy Kurnia Sunaryo, ST., MT.)

Dosen Pembimbing Pendamping



(Silvester Sari Sai, ST., MT.)

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Geodesi



(M. Edwin Tjahjadi, ST., MGeomSc., Ph.D.)



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

BERITA ACARA UJIAN SEMINAR HASIL SKRIPSI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

NAMA : Annisa Karunia
NIM : 1425934
JURUSAN : Teknik Geodesi S-1
JUDUL : Studi Tentang Identifikasi Kerawanan Bencana Longsor di Kota Samarinda dengan Memanfaatkan Citra Landsat dan Sistem Informasi Geografis, (*Studi Kasus : Kota Samarinda, Provinsi Kalimantan Timur*)

Telah Dipertahankan di Hadapan Panitia Penguji Ujian Skripsi Jenjang Strata 1 (S1)

Pada Hari : Kamis
Tanggal : 02 Februari 2017
Dengan Nilai :

Panitia Ujian Skripsi

Ketua

(Silvester Sari Sai, S.T., M.T.)

Penguji I

(M. Edwin Tjahjadi, ST., MGeomSc., Ph.D.)

Dosen Pendamping

(Deddy Kurnia Sunaryo, ST., MT.)

Penguji II

(Ir. Jasmani, M.Kom.)

STUDI TENTANG IDENTIFIKASI KERAWANAN BENCANA TANAH LONGSOR DI KOTA SAMARINDA DENGAN MEMANFAATKAN CITRA LANDSAT DAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS

Annisa Karunia 1425934

Dosen Pembimbing I : D.K Sunaryo, ST., MT.

Dosen Pembimbing II : Silvester Sari Sai, ST., MT.

Abstrak

Lahan merupakan sumber daya yang sangat dibutuhkan karena merupakan modal dasar bagi masyarakat dan pemerintah dalam pembangunan wilayah. Kondisi lahan antara suatu daerah dengan daerah lainnya tidak selalu sama. Ada daerah yang kondisi lahannya sangat stabil dan ada pula daerah yang kondisi lahannya labil atau tidak stabil. Kestabilan kondisi lahan tersebut berpengaruh pada tingkat kerawanan bencana tanah longsor pada daerah tersebut. Ada pun faktor-faktor yang berkaitan dengan kerawanan bencana tanah longsor antara lain kelerengan, jenis tanah, curah hujan, tutupan lahan, geologi, dan tekstur tanah.

Kota Samarinda merupakan salah satu kota yang aktif dalam bidang penggunaan sumber daya lahan di Provinsi Kalimantan Timur. Sebagai kota yang aktif dalam penggunaan lahan, maka dibutuhkan informasi akan kestabilan lahan di Kota Samarinda. Dari citra satelit Landsat dan analisa SIG (Sistem Informasi Geografis) dapat digunakan untuk menentukan daerah-daerah dengan tingkat kerawanan longsor di Kota Samarinda

Peta Daerah Rawan Longsor Kota Samarinda dapat memberikan informasi tentang tingkat kerawanan bencana tanah longsor untuk daerah Kota Samarinda. Hasil penelitian Kota Samarinda terbagi menjadi 3 (tiga) kelas rawan longsor yaitu tidak rawan sebanyak 40,754%; daerah rawan sebanyak 55,713% dan daerah sangat rawan sebanyak 3,542%.

Kata kunci : Citra Landsat, Sistem Informasi Geografis, Daerah Rawan Longsor

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : Annisa Karunia
NIM : 1425934
Program Studi : Teknik Geodesi S-1
Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi saya yang berjudul :

STUDI TENTANG IDENTIFIKASI KERAWANAN BENCANA LONGSOR DI KOTA SAMARINDA DENGAN MEMANFAATKAN CITRA LANDSAT DAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS

(Studi Kasus : Kota Samarinda, Provinsi Kalimantan Timur)

Adalah hasil karya saya sendiri dan bukan menjiplak atau menduplikat serta tidak mengutip atau menyadur dari hasil karya orang lain, kecuali disebutkan sumbernya.

Malang, Februari 2017
Yang membuat pernyataan



Annisa Karunia
NIM: 1425934

HALAMAN PERSEMBAHAN



Ya Allah,

Tiada daya dan upayaku tanpa campur tangan-Mu.

Tiada sukses dan bahagiaku tanpa kehendak-Mu.

Tiada arti segala usaha dan kerjaku tanpa izin dari-Mu.

Dan tak aka ada segalanya aku tanpa-Mu.

Alhamdulillah..Alhamdulillah..Alhamdulillahirobbil'alamin...

Segala puji dan sujud syukurku kupersembahkan pada-Mu Sang Pemilik Ilmu yang Penuh Cinta dan Kesabaran atas segala ilmu, kekuatan, kesabaran dan segalanya yang telah diberikan padaku hingga mampu bertahan dan mewujudkan mimpiku satu per satu. Semoga keberhasilan kecil ini menjadi langkah menuju mimpi-mimpi besar yang Engkau ridhai.

Dalam setiap nafas yang ku hembuskan, dalam setiap nadiku yang berdenyut, ada darah, nama, mimpi dan cita-cita kalian yang sedang ku perjuangkan. Terimakasih untuk doa, restu, kepercayaan dan segalanya yang telah diberikan padaku. Terimakasih untuk hadirnya sebelumku dan sesudahku nantinya. Untuk segala hal indah dan cinta yang tercurah, ku persembahkan dengan penuh cinta keberhasilan kecilku ini kepada:

"Pahlawanku, Ayahanda tercinta Bapak Mansyur Saleh Guhir dan Ibunda tercinta Ibu Suparti.

Juga kedua adikku tersayang Arina Islami dan Amanina Jannatunaim semoga ini mampu menjadi motivasi untuk keberhasilan kalian kedepannya, aamiin."

Cinta dan sayang ini tak pernah mampu terucap sempurna mewakili rasa syukurku memiliki kalian...

Hidup ini tak akan berwarna tanpa kehadiran orang-orang terbaik yang saling menguatkan, memotivasi, menyemangati, yang berjuang bersama menggapai mimpi dan cita.

Terimakasih kuucapkan Kepada :

- ***Seseorang yang hingga saat ini masih menjadi salah satu motivasiku mewujudkan mimpi dan cita (Abdurrahim Doni Corebima), terimakasih untuk segalanya dan sukses selalu utukmu.***
- ***Teman Seperjuangan (Gita Monica Mean dan Christian Nuel), terimakasih untuk kebersamaannya hingga "Akhirnya kita bisa tersenyum bersama".***

- *Teman yang pernah memiliki mimpi yang sama (Julian Andreas Parinusa, Amd.) terimakasih untuk support nya dan sukses selalu untukmu.*
- *Teman masa kecil yang hingga saat ini masih selalu mensupport, "Geng JOKER" (Ummi, Riri, Ning, Mel, Ija, Khalida) plus Emnur dan Ajir, makasih untuk support dan kehadirannya saat suka dan duka.*
- *Teman Seangkatan yang sangat berarti : Bubuhan UNILA (Desti, Ifty, Doni, Maiza, Tiyo, Ica, Aras), Bubuhan UGM (Mba Puji, Mas Kulus, Ica, Mukhlis, Mas Gassa, Ari, Atha, Mas Bakti, Mas Dona, Mas Rizky, Mas Barent, Abang Husein, Jojo, Rahman, Tika, Aldin, Mas Rahmat), Bubuhan IGM (Surya, Irwan, Apek, Edo, Lay) Bubuhan POLIBAN (Hardy S.) Bubuhan Reguler (Ardi A., Alif, Willy, Handri), "Tanpa Kalian tak akan ada arti berjuang bersama".*
- *Yang tak pernah terlupa, dosen-dosen Politeknik Pertanian Negeri Samarinda terutama dosen Geoinformatika (Pak Parjo, Bu Sasi, Pak Husmul, dan lainnya yang tidak dapat disebutkan satu per satu) tanpa ilmu yang kalian berikan kami tak akan bisa sampai pada titik ini.*

Dosen Pembimbing Skripsiku..

Bapak D.k Sunaryo, ST.,M.T. dan Bapak Silvester Sari Sai, ST., MT. Selaku dosen pembimbing Skripsi saya, saya sudah banyak dibantu, dinasehati, diajari, dan diberikan kesabaran selama ini.. Terima Kasih Pak..

Terima Kasih untuk semua ilmu, didikan, dan pengalaman yang sangat berarti untuk Seluruh Dosen Pengajar di Teknik Geodesi..

"Peperangan tidak dimenangkan dengan jumlah, akan tetapi dengan keberanian dan ilmu pengetahuan"

Hanya sebuah karya kecil dan untaian kata-kata ini yang dapat kupersembahkan kepada kalian semua,, Terimakasih beribu terimakasih kuucapkan..

Atas segala kekhilafan salah dan kekuranganku, kurendahkan hati serta diri menjabat tangan meminta beribu-ribu kata maaf tercurah.

Skripsi ini kupersembahkan. -

ANNISA KARUNIA, ST.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur kehadiran ALLAH S.W.T atas segala rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penelitian berjudul Studi Tentang Identifikasi Kerawanan Bencana Tanah Longsor Di Kota Samarinda Dengan Memanfaatkan Citra Landsat Dan Sistem Informasi Geografis dapat terselesaikan.

Penelitian ini dibuat untuk memenuhi salah satu syarat dalam memperoleh gelar sarjana teknik. Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya saya sampaikan pada:

1. Bapak Dr. Ir. Lalu Mulyadi, MTA., selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Bapak Dr.Ir. Nusa Sebayang, MT., selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan ITN Malang.
3. Bapak M. Edwin Tjahjadi, S.T., M.Geom.Sc., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Teknik Geodesi ITN Malang.
4. Bapak Dedy Kurnia Sunaryo, ST., MT., selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah memberikan masukan-masukan yang membangun serta waktunya dalam penulisan penelitian skripsi.
5. Bapak Silvester Sari Sai, ST., MT., selaku Dosen Pembimbing Pendamping yang telah banyak membantu dalam penulisan penelitian skripsi.
6. Seluruh Staf dan Karyawan Teknik Geodesi ITN Malang yang telah membantu kelancaran pada proses pelaksanaan penelitian skripsi.

Akhir kata penulis menyadari bahwa dalam penulisan penelitian Skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan, untuk itu penulis mengharapkan adanya kritik dan saran yang membangun untuk perbaikan penelitian ini.

Malang, 01 Februari 2017

Annisa Karunia
NIM 1325934

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	iv
SURAT PERNYATAAN	v
LEMBAR PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xv
I.1. Latar Belakang	1
I.2. Perumusan Masalah	2
I.3. Maksud dan Tujuan Penelitian	3
I.4. Batasan Masalah	3
I.5. Sistematika Penulisan	3
BAB II. LANDASAN TEORI	
II.1. Penginderaan Jauh	5
2.1.1. Pengertian Penginderaan Jauh	5
2.1.2. Data Penginderaan Jauh	6
2.1.3. Komponen Penginderaan Jauh	7
II.2. Citra Satelit	9
2.2.1. Citra Satelit Landsat	9
2.2.2. Perkembangan Satelit Landsat	11
2.2.3. Citra Landsat 8	11
II.3. Pengolahan Citra Satelit	13
2.3.1. Koreksi Radiometrik	15
2.3.2. Image Fusion	17
2.3.3. Koreksi Geometrik	19
2.3.4. Komposit Citra	20
2.3.5. Pematangan Citra	22
2.3.6. Klasifikasi Citra	23
II.4. Sistem Informasi Geografis (SIG)	26
2.4.1. Pengertian Sistem Informasi Geografis (SIG)	26

2.4.2. Komponen Sistem Informasi Geografis (SIG)	27
2.4.3. Sumber dan Jenis Data Spasial	30
2.4.4. Fungsi Sistem Informasi Geografis (SIG)	32
2.4.5. Analisis Spasial	33
II.5. Longsor.....	40
2.5.1. Pengertian Longsor	40
2.5.2. Tipe Tanah Longsor	40
2.5.3. Faktor Penyebab Terjadinya Tanah Longsor	43
2.5.4. Klasifikasi Tanah Longsor	44
II.6. Pembobotan Skoring Parameter Kerawanan Bencana Tanah Longsor	47

BAB III. METODELOGI PENELITIAN

III.1. Lokasi Penelitian	49
III.2. Persiapan Penelitian	50
3.2.1. Data Penelitian	50
3.2.2. Alat yang Digunakan	50
III.3. Diagram Alir Penelitian	51
III.4. Persiapan	53
3.4.1. Data Primer	53
3.4.2. Data Sekunder	53
III.5. Pengolahan Data.....	54
3.5.1. Batas Administrasi Kota Samarinda	54
3.5.2. Citra Satelit Landsat.....	54
3.5.3. Penajaman Citra	55
3.5.4. Koreksi Geometrik.....	62
3.5.5. Cropping Citra	66
3.5.6. Perbaikan Tutupan Awan.....	67
3.5.7. Klasifikasi Citra	72
3.5.8. Uji Ketelitian.....	76
3.5.9. Menyiapkan Peta Tematik	76
3.5.10. Desain Basis Data	83
3.5.11. Join Data Spasial dan Non Spasial.....	84
3.5.12. Overlay.....	87
3.5.13. Pembobotan dan Skoring	90
III.6. Pembuatan Layout.....	92

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

IV.1. Koreksi Geometri Citra Landsat 8 Kota Samarinda	94
IV.2. Tutupan Lahan Kota Samarinda	96
IV.3. Parameter Identifikasi Daerah Rawan longsor	99
4.3.1. Peta Administrasi Kota Samarinda	99
4.3.2. Peta Tutupan Lahan Kota Samarinda.....	100

4.3.3. Peta Jenis Tanah Kota Samarinda.....	102
4.3.4. Peta Kelerengan Kota Samarinda	103
4.3.5. Peta Curah Hujan Kota Samarinda	105
4.3.6. Peta Geologi Kota Samarinda	106
IV.4. Peta Daerah Rawan Longsor Kota Samarinda.....	108
4.4.1. Daerah Rawan Longsor Setiap Kecamatan di Kota Samarinda.....	109

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

V.1. Kesimpulan	112
V.2. Saran	113

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Skema Umum Penginderaan Jauh	6
Gambar 2.2 Interaksi antara Tenaga Elektromagnetik dan Atmosfer	9
Gambar 2.3 Satelit Landsat	10
Gambar 2.4 Citra Landsat 8	13
Gambar 2.5 Citra Satelit Landsat 8 sebelum diproses.....	14
Gambar 2.6 Citra sebelum koreksi radiometrik dan citra setelah koreksi radiometrik	16
Gambar 2.7 Citra sebelum pansharpening dan citra setelah pansharpening ..	19
Gambar 2.8 Citra sebelum koreksi geometrid an citra setelah koreksi geometri.....	20
Gambar 2.9 Citra satelit Landsat komposit band Red Green Blue	21
Gambar 2.10 Ilustrasi <i>cropping</i> citra.....	22
Gambar 2.11 Contoh hasil pengolahan citra digital klasifikasi supervised	24
Gambar 2.12 Contoh peta hasil klasifikasi unsupervised.....	26
Gambar 2.13 Komponen Sistem Informasi Geografis	28
Gambar 2.14 Simulasi data vektor dan raster.....	29
Gambar 2.15 Sumber data dalam SIG.....	32
Gambar 2.16 Intersec dan Union Overly.....	36
Gambar 2.17 Identity Overlay.....	37
Gambar 2.18 Clip and Erase Overlay.....	37
Gambar 2.19 Update Overlay.....	38
Gambar 2.20 Pencarian spasial	38
Gambar 2.21 Buffer.....	39
Gambar 2.22 Network	39
Gambar 2.23 Longsor Translasi	41
Gambar 2.24 Longsor Rotasi.....	41
Gambar 2.25 Pergerakan Blok	41
Gambar 2.26 Runtuhan Batu	42
Gambar 2.27 Rayapan Tanah	42
Gambar 2.28 Aliran Bahan Rombakan	43
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian	49
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian.....	51
Gambar 3.3 Peta Administrasi Kota Samarinda dalam bentuk gambar dan	

	batas administrasi Kota Samarinda dalam bentuk vektor.....	54
Gambar 3.4	Citra Landsat 8 liputan Januari 2015 dan Citra Landsat 8 liputan Januari 2016	55
Gambar 3.5	Tampilan menu utama <i>software ER Mapper 7.0</i>	56
Gambar 3.6	Lembar kerja baru pada <i>software ER Mapper 7.0</i>	56
Gambar 3.7	Jendela <i>Algorithm</i> untuk mengontrol layer	57
Gambar 3.8	Jendela <i>Save As ER Mapper Dataset</i>	27
Gambar 3.9	Tampilan ER Mapper 7.0 setelah aktif Tool ESG ColorEnhance	58
Gambar 3.10	Jendela SFIM Pan Sharpen Wizard.....	59
Gambar 3.11	Citra sebelum pansharpening dan citra setelah pansharpening...	59
Gambar 3.12	Jendela <i>Algorithm</i> hasil pansharpening	60
Gambar 3.13	Jendela <i>Algorithm</i> sebelum proses koreksi radiometrik	61
Gambar 3.14	Edit Transform Limits sebelah kanan	61
Gambar 3.15	Jendela <i>Algorithm</i> setelah proses koreksi radiometrik	61
Gambar 3.16	Window Geocoding Wizard step 3	63
Gambar 3.17	Window Geocoding Wizard step 4	63
Gambar 3.18	Jendela UNCORRECTED GCP ZOOM dan CORECTED GCP ZOOM	64
Gambar 3.19	Jendela Geocoding Wizard yang berisi nilai GCP	64
Gambar 3.20	Window Geocoding Wizard step 4	65
Gambar 3.21	Informasi dari citra yang sudah dikoreksi geometrik.....	65
Gambar 3.22	Citra dan vektor yang saling bertampalan.....	66
Gambar 3.23	Citra hasil cropping	67
Gambar 3.24	Tampilan menu ER Mapper 7.0 dengan Tools Remote Sensing	68
Gambar 3.25	Citra awan	69
Gambar 3.26	Citra tanpa awan.....	70
Gambar 3.27	Band dari citra utama	71
Gambar 3.28	Band dari citra penambal.....	71
Gambar 3.29	Citra yang sudah ditambah.....	72
Gambar 3.30	Citra yang akan diklasifikasi	73
Gambar 3.31	New Map Composition	73
Gambar 3.32	Proses Klasifikasi	74
Gambar 3.33	Pembuatan polygon training area.....	74
Gambar 3.34	Citra hasil klasifikasi.....	75
Gambar 3.35	Data Excel hasil cek lapangan.....	76
Gambar 3.36	Peta curah hujan format jpg.	77
Gambar 3.37	<i>Input DSM of Lon and Lat</i>	78

Gambar 3.38 Titik georeferenc	78
Gambar 3.39 Tampilan Link Table	79
Gambar 3.40 <i>Link Table</i> dengan RMS rendah	79
Gambar 3.41 Proses digitasi	80
Gambar 3.42 Hasil digitasi	80
Gambar 3.43 Peta Geologi Kalimantan Timur	81
Gambar 3.44 Peta Geologi Kalimantan Timur setelah diubah tampilan	81
Gambar 3.45 Tumpang susun antara Peta Geologi Kalimantan Timur dan Administrasi Kota Samarinda	82
Gambar 3.46 Peta Geologi Kota Samarinda	82
Gambar 3.47 Diagram Entity Relationship	84
Gambar 3.48 Peta sebelum join data	85
Gambar 3.49 Tabel atribut sebelum join data	85
Gambar 3.50 Data non spasial	86
Gambar 3.51 Jendela Join Data	86
Gambar 3.52 Tabel atribut setelah join data	87
Gambar 3.53 Tampilan peta setelah join data	87
Gambar 3.54 Peta Tutupan Lahan berdasarkan Administrasi	88
Gambar 3.55 Peta Identifikasi Rawan Longsor	89
Gambar 3.56 Peta Identifikasi Rawan Longsor	90
Gambar 3.57 Tampilan jendela Scale Bar dan Scale Text	92
Gambar 3.58 Tampilan jendela North Arrow Selector	92
Gambar 3.59 Hasil layout Peta Daerah Rawan Longsor Kota Samarinda	93
Gambar 4.1 Hasil <i>RMS Error</i> menggunakan <i>software ER Mapper</i>	94
Gambar 4.2 <i>RMS Error</i> menggunakan <i>software ER Mapper</i>	95
Gambar 4.3 Citra hasil klasifikasi dan tutupan lahan berdasarkan hasil klasifikasi beserta titik uji lapangan	97
Gambar 4.4 Peta Administrasi Kota Samarinda	99
Gambar 4.5 Tutupan Lahan Kota Samarinda	101
Gambar 4.6 Peta Jenis Tanah Kota Samarinda	102
Gambar 4.7 Peta Kelerengan Kota Samarinda	104
Gambar 4.8 Peta Curah Hujan Kota Samarinda	105
Gambar 4.9 Peta Geologi Kota Samarinda	107
Gambar 4.10 Peta Daerah Rawan Longsor Kota Samarinda	108

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Kegunaan Band Landsat 8.....	12
Tabel 2.2 Penggunaan Kombinasi Band untuk Penelitian	13
Tabel 2.3 Klasifikasi dan Pengharkatan Kelerengan.....	45
Tabel 2.4 Klasifikasi dan Pengharkatan Jenis Tanah	45
Tabel 2.5 Klasifikasi dan Pengharkatan Curah Hujan	46
Tabel 2.6 Klasifikasi dan Pengharkatan Tutupan Lahan.....	46
Tabel 2.7 Klasifikasi dan Pengharkatan Geologi	46
Tabel 4.1 Daftar titik sampel menggunakan Datum WGS 1984 sistem koordinat Grid UTM zona 50S.....	96
Tabel 4.2 Hasil uji kebenaran di lapangan menggunakan Datum WGS 1984 sistem koordinat Grid UTM zona 50S	97
Tabel 4.3 Tabel matrik uji ketelitian	98
Tabel 4.4 Daftar kecamatan yang ada di Kota Samarinda beserta luasnya.....	100
Tabel 4.5 Data jenis tutupan lahan beserta luasan dan persentase luasnya	101
Tabel 4.6 Informasi jenis tanah di Kota Samarinda beserta luas dan persentase luasannya	102
Tabel 4.7 Kelas kelerengan Kota Samarinda beserta luas dan persentase luasannya	104
Tabel 4.8 Kelas curah hujan di Kota Samarinda beserta luas dan persentase luasnya.....	106
Tabel 4.9 Data jenis geologi Kota Samarinda beserta luas dan persentase Luasannya.....	107
Tabel 4.10 Persentase tingkat kerawanan longsor di Kota Samarinda.....	109
Tabel 4.11 Klasifikasi rawan longsor tiap kecamatan di Kota Samarinda.....	110

BAB I PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Lahan merupakan sumber daya yang sangat dibutuhkan karena merupakan modal dasar bagi masyarakat dan pemerintah dalam pembangunan wilayah. Hal ini menjadikan sumber daya lahan menjadi salah satu sumber daya yang sangat penting dan sangat perlu diperhatikan kondisinya. Kondisi lahan antara suatu daerah dengan daerah lainnya tidak selalu sama. Ada daerah yang kondisi lahannya sangat stabil dan ada pula daerah yang kondisi lahannya labil atau tidak stabil. Kestabilan kondisi lahan tersebut berpengaruh pada tingkat kerawanan bencana tanah longsor pada daerah tersebut. Ada pun faktor-faktor yang berkaitan dengan kerawanan bencana tanah longsor antara lain kelerengan, jenis tanah, curah hujan, tutupan lahan, geologi, dan tekstur tanah.

Wilayah Indonesia terletak di garis khatulistiwa sehingga banyak menerima panas matahari dan curah hujan yang tinggi, oleh karena itu Indonesia menjadi rawan terhadap bencana alam *hidrometeorologi* seperti banjir, kekeringan, gelombang laut besar, dan sebagainya. Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) mencatat dari total bencana *hidrometeorologi* yang paling sering terjadi di Indonesia adalah bencana banjir diikuti oleh longsor. Untuk kasus tanah longsor sendiri selama tahun 2011 hingga 2015 di Indonesia tercatat 849 kejadian bencana tanah longsor dari yang kecil hingga longsor yang memakan banyak korban jiwa. (*Badan Nasional Penanggulangan Bencana, 2015*).

Kalimantan Timur khususnya Kota Samarinda, selain faktor alam yang telah disebutkan di atas, banyaknya kegiatan pertambangan batu bara membuat tingkat kerawanan bencana tanah longsor pun semakin meningkat. Hal ini dikarenakan

banyak dari pihak-pihak pertambangan yang tidak bertanggung jawab dengan meninggalkan begitu saja areal bekas tambang yang sudah rusak tanpa dilakukan reklamasi sebagaimana seharusnya. Seperti informasi terbaru yang dikutip dari Koran Kota Samarinda, pada 8 Maret 2016 terjadi bencana tanah longsor di salah satu lokasi kerja pertambangan batu bara di kota tersebut yang mengakibatkan 2 korban luka-luka.

Dengan mempertimbangkan banyaknya bencana tanah longsor yang telah terjadi perlu dilakukan antisipasi bahaya bencana tanah longsor tersebut. Salah satunya yaitu dengan mengidentifikasi daerah-daerah yang rawan bencana tanah longsor sehingga dapat dilakukan antisipasi bahaya bencana tanah longsor pada daerah-daerah yang rawan tersebut. Proses identifikasi dilakukan menggunakan metode penginderaan jauh dengan pemanfaatan citra Landsat dan metode sistem informasi geografis dengan pemanfaatan data kelereng, jenis tanah, curah hujan, tutupan lahan, geologi, dan tekstur tanah.

I.2 Perumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana mengidentifikasi daerah rawan bencana tanah longsor berdasarkan tutupan lahan dari citra Landsat dengan menggunakan teknik tumpang susun dengan peta tematik lain ?

I.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

Adapun maksud dan tujuan dari dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

1.3.1 Maksud Penelitian

Maksud dari pelaksanaan penelitian ini adalah melakukan pemanfaatan penginderaan jauh dan analisa SIG (Sistem Informasi Geografis) untuk mengidentifikasi daerah rawan bencana tanah longsor di Kota Samarinda.

1.3.2 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui persebaran daerah rawan bencana tanah longsor di Kota Samarinda.

I.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Penelitian dilakukan di wilayah Kota Samarinda, Kalimantan Timur dengan luas area 719 kilometer persegi.
2. Citra yang digunakan adalah citra Landsat 8 liputan tahun 2015 dan 2016.
3. Peta dasar yang digunakan adalah Peta Administrasi Kota Samarinda.
4. Peta dan data tutupan lahan diperoleh dari hasil pengolahan citra Landsat 8 dengan metode klasifikasi terawasi.
5. Parameter yang seharusnya digunakan adalah kelerengan, jenis tanah, curah hujan, tutupan lahan, geologi, dan tekstur tanah. Akan tetapi dikarenakan tidak tersedianya data tekstur tanah untuk Kota Samarinda maka dari itu parameter yang digunakan dalam penelitian ini adalah kelerengan, jenis tanah, curah hujan, tutupan lahan dan geologi Kota Samarinda. Ketidaksediaan data tekstur tanah ini dikarenakan rumitnya proses pengolahan yang perlu melalui pengambilan sampel dan uji laboratorium kimia yang cukup rumit dan belum pernah dilakukan di dinas mana pun di Kota Samarinda.

I.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan skripsi ini adalah :

1. Bab I Pendahuluan; berisi tentang latar belakang dilakukannya penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian serta batasan masalah dalam penelitian yang dilakukan.
2. Bab II Tinjauan Pustaka; berisi teori-teori dan materi acuan yang digunakan sebagai landasan pelaksanaan penelitian.

3. **Bab III Metode Penelitian;** berisi uraian metode yang digunakan dalam penelitian yakni meliputi lokasi penelitian, alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian, diagram alir penelitian dan langkah-langkah proses yang dilakukan dalam penelitian.
4. **Bab IV Hasil dan Pembahasan;** berisi hasil penelitian serta uraian atau penjelasan dari hasil penelitian tersebut.
5. **Bab V Kesimpulan dan Saran;** berisi kesimpulan dari keseluruhan proses penelitian yang dilakukan serta saran yang dapat membantu pelaksanaan penelitian yang lebih baik ke depannya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Penginderaan Jauh

2.1.1 Pengertian Penginderaan Jauh

Penginderaan jauh atau kadang juga disingkat dengan “inderaja” merupakan suatu ilmu pengetahuan yang memadukan seni sekaligus teknologi dalam memperoleh suatu informasi tentang sebuah objek baik itu gejala maupun fenomena yang terdapat di permukaan Bumi. Dengan penginderaan jauh, seseorang tak perlu mengadakan kontak langsung dalam mendapatkan informasi tersebut sebab sistem penginderaan jauh menggunakan energi yang bersumber dari gelombang elektromagnetik yang pada akhirnya mewujudkan informasi data yang diinginkan dalam bentuk gambar atau citra (Anonim, 2013).

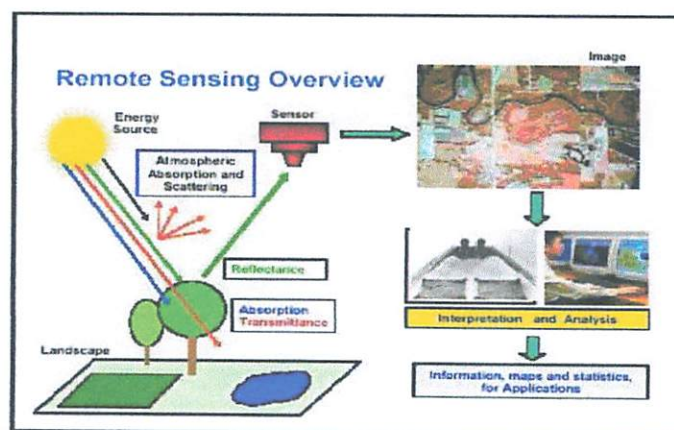
Sebagaimana diungkapkan Anonim (2010) dalam Dasar-Dasar Penginderaan Jauh, penginderaan jauh berasal dari kata *remote sensing* memiliki pengertian bahwa penginderaan jauh merupakan suatu ilmu dan seni untuk memperoleh data dan informasi dari suatu objek di permukaan Bumi dengan menggunakan alat yang tidak berhubungan langsung dengan objek yang dikajinya (Lillesand dan Kiefer, 1979). Jadi penginderaan jauh merupakan ilmu dan seni untuk mengindra/menganalisis permukaan Bumi dari jarak yang jauh, dimana perekaman dilakukan di udara atau di angkasa dengan menggunakan alat (*sensor*) dan wahana.

Lindgren (1985) mengemukakan bahwa Penginderaan jauh merupakan variasi teknik yang dikembangkan untuk perolehan dan analisis informasi tentang Bumi. Informasi tersebut berbentuk radiasi elektromagnetik yang dipantulkan dan dipancarkan dari permukaan Bumi.

Pendapat Lindgren tersebut menunjukkan bahwa penginderaan jauh merupakan teknik, karena dalam perolehan data menggunakan teknik, dimana data tersebut merupakan hasil interaksi antara tenaga, objek, alat dan wahana yang membentuk suatu gambar yang dikenal dengan citra (*imagery*) dan data citra. Untuk menterjemahkan data menjadi informasi perlu teknik analisis. Data yang diperoleh saat perekaman akibat adanya interaksi objek dengan tenaga elektromagnetik yang dipancarkan oleh tenaga yang ada diluar permukaan Bumi, seperti perekaman planet lain atau bulan termasuk dalam penginderaan jauh. Karena data yang direkam dengan menggunakan alat, sehingga data yang tergambar diperoleh menunjukkan gambaran yang sebenarnya pada saat perekaman. Keakuratan dan kecepatan data yang diperoleh dengan teknologi tersebut pada akhirnya dikembangkan oleh berbagai negara, maka timbullah istilah-istilah baru yang dikembangkan sesuai dengan bahasa setempat.

2.1.2 Data Penginderaan Jauh

Pengumpulan data penginderaan jauh dapat dilakukan dalam berbagai bentuk sesuai dengan tenaga yang digunakan. Tenaga yang digunakan dapat berupa variasi distribusi daya, distribusi gelombang bunyi atau distribusi energi elektromagnetik (Purwadhi, 2001).



Gambar 2.1 Skema Umum Penginderaan Jauh (Sumber: 2.bp.blogspot.com)

Data hasil perekaman tersebut menghasilkan 2 jenis data yaitu: (1) data visual (citra) dan (2) data citra (*numerik*). Data visual merupakan gambar dari objek yang direkam yang disebut dengan “citra”. Menurut *Hornby* (1974) bahwa citra adalah gambaran yang tampak pada cermin atau melalui lensa kamera. Sedangkan *Simonett dkk* (1983) mengemukakan bahwa citra adalah gambaran suatu objek biasanya berupa gambaran objek pada foto yang dihasilkan dengan cara optik, elektro-optik, optik mekanik atau elektronik.

Selain data visual (citra) juga diperoleh data citra (*numerik*), karena tiap objek mempunyai kepekaan dan karakteristik yang berbeda, maka tiap objek akan memantulkan atau memancarkan tenaga elektromagnetik membentuk karakteristik yang berbeda, juga dalam interaksi antara tenaga dan objek dipengaruhi oleh kondisi atmosferik. *Sudiana dkk* (1991) mengemukakan bahwa suatu digit dapat dipertimbangkan sebagai suatu matriks, dimana baris dan kolom menunjukkan identitas suatu titik pada citra, hubungan keberadaan tingkat keabuan pada titik tersebut menunjukkan tingkat pancaran atau pancaran tenaga elektromagnetik. Julat secara dinamis tingkat pantulan atau pancaran standar dengan nilai antara 0 (gelap) sampai 255 (cerah). Selanjutnya dikatakan bahwa dalam sistem *remote sensing*, tingkat keabuan sebenarnya berasal dari intensitas pantulan atau identitas pancaran yang datang dari objek.

2.1.3 Komponen Penginderaan Jauh

Yasin (2013) mengungkapkan, konsep dasar penginderaan jauh terdiri atas beberapa komponen yang meliputi sumber tenaga, atmosfer, interaksi tenaga dengan objek di permukaan Bumi, sensor, sistem pengolahan data dan berbagai pengguna data. Komponen penginderaan jauh menurut *Lillesand dan Kiefer* (1999) antara lain adalah:

1. Sumber tenaga

Dibedakan menjadi dua yaitu tenaga aktif (bila sumber tenaga berasal dari matahari) dan tenaga pasif (apabila tenaga berasal tenaga buatan).

2. Atmosfer

Atmosfer pada dasarnya mempunyai sifat menyerap, memantulkan, menghamburkan dan melewatkan radiasi elektromagnetik. Pengaruh atmosfer ini tidak sama bagi bagian spektrum yang berbeda.

3. Interaksi antara tenaga dan obyek

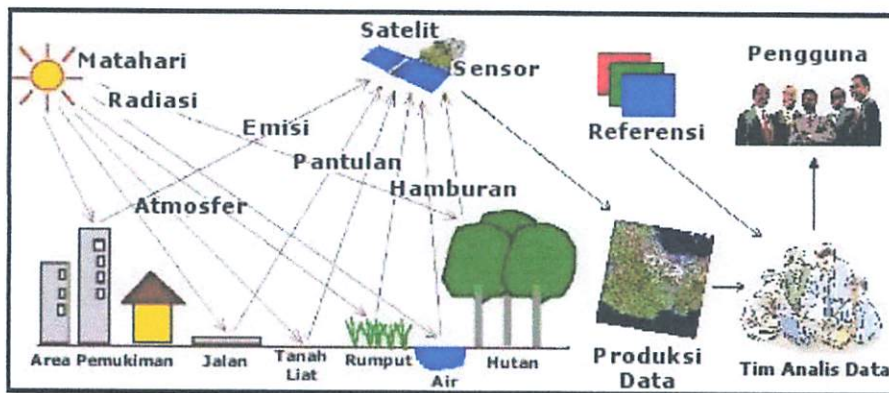
Tiap obyek di muka Bumi ini memantulkan spektrum elektromagnetik yang diterima atau akan memancarkan spektrum elektromagnetik dari dalam obyek tersebut. Radiasi dari tiap obyek diterima dan direkam oleh sensor dan sesudah diproses akan terbentuk citra.

4. Sensor

Sensor menerima dan merekam radiasi yang datang dari obyek. Sensor pada dasarnya dapat dibedakan atas dua bagian, yaitu kamera atau sensor fotografi dan sensor bukan kamera atau non-fotografi. Kamera beroperasi pada bagian spektrum tampak mata, sedangkan sensor non-fotografi dapat beroperasi pada bagian spektrum yang jauh dan lebih luas yakni dari sinar X hingga panjang gelombang radio.

5. Perolehan data dan penggunaan data

Perolehan data penginderaan jauh dapat dilakukan dengan interpretasi manual ataupun digital dan data ini dapat dimanfaatkan oleh pengguna untuk berbagai aplikasi penginderaan jauh.



