

**PENGEMBANGAN SISTEM DISTRIBUSI AIR BERSIH
KECAMATAN KARANGPLOSO KABUPATEN MALANG**

TUGAS AKHIR



**Disusun oleh:
ERISTANTO ANANTA
NIM. 1421010**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG
2021**

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI

PENGEMBANGAN SISTEM DISTRIBUSI AIR BERSIH KECAMATAN
KARANGPLOSO KABUPATEN MALANG

*Disusun dan Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik Sipil (S-1) Institut Teknologi Nasional Malang*

Disusun Oleh:

ERISTANTO ANANTA

NIM : 1421010

Disetujui oleh :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Dr. Ir. Lies Kurniawati W., MT.

NIP. 1031500485

Nenny Roostriannawaty, ST., MT.

NIP. 1031700533

Mengetahui,

Program Studi Teknik Sipil S-1



Anderson P. Manaha, ST., MT.

NIP.P. 1030300383

LEMBAR PENGESAHAN

PENGEMBANGAN SISTEM DISTRIBUSI AIR BERSIH KECAMATAN KARANGPLOSO KABUPATEN MALANG

Telah disetujui oleh Dosen Penguji dan Diterima
Tugas Akhir ini Telah Dipertahankan di Depan Dosen Penguji Ujian Skripsi
Jenjang Strata (S-1) pada tanggal 10 September 2021 dan Diterima
Untuk memenuhi Salah Satu Persyaratan Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik Sipil S-1

Disusun Oleh :

ERISTANTO ANANTA

NIM : 1421010

Anggota Penguji :

Dosen Penguji I

Dosen Penguji II



Dr. Erni Yulianti, ST., MT.

NIP. 1031300469



Sriliani Surbakti, ST., MT.

NIP. 1031500509

Disahkan Oleh :

Ketua Program Studi

Sekretaris Program Studi

Teknik Sipil S-1

Teknik Sipil S-1



P. Manaha, ST., MT.

NIP.P. 1030300383



Mohammad Erfan, ST., MT.

NIP.Y. 1031500508

**PENGEMBANGAN SISTEM DISTRIBUSI AIR BERSIH DI
KECAMATAN KARANGPLOSO KABUPATEN MALANG**

Eristanto Ananta¹, Lies Kurniawati W², dan Nenny Roostrianawaty³

¹Program Studi Teknik Sipil S-1, Institut Teknologi Nasional Malang, Jl.

Bendungan Sigura-gura No. 2 Malang

Email: 142101.eristantoananta@gmail.com

ABSTRACT

Clean water distribution in Karangploso Sub-district, Malang Regency, has not fully reached all residents; only about 42% of the population is currently served by the local water utility (PDAM), leaving Donowarih, Tawangargo, Bocek, and Ngenep villages unserved. This study aims to plan the development of a clean water distribution system by utilising the Cinde spring as the raw water source. Population projection was carried out using the arithmetic, geometric, and least square methods, with the geometric method selected based on the smallest standard deviation (4,762.44). Water demand analysis followed the Ministry of Public Works standard, while the transmission and distribution pipe networks were modelled using WaterCAD V8i. The results show that the total clean water demand in Karangploso Sub-district up to the year 2029 reaches 151.46 litres/second, and the available discharge of the Cinde spring (156 litres/second) is still sufficient to meet this demand. The planned reservoir capacity is 1,712.06 m³ with dimensions of 21 m x 20 m x 4 m, the transmission pipe is 11,475 m long with a diameter of 642.2 mm, and the distribution pipe is 58,771 m long with a diameter of 285 mm. Flow velocities and residual pressures at all network nodes meet the requirements of Minister of Public Works Regulation No. 18/PRT/M/2012.

