

**PENURUNAN KEHILANGAN AIR PERUMDA DELTA TIRTA ZONA
PELAYANAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR (IPA) TAWANGSARI
MENGUNAKAN *SISTEM DISTRIC METER AREA (DMA)* DITINJAU
DARI ASPEK TEKNIS DAN KELEMBAGAAN**

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk melengkapi syarat mendapatkan gelar Sarjana Teknik (S.T)
Pada Program Studi Teknik Lingkungan



**UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A**

Disusun Oleh:

Saeril Barikiyah

H05219014

Dosen Pembimbing

Abdul Hakim, M.T.

Sulistiya Nengse, S.T., M.T.

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
2022**

PERNYATAAN KEASLIAN

Nama : Saeril Barikiyah
Nim : H05219014
Program Studi : Teknik Lingkungan
Angkatan : 2019

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan tugas akhir saya yang berjudul **"PENURUNAN KEHILANGAN AIR PERUMDA DELTA TIRTA ZONA PELAYANAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR (IPA) TAWANGSARI MENGGUNAKAN SISTEM *DISTRIC METER AREA* (DMA) DITINJAU DARI ASPEK TEKNIS DAN KELEMBAGAAN"**. Apabila suatu saat nanti saya terbukti melakukan Tindakan plagiat maka saya bersedia menerima sanksi yang ditetapkan

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 12 Januari 2023

Yang Menyatakan

Yang Menyatakan

(SAERIL BARIKIYAH)

Nim. H05219014

PERSETUJUAN PEMBIMBING



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031 - 8410298 Fax. 031 - 8413300
E-Mail : saintek@uinaby.ac.id Website : www.uinaby.ac.id

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING TUGAS AKHIR

Nama : Saeril Barikiyah
NIM : H05219014
Judul Tugas Akhir : Penurunan Kehilangan Air PERUMDA Delta Tirta Zona
Pelayanan Instalansi Pengolahan Air (IPA) Tawangsari
menggunakan Metode Sistem *Distric Meter Area* (DMA)
ditinjau dari Aspek Teknis dan Kelembagaan

Telah disetujui untuk pendaftaran Tugas Akhir

Surabaya, 29 Desember 2022

Dosen Pembimbing 1

Dosen Pembimbing 2

(Abdul Hakim, M.T.)
NIP. 198008062014031002

(Sulistiya Nengse, S.T., M.T.)
NIP. 199010092020122019

PENGESAHAN TIM PENGUJI AKHIR

Nama : Saeril Barikiyah
NIM : H05219014
Judul : Penurunan Kehilangan Air Perumda Delta Tirta Zona Pelayanan Instalasi
Pengolahan Air (IPA) Tawangsari Menggunakan Sistem Distric Meter
Area (DMA) Ditinjau Dari Aspek Teknis Dan Kelembagaan

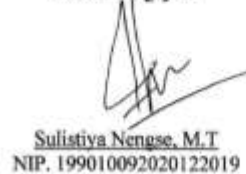
Telah dipertahankan di depan tim penguji Skripsi
Di Surabaya, 09 Januari 2023

Mengesahkan,
Dewan Penguji,

Dosen Penguji I


Abdul Hakim, M.T
NIP. 198008062014031002

Dosen Penguji II


Sulistya Nengse, M.T
NIP. 199010092020122019

Dosen Penguji III


Amrullah, M.Ag
NIP. 197309032006041001

Dosen Penguji IV


Teguh Taruna Utama, ST, MT
NUP. 201603319

Mengetahui,
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Ampel Surabaya


Dede Saiful Hamdani, M.Pd.
NIP. 196507312000031002

LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI



**KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
PERPUSTAKAAN**

Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031-8431972 Fax.031-8413300
E-Mail: perpus@uinsby.ac.id

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : SAERIL BARIKIYAH
NIM : H05219014
Fakultas/Jurusan : SAINS DAN TEKNOLOGI / TEKNIK LINGKUNGAN
E-mail address : saerilbar93@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah :

☒ Skripsi ☐ Tesis ☐ Desertasi ☐ Lain-lain (.....)
yang berjudul :

**PENURUNAN KEHILANGAN AIR PERUMDA DELTA TIRTA ZONA
PELAYANAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR (IPA) TAWANGSARI
MENGGUNAKAN SISTEM DISTRICT METER AREA (DMA) DITINJAU DARI
ASPEK TEKNIS DAN KELEMBAGAAN**

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 09 Januari 2023

Penulis

(SAERIL BARIKIYAH)

ABSTRAK

Tingkat kehilangan air di PERUMDA Delta Tirta masih diatas 20%, menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia No 27/PRT/M/2016 bahwa batas maksimal tingkat kehilangan air maksimum sebesar 20%. Tujuan dari penelitian adalah mengevaluasi kehilangan air PERUMDA Delta Tirta zona pelayanan instalasi pengolahan air (IPA) Tawangsari menggunakan Sistem *Distric Meter Area* (DMA) ditinjau dari aspek teknis dan kelembagaan. Metode penurunan tingkat kehilangan air pada penelitian ini untuk aspek teknis menggunakan software Epanet 2.0 kemudian dianalisis kembali dengan persamaan Hazen-Wiliam dan aspek kelembagaan menggunakan metode BPPSAM dianalisis pada rasio pegawai terhadap pelanggan, rasio diklat pegawai, dan rasio biaya diklat. Hasil analisa menunjukkan bahwa pada zona pelayanan Kecamatan Taman pada pressure 40.96 m dan Kecamatan Waru pada Pressure yaitu 50.50 m. Optimalisasi pada penurunan tingkat kehilangan air di PERUMDA Delta Tirta Zona Pelayanan Instalasi Pengolahan Air (IPA) Tawangsari menggunakan 2 skenario desain ulang. Skenario 1 desain ulang dengan penambahan valve dan PRV pada zona pelayanan Kecamatan Taman dan zona pelayan Kecamatan Waru. Sedangkan Skenario 2 pada jaringan distribusi dengan pergantian pompa centrifugal pada zona pelayanan Kecamatan Taman dan zona pelayanan Kecamatan Waru.

Kata Kunci: Tingkat Kehilangan Air, Tekanan, Desain Ulang

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

ABSTRACT

The water loss rate in PERUMDA Delta Tirta is still more than 20%. According to the Regulation of the Minister of Public Works and Public Housing of the Republic of Indonesia, Number 27/PRT/M/2016 has stated that the maximum water loss rate is 20%. The purpose of the research was to evaluate the water loss of PERUMDA Delta Tirta in the service zone of the Tawangsari water treatment plant (IPA) using the District Meter Area (DMA) system in terms of technical and institutional aspects. The method of reducing water loss in the study for technical aspects used Epanet 2.0 software which was analyzed again using the Hazen-William equation. Moreover, in the institutional term, it used the BPPSAM method that analyzed the ratio of employees to customers, the percentage of employee education and training, and the proportion of training costs. The result of the study shows that in the service zone of the Taman District, the pressure is 40.96 m. However, in the Waru District, the pressure is 50.50 m. the optimization of the water loss rate decreasing in PERUMDA Delta Tirta Water Treatment Plant (IPA) Service Zone Tawangsari uses two re-design scenarios. Scenario one is re-designed by adding the valves and PRV in the Taman District service zone and the Waru District service zone. Furthermore, Scenario 2 is on the distribution network by replacing the centrifugal pumps in the Taman District and the Waru District service zones.

Keywords: Water Loss Rate, Pressure Redesign

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR.....	1
PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
PERSETUJUAN PEMBIMBING.....	iii
PENGESAHAN TIM PENGUJI AKHIR.....	iv
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	v
MOTTO	vi
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRAK	viii
<i>ABSTRACT</i>	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Ruang Lingkup.....	5
1.5 Manfaat	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Sistem Distribusi.....	6
2.2 Sistem Hidrolika dalam Distribusi Air Bersih	6
2.2.1 Tekanan Air dan Kecepatan Aliran.....	8
2.2.2 Kehilangan Tekanan Air	9
2.3 Pompa	10

2.4	Jaringan Pipa Distribusi	11
2.5	Kehilangan Air.....	13
2.6	Kerugian Akibat Kehilangan Air	16
2.7	<i>Distric Meter Area (DMA)</i>	16
2.8	Software Epanet 2.0	19
2.9	Integrasi KeIslaman	25
2.10	Peneltian Terdahulu	27
BAB III METODE PENELITIAN.....		31
3.1	Umum	31
3.2	Lokasi Penelitian.....	31
3.3	Tahap Perencanaan	33
3.4	Tahap Pelaksanaan Penelitian.....	35
3.4.1	Tahap Persiapan	35
3.4.2	Tahap Pelaksanaan.....	35
3.4.3	Tahap Penyusunan Laporan	36
3.5	Analisis Data dan Pembahasan	36
3.5.1	Analisis Hidrolika Jaringan.....	36
3.5.2	Analisis Permodelan EPANET 2.0	37
3.5.3	Aspek Kelembagaan.....	38
BAB IV GAMBARAN UMUM DAN WILAYAH PENELITIAN		39
4.1	Gambaran Umum Wilayah Penelitian	39
4.2	Lokasi PERUMDA Delta Tirta.....	40
4.3	Visi, Misi, dan Logo PERUMDA Delta Tirta	41
4.4	Struktur Organisasi PERUMDA Delta Tirta	41
4.5	Kondisi Eksisting PERUMDA Delta Tirta	44
4.5.1	Kondisi Eksisting Intalasi Pengolahan Air Tawang Sari.....	44

4.5.2 Kondisi Eksisting Instalasi Pengolahan Air Siwalanpanji.....	52
4.5.3 Kondisi Eksisting Instalasi Pengolahan Air Krian	53
4.5.4 Kondisi Eksisting Instalasi Pengolahan Air Porong	54
4.5.5 Kondisi Eksisting Instalasi Pengolahan Air Kedunguling.....	55
4.6 Cakupan Pelayanan PERUMDA Delta Tirta.....	55
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN.....	61
5.1 Kondisi Eksisting Kehilangan Air PERUMDA Delta Tirta Zona Pelayanan Instalasi Pengolahan Air (IPA) Tawangsari	61
5.2 Evaluasi Kehilangan Air PERUMDA Delta Tirta Zona Pelayanan Instalasi Pengolahan Air (IPA) Tawangsari.....	63
5.2.1 Evaluasi Aspek Teknis Menggunakan Sistem <i>Distric Meter Area</i> (DMA).....	64
5.2.2 Evaluasi Aspek Kelembagaan Menggunakan Metode Badan Peningkatan Penyelenggaraan Sistem Penyediaan Air Minum (BPPSPAM).....	107
5.3 Desain Ulang Jaringan Distribusi PERUMDA Delta Tirta Zona Pelayanan Instalasi Pengolahan Air (IPA) Tawangsari	109
5.3.1 Rencana Anggran Biaya.....	115
5.3.2 Rekapitulasi Anggaran Biaya.....	120
5.4 Reduksi Penurunan Kehilangan Air Jaringan Distribusi PERUMDA Delta Tirta Zona Pelayanan Instalasi Pengolahan Air (IPA) Tawangsari	123
5.5 Evaluasi Struktur Organisasi Pengelola Sistem <i>Distric Meter Area</i> (DMA) Di PERUMDA Delta Tirta.....	149
5.5.1 Kondisi eksisting struktur organisasi DMA PERUMDA Delta Tirta	149
5.5.2 Rekomendasi restruktur organisasi DMA Delta Tirta.....	151
BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN	167
6.1 Kesimpulan	167