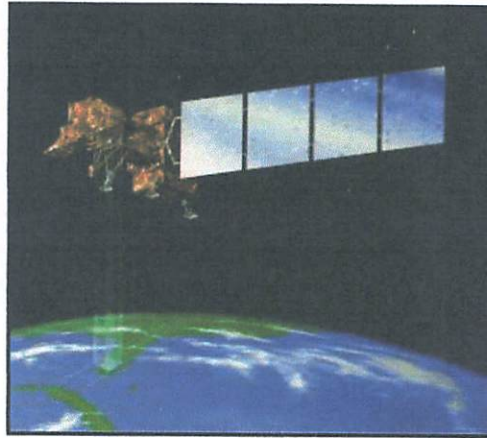
Gambar 2.2 Interaksi antara Tenaga Elektromagnetik dan Atmosfer (Sumber: ipedzeetao.weebly.com)

II.2 Citra Satelit

Citra merupakan alat utama untuk mengenali dan memahami berbagai kenampakan objek di berbagai permukaan bumi melalui penginderaan jauh. Berdasarkan misinya Satelit Penginderaan Jauh dikelompokkan menjadi dua macam yaitu satelit cuaca dan satelit sumberdaya alam. Citra Satelit Cuaca terdiri dari TIROS-1, ATS-1, GOES, NOAA AVHRR, MODIS, DMSP. Sedangkan Citra satelit sumberdaya alam terdiri dari: Resolusi Rendah yaitu, SPOT, LANDSAT, ASTER; dan Citra Resolusi Tinggi yaitu, IKONOS, QUICKBIRD (Anonim, 2012).

2.2.1 Citra Satelit Landsat

Citra Landsat merupakan gambaran permukaan bumi yang diambil dari luar angkasa dengan ketinggian kurang lebih 818 km dari permukaan bumi, dengan skala 1 : 250.000. Dalam setiap perekaman citra Landsat mempunyai cakupan area 185 km x 185 km sehingga aspek dari objek tertentu yang cukup luas dapat diidentifikasi tanpa menjelajah seluruh daerah yang disurvei atau yang diteliti. Citra Landsat merupakan citra yang dihasilkan dari beberapa *spectrum* dengan panjang gelombang yang berbeda.



Gambar 2.3 Satelit Landsat (Sumber: id.wikipedia.org)

Sebagaimana dijelaskan Rendra (2012) dalam Satelit Landsat bahwa Satelit Landsat membawa instrumen-instrumen tertentu dalam tugasnya mencitrakan bumi. Instrumen-instrumen tersebut adalah :

1. *Return Beam Vidicon (RBV)*.

Instrumen ini pada dasarnya merupakan sistem sensor mirip kamera televisi yang merekam gambar permukaan Bumi di sepanjang lintasan satelit. Hasil rekaman berupa frame image berukuran 185 km x 185 km.

2. *Multi Spectral Scanner (MSS)*.

Sistem sensor ini berupa sistem *scanner* yang secara bersamaan dapat merekam bagian permukaan Bumi yang sama (*scene*) dengan menggunakan beberapa domain panjang gelombang yang berbeda.

3. *Thematic Mapper (TM)*.

Instrumen ini adalah sistem sensor berupa *cross-track scanner*. Pada satelit Landsat, sistem sensor ini, merekam data 7 band dari domain terlihat (*visible*) hingga inframerah thermal (LWIR).

4. *Enhanced Thematic Mapper (ETM)*.

ETM atau ETM+ pada Landsat adalah sistem sensor yang merupakan perbaikan dari sistem TM dengan tambahan band pankromatik yang beresolusi 15 m x 15 m untuk mendapatkan resolusi spasial yang lebih tinggi.

2.2.2 Perkembangan Satelit Landsat

Menurut (Rendra, 2012) Satelit Landsat merupakan salah satu satelit sumber daya bumi yang dikembangkan oleh NASA dan Departemen Dalam Negeri Amerika Serikat. Satelit ini terbagi dalam dua generasi, yaitu:

1. Generasi pertama yaitu, satelit Landsat 1, Landsat 2, dan Landsat 3. Generasi ini merupakan satelit percobaan (eksperimental).
2. Generasi kedua, yaitu Landsat 4 dan Landsat 5, merupakan satelit operasional (Lindgren, 1985), sedangkan Short (1982) menamakan sebagai satelit penelitian dan pengembangan (Sutanto, 1994).

Satelit Landsat senantiasa berkembang di tiap generasi. Secara lengkapnya, satelit Landsat yang telah diluncurkan adalah sebagai berikut:

1. Landsat 1 (mulanya dinamakan *Earth Resources Technology Satellite 1*), diluncurkan 23 Juli 1972. Operasi berakhir tahun 1978.
2. Landsat 2, diluncurkan 22 Januari 1975. Operasi berakhir tahun 1981.
3. Landsat 3, diluncurkan 5 Maret 1978. Operasi berakhir tahun 1983.
4. Landsat 4, diluncurkan 16 Juli 1982. Operasi berakhir tahun 1993.
5. Landsat 5, diluncurkan 1 Maret 1984. Satelit ini masih berfungsi.
6. Landsat 6, diluncurkan 5 Oktober 1993. Satelit ini gagal mencapai orbit.
7. Landsat 7, diluncurkan 15 April 1999. Satelit ini masih berfungsi.
8. Landsat 8, diluncurkan 11 Februari 2013. Satelit ini masih berfungsi.

2.2.3 Citra Landsat 8

Citra Landsat 8 diketahui memiliki 11 band. Diantaranya band *Visible, Near Infrared (NIR), Short Wave Infrared (SWIR), Panchromatic dan Thermal*. Band 1,2,3,4,5,6,7 dan 9 mempunyai resolusi spasial 30 meter, band 8 mempunyai resolusi spasial 15 meter, sementara band 10 dan 11 resolusi spasialnya 100 meter. Dari masing-masing band memiliki kegunaan tersendiri. Untuk melakukan analisis dari Citra Landsat

tersebut, diperlukan kombinasi band untuk mendapatkan tampilan Citra sesuai dengan tema atau tujuan dari analisis.

Detail kegunaan masing-masing band adalah sebagai berikut:

Tabel 2.1 Kegunaan Band Landsat 8 (Sumber : Landsat.usgs.gov)

Band Spektral	Panjang Gelombang (μ)	Kegunaan Dalam Penelitian
Band 1 - <i>Coastal Aerosol</i>	0,43 – 0,45	Studi pesisir dan aerosol
Band 2 - <i>Blue</i>	0,45 – 0,51	Pemetaan batimetri, membedakan tanah
Band 3 - <i>Green</i>	0,53 – 0,59	Menekankan vegetasi puncak yang berguna untuk menilai kekuatan tanaman
Band 4 - <i>Red</i>	0,64 – 0,67	Mendiskriminasi lereng vegetasi
Band 5 – <i>Near Infrared</i> (NIR)	0,85 – 0,88	Menekankan konten biomassa dan garis pantai
Band 6 – <i>Short-wave Infrared</i> (SWIR) 1	1,57 – 1,65	Mendiskriminasi kadar air tanah dan vegetasi, menembus awan tipis
Band 7 – <i>Short-wave Infrared</i> (SWIR) 2	2,11 – 2,29	Peningkatan kadar air tanah dan vegetasi, penetrasi awan tipis
Band 8 - <i>Panchromatic</i>	0,50 – 0,68	Resolusi 15 meter, definisi gambar yang lebih tajam
Band 9 - <i>Cirrus</i>	1,36 – 1,38	Peningkatan deteksi kontaminasi awan cirrus
Band 10 – TIRS 1	10,60 – 11,19	Resolusi 100 meter, pemetaan termal dan perkiraan kelembaban tanah
Band 11 – TIRS 2	11,5 – 12,51	Resolusi 100 meter, peningkatan pemetaan termal dan perkiraan kelembaban tanah

Tabel 2.2 Penggunaan Kombinasi Band untuk Penelitian (Sumber : Landsat.usgs.gov)

Aplikasi	Kombinasi Band
<i>Natural Color</i>	Band 4, Band 3, Band 2
<i>False Color (urban)</i>	Band 7, Band 6, Band 4
<i>Color Infrared (vegetation)</i>	Band 5, Band 4, Band 3
<i>Agriculture</i>	Band 6, Band 5, Band 2
<i>Atmospheric Penetration</i>	Band 7, Band 6, Band 5
<i>Healthy Vegetation</i>	Band 5, Band 6, Band 2
<i>Land / Water</i>	Band 5, Band 6, Band 4
<i>Natural With Atmospheric Removal</i>	Band 7, Band 5, Band 3
<i>Shortwave Infrared</i>	Band 7, Band 5, Band 4
<i>Vegetation Analysis</i>	Band 6, Band 5, Band 4



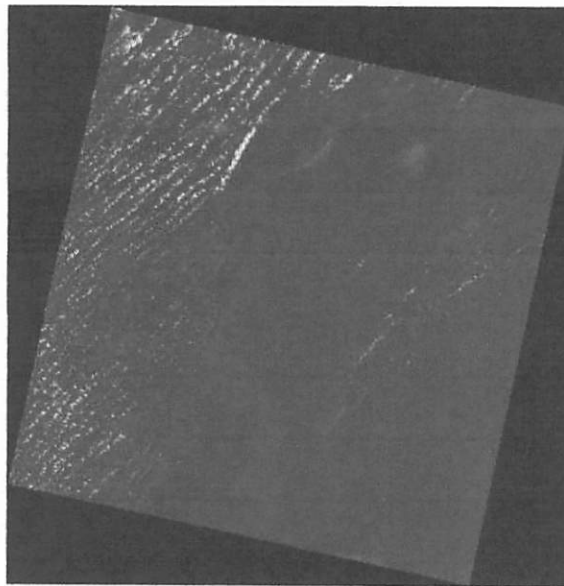
Gambar 2.4 Citra Landsat 8 (Sumber : Landsat.usgs.gov)

II.3 Pengolahan Citra Satelit

Sebagaimana diungkapkan (Hilman, 2013) dalam Pengolahan dan Koreksi Citra Satelit, dalam pembuatan peta dengan skala besar dalam dimana cakupan wilayah yang besar pada saat ini telah banyak menggunakan metode yang lebih modern dari

pengukuran langsung di lapangan, metode ini dinamakan *Remote Sensing* atau sering disebut sebagai penginderaan jauh. Dengan menggunakan metode pengindraan jauh peta dapat dibentuk dengan berbagai tema dan dapat disesuaikan dengan tujuan pemetaan tersebut.

Dalam penggunaannya metode penginderaan jauh selalu berhubungan langsung dengan data raster dalam hal ini disebut citra. Citra ini merupakan hasil penangkapan visual permukaan bumi yang dilakukan oleh sebuah satelit. Meskipun demikian data ini tidak akan berarti apa-apa bila tidak ada proses yang lebih lanjut untuk mematangkan citra tersebut dengan tujuan agar citra tersebut dapat dijadikan data primer dalam pemetaan suatu wilayah. Dengan demikian maka dibutuhkan proses pengolahan citra satelit.



Gambar 2.5 Citra Satelit Landsat 8 sebelum diproses (Sumber: Landsat.usgs.gov)

Untuk keperluan analisis dan interpretasi citra dapat dilakukan dengan dua cara :

1. Pemrosesan dan analisis digital, dan
2. Analisis dan interpretasi visual.

Kedua metode ini mempunyai keunggulan dan kekurangan, setidaknya kedua metode dipergunakan bersama-sama untuk saling melengkapi. Pemrosesan digital berfungsi untuk membaca data, menampilkan data, memodifikasi dan memproses, ekstraksi data secara otomatis, menyimpan, mendesain format peta dan mencetak. Sedangkan analisis dan interpretasi visual dipergunakan apabila pemrosesan data secara digital tidak dapat dilakukan dan kurang berfungsi baik. Pemrosesan data secara digital dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak (*software*) yang khusus dibuat untuk keperluan tersebut.

Berbeda dengan pemrosesan digital dimana hampir seluruh pekerjaan dilakukan oleh komputer, analisis visual sebagian besar dilakukan oleh manusia. Dengan analisis digital komputer hanya dapat mengenal dan mengolah nilai spektralnya saja, sedangkan analisis visual manusia dapat memperkirakan dan menentukan suatu obyek berdasarkan sifat fisiknya seperti membedakan antara gajah dan kucing disamping berdasarkan nilai spektralnya. Ciri pengenal yang biasa dipakai dalam penafsiran potret udara secara utuh dapat diterapkan pada data citra penginderaan jauh.

2.3.1 Koreksi Radiometrik

Koreksi radiometrik dilakukan untuk memperbaiki kualitas visual dan memperbaiki nilai- nilai *pixel* yang tidak sesuai dengan nilai pantulan atau pancaran spektral objek yang sebenarnya (Risti Arhatin, 2010: 9). Kesalahan radiometrik adalah kesalahan perekaman nilai pantulan sinar matahari akibat faktor atmosfer, kerusakan sensor, arah dan intensitas cahaya matahari, pengaruh topografi, dan lain- lain. Efek dari kesalahan ini membuat nilai piksel yang ditampilkan oleh citra satelit bukanlah nilai murni pantulan yang sebenarnya, akan tetapi nilai pantulan yang dipengaruhi kesalahan radiometrik (Andree Ekadinata et al, 2008: 48). Sejalan dengan pendapat tersebut, menurut Wahyu Supriatna dan Sukartono (2002: 5) mengatakan bahwa koreksi radiometrik merupakan tahap awal pengolahan data sebelum analisis

dilakukan untuk suatu tujuan seperti untuk identifikasi liputan lahan pertanian. Proses koreksi radiometrik mencakup koreksi- koreksi efek- efek yang berhubungan dengan sensor untuk meningkatkan (*enhancement*) setiap piksel (*picture element*) dari citra, sehingga objek yang terekam mudah diinterpretasikan atau dianalisis untuk menghasilkan data yang benar dan sesuai dengan keadaan di lapangan. Menurut Andree Ekadinata et al (2008: 48- 49) mengatakan bahwa koreksi radiometrik adalah proses untuk meniadakan gangguan (*noise*) yang terjadi akibat pengaruh atmosferik maupun karena pengaruh sistematik perekaman citra (Teguh Tri, 2014).



Gambar 2.6 (Kiri) Citra sebelum koreksi radiometrik dan (kanan) citra setelah koreksi radiometrik (Sumber: petacitrasatelit.blogspot)

Menurut (Ardi, 2012) dalam Koreksi Radiometrik dan Geometrik, koreksi radiometrik perlu dilakukan pada data citra dengan berbagai alasan:

1. *Stripping* atau banding seringkali terjadi pada data citra yang diakibatkan oleh ketidakstabilan detektor. Striping atau banding merupakan fenomena ketidak konsistenan perekaman detektor untuk band dan areal perekaman yang sama.
2. *Line dropout* kadang terjadi sebagai akibat dari detektor yang gagal berfungsi dengan tiba-tiba. Jangka waktu kerusakan pada kasus ini biasanya bersifat sementara.
3. Efek atmosferik merupakan fenomena yang disebabkan oleh debu, kabut, atau asap seringkali menyebabkan efek bias dan pantul pada detektor, sehingga fenomena yang berada di bawahnya tidak dapat terekam secara normal.

Dengan kata lain, koreksi radiometrik dilakukan agar informasi yang terdapat dalam data citra dapat dengan jelas dibaca dan diinterpretasikan.

2.3.2 Image Fusion

Menurut (Pradipta, 2015) penggabungan citra (*image fusion*) merupakan salah satu teknik pemrosesan citra digital yang banyak mendapat perhatian dalam dunia penginderaan jauh. *Image fusion* dapat mengakomodasi kebutuhan citra resolusi tinggi tanpa harus mengusahakan sistem pencitraan dengan *resolving power* yang tinggi, sehingga dapat menghemat banyak waktu dan biaya. Terlebih kebanyakan sensor-sensor pada satelit sumber daya alam modern (Landsat 7 ETM+, Landsat 8, IKONOS, QUICKBIRD, IRS series, SPOT 1-5, ALOS AVNIR-2/PRISM, Orbview dll) sekarang ini dapat beroperasi pada mode *multispectral* dan *panchromatic* secara simultan, sehingga citra dari kedua mode dapat difusikan untuk memperoleh citra sintesis yang mengintegrasikan kelebihan *spectral* citra *multispectral* dan kelebihan spasial citra *panchromatic*. Kesimpulannya sederhana, *image fusion* dapat didefinisikan sebagai upaya penggabungan dua atau lebih citra yang berbeda dari segi resolusi (terutama spasial, *spectral*, temporal) ataupun dari segi sistem (*optic*, SAR) untuk menghasilkan citra baru yang mengintegrasikan kelebihan-kelebihan dari citra asal.

2.3.2.1 Pansharpening

Salah satu bagian dari *image fusion* adalah *pansharpening* atau penajaman citra *multispectral* dengan menggunakan detail spasial dari citra *panchromatic*. Teknik ini mengambil kelebihan dari masing-masing citra yaitu dari citra *panchromatic* dengan mengambil resolusi spasial dan mengambil resolusi *spectral* dari citra *multispectral*. Data citra yang sering dipakai dalam analisis penginderaan jauh antara lain adalah citra *panchromatic* (pan) dengan informasi keabu-abuan yang umumnya memiliki informasi spasial tinggi sehingga dapat membantu melokasikan suatu objek di muka Bumi. Citra *multispectral* berwarna dengan saluran *multispektrum* (inframerah,

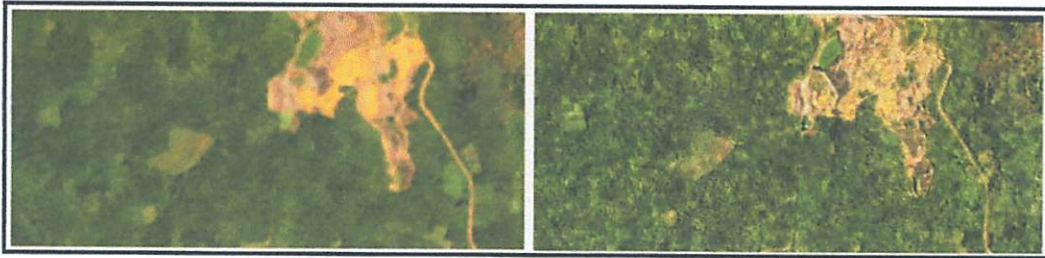
cahaya tampak maupun ultraviolet) yang lebih memberikan informasi warna berdasarkan pantulan dan penyerapan sinar elektromagnetik oleh objek yang ditangkap oleh sensor.

Umumnya citra *multispectral* yang ada memiliki resolusi rendah, dalam artian memiliki informasi spasial yang rendah meskipun mampu memberi informasi yang tinggi. Citra *panchromatic* dan *multispectral* ini, terlebih penggabungannya, memiliki andil yang besar dalam aplikasi penginderaan jauh. Proses penggabungan citra *panchromatic* dan citra *multispectral* ini umum dikenal dengan istilah *image fusion* atau *pansharpening/image sharpening*.

Fusi citra secara umum diartikan sebagai teknik untuk mengintegrasikan detail geometri atau spasial dari suatu citra *panchromatic* (hitam putih) beresolusi tinggi dengan citra *multispectral* beresolusi rendah, dimana dua atau lebih gambar digabungkan menjadi satu gambar dengan mempertahankan fitur penting dari masing-masing gambar asli. Tujuan utama fusi citra adalah mengintegrasikan data-data yang didapat dari berbagai sumber untuk mendapatkan informasi yang jauh lebih baik jika dibandingkan dengan informasi yang didapat dari satu sumber saja.

Manfaat dari fusi citra meliputi:

1. Memperluas jangkauan operasi.
2. Memperpanjang cakupan spasial dan temporal.
3. Mengurangi ketidakpastian.
4. Meningkatkan kehandalan.
5. Memperkuat kinerja sistem.
6. Kompak dalam penyajian informasi.



Gambar 2.7 (Kiri) Citra sebelum *pansharpening* dan (kanan) citra setelah *pansharpening* (Sumber: quickbirdonline.wordpress.com)

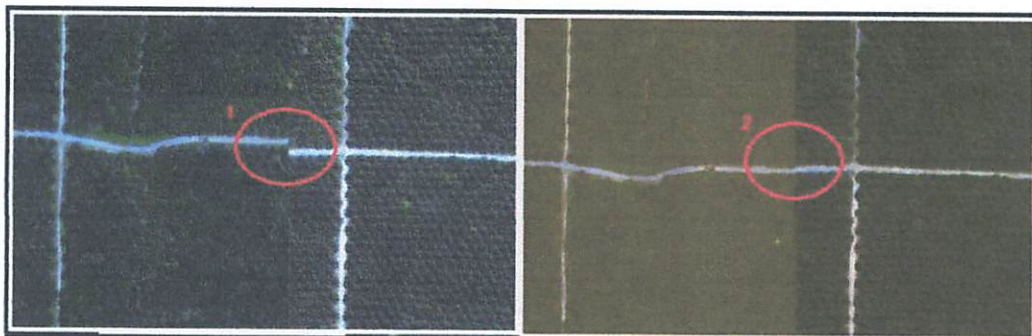
2.3.3 Koreksi Geometrik

Menurut (Ardi, 2012) dalam Koreksi Radiometrik dan Koreksi Geometrik, sebelum data citra dapat diolah, sistem proyeksi/koordinat peta harus didefinisikan dan disesuaikan terlebih dahulu dengan areal kerja atau dengan data spasial yang telah ada sebelumnya. Dalam koreksi geometrik, istilah rektifikasi digunakan bila data citra dikoreksi dengan peta dasar sebagai acuannya. Sedangkan untuk data citra yang dikoreksi dengan acuan citra lain yang telah terkoreksi digunakan istilah registrasi.

Sementara Lucianto (2014) mengungkapkan bahwa koreksi geometrik merupakan proses memposisikan citra sehingga cocok dengan koordinat peta dunia yang sesungguhnya. Posisi geografis citra pada saat pengambilan data dapat menimbulkan distorsi karena perubahan posisi dan juga ketinggian sensor. Dalam akuisisi citra satelit, distorsi ini akan bertambah seiring dengan perbedaan waktu pembuatan peta dan akuisisi citra serta kualitas dari peta dasar yang kurang baik. Akibat dari kesalahan geometrik ini, maka posisi piksel dari citra satelit tersebut tidak sesuai dengan posisi yang sebenarnya.

Salah satu proses koreksi geometrik yaitu menggunakan transformasi *ground control point (GCP)*. Dimana GCP merupakan proses koreksi geometrik citra dengan cara membandingkan posisi yang berada pada citra, dengan posisi yang ada di lapangan/peta yang sudah tersedia sebelumnya. *Ground control point*, GCP adalah suatu lokasi

pada permukaan bumi yang dapat diidentifikasi pada citra dan sekaligus dikenali posisinya pada peta (Jensen, 2005).



Gambar 2.8 (1) Citra sebelum koreksi geometrik dan (2) citra setelah koreksi geometrik (Sumber: terra-image.com)

2.3.4 Komposit Citra

Komposit citra adalah citra baru hasil dari penggabungan 3 saluran yang mampu menampilkan keunggulan dari saluran-saluran penyusunnya (Sigit,2011). Digunakan komposit citra ini dikarenakan oleh keterbatasan mata yang kurang mampu dalam membedakan gradasi warna dan lebih mudah memahami dengan pemberian warna. Pada citra multispektral yang terdiri dari banyak saluran, apabila hanya menampilkan satu saluran saja maka citra yang dihasilkan merupakan gradasi rona. Dan mata manusia hanya bisa membedakan objek yang menonjol pada suatu saluran, objek yg lain maka kita sulit untuk mengidentifikasinya. Oleh sebab itu pada citra komposit ini, hasilnya kita akan lebih mudah mengidentifikasi suatu objek pada citra.

Dasar dari pembuatan komposit citra adalah berdasarkan :

1. Tujuan penelitian yaitu keunggulan di setiap saluran.
2. OIF (*Optimum Index Factor*) yaitu kemampuan citra untuk menampilkan suatu objek.

Komposit citra dapat dibagi menjadi 2, yaitu :

1. Komposit warna asli yaitu gabungan dari warna merah-hijau-biru. Citra yang dapat menghasilkan komposit warna asli yaitu Landsat, ALOS dll.
2. Komposit warna tidak asli, terbagi 2 :
 - a. Standar yaitu gabungan dari *infrared* dekat-merah-hijau. Dianggap standar karena pada awalnya penginderaan jauh lebih banyak digunakan dalam bidang kehutanan jadi komposit warna ini dianggap standar karena citra kompositnya lebih menonjolkan objek vegetasi.
 - b. Tidak standar yaitu dapat dilakukan penggabungan dengan bebas.

Dalam konsepnya, citra komposit dibuat oleh 3 saluran, dimana nilai piksel pada saluran-saluran tersebut akan direduksi terlebih dahulu yang pada awalnya nilai piksel berkisar antara 0 – 255 menjadi nilai piksel yang berkisar antara 0 – 5 yang selanjutnya baru bisa dilakukan komposit. Nilai piksel pada citra komposit berkisar antara nilai 0 (hitam) – 215 (putih). Untuk penyajian citra komposit, nilai piksel citra komposit yang didapatkan dapat mengikuti *colour pallet* atau *Look-up table* (Ismali, 2012).

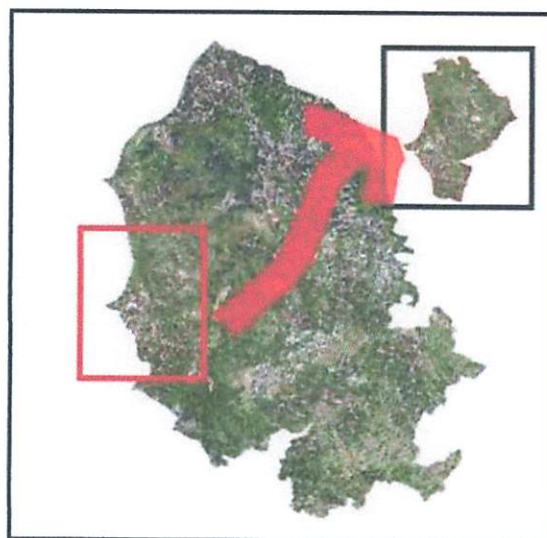


Gambar 2.9 Citra satelit Landsat komposit band *Red Green Blue* (Sumber: wordpress.com)

2.3.5 Pemotongan Citra

Pemotongan citra (*cropping citra*) merupakan cara pengambilan area tertentu yang akan diamati (*area of interest*) dalam citra, yang bertujuan untuk mempermudah penganalisaan citra dan memperkecil ukuran penyimpanan citra. Dalam proses pengolahan citra, biasanya tidak secara keseluruhan *scene* dari citra yang kita gunakan. Untuk mendapatkan daerah yang kita inginkan kita dapat memotong (*cropping*) citra tersebut (Risti Arhatin, 2010: 17).

Cropping citra dapat digunakan untuk data spasial maupun data spektral. Pemotongan citra dapat dilakukan berdasarkan titik koordinat, jumlah pixel atau hasil *zooming* daerah tertentu. Pemotongan atau *cropping* citra dilakukan untuk mendapatkan daerah penelitian dengan maksud untuk dapat melakukan pengolahan data yang lebih terfokus, terinci dan teroptimal. Dengan ekspektasi menghasilkan citra yang representatif dan kontinu. Pemotongan citra memiliki nilai utilitas lainnya, yaitu memperkecil daerah yang akan dikaji sesuai dengan *area of interest*.



Gambar 2.10 Ilustrasi *cropping* citra (Sumber: www.pastipras.com)

2.3.6 Klasifikasi Citra

Klasifikasi citra merupakan proses yang berusaha mengelompokkan seluruh *pixel* pada suatu citra ke dalam sejumlah *class* (kelas), sedemikian hingga tiap *class* merepresentasikan suatu entitas dengan properti yang spesifik (Chein-I Chang dan H.Ren, 2000). Dalam pengolahan data citra yang tujuannya untuk dijadikan data primer sebuah pemetaan atau penelitian daerah yang terdapat pada peta harus terlebih dahulu diketahui wilayahnya apakah wilayah tersebut merupakan daerah pemukiman, perkebunan atau daerah pantai. Untuk itu perlu lakukannya klasifikasi objek untuk menentukan kelas objek tersebut.

Tujuan dari proses klasifikasi citra adalah untuk mendapatkan gambar atau peta tematik. Gambar tematik adalah suatu gambar yang terdiri dari bagian-bagian yang menyatakan suatu objek atau tema tertentu.

Dalam klasifikasi citra ada dua metode yang dapat digunakan, yaitu :

1. *Supervised classification.*
2. *Unsupervised classification.*

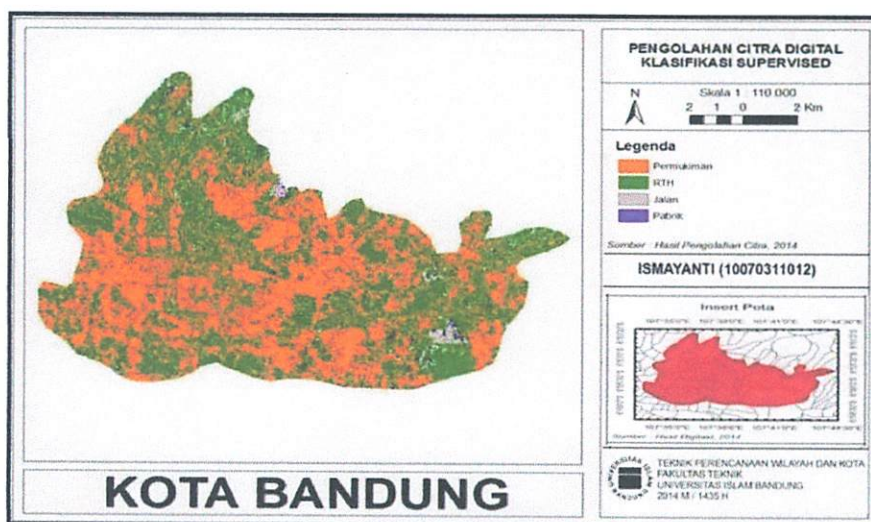
2.3.6.1 Klasifikasi Citra Terawasi (*Supervised*)

Menurut (Putra, 2012) dalam Klasifikasi Citra, penggunaan istilah terawasi disini mempunyai arti berdasarkan suatu referensi penunjang, dimana kategori objek-objek yang terkandung pada citra telah dapat diidentifikasi. Klasifikasi ini memasukkan setiap piksel citra tersebut kedalam suatu kategori objek yang sudah diketahui. Sebelum klasifikasi dilakukan, maka kita harus memasukkan *input*-an sebagai dasar pengklasifikasian yang akan dilakukan. Dengan klasifikasi ini, kita lebih bebas untuk memilah data citra sesuai dengan kebutuhan.

Klasifikasi terbimbing digunakan data penginderaan jauh *multispectral* yang berbasis *numeric*, maka pengenalan polanya merupakan proses otomatis dengan bantuan

komputer. Klasifikasi terbimbing yang didasarkan pada pengenalan pola *spectral* terdiri atas tiga tahapan, yaitu:

1. Tahap training sample: analisis menyusun kunci interpretasi dan mengembangkan secara *numeric spectral* untuk setiap kenampakan dengan memeriksa batas daerah (*training area*).
2. Tahapan klasifikasi: setiap *pixel* pada serangkaian data citra dibandingkan setiap kategori pada kunci interpretasi *numeric*, yaitu menentukan nilai *pixel* yang tak dikenal dan paling mirip dengan kategori yang sama. Perbandingan tiap *pixel* citra dengan kategori pada kunci interpretasi dikerjakan secara *numeric* dengan menggunakan berbagai strategi klasifikasi (dapat dipilih salah satu dari jarak minimum rata-rata kelas, paralelepiped, kemiripan maksimum). Setiap *pixel* kemudian diberi nama sehingga diperoleh matrik multi dimensi untuk menentukan jenis kategori penutupan lahan yang diinterpretasi.
3. Tahapan keluaran: hasil matrik dideliniasi sehingga terbentuk peta penutupan lahan, dan dibuat tabel matrik luas berbagai jenis tutupan lahan pada citra.



Gambar 2.11 Contoh hasil pengolahan citra digital klasifikasi *supervised* (Sumber: ismayanti.blogspot.co.id)

2.3.6.2 Klasifikasi Citra Tak Terawasi (*Unsupervised*)

Proses klasifikasi disebut tidak terawasi, bila dalam prosesnya tidak menggunakan suatu referensi penunjang apapun. Hal ini berarti bahwa proses tersebut hanya dilakukan berdasarkan perbedaan tingkat keabuan setiap piksel pada citra. Klasifikasi citra tak terawasi mencari kelompok-kelompok (*cluster*) piksel-piksel, kemudian menandai setiap piksel kedalam sebuah kelas berdasarkan parameter-parameter pengelompokan awal yang didefinisikan oleh penggunanya.

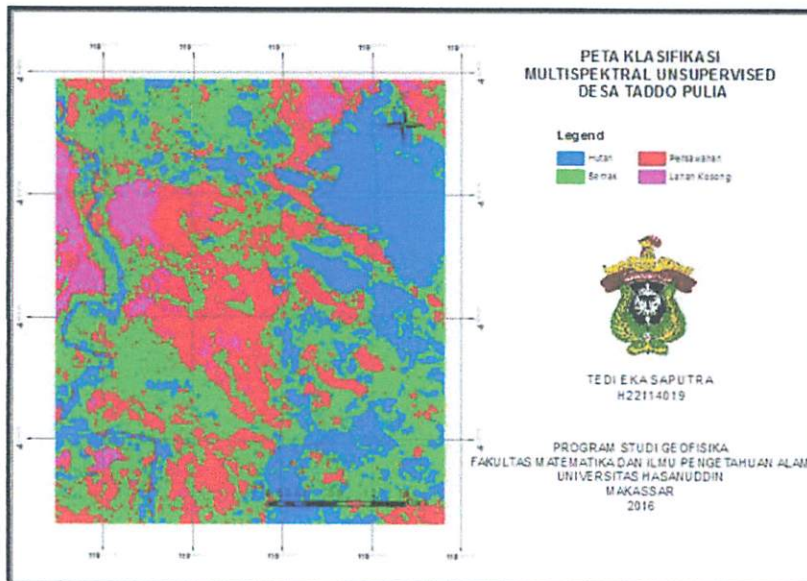
Klasifikasi *unsupervised* melakukan pengelompokan data dengan menganalisa *cluster* secara otomatis dan menghitung kembali rata-rata kelas (*class mean*) secara berulang-ulang dengan *computer*. Sumbu horizontal menunjukkan nilai piksel pada band2 dan sumbu vertical menunjukkan nilai kecerahan piksel pada band1. Pengelompokan piksel menjadi kelas spectral diawali dengan menentukan jumlah kelas spectral yang akan dibuat. Setelah setiap piksel dikelompokkan lalu masing-masing rata-rata kelas spectral dihitung kembali. Kemudian dilakukan lagi pengukuran jarak setiap piksel terhadap rata-rata kelas baru ini dan akhirnya piksel dikelompokkan ke dalam kelas spectral yang memiliki jarak terdekat.

Parameter yang menentukan pemisahan dan pengelompokan piksel-piksel menjadi kelas spectral yaitu:

1. Standar deviasi maksimum, nilai standari deviasi maksimum yang sering digunakan berkisar antara 4,5 sampai 7
2. Jumlah piksel minimum dalam sebuah kelas spectral dinyatakan dalam persen (%)
3. Nilai pemisahan pusat kelas yang dipecah
4. Jarak minimum antara rata-rata kelas spectral, berkisar antara 3,2 sampai 3,9.

Pengidentifikasi kelas spectral menjadi obyek tertentu dapat dilakukan menggunakan suatu data acuan atau referensi penunjang. Setelah semua kelas spectral teridentifikasi kemudian dapat dilakukan penyederhaan untuk menggabungkan kelas-

kelas yang tergolong sama, misalnya penggabungan perkampungan 1 dan perkampungan 2 menjadi satu kelas perkampungan. Hasil klasifikasi dapat ditunjukkan dari gradasi warna yang terbentuk yang menunjukkan jenis kelas yang dikelompokkan oleh komputer.



Gambar 2.12 Contoh Peta Hasil Klasifikasi Unsupervised (Sumber: www.tedieka.com)

II.4 Sistem Informasi Geografis (SIG)

Berikut akan dijelaskan mengenai pengertian, komponen, sumber dan jenis data, serta fungsi dan kemampuan dari Sistem Informasi Geografis.

2.4.1 Pengertian Sistem Informasi Geografis (SIG)

Anonim (2010) dalam Materi Pelatihan Sistem Informasi Geografis menjelaskan bahwa Sistem Informasi Geografis (SIG) / *Geographic Information System (GIS)* adalah suatu sistem informasi berbasis komputer, yang digunakan untuk memproses data spasial yang ber-georeferensi (berupa detail, fakta, kondisi, dsb) yang disimpan dalam suatu basis data dan berhubungan dengan persoalan serta keadaan dunia nyata

(*real world*). Manfaat SIG secara umum memberikan informasi yang mendekati kondisi dunia nyata, memprediksi suatu hasil dan perencanaan strategis.