Keywords: *clean water distribution, population projection, water demand, WaterCAD, Karangploso*

ABSTRAK

Pendistribusian air bersih di Kecamatan Karangploso, Kabupaten Malang, hingga saat ini belum sepenuhnya melayani seluruh penduduk, yaitu baru sekitar 42% penduduk yang terlayani oleh PDAM setempat, sehingga Desa Donowarih, Tawangargo, Bocek, dan Ngenep belum mendapatkan distribusi air bersih. Penelitian ini bertujuan untuk merencanakan pengembangan sistem distribusi air bersih dengan memanfaatkan Sumber Mata Air Cinde sebagai sumber air baku. Proyeksi jumlah penduduk dihitung menggunakan tiga metode, yaitu aritmatik, geometrik, dan least square, dengan metode geometrik dipilih berdasarkan nilai standar deviasi terkecil (4.762,44). Analisis kebutuhan air bersih mengacu pada standar Kementerian Pekerjaan Umum, sedangkan perencanaan jaringan pipa transmisi dan distribusi dianalisis menggunakan program bantu *WaterCAD* V8i. Hasil penelitian menunjukkan bahwa total kebutuhan air bersih Kecamatan Karangploso hingga tahun 2029 sebesar 151,46 liter/detik, sementara debit ketersediaan Sumber Cinde sebesar 156 liter/detik masih mencukupi kebutuhan tersebut. Kapasitas tandon (reservoir) yang direncanakan sebesar 1.712,06 m³ dengan dimensi 21 m x 20 m x 4 m, panjang pipa transmisi 11.475 m berdiameter 642,2 mm, dan panjang pipa distribusi 58.771 m berdiameter 285 mm. Kecepatan aliran dan sisa tekanan pada seluruh titik simpul jaringan telah memenuhi ketentuan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 18/PRT/M/2012.

Kata kunci: distribusi air bersih, proyeksi penduduk, kebutuhan air, *WaterCAD*, Karangploso

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Eristanto Ananta
NIM : 1421010
Program Studi : Teknik Sipil S-1
Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi saya yang berjudul

“PENGEMBANGAN SISTEM DISTRIBUSI AIR BERSIH KECAMATAN KARANGPLOSO KABUPATEN MALANG”

Adalah hasil karya sendiri dan bukan menjiplak atau menduplikat serta tidak mengutip atau menyadarkan hasil karya orang lain kecuali disebutkan sumbernya.

Malang, September 2021

Yang membuat pernyataan



Eristanto Ananta

NIM. 1421010

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas Rahmat dan Karunia-Nya semata sehingga penulis mampu menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir dengan judul “***PENGEMBANGAN SISTEM DISTRIBUSI AIR BERSIH KECAMATAN KARANGPLOSO KABUPATEN MALANG***”. Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Strata Satu Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional Malang.

Penulis menyadari bahwa penyusunan Tugas Akhir ini tidak akan selesai tanpa bantuan dari berbagai pihak. Karena itu pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof Dr. Eng. Ir. Abraham Lomi, M.SEE selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Bapak Dr. Ir. Hery Setyobudiarso, M.Sc selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Bapak Ir. Dr. Yosimson Petrus Manaha, ST selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1 Institut Teknologi Nasional Malang.
4. Bapak Moh. Erfan, ST., MT selaku Sekretaris Program Studi Teknik Sipil S-1 Institut Teknologi Nasional Malang.
5. Ibu Dr. Ir. Lies Kurniawati W, MT selaku Dosen Pembimbing I atas bimbingan, saran dan motivasi yang diberikan.
6. Ibu Nenny Roostrianawaty, ST., MT, selaku Dosen Pembimbing II atas bimbingan, saran dan motivasi yang diberikan.
7. Bapak Vega Aditama, ST., MT selaku Kepala Studio Jurusan Teknik Sipil S-1 Institut Teknologi Nasional Malang.

Penyusun menyadari bahwa pada Proposal Tugas Akhir ini, masih banyak kekurangan ataupun kesalahan. Oleh karena itu penyusun mengharapkan saran, petunjuk, kritik dan bimbingan yang bersifat membangun demi kelanjutan kami selanjutnya.