6.2 Saran	168
DAFTAR PUSTAKA	170
LAMPIRAN A: HASIL RUNNING EPANET	183
LAMPIRAN B: HASIL WAWANCARA	182
LAMPIRAN C: DOKUMENTASI.....	189
LAMPIRAN D: ADMINISTRASI TUGAS AKHIR	194



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kriteria Pipa Transmisi	8
Tabel 2.2 Koefisien (K) Kehilangan Minor	10
Tabel 2.3 Rekomendasi International Water Associations untuk istilah	15
Tabel 2.4 Penelitian Terdahulu	27
Tabel 3.1 Tahap Pengumpul data	35
Tabel 4.1 Pompa Intake IPA Tawangsari	47
Tabel 4.2 Diameter Pipa Air Bersih PERUMDA Delta Tira IPA Tawangsari.....	51
Tabel 4.3 Cakupan Pelayanan Berdasarkan Wilayah Administratif Tahun 2022.	60
Tabel 5.1 Tingkat Kehilangan Air Berdasarkan Cabang	61
Tabel 5.2 Hasil Analisa Dimensi dan Kontrol Pipa Zona Pelayanan Kecamatan Taman	68
Tabel 5.3 Hasil Analisa Pressure Epanet 2.0 pada jam 14:00.....	75
Tabel 5.4 Hasil Analisa Headloss dan Sisa Tekan Zona Kecamatan Taman.....	76
Tabel 5.5 Hasil Analisa Pressure Epanet 2.0 pada jam 17:00.....	83
Tabel 5.6 Hasil Analisis Velocity Epanet 2.0 Pada Jam 14:00.....	84
Tabel 5.7 Hasil Analisis <i>Velocity</i> Epanet 2.0 Pada Jam 17:00	84
Tabel 5.8 Hasil Analisa Dimensi dan Kontrol Pipa Zona Kecamatan Waru	89
Tabel 5.9 Hasil Analisa Pressure Epanet 2.0 pada jam 14:00.....	96
Tabel 5.10 Hasil Analisa Headloss dan Sisa Tekan Pipa Kecamatan Waru.....	97
Tabel 5.11 Hasil Analisa Pressure Epanet 2.0 pada jam 17:00.....	104
Tabel 5.12 Hasil Analisis Velocity Epanet 2.0 Pada Jam 14:00.....	105
Tabel 5.13 Hasil Analisis Velocity Epanet 2.0 Pada Jam 17:00.....	105
Tabel 5.14 Volume Pembersihan Lahan dan Pemasangan Bouwplank.....	116
Tabel 5.15 Volume Galian Tanah	117
Tabel 5.16 Volume Pipa.....	118
Tabel 5.17 Volume Urugan Kembali	119
Tabel 5.18 Spesifikasi Pipa Terpilih	119
Tabel 5.19 Rencana Anggaran Biaya Zona Kecamatan Taman	120
Tabel 5.20 Rencana Anggaran Biaya Zona Kecamatan Waru	121
Tabel 5.21 Rencana Anggaran Biaya Zona Kecamatan Taman	122

Tabel 5.22 Rencana Anggaran Biaya Zona Kecamatan Waru	123
Tabel 5.23 Hasil Analisa Pressure Zona Pelayanan Kecamatan Taman pada jam 14:00.....	129
Tabel 5.24 Hasil Analisa Pressure Zona Pelayanan Kecamatan Waru.....	130
Tabel 5.25 Hasil Analisa Pressure Zona Pelayanan Kecamatan Taman pada jam 17:00.....	131
Tabel 5.26 Hasil Analisa Pressure Zona Pelayanan Kecamatan Waru	132
Tabel 5.27 Hasil Analisa Velocity Zona Pelayanan Kecamatan Taman	133
Tabel 5.28 Hasil Analisa Velocity Zona Pelayanan Kecamatan Waru.....	134
Tabel 5.29 Hasil Analisa Velocity Zona Pelayanan Kecamatan Taman	135
Tabel 5.30 Hasil Analisa Velocity Zona Pelayanan Kecamatan Waru.....	136
Tabel 5.31 Hasil Analisa Pressure Zona Pelayanan Kecamatan Taman pada jam 14:00.....	143
Tabel 5.32 Hasil Analisa Pressure Zona Pelayanan Kecamatan Waru pada jam 14:00.....	143
Tabel 5.33 Hasil Analisa Pressure Zona Pelayanan Kecamatan Taman pada jam 17:00.....	144
Tabel 5.34 Hasil Analisa Pressure Zona Pelayanan Kecamatan Waru pada jam 17:00.....	144
Tabel 5.35 Hasil Analisa Velocity Zona Pelayanan Kecamatan Taman pada jam 14:00.....	146
Tabel 5.36 Hasil Analisa Velocity Zona Pelayanan Kecamatan Waru pada jam 14:00.....	146
Tabel 5.37 Hasil Analisa Velocity Zona Pelayanan Kecamatan Taman pada jam 17:00.....	147
Tabel 5.38 Hasil Analisa Velocity Zona Pelayanan Kecamatan Waru pada jam 17:00.....	147
Tabel 5.39 Tingkat Keahlian Bidang Pengendalian ATR.....	159
Tabel 5.40 Penyelenggara Pelatihan	164

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sistem Pengaliran Gravitasi	7
Gambar 2.2 Sistem Pengaliran Pemompaan	7
Gambar 2.3 Sistem Pengaliran Gabungan	8
Gambar 2.4 Branch System.....	12
Gambar 2.5 Gridiron System	12
Gambar 2.6 Lopp System.....	13
Gambar 2.7 Rencana BMP.....	20
Gambar 2.8 Penentuan Rumus Headloss	21
Gambar 2.9 Editor Hydraulics	21
Gambar 2.10 Editor Times.....	22
Gambar 2.11 Pattern Editor.....	22
Gambar 2.12 Editor Junction	23
Gambar 2.13 Editor Property Pipa	23
Gambar 2.14 Editor Property Reservoir.....	24
Gambar 2.15 Editor Kurva.....	24
Gambar 2.16 Editor Pompa.....	25
Gambar 3.1 Lokasi IPA Tawangsari.....	32
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian	34
Gambar 4.1 PERUMDA Delta Tirta Sidoarjo	40
Gambar 4.2 Logo PERUMDA Delta Tirta	41
Gambar 4.3 Struktur Organisasi PERUMDA Delta Tirta.....	43
Gambar 4.4 Sebaran Instalansi Pengolahan Air PERUMDA Delta Tirta Sidoarjo	44
Gambar 4.5 IPA Tawangsari.....	45
Gambar 4.6 Unit Intake dengan Barscreen 5 cm	45
Gambar 4.7 Unit Intake dengan Barscreen 2 cm	46
Gambar 4.8 Bak Penampung.....	47
Gambar 4.9 Bak Koagulasi Flokulasi	48
Gambar 4.10 Unit Clarifier	49
Gambar 4.11 Detail Gutter Dan Tube Settler.....	49

Gambar 4.12 Unit Filtrasi	50
Gambar 4.13 Break Tank	50
Gambar 4.14 Reservoir	51
Gambar 4.15 IPA Siwalanpanji.....	53
Gambar 4.16 IPA Krian	54
Gambar 4.17 IPA Porong.....	54
Gambar 4.18 IPA Kedunguling	55
Gambar 4.19 Cakupan Pelayanan Instalansi Pengolahan Air Tawang Sari	57
Gambar 4.20 Cakupan Pelayanan Zona Pelayanan Kecamatan Taman	58
Gambar 4.21 Cakupan Pelayanan Zona Pelayanan Kecamatan Taman	59
Gambar 5.1 Peta Jaringan Distribusi Zona Pelayanan Kecamatan Taman.....	64
Gambar 5.2 Hasil <i>Running</i> Epanet Kondisi Eksisting Zona Pelayanan Kecamatan Taman Pukul 14:00	81
Gambar 5.3 Hasil <i>Running</i> Epanet Kondisi Eksisting Zona Pelayanan Kecamatan Taman Pukul 17:00	82
Analisa dimensi pipa difungsikan sebagai penentu dimensi pipa yang sesuai dengan	
Gambar 5.4 Jaringan Distribusi Zona Pelayanan Kecamatan Waru.....	85
Gambar 5.5 Hasil <i>Running</i> Epanet Kondisi Eksisting Zona Pelayanan Kecamatan Waru Pukul 14:00.....	102
Gambar 5.6 Hasil <i>Running</i> Epanet Kondisi Eksisting Zona Pelayanan Kecamatan Waru Pukul 17:00.....	103
Gambar 5.7 Detail Distric Meter Area.....	109
Gambar 5.8 Detail Pompa Sentrifugal.....	110
Gambar 5.9 dan Gambar 5.10.	110
Gambar 5.11 Hasil <i>Running</i> Epanet Penambahan Valve dan PRV Zona Pelayanan Kecamatan Taman Jam 14:00	125
Gambar 5.12 Hasil <i>Running</i> Epanet Penambahan Valve dan PRV Zona Pelayanan Kecamatan Taman Jam 17:00	126
Gambar 5.13 Hasil <i>Running</i> Epanet Penambahan Valve dan PRV Zona Pelayanan Kecamatan Waru Pukul 14:00.....	127
Gambar 5.14 Hasil <i>Running</i> Epanet Penambahan Valve Dan PRV Zona Pelayanan Kecamatan Waru Pukul 14:00.....	128

Gambar 5.15 Hasil Running Epanet Pergantian Pompa Zona Pelayanan Kecamatan Tamanpukul 14:00	139
Gambar 5.16 Hasil Running Epanet Pergantian Pompa Zona Pelayanan Kecamatan Tamanpukul 17:00	140
Gambar 5.17 Hasil Running Epanet Pergantian Pompa Zona Pelayanan Kecamatan Waru Pukul 14:00	141
Gambar 5.18 Hasil Running Epanet Pergantian Pompa Zona Pelayanan Kecamatan Waru Pukul 17:00	142
Gambar 5.19 Struktrur Organisasi Pengendalian ATR.....	150
Gambar 5.20 Pertimbangan Susunan Organisasi Zona Pelayanan Cabang Taman	153
Gambar 5.21 Pertimbangan Susunan Organisasi Zona Pelayanan Cabang Waru I	155
Gambar 5.22 Pertimbangan Susunan Organisasi Zona Pelayanan Cabang Waru II	157
Gambar 5.23 Rekomendasi Susunan Organisasi PERUMDA Delta Tirta	158

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air adalah kebutuhan yang sangat penting bagi kehidupan manusia. Manusia tidak bisa lepas dari pemakaian air untuk kehidupan sehari-hari, seperti: mandi, cuci, kakus, dan lain-lain. Air yang dapat digunakan untuk kehidupan sehari-hari tersebut adalah air bersih. Air yang bersih adalah: ketika tidak berasa, berwarna, dan berbau. Selain itu, air bersih berasal dari sumber mata air seperti: air sumur, danau, sungai, dan air pengunungan (Aulia, 2018). Pada firman Allah SWT dijelaskan dalam QS. Ibrahim ayat 32:

اللَّهُ الَّذِي خَلَقَ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضَ وَأَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجَ بِهِ مِنَ الثَّمَرَاتِ رِزْقًا لَّكُمْ وَسَخَّرَ لَكُمُ الْفُلْكَ لِتَجْرِيَ فِي الْبَحْرِ بِأَمْرِهِ وَسَخَّرَ لَكُمُ الْأَنْهَارَ

Artinya:

Allah-lah yang telah menciptakan langit dan bumi dan menurunkan air (hujan) dari langit, kemudian dengan (air hujan) itu dia mengeluarkan berbagai buah-buahan sebagai rezeki untukmu: dan dia telah menundukkan kapal bagimu agar berlayar di lautan dengan kehendak-Nya, dan dia telah menundukkan sungai-sungai bagimu (QS. Ibrahim: 32).