SIG merupakan sistem yang terkomputerisasi yang menolong dalam me-maintain data tentang lingkungan dalam bidang geografis (De Bay, 2002). SIG selalu memiliki relasi dengan disiplin keilmuan Geografi, hal tersebut memiliki hubungan dengan disiplin yang berkenaan dengan yang ada di permukaan bumi, termasuk didalamnya adalah perencanaan dan arsitektur wilayah (Longley, 2001).

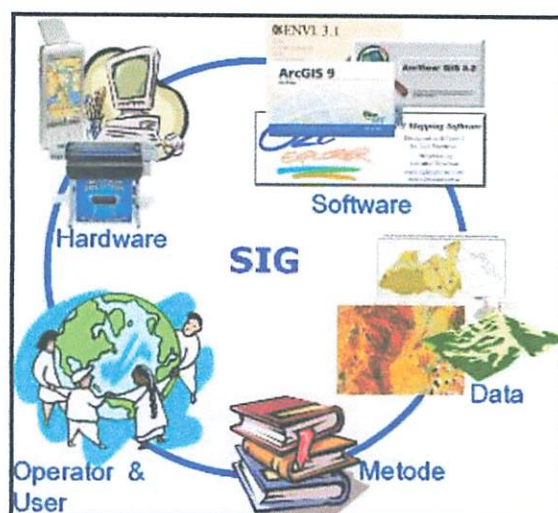
Menurut pendapat Peter A. Burrough (1998), SIG adalah sekumpulan fungsi-fungsi terorganisasi yang menyediakan tenaga-tenaga profesional yang berpengalaman untuk keperluan penyimpanan, retrieval, manipulasi dan penayangan hasil yang didasarkan atas data berbasis geografis. Aronoff (1989) menyatakan bahwa SIG adalah sekumpulan komponen yang dilakukan secara manual atau berbasis computer yang merupakan prosedur-prosedur yang digunakan untuk keperluan store dan pemanipulasian data bereferensi geografis.

Secara harfiah, SIG dapat diartikan sebagai :

"Suatu komponen yang terdiri dari perangkat keras, perangkat lunak, data geografis dan sumberdaya manusia yang bekerja bersama secara efektif untuk menangkap, menyimpan, memperbaiki, memperbaharui, mengelola, memanipulasi, mengintegrasikan, menganalisa dan menampilkan data dalam suatu informasi berbasis geografis".

2.4.2 Komponen Sistem Informasi Geografis (SIG)

Secara umum SIG bekerja berdasarkan integrasi 5 Komponen, yaitu: *hardware*, *software*, data, manusia dan metode.



Gambar 2.13 Komponen Sistem Informasi Geografis (Sumber: 4.bp.blogspot.com)

1. *Hardware*

SIG membutuhkan hardware atau perangkat keras seperti, *digitizer*, *plotter/printer*, *scanner*, komputer yang memiliki spesifikasi lebih tinggi dibandingkan dengan sistem informasi lainnya untuk menjalankan *software-software* SIG, seperti kapasitas Memory (RAM), *Hard-disk*, Prosesor serta *VGA Card*.

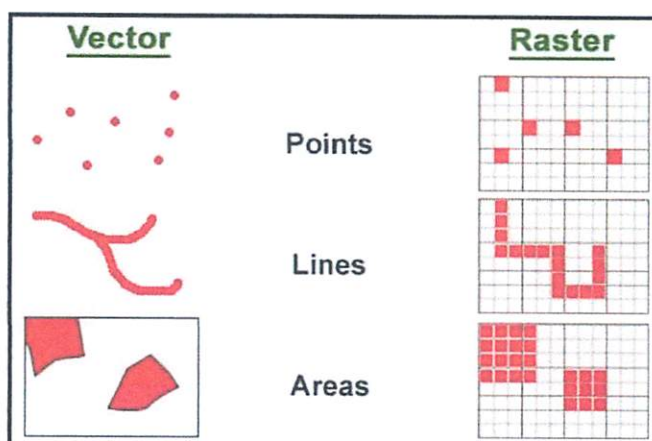
2. *Software*

Sebuah *software* SIG haruslah menyediakan fungsi dan *tools* yang mampu melakukan penyimpanan data, analisis dan menampilkan informasi geografis. Dengan demikian elemen yang harus terdapat dalam komponen *software* SIG adalah:

- a. *Tools* untuk melakukan *input* dan transformasi data geografis.
- b. Sistem manajemen basis data.
- c. *Tools* yang mendukung query geografis, analisis dan visualisasi.
- d. *Graphical User Interface (GUI)* untuk memudahkan akses pada *tools* geografi.

3. Data

Hal yang merupakan komponen penting dalam SIG adalah data. Secara fundamental SIG bekerja dengan dua tipe model data geografis yaitu model data vektor dan model data raster.



Gambar 2.14 Simulasi Data Vektor dan Raster (Sumber: www.buzzle.com)

a. Model Data Vektor

Informasi posisi *point*, garis dan poligon disimpan dalam bentuk x,y koordinat. Suatu lokasi *point* dideskripsikan melalui sepasang koordinat x,y. Bentuk garis, seperti jalan dan sungai dideskripsikan sebagai kumpulan dari koordinat-koordinat *point*. Bentuk poligon, seperti zona *project* disimpan sebagai pengulangan koordinat yang tertutup.

b. Model Data Raster

Model data ini terdiri dari sekumpulan grid/sel seperti peta hasil scanning maupun gambar/*image*. Masing-masing grid/sel atau pixel memiliki nilai tertentu yang bergantung pada bagaimana *image* tersebut digambarkan. Sebagai contoh, pada sebuah *image* hasil penginderaan jarak jauh dari sebuah satelit, masing-masing pixel direpresentasikan sebagai panjang gelombang cahaya yang dipantulkan dari posisi permukaan Bumi dan diterima oleh satelit dalam satuan luas tertentu yang disebut pixel. Pada *image* hasil *scanning*, masing-masing pixel merepresentasikan keterangan

nilai yang berasosiasi dengan *point-point* tertentu pada *image* hasil scanning. Dalam SIG, setiap data Geografis memiliki data tabular yang berisi informasi spasial.

4. Manusia

Teknologi SIG tidaklah menjadi bermanfaat tanpa manusia yang mengelola sistem dan membangun perencanaan yang dapat diaplikasikan sesuai kondisi dunia nyata. Sama seperti pada Sistem Informasi lain pemakai SIG pun memiliki tingkatan tertentu, dari 3 tingkat spesialis teknis yang mendesain dan memelihara sistem sampai pada pengguna yang menggunakan SIG untuk menolong pekerjaan mereka sehari-hari.

5. Metode

SIG yang baik memiliki keserasian antara rencana desain yang baik dan aturan dunia nyata, dimana metode, model dan implementasi akan berbeda-beda untuk setiap permasalahan.

2.4.3 Sumber dan Jenis Data Spasial

Data spasial adalah data yang memiliki referensi ruang kebumian (*georeference*) di mana berbagai data atribut terletak dalam berbagai unit spasial. Sekarang ini data spasial menjadi media penting untuk perencanaan pembangunan dan pengelolaan sumber daya alam yang berkelanjutan pada cakupan wilayah continental, nasional, regional maupun lokal. Pemanfaatan data spasial semakin meningkat setelah adanya teknologi pemetaan digital dan pemanfaatannya pada Sistem Informasi Geografis (SIG). Format data spasial dapat berupa vector (polygon, line, points) maupun raster.



Gambar 2.15 Sumber Data dalam SIG (Sumber: Prasetyo, 2011)

Salah satu syarat SIG adalah data spasial, yang dapat diperoleh dari beberapa sumber antara lain :

1. Peta Analog

Peta analog (antara lain peta topografi, peta tanah dan sebagainya) yaitu peta dalam bentuk cetak. Pada umumnya peta analog dibuat dengan teknik kartografi, kemungkinan besar memiliki referensi spasial seperti koordinat, skala, arah mata angin dan sebagainya.

2. Data Penginderaan Jauh

Data Penginderaan Jauh (antara lain citra satelit, foto-udara dan sebagainya), merupakan sumber data yang terpenting bagi SIG karena ketersediaanya secara berkala dan mencakup area tertentu. Dengan adanya bermacam-macam satelit di ruang angkasa dengan spesifikasinya masing-masing, kita 8 memperoleh berbagai jenis citra satelit untuk beragam tujuan pemakaian. Data ini biasanya direpresentasikan dalam format raster.

3. Survey Lapangan

Data pengukuran lapangan yang dihasilkan berdasarkan teknik perhitungan tersendiri, pada umumnya data ini merupakan sumber data atribut contohnya: batas administrasi, batas kepemilikan lahan, batas persil, batas hak perusahaan hutan dan lain-lain.

4. Data GPS (*Global Positioning System*)

Teknologi GPS memberikan terobosan penting dalam menyediakan data bagi SIG. Keakuratan pengukuran GPS semakin tinggi dengan berkembangnya teknologi. Data ini biasanya direpresentasikan dalam format vektor.

2.4.4 Fungsi dan Kemampuan Sistem Informasi Geografis (SIG)

Sebagaimana sudah terangkum dalam pengertian SIG yang sudah dijelaskan maka berikut akan dijelaskan lebih detail mengenai fungsi dan kemampuan dari Sistem Informasi Geografis.

2.4.4.1 Fungsi Sistem Informasi Geografis (SIG)

Menurut (Ama, 2012) berdasarkan desain awalnya fungsi utama SIG adalah untuk melakukan analisis data spasial. Dilihat dari sudut pemrosesan data geografik, SIG bukanlah penemuan baru. Pemrosesan data geografik sudah lama dilakukan oleh berbagai macam bidang ilmu, yang membedakannya dengan pemrosesan lama hanyalah digunakannya data digital.

Adapun fungsi -fungsi dasar dalam SIG adalah sebagai berikut :

1. Akuisisi data dan proses awal meliputi: digitasi, editing, pembangunan topologi, konversi format data, pemberian atribut dll.
2. Pengelolaan database meliputi : pengarsipan data, permodelan bertingkat, permodelan jaringan pencarian atribut dll.
3. Pengukuran keruangan dan analisis meliputi : operasi pengukuran, analisis daerah penyangga, overlay, dll.
4. Penayangan grafis dan visualisasai meliputi : transformasi skala, generalisasi, peta topografi, peta statistic, tampilan perspektif.

2.4.4.2 Kemampuan Sistem Informasi Geografis (SIG)

Sebagaimana dipaparkan (Tatang, 2016) dalam Kemampuan-kemampuan SIG, Kemampuan-kemampuan SIG antara lain sebagai berikut.

1. Mengetahui perkembangan dan perubahan fenomena atau wilayah. Sebagai contoh, perkembangan kota dapat dilihat dari perubahan luas lahan agraris menjadi lahan nonagraris atau perubahan luas lahan dan wilayah perkotaan dengan analisis tumpang susun peta penggunaan lahan dengan tahun yang berbeda.
2. Menunjukkan lokasi suatu fenomena geografi dan bisa menentukan posisi suatu tempat sehingga dapat dilakukan analisis berdasarkan karakteristik dari fenomena tersebut.
3. Memperkirakan perubahan yang akan terjadi, yaitu kecenderungan perubahan pada kurun waktu tertentu dengan analisis modeling serta membuat model-model pengembangan dan pengelolannya, contohnya model pengelolaan hutan.
4. Menentukan dan mencari lokasi yang cocok untuk suatu kepentingan tertentu dengan memperhatikan persyaratan tertentu, salah satunya dengan melihat kondisi wilayah.
5. Mengetahui pola dan sebaran dari suatu fenomena serta hubungan pola tersebut terhadap objek lain di sekitarnya. Sebagai contoh, pola dan sebaran permukiman suatu wilayah biasanya dipengaruhi oleh keberadaan objek yang lain (jalan, sungai, fasilitas kota, dan sebagainya).

2.4.5 Analisis Spasial

Berikut akan dijelaskan mengenai definisi dan fungsi dari masing-masing analisis spasial yang umum digunakan dalam pengolahan Sistem Informasi Geografis.

2.4.5.1 Definisi Analisis Spasial

Informasi geografis dalam bentuk yang paling sederhana adalah sebuah informasi yang berkaitan dengan lokasi tata letak objek tertentu yang selanjutnya diperluas fungsinya sebagai alat bantu dalam memproses data spasial sehingga menjadi informasi. Artinya, GIS bukan sekedar penggunaan komputer untuk membuat peta, tapi lebih dari itu GIS seharusnya dapat membantu dalam analisis data, khususnya spasial. Proses pembangunan GIS yang di dalamnya termasuk analisis spasial sendiri

terdiri dari pengumpulan data, pemeriksaan data, penyimpanan data, pemrosesan data, dan penyajian data yang secara keseluruhannya terpaket dalam satu kesatuan data berupa informasi geografis (Cholid, 2009).

Analisa spasial merupakan sekumpulan metoda untuk menemukan dan menggambarkan tingkatan/ pola dari sebuah fenomena spasial, sehingga dapat dimengerti dengan lebih baik. Dengan melakukan analisis spasial, diharapkan muncul informasi baru yang dapat digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan di bidang yang dikaji. Metoda yang digunakan sangat bervariasi, mulai observasi visual sampai ke pemanfaatan matematika/statistik terapan (Sadahiro, 2006).

2.4.5.1 Fungsi Analisis Spasial

Secara detail, tipe, implementasi, atau jenis aktual fungsi analisis spasial dapat dijumpai pada banyak pustaka (teori) dan perangkat lunak SIG, pengolahan citra digital (*remote sensing*), *fotogrametri*, model permukaan digital, dan *CAD*. Lebih jelas lagi dalam buku Eddy Prahasta tentang *Konsep-Konsep Dasar Sistem Informasi Geografis (Perspektif Geodesi dan Geomatika)* di jelaskan, ada beberapa fungsi analisis spasial seperti:

1. Query Basis Data, yaitu SIG yang menggunakan query terhadap basis data bersama dengan fungsi analisis spasial tu sendiri dalam usaha menjawab berbagai pertanyaan spasial dan non-spasial yang digunakan untuk memanggil kembali data atau tabel atribut tanpa mengubah atau meng-*edit/ update* data yang bersangkutan.
2. Pengukuran, yaitu fungsi analisis spasial yang melibatkan *fungsi matematis* sederhana di seputar bentuk unsur spasial dengan geometri yang juga sederhana. Seperti, menghitung atau menganalisa jarak antara dua titik spasial, menghitung luas area, menghitung keliling area, menghitung titik koordinat atau yang disebut dengan *centroid* dan lain sebagainya.

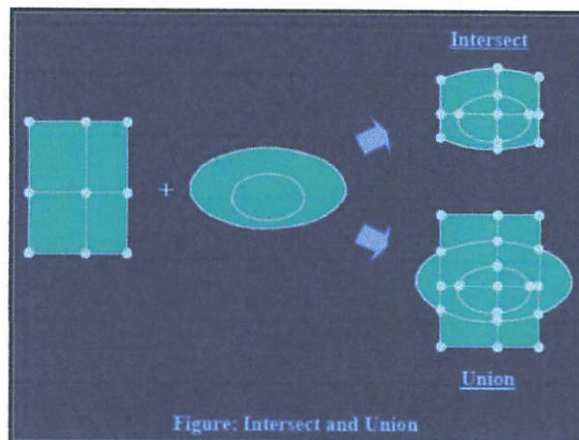
3. Kedekatan unsur/ proximity, fungsi yang mampu menghitung dan menganalisa kedekatan tiap-tiap unsur spasial. Fungsi ini biasanya akan berfungsi jika file *layer* yang ada berbentuk raster atau pecahan dari beberapa atau bahkan banyak *grid* dimana tiap sel *grid* memiliki nilai tersendiri yang disebut *pixel*. Contohnya adalah *find distance*, *cost and pathway*, *poligon convex-Hull*, dan *calculate density*.
4. Model permukaan digital. Model ini meliputi: *gridding*, *spatial filtering*, *contouring*, *gradien/ slopping*, *aspect*, *hilshading*, *steepest path*, *profile*, *viewshed*, dan *watershed* yang seluruhnya merupakan model-model pengolahan analisis spasial.
5. Klasifikasi, merupakan pemetaan suatu besaran yang memiliki interval-interval tertentu ke dalam interval-interval yang lain berdasarkan batas-batas atau kategori yang ditentukan.
6. Fungsi pengolahan citra digital, yaitu salah satu analisis spasial yang terkenal di bidang SIG dan juga pengolahan citra digital (pengindraan jarak jauh) adalah klasifikasi; istilah yang merujuk pada proses interpretasi citra-citra digital (dengan bantuan sistem komputer) hasil pengindraan jauh. Analisis ini merupakan suatu proses penyusunan, pengurutan, atau pengelompokkan setiap pixel citra digital *multi-band* ke dalam beberapa kelas berdasarkan kriteria atau kategori objek hingga dapat menghasilkan sebuah peta dalam bentuk raster.
7. Fungsi editing unsur-unsur spasial, yang difungsikan sebagai layanan dalam proses editing data spasial terutama yang bertipe poligon. *Union*, *Merge*, atau *Combine* merupakan fungsi analisis yang digunakan untuk menggabungkan (agregasi) beberapa unsur spasial yang dipilih hingga menjadi sebuah unsur saja. Kemudian *Delete*, *Erase*, atau *Cut* merupakan fungsi analisis spasial ini akan menghapus unsur spasial yang terpilih. *Split* atau *Clip* merupakan fungsi analisis untuk memisahkan sebuah unsur menjadi lebih dari satu unsur spasial, *Substract* untuk menghapus area yang ber-*overlap* diantara dua unsur spasial yang bertipe

poligon, serta *Intersect* untuk menghasilkan unsur spasial baru yang merupakan irisan dari unsur-unsur spasial masukannya.

8. Fungsi analisis terhadap layer tematik, yang terdiri dari *Dissolve (aggregate)*, *Merge*, *Clip*, dan *Spatial Join*.
9. *Geocoding*, adalah proses yang dilakukan untuk mendapatkan suatu lokasi unsur berdasarkan layer referensi dan masukan string.
10. Overlay, yaitu analisis spasial esensial yang mengombinasikan dua layer tematik yang menjadi masukannya. Beberapa contoh operasi Overlay Spasial dalam ArcGIS :

a. Intersect dan Union

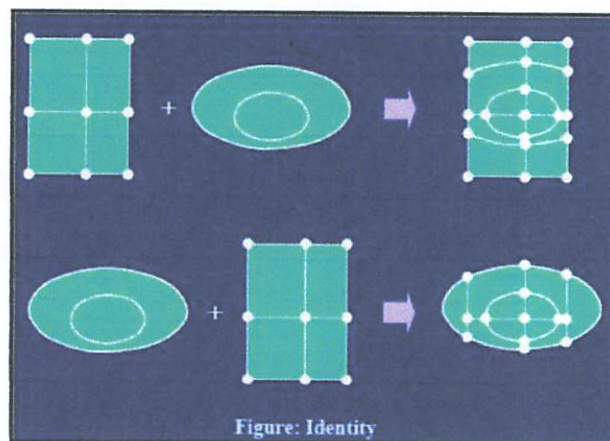
Kedua jenis overlay ini memiliki kaitan yang erat dengan operasi logika “AND” dan “OR” yang bersifat *simetris*.



Gambar 2.16 Intersec dan Union Overlay (Sumber: Modul Konsep Analisis Spasial)

b. Identity

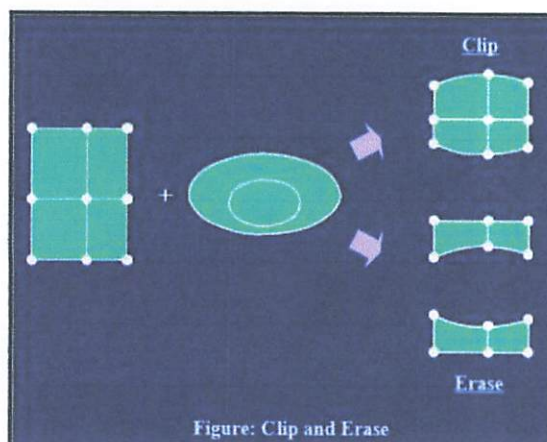
Overlay jenis ini bersifat *unsimetris* berbeda dengan jenis overlay intersect dan union yang bersifat overlay. Pada dasarnya memiliki dua layer masukan dimana layer pertama akan dijadikan layer dasar sementara layer kedua menjadi layer yang akan meng-overlay layer pertama.



Gambar 2.17 *Identity Overlay* (Sumber: Modul Konsep Analisis Spasial)

c. Clip dan Erase

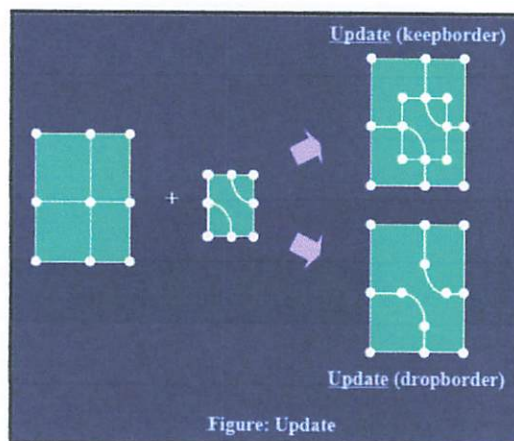
Clip dan Erase merupakan overlay yang mengekstraksi objek-objek spasial dari sebuah layer peta dengan menggunakan layer lain (clip). Clip bekerja seperti sebuah alat pemotong yang mengekstraksi objek-objek spasial dengan menspesifikasikan layer yang menjadi layer masukan dari masing-masing objek-objek spasial yang terekstrasi.



Gambar 2.18 *Clip and Erase Overlay* (Sumber: Modul Konsep Analisis Spasial)

d. *Update (keepborder, dropborder)*

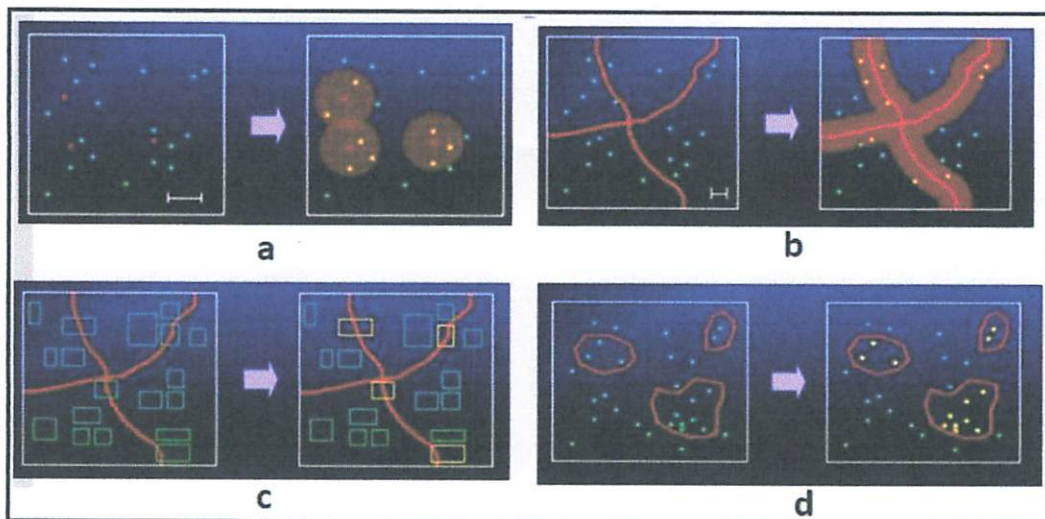
Secara harfiah, update overlay ini berfungsi untuk “meng-update” sebagian atau seluruh layer dengan layer lainnya.



Gambar 2.19 *Update Overlay* (Sumber: Modul Konsep Analisis Spasial)

e. Pencarian Spasial (*Spatial search*)

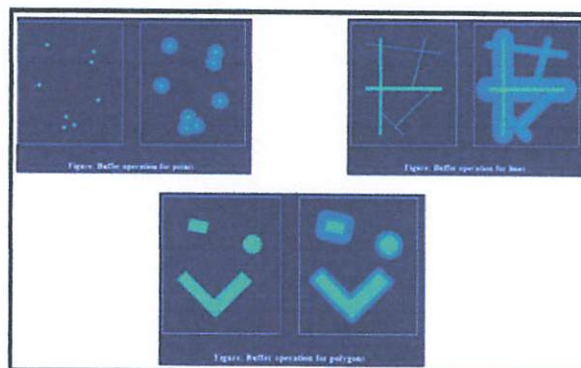
yaitu sejenis fasilitas search yang terdapat pada DBMS standar. Yang membedakannya adalah penggunaan object spasial dan syarat geometris tertentu sebagai kunci pencarian.



Gambar 2.20 *Pencarian Spasial* (Sumber: Modul Konsep Analisis Spasial)

f. *Buffering*

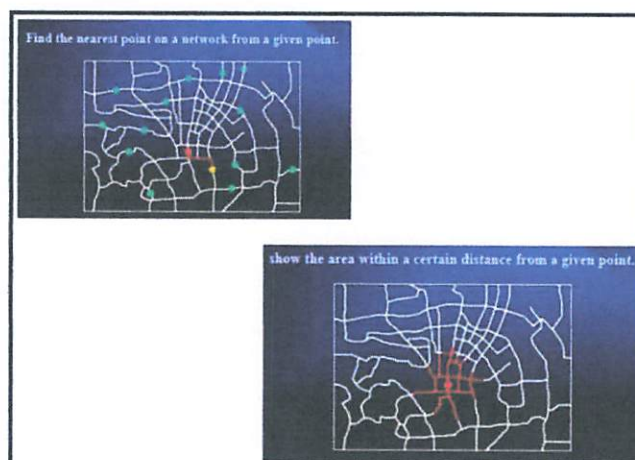
yaitu fungsi analisis yang akan menghasilkan unsur-unsur spasial (di dalam layer lain) yang bertipe *poligon* atau akan menghasilkan data spasial baru pada zone dengan jarak atau radius tertentu dari data spasial yang menjadi masukannya.



Gambar 2.21 *Buffer* (Sumber: Modul Konsep Analisis Spasial)

g. *Network*

yaitu analisis spasial mengenai pergerakan atau perpindahan suatu sumber daya (*resource*) dari suatu lokasi ke lokasi yang lainnya melalui unsur-unsur buatan manusia yang membentuk jaringan yang saling terhubung satu sama yang lainnya.



Gambar 2.22 *Network* (Sumber: Modul Konsep Analisis Spasial)

II.5 Longsor

Berikut akan dijelaskan secara rinci mengenai pengertian longsor, tipe, faktor penyebab serta klasifikasi tanah longsor.

2.5.1 Pengertian Longsor

Ada beberapa istilah yang dikenal untuk menyebut "longsoran" yaitu : gerak tanah (*mass wasting*), longsor tanah/longsor lahan, tanah longsor, slides, sliding, dan slipping. Diklat kuliah Geomorfologi yang diterbitkan oleh UPN Veteran Yogyakarta tahun 1991 menjelaskan gerakan tanah adalah suatu produk dari proses gangguan *keseimbangan* lereng yang mengakibatkan bergeraknya massa tanah dan batuan setempat/daerah yang lebih rendah.

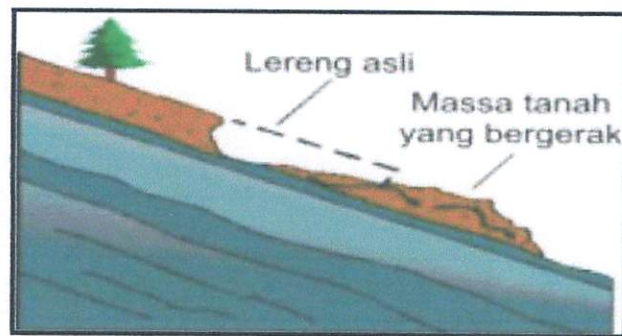
Pengertian tentang istilah longsor diatas memiliki satu kesamaan yaitu pergerakan massa tanah dalam jumlah yang besar. Pergerakan massa merupakan bentuk pencarian keseimbangan alam. Secara umum pergerakan massa tidak hanya terjadi pada tanah saja tetapi juga dapat terjadi pada batuan ataupun es. Longsoran massa sebenarnya bukanlah suatu bencana alam karena kejadiannya merupakan proses alami dalam mencari keseimbangan alam, tetapi longsoran massa tersebut akan menjadi sebuah bencana ketika menimbulkan berbagai kerugian bagi manusia.

2.5.2 Tipe Tanah Longsor

Tipe tanah longsor dapat dibagi menjadi beberapa tipe sebagai berikut:

1. Longsoran Translasi

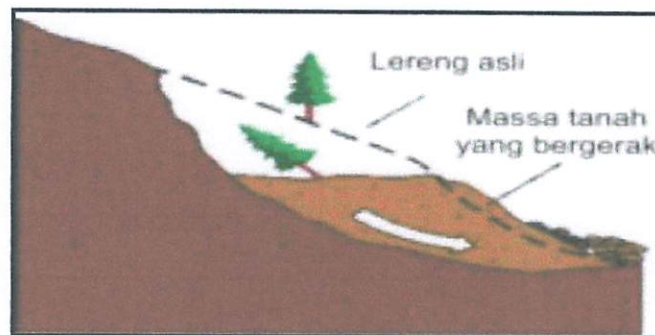
Longsoran translasi adalah ber-geraknya massa tanah dan batuan pada bidang gelincir berbentuk rata atau menggelombang landai.



Gambar 2.23 Longsor Translasi (Sumber: www.ibnurusydy.com)

2. Longsor Rotasi

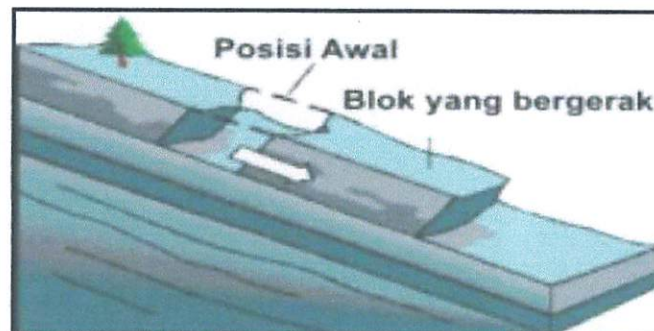
Longsor rotasi adalah Bergeraknya massa tanah dan batuan pada bidang gelincir berbentuk cekung.



Gambar 2.24 Longsor Rotasi (Sumber: www.ibnurusydy.com)

3. Pergerakan Blok

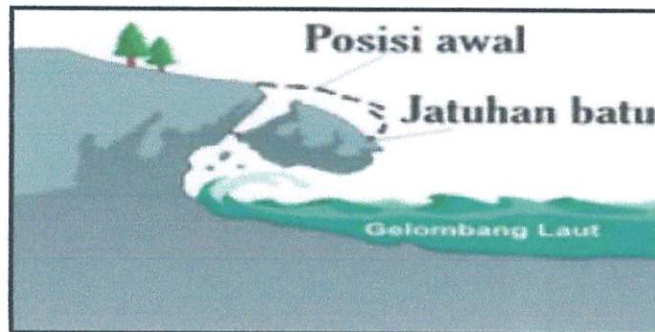
Pergerakan blok adalah perpindahan batuan yang bergerak pada bidang gelincir berbentuk rata. Longsor ini disebut juga longsor translasi blok batu.



Gambar 2.25 Pergerakan Blok (Sumber: www.ibnurusydy.com)

4. Runtuhan Batu

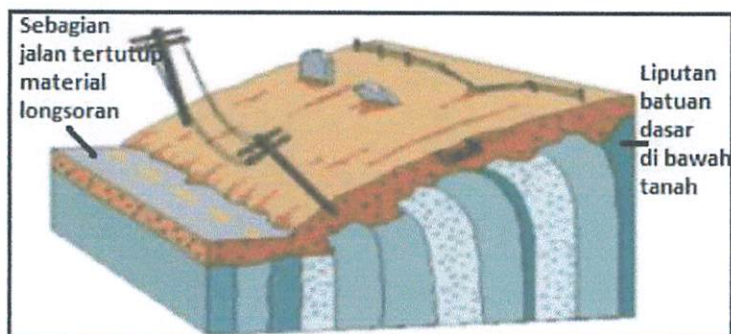
Runtuhan batu terjadi ketika sejumlah besar batuan atau material lain bergerak ke bawah dengan cara jatuh bebas. Umumnya terjadi pada lereng yang terjal hingga menggantung terutama di daerah pantai. Batu-batu besar yang jatuh dapat menyebabkan kerusakan yang parah.



Gambar 2.26 Runtuhan Batu (Sumber: www.ibnurusydy.com)

5. Rayapan Tanah

Rayapan tanah adalah jenis tanah longsor yang bergerak lambat. Jenis tanahnya berupa butiran kasar dan halus. Jenis tanah longsor ini hampir tidak dapat dikenali. Setelah waktu yang cukup lama longsor jenis rayapan ini bisa menyebabkan tiang-tiang telepon, pohon, atau rumah miring ke bawah.

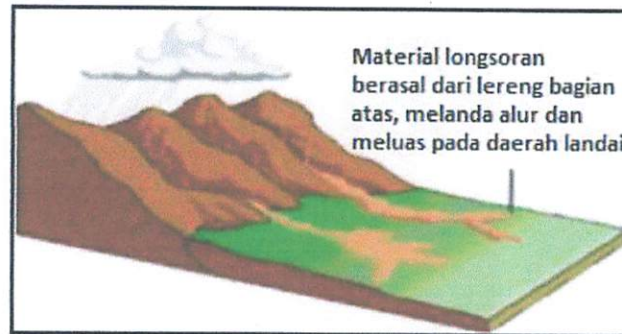


Gambar 2.27 Rayapan Tanah (Sumber: www.ibnurusydy.com)

6. Aliran Bahan Rombakan

Jenis tanah longsor ini terjadi ketika massa tanah bergerak didorong oleh air. Kecepatan aliran tergantung pada kemiringan lereng, volume dan tekanan air,

dan jenis materialnya. Gerakannya terjadi di sepanjang lembah dan mampu mencapai ratusan meter jauhnya. Di beberapa tempat bisa sampai ribuan meter seperti di daerah aliran sungai di sekitar gunung api. Aliran tanah ini dapat menelan korban cukup banyak.



Gambar 2.28 Aliran Bahan Rombakan (Sumber: www.ibnurusydy.com)

2.5.3 Faktor Penyebab Terjadinya Tanah Longsor

Kejadian longsor merupakan salah satu fenomena alam untuk mencari keseimbangan alam. Fenomena ini dapat disebabkan oleh berbagai faktor baik alam maupun kegiatan manusia. Berikut ini adalah faktor-faktor yang dapat menyebabkan terjadinya tanah longsor, yaitu:

1. Lereng memiliki pengaruh besar terhadap terjadinya longsor, komponen lereng yang digunakan untuk menentukan bahaya longsor kemiringan, bentuk, panjang, dan ketinggian. Komponen lereng sangat erat kaitannya dengan aspek grafitasi dan gaya geser sepanjang lereng.
2. Aspek kondisi lahan yang berpengaruh terhadap terjadinya longsor adalah penutupan lahan dan ada tidaknya penggalian tebing. Lahan yang berhutan lebih aman dari pada lahan yang dibudidayakan.
3. Tanah berpengaruh terhadap stabilitas lereng, yang ditentukan oleh aspek permeabilitas, tekstur, indeks platisitas, sudut gesek dalam, tekanan normal efektif, tekanan pori, dan kohesi.
4. Curah hujan memiliki keterkaitan yang erat dengan kejadian longsor. Pada saat air jatuh dengan cepat memasuki tubuh tanah, tekanan air pori yang tinggi cenderung

akan terbentuk dengan cepat yang mengakibatkan lereng yang labil. Longsor sering terjadi setelah kejadian hujan yang cukup lama dengan intensitas tinggi. (Imam Safroni, 2009).

2.5.4 Klasifikasi Tanah Longsor

Bencana tanah longsor yang kerap melanda di berbagai wilayah memang harus diwaspadai dan diantisipasi. Identifikasi dan klasifikasi terhadap daerah rawan bencana tanah longsor sangat penting agar masyarakat dapat mengetahui tingkat kerawanan longsor di lingkungannya sehingga dapat dilakukan tindakan untuk mengantisipasi serta kesiapsiagaan jika ada gejala bencana tersebut datang.

Pada penelitian ini akan dibuat peta klasifikasi daerah rawan bencana longsor yang dapat digunakan sebagai data dasar dalam pencegahan bencana. Dalam klasifikasi tanah longsor diperlukan beberapa parameter antara lain, (Purwadhi, 1997) :

1. Kelerengan
2. Jenis tanah
3. Curah hujan
4. Tutupan lahan
5. Geologi

Klasifikasi pada penelitian ini menggunakan 5 parameter yaitu: jenis tanah, curah hujan, kelerengan, tutupan lahan dan geologi.

Kriteria Pengharkatan Daerah Potensi Longsor:

Tabel 2.3 Klasifikasi dan Pengharkatan Kelerengan (Sumber: SK Mentan No. 837/Kpts/Um/11/1980)

No.	Kemiringan Lereng (%)	Klasifikasi	Skoring
1.	0 – 8 %	Datar	1
2.	8 – 15 %	Landai	2
3.	15 – 25 %	Agak Curam	3
4.	25 – 45 %	Curam	4
5.	> 45 %	Sangat Curam	5

Tabel 2.4 Klasifikasi dan Pengharkatan Jenis Tanah (Sumber: SK Mentan No. 837/Kpts/11/Um/1980)

No.	Jenis Tanah	Klasifikasi	Skoring
1.	a. Aluvial b. Tanah Glei c. Planosol d. Hidromorf Kelabu e. Laterik Air	Tidak Peka	1
2.	Latosol	Agak Peka	2
3.	a. Brown Forest Soil b. Non Calcic Brown c. Mediteran	Kurang Peka	3
4.	a. Andosol b. Laterik c. Grumosol d. Podsol e. Podsolik	Peka	4
5.	a. Regosol b. Litosol c. Organosol d. Renzina	Sangat Peka	5

Tabel 2.5 Klasifikasi dan Pengharkatan Curah Hujan (Sumber: SK Mentan No. 837/Kpts/11/Um/1980)

No.	Curah Hujan (mm/hari hujan)	Klasifikasi	Skoring
1.	< 13,6	Sangat Rendah	1
2.	13,6 – 20,7	Rendah	2
3.	20,7 – 27,7	Sedang	3
4.	27,7 – 34,8	Tinggi	4
5.	34,8 >	Sangat Tinggi	5

Tabel 2.6 Klasifikasi dan Pengharkatan Tutupan Lahan (Sumber: SK Mentan No. 837/Kpts/Um/1980)

No.	Jenis Penggunaan Lahan	Klasifikasi	Skoring
1.	Tutupan Awan	Tidak Peka	1
2.	Perairan	Agak Peka	2
3.	Vegetasi	Kurang Peka	3
4.	Pemukiman	Peka	4
5.	Lahan Kosong	Sangat Peka	5

Tabel 2.7 Klasifikasi dan Pengharkatan Geologi (Sumber: Sub. Direktorat Batubara, Provinsi Kalimantan Timur)

No.	Jenis Batuan	Klasifikasi	Skoring
1.	Balikpapan Formation	Sangat Kompak	1
2.	Kampungbaru Formation	Keras / Kompak	2
3.	Bebuluh Formation	Cukup Keras	3
4.	Palaubalang Formation	Lunak	4
5.	Alluvial Deposits	Sangat Lunak	5

II.6 Pembobotan Skoring Parameter Kerawanan Bencana Tanah Longsor

Berdasarkan BM Sukojo (2014), masing-masing indikator tingkat kerawanan berdasarkan aspek fisik alami diberikan bobot indikator: 15% untuk kemiringan, 20% untuk jenis tanah, 20% untuk batuan/geologi penyusun, 30% untuk curah hujan, dan 15% untuk tutupan lahan.

Dari skoring dan bobot parameter yang ada maka akan dilakukan analisis menggunakan system informasi geografis yang kemudian skor dan bobot akan dikalkulasikan untuk memperoleh total skor. Adapun perhitungan tersebut dapat menggunakan rumus berikut:

$$PL = (P1*B1) + (P2*B2) + (P3*B3) + (P4*B4) + (P5*B5)$$

Keterangan:

- PL : total skor potensi longsor
- P1 : skor parameter 1 (Tutupan Lahan)
- P2 : skor parameter 2 (Jenis tanah)
- P3 : skor parameter 3 (Kelerengan)
- P4 : skor parameter 4 (Curah Hujan)
- P5 : skor parameter 5 (Geologi)
- B1 : faktor bobot parameter 1
- B2 : faktor bobot parameter 2
- B3 : faktor bobot parameter 3
- B4 : faktor bobot parameter 4
- B5 : faktor bobot parameter 5

Maka:

$$PL = (P1*15\%) + (P2*20\%) + (P3*15\%) + (P4*30\%) + (P5*20\%)$$

Menurut BM Sukojo (2014) dari kelima parameter tersebut di atas akan dikelaskan menjadi 4 kelas kerawanan maka dapat ditentukan jarak (interval) nilai skor kerawanan longsor yaitu:

1. Aman
2. Rawan
3. Sangat Rawan

dengan rumus:

$$\text{Jarak (interval) kelas} = \frac{\text{Nilai Maximum} - \text{Nilai Minimum}}{\text{total kelas}}$$

(Sumber: BM Sukojo, 2014)

$$\begin{aligned} \text{Jarak (interval) nilai kelas} &= \frac{4.35 - 1.15}{3} \\ &= 1.07 \end{aligned}$$

Dengan kelas interval (1.07) inilah maka klasifikasi tingkat kerawanan bencana tanah longsor di Kota Samarinda adalah sebagai berikut:

- 1) Daerah yang tidak rawan longsor di Kota Samarinda jika mempunyai nilai total skor ≤ 2.5
- 2) Daerah yang rawan longsor di Kota Samarinda jika mempunyai nilai skor ≥ 2.6 s/d ≤ 3.6
- 3) Daerah yang sangat rawan longsor di Kota Samarinda jika mempunyai total skor ≥ 3.7

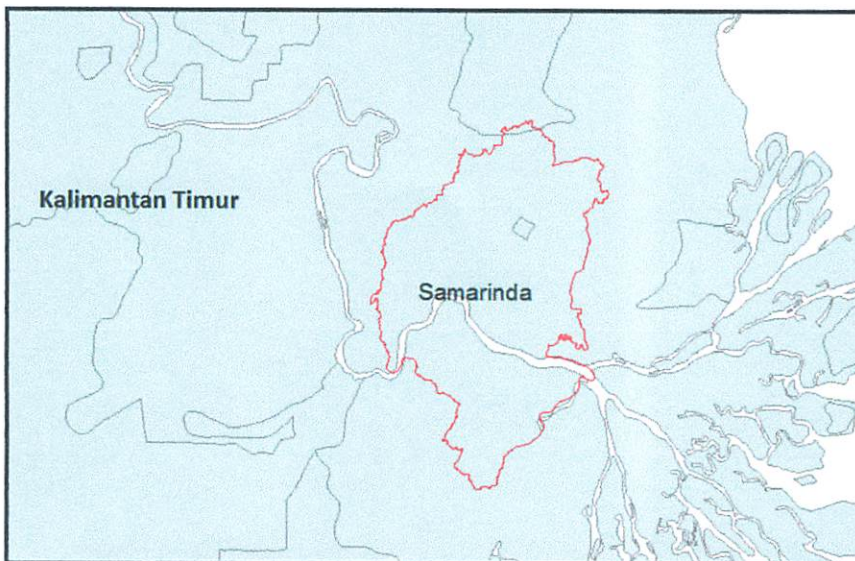
(Sumber: BM Sukojo, 2014)

BAB III METODE PENELITIAN

III.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian terletak di Kota Samarinda Provinsi Kalimantan Timur yang secara geografis terletak pada $117^{\circ}03'00''$ – $117^{\circ}18'14''$ Bujur Timur dan $00^{\circ}19'02''$ – $00^{\circ}42'34''$ Lintang Selatan dengan luas wilayah 719 km^2 . Kota Samarinda secara administratif memiliki 10 kecamatan yakni Kecamatan Palaran, Samarinda Ilir, Samarinda Seberang, Samarinda Kota, Loa Janan Ilir, Sambutan, Sungai Pinang, Sungai Kunjang, Samarinda Ulu dan Samarinda Utara, serta terdiri atas 53 kelurahan. Batas wilayah Kota Samarinda adalah:

- Utara : Kecamatan Muara Badak Kabupaten Kukar
- Timur : Kecamatan Anggana dan Sanga-Sanga (Kabupaten Kutai Kartanegara)
- Selatan : Kecamatan Loa Janan, Kabupaten Kutai Kartanegara
- Barat : Kecamatan Muara Badak, Tenggarong Seberang (Kabupaten Kutai Kartanegara)



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian

III.2 Persiapan Penelitian

Persiapan penelitian ini meliputi pengumpulan data penelitian dan persiapan alat-alat yang akan digunakan.

3.2.1 Data Penelitian

Adapun data yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

1. Citra Landsat 8 Kota Samarinda Rekaman Tahun 2016
2. Citra Landsat 8 Kota Samarinda Rekaman Tahun 2015
3. Peta Batas Administrasi Kota Samarinda, Skala 1 : 25000
4. Peta Jenis Tanah Kota Samarinda, Skala 1 : 25000 Tahun 2013
5. Peta Kelerengan Kota Samarinda, Skala 1 : 25000 Tahun 2013
6. Peta Curah Hujan Kota Samarinda, Skala 1 : 25000 Tahun 2013
7. Peta Geologi Kota Samarinda, Skala 1 : 25000 Tahun 2013

3.2.2 Alat yang Digunakan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini dibagi menjadi dua macam yaitu perangkat keras dan perangkat lunak.

3.2.2.1 Perangkat Keras (*Hardware*)

Perangkat keras yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

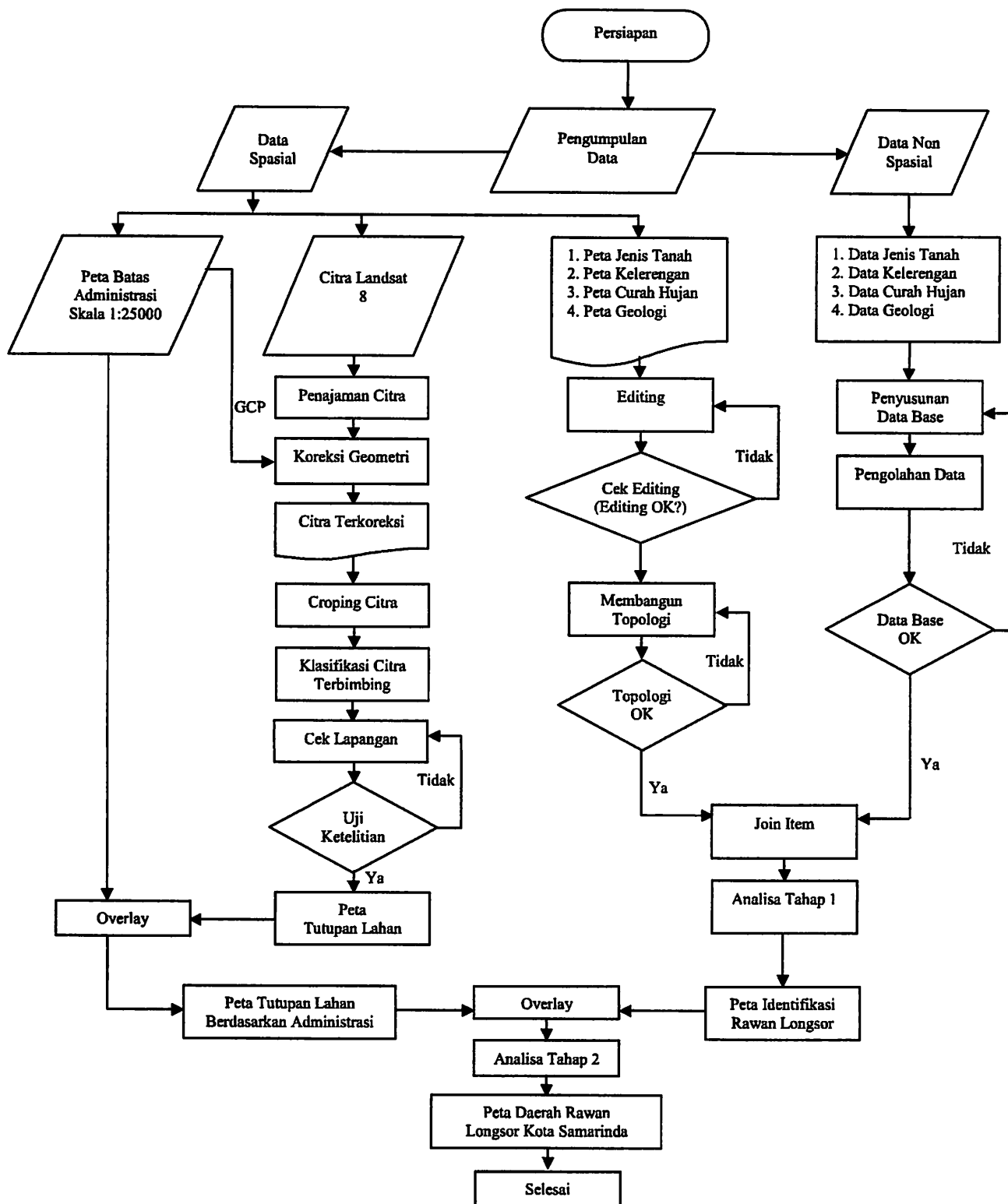
1. *GPS Handheld Garmin 60CSX;*
2. *Laptop (Prosesore Intel Core i3 atau sejenisnya);*
3. *Mouse;*
4. *Printer.*

3.2.2.2 Perangkat Lunak (*Software*)

Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

1. *ER Mapper 7.0;*
2. *ArcMap 10;*
3. *Microsoft Word 2007;*
4. *Mocrosoft Excel 2007.*

III.3 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian

Keterangan diagram alir penelitian:

1. Persiapan meliputi kegiatan pengumpulan data spasial dan data raster (citra Landsat 8), data *vector* (Peta Rupa Bumi Indonesia Digital, Peta Jenis Tanah, Peta Kelerengan, Peta Curah Hujan, Peta Geologi), dan data non spasial (data jenis tanah, kelerengan, curah hujan, geologi), persiapan perangkat keras dan perangkat lunak.
2. Penajaman citra yaitu proses peningkatan kualitas visual citra.
3. Melakukan koreksi geometrik dengan menggunakan data peta referensi pada citra Landsat 8. Dimana koreksi geometrik merupakan proses rektifikasi citra menggunakan peta vektor sebagai acuan untuk mendapatkan koordinat geografi yang benar.
4. *Cropping* atau pemotongan citra bertujuan untuk memperkecil cakupan area yang akan diolah dan dianalisis.
5. Menentukan area sampel pada citra Landsat 8.
6. Melakukan klasifikasi digital untuk pemetaan tutupan lahan dengan *Klasifikasi Maximum Likelihood*. Metode klasifikasi yang digunakan yaitu klasifikasi terbimbing atau terawasi dimana pada tahap ini dilakukan identifikasi piksel-piksel yang terdapat pada citra melalui training area. Training area sendiri diperoleh dari survei lapangan.
7. Melakukan cek lapangan dengan data hasil klasifikasi pemetaan tutupan lahan.
8. Tumpang susun peta tematik tutupan lahan Kota Samarinda dengan peta digital batas administrasi sehingga didapat Peta Tutupan Lahan Berdasarkan Administrasi Kota Samarinda.
9. *Editing* merupakan proses perbaikan hasil digitasi Peta Jenis Tanah, Peta Kelerengan, Peta Curah Hujan dan Peta Geologi.
10. Membangun topologi dari hasil *editing*.
11. Join item atau penggabungan Peta Jenis Tanah, Peta Kelerengan, Peta Curah Hujan dan Peta Geologi dengan data base jenis tanah, kelerengan, dan curah hujan dan geologi.
12. Analisa tahap 1 yaitu dilakukan scoring dan analisis untuk memperoleh Peta Identifikasi Rawan Longsor.

13. *Overlay* atau tumpang susun Peta Tutupan Lahan Berdasarkan Administrasi Kota Samarinda dengan Peta Identifikasi Rawan Longsor Kota Samarinda (hasil *overlay* Peta Jenis Tanah, Peta Kelerengan, Peta Curah Hujan dan Peta Geologi) menjadi Peta Daerah Rawan Tanah Longsor Kota Samarinda.
14. Analisa tahap 2 dilakukan *scoring* dan analisis untuk memperoleh Peta Daerah Rawan Longsor Kota Samarinda.
15. Diperoleh Peta Daerah Rawan Longsor Kota Samarinda.
16. Selesai.

III.4 Persiapan

Tahap persiapan meliputi orientasi objek penelitian, alat dan metode yang akan digunakan, penyusunan rencana kerja dan konsultasi pembimbing serta pengumpulan data-data yang diperlukan. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder.

3.4.1 Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh secara langsung di lapangan. Dalam penelitian ini yang berupa data primer yaitu data koordinat titik sampel yang diambil secara purposif mewakili jenis tutupan lahan yang akan diklasifikasi yakni tutupan vegetasi, pemukiman, perairan dan lahan kosong.

3.4.2 Data Sekunder

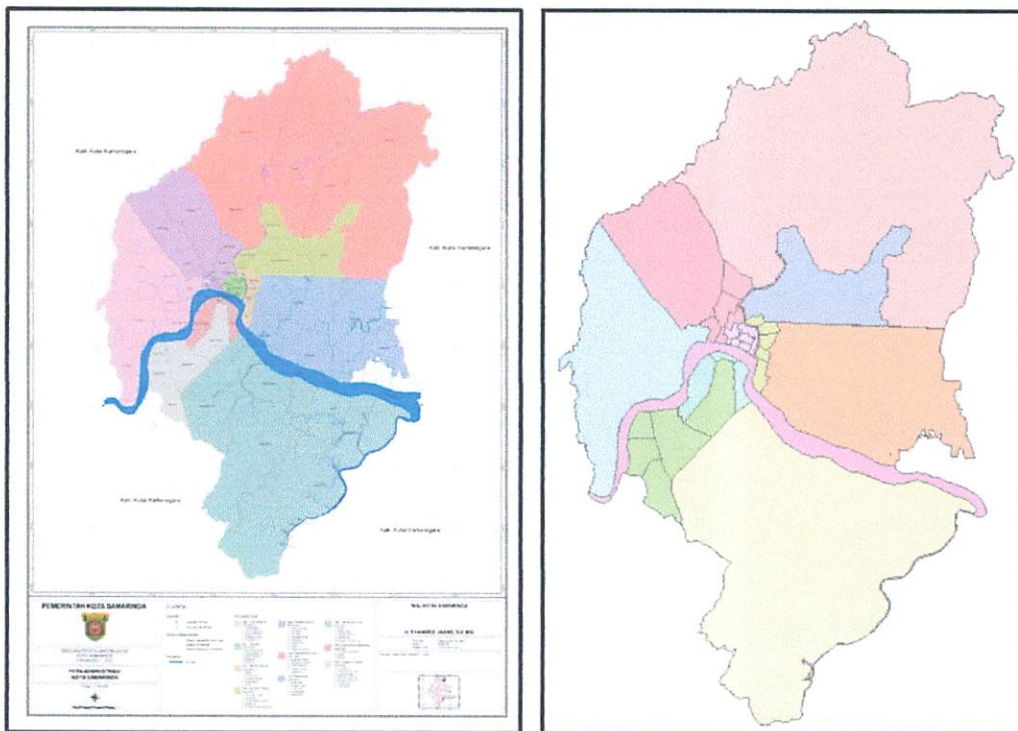
Data sekunder merupakan data pendukung data primer yang digunakan dalam penelitian dan perolehannya tidak secara langsung. Dalam penelitian ini yang berupa data sekunder yaitu peta batas administrasi Kota Samarinda yang diperoleh dari Badan Pertanahan Nasional Provinsi Kalimantan Timur, data kelerengan, jenis tanah, curah hujan, tutupan lahan dan geologi Kota Samarinda yang diperoleh dari berbagai sumber yang berbeda. Serta citra satelit *Landsat path/row* 116/60 yang diperoleh dengan cara *men-download* di situs www.usgs.gov secara gratis.

III.5 Pengolahan Data

Berikut akan dijabarkan proses pengolahan data dalam penelitian ini.

3.5.1 Batas Administrasi Kota Samarinda

Batas administrasi Kota Samarinda merupakan salah satu data yang digunakan dalam penelitian ini yang berguna untuk mengetahui batasan daerah penelitian atau pengamatan dan analisis. Peta administrasi Kota Samarinda dapat diperoleh dengan cara mendigitasi dari peta RBI (Rupa Bumi Indonesia). Namun disini yang digunakan oleh peneliti yaitu peta jadi yang sudah berbentuk batas administrasi Kota Samarinda yang diperoleh dari Badan Pertanahan Nasional (BPN) Provinsi Kalimantan Timur.



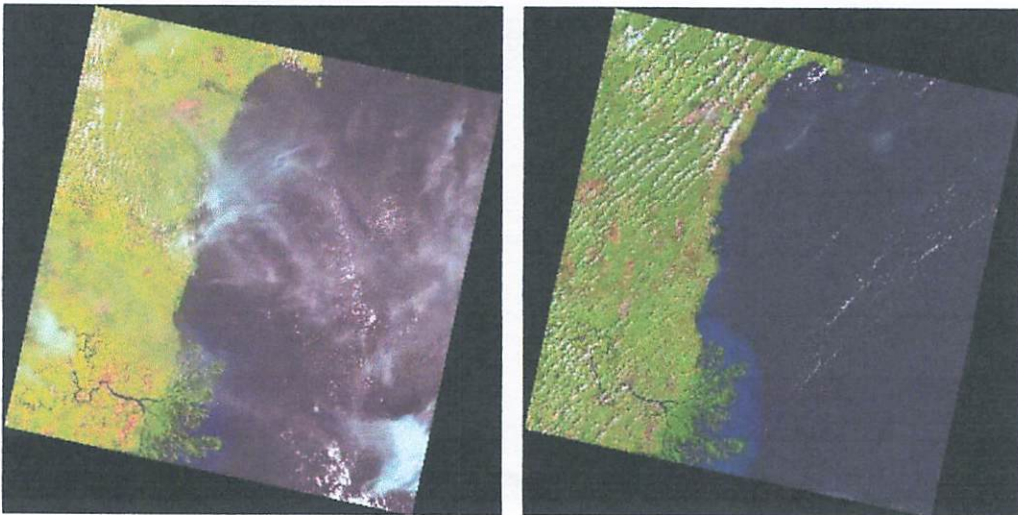
Gambar 3.3 Peta Administrasi Kota Samarinda dalam bentuk gambar (kiri) dan Batas Administrasi Kota Samarinda dalam bentuk vektor (kanan)

3.5.2 Citra Satelit Landsat

Pada tahap ini dilakukan observasi untuk memilih citra yang akan digunakan. Citra yang akan digunakan dipilih yang memiliki kualitas cukup baik. Sebuah

citra dianggap memiliki kualitas cukup baik apabila citra tersebut memiliki liputan awan seminimal mungkin atau dengan kata lain, maksimal liputan awan pada citra yang akan digunakan yaitu tidak boleh lebih dari 10% areal pengamatan. Citra yang digunakan dalam penelitian ini yaitu citra satelit Landsat *path/row* 116/60 liputan Januari 2015 dan Januari 2016.

Dalam penelitian ini digunakan 2 (dua) citra yaitu untuk meminimalisir tutupan awan. Meskipun demikian citra utama yang digunakan adalah citra yang *update* yaitu citra liputan Januari 2016. Sedangkan citra liputan Januari 2015 digunakan sebagai citra penambal. Adapun pemerolehan citra satelit Landsat 8 ini dilakukan dengan cara mendownload secara gratis di situs web www.usgs.gov.



Gambar 3.4 Citra Landsat 8 liputan Januari 2015 (kiri) dan Citra Landsat 8 liputan Januari 2016 (kanan)

3.5.3 Penajaman Citra

Penajaman citra atau biasa disebut dengan transformasi ini digunakan dalam meningkatkan kontras warna dan cahaya pada suatu citra. Proses ini dilakukan untuk mempermudah dalam proses interpretasi dan analisis citra. Penajaman kontras dalam citra merupakan cara untuk memperbaiki tampilan dengan memaksimalkan kontras antara pencahayaan dan penggelapan atau menaikkan

dan merendahkan harga suatu data citra. Proses penajaman citra dilakukan untuk mempermudah pengguna dalam menginterpretasikan obyek-obyek yang ada pada tampilan citra.

3.5.3.1 Penggabungan Band Citra Satelit Landsat 8

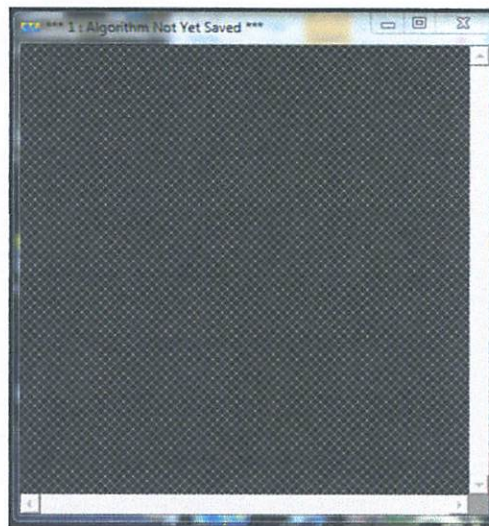
Sebelum dilakukan proses penajaman citra, perlu terlebih dahulu dilakukan penggabungan band-band citra satelit Landsat yang sudah *download* tersebut. Dalam penelitian ini semua proses pengolahan citra dilakukan menggunakan *software ER Mapper*. Langkah-langkahnya sebagai berikut:

- 1) Buka *software ER Mapper 7.0* maka akan nampak tampilan seperti di bawah ini.



Gambar 3.5 Tampilan menu utama *software ER Mapper 7.0*

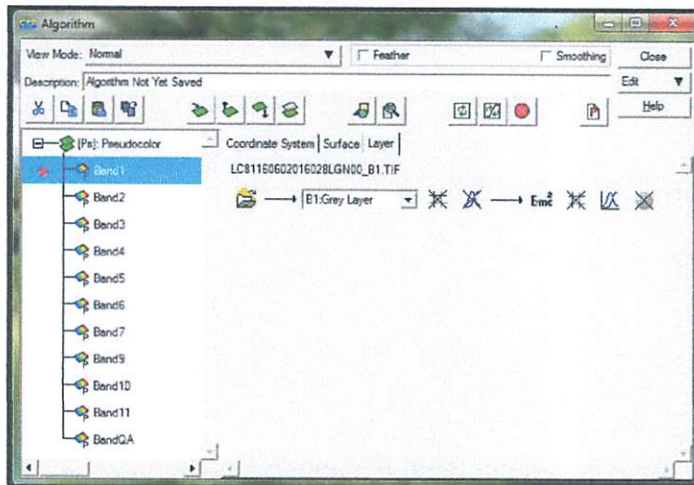
- 2) Klik icon *New* untuk membuka lembar kerja baru.



Gambar 3.6 Lembar kerja baru pada *software ER Mapper 7.0*

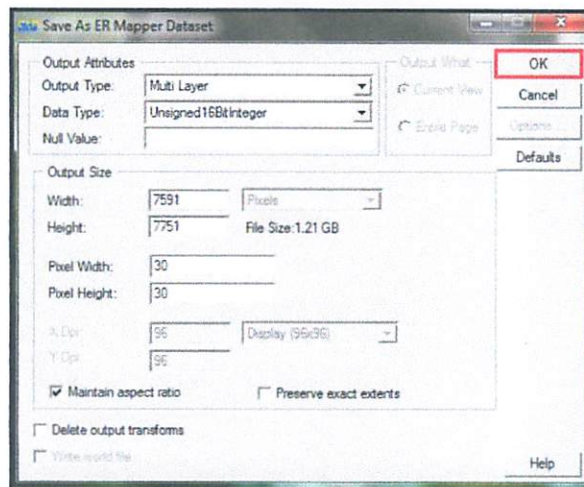
- 3) Klik icon *Edit Algorithm*, kemudian *Load Dataset*. Akan tampil jendela *Raster Dataset*, pilih band citra yang akan dibuka kemudian klik *OK*.

- 4) Tambahkan lagi layer hingga berjumlah 12 (dua belas) layer kemudian lakukan *Load Dataset* seperti langkah sebelumnya dengan tiap layer berurutan band1, band2, band3, dan seterusnya.
- 5) Ubah nama layer sesuai band yang disertakan pada tiap layer yang ada.



Gambar 3.7 Jendela *Algorithm* untuk mengontrol layer

- 6) Simpan file dengan memilih *Save As*.
- 7) Akan muncul jendela *Save As ER Mapper Dataset*. Pada *Output Tipe* pilih *Multi Layer* dengan *Pixel Width* dan *Pixel Height*-nya 30, lalu pilih OK.



Gambar 3.8 Jendela *Save As ER Mapper Dataset*

3.5.3.2 Pansharpening

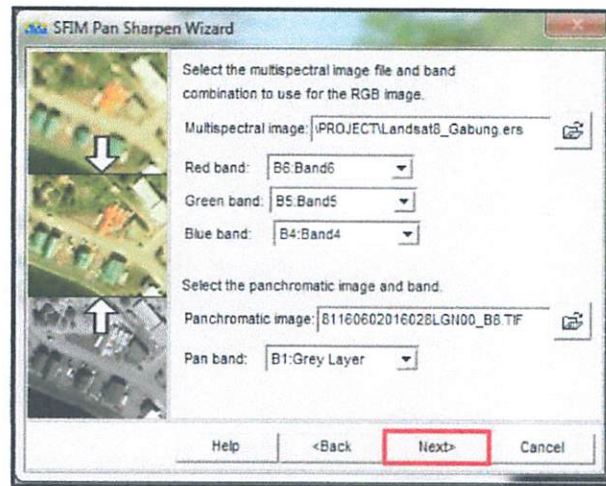
Setelah penggabungan band-band citra, langkah selanjutnya yaitu melakukan proses *pansharpening*. Karena penajaman citra dilakukan dengan tujuan mempermudah pengguna dalam menginterpretasikan obyek-obyek yang ada pada tampilan citra, maka dibutuhkan detail yang lebih pada citra agar mudah diinterpretasi. Maka perlu dilakukannya proses *pansharpening*. Langkah-langkahnya sebagai berikut:

- 1) Buka *software ER Mapper*, pada menu *Toolbars* pilih *ESG ColorEnhance* maka tampilan *ER Mapper* akan nampak seperti di bawah ini.



Gambar 3.9 Tampilan *ER Mapper 7.0* setelah aktif *Tool ESG ColorEnhance*

- 2) Pada *toolbar ColorEnhance* pilih menu *SFIM Pan Sharpen Wizard*, akan muncul jendela *SFIM Pan Sharpen Wizard*. Lalu pilih *A single multi-band image file* kemudian *Next*.
- 3) Tampilan jendela *SFIM Pan Sharpen Wizard* akan nampak seperti gambar di bawah. Pada *Multispectral image* pilih file citra yang akan dipansharpen. Pada *Red band*, *Green band*, *Blue band* isi dengan band yang akan kita kompositkan untuk band RGB. Disini peneliti menggunakan komposit band 6, 5, 4 karena dianggap paling mendekati warna atau kenampakan yang sesungguhnya. Lalu pada *Panchromatic image* pilih band *panchromatic* dengan resolusi 15m x 15m yang akan digunakan sebagai acuan proses *pansharpening*. Disini yang digunakan yaitu band 8. Setelah semua terisi dengan benar lalu pilih *Next*.



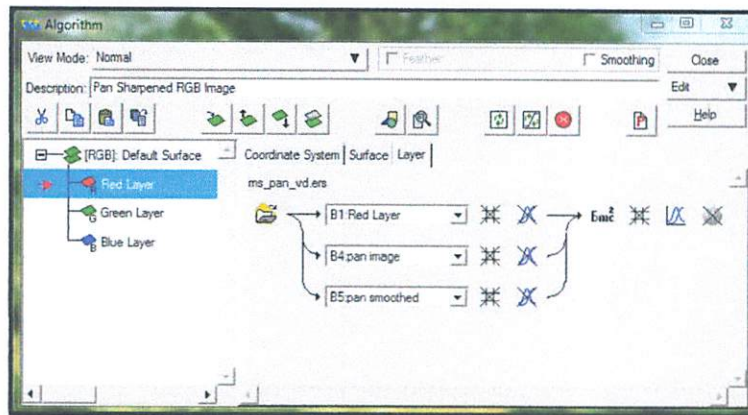
Gambar 3.10 Jendela *SFIM Pan Sharpen Wizard*

- 4) Selanjutnya pilih *Create RGB image now* untuk menyimpan hasil pansharp dalam bentuk RGB, lalu *Next*.
- 5) Klik *Apply 99 percent stretch* untuk mencerahkan rona atau warna dari citra hasil pansharp, lalu *Next*.
- 6) Langkah terakhir pilih *Red Green Blue (RGB)*, lalu *Next* dan *Finish*.
- 7) Perbedaan citra sebelum dan sesudah proses *pansharpening* dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 3.11 Citra sebelum *pansharpening* (kiri) dan citra setelah *pansharpening* (kanan)

- 8) Sedangkan penggabungan band dapat dilihat pada jendela *Algorithm* seperti pada gambar di bawah ini.



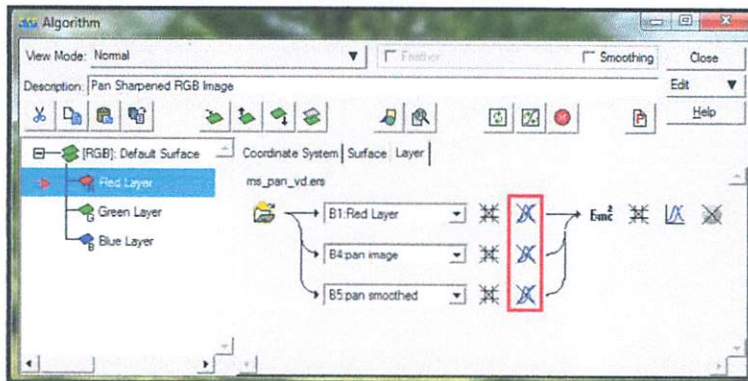
Gambar 3.12 Jendela *Algorithm* hasil *pansharpening*

3.5.3.3 Koreksi Radiometrik

Setelah dilakukan proses *pansharpening*, langkah selanjutnya yaitu koreksi radiometrik. Koreksi radiometrik merupakan tahap awal pengolahan data sebelum analisis dilakukan untuk suatu tujuan, misalnya untuk identifikasi liputan lahan pertanian. Proses koreksi radiometrik mencakup koreksi efek-efek yang berhubungan dengan sensor untuk meningkatkan kontras (*enhancement*) setiap piksel (*picture element*) dari citra, sehingga objek yang terekam mudah diinterpretasikan atau dianalisis untuk menghasilkan data/informasi yang benar sesuai dengan keadaan lapangan.

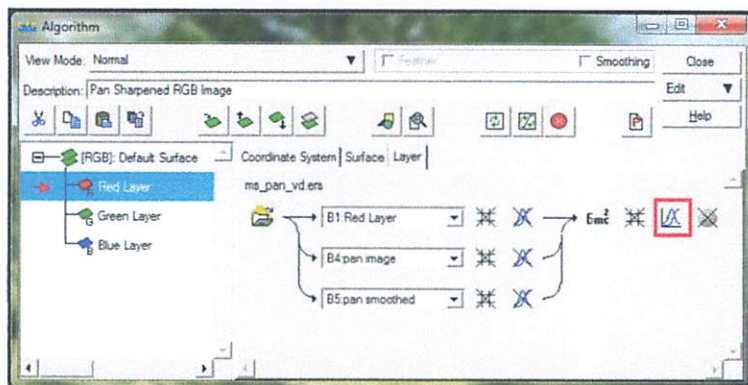
Adapun langkah-langkah proses koreksi *radiometric* adalah sebagai berikut:

- 1) Buka *software ER Mapper 7.0* lalu klik *New* untuk membuka lembar kerja baru.
- 2) Klik icon *Edit Algorithm*, kemudian *Load Dataset*, pilih file yang akan dilakukan koreksi radiometrik. Disini yaitu citra hasil *proses pansharpening*.
- 3) Setelah dibuka, klik *Edit Algorithm* maka akan muncul jendela *Algorithm*.
- 4) Perhatikan gambar di bawah ini. Tampilan seperti di gambar merupakan tampilan sebelum citra dikoreksi radiometrik.



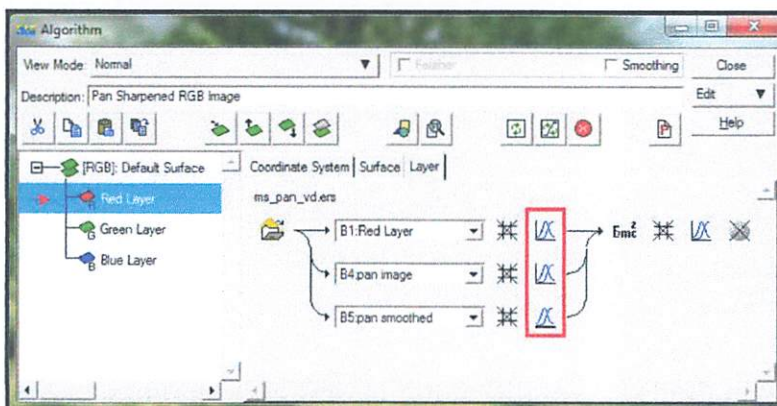
Gambar 3.13 Jendela *Algorithm* sebelum proses koreksi radiometrik

- 5) Klik *Edit Transform Limits* sebelah kanan, ganti nilai yang ada menjadi 0 sampai 255. Lakukan langkah ini pada semua band.



Gambar 3.14 *Edit Transform Limits* sebelah kanan

- 6) Klik *Edit Transform Limits* sebelah kiri, klik *Creat default linear transform*. Lakukan langkah ini pada semua band pula.
- 7) Setelah proses koreksi radiometrik, tampilan jendela *Algorithm* tampak seperti gambar di bawah ini lalu simpan.



Gambar 3.15 Jendela *Algorithm* setelah proses koreksi radiometrik

3.5.4 Koreksi Geometrik

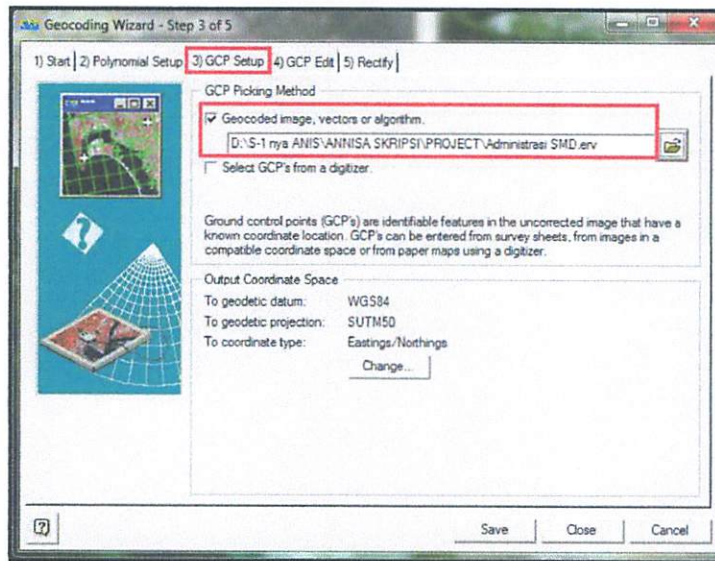
Citra satelit biasanya mengandung distorsi *geometris*. Salah satu cara untuk mengoreksi distorsi *geometris* ini adalah dengan menggunakan titik-titik kontrol lapangan (*Ground Control Point/GCP*). GCP adalah suatu titik pada permukaan bumi yang sudah diketahui koordinatnya.

Syarat pemilihan titik kontrol lapangan/GCP adalah:

1. Tersebar merata di seluruh citra.
2. Relatif permanen, tidak berubah dalam kurun waktu yang pendek.

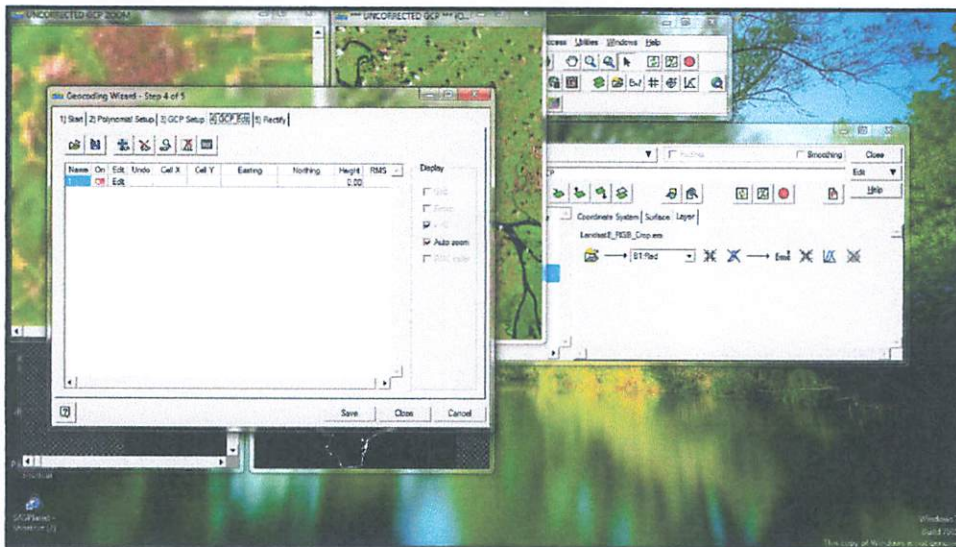
Sebelum melakukan koreksi geometrik, sebaiknya citra dipotong untuk memperkecil cakupan area dan mempermudah proses koreksi geometrik. Pemotongan citra ini dilakukan hanya untuk memperkecil cakupan area dan tidak langsung dalam bentuk Kota Samarinda. Langkah-langkahnya sebagai berikut:

- 1) Buka citra yang akan dipotong di *software ER Mapper* yang sudah dibuka sebelumnya.
- 2) Perbesar hingga area yang akan dipotong menggunakan *Zoom Box Tool*.
- 3) Simpan citra menggunakan *Save As*.
- 4) Buka citra yang sudah dipotong tadi.
- 5) Pilih menu *Process, Geocoding Wizard* lalu pilih 1) *Start*, pada *Input File* pilih file yang akan dikoreksi *geometric*, pada *Geocoding Type* pilih *Polynomial*.
- 6) Selanjutnya 2) *Polynomial Setup*, pilih *Linear* pada *Polynomial Order*.
- 7) Pada 3) *GCP Setup*, pada *GCP Picking Method* beri tanda centang pada *Geocoding image, vectors or algorithm*, pilih file referensi, atur datum, sistem proyeksi dan tipe koordinat yang akan di gunakan pada *Output Coordinat Space*.



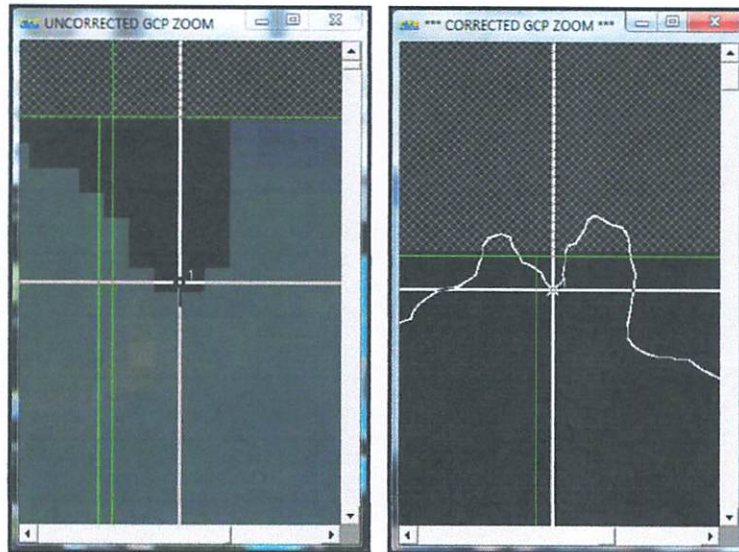
Gambar 3.16 Window Geocoding Wizard Step 3

- 8) Selanjutnya langkah ke 4) *GCP Edit* akan muncul tampilan seperti pada gambar di bawah. *Minimize* jendela *UNCORRECTED GCP (OVERVIEW ROAM geolink)* dan *CORRECTED GCP (OVERVIEW ROAM geolink)* kemudian letakkan jendela *UNCORRECTED GCP ZOOM* dan *CORRECTED GCP ZOOM* berdampingan untuk mempermudah koreksi.



Gambar 3.17 Window Geocoding Wizard Step 4

- 9) Buat GCP pada jendela *UNCORRECTED GCP ZOOM* kemudian klik pula pada jendela *CORRECTED GCP ZOOM* dengan lokasi yang sama sebagai referensi.



Gambar 3.18 Jendela *UNCORRECTED GCP ZOOM* (kiri) dan *CORRECTED GCP ZOOM* (kanan)

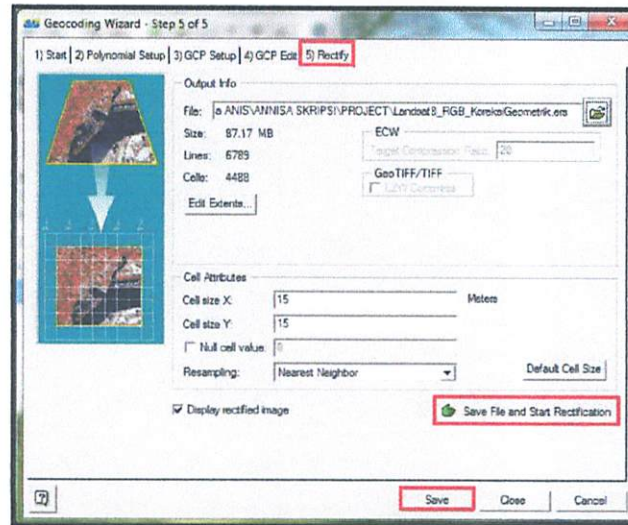
- 10) Buat lagi GCP untuk memperbanyak referensi maka jendela *Geocoding Wizard – Step 4 to 5* sebagai berikut.

Name	On	Edit	Undo	Cell X	Cell Y	Easting	Northing	Height	RMS
1	On	Edit	Undo	655.04	6.69	524377.31E	-35913.99N	0.00	0.10
2	On	Edit	Undo	126.80	392.65	508241.06E	-47380.53N	0.00	0.12
3	On	Edit	Undo	28.95	719.92	505312.57E	-57185.87N	0.00	0.14
4	On	Edit	Undo	403.39	110.85	516535.14E	-39333.97N	0.00	0.03
5	On	Edit	Undo	295.81	1073.59	513301.32E	-67786.48N	0.00	0.19
6	On	Edit	Undo	453.56	1454.48	519316.10E	-79214.75N	0.00	0.25
7	On	Edit	Undo	638.31	1161.11	525363.62E	-70419.29N	0.00	0.16
8	On	Edit	Undo	863.04	741.51	530302.61E	-57935.21N	0.00	0.20
9	On	Edit	Undo	900.24	454.67	531416.31E	-49544.50N	0.00	0.09
10	On	Edit	Undo	915.83	151.85	531889.58E	-40166.52N	0.00	0.00

Gambar 3.19 Jendela *Geocoding Wizard* yang berisi nilai GCP

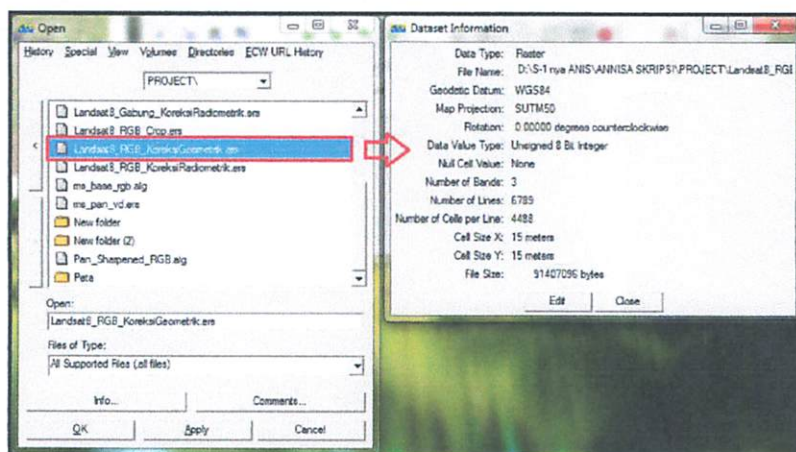
- 11) Melakukan perbaikan pada GCP dengan nilai RMS (*root mean square*) yang masih tinggi hingga mendapatkan nilai minimum yang berarti nilai *error* titik/GCP rendah.

- 12) Apabila telah mendapatkan sejumlah titik yang mewakili dan dianggap sudah cukup baik dalam hal ini nilai RMSnya sudah cukup rendah, maka klik *Save* untuk menyimpan file GCP tersebut.
- 13) Pilih 5) *Rectify*, tentukan penyimpanan file pada *dialog box File* yang terdapat pada *Output Info*, pada *Cell Attributes* atur *Cell size X: 15* dan *Cell size Y: 15* lalu klik *Save File and Start Rectification* kemudian *Save*.



Gambar 3.20 Window Geocoding Wizard Step 4

- 14) Informasi hasil koreksi *geometric* akan tersimpan dan dapat dilihat pada info data citra tersebut seperti pada gambar di bawah ini. Pada *Geodetic Datum* dan *Map Projection* sudah terisi dengan benar.

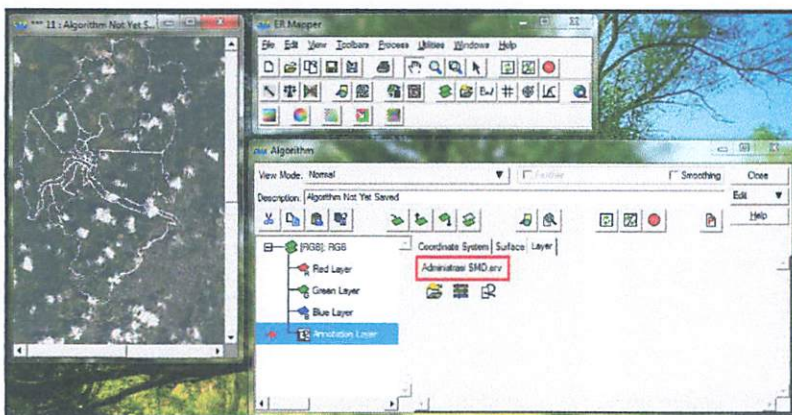


Gambar 3.21 Informasi dari citra yang sudah dikoreksi geometrik

3.5.5 Cropping Citra

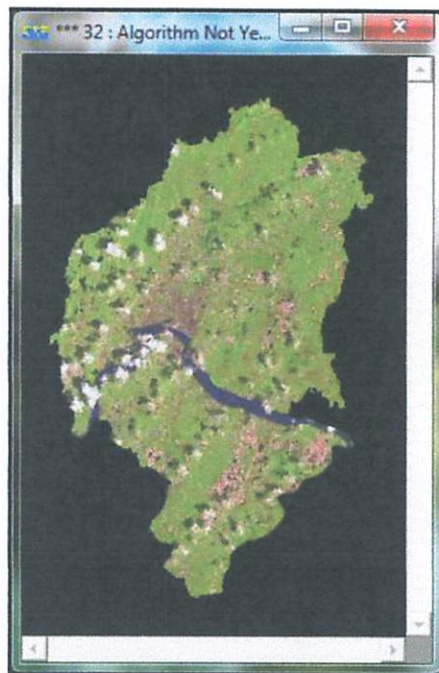
Untuk memotong citra sesuai dengan areal yang diinginkan dalam hal ini wilayah Kota Samarinda, maka dibutuhkan batas administrasi Kota Samarinda yang akan dijadikan acuan untuk memotong citra. Pembuatan batas administrasi ini dapat dilakukan di *software ArcMap* dan dibuat dalam bentuk poligon. Sementara langkah-langkah pemotongan citra pada *software ER Mapper* adalah sebagai berikut:

- 1) Buka *software ER Mapper*.
- 2) Langkah pertama yaitu meng-*import* file *shapefile* administrasi Kota Samarinda terlebih dahulu. Pilih *Utilities, Import Vector and GIS Formats, ESRI Shapefile* lalu *Import*. Pilih file *shapefile* tadi sebagai *Import File*-nya lalu tuliskan *Output Dataset Name*-nya misalnya, "Batas_Samarinda". *Setting* pula datum dan sistem proyeksinya. Untuk wilayah Kota Samarinda menggunakan datum / *Geodetic Datum*-nya WGS84 dan proyeksi peta/*Map Projection*-nya SUTM50.
- 3) File vektor tersebut yang akan digunakan untuk memotong citra. Untuk menampalkannya, buka terlebih dahulu citra yang sudah disimpan tadi kemudian atur tatanan dan tampilan layer seperti langkah sebelum disimpan.
- 4) Pada *window Algorithm* klik *Edit, Add Vector Layer, Annotation/Map Composition*.
- 5) Pada *Annotation Layer* masukkan data *vector* yang sudah di-*import* sebelumnya. Maka data *vector* dan citra akan saling bertampalan seperti pada gambar di bawah ini.



Gambar 3.22 Citra dan vektor yang saling bertampalan

- 6) Klik *Annotate Vector Layer* maka akan muncul *window Tools*.
- 7) Klik *Save As*, pilih *Raster Region*, *OK*. Kemudian *region* akan tersimpan dengan nama "*Region_0*".
- 8) Sorot layer *Red Layer* kemudian klik *Edit Formula* pada *window Algorithm*.
- 9) Akan muncul *window Formula Editor*, pilih *Standard*, *Inside region polygon test*. Pilih *Regions* dan pada *REGION1* pilih "*Region_o*" kemudian klik *Close*. Lakukan hal sama pada band lainnya.
- 10) Setelah langkah di atas selesai dilakukan, citra akan terpotong sesuai batas administrasi Kota Samarinda yang sudah ditampilkan. Kemudian simpan citra tersebut.
- 11) Untuk melihat hasilnya, kita dapat membuka citra Samarinda yang sudah disimpan tadi. Citra akan nampak seperti di bawah ini.



Gambar 3.23 Citra hasil *cropping*

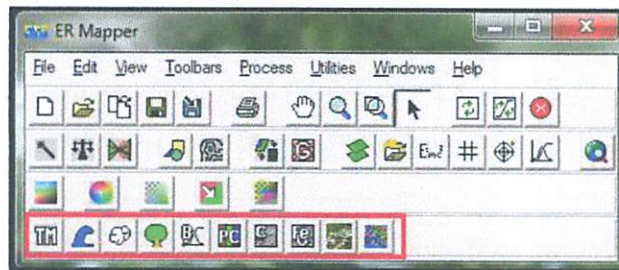
3.5.6 Perbaikan Tutupan Awan

Perbaikan tutupan awan dilakukan untuk meminimalisir tutupan awan pada citra satelit yang akan diolah atau dianalisis. Adapun proses perbaikan tutupan awan ini meliputi 3 langkah utama yaitu: (1) Pembuatan citra awan, (2) Pembuatan citra tanpa awan, dan (3) Penambalan citra.

3.5.6.1 Pembuatan Citra Awan

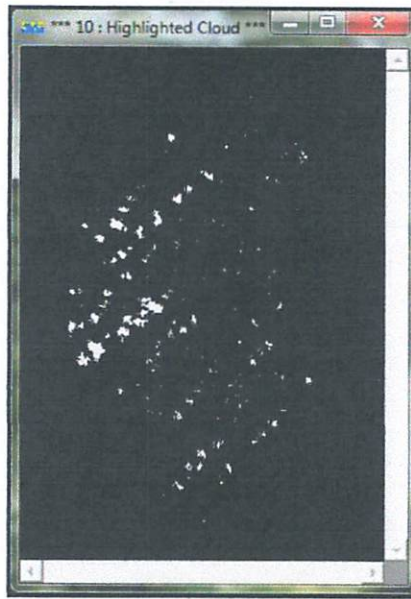
Pembuatan citra awan bertujuan untuk menampilkan secara terpisah tutupan awan yang terdapat pada citra yang akan diolah. Dimana citra awan ini akan digunakan untuk membuat citra tanpa awan atau citra yang bersih dari tutupan awan. Langkah-langkahnya sebagai berikut:

- 1) Buka *software ER Mapper*, pilih menu *Toolbars* lalu klik *Remote Sensing* untuk mengaktifkan *tools* yang akan digunakan.
- 2) *Tools Remote Sensing* yang sudah diaktifkan akan tampil seperti pada gambar di bawah ini.



Gambar 3.24 Tampilan menu *ER Mapper 7.0* dengan *Tools Remote Sensing*

- 3) Membuka citra yang akan diolah dalam hal ini citra yang sudah melalui 3 (tiga) tahap sebelumnya (penajaman citra, koreksi geometrik dan pemotongan citra).
- 4) Klik *tool Highlight Cloud* pada *tools Remote Sensing*.
- 5) Pada jendela *Algorithm* bagian layer pilih *Band1* dan *BandQA* lalu klik *Edit Formula*.
- 6) Pada jendela *Formula Editor* ubah rumus menjadi “*IF (I1/i2 > 0.6) THEN 255 ELSE 0*”, pilih *Inputs*, pada *INPUT1* pilih *B1:Band1* dan *INPUT2* pilih *B11:BandQA* lalu *Close*.
- 7) Tampilan citra akan menampilkan tutupan awan seperti pada gambar di bawah ini.



Gambar 3.25 Citra awan

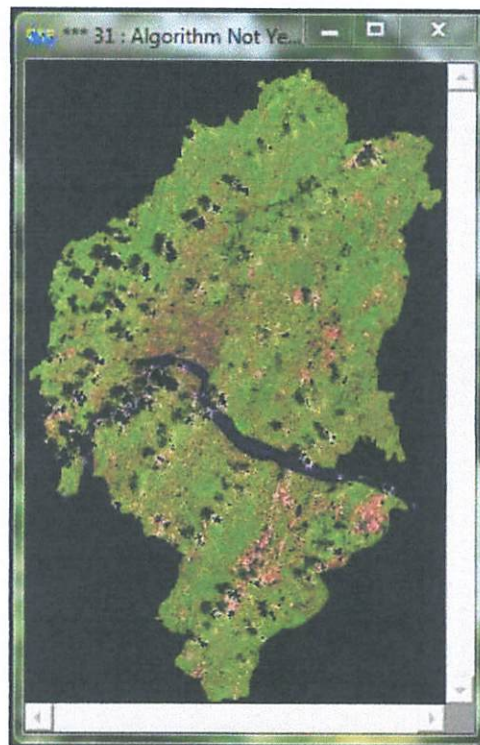
- 8) Klik *Save As* untuk menyimpan citra awan tersebut.
- 9) Konversi citra awan yang sudah dibuat dalam format *.ers (raster)* ke format *.erv (vektor)*. Pilih menu *Process*, klik *Raster Cells to Vector Polygons*, pilih file yang akan dikonversi pada *dialog box Input Raster Dataset*, simpan file yang pada *dialog box Output Vector Dataset*, pilih band pada *dialog box Band*, beri tanda centang pada *Fill Polygons* lalu klik *OK*.
- 10) Citra awan sudah tersimpan dalam format *.erv (vektor)*.

3.5.6.2 Pembuatan Citra Tanpa Awan

Pembuatan citra tanpa awan bertujuan untuk membersihkan tutupan awan pada citra yang kemudian dapat ditambah menggunakan citra yang lebih baik untuk memudahkan proses pengolahan. Langkah-langkah pembuatan citra tanpa awan adalah sebagai berikut:

1. Buka citra yang akan dilakukan perbaikan awan
2. Pada jendela *Algorithm* klik *Edit, Add Vector Layer, Annotation/Map Composition*, akan muncul *Annotation Layer*.
3. Klik *Annotate Vector Layer* maka akan muncul *window Tools*, klik *Save As*, pilih *Raster Region, OK*.

4. Sorot layer band merah, klik *Edit Formula*, ganti rumus pada *Formula Editor* dengan rumus “*if (inregion (r1)) then null else input1*” klik *Apply changes*, conteng *Region*, pilih 255 pada *Region1* lalu *Close*. Lakukan hal yang sama pada band hijau dan biru.
5. Jika proses di atas sudah dilakukan, maka citra akan tampak seperti di bawah ini. Di mana tutupan awan akan hilang dan nampak seperti lubang hitam yang pada kenyataan memang menjadi lubang yang nantinya akan ditampal.



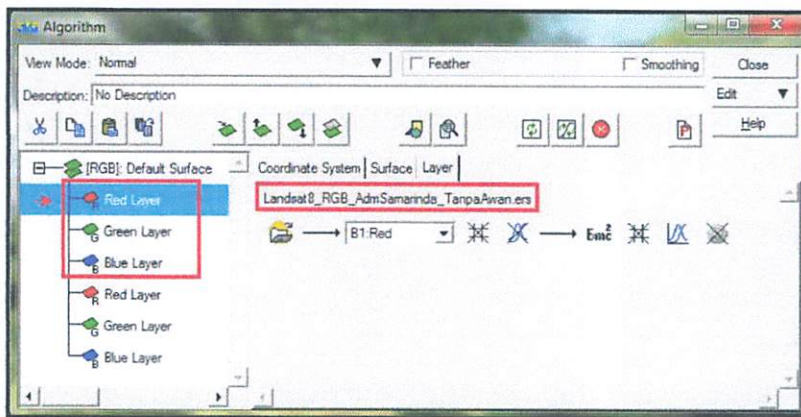
Gambar 3.26 Citra tanpa awan

6. Simpan citra tanpa awan tersebut dengan mengklik *Save As*.

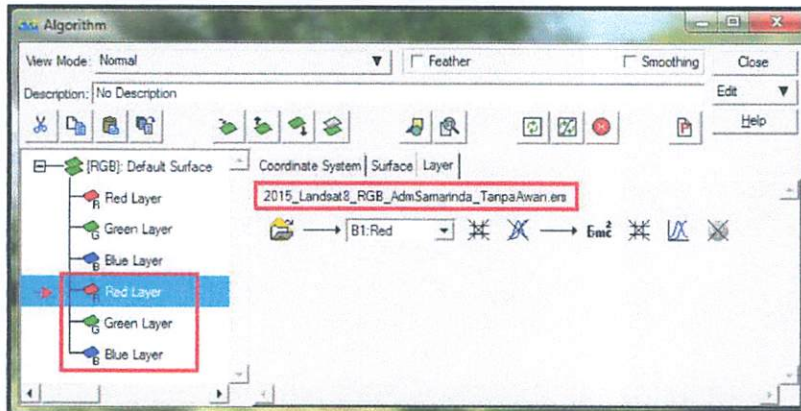
3.5.6.3 Penambalan Citra

Proses penambalan citra dilakukan dengan tujuan menambal citra tanpa awan yang sudah dibuat sebelumnya. Citra yang digunakan tentunya memiliki kualitas yang lebih baik dalam hal tutupan awannya. Dalam penelitian ini digunakan citra satelit Landsat 8 liputan Januari 2015 dimana citra yang akan digunakan untuk menambal ini tentunya juga sudah dilakukan pengolahan sebagaimana citra utama. Adapun langkah-langkah penambalan citra yaitu sebagai berikut:

1. Buka software ER Mapper, klik *New*, klik *Edit Algorithm*.
2. Pilih *Surface* yang ada di jendela *Algorithm*, pada *Color Mode* pilih *Red Green Blue*, lakukan duplikat layer dengan mengklik *Duplicate* sebanyak 5 kali.
3. Klik kanan pada layer dan ubah menjadi *Red, Green, Blue, Red, Green* dan *Blue*.
4. Pada layer *Red, Green* dan *Blue* yang pertama buka citra utama dengan mengklik *Load Dataset* sedangkan pada layer *Red, Green* dan *Blue* yang selanjutnya buka citra penambal.

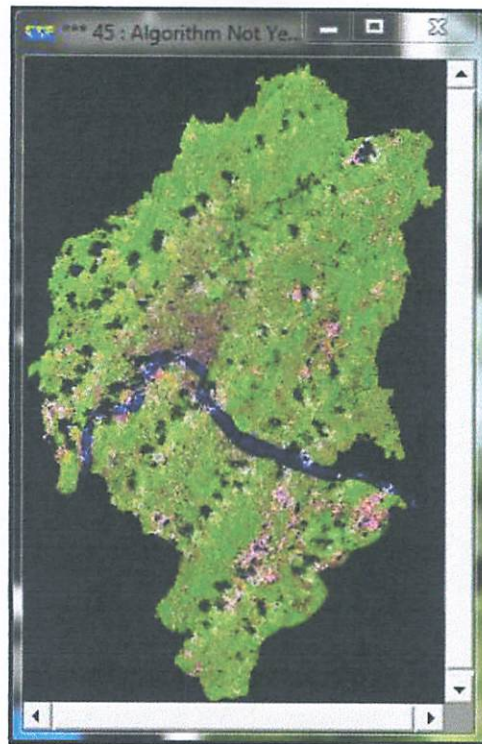


Gambar 3.27 Band dari citra utama



Gamabar 3.28 Band dari citra penambal

5. Klik *Refresh image with 99% clip on limits* untuk mencerahkan rona citra.
6. Sorot layer pertama, klik *Edit Formula*, masukan rumus berikut "*if (i1>1) then i1 else null*", *Apply changes* lalu *Close*. Lakukan hal yang sama untuk semua layer yang ada.



Gambar 3.29 Citra yang sudah ditambah

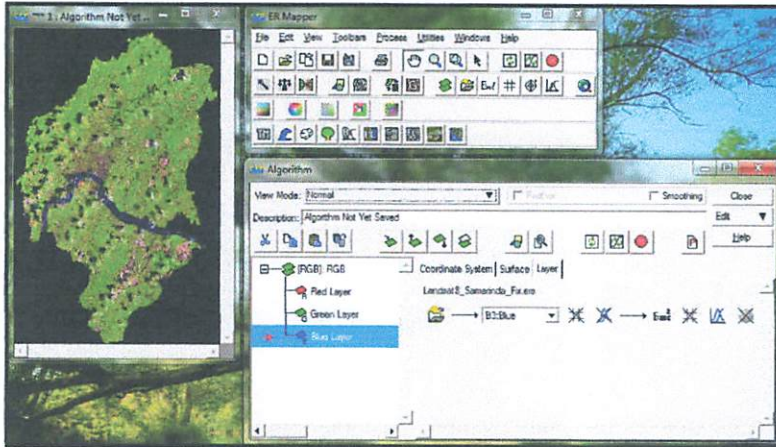
7. Simpan citra yang sudah ditambah tersebut dengan mengklik *Save As*. Citra secara otomatis akan tersimpan dalam format RGB.

3.5.7 Klasifikasi Citra

Dalam penelitian ini, metode klasifikasi yang digunakan yaitu metode klasifikasi terbimbing atau terawasi (*Supervised Classification*). Dimana menurut Indarto dan Faisol (2009), klasifikasi terbimbing merupakan proses pengelompokan piksel-piksel. Tahap ini merupakan identifikasi piksel-piksel yang terdapat pada citra melalui *training area*.

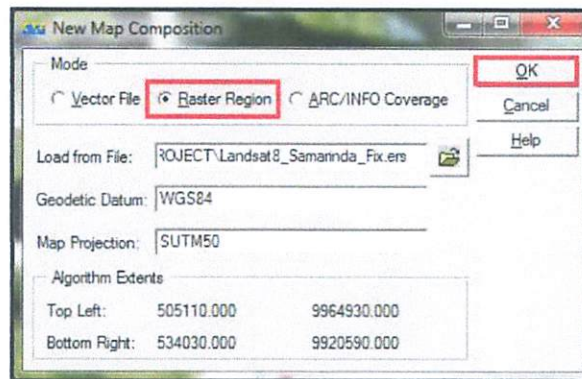
Klasifikasi terbimbing dilakukan ketika sudah melakukan *survey* lapangan. Artinya kita sudah mengetahui *landcover* dari *training area* yang kita buat. *Training area* merupakan sampel kelas yang sudah kita ketahui di lapangan. Langkah-langkah klasifikasi terbimbing menggunakan *ER Mapper* adalah sebagai berikut:

- 1) Aktifkan *software ER Mapper*.
- 2) Buka file citra Kota Samarinda yang sudah diperbaiki tutupan awannya.



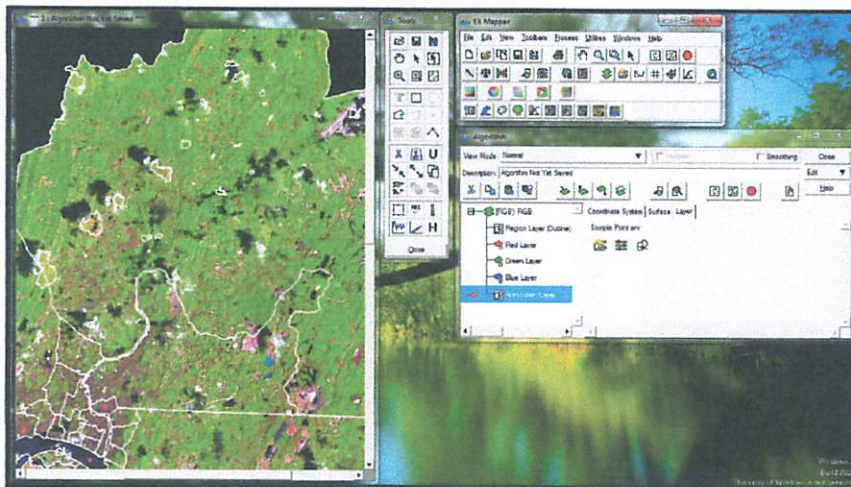
Gambar 3.30 Citra yang akan diklasifikasi

- 3) Klik menu *Process, Calculate Statistics*, akan muncul jendela *Calculate Statistics* pilih file yang akan di-*Calculate Statistics* pada *dialog box Datas*, pada *dialog box Subsampling interval* isi dengan angka 1 (satu), beri centang pada *Force recalculate stats* lalu *OK*.
- 4) Klik menu *Edit, Edit/Create Regions*, akan muncul jendela *New Map Composition* pilih *Raster Region*, *OK* maka muncul *window Tools*.

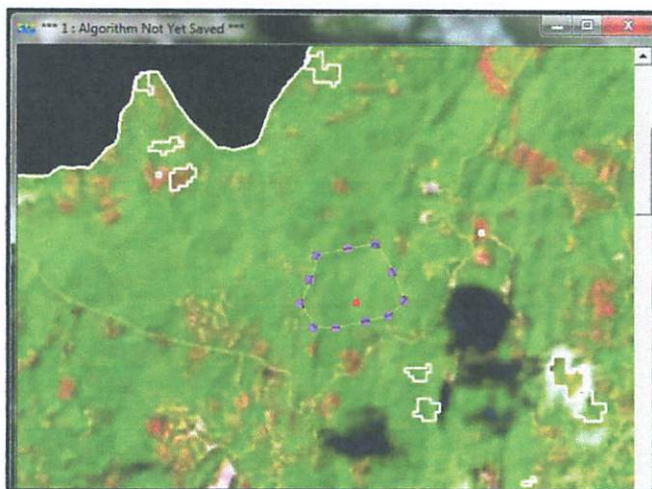


Gambar 3.31 *New Map Composition*

- 5) Klik *Polygon* untuk membuat poligon sampel klasifikasi atau *training area* yang mewakili tutupan lahan sesuai dengan hasil pengambilan *point* di lapangan.



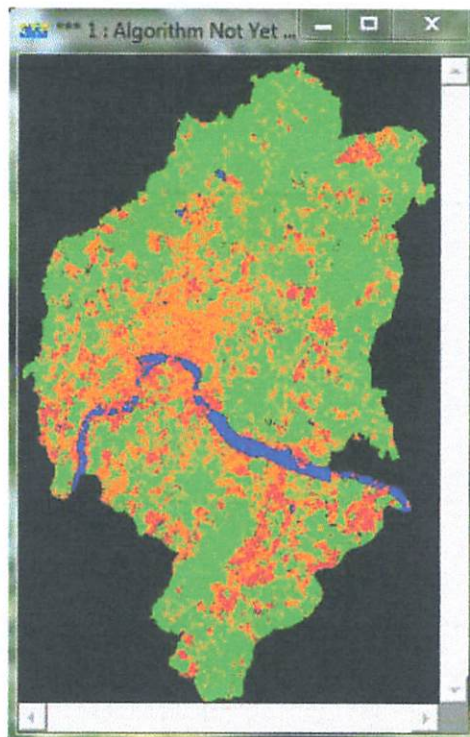
Gambar 3.32 Proses klasifikasi



Gambar 3.33 Pembuatan *polygon training area*

- 6) Untuk setiap kali selesai membuat poligon *training area*, klik *Display/Edit Object Attributes* untuk memberi nama poligon tersebut kemudian klik *Apply* lalu *OK*.
- 7) Setelah selesai membuat *training area*, simpan data dengan mengklik *Save As* maka akan muncul jendela *Map Composition Save As*, pilih *Raster Region*, *OK*.
- 8) Klik *Close* pada *window Tools*.
- 9) Sebelum proses klasifikasi, perlu dilakukan *Calculate Statistics* sebagaimana pada langkah 3.