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
ABSTRAK	v
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	2
1.3 Rumusan Masalah	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Tujuan Penelitian.....	3
1.6 Manfaat Penelitian.....	3
1.7 Lokasi Studi.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Penelitian Terdahulu.....	5
2.2 Pengertian Air.....	6
2.3 Kualitas Air Baku	6
2.4 Kualitas Air Bersih	7
2.5 Air Bersih dan Air Minum	8
2.6 Pengolahan Kualitas Air.....	9
2.7 Kebutuhan dan Ketersediaan Air Bersih	9
2.7.1 Pemakaian Air Hari Maksimum	11
2.7.2 Fluktuasi Kebutuhan Air.....	11
2.7.3 Kebutuhan Air Domestik	12
2.7.4 Kebutuhan Air Non Domestik	13
2.8 Kehilangan Tinggi Tekanan (<i>Head Loss</i>)	13

2.8.1 Kehilangan Tinggi Tekan Mayor (<i>Mayor Head Losses</i>)	14
2.8.2 Kehilangan Tinggi Tekan Minor (<i>Minor Losses</i>)	14
2.9 Sistem Penyediaan Air Bersih	14
2.9.1 Bangunan Penangkap Air Baku	14
2.9.2 Klasifikasi Mutu Air	15
2.9.3 Unit Distribusi dan Pelayanan	15
2.10 Kehilangan Air	16
2.11 Teori yang Digunakan Dalam Analisa Data	17
2.12 Analisa Neraca Air	18
2.13 Metode Proyeksi Penduduk	18
2.13.1 Penentuan Metode Proyeksi Terbaik	20
2.14 Dasar-dasar Hidraulika Perpipaian	21
2.14.1 Aliran Air Di Dalam Pipa	21
2.14.2 Prinsip Kontinuitas	22
2.14.3 Persamaan Hazen – Williams	23
2.15 Perencanaan Pipa Transmisi Dan Distribusi	25
2.15.1 Perencanaan Pipa Transmisi	25
2.15.2 Perencanaan Pipa Distribusi	25
2.16 Jenis Pipa	26
2.17 Perencanaan Teknik Unit Distribusi	28
2.18 Analisa Jaringan Air Bersih Menggunakan Program <i>Watercad</i> V8	30
2.18.1 Deskripsi Program <i>WaterCad</i> V8	30
2.18.2 Kegunaan Dan Kelebihan <i>WaterCad</i> V8	30
2.18.3 Langkah-Langkah Penggunaan <i>WaterCad</i> V8	31
2.18.4 Menu <i>Tools</i> Pada <i>Watercad</i> V8	33
2.19 Mempersiapkan Jaringan	35
2.19.1 Memasukan Data	37
2.19.2 Memasukkan Data melalui <i>FlexTables</i>	40
2.19.3 Analisis Keadaan Stabil	41
2.19.4 Membuat <i>Demand Pattern</i>	42
2.19.5 Menjalankan Simulasi Periode yang Diperpanjang	44

2.19.6 Laporan	45
BAB III METODE PENELITIAN	46
3.1 Pendekatan Studi	46
3.2 Lokasi Studi.....	46
3.3 Metode Pengumpulan Data	49
3.4 Tahap Penelitian	49
3.5 Progam Bantu Yang Digunakan.....	50
3.6 Jenis Pipa Yang Digunakan.....	51
3.7 Diagram Alir.....	51
BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN.....	53
4.1 Proyeksi Calon Pelanggan.....	53
4.2 Data Jumlah Penduduk	53
4.3 Proyeksi Jumlah penduduk.....	53
4.3.1 Proyeksi Pertumbuhan Penduduk dengan Metode Aritmatik.....	53
4.3.2 Proyeksi Pertumbuhan Penduduk dengan Metode Geometrik	54
4.3.3 Proyeksi Pertumbuhan Penduduk dengan Metode <i>Least Square</i>	55
4.3.4 Perhitungan Standar Deviasi.....	58
4.4 Analisis Kebutuhan Air Bersih.....	60
4.4.1 Analisa Ketersediaan Air	64
4.5 Perencanaan Sistem	65
4.6 Rencana Jaringan Perpipa-an Air Bersih	67
4.6.1 Analisis Jaringan Transmisi.....	70
4.6.2 Perencanaan Tandon	76
4.6.3 Analisis Jaringan Distribusi	78
BAB V PENUTUP	83
5.1 Kesimpulan.....	83
5.2 Saran	83
DAFTAR PUSTAKA	84
LAMPIRAN.....	86