Berdasarkan QS. Ibrahim ayat 32 dijelaskan bahwa air sangat dibutuhkan bagi kehidupan manusia, termasuk air bersih. Dalam proses fisiologis dan seluruh organisme air bersih berperan sangat penting. Bagi manusia air memiliki nilai ekonomi dan sosial, begitu juga dengan pertumbuhan populasi serta pembangunan ekonomi mampu memberi tekanan yang konstan pada ekosistem sumber daya air.

Kebutuhan air di daerah ditangani oleh Perusahaan Umum Daerah (PERUMDA) yang menaungi Perusahaan Daerah Air Minum (PERUMDA) yang memiliki dua fungsi yaitu fungsi ekonomi dan fungsi sosial. Secara ekonomi PERUMDA berfungsi atau bertugas sebagai pendorong tumbuhnya sumber pendapatan asli daerah (PAD). Sedangkan, secara sosial PERUMDA

berperan sebagai penanggung jawab atas pemenuhan kebutuhan air minum bagi masyarakat (Jannah, 2020). Kabupaten Sidoarjo mempunyai 18 kecamatan, 322 desa, dan 31 kelurahan. Jumlah penduduk Kabupaten Sidoarjo pada tahun 2021 adalah sebanyak 2.064.168 jiwa. PERUMDA Delta Tirta melayani 37% dari jumlah penduduk di Kabupaten Sidoarjo sekitar 821.245 pelanggan. PERUMDA Delta Tirta memiliki 7 cabang pelayanan yaitu Cabang Waru I, Waru II, Gedangan, Krian, Porong, Taman, dan Sidoarjo. Cabang Taman mempunyai jumlah pelanggan sebesar 3.183 sambungan rumah, Cabang Waru I sebesar 25.179 sambungan rumah, dan Cabang Waru II sebesar 20.451 sambungan rumah

Menurut data tingkat kehilangan air PERUMDA Delta Tirta berdasarkan cabang masih mengalami kehilangan air diatas batas maksimal menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia No 27/PRT/M/2016 bahwa tingkat kehilangan air maksimum sebesar 20%. Pada Cabang Taman tingkat kehilangan air sebesar 27.48, Cabang Waru I tingkat kehilangan air sebesar 32.28% dan cabang Waru II tingkat kehilangan air sebesar 20.52%. Saat ini PERUMDA Delta Tirta sedang mengupayakan penurunan tingkat kehilangan air dengan melakukan pemasangan *Reducing Valve* (RV), pemasangan zoning meter, dan rehabilitas jaringan pipa yang kropos. Seperti yang telah dijelaskan pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia No 27/PRT/M/2016 bahwa tingkat kehilangan air maksimum sebesar 20%.

Pada sistem jaringan distribusi dalam proses penyediaan air bersih untuk masyarakat kehilangan air telah menjadi penelitian selama bertahun-tahun. Penelitian diberbagai proyek baik luar negeri dan dalam negeri banyak diantaranya sudah melakukan penelitian pengukuran untuk memperoleh data terkait kerugian yang dialami kehilangan air tersebut (Wegelin, dkk., 2011). Kehilangan air secara langsung menyebabkan terjadinya peningkatan biaya operasional sehingga mengakibatkan naiknya jumlah investasi dari jumlah yang semestinya agar kapasitas jaringan meningkatkan. Kehilangan air secara fisik adalah bocornya air yang secara nyata (fisik) sehingga mengakibatkan

air tidak dapat tersalurkan kepada konsumen. Kehilangan air nonfisik bisa terjadi karena tidak akuratnya meter konsumen, penyelesaian data yang tidak optimal, serta sambungan ilegal adalah penyebab penurunnya pendapatan sehingga secara langsung menurunkan hasil sumber daya perusahaan.

Pengendalian kebocoran secara aktif, manajemen sambungan aset, pipa, dan melakukan perbaikan dengan cepat yang memiliki kualitas tinggi merupakan cara efektif untuk menurunkan kehilangan air. Konsep *District Meter Area* (DMA) merupakan cara yang dapat digunakan dalam mengelola kehilangan air seperti membagi satu jaringan pasokan air terbuka menjadi zona-zona terisolasi bermeter yang lebih kecil dan lebih bisa dikelola. Diterapkannya konsep ini berpeluang besar menjadi cara mudah dilakukannya pemetaan jaringan secara optimal, sehingga mempermudah pelaksanaan analisis aliran dan tekanan. PERUMDA di Indonesia yang menerapkan DMA masih tergolong sedikit. PERUMDA yang telah menerapkan sistem DMA dalam penurunan kehilangan air tidak banyak diantaranya PERUMDA Kota Yogyakarta, Kota Malang, Kota Semarang, Kota Bali, dan Kota Surabaya (Mustafidah, 2019). Sebagaimana penelitian yang telah dilakukan oleh (Dayanti & Hendriarianti, 2022) pada PERUMDA Kota Malang bulan oktober kehilangan air yang terjadi di DMA Mojo 1 C yaitu 36% dan DMA 2B4 yaitu 40% setelah dilakukannya penurunan kehilangan air menggunakan metode DMA kehilangan air di DMA Mojo 1 C sebesar 15% dan DMA Mojo 2B4 sebesar 38%.

Sebagai Perusahaan Umum Air Minum Daerah yang melayani kebutuhan air penduduk di Kabupaten Sidoarjo, perlu tindakan lanjutan dalam meningkatkan pengelolaan terhadap jaringan distribusi khususnya untuk cabang yang mengalami tingkat kehilangan air tinggi dengan pembentukan sistem *District Meter Area* (DMA) sebagai salah satu upaya penanganan permasalahan tersebut. Melalui beberapa dasar, maka diperlukanlah sebuah penelitian Penurunan Kehilangan Air PERUMDA Delta Tirta Zona Pelayanan Instalasi Pengolahan Air (IPA) Tawangsari menggunakan Sistem *District Meter Area* (DMA) ditinjau dari Aspek Teknis

dan Kelembagaan, dalam mengupayakan penurunan kehilangan air agar berjalan dengan baik dan tidak merugikan PERUMDA Delta Tirta.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas dapat dirumuskan permasalahan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kondisi eksisting kehilangan air di PERUMDA Delta Tirta Zona Pelayanan Instalasi Pengolahan Air (IPA) Tawangsari?
2. Bagaimana penurunan kehilangan air PERUMDA Delta Tirta zona pelayanan instalasi pengolahan air (IPA) Tawangsari menggunakan Sistem *Distric Meter Area* (DMA) ditinjau dari aspek teknis dan kelembagaan?
3. Bagaimana desain ulang jaringan distribusi di PERUMDA Delta Tirta zona pelayanan instalasi pengolahan air (IPA) Tawangsari menggunakan menggunakan Sistem *Distric Meter Area* (DMA) ditinjau dari aspek teknis ?
4. Bagaimana reduksi penurunan kehilangan air dalam jaringan distribusi di PERUMDA Delta Tirta zona pelayanan instalasi pengolahan air (IPA) Tawangsari menggunakan Sistem *Distric Meter Area* (DMA) ditinjau dari aspek teknis.
5. Bagaimana evaluasi struktur organisasi pengelola Sistem *Distric Meter Area* (DMA) di PERUMDA Delta Tirta ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui kondisi eksisting kehilangan air di PERUMDA Delta Tirta zona pelayanan instalasi pengolahan air (IPA) Tawangsari.
2. Mengevaluasi kehilangan air PERUMDA Delta Tirta zona pelayanan instalasi pengolahan air (IPA) Tawangsari menggunakan Sistem *Distric Meter Area* (DMA) ditinjau dari aspek teknis dan kelembagaan.

3. Mendesain ulang jaringan distribusi di PERUMDA Delta Tirta zona pelayanan instalasi pengolahan air (IPA) Tawangsari menggunakan Sistem *Distric Meter Area* (DMA) ditinjau dari aspek teknis.
4. Mereduksi penurunan kehilangan air dalam jaringan distribusi di PERUMDA Delta Tirta zona pelayanan instalasi pengolahan air (IPA) Tawangsari menggunakan Sistem *Distric Meter Area* (DMA) ditinjau dari aspek teknis.
5. Mengevaluasi struktur organisasi pengelola Sistem *Distric Meter Area* (DMA) di PERUMDA Delta Tirta

1.4 Ruang Lingkup

Ruang lingkup bahasan yang dikaji dalam penelitian ini adalah:

1. Lokasi penelitian dilakukan di PERUMDA Delta Tirta Zona Pelayanan Instalasi Pengolahan Air (IPA) Tawangsari.
2. Kehilangan air yang dibahas hanya kehilangan air yang terjadi pada sistem distribusi.
3. Kehilangan air yang akan diteliti adalah kehilangan air pada tahun 2021.
4. Simulasi menggunakan aplikasi EPANET 2.0.

1.5 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi tingkat kehilangan air PERUMDA Delta Tirta.
2. Mengatasi permasalahan kehilangan air PERUMDA Delta Tirta.
3. Membantu kinerja PERUMDA Delta Tirta dalam permasalahan tingkat kehilangan air.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Distribusi

Sistem distribusi merupakan sistem yang mempunyai fungsi utama yaitu mendistribusikan air yang sudah memenuhi syarat pada seluruh daerah pelayanan. Sedangkan kata lain, sistem yang memiliki hubungan secara langsung dengan konsumen. Sistem distribusi terdiri dari saran pelengkap dan sistem jaringan perpipaan seperti, reservoir distribusi, sistem pemompaan (bila diperlukan), hidran kebakaran, dan pelepas tekan. Dalam sistem distribusi memiliki dua prioritas yaitu tersedianya tekanan yang memenuhi, jumlah air yang cukup, serta menjaga kualitas air yang berasal dari instalasi pengolah (Kusumawardani & Astuti, 2018).

Perencanaan sistem distribusi air minum mempunyai dua faktor yaitu tekanan air dan kebutuhan air (*water demand*), yang kemudian ditunjang oleh *safety* (keamanan) dan faktor kontinuitas. Sistem distribusi air minum terbagi menjadi dua sistem yaitu *continuous system* dan *intermittent system*:

a. Sistem Berkelanjutan (*Continuous System*)

Sistem berkelanjutan ini dalam penyediaan dan pendistribusian air kepada konsumen dilakukan secara konstan selama 24 jam, sistem ini diterapkan saat waktu kuantitas air baku bisa memenuhi kebutuhan konsumsi air pada daerah pelayanan.

b. *Intermittent System*

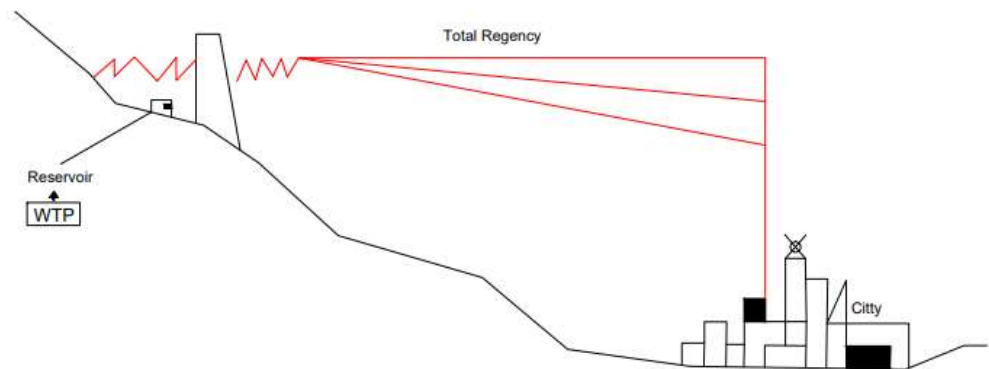
Intermittent system ini air didistribusikan serta disuplai kepada konsumen hanya beberapa jam sehari, pada pagi dan sore hanya 2 sampai 4 jam. Sistem tersebut diterapkan saat kuantitas air serta tekanan air tidak mencukupi.

2.2 Sistem Hidrolika dalam Distribusi Air Bersih

Sistem pengaliran pada distribusi air bersih terbagi menjadi 3 alternatif yang disesuaikan dengan kebutuhan lapangan (Karnadi, 2009), yaitu:

a. Sistem Gravitasi

Sistem gravitasi dapat digunakan jika elevasi sumber air mempunyai perbedaan cukup besar dengan elevasi daerah pelayanan, sehingga tekanan yang diperlukan dapat dipertahankan.

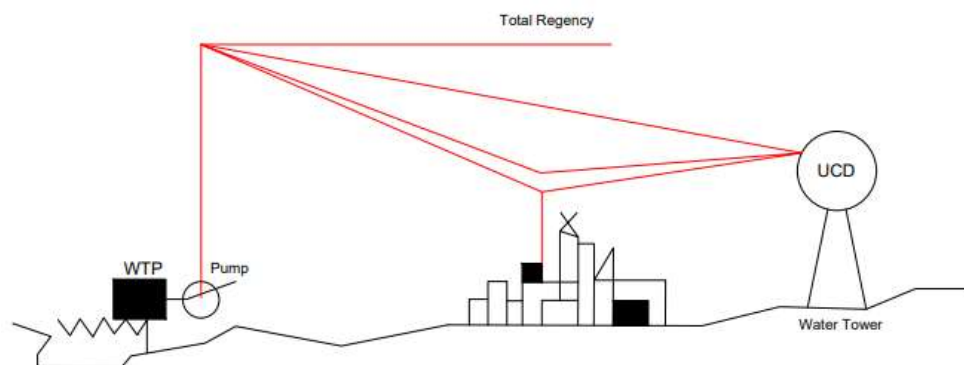


Gambar 2.1 Sistem Pengaliran Gravitasi

Sumber: (Karnadi, 2009)

b. Sistem Pemompaan

Sistem pemompaan dipakai untuk meningkatkan tekanan yang diperlukan untuk mendistribusikan air dari reservoir distribusi ke konsumen..



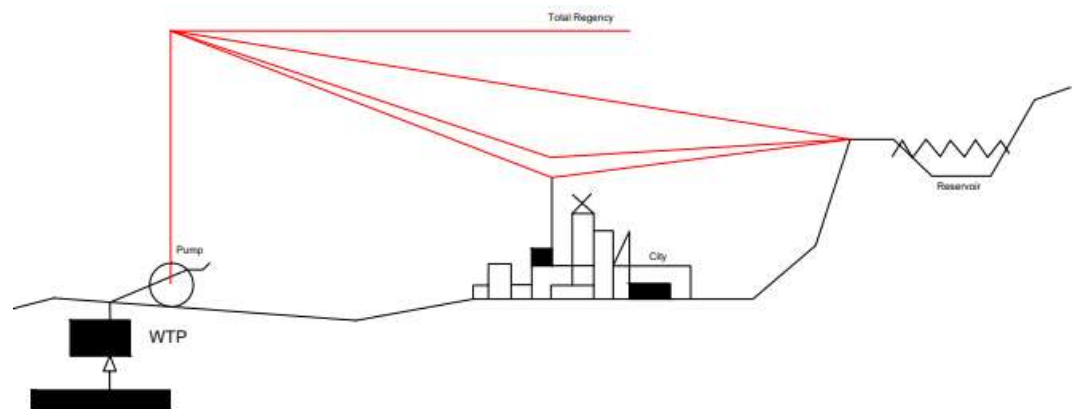
Gambar 2.2 Sistem Pengaliran Pemompaan

Sumber: (Karnadi, 2009)

c. Sistem Gabungan

Pada cara gabungan, reservoir digunakan untuk mempertahankan tekanan yang diperlukan selama periode pemakaian tinggi dan pada kondisi darurat, misalnya saat terjadi kebakaran, atau tidak adanya energi. Selama periode pemakaian rendah, sisa air dipompakan dan disimpan dalam reservoir distribusi. Karena reservoir distribusi digunakan sebagai

cadangan air selama periode pemakaian tinggi atau pemakaian puncak, maka pompa dapat dioperasikan pada kapasitas debit rata-rata.



Gambar 2.3 Sistem Pengaliran Gabungan

Sumber: (Karnadi, 2009)

2.2.1 Tekanan Air dan Kecepatan Aliran

Tekanan air berkurang mengakibatkan sulitnya ketika pemakaian air. Ketika tekanan air berlebihan bisa mengakibatkan rasa sakit dikarenakan merusak peralatan plambing, terkena pancaran air, dan dapat menimbulkan pukulan air. besarnya tekanan standart secara umum yaitu $1,0 \text{ kg/cm}^2$, dalam tekanan statik untuk perkantoran diusahakan yaitu $4,0\text{-}5 \text{ kg/cm}^2$, hotel serta perumahan antara $2,5\text{-}3 \text{ kg/cm}^2$. Kecepatan aliran air jika terlalu tinggi bisa menyebabkan penambahan munculnya pukulan air, ausnya kualitas dalam pipa. Standart kecepatan yang digunakan sebesar $0,9\text{-}1,2 \text{ m/detik}$ serta batas maksimum yaitu $1,5\text{-}2,0 \text{ m/detik}$. Dan lebih baik digunakan untuk penentuan pendahuluan ukuran pipa. Kecepatan yang sangat kecil bisa mengakibatkan efek korosi, pengendapan kotoran yang mempengaruhi kualitas air (Karnadi, 2009).

Tabel 2.1 Kriteria Pipa Transmisi

No	Uraian	Notasi	Kriteria
1	Debit perencanaan	Q puncak	Kebutuhan air jam puncak $Q_{\text{peak}} = F_{\text{peak}} \times Q_{\text{rata-rata}}$
2	Faktor jam puncak	F puncak	1,10-1,50
3	Jenis saluran	-	Pipa atau saluran terbuka
4	Kecepatan aliran air dalam pipa		

No	Uraian	Notasi	Kriteria
	a. Kecepatan minimum	V _{min}	0,3-0,6 m/det
	b. Kecepatan maksimum • Pipa PVC atau ACP • Pipa baja atau DCIP	V _{max} V _{max}	3,0-4,5m/det 6,0m/det
5	Tekanan air didalam pipa		
	a. Tekanan minimum	h _{min}	1 atm
	b. Tekanan maksimum • Pipa PVC atau ACP • Pipa baja atau DCIP • Pipa PE 100 • Pipa PE 80	h _{max} h _{max} h _{max} h _{max}	6-8atm 10atm 12.4Mpa 9.0MPa
6	Kecepatan saluran terbuka a. Kecepatan minimum b. Kecepatan maksimum	V _{.min} V _{.maks}	0,6 m/det 1,5 m/det
7	Kemiringan saluran terbuka	S	(0,5-1) 0/00
8	Tinggi bebas saluran terbuka	H _w	15 cm (minimum)
9	Kemiringan tebing terhadap dasar saluran	-	45 ° (untuk bentuk trapesium)

Sumber: (PermenPU :27/PRT/M/2016, 2016)

2.2.2 Kehilangan Tekanan Air

a. Major Losses

Major Loses terjadi karena gesekan air dengan pipa. *Major Losses* secara matematis ditentukan rumus Hazen-William sebagai berikut:

$$\Delta H = \left(\frac{Q}{0.2785 \cdot C \cdot D^{2.63}} \right)^{1.85} \times L$$

Keterangan:

Q = debit aliran pipa (m³/detik)

C = koefisien kekasaran pipa

D = diameter pipa (m)

L = panjang pipa (m)

b. Minor Losses

Minor Losess terjadi karena perubahan bentuk pipa. *Headloss minor* terjadi pada aksesoris seperti pada *reduser* (sambungan) peralatan pipa lainnya (*bend, tee, dan valve*). *Headloss minor* dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$H_L = K \frac{v^2}{2g}$$

Keterangan:

HL = kehilangan minor (m)

K = koefisien kehilangan minor

v^2 = kecepatan aliran (m/detik)

g = gravitasi bumi (9,8)

Tabel 2.2 Koefisien (K) Kehilangan Minor

<i>Fitting</i>	<i>Loss Coefficient</i>
<i>Globe valve, fully open</i>	10
<i>Angle valve, fully open</i>	5
<i>Swing check valve, fully open</i>	2,5
<i>Gate valve, fully open</i>	0,2
<i>Short-radius elbow (90°)</i>	0,9
<i>Medium-radius elbow (60°)</i>	0,8
<i>Long-radius elbow (15°)</i>	0,6
<i>45° elbow</i>	0,4
<i>Closed return bend</i>	2,2
<i>Standar tee - flow through run</i>	0,6
<i>Standar tee - through branch</i>	1,8
<i>Square entrance (Lubang Masuk)</i>	0,5
<i>Exit (keluar)</i>	1

Sumber: (Degremont, 1979)

2.3 Pompa

Alat pemindahan suatu cairan dari satu daerah ke daerah lain dalam meningkatkan tekanan cairan merupakan definisi dari pompa. Cara mengatasi hambatan-hambatan cairan adalah dengan meningkatkan tekanan cairan. Hambatan pengaliran bisa berupa perbedaan ketinggian, tekanan, dan gesek. Dengan penambahan debit serta tekanan sistem transmisi pada distribusi air minum, jika keadaan daerah pelayan yang direncanakan elevasinya rendah merupakan fungsi dari pompa. (Ubaedilah, 2017).

Persamaan Bernoulli yang digunakan untuk menentukan head dinamis total pada pompa. Persamaan energi yang menyatakan antara nozel hisap (s) dan debit (d) pompa adalah sebagai berikut: (Lin, 2007)

$$H = \frac{P_d}{\gamma} + \frac{v_d^2}{2g} + z_d - \left(\frac{P_s}{\gamma} + \frac{v_s^2}{2g} + z_s \right)$$

Keterangan:

H = head dinamis total (m)

P_d, P_s = tekanan masing-masing pengukur pada debit dan nozel hisap (N/m^2)

γ = berat jenis air (N/m^3)

V_d, V_s = kecepatan masing-masing dalam debit dan nozel hisap (m/s)

g = kecepatan gravitasi ($9,81m/s^2$)

z_d, z_s = elevasi pengukur debit dan nozel hisap di atas datum (m)

Daya P_w yang dibutuhkan untuk memompa air adalah fungsi dari aliran Q dan total head H , sebagai berikut: (Lin, 2007)

$$P_w = jQH$$

Keterangan:

P_w = Daya air kW ($m.m^3/min$)

j = konstanta pada suhu $20^\circ C = 0,163$

Q = debit (m^3/min)

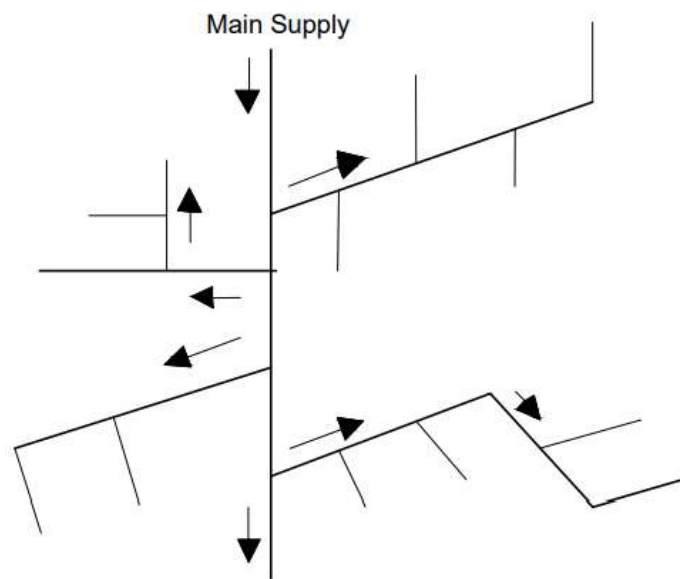
H = total head (m)

2.4 Jaringan Pipa Distribusi

Jaringan distribusi merupakan rangkaian pipa yang berhubungan dan digunakan untuk mengalirkan air ke pelanggan (Karnadi, 2009). Jaringan pipa distribusi dibagi menjadi 3 alternatif yaitu:

a. *Branch system* (Cabang)

Bentuk cabang dengan jalur buntu (*dead-end*) menyerupai cabang sebuah pohon. Pada pipa induk utama (*primary feeders*), tersambung pipa induk sekunder (*secondary feeders*), dan pada pipa induk sekunder tersambung pipa pelayanan utama (*small distribution mains*) yang terhubung dengan penyediaan air minum dalam gedung. Dalam pipa dengan jalur buntu, arah aliran air selalu sama dan suatu areal mendapat suplai air dari satu pipa tunggal.

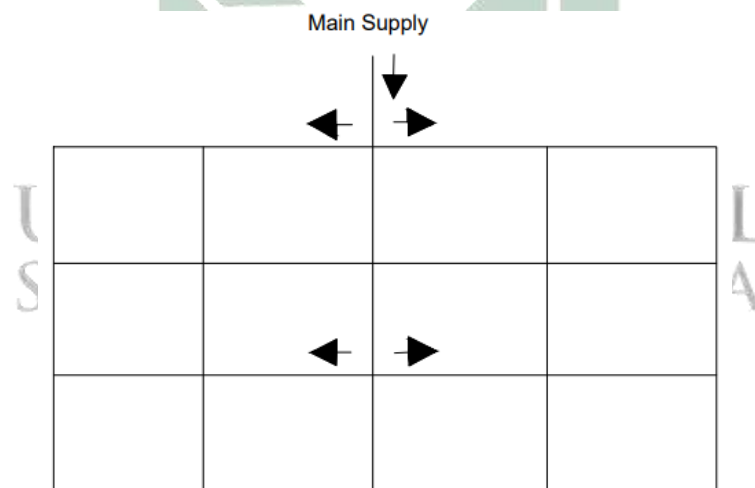


Gambar 2.4 Branch System

Sumber: (Karnadi, 2009)

b. *Gridiron System*

Pipa induk utama dan pipa induk sekunder terletak dalam kotak, dengan pipa induk utama, pipa induk sekunder, serta pipa pelayanan utama saling terhubung. Sistem ini paling banyak digunakan.



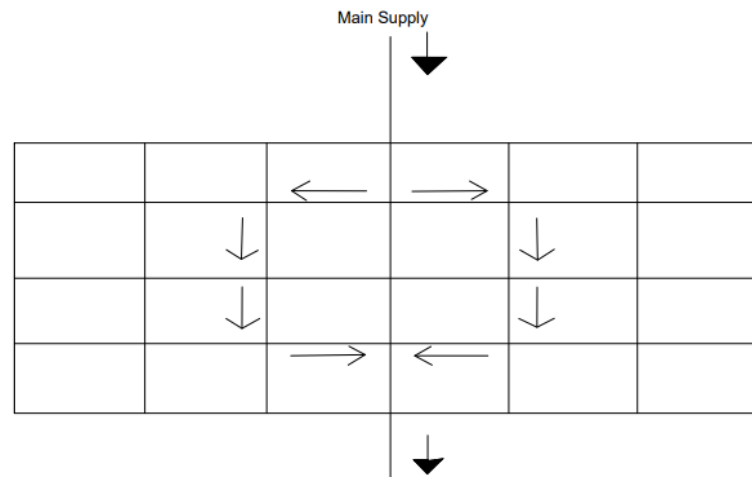
Gambar 2.5 Gridiron System

Sumber: (Karnadi, 2009)

c. *Lopp System*

Pipa induk utama terletak mengelilingi daerah layanan. Pengambilan dibagi menjadi dua dan masing-masing mengelilingi batas daerah layanan,

dan keduanya bertemu kembali di ujung. Pipa perlintasan (*cross*) menghubungkan kedua pipa induk utama. Di dalam daerah layanan, pipa pelayanan utama terhubung dengan pipa induk utama. Sistem ini paling ideal.



Gambar 2.6 Lopp System

Sumber: (Karnadi, 2009)

2.5 Kehilangan Air

Kehilangan air merupakan hasil berupa angka yang menunjukkan adanya selisih antara volume air yang dikonsumsi (*consumend water*) dengan volume penyediaan air (*supplied water*). Kehilangan air secara non-fisik berarti hilangnya air tidak dalam bentuk secara fisik namun akibatnya sama seperti kehilangan air dalam bentuk teknis. Maka dari itu, kehilangan non teknis bisa juga diartikan sebagai kehilangan air komersial atau *apparent losses*. Berdasarkan Ditjen Cipta Karya tahun 2007 pada Buku Panduan Pengembangan Air Minum, kehilangan air dibedakan sebagai berikut:

1. Perbedaan air yang akan diproduksi pada reservoir dari sumber air yang tersaji dengan air yang akan didistribusikan kepada konsumen melewati jaringan distribusi merupakan definisi kehilangan air.

2. Perbedaan air yang dipasok kepada konsumen melewati reservoir serta jumlah air yang diperjualkan kepada konsumen merupakan definisi kehilangan air distribusi.
3. Kehilangan produksi dengan ditambahnya hilangnya air distribusi dan selisih antara jumlah air yang diperjualkan dengan air produksi.

Untuk menghitung debit kebocoran air, maka menggunakan rumus berikut:

$$Q_{\text{kebocoran air}} = \% \text{ kebocoran} \times Q \text{ total kebutuhan air}$$

Secara umum jumlah kehilangan air melebihi batas wajar (20%). Besarnya kehilangan air yang didapat sesuai dengan batas efisiensi serta keekonomian perusahaan (*reasonable limit*): (Pratama, 2020)

Kebocoran pada sistem distribusi	=5%
Ketelitian pengukuran meter air	=3–5%
Kebocoran pipa konsumen	=5%
Pemakaian operasi dan pemeliharaan	=3%
Kehilangan air non fisik	=2%
	=18–20%

Menghitung persentase besarnya kehilangan air dari meter air pelanggan dapat dihitung menggunakan persamaan berikut: (Pratama, 2020)

$$H = \frac{\text{selisih angka meter air}}{\text{jumlah sampel}} \times 100\%$$

Menghitung persentase besarnya kehilangan air dapat dihitung menggunakan persamaan berikut (Pratama, 2020)

$$H = \frac{D-K}{D} \times 100\%$$

Keterangan:

H = kehilangan air (%)

D = jumlah air yang didistribusikan (m³)

K = jumlah air yang tercatat dalam rekening tagihan (m³)

Perhitungan kehilangan air yang berasal dari IWA (*International Water Association*) pada konferensi di Berlin tahun 2001 merupakan perhitungan neraca air. bentuk audit air paling sederhana merupakan definisi neraca air, dimana: (Pratama, 2020)

$$\text{Input Sistem} = \text{Konsumsi Air} + \text{Air Tak Berekening}$$

Dalam buku pedoman penurunan *Non-Revenue Water* (NRW) atau Air Tak Berekening (ATR) Departemen Pekerjaan Umum BPPSPAM program bantu untuk menghitung neraca air dalam menghitung neraca air menggunakan “*WB-EasyCalc*” yang diterbitkan oleh Limberger dan Partener.

Tabel 2.3 Rekomendasi *International Water Associations* untuk istilah Kehilangan Air

Volume Input Sistem	Konsumsi Resmi	Konsumsi Resmi Berekening	Konsumsi Bermeter Berekening	Air Berekening (AR)
			Konsumsi Tak Bermeter Berekening	
	Kehilangan Air	Kehilangan Non-Fisik / Non-Teknis	Konsumsi Bermeter Tak Berekening	Air Tak Berekening (ATR)
			Konsumsi Tak Bermeter Tak Berekening	
	Kehilangan Fisik / Teknis	Kehilangan Fisik / Teknis	Konsumsi Tak Resmi	
			Ketidak-akuratan Meter Pelanggan dan Kesalahan Penanganan Data	
			Kebocoran pada Pipa Transmisi dan Pipa Induk	
			Kebocoran dan Luapan pada Tangki Reservoir	
			Kebocoran pada pipa dinas hingga	

			meter pelanggan	
--	--	--	--------------------	--

Sumber: (Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor : 18/PRT/M/2007, 2007)

Manfaat pengendalian kehilangan air adalah untuk penghematan atau peningkatan pendapatan. Besarnya manfaat ekonomi yang timbul dari penerapan tindakan pengendalian kehilangan air memberikan dua sumber yang berbeda yaitu turunnya biaya operasional setiap tahun serta penundaan acuan modal dalam mencukupi kebutuhan seperti: pipa, reservoir, pembersihan instalansi, dll.

2.6 Kerugian Akibat Kehilangan Air

Kerugian pada PERUMDA dan konsumen merupakan akibat dari kehilangan air. Kerugian akibat kehilangan air dapat dilihat dari beberapa sisi yaitu:

1. Segi debit (kuantitas), kehilangan air menyebabkan berkurangnya jumlah asupan air yang diterima konsumen
2. Segi tekanan merupakan kebocoran air yang diakibatkan oleh pipa distribusi dan sambungan secara *illegal connection* menyebabkan tekanan air berkurang yang dialirkan kepada pelanggan.
3. Segi kualitas air merupakan pipa yang memiliki tekanan negatif (*siphon*) dan tidak terisi penuh memungkinkan kotoran dari luar pipa masuk ke dalam pipa, sehingga air di dalam pipa terkontaminasi.
4. Segi keuangan (Ekonomi) merupakan hilangnya biaya produksi air per meter kubik secara tidak langsung bisa meningkat dan pendapatan penjualan akan menurun, akibatnya keseluruhan keuntungan yang diterima PERUMDA kecil.

2.7 Distric Meter Area (DMA)

Meminimalkan kesulitan penanganan dalam gangguan sistem pengaliran pada jaringan distribusi dan dapat mempermudah pemeliharaan serta menekan peningkatan NRW merupakan tujuan dalam pembentukan

zona. Metode atau konsep tersebut disebut dengan metode *Distric Meter Area* (DMA). Dalam memudahkan pengelolaan, maka setiap zona dibagi dalam beberapa sub zona (DMA). Komponen-komponen kecil pada zona memiliki fungsi yaitu memantau kondisi jaringan secara lebih terperinci merupakan definisi dari sub zona dalam memberikan batas pada zona harus jelas dalam setiap zona, maka jaringan pada zona akan menjadi stabil pada pengaruh serta gangguan zona lain (gangguan luar) (Tanjung, 2015). *Water meter distric* adalah keluar masuknya pipa pada zona yang terdapat *water meter*. Alat analisis kebocoran dan lat ukur konsumsi air merupakan fungsi *water meter*. Pembentukan zona memiliki sifat yang sementara dan permanent. Pembentukan zona (DMA) memiliki keuntungan berikut :

1. Dapat memudahkan pemantauan pemakaian air pada konsumen yang akan sejalan dengan meter induk zona dan sub zona (*blok monitoring*), serta memudahkan pencarian kebocoran pada pipa distribusi dikarenakan area pemantaunnya dibagi menjadi beberapa zona dengan jumlah konsumen <500-1000 konsumen.
2. Dalam membuat jadwal akan mudah dalam pergantian meter pelanggan, induk, dan produksi, serta dalam melacak sambungan liar (*illegal conection*) akan mudah.
3. Pada pembentukan areal distribusi diharapkan dapat menjadi zona-zona, suplai air dan tekanan akan konstan

Dalam pembentukan zona (DMA) mempunyai kerugian atau kekeruanagan, yaitu membutuhkan dana yang besar untuk investasi dalam penambahan aksesoris zonasi, *valve*, dan perawatan yang besar. Prinsip batas wilayah didasarkan pada beberapa faktor kemudahan dalam pelaksanaan pengendalian kehilangan air dan pelaksanaan pemeliharaan lainnya. Waktu dan energi dalam operasi pengendalian NRW merupakan pertimbangan utama dalam mengembangkan rencana zona. Beberapa hal yang harus diperhatikan dalam menentukan batas zona adalah sebagai berikut: (Melinda, 2012).

1. Ukuran Zona

Dalam mempertimbangkan tenaga dan biaya awal dalam pembentukan zona, menentukan ukuran zona seperti, perbaikan atau pemasangan katup-katup serta meter air. Bentuk jaringan distribusi memiliki kriteria yaitu ukuran zona dan sub zona.

2. Batas Zona

Batas zona harus ditentukan untuk memastikan bahwa mereka mencakup area dengan tipe pengembangan yang sama dan tidak ada pemutusan hidrolis. Dalam perencanaan batas zona perlu memperhatikan peta lokasi, peta pipa eksisting dan gambar data serta melakukan survei lapangan. Alternatif ini dilakukan karena batas-batas zona ditentukan oleh jaringan pipa yang terpasang dan juga oleh batas-batas geografis yang ada di wilayah distribusi, misalnya sungai, jalan, rel kereta api, dan lain-lain.

3. Sambungan Pelanggan dalam Zona

Pembentukan zona harus direncanakan terlebih dahulu, seperti jumlah pelanggan pada zona yang nantinya akan dibentuk, telah mengetahui status meter konsumen dan sistem pemakaian air yang diakibatkan oleh tekanan kebocoran. Dalam sambungan rumah pada zona tidak boleh terlalu sedikit dan tidak boleh banyak. Dalam pembentukan zona yang sesuai untuk kota besar (*distric metering*) yaitu 2000 – 5000 konsumen, jika > 5000 konsumen maka kurang optimal dalam menentukan daerah kebocoran, sedangkan jika < 2000 konsumen membutuhkan dana awal yang besar dalam pengoperasian dan pemasangan meter. Kota sedang dan kecil lebih baik sambungan setiap zona lebih kecil dari 2000 sambungan.

4. Elevasi Zona

Zona yang memiliki elevasi yang datar merupakan penentuan elevasi zona yang dapat memudahkan pengaturan pemeliharaan dan pengoperasian, dalam fluktuasi elevasi dalam zona lebih baik memiliki beda tinggi 10-40 meter langsung menggunakan *slope* maks ± 0.005 .

5. Panjang Pipa Zona

Dalam menentukan asumsi panjang pipa dalam zona yaitu mempertimbangkan waktu yang digunakan dalam pendeteksian NRW

dengan cara membunyikan sepanjang pipa yang menandakan adanya NRW. Hal ini untuk kota besar panjang pipa dalam satu zona sebesar 12.000 hingga 70.000 meter. Panjang pipa dilihat dalam 2 dimensi seperti panjang dan lebar, tetapi termasuk jaring-jaring yang disusun dalam sistem zona. Panjang pipa sebagai pedoman pertama dalam pembentukan zona sebagai acuan pengembangan sambungan rumah dengan asumsi 1 sambungan rumah yang dilayani oleh pipa yaitu 7-15 meter, maka jika jumlah sambungan rumah tidak sesuai atau tidak terpenuhi mengakibatkan panjang pipa menjadi pertimbangan dalam pembentukan zona.

6. Perpipaan Zona

Memisahkan pipa pada zona sangat penting dalam mengefisienkan zonasi. Pipa transmisi dan distribusi yang relatif besar >250 mm harus dipindahkan dari zona untuk menghindari biaya pemasangan katup yang mahal dan meteran air yang besar.

7. Jenis Konsumen dalam Zona

Jenis konsumen dalam satu kawasan memiliki karakteristik yang sama dalam memfasilitasi pemantauan zona, seperti kawasan industri dan pemukiman. Zona dengan satu jenis konsumen dapat memberikan informasi teknis penting yang diperlukan dalam analisis sistem, seperti faktor desain, pola penggunaan air dan faktor desain, tren musiman penggunaan air untuk kategori konsumen tertentu dan klasifikasi pelanggan khusus

Pengsolasi zona dalam pengendalian kebocoran dimaksudkan untuk mempersiapkan area (zona) tertentu untuk pemantauan dan pengukuran kebocoran. Semua pipa, sambungan, dan perlengkapan pipa yang terpasang harus diketahui serta ditentukan, semua peralatan monitoring harus dipasang pada tempatnya.

2.8 Software Epanet 2.0

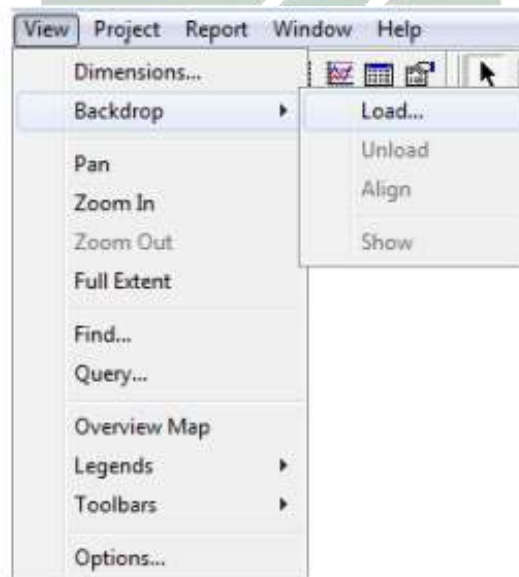
Environmental Protection Agency Network atau bisa disebut dengan EPANET merupakan aplikasi komputer yang berisikan pelaksanaan simulasi

hidrolik serta perilaku kualitas air pada suatu jaringan pipa distribusi air minum (pipa bertekanan). Jaringan distribusi air minum terdiri dari pipa, node (cabang), pompa, tangki air atau reservoir dan katup. Keluaran yang dihasilkan dari program EPANET meliputi laju aliran dalam pipa (lt/s), tekanan air dari setiap titik/simpul/persimpangan yang dapat digunakan sebagai analisis dalam menentukan pengoperasian instalasi, pompa dan reservoir (BPSDM Kementrian PU, 2000).

EPANET membutuhkan beberapa data dalam menganalisis, simulasi dan evaluasi pada jaringan distribusi air bersih. Input data yang dibutuhkan adalah peta, *junction*, elevasi, panjang pipa distribusi, diameter pipa, jenis pipa, jenis sumber air yang digunakan, spesifikasi pompa, beban masing-masing node faktor fluktuasi pemakaian air, dan konsentrasi khlor di sumber

A. Membuka Program dan Setting Program

Membuka program EPANET 2.0 hal pertama yang dilakukan yaitu *start* jika muncul lalu tekan open dua kali tekan file lalu tekan *new* atau *open* dua kali jika nama file telah muncul, setelah itu buat file gambar untuk *base map* dengan menggunakan pipa “BMP”, lalu gambar peta dimasukkan dalam bentuk BMP dengan menekan *view-backdrop-load* dan tekan file gambar yang akan direncanakan.



Gambar 2.7 Rencana BMP

Sumber : (BPSDM Kementrian PU, 2000)

Saat membuat jaringan sistem, lebih baik menentukan ukuran satuan debit dan rumus *headloss*, dengan menekan tombol browser:

1. Data – Options – Hydraulics



Gambar 2.8 Penentuan Rumus Headloss

Sumber : (BPSDM Kementrian PU, 2000)

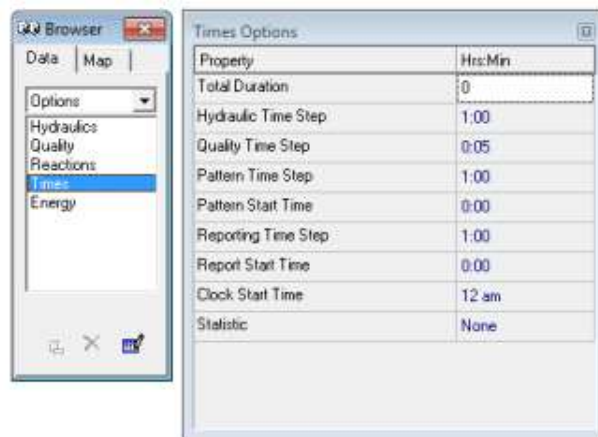
2. Tekan *Hydraulics* 2 kali, setelah itu mengisi LPS (*Flow unit*); H-W (*Headloss Formula*); Yes (*Status Report*)



Gambar 2.9 Editor Hydraulics

Sumber : (BPSDM Kementrian PU, 2000)

3. Data – Options – Times, setelah itu mengisi total durasi 24 jam

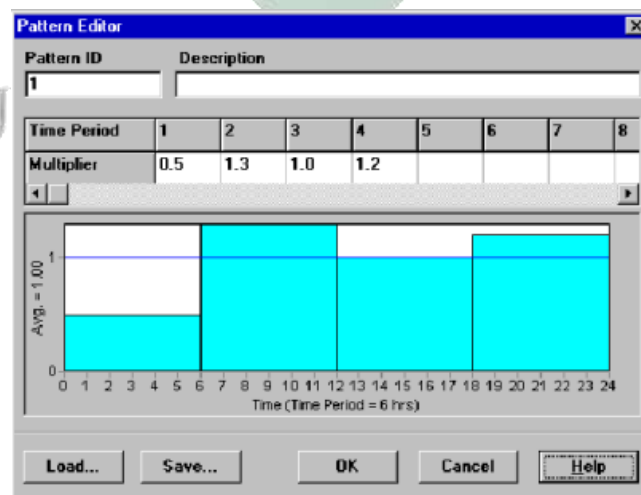


Gambar 2.10 Editor Times

Sumber : (BPSDM Kementrian PU, 2000)

B. Masukkan Data

1. Jika sudah membuat jaringan sistem, setelah itu melengkapi data pada masing-masing *junction*, pipa, reservoir, pompa, dan tangki.
2. *Peak factor* atau faktor jam puncak fluktuasi pemakaian air per jamnya merupakan kelengkapan dari *Time pattern*. **Data – Patterns – Add.** Pengisian pada *patterns editor* yaitu, nama *pattren* seperti 1, serta *mutiplier* didata sesuai dengan faktor jam puncak, sedangkan faktor jam puncak sesuai dengan fluktuasi pemakaian air.

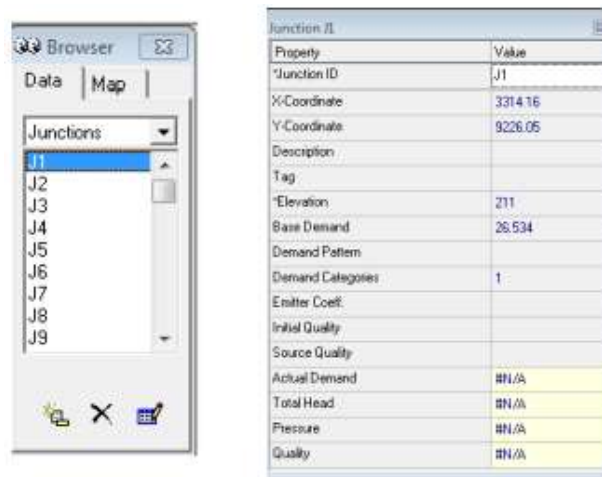


Gambar 2.11 Pattern Editor

Sumber : (BPSDM Kementrian PU, 2000)

Selain itu *time pattern*, *factor peak* (faktor jam puncak) bisa didata pada *Demand Multiplier*. *Option – Hydraulic Option – Demand Multiplier* (*Factor peak* 1,5 – 1,75).

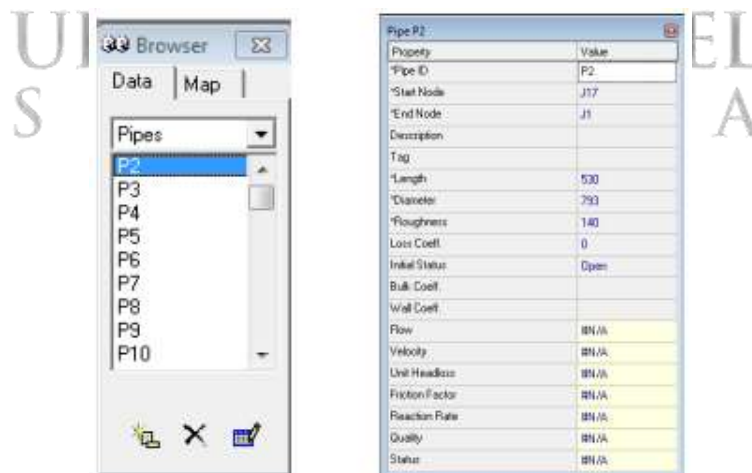
- a. Hal yang harus diisi *Junction properties* yaitu mengisi nama *junction*, elevasi (satuan meter), *base demand* (debit atau satuan l/sec), *demand pattern* diisi nama *pattern* yang sudah dibuat.



Gambar 2.12 Editor Junction

Sumber : (BPSDM Kementrian PU, 2000)

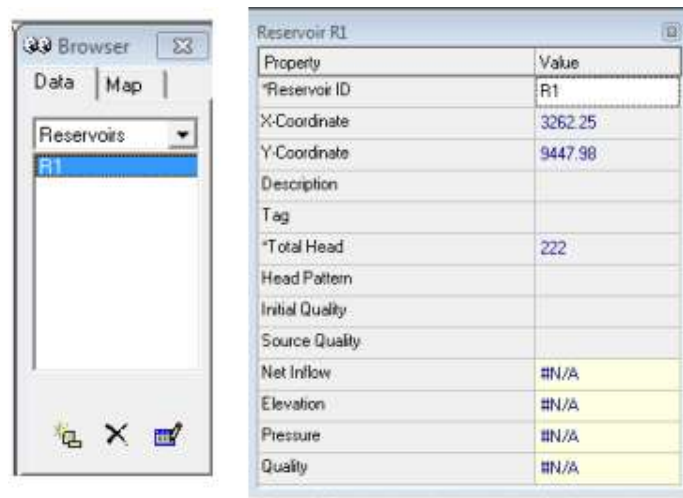
- b. Pengisian *Pipe properties* yaitu nama pipa seperti P-1, lalu panjang pipa (satuan meter), setelah itu diameter pipa (satuan mm), serta *roughness* atau bisa disebut koefisien kekasaran pipa, 110-120 untuk PVC, galvanis sebesar 120, dan *stell* (pipa baja) sebesar 110-120.



Gambar 2.13 Editor Property Pipa

Sumber : (BPSDM Kementrian PU, 2000)

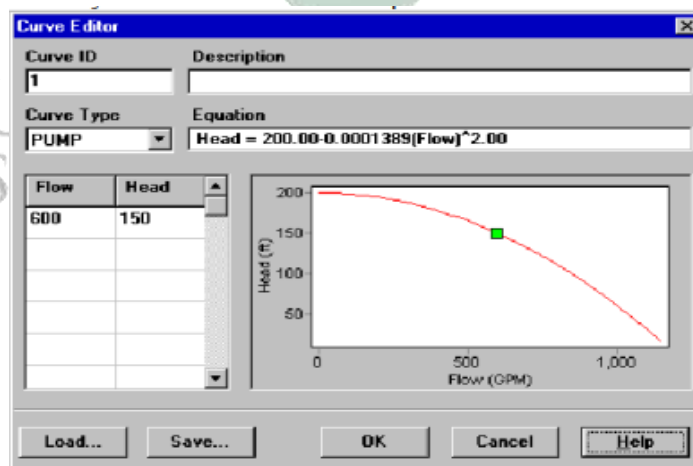
- c. Pengisian *Reservoirs properties* yaitu mengisi nama reservoir seperti R-1 dan total head (*head total*) dalam meter.



Gambar 2.14 Editor Property Reservoir

Sumber : (BPSDM Kementrian PU, 2000)

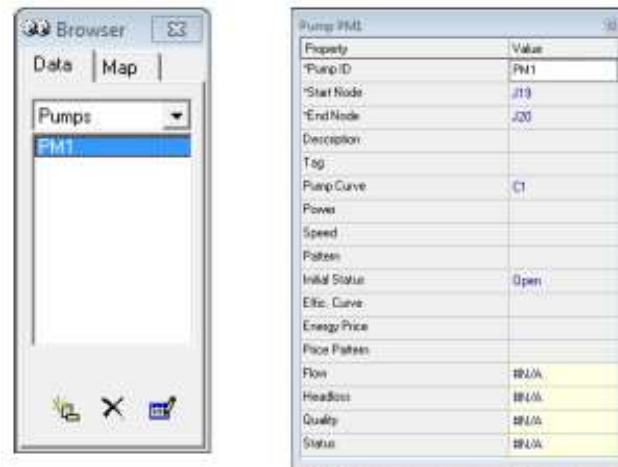
- d. Apabila sistem membutuhkan pompa maka terlebih dahulu mengisi data pompa dan membuat kurva pompa. **Data – Curves – Add.** Dalam kurva editor mengisi nama kurva seperti p-1, membuat tipe kurva mengisi tipe pompa dan mengisi *flow* (debit) dala L/dt serta tekana (dalam meter), setelah itu tekan OK.



Gambar 2.15 Editor Kurva

Sumber : (BPSDM Kementrian PU, 2000)

- e. Pengisian *Pump properties* yaitu pompa seperti (pump-1), *pump curve* (pompa kurva) diisi dengan sesuai kurva yang akan direncanakan (p-1).



Gambar 2.16 Editor Pompa

Sumber : (BPSDM Kementrian PU, 2000)

Selanjutnya, *running* jaringan dengan klik  atau pilih *Project>> run analysis*.

2.9 Integrasi KeIslaman

Air sangat penting bagi kehidupan makhluk hidup sebagaimana yang sudah dijelaskan Allah Subhanahu Wa Ta'ala. Sebagaimana firman Allah berikut.

وَقَطَّعْنَاهُمْ اثْنَتَيْ عَشْرَةَ أَسْبَاطًا أُمَمًا وَأَوْحَيْنَا إِلَىٰ مُوسَىٰ إِذِ اسْتَسْقَاهُ قَوْمُهُ أَنِ اضْرِبْ بِعَصَاكَ الْحَجَرَ ۖ فَانْبَجَسَتْ مِنْهُ اثْنَتَا عَشْرَةَ عَيْنًا ۖ قَدْ عَلِمَ كُلُّ أُنَاسٍ مَّشْرَبَهُمْ وَظَلَّلْنَا عَلَيْهِمُ الْغَمَامَ وَأَنزَلْنَا عَلَيْهِمُ الْمَنَّٰنَ وَالسَّلَٰوِيَّ كُلُّوْا مِنْ طَيِّبَاتِ مَا رَزَقْنَاكُمْ وَمَا ظَلَمُوْنَا وَلَكِنْ كَانُوا أَنفُسَهُمْ يَظْلِمُونَ

Artinya:

Dan kami membagi menjadi dua belas suku yang masing-masing berjumlah besar, dan kami wahyukan kepada Musa ketika kaumnya meminta air kepadanya, “pukullah batu itu dengan tongkatmu!” maka memancarlah dari (batu) itu dua belas mata air. setiap suku telah mengetahui tempat minumnya masing-masing. Dan kami naungi mereka dengan awan dan kami

turunkan kepada mereka mann dan salwa. (kami berfirman), “makanlah yang baik-baik dari rezeki yang telah kami berikan kepadamu.” Mereka tidak menzalimi yang selalu menzalimi dirinya sendiri (QS. Al-A’raaf: 160).

هُوَ الَّذِي أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً لَكُمْ مِنْهُ شَرَابٌ وَمِنْهُ شَجَرٌ فِيهِ تُسِيمُونَ

Artinya:

Dialah yang telah menurunkan air (hujan) dari langit untuk kamu, sebagiannya menjadi minuman dan sebagiannya (menyuburkan) tumbuhan, padanya kamu menggembalakan ternakmu (QS. An-Nahl: 10).

Surat Al-A’raaf ayat 160 dan surat An-Nahl ayat 10 menjelaskan Allah SWT memberikan berbagai sumber air yang dikehendaki-Nya. Manusia telah diperintah oleh Allah SWT untuk memanfaatkan air sebagai nikmat yang diberikan oleh Allah SWT. Surat Al-A’raaf ayat 160 dan surat An-Nahl ayat 10 menjelaskan air adalah sumber bagi kehidupan di bumi, seperti kebutuhan sehari-hari bagi makhluk hidup.

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمُوتِ وَالْأَرْضِ وَاخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ وَالْفُلْكِ الَّتِي تَجْرِي فِي الْبَحْرِ بِمَا يَنْفَعُ النَّاسَ وَمَا أَنْزَلَ اللَّهُ مِنَ السَّمَاءِ مِنْ مَّاءٍ فَأَحْيَا بِهِ الْأَرْضَ بَعْدَ مَوْتِهَا وَبَثَّ فِيهَا مِنْ كُلِّ دَابَّةٍ وَتَصْرِيفِ الرِّيْحِ وَالسَّحَابِ الْمُسَخَّرِ بَيْنَ السَّمَاءِ وَالْأَرْضِ لَآيَاتٍ لِقَوْمٍ يَعْقِلُونَ

Artinya:

Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, silih bergantinya malam dan siang, bahtera yang berlayar di laut membawa apa yang berguna bagi manusia, dan apa yang Allah turunkan dari langit berupa air, lalu dengan air itu Dia hidupkan bumi sesudah mati (kering)-nya dan Dia sebarkan di bumi itu segala jenis hewan, dan pengisaran angin dan awan yang dikendalikan antara langit dan bumi; sungguh (terdapat) tanda-tanda (keesaan dan kebesaran Allah) bagi kaum yang memikirkan (QS. Al-Baqarah: 164).

وَأَنْزَلْنَا مِنَ السَّمَاءِ مَاءً بِقَدَرٍ فَأَسْكَنَتْهُ فِي الْأَرْضِ وَإِنَّا عَلَى ذَهَابٍ بِهِ لَقَدِيرُونَ

Artinya:

Dan Kami turunkan air dari langit menurut suatu ukuran; lalu Kami jadikan air itu menetap di bumi, dan Sesungguhnya Kami benar-benar berkuasa menghilangkannya (QS. Al-Mu’minun : 18).

Ayat-ayat diatas merupakan bentuk pengungkapan perumpamaan tentang perenungan seorang hamba tentang keindahan ciptaan-ciptaan serta kekuasaan Allah SWT mengenai ilmu pengetahuan dan sains. salah satu bentuk kemukjizatan al-Qur'an dalam surat al-Baqarah diatas ini adalah tentang air, cairan yang tidak berwarna, tidak berasa dan tidak berbau yang terdapat dan selalu dibutuhkan dalam kehidupan manusia, hewan, tumbuhan yang secara kimiawi berbentuk dari unsur hidrogen dan oksigen.

Pada firman Allah SWT di jelaskan dalam QS. Ibrahim ayat 32:

اللَّهُ الَّذِي خَلَقَ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضَ وَأَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجَ بِهِ مِنَ الثَّمَرَاتِ رِزْقًا لَّكُمْ وَوَسَخَّرَ لَكُمُ الْفُلُوكَ لِتَجْرِيَ فِي الْبَحْرِ بِأَمْرِهِ وَسَخَّرَ لَكُمُ الْأَنْهَارَ

Artinya:

Allah-lah yang telah menciptakan langit dan bumi dan menurunkan air (hujan) dari langit, kemudian dengan (air hujan) itu dia mengeluarkan berbagai buah-buahan sebagai rezeki untukmu: dan dia telah menundukkan kapal bagimu agar berlayar di lautan dengan kehendak-Nya, dan dia telah menundukkan sungai-sungai bagimu (QS. Ibrahim: 32).

Berdasarkan QS. Ibrahim ayat 32 dijelaskan bahwa air sangat dibutuhkan bagi kehidupan manusia, termasuk air bersih. Dalam proses fisiologis dan seluruh organisme air bersih berperan sangat penting. Bagi manusia air memiliki nilai ekonomi dan sosial, begitu juga dengan pertumbuhan populasi serta pembangunan ekonomi mampu memberi tekanan yang konstan pada ekosistem sumber daya air.

2.10 Penelitian Terdahulu

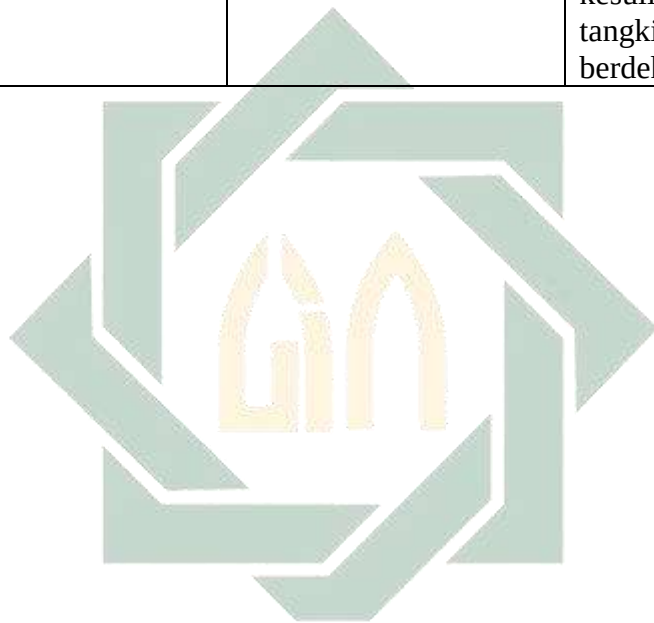
Tabel 2.4 Penelitian Terdahulu

No	Nama dan Tahun	Judul	Hasil
1	Rozaq & Iqbal (2019)	Optimalisasi Jaringan Distribusi Air Minum Menggunakan Penerapan <i>District Meter Area</i> (DMA) pada PERUMDA Kabupaten Pasaman Barat Unit Simpang Ampek	PERUMDA Kabupaten Pasaman Barat mengalami kehilangan air sebesar 55,7%. Setelah dilakukan simulasi EPANET menggunakan DMA dengan tekanan dibawah 10 cm,

No	Nama dan Tahun	Judul	Hasil
			kehilangan air turun menjadi 9,6 %.
2.	Mustafida (2019)	Optimalisasi Tingkat Kehilangan Air PERUMDA Kota Mojokerto Dengan Penerapan Sistem <i>Distric Meter Area</i> (DMA) Ditinjau Dari Aspek Teknis, Kelembagaan Dan Finansial	PERUMDA Kota Mojokerto mengalami kehilangan air sebesar 53,73%. Setelah dilakukan simulasi EPANET menggunakan DMA kehilangan air turun menjadi 47%, dengan kehilangan air fisik sebesar 44,6% dan non fisik sebesar 2,4%.
3	Dayanti & Hendriariant (2022)	Upaya Penurunan Tingkat Kehilangan Air Secara Fisik Pada Sistem Distribusi PERUMDA Kota Malang Di <i>District Meter Area</i> (DMA) Mojo 1C Dan 2B4	PERUMDA Kota Malang mengalami kehilangan air pada DMA Mojo 1C sebesar 36% dan DMA2B4 sebesar 40%. Setelah dilakukan EPANET menggunakan DMA kehilangan air turun menjadi 15 % pada DMA Mojo 1C dan DMA Mojo 2B4 menjadi 38%.
4	Samantha & Almalik (2019)	Analisis Kondisi Eksisting <i>District Meter Area</i> (DMA) Sindang Rasa Pada Zona 1 Perumda Tirta Pakuan Kota Bogor	Perumda Pakuan kota Bogor mengalami kehilangan air sebesar 32%. Setelah dilakukan simulasi epanet menggunakan DMA kondisi DMA dan jaringan distribusi telah memenuhi kriteria DMA, akan tetapi kriteria desain tekanan dan kecepatan aliran belum memenuhi kriteria.
5	Elke Natasha & Zubaidah (2019)	Studi Kehilangan Air Pada Jaringan Distribusi PERUMDA Di Jalan Soekarno-Hatta Palembang Dengan Metode DMA (<i>District Meter Area</i>).	PERUMDA di jalan Soekarno Hatta Palembang mengalami kehilangan air sebesar 33,44%. Setelah dilakukan simulai EPANET mwnggunakan DMA polygon menurun menjadi 10,64%.

No	Nama dan Tahun	Judul	Hasil
6	Tanaka <i>et.al.</i> (2022)	Evaluasi <i>District Metered Area</i> (DMA) Pada Zona Air Minum Prima PERUMDA Kota Padang Panjang	PERUMDA Kota Padang Panjang dalam analisa NRW pada DMA 01 sebesar 46,51% dan DMA 02 54,42% dalam kriteria masih belum memenuhi Permen PU No 20/PRT/M/2006 yaitu 20%.
7	Safitri <i>et.al.</i> (2021)	<i>Analysis Of Water Loss In The District Of Meter Area</i> (DMA) Bumi Kepongongan Indah Regency, Cirebon For Civilization	Pada Bumi Kepongongan Indah Regency mengalami kehilangan air sebesar 50,92%. Setelah dilakukan simulasi EPNAET menggunakan DMA turun menjadi 25%.
8	Durmuşçelebi <i>et.al.</i> (2019)	<i>District Metered Areas For Water Loss Management In Distribution Systems</i>	Pada penelitian ini kehilangan air awal sebesar 60%.setelah dilakukan simulasi EPANET menggunakan DMA turun menjadi 30%-40%. Dengan pendekatan DMA, dapat dikatakan bahwa komponen-komponen sistem lebih mudah dan efektif dipantau dan dikendalikan.
9	Brentan, <i>et al.</i> (2022)	<i>District Metered Area Design Through Multicriteria and Multiobjective Optimization</i>	Pada penelitian ini pada tekanan pada jaringan air yaitu sebesar 38,98m, Setelah dilakukan simulasi epanet menggunakan DMA dan pendekatan multicriteria dan multiobjective didapatkan masing sebesar 36,85 m dan 34, 63 m.
10	Kowalska <i>et.al.</i> (2022)	<i>Division Of District Metered Areas (DMAs) In A Part Of Water Supply Network Using Watergems (Bentley) Software: A Case Study</i>	Pada penelitin ini tingkat kehilangan air sebesar 40%.setelah dilakukannya pembagian zona DMA makan hasil DMA 01 dan DMA 02

No	Nama dan Tahun	Judul	Hasil
			tidak menyebabkan gangguan dalam operasi jaringan laju aliran dan nilai tekanan di area tertentu memastikan pasokan air tersalurkan dengan optimal. Sedangkan DMA 03, menunjukkan masalah dengan mempertahankan tekanan yang sesuai di beberapa penerima dan kesulitan dalam memasok tangki air yang berdekatan.



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB III