- 10) Setelah dilakukan proses *Calculate Statistics*, maka nilai statistik dari hasil klasifikasi akan diperoleh. Data statistik ini antara lain berisi luas area tiap region dan nomor digital (*digital number*) dari *training area*. Untuk melihat data tersebut, klik menu *View, Statistics, Show Statistics, Display*.
- 11) Klik menu *Process, Classification, Supervised Classification*, akan muncul jendela *Supervised Classification*.
- 12) Isikan *Output Dataset* dengan nama file yang akan disimpan kemudian pilih tipe klasifikasi yang digunakan pada *Classification Type* lalu klik *OK*. Dalam penelitian ini, tipe klasifikasi yang digunakan yaitu *Maximum Likelihood Enhanced*.
- 13) Klik menu *Edit, Edit Class/Region Color and Name* untuk mengedit warna dan nama *region*. Jika sudah, klik *Save*.
- 14) Untuk membuka hasil klasifikasi dapat dilakukan melalui *Edit Algorithm*. Klik *Edit, Add Raster Layer, Class Display*.
- 15) Klik *Load Dataset* pilih file hasil klasifikasi lalu *OK*. Hasil klasifikasi akan nampak seperti di bawah ini.



Gambar 3.34 Citra hasil klasifikasi

3.5.8 Uji Ketelitian

Uji ini bertujuan untuk memberikan informasi kebenaran dari hasil klasifikasi citra satelit Landsat 8 yang telah dilakukan sebelumnya. Uji ketelitian ini dilakukan dengan melakukan pengecekan lapangan. Langkah-langkahnya sebagai berikut:

- 1) Menyiapkan alat yang akan digunakan yaitu *GPS Handheld Garmin 60csx*.
- 2) Menentukan lokasi atau daerah yang akan dilakukan cek lapangan.
- 3) Mencatat hasil pengecekan lapangan.

	A	B	C	D	E	F
1	No.	X	Y	Citra	Lapangan	Kecamatan
2	1	520702.1	9954731	Vegetasi	Vegetasi	Samarinda Utara
3	2	518744.2	9947920	Lahan Kosong	Lahan Kosong	Sungai Pinang
4	3	508763.8	9945588	Vegetasi	Vegetasi	Sungai Kunjang
5	4	516904.9	9946571	Pemukiman	Pemukiman	Sungai Pinang
6	5	516047.5	9943051	Pemukiman	Pemukiman	Loa Janan Ilir
7	6	521722.1	9943004	Vegetasi	Vegetasi	Sambutan
8	7	510913.3	9941104	Pemukiman	Perairan	Sungai
9	8	511870.6	9940329	Lahan Kosong	Lahan Kosong	Loa Janan Ilir
10	9	524421.3	9937916	Pemukiman	Pemukiman	Sambutan
11	10	525713.5	9935047	Vegetasi	Lahan Kosong	Palaran
12	11	513713	9943400	Perairan	Perairan	Sungai
13	12	514322	9944548	Perairan	Perairan	Sungai
14						

Gambar 3.35 Data *Excel* hasil cek lapangan

- 4) Analisis kecocokan hasil pengecekan lapangan dengan hasil klasifikasi citra satelit Landsat 8. Proses analisa menggunakan matrik konfusi yang akan dibahas di Bab IV.

3.5.9 Menyiapkan Peta Tematik

Peta tematik yang digunakan sebagai parameter dalam penelitian ini yaitu, jenis tanah, kelereng, curah hujan dan geologi Kota Samarinda. Adapun dari keempat data tersebut terbagi menjadi dua jenis peta yang berbeda yakni peta analog dan peta digital. Peta analog adalah peta dalam bentuk cetakan. Pada umumnya peta analog dibuat dengan teknik kartografi, sehingga sudah mempunyai referensi spasial seperti koordinat, skala, arah mata angin dsb. Peta digital adalah representasi fenomena geografik yang disimpan untuk ditampilkan dan dianalisis

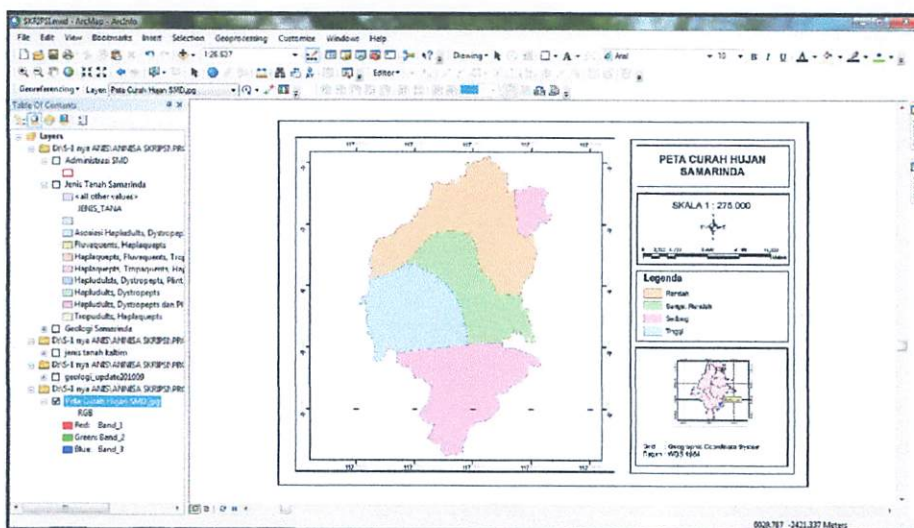
oleh komputer. Setiap objek pada peta digital disimpan sebagai sebuah atau sekumpulan koordinat.

Dikarenakan jenis peta yang berbeda, maka langkah-langkah menyiapkan dan mengolah data tersebut pun berbeda pula. Berikut akan dijelaskan cara pengolahan peta analog dan peta digital.

3.5.9.1 Menyiapkan Peta Analog

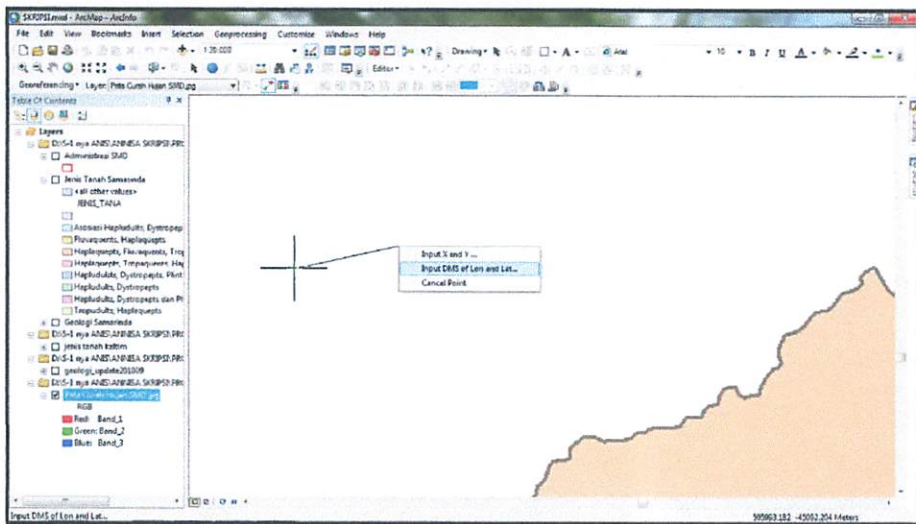
Salah satu peta analog yang digunakan dalam penelitian ini adalah peta curah hujan Kota Samarinda. Berikut langkah-langkah pengolahannya:

- 1) Buka *software ArcMap 10*.
- 2) Klik *Add Data*, pilih peta curah hujan yang masih dalam format *.jpg*.



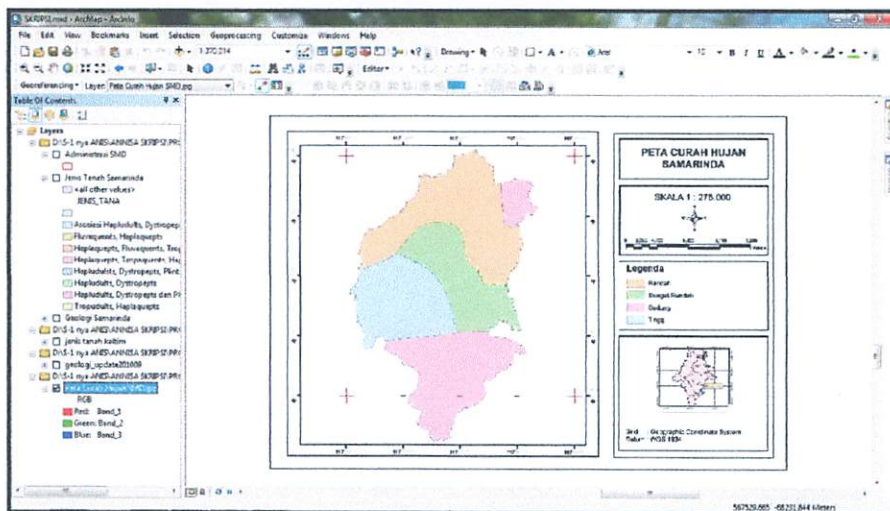
Gambar 3.36 Peta Curah Hujan format *.jpg*

- 3) Klik kanan layer, pilih *Properties* akan muncul jendela *Data Frame Properties*. Pada *Coordinate System* lakukan pengaturan menjadi *WGS_1984_UTM_Zone_50S* lalu klik *OK*.
- 4) Selanjutnya melakukan *georeferencing* pada peta analog yang akan diolah. Klik *Add Control Point* pada *Georeferencing Tool*.
- 5) Klik pada grid yang ada pada peta tersebut lalu klik kanan, pilih *Input DSM of Lon and Lat* seperti pada gambar berikut.



Gambar 3.37 Input DSM of Lon and Lat

- 6) Masukkan koordinat yang tepat pada jendela *Enter Coordinate DSM* yang muncul lalu klik *OK*.
- 7) Lakukan hal yang sama pada titik lainnya. Minimal 4 (empat) titik.



Gambar 3.38 Titik Georeferenc

- 8) Buka *Link Table* untuk mengetahui nilai *Total RMS Error* yang ada.

Link	X Source	Y Source	X Map	Y Map	Residual
1	839.996441	-458.029967	504755.814505	-36358.872864	0.54852
2	3306.035184	-458.046527	539236.049149	-36359.555840	0.54852
3	3306.020341	-3054.022006	539234.143313	-72418.708870	0.54852
4	839.960955	-3054.027184	504755.583504	-72417.348648	0.54851

Auto Adjust Transformation: 1st Order Polynomial (Affine)
 Total RMS Error: 0.54852
 Load... Save... Restore From Dataset OK

Gambar 3.39 Tampilan *Link Table*

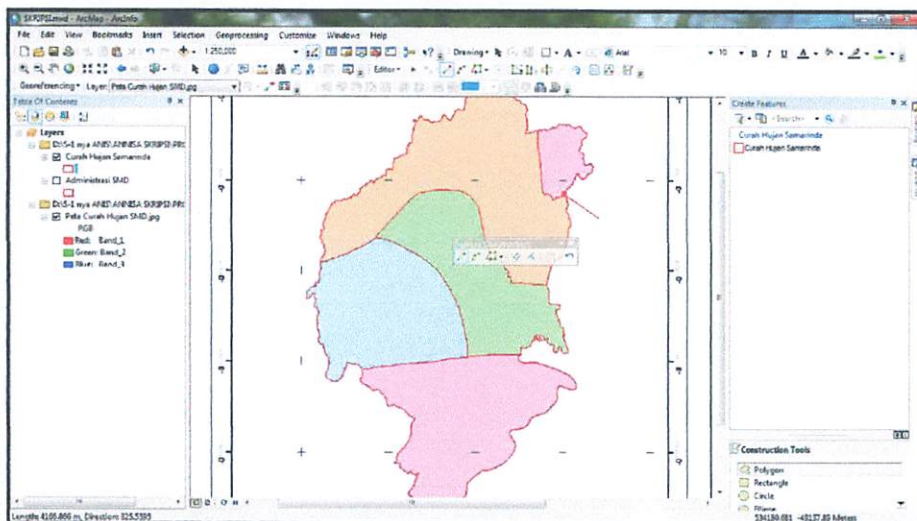
- 9) Jika masih tinggi nilai *Total RMS Error* nya maka dapat diperbaiki lagi posisi titik GCP yang dibuat hingga mencapai nilai RMS yang cukup rendah. Jika sudah cukup rendah nilai RMS nya maka simpan data tersebut.

Link	X Source	Y Source	X Map	Y Map	Residual
1	3306.035184	-458.046527	539236.049149	-36359.555840	0.00214
2	3306.020341	-3054.022006	539234.143313	-72418.708870	0.00214
3	839.960955	-3054.027184	504755.583504	-72417.348648	0.00215
4	839.856406	-458.099996	504755.814505	-36358.872864	0.00214

Auto Adjust Transformation: 1st Order Polynomial (Affine)
 Total RMS Error: 0.00214
 Load... Save... Restore From Dataset OK

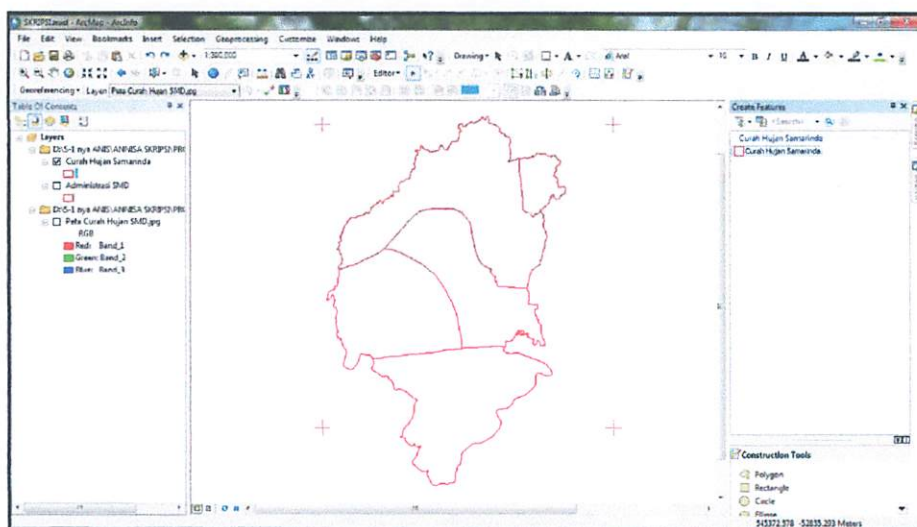
Gambar 3.40 *Link Table* dengan RMS Rendah

- 10) Setelah proses georeferens maka peta siap di digitasi. Buat shapefile baru dengan mengklik *New* di *ArcCatalog*, pilih *Shapefile*.
- 11) Akan muncul jendela *Create New Shapefile*. Pilih *Polygon* pada *Feature Type*, atur *Spatial Reference* menggunakan *WGS 1984 Zona 50S* lalu *OK*.
- 12) Pilih *Start Editing* pada *Editor* untuk memulai mendigitasi dengan acuan peta analog yang sudah digeoreferens sebelumnya.



Gambar 3.41 Proses digitasi

- 13) Jika sudah selesai mendigitasi maka simpan hasil digitasi tersebut dengan mengklik *Save Edits* pada *Editor*, lalu *Stop Editing* untuk mengakhirinya.

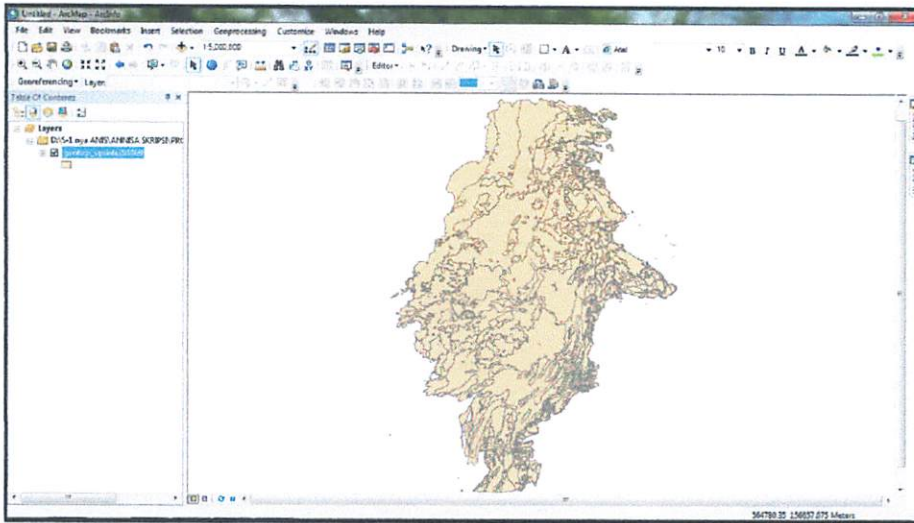


Gambar 3.42 Hasil digitasi

3.5.9.2 Menyiapkan Peta Digital

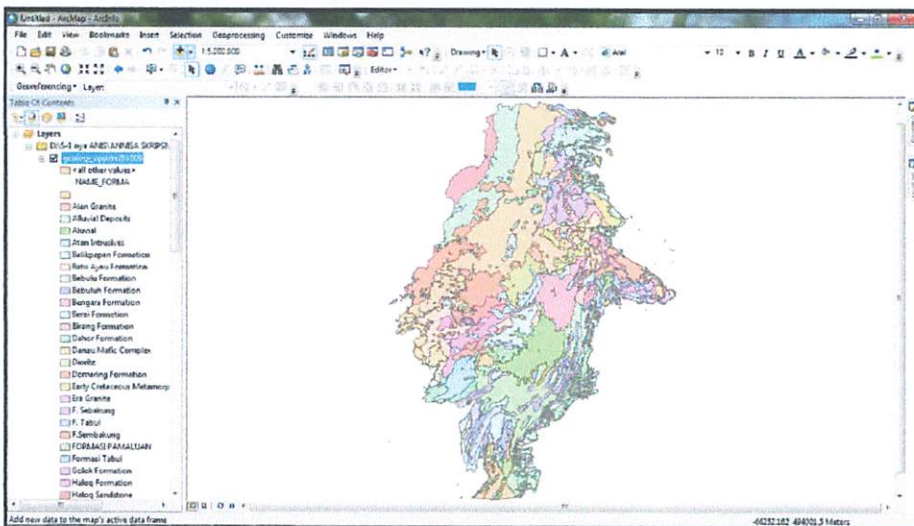
Salah satu peta digital yang digunakan dalam penelitian ini adalah peta geologi Kota Samarinda. Berikut langkah-langkah pengolahannya:

- 1) Buka software ArcMap 10.
- 2) Klik *Add Data* pilih data yang mau ditampilkan. Dalam hal ini yaitu Peta Geologi Provinsi Kalimantan Timur.



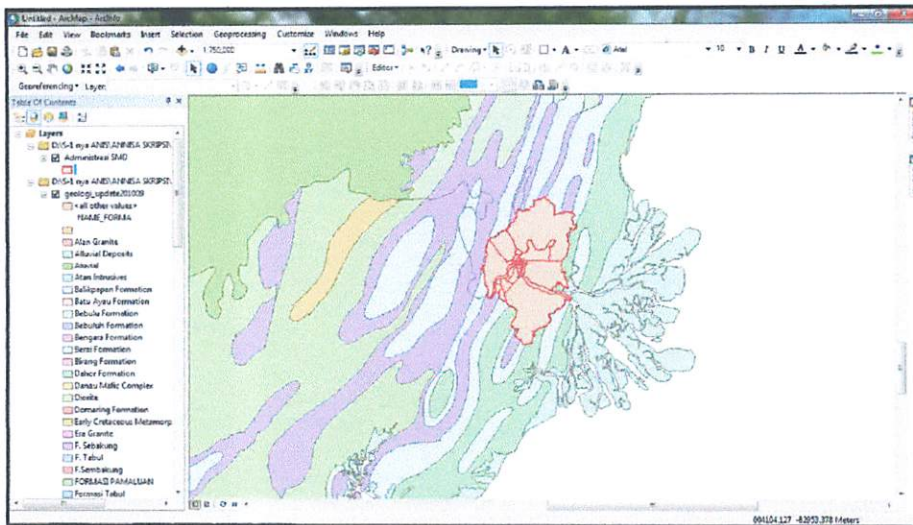
Gambar 3.43 Peta Geologi Kalimantan Timur

- 3) Setelah peta ditampilkan, klik kanan pada layer pilih *Properties*. Pada *Symbology* pilih *Categories*, *Unique values* untuk memunculkan jenis-jenis geologi yang ada.
- 4) Setelah diatur tampilannya, peta akan tampil seperti pada gambar di bawah ini.



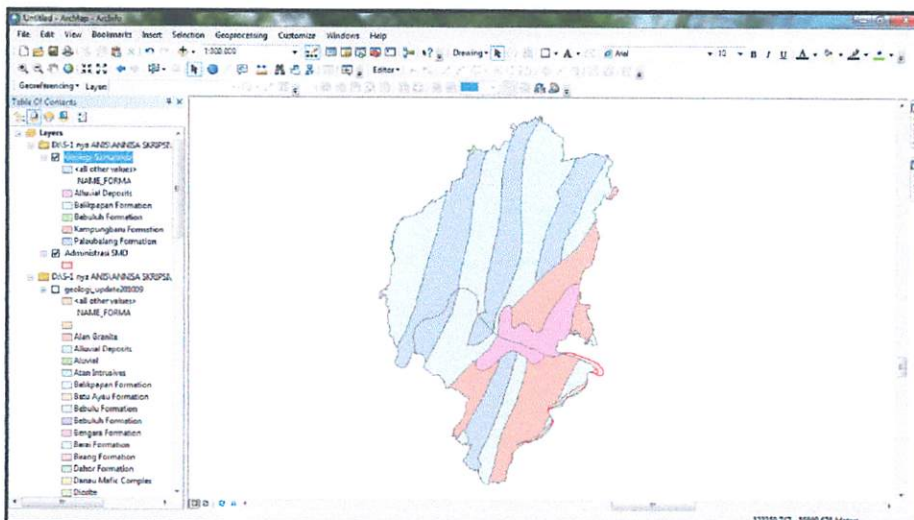
Gambar 3.44 Peta Geologi Kalimantan Timur setelah diubah tampilan

- 5) Selanjutnya peta tersebut akan dipotong sesuai batasan administrasi Kota Samarinda. Terlebih dahulu *Add Data* administrasi Kota Samarinda. Administrasi Kota Samarinda dan peta geologi Kalimantan Timur akan saling bertampalan seperti pada gambar di bawah ini.



Gambar 3.45 Tumpang susun antara Peta Geologi Kalimantan Timur dan Administrasi Kota Samarinda

- 6) Klik *ArcToolbox* pada menu *ArcMap*, pilih *Analysis Tools, Extract, Clip*. Akan muncul jendela *Clip*. Pada *Input Features* isi dengan peta geologi Provinsi Kalimantan Timur, pada *Clip Features* isi dengan Administrasi Kota Samarinda, atur tempat penyimpanan hasil *clip* di *Output Feature Class*, untuk *XY Tolerance* bisa diisi dengan 0 (nol) lalu *OK*.
- 7) Berikut hasil pemotongan Peta Geologi Provinsi Kalimantan timur berdasarkan administrasi Kota Samarinda.



Gambar 3.46 Peta Geologi Kota Samarinda

3.5.10 Desain Basis Data

Rancangan desain sistem basis data untuk penentuan daerah rawan longsor di Kota Samarinda adalah sebagai berikut:

3.5.10.1 Entitas

Entitas adalah sesuatu yang memiliki keberadaan yang unik dan berbeda, walaupun tidak harus dalam bentuk fisik. Entitas-entitas pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

- 1) Batas Adminitrasi Kota Samarinda
- 2) Tutupan Lahan
- 3) Jenis Tanah
- 4) Kelerengan
- 5) Curah Hujan
- 6) Geologi

3.5.10.2 *Enterprise Rule*

Enterprise Rule adalah aturan-aturan yang digunakan untuk mendefinisikan hubungan-hubungan antara suatu *entity* set dengan *entity* set yang lain beserta *operations*-nya. *Enterprise Rule* yang di dapat antara lain:

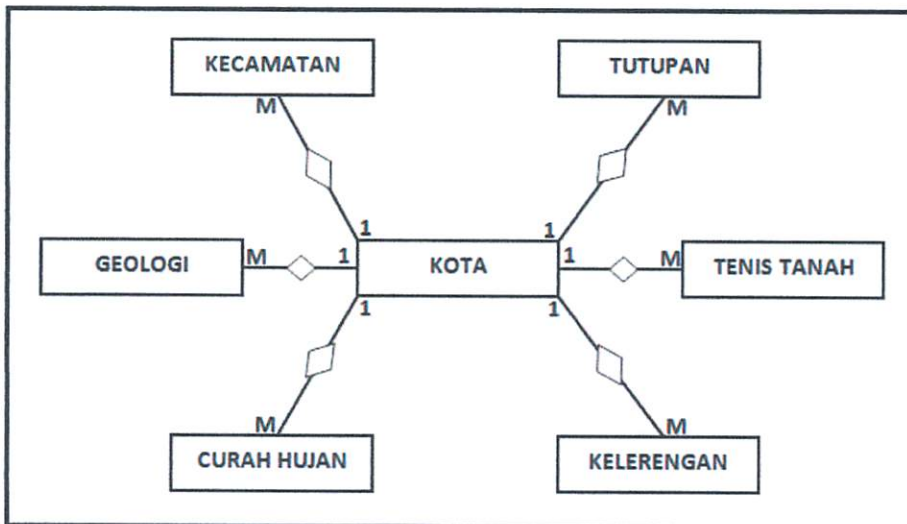
- 1) Kota Samarinda memiliki beberapa kecamatan.
Beberapa kecamatan dimiliki oleh Kota Samarinda.
- 2) Kota Samarinda memiliki beberapa tutupan lahan.
Beberapa tutupan lahan dimiliki oleh Kota Samarinda.
- 3) Kota Samarinda memiliki beberapa jenis tanah.
Beberapa jenis tanah dimiliki oleh Kota Samarinda.
- 4) Kota Samarinda memiliki beberapa kelerengan.
Beberapa kelerengan dimiliki oleh Kota Samarinda.
- 5) Kota Samarinda memiliki beberapa curah hujan.
Beberapa curah hujan dimiliki oleh Kota Samarinda.
- 6) Kota Samarinda memiliki beberapa jenis geologi.
Beberapa jenis geologi dimiliki oleh Kota Samarinda.

Hubungan *Obligatory* adalah Suatu hubungan akan dinyatakan obligatori pada suatu sisi adalah apabila setiap anggota dari entiti tersebut terkait atau terlibat dalam hubungan yang sedang dibicarakan. Sedangkan hubungan *Non-Obligatory* adalah jika dalam hal lain yang digambarkan pada E-R diagram adalah hubungan obligatori. *Obligatory* atau tidak suatu hubungan dilihat dari masing-masing sisi entiti yang berhubungan. Sehingga suatu hubungan dapat obligatori dari salah satu sisi tidak dari sisi lain, atau dapat juga obligatori pada kedua sisi, dan dapat pula tidak obligatori pada kedua sisi.

3.5.10.3 Diagram *Entity Relationship* (ERD)

ERD merupakan suatu model untuk menjelaskan hubungan antar data dalam basis data berdasarkan objek-objek dasar data yang mempunyai hubungan antar relasi. ERD untuk memodelkan struktur data dan hubungan antar data, untuk menggambarannya digunakan beberapa notasi dan symbol.

Berikut ini Diagram *Entity Relationship*nya:



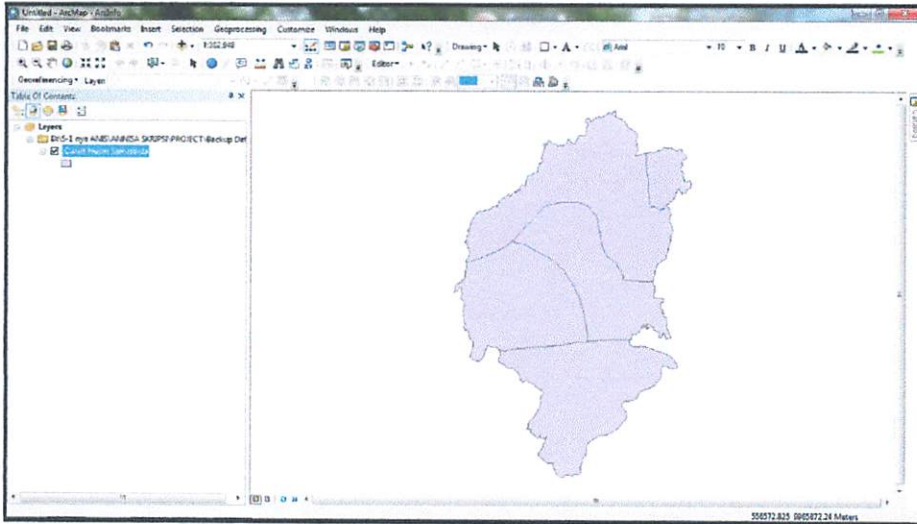
Gambar 3.47 Diagram *Entity Relationship*

3.5.11 Join Data Spasial dan Non Spasial

Setelah semua data spasial siap maka langkah selanjutnya adalah join atau menggabungkan data spasial yang ada dengan data non spasial yang sesuai. Join data spasial dan non spasial bertujuan untuk memberikan informasi yang lengkap

akan data spasial yang ada. Adapun langkah-langkah join data spasial dan non spasial adalah sebagai berikut:

- 1) Buka *software ArcMap 10*, tampilkan data spasial yang akan dijoin dengan data non spasialnya. Contohnya peta curah hujan Kota Samarinda.



Gambar 3.48 Peta sebelum join data

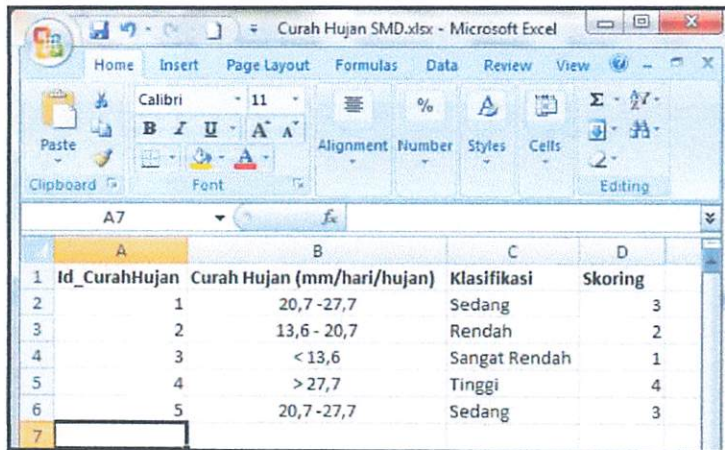
- 2) Klik kanan pada layer, pilih *Open Attribute Table* akan muncul table atribut dari data spasial yang belum dijoin.

FID	Shape *	Id
0	Polygon	1
1	Polygon	2
2	Polygon	3
3	Polygon	4
4	Polygon	5

(0 out of 5 Selected)

Gambar 3.49 Tabel atribut sebelum join data

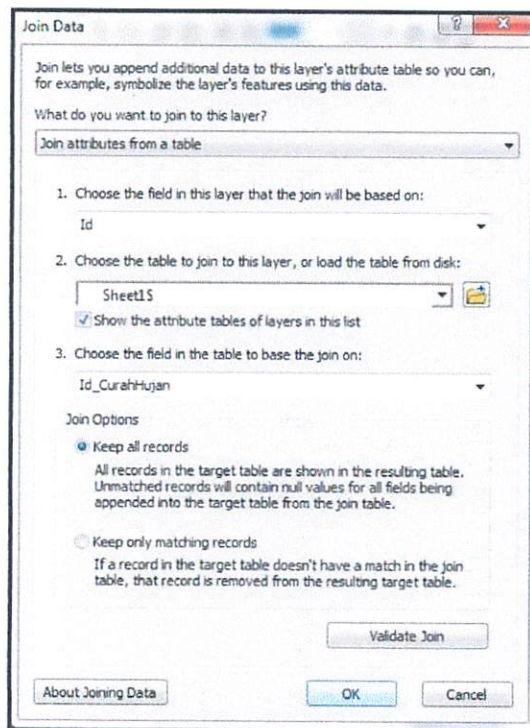
- 3) Siapkan terlebih dahulu di *Ms. Excel* data non spasial yang akan dijoin dengan data spasial.



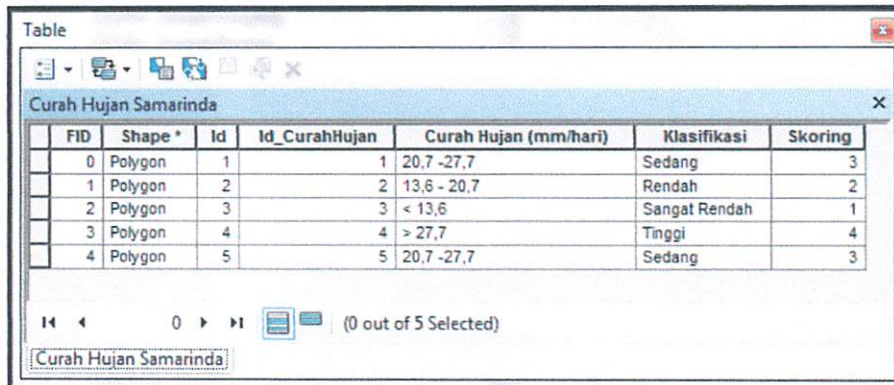
	A	B	C	D
1	Id_CurahHujan	Curah Hujan (mm/hari/hujan)	Klasifikasi	Skoring
2	1	20,7 -27,7	Sedang	3
3	2	13,6 - 20,7	Rendah	2
4	3	< 13,6	Sangat Rendah	1
5	4	> 27,7	Tinggi	4
6	5	20,7 -27,7	Sedang	3
7				

Gambar 3.50 Data Non Spasial

- 4) Kembali ke *ArcMap 10*, klik kanan pada layer pilih *Joins and Relates* lalu pilih *Join*. Akan muncul jendela *Join Data* seperti pada gambar di bawah. Pilih *Join attributes from a table*. Pada nomer 1 pilih *Id* sebagai acuan untuk proses join yang akan dilakukan, nomer 2 pilih sheet pada table yang berisi data non spasial yang akan dijoin, beri tanda centang pada *Show the attribute tables of layer in this list*, pada nomer 3 pilih *Id_CurahHujan*, lalu pilih *Keep all records* pada *Join Options* kemudian *OK*.

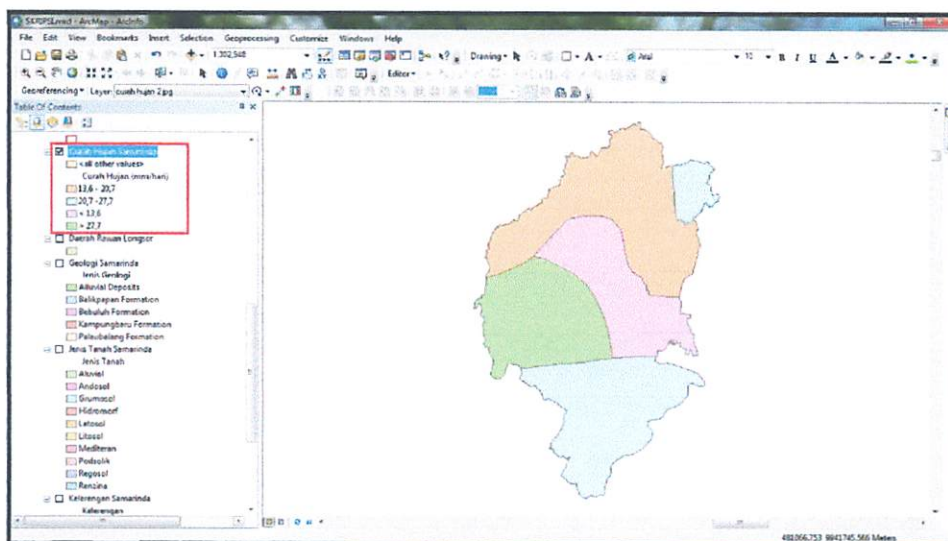
Gambar 3.51 Jendela *Join Data*

- 5) Setelah proses join, klik kanan pada layer pilih *Open Attribute Table* akan muncul *table attribut* dari data spasial yang sudah dijoin dengan data non spasial tadi.



FID	Shape	Id	Id_CurahHujan	Curah Hujan (mm/hari)	Klasifikasi	Skoring
0	Polygon	1	1	20,7 -27,7	Sedang	3
1	Polygon	2	2	13,6 - 20,7	Rendah	2
2	Polygon	3	3	< 13,6	Sangat Rendah	1
3	Polygon	4	4	> 27,7	Tinggi	4
4	Polygon	5	5	20,7 -27,7	Sedang	3

Gambar 3.52 Tabel atribut setelah join data



Gambar 3.53 Tampilan peta setelah join data

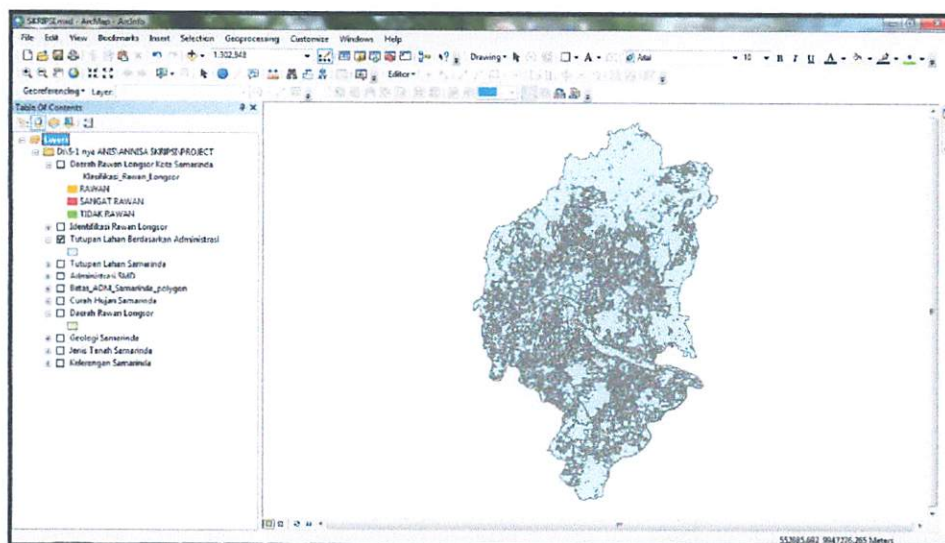
3.5.12 Overlay

Overlay merupakan proses tumpang susun antara dua atau lebih peta digital untuk menghasilkan data baru gabungan dari peta yang ditumpang susunkan. Adapun dalam penelitian ini proses *overlay* dilakukan dalam 3 (tiga) tahapan sebagaimana digambarkan pada diagram alir, yaitu: (1) *Overlay* untuk menghasilkan Peta Tutupan Lahan Berdasarkan Administrasi, (2) *Overlay* untuk menghasilkan Peta Identifikasi Rawan Longsor, dan (3) *Overlay* untuk menghasilkan Peta Daerah Rawan Longsor Kota Samarinda.

3.5.12.1 *Overlay* untuk menghasilkan Peta Tutupan Lahan Berdasarkan Administrasi

Untuk menghasilkan peta tutupan lahan berdasarkan administrasi, data yang dibutuhkan yaitu peta administrasi Kota Samarinda dan Peta Tutupan Lahan tentunya beserta data non spasial nya. Berikut langkah-langkah *overlay* data tersebut:

- 1) Buka *software ArcMap 10*, tampilkan peta administrasi Kota Samarinda dan peta tutupan lahan.
- 2) Klik *ArcToolbox* pilih *Analysis Tools, Overlay, Union*. Akan muncul jendela *Union*. Pada *Input Features* pilih Administrasi SMD dan Tutupan Lahan Samarinda, atur penyimpanan hasil *overlay* pada *Output Feature Class* dan beri nama Tutupan Lahan Berdasarkan Administrasi. Pada *JoinAttributes* pilih *ALL*, pada *XY Tolerance* isi dengan 0 (nol) kemudian klik *OK*.
- 3) Setelah proses *overlay union* akan muncul hasil *union* yaitu Tutupan Lahan Berdasarkan Administrasi seperti pada gambar di bawah ini.

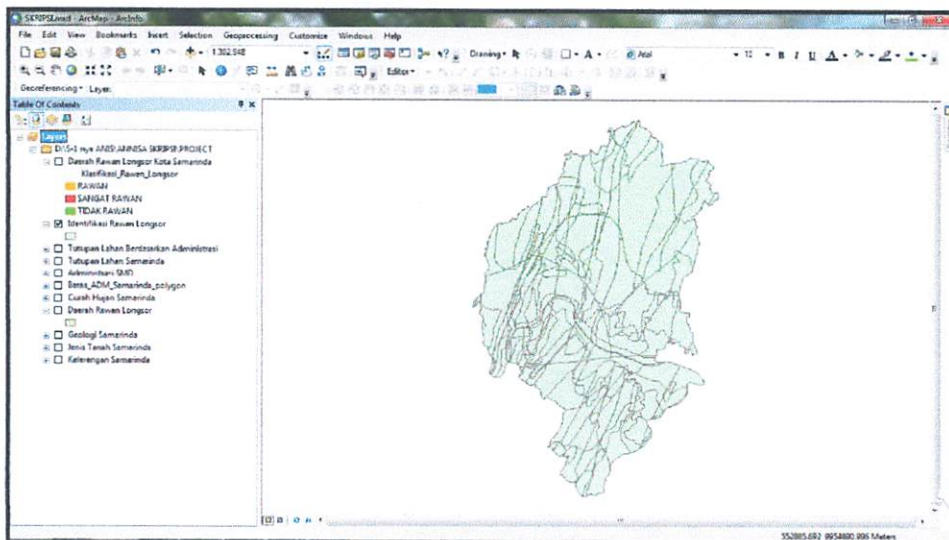


Gambar 3.54 Peta Tutupan Lahan Berdasarkan Administrasi

3.5.12.2 *Overlay* untuk menghasilkan Peta Identifikasi Rawan Longsor

Untuk menghasilkan peta identifikasi rawan longsor, data yang dibutuhkan yaitu peta jenis tanah, kelereng, curah hujan dan geologi tentunya beserta data non spasial nya. Berikut langkah-langkah *overlay* data tersebut:

- 1) Buka *software ArcMap 10*, tampilkan peta administrasi Kota Samarinda dan peta tutupan lahan.
- 2) Klik *ArcToolbox* pilih *Analysis Tools, Overlay, Union*. Akan muncul jendela *Union*. Pada *Input Features* pilih Jenis Tanah Samarinda, Kelerengan Samarinda, Curah Hujan Samarinda dan Geologi Samarinda. Atur penyimpanan hasil *overlay* pada *Output Feature Class* dan beri nama Identifikasi Rawan Longsor. Pada *JoinAttributes* pilih *ALL*, pada *XY Tolerance* isi dengan 0 (nol) kemudian klik *OK*.
- 3) Setelah proses *overlay union* akan muncul hasil *union* yaitu Identifikasi Rawan Longsor seperti pada gambar di bawah ini.



Gambar 3.55 Peta Identifikasi Rawan Longsor

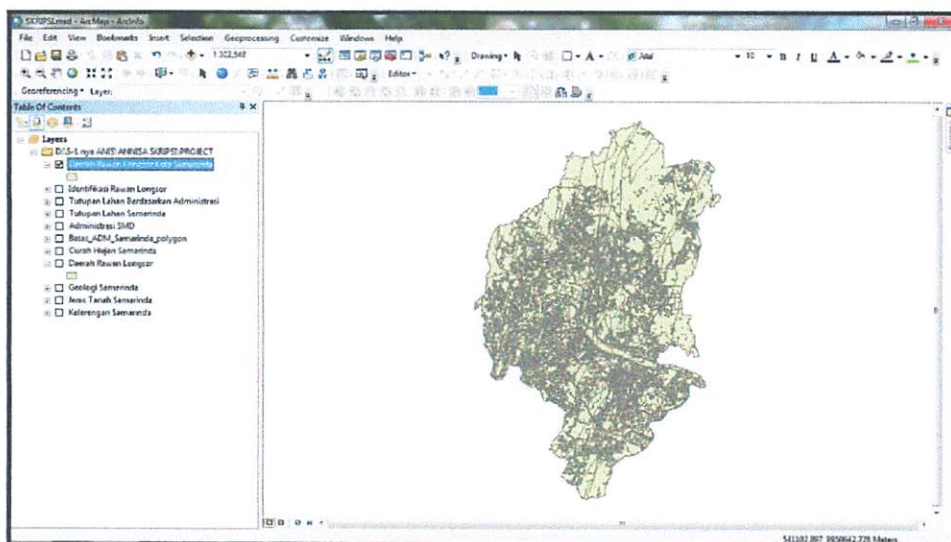
3.5.12.3 *Overlay* untuk menghasilkan Peta Daerah Rawan Longsor Kota Samarinda

Untuk menghasilkan peta identifikasi rawan longsor, data yang dibutuhkan yaitu peta tutupan lahan berdasarkan administrasi dan peta identifikasi rawan longsor hasil *overlay* sebelumnya. Berikut langkah-langkah *overlay* data tersebut:

- 1) Buka *software ArcMap 10*, tampilkan peta administrasi Kota Samarinda dan peta tutupan lahan.
- 2) Klik *ArcToolbox* pilih *Analysis Tools, Overlay, Union*. Akan muncul jendela *Union*. Pada *Input Features* pilih Tutupan Lahan Berdasarkan Administrasi dan identifikasi Rawan Longsor. Atur penyimpanan hasil *overlay* pada *Output*

Feature Class dan beri nama Daerah Rawan Longsor Kota Samarinda. Pada *JoinAttributes* pilih *ALL*, pada *XY Tolerance* isi dengan 0 (nol) kemudian klik *OK*.

- 3) Setelah proses *overlay union* akan muncul hasil *union* yaitu Identifikasi Rawan Longsor seperti pada gambar di bawah ini.



Gambar 3.56 Peta Identifikasi Rawan Longsor

3.5.13 Pembobotan dan Skoring

Setelah proses *overlay* yang menghasilkan Peta Daerah Rawan Longsor Kota Samarinda, langkah selanjutnya adalah proses pembobotan dan scoring untuk memperoleh nilai dan mengetahui klasifikasi dari hasil *overlay* tersebut.

3.5.13.1 Pembobotan

Proses pembobotan dihitung menggunakan rumus berikut:

$$PL = (P1*B1) + (P2*B2) + (P3*B3) + (P4*B4) + (P5*B5)$$

Keterangan:

- PL : total skor potensi longsor
 P1 : skor parameter 1 (Tutupan Lahan)
 P2 : skor parameter 2 (Jenis tanah)

- P3 : skor parameter 3 (Kelerengan)
 P4 : skor parameter 4 (Curah Hujan)
 P5 : skor parameter 5 (Geologi)
 B1 : faktor bobot parameter 1
 B2 : faktor bobot parameter 2
 B3 : faktor bobot parameter 3
 B4 : faktor bobot parameter 4
 B5 : faktor bobot parameter 5

Maka:

$$PL = (P1*15\%) + (P2*20\%) + (P3*15\%) + (P4*30\%) + (P5*20\%)$$

3.5.12.2 Skoring

Setelah dilakukan perhitungan bobot maka akan diperoleh hasil yang kemudian digunakan untuk menghitung interval kelas dan skoring kelas zona rawan longsor.

Adapun rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\text{Jarak (interval) kelas} = \frac{\text{Nilai Maximum} - \text{Nilai Minimum}}{\text{total kelas}}$$

Maka:

$$\begin{aligned} \text{Jarak (interval) nilai kelas} &= \frac{4.35 - 1.15}{3} \\ &= 1.07 \end{aligned}$$

Dengan kelas interval (1.07) inilah maka klasifikasi tingkat kerawanan bencana tanah longsor di Kota Samarinda adalah sebagai berikut:

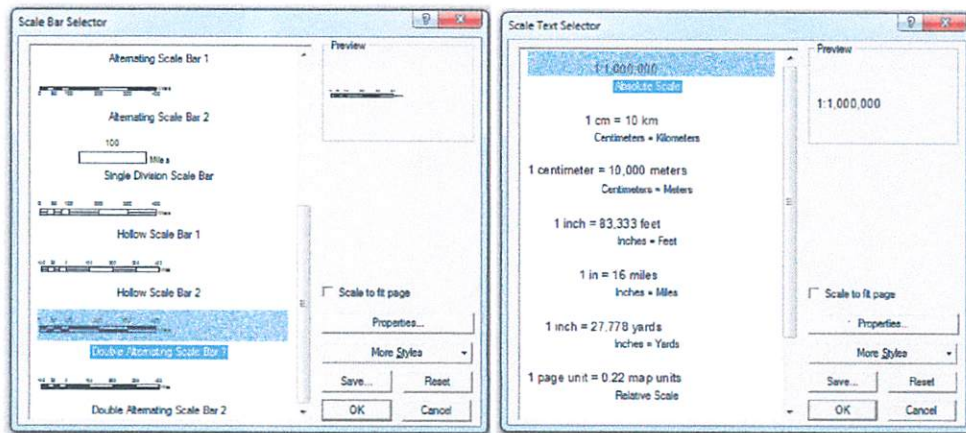
- 1) Daerah yang tidak rawan longsor di Kota Samarinda jika mempunyai nilai total skor ≤ 2.5

- 2) Daerah yang rawan longsor di Kota Samarinda jika mempunyai nilai skor ≥ 2.6 s/d ≤ 3.6
- 3) Daerah yang sangat rawan longsor di Kota Samarinda jika mempunyai total skor ≥ 3.7

III.6 Pembuatan *Layout*

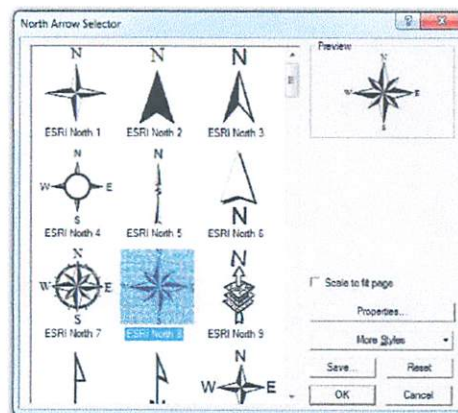
Untuk pembuatan *Layout* langkah-langkahnya sebagai berikut:

- 1) Pada menubar *View*, pilih *Layout View*.
- 2) Selanjutnya membuat Judul Peta , pada menubar *Insert*. Pilih *Title*, kemudian ketiklah judul peta.
- 3) Untuk pembuatan Skala Bar dan Skala Text, pilih menubar *Insert - Scale Bar* atau *Scale Text*, pilih model Skala. Kemudian OK.



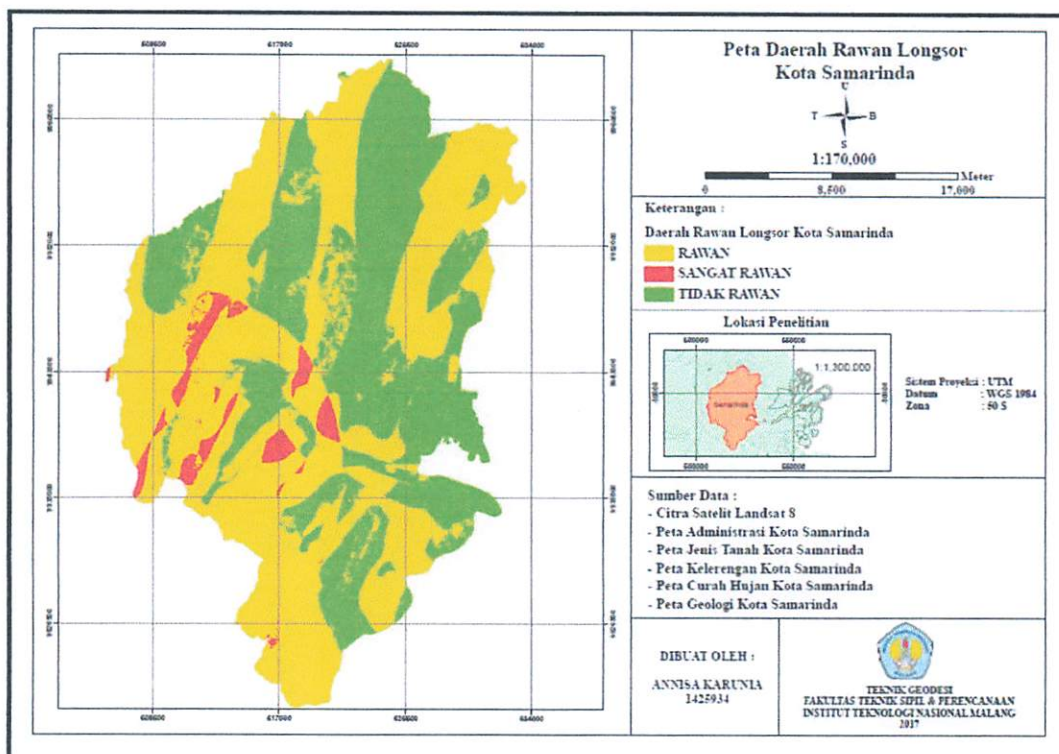
Gambar 3.57 Tampilan jendela *Scale Bar* dan *Scale Text*

- 4) Membuat arah utara pada *layout*. Pilih menubar *Insert*, kemudian pilih *North Arrow*, pilih jenis/model bentuk arah utara, lalu OK.



Gambar 3.58 Tampilan jendela *North Arrow Selector*

- 5) Selanjutnya membuat Legenda. Pada menubar *Insert*, pilih *Legend*. Masukkan data spasial yang akan dijadikan Legenda, kemudian *Next*, atur *Legend Title* dan *Legend Title font properties*. *Next*, atur *Legend Frame*. *Next*, lalu *Finish*.
- 6) Membuat Grid Peta, pada menubar *View*, pilih *Data Frame Properties*. Pilih menu *Grids*, kemudian *New Grid*, pilih jenis Grid yang diinginkan pada jendela *Grids and Graticules Wizard*. Klik *Next*, atur *Style* garis pada *Appearance* pada jendela *Create a graticule*, *Next*. Atur menu *Axis* dan *Labeling* pada jendela *Axis and Labels*, *Next*. Atur menu *Graticule Border*, *Neatline*, dan *Graticule Properties* pada jendela *Create a graticule*, *Finish*.
- 7) Untuk *input* gambar Logo. Pilih menubar *Insert*, kemudian pilih *Picture*. Open gambar logo yang diinginkan.
- 8) Untuk langkah terakhir tambahkan text yang dibutuhkan dalam *layout*, untuk menambahkan text pilih menubar *Insert*, pilih *Text*.

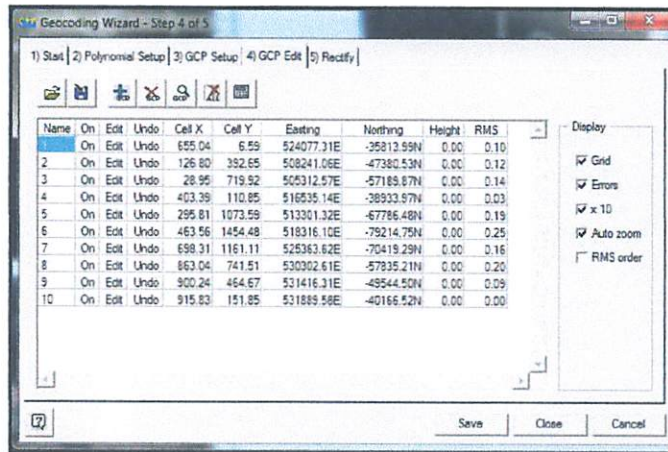


Gambar 3.59 Hasil *layout* Peta Daerah Rawan Longsor Kota Samarinda

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

IV. 1 Koreksi Geometri Citra Landsat 8 Kota Samarinda

Pada penelitian ini, koreksi geometri citra satelit Landsat 8 Kota Samarinda dilakukan menggunakan 10 titik GCP (*Ground Control Point*) yang dibuat dengan acuan data vektor administrasi Kota Samarinda yang dibuat atau didigitasi dari peta RBI (Rupa Bumi Indonesia). Berikut hasil dari proses koreksi geometri yang diolah menggunakan *software ER Mapper*:



Name	On	Edit	Undo	Cell X	Cell Y	Easting	Northing	Height	RMS
1	On	Edit	Undo	655.04	6.59	524077.31E	-35813.95N	0.00	0.10
2	On	Edit	Undo	126.80	352.65	508241.06E	-47380.53N	0.00	0.12
3	On	Edit	Undo	28.95	719.52	505312.57E	-57189.87N	0.00	0.14
4	On	Edit	Undo	403.39	110.85	516535.14E	-38933.57N	0.00	0.03
5	On	Edit	Undo	295.81	1073.59	513301.32E	-67786.48N	0.00	0.19
6	On	Edit	Undo	463.56	1454.48	518316.10E	-79214.75N	0.00	0.25
7	On	Edit	Undo	698.31	1161.11	525363.62E	-70419.29N	0.00	0.16
8	On	Edit	Undo	863.04	741.51	530302.61E	-57835.21N	0.00	0.20
9	On	Edit	Undo	900.24	464.57	531416.31E	-49544.50N	0.00	0.09
10	On	Edit	Undo	915.83	151.85	531889.58E	-40166.52N	0.00	0.00

Gambar 4.1 Hasil *RMS Error* menggunakan *software ER Mapper*

Dari hasil koreksi geometri tersebut akan menghasilkan *total RMS Error* yang kemudian dapat menunjukkan tingkat ketelitian dari citra tersebut. Dari *total RMS Error* tersebut juga dapat diketahui apakah citra tersebut dapat diterima atau tidak. Adapun *total RMS Error* dari koreksi geometri yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 4.2.

```

GCP_KoreksiCitraSMD.gcp.txt - Notepad
File Edit Format View Help
#
# GCPs for dataset   : D:\S-1 nya ANIS\ANNISA SKRIPSI\PROJECT\Landsat8_Gabung_Crop.ers
#
# Total number of GCPs: 10
# Number turned on  : 10
# warp order       : 1
# GCP CORRECTED map projection details:
# Map Projection   : SUMT50
# Datum           : WGS84
# Rotation        : 0.000
#
# Point  On Locked  Cell-X   Cell-Y   To-X     To-Y     To-Z
# "1" Yes No 654.736 6.885 524071.3674809 9964186.3820307 0.00000
# "2" Yes No 423.234 1397.920 517154.0399298 9922503.4689700 0.00000
# "3" Yes No 863.129 1010.101 530345.1659638 9934139.2078829 0.00000
# "4" Yes No 125.993 392.693 508214.1446554 9952607.4088458 0.00000
# "5" Yes No 67.190 862.544 506459.5867960 9938528.9181261 0.00000
# "6" Yes No 296.542 1075.679 513345.7640553 9932152.5275057 0.00000
# "7" Yes No 950.447 167.939 532947.6771105 9959373.0185538 0.00000
# "8" Yes No 871.981 579.253 530601.8367508 9947047.2567548 0.00000
# "9" Yes No 697.942 1161.883 525391.7342627 9929585.4181613 0.00000
# "10" Yes No 378.349 129.035 515780.7317206 9960516.3042648 0.00000
#
# RMS error report:
# warp Type - Polynomial
#
# Point Cell-X Cell-Y Cell-X Cell-Y RMS
# "1" 654.736 6.885 654.737 6.888 0.0026
# "2" 423.234 1397.920 423.236 1397.918 0.0032
# "3" 863.129 1010.101 863.129 1010.100 0.0009
# "4" 125.993 392.693 125.992 392.695 0.0024
# "5" 67.190 862.544 67.191 862.544 0.0015
# "6" 296.542 1075.679 296.541 1075.678 0.0015
# "7" 950.447 167.939 950.448 167.936 0.0030
# "8" 871.981 579.253 871.982 579.255 0.0020
# "9" 697.942 1161.883 697.939 1161.886 0.0042
# "10" 378.349 129.035 378.348 129.032 0.0029
#
# Average RMS error : 0.002
# Total RMS error : 0.024
# End of GCP details

```

Gambar 4.2 Total RMS Error menggunakan software ER Mapper

Karena *total RMS Error* dari hasil pengolahan menggunakan software *ER Mapper* dalam satuan piksel maka terlebih dahulu diubah kedalam satuan meter untuk mengetahui apakah citra tersebut bisa diterima atau tidak.

$$\begin{aligned}
 \text{Total RMS Error (meter)} &= \text{Total RMS Error (piksel)} \times \text{Resolusi Citra} \\
 &= 0,024 \times 15 \text{ meter} \\
 &= 0,36 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil di atas yaitu *total RMS Error* sebesar 0,36 meter maka citra tersebut dapat diterima dan layak untuk diolah karena *total RMS Error* tidak melebihi *total RMS Error* maksimum yang sebesar 6 meter.

IV.2 Tutupan Lahan Kota Samarinda

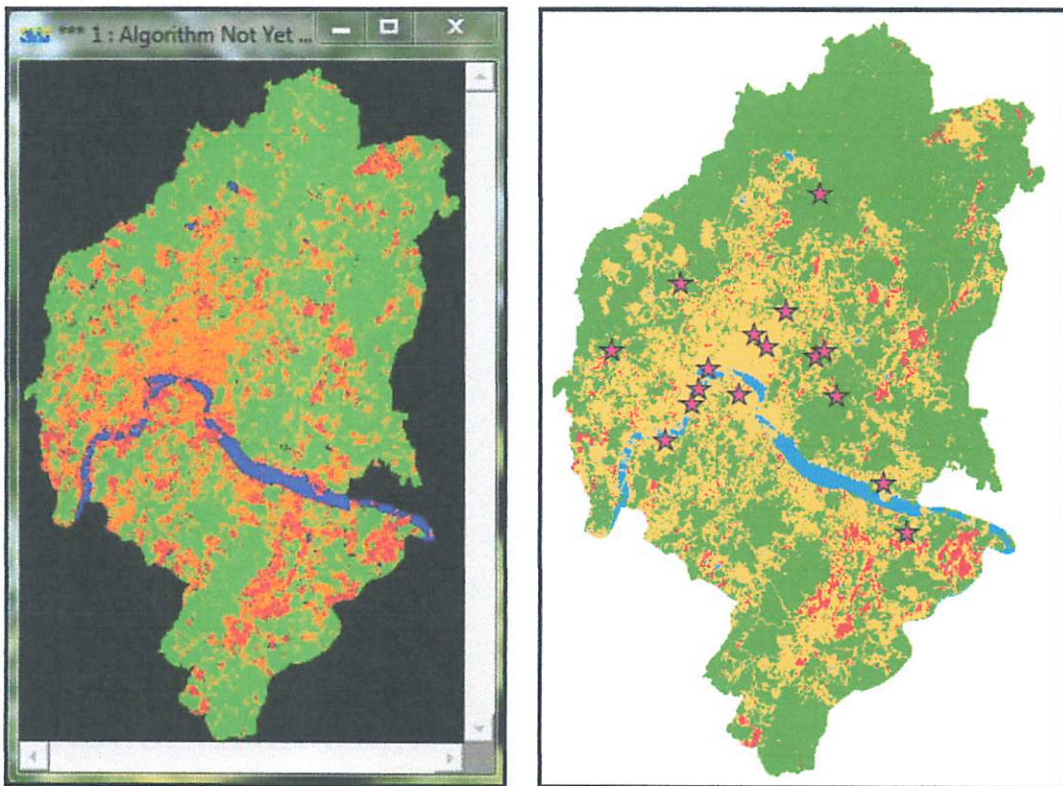
Tutupan Lahan Kota Samarinda diperoleh dari hasil klasifikasi citra satelit Landsat 8 area Kota Samarinda. Adapun klasifikasi dibagi menjadi 4 (empat) jenis tutupan lahan yaitu: (1) Vegetasi, (2) Pemukiman, (3) Lahan Kosong, dan (4) Perairan.

Dimana dalam proses klasifikasi citra untuk memperoleh hasil sebagaimana telah dijabarkan sebelumnya, perlu dibuat *training area* dengan berpatokan pada titik sampel yang diambil di lapangan secara langsung. Titik sampel tersebut mewakili tiap *region* atau kelas tutupan lahan yang diklasifikasi. Pengambilan titik sampel ini dilakukan dengan beberapa pertimbangan, yaitu: (1) mewakili tiap jenis tutupan lahan yang akan diklasifikasi, (2) daerah tersebut dianggap tidak mengalami perubahan dalam jangka waktu minimal 2 (dua) tahun terakhir, dan (3) daerah mudah dijangkau. Berikut daftar titik sampel yang diambil di lapangan:

Tabel 4.1 Daftar titik sampel menggunakan Datum WGS 1984 sistem koordinat Grid UTM zona 50S

No.	Jenis Tutupan Lahan	Timur (meter)	Utara (meter)
1	Perairan	513377	9942537
2	Lahan Kosong	520516	9945286
3	Pemukiman	517628	9945820
4	Vegetasi	520954	9945598

Dari *sample point* diatas kemudian akan dibuat *training area* atau *sample area* untuk proses klasifikasi yang selanjutnya dilakukan uji ketelitian untuk citra hasil klasifikasi tersebut. Uji ketelitian dilakukan dengan pengecekan lapangan yang kemudian dilakukan perhitungan menggunakan matrik konfusi.



Gambar 4.3 (Kiri) Citra hasil klasifikasi dan (kanan) tutupan lahan berdasarkan hasil klasifikasi beserta titik uji lapangan

Berikut data *point* uji kebenaran di lapangan dan kesesuaian data berdasarkan hasil klasifikasi menggunakan citra satelit Landsat 8 area Kota Samarinda.

Tabel 4.2 Hasil uji kebenaran di lapangan menggunakan Datum WGS 1984 sistem koordinat Grid UTM zona 50S

No.	Koordinat		Tutupan Lahan		Kecamatan
	Timur (m)	Utara (m)	Klasifikasi	Verifikasi	
1	520702	9954731	Vegetasi	Vegetasi	Samarinda Utara
2	512752	9949471	Lahan Kosong	Lahan Kosong	Samarinda Ulu
3	518744	9947920	Lahan Kosong	Lahan Kosong	Sungai Pinang
4	508764	9945588	Vegetasi	Vegetasi	Sungai Kunjang
5	516905	9946571	Pemukiman	Pemukiman	Sungai Pinang
6	516047	9943051	Pemukiman	Pemukiman	Loa Janan Ilir
7	521722	9943004	Vegetasi	Vegetasi	Sambutan

No.	Koordinat		Tutupan Lahan		Kecamatan
	Timur (m)	Utara (m)	Klasifikasi	Verifikasi	
8	511871	9940329	Lahan Kosong	Pemukiman	Loa Janan Ilir
9	524421	9937916	Lahan Kosong	Lahan Kosong	Sambutan
10	513713	9943400	Perairan	Perairan	Sungai
11	514322	9944548	Perairan	Perairan	Sungai
12	513377	9942537	Pemukiman	Perairan	Sungai
13	520516	9945286	Pemukiman	Lahan Kosong	Sambutan
14	517628	9945820	Pemukiman	Pemukiman	Samarinda Ilir
15	520954	9945598	Vegetasi	Vegetasi	Sambutan
16	525714	9935047	Pemukiman	Pemukiman	Palaran

Dari data hasil pengecekan di lapangan maka akan diketahui keadaan sebenarnya di lapangan apakah sesuai dengan hasil klasifikasi menggunakan citra atau tidak. Setelah itu maka dihitung tingkat akurasi atau ketelitiannya menggunakan matrik dan rumus sebagaimana di bawah ini.

Tabel 4.3 Tabel matrik uji ketelitian

Hasil Klasifikasi	Vegetasi	Pemukiman	Lahan Kosong	Perairan	Jumlah	Overall Accuracy (%)	Prosedur Accuracy (%)	User Accuracy (%)
Data Lapangan								
Vegetasi	4	0	0	0	4	81,25	100	100
Pemukiman	0	4	1	1	6		80	66,67
Lahan Kosong	0	1	3	0	4		75	75
Perairan	0	0	0	2	2		66,67	100
Jumlah	4	5	4	3	16		100	100

Berdasarkan data di atas maka dapat dihitung tingkat ketelitian menggunakan rumus di bawah ini:

$$\begin{aligned}
 \text{Ketelitian} &= \frac{\text{Jumlah Diagonal Utama}}{\text{Jumlah Titik Sampel}} \times 100\% \\
 &= \frac{13}{16} \times 100\% \\
 &= 81,25\%
 \end{aligned}$$

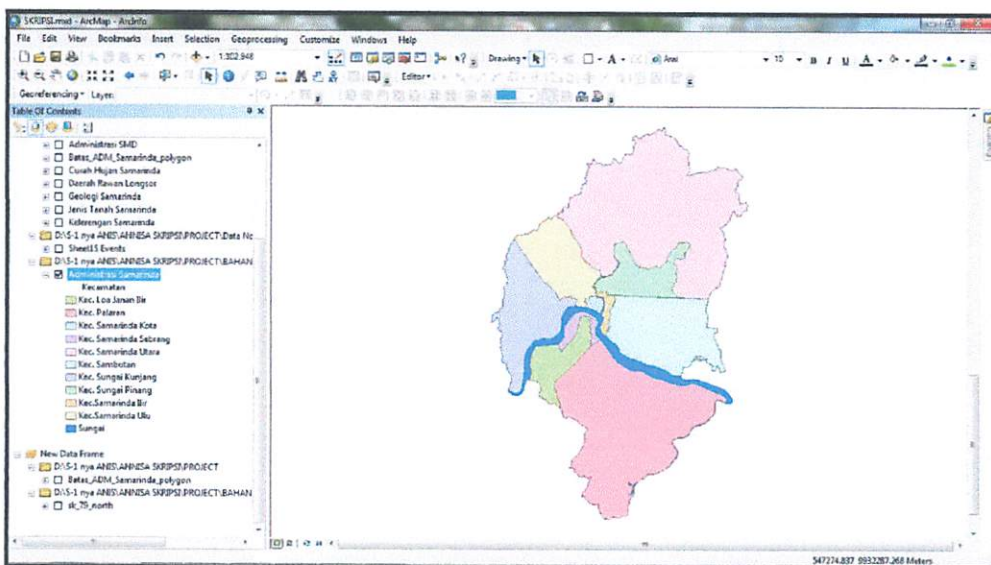
Dari hasil uji lapangan dan perhitungan menggunakan matriks konfusi dan rumus ketelitian maka diperoleh tingkat ketelitian dari hasil klasifikasi citra satelit Landsat 8 area Kota Samarinda untuk jenis tutupan lahan yaitu sebesar 81,25%.

IV.3 Parameter Identifikasi Daerah Rawan Longsor

Dalam penentuan daerah rawan longsor dilakukan analisis dan *overlay* atau tumpang susun antar beberapa parameter. Adapun parameter-parameter yang digunakan dalam penentuan daerah rawan longsor ini adalah: (1) Administrasi Kota Samarinda, (2) Tutupan Lahan Kota Samarinda, (3) Jenis Tanah Kota Samarinda, (4) Kelerengan Kota Samarinda, (5) Curah Hujan Kota Samarinda, dan (6) Geologi Kota Samarinda. Dimana perolehan data parameter-parameter tersebut sudah dijelaskan dalam Bab III dan berikut hasil atau data jadi dari parameter-parameter yang digunakan.

4.3.1 Peta Administrasi Kota Samarinda

Peta Administrasi Kota Samarinda diperoleh dari hasil digitasi Peta RBI (Rupa Bumi Indonesia) menggunakan *software ArcMap 10*. Berikut tampilan Peta Administrasi Kota Samarinda beserta data atributnya:



Gambar 4.4 Peta Administrasi Kota Samarinda

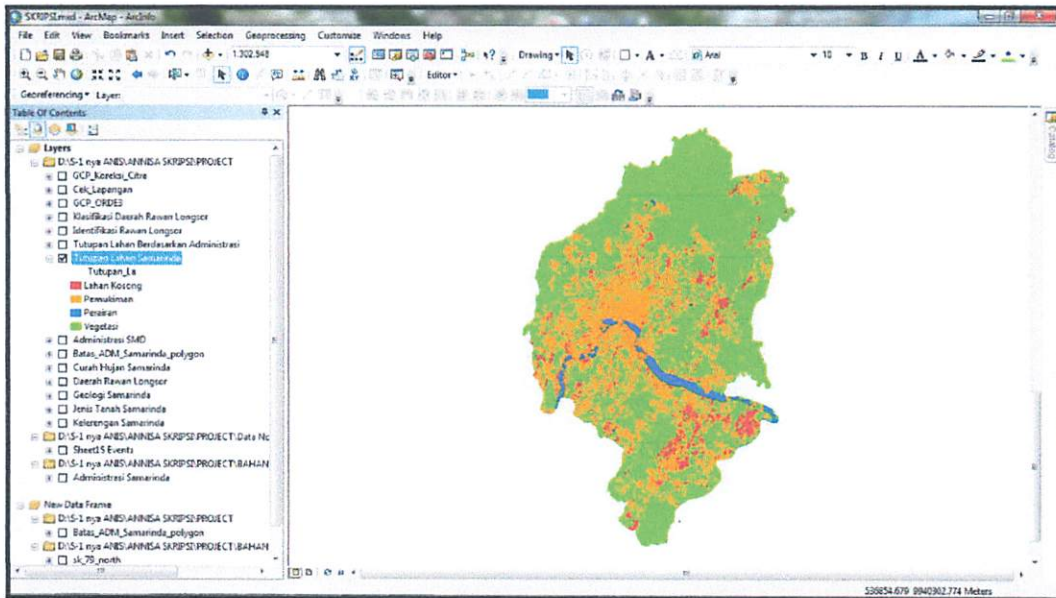
Tabel 4.4 Daftar kecamatan yang ada di Kota Samarinda beserta luasannya

No.	Kecamatan	Luas (Ha)
1	Kec. Samarinda Utara	22414,712
2	Sungai	2806,669
3	Kec.Samarinda Ulu	4997,882
4	Kec. Samarinda Kota	288,091
5	Kec.Samarinda Ilir	427,105
6	Kec. Loa Janan Ilir	2828,278
7	Kec. Samarinda Sebrang	759,677
8	Kec. Sambutan	8434,399
9	Kec. Sungai Pinang	3461,242
10	Kec. Palaran	18635,888
11	Kec. Sungai Kunjang	6697,683

Berdasarkan pada peta dan tabel di atas dapat diketahui bahwa Kota Samarinda terdiri dari 10 (sepuluh) kecamatan seperti yang nampak pada gambar tabel atribut di atas dengan kecamatan yang paling luas area nya yaitu Kecamatan Samarinda Utara seluas 22414,71 Ha dan yang paling kecil luasan area nya yaitu Kecamatan Samarinda Kota seluas 288 Ha. Data pada tabel atribut tersebutlah yang akan digunakan untuk memberi batasan administrasi pada proses analisis selanjutnya.

4.3.2 Peta Tutupan Lahan Kota Samarinda

Peta Tutupan Lahan Kota Samarinda diperoleh melalui proses klasifikasi citra satelit Landsat 8 area Kota Samarinda yang diolah menggunakan *software ER Mapper 7.0*. Dimana dalam proses klasifikasi jenis tutupan lahan di Kota Samarinda dibagi dalam 4 (empat) kelas yaitu vegetasi, pemukiman, lahan kosong dan perairan. Adapun hasil klasifikasi dari citra tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4.5 Peta Tutupan Lahan Kota Samarinda

Tabel 4.5 Data jenis tutupan lahan beserta luasan dan persentase luasnya

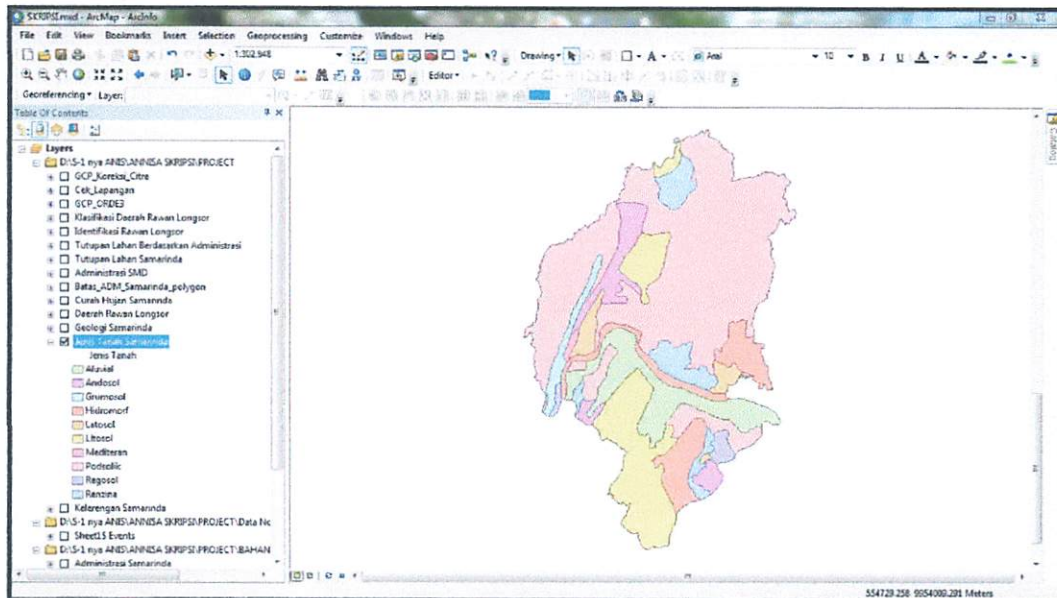
No.	Tutupan Lahan	Klasifikasi	Luas (Ha)	Persentase Luas Area Kelas Terhadap Luas Kota (%)
1	Pemukiman	Peka	24289,38	33,771
2	Lahan Kosong	Sangat Peka	2194,538	3,051
3	Perairan	Tidak Peka	1637,843	2,277
4	Vegetasi	Agak Peka	43802,39	60,901
Jumlah			71906,605	100

Berdasarkan peta dan atributnya dapat dilihat bahwa tutupan lahan di Kota Samarinda didominasi oleh tutupan lahan jenis vegetasi dengan persentase luas sebesar 60,901% disusul dengan daerah pemukiman sebesar 33,771% lalu lahan kosong sebesar 3,051% dan terakhir perairan sebesar 2,277%. Adapun tingkat skoring yang paling tinggi pengaruhnya terhadap longsor yaitu lahan kosong dengan skor 4 (empat) dan tingkat kepekaannya sangat peka, disusul pemukiman dengan skor 3 (tiga) dengan tingkat kepekaannya peka, lalu jenis vegetasi dengan skor 2 (dua) dengan tingkat

kepekaannya agak peka dan terakhir perairan dengan skor 1 (satu) dan memiliki tingkat kepekaan tidak peka.

4.3.3 Peta Jenis Tanah Kota Samarinda

Peta Jenis Tanah Kota Samarinda diperoleh dari Peta Jenis Tanah Provinsi Kalimantan Timur. Adapun informasi yang diperoleh dari peta ini yaitu informasi jenis tanah yang menyusun dataran Kota Samarinda beserta luasan dan persentase luas dari tiap jenis tanahnya. Berikut Peta Jenis Tanah Kota Samarinda beserta tabel informasinya:



Gambar 4.6 Peta Jenis Tanah Kota Samarinda

Tabel 4.6 Informasi jenis tanah di Kota Samarinda beserta luas dan persentase luasannya

No.	Jenis Geologi	Klasifikasi	Luas (Ha)	Persentase Luas Area Kelas Terhadap Luas Kota (%)
1	Litosol	Sangat Peka	10759,843	14,996
2	Renzina	Sangat Peka	4103,886	5,720
3	Podsolik	Peka	36144,258	50,374

No.	Jenis Geologi	Klasifikasi	Luas (Ha)	Persentase Luas Area Kelas Terhadap Luas Kota (%)
4	Hidromorf	Tidak Peka	6268,670	8,737
5	Latosol	Agak Peka	1717,879	2,394
6	Andosol	Peka	3691,090	5,144
7	Mediteran	Kurang Peka	227,436	0,317
8	Grumosol	Peka	1394,761	1,944
9	Regosol	Sangat Peka	825,275	1,150
10	Aluvial	Tidak Peka	6618,529	9,224
Jumlah			71906,605	100

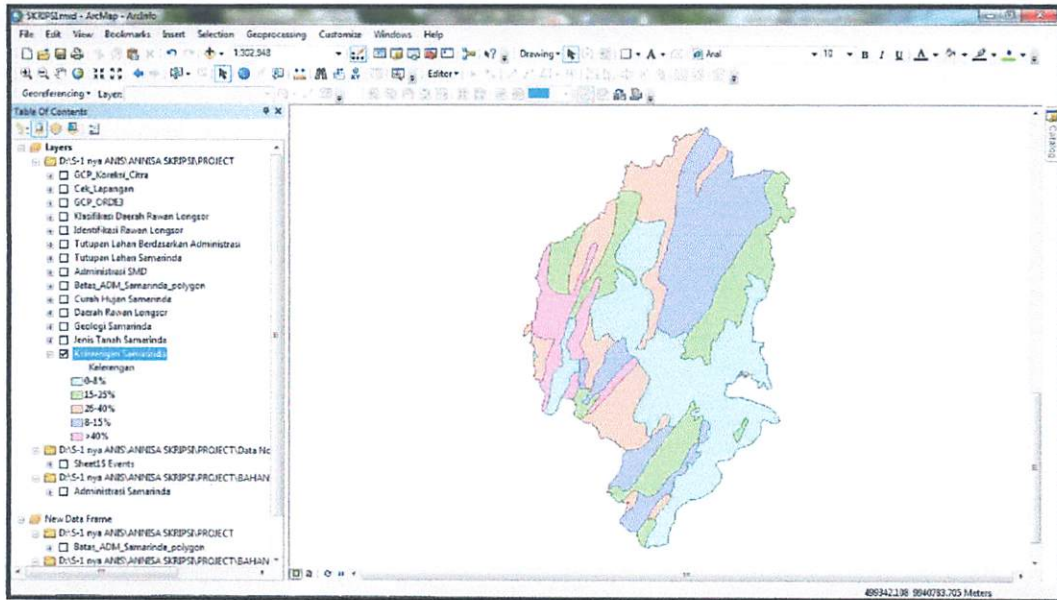
Berdasarkan peta dan atributnya dapat dilihat bahwa jenis tanah di Kota Samarinda dibagi menjadi 10 (sepuluh) jenis tanah yang berbeda. Adapun jenis tanah yang mendominasi Kota Samarinda yaitu Podsolik sebanyak 50,374%; disusul Litosol 14,996%; Aluvial 9,224%; Hidromorf 8,737%; Renzina sebesar 5,720%; lalu Andosol sebesar 5,144%; Latosol 2,394%, Grumosol dan Regosol masing-masing 1,944% dan 1,150% kemudian yang terakhir yaitu Mediteran dengan persentase paling kecil yaitu sebesar 0,317%.

Sementara untuk skoring dan tingkat kepekaan jenis tanah terhadap longsor, skor tertinggi dengan angka 5 (lima) diduduki jenis tanah Litosol, Renzina dan Regosol. Untuk jenis tanah peka dengan skor 4 (empat) ada jenis tanah Podsolik, Andosol dan Grumosol. Jenis tanah kurang peka dengan skor 3 (tiga) yaitu jenis tanah Mediteran, jenis tanah agak peka dengan skor (2) ada Latosol. Kemudian untuk jenis tanah yang tidak peka terhadap longsor dengan skor 1 (satu) yaitu jenis tanah Hidromorf dan Aluvial.

4.3.4 Peta Kelerengan Kota Samarinda

Peta Kelerengan Kota Samarinda diperoleh dari digitasi peta analog Peta Kelerengan Kota Samarinda yang kemudian dilakukan pengisian dan join data atribut atau data

non spasialnya sebagaimana telah dijabarkan pada Bab III. Berikut tampilan Peta Kelerengan Kota Samarinda beserta tabel informasinya.



Gambar 4.7 Peta Kelerengan Kota Samarinda

Tabel 4.7 Kelas kelerengan Kota Samarinda beserta luas dan persentase luasannya

No.	Kelerengan	Klasifikasi	Luas (Ha)	Persentase Luas Area Kelas Terhadap Luas Kota (%)
1	0-8%	Datar	22469,159	31,315
2	8-15%	Landai	17632,873	24,575
3	15-25%	Agak Curam	13514,840	18,836
4	26-40%	Curam	13034,527	18,166
5	>40%	Sangat Curam	5100,228	7,108
Jumlah			71906,605	100

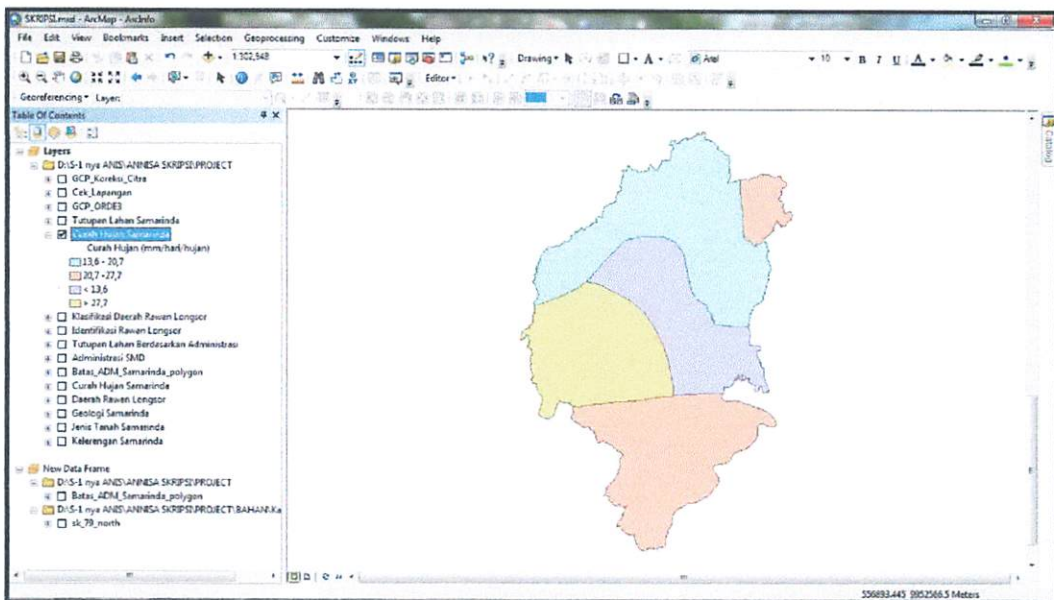
Berdasarkan peta dan data pada tabel dapat dilihat bahwa kelerengan di Kota Samarinda dibagi menjadi 5 (lima) kelas lereng dengan didominasi daerah datar dengan persentase sebesar 31,315% kemudian daerah landai sebesar 24,575%, daerah

agak curam 18,836%, daerah curam sebanyak 18,166% dan terakhir daerah yang curam yaitu hanya 7,108%.

Sedangkan untuk skoringnya daerah datar dengan kelerengan 0-8% diberi skor 1 (satu), untuk daerah landai dengan kelerengan 8-15% diberi skor 2 (dua), untuk daerah agak curam dengan kelerengan 15-25% diberi skor 3 (tiga), untuk daerah curam dengan kelerengan 26-40% diberi skor 4 (empat) dan untuk daerah sangat curam diberi skor 5 (lima). Data dan informasi inilah yang akan digunakan untuk menentukan dan mengidentifikasi daerah rawan longsor nantinya.

4.3.5 Peta Curah Hujan Kota Samarinda

Peta Curah Hujan Kota Samarinda diperoleh dari hasil digitasi peta analog menggunakan *software ArcMap 10* yang kemudian dilakukan pengisian atribut dan join data non spasial sebagaimana sudah dijabarkan pada Bab III. Berikut tampilan Peta Curah Hujan Kota Samarinda dan informasi atributnya.



Gambar 4.8 Peta Curah Hujan Kota Samarinda

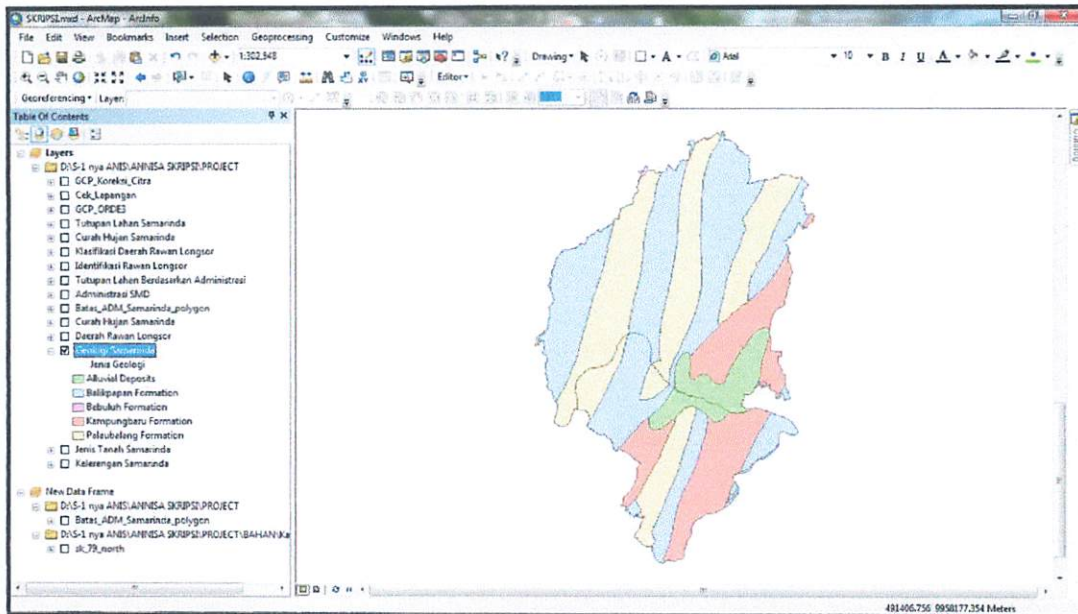
Tabel 4.8 Kelas curah hujan di Kota Samarinda beserta luas dan persentase luasnya

No.	Curah Hujan (mm/hari/hujan)	Klasifikasi	Luas (Ha)	Persentase Luas Area Kelas Terhadap Luas Kota (%)
1	< 13,6	Sangat Rendah	13636,790	19,006
2	13,6 - 20,7	Rendah	22194,644	30,933
3	20,7 - 27,7	Sedang	20583,802	28,688
4	27,7 - 34,8	Tinggi	15336,391	21,374
Jumlah			71906,605	100

Berdasarkan peta dan atributnya dapat dilihat bahwa curah hujan di Kota Samarinda dibagi menjadi 4 (empat) kelas curah hujan dengan didominasi oleh curah hujan rendah dengan persentase 30,933% kemudian curah hujan sedang sebesar 28,688% lalu yang tinggi sebesar 21,374% dan sangat rendah sebesar 19,006%. Dengan skoring untuk curah hujan dari yang sangat rendah, rendah, sedang dan tinggi masing-masing berurutan 1, 2, 3 dan 4.

4.3.6 Peta Geologi Kota Samarinda

Peta Geologi Kota Samarinda diperoleh dari Peta Geologi Provinsi Kalimantan Timur yang kemudian dipotong sesuai administrasi Kota Samarinda. Setelah itu dilakukan join data non spasial sebagaimana telah dijelaskan pada Bab III. Adapun prosen tersebut dilakukan menggunakan *software ArcMap 10*. Berikut tampilan Peta Geologi Kota Samarinda beserta informasi data non spasialnya.



Gambar 4.9 Peta Geologi Kota Samarinda

Tabel 4.9 Data jenis geologi Kota Samarinda beserta luas dan persentase luasannya

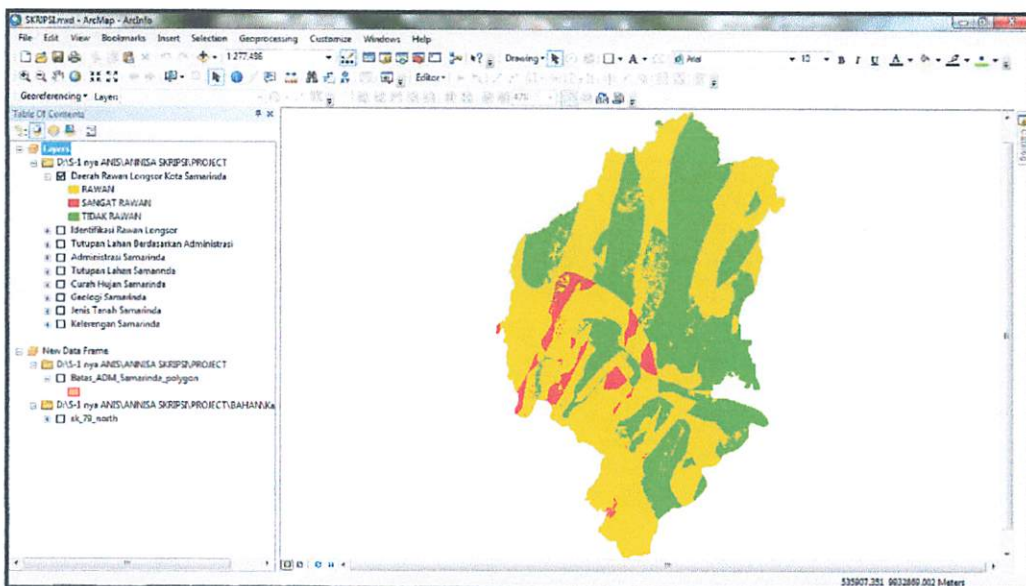
No.	Jenis Gologi	Klasifikasi	Luas (Ha)	Persentase Luas Area Kelas Terhadap Luas Kota (%)
1	<i>Balikpapan Formation</i>	Sangat Kompak	30252,775	42,147
2	<i>Kampungbaru Formation</i>	Keras / Kompak	13288,971	18,514
3	<i>Bebuluh Formation</i>	Cukup Keras	40,060	0,056
4	<i>Palaubalang Formation</i>	Lunak	23373,438	32,563
5	<i>Alluvial Deposits</i>	Sangat Lunak	4823,316	6,720
		Jumlah	71906,605	100

Berdasarkan peta dan tabel di atas dapat diketahui bahwa jenis geologi di Kota Samarinda terbagi menjadi 5 (lima) dengan yang mendominasi yaitu geologi jenis *Balikpapan Formation* dengan persentase sebesar 42,147% kemudian terbanyak kedua yaitu *Palaubalang Formation* sebesar 32,563%. Ketiga ada geologi jenis *Kampungbaru Formation* dengan persentase sebesar 18,514% lalu *Alluvial Deposits* sebesar 6,720% dan terakhir *Bebuluh Formation* hanya 0,056% dari luasan Kota Samarinda secara keseluruhan.

Sedangkan untuk klasifikasi dan skoringnya, jenis geologi yang sangat kompak yaitu *Balikpapan Formation* dengan skor 1 (satu) kemudian jenis geologi yang keras atau kompak yaitu *Kampungbaru Formation* dengan skor 2 (dua), jenis geologi yang cukup keras yaitu *Bebuluh Formation* dengan skor 3 (tiga), lalu jenis geologi yang bersifat lunak yaitu *Palaubalang Formation* dengan skor 4 (empat) dan terakhir jenis geologi yang bersifat sangat lunak yaitu *Alluvial Deposits* dengan skor paling tinggi yaitu 5 (lima). Klasifikasi dan skoring inilah yang akan digunakan dalam penentuan tingkat kerawanan longsor di Kota Samarinda.

4.4 Peta Daerah Rawan Longsor Kota Samarinda

Peta Daerah Rawan Longsor Kota Samarinda merupakan hasil *overlay union* dan penggabungan data atribut atau non spasial dari Peta Administrasi Kota Samarinda dengan 5 (lima) parameter yang ada yaitu tutupan lahan, jenis tanah, kelerengn, curah hujan, dan geologi.



Gambar 4.10 Peta Daerah Rawan Longsor Kota Samarinda

Dari hasil penggabungan parameter-parameter penantuan daerah rawan longsor, tingkat kerawanan bencana longsor di Kota Samarinda dibagi menjadi 3 (tiga) yaitu

tidak rawan, rawan dan sangat rawan. Adapun perhitungan dan cara penentuannya telah dijabarkan secara lengkap pada Bab III. Data hasil klasifikasi tersebut dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 4.10 Persentase tingkat kerawanan longsor di Kota Samarinda

No.	Klasifikasi	Luas (Ha)	Persentase Luas Area Kelas Terhadap Luas Kota (%)
1.	Tidak Rawan	29298,395	40,745 %
2.	Rawan	40061,021	55,713 %
3.	Sangat Rawan	2547,189	3,542 %
Jumlah		71906,605	100 %

Dari data di atas maka dapat disimpulkan bahwa Kota Samarinda didominasi oleh daerah rawan longsor yang cukup tinggi dengan persentase 55.713 % kemudian daerah yang tidak rawan 40,745% dan yang sangat rawan sebesar 3,542%. Adapun yang paling mempengaruhi kerawanan longsor di Kota Samarinda yaitu di urutan pertama curah hujan sebesar 30%, jenis tanah dan geologi masing-masing sebesar 20%, kemudian tutupan lahan dan kemiringan yang masing-masing sebesar 15%.

4.4.1 Daerah Rawan Longsor Setiap Kecamatan Di Kota Samarinda

Kota Samarinda terdiri dari 10 (sepuluh) kecamatan yang masing-masing kecamatan memiliki persentase tingkat kerawanan yang berbeda-beda. Hal ini disebabkan oleh parameter-parameter yang digunakan untuk analisa daerah kerawanan longsor pun memiliki nilai atau skor yang tidak selalu sama untuk setiap kecamatan yang ada. Tingkat kerawanan tanah longsor untuk setiap kecamatan yang ada di Kota Samarinda dapat dilihat pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11 Klasifikasi rawan longsor tiap kecamatan di Kota Samarinda

No.	Kecamatan	Tidak Rawan Longsor		Rawan Longsor		Sangat Rawan Longsor	
		Luas (Ha)	Luas (%)	Luas (Ha)	Luas (%)	Luas (Ha)	Luas (%)
1	Samarinda Utara	11103,362	49,536	11402,073	50,869	0	0
2	Sungai	1483,379	52,852	1313,591	46,802	27,360	0,975
3	Samarinda Ulu	1823,435	36,484	2785,290	55,729	389,832	7,800
4	Samarinda Kota	0,01	0,016	288,089	99,99	0	0
5	Samarinda Ilir	37,303	8,734	294,380	68,925	95,422	22,342
6	Loa Janan Ilir	874,201	30,909	1606,250	56,793	348,277	12,314
7	Samarinda Seberang	370,614	48,786	311,100	40,952	77,964	10,263
8	Sambutan	5993,087	71,055	2000,206	23,715	444,104	5,265
9	Sungai Pinang	1641,964	47,439	1825,058	52,728	0	0
10	Palaran	5347,338	28,694	12885,724	69,145	426,063	2,286
11	Sungai Kunjang	623,667	9,312	5349,260	79,867	738,166	11,021

Berdasarkan data pada tabel di atas maka dapat dijabarkan sebagai berikut:

- 1) Kecamatan Samarinda Utara didominasi daerah rawan longsor dengan persentase 50,869% kemudian disusul dengan daerah yang tidak rawan longsor sebesar 49,536%, dan di kecamatan ini tidak terdapat daerah dengan tingkat kerawanan longsor yang sangat rawan.
- 2) Untuk daerah sungai termasuk daerah aman karena didominasi oleh daerah yang tidak rawan longsor sebesar 50,852% lalu daerah yang rawan longsor sebesar 46,802% dan daerah yang sangat rawan longsor sebesar 0,975%.
- 3) Kecamatan Samarinda Ulu terdapat daerah rawan longsor sebesar 55,729% dari luasan area kecamatan, kemudian daerah yang tidak rawan longsor sebesar 36,484% dan daerah yang sangat rawan bencana longsor sebesar 7,8%.
- 4) Kecamatan Samarinda Kota didominasi oleh daerah rawan longsor dengan persentase yang sangat tinggi yaitu 99,99% dengan daerah yang tidak rawan hanya 0,01% dan tidak memiliki daerah yang sangat rawan longsor.

- 5) Kecamatan Samarinda Ilir terdapat daerah yang sangat rawan longsor sebesar 22,342% kemudian daerah yang rawan longsor sebesar 68,925% dan daerah aman yang tidak rawan longsor sebesar 8,734%.
- 6) Kecamatan Loa Janan Ilir terdapat daerah dengan tingkat kerawanan longsor yang sangat rawan sebanyak 12,314% dari luas kecamatan tersebut, kemudian daerah yang rawan sebesar 56,793% dan daerah yang tidak rawan bencana longsor sebesar 30,909%.
- 7) Kecamatan Samarinda Seberang memiliki daerah aman yang tidak rawan bencana longsor sebesar 48,786% kemudian daerah yang rawan bencana longsor 40,952% dan daerah yang sangat rawan bencana longsor sebesar 10,263%.
- 8) Kecamatan Sambutan dapat dikatakan daerah yang cukup aman karena memiliki daerah yang tidak rawan longsor sebesar 71,005% dengan daerah rawan longsor sebesar 23,715% dan daerah yang sangat rawan longsor sebesar 5,265%.
- 9) Kecamatan Sungai Pinang tidak terdapat daerah dengan tingkat rawan longsor yang sangat rawan namun masih terdapat daerah yang rawan longsor sebesar 52,728% dan daerah yang tidak rawan longsor sebesar 47,439%.
- 10) Kecamatan Palaran didominasi oleh daerah yang rawan longsor dengan persentase sebesar 69,145% kemudian daerah yang tidak rawan longsor sebesar 28,694% dan daerah yang sangat rawan sebesar 2,286%.
- 11) Kecamatan Sungai Kunjang juga didominasi oleh daerah rawan longsor dengan persentase sebesar 79,867% kemudian daerah yang sangat rawan longsor sebesar 11,021% dan daerah yang tidak rawan longsor 9,312%.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

V.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang dapat diambil dari proses dan hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. *Total RMS Error* dari proses koreksi geometri terhadap citra satelit Landsat 8 area Kota Samarinda adalah 0,024 piksel atau setara dengan 0,36 meter di lapangan.
2. Uji ketelitian yang dilakukan terhadap citra hasil klasifikasi tutupan lahan menggunakan uji lapangan dan perhitungan menggunakan matrik konfusi dan rumus ketelitian diperoleh hasil kebenaran sebesar 81,25%.
3. Parameter yang digunakan dalam penentuan daerah rawan longsor Kota Samarinda adalah:
 - a. Administrasi Kota Samarinda
 - b. Tutupan Lahan Kota Samarinda
 - c. Jenis Tanah Kota Samarinda
 - d. Kelerengan Kota Samarinda
 - e. Curah Hujan Kota Samarinda
 - f. Geologi Kota Samarinda.
4. Tingkat kerawanan bencana tanah longsor di Kota Samarinda dibagi menjadi 3 (tiga) kelas yaitu:
 - a. Tidak Rawan
Daerah dengan kelas tidak rawan longsor di Kota Samarinda memiliki luasan 29298,395 Ha atau 40,745% dari luas keseluruhan Kota Samarinda. Dari jumlah tersebut tersebar di seluruh kecamatan yang ada di Kota Samarinda.

b. Rawan

Daerah dengan kelas rawan longsor di Kota Samarinda memiliki luasan 40061,021 Ha atau 55,713% dari luas keseluruhan Kota Samarinda. Dari luasan yang ada tersebar di seluruh kecamatan yang ada di Kota Samarinda.

c. Sangat Rawan

Daerah dengan kelas sangat rawan longsor di Kota Samarinda memiliki luasan 2547,189 Ha atau 3,542% dari luas keseluruhan Kota Samarinda. Dari luasan yang ada tersebar di 7 kecamatan yaitu Kecamatan Samarinda Ulu, Kecamatan Samarinda Ilir, Kecamatan Loa Janan Ilir, Kecamatan Samarinda Seberang, Kecamatan Sambutan, Kecamatan Palaran dan Kecamatan Sungai Kunjang serta daerah Sungai.

5. Kecamatan yang paling dominan untuk setiap criteria kelas rawan longsor adalah sebagai berikut:

- a. Kecamatan yang memiliki tingkat sangat rawan longsor paling tinggi yaitu Kecamatan Samarinda Ilir dengan persentase 22,342% dari luas area kecamatan tersebut.
- b. Kecamatan yang memiliki tingkat rawan longsor paling tinggi yaitu Kecamatan Samarinda Kota dengan persentase 99,99% dari luas area kecamatan tersebut.
- c. Kecamatan yang didominasi dengan daerah yang tidak rawan longsor adalah Kecamatan Samabutan dengan persentase 71,055% dari luas area kecamatan tersebut.

V.2 Saran

Saran yang dapat diberikan penyusun berdasarkan pelaksanaan penelitian yang telah dilakukan antara lain:

1. Untuk memperoleh hasil klasifikasi citra yang lebih baik dapat digunakan jenis citra satelit dengan resolusi spasial yang lebih tinggi.

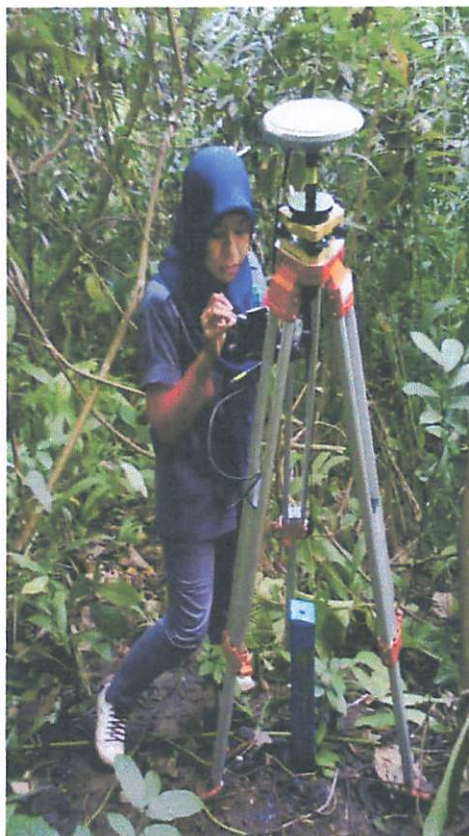
2. Untuk menghasilkan data klasifikasi daerah rawan longsor yang lebih akurat, parameter yang digunakan dalam penelitian dapat ditambahkan contohnya data tekstur tanah.
3. Perlu dilakukan sosialisasi kepada masyarakat agar daerah-daerah yang termasuk dalam daerah sangat rawan longsor tidak digunakan sebagai daerah pemukiman.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2010. *Dasar-Dasar Penginderaan Jauh* (Materi Kuliah).
- Anonim 2010. *Materi Pelatihan Sistem Informasi Geografis* (Materi Kuliah).
- Anonim. 2013. *Apa Itu Penginderaan Jauh ?*.
<http://belajarilmugeografi.blogspot.com> (diakses 30 Desember 2016)
- Badan Standarisasi Nasional. 2010. *Klasifikasi Penutupan Lahan*.
<http://landsat.usgs.gov>
- Ismail Marzuki. *Konsep Dasar Analisis Spasial*. 2011.
- Kartasumantri, Nanan S. Dkk. *Inventarisasi Batubara Bersistim di Daerah Sungai Santan dan Sekitarnya Kabupaten Kutai Timur, Provinsi Kalimantan Timur*. Sub. Direktorat Batubara.
- Lillesand, Thomas M., Ralph W Kiefer. 1990. *Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra*. Gajah Mada University Press. Jogjakarta
- Pandulu, Galih Damar. 2015. *Analisis dan Pemetaan Daerah Daerah Kritis Rawan Bencana Wilayah UPTD Turen Kabupaten Malang*. Malang: Fakultas Teknik, Universitas Tribuwana Tungadewi.
- Pedoman Penataan Ruang Kawasan Rawan Bencana Longsor Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 22/PRT/M/2007.
- Prasetyo, Aris. 2011. *Modul Dasar ArcGIS 10 Aplikasi Pengelolaan Sumberdaya Alam*. Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Purwadhi, Sri Hardiyanti. 2001. *Interpretasi Citra Digital*. Grasindo. Jakarta.
- Rendra, Raditya. 2012. *Satelit Landsat*. <http://geologi2an.blogspot.com> (01 Februari 2016)
- Sri Hardiyanti Purwadhi. *Interpretasi Citra Digital*
- Surat Keputusan Menteri Pertanian Nomor: 837/Kpts/Um/11/1980 Tentang Kriteria dan Tata Cara Penetapan Hutan Lindung.
- Yasin, Muhammad. 2013. *Analisa Tutupan Lahan Di Kota Samarinda Berdasarkan Landsat Tahun 2006*. Politeknik Pertanian Negeri Samarinda. Samarinda

LAMPIRAN 1
DOKUMENTASI PENGAMBILAN DATA
DI LAPANGAN

Pengambilan titik pada tutupan lahan jenis vegetasi.

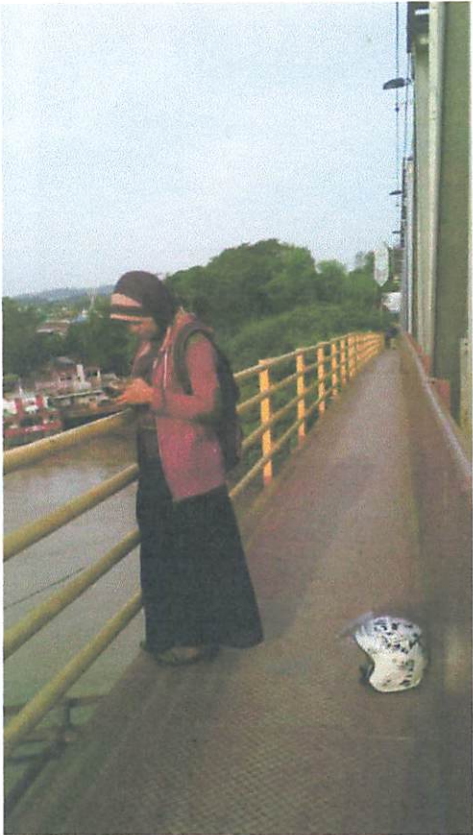




Pengambilan titik pada tutupan lahan jenis pemukiman.



Pengambilan titik pada tutupan lahan jenis perairan.





Pengambilan titik pada tutupan lahan jenis lahan kosong.



LAMPIRAN 2
PETA DAERAH RAWAN LONGSOR
KOTA SAMARINDA