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Parameter Kualitas Air Bersih	7
Tabel 2. 2 Kebutuhan Air Bersih	10
Tabel 2. 3 Koefisien Kekasaran Pipa Hazen – Williams	24
Tabel 2. 4 Kriteria Pipa Distribusi	29
Tabel 2. 5 Tabel Editor Pada Pipa.....	38
Tabel 4. 1 Jumlah penduduk Kecamatan Karangploso Tahun 2015-2019	53
Tabel 4. 2 Perhitungan Koefisien Korelasi Metode Aritmatik	54
Tabel 4. 3 Perhitungan Koefisien Korelasi Metode Geometrik.....	54
Tabel 4. 4 Perhitungan Koefisien Korelasi Metode <i>Least Square</i>	55
Tabel 4. 5 Pertumbuhan Penduduk	56
Tabel 4. 6 Perhitungan Proyeksi Penduduk Dengan Metode Geometrik.....	57
Tabel 4. 7 Perhitungan Proyeksi Penduduk Dengan Metode Aritmatik	58
Tabel 4. 8 Perhitungan Standar Deviasi Metode Geometrik.....	58
Tabel 4. 9 Perhitungan Standar Deviasi Metode <i>Least Square</i>	59
Tabel 4. 10 Perhitungan Kebutuhan Air Tahun 2020 hingga Tahun 2029	63
Tabel 4. 11 Neraca Air Sumber Cinde	65
Tabel 4. 12 Data Perencanaan Jaringan Pipa Transmisi	70
Tabel 4. 13 Spesifikasi Pompa Tekan Reservoir	74
Tabel 4. 14 Hasil Analisis Junction Jaringan Transmisi di Watercad.....	76
Tabel 4. 15 Hasil Analisis Link Jaringan Transmisi di Watercad	76
Tabel 4. 16 Perhitungan Fluktuasi Air	77
Tabel 4. 17 Data Perencanaan Jaringan Pipa Distribusi	78
Tabel 4. 18 Hasil Analisis Junction Jaringan Distribusi di Watercad.....	79
Tabel 4. 19 Hasil Analisis Link Jaringan Distribusi di Watercad.....	80

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Peta Administrasi Kabupaten	4
Gambar 2. 1 Gradien Hidrolika.....	13
Gambar 2. 2 Kondisi Pengaliran Penuh Tampang Melintang.....	21
Gambar 2. 3 Aliran Air Di Dalam Pipa.....	21
Gambar 2. 4 Pipa Tunggal Dengan Diameter Tetap	22
Gambar 2. 5 Pipa Tunggal Berubah Diameter	23
Gambar 2. 6 Pipa Bercabang Dua	23
Gambar 2. 7 <i>Watercad User Interface</i>	32
Gambar 2. 8 Contoh Gambar Jaringan Perpipaan.....	32
Gambar 2. 9 Mempersiapkan Jaringan Perpipaan.....	35
Gambar 2. 10 Mempersiapkan Jaringan.....	36
Gambar 2. 11 <i>Reservoir Editor</i>	37
Gambar 2. 12 Tabel Pipa <i>Report</i>	40
Gambar 2. 13 <i>Steady State Analisis</i>	40
Gambar 2. 14 Pengecekan Skenario <i>Base</i>	41
Gambar 2. 15 <i>Layer Editing</i> Kebutuhan Air	42
Gambar 2. 16 <i>WaterCad User Interface</i>	44
Gambar 3. 1 Lokasi Studi	47
Gambar 3. 2 Peta Topografi Kecamatan Karangploso.....	48
Gambar 3. 3 Diagram Alir Penelitian	52
Gambar 4. 1 Grafik Pertumbuhan Penduduk Tahun 2020 - 2029.....	60
Gambar 4. 2 Kebutuhan Air Bersih tahun 2020 hingga tahun 2029.....	64
Gambar 4. 3 Skema Transmisi dan Distribusi Air Bersih.....	66
Gambar 4. 4 Lokasi Sumber Cinde	67
Gambar 4. 5 Peta Topografi Kecamatan Karangploso.....	68
Gambar 4. 6 Peta Rencana Transmisi dan Distribusi Air Bersih.....	69
Gambar 4. 7 Hasil Analisis Tekanan Di Tiap Titik Simpul Jaringan Transmisi ..	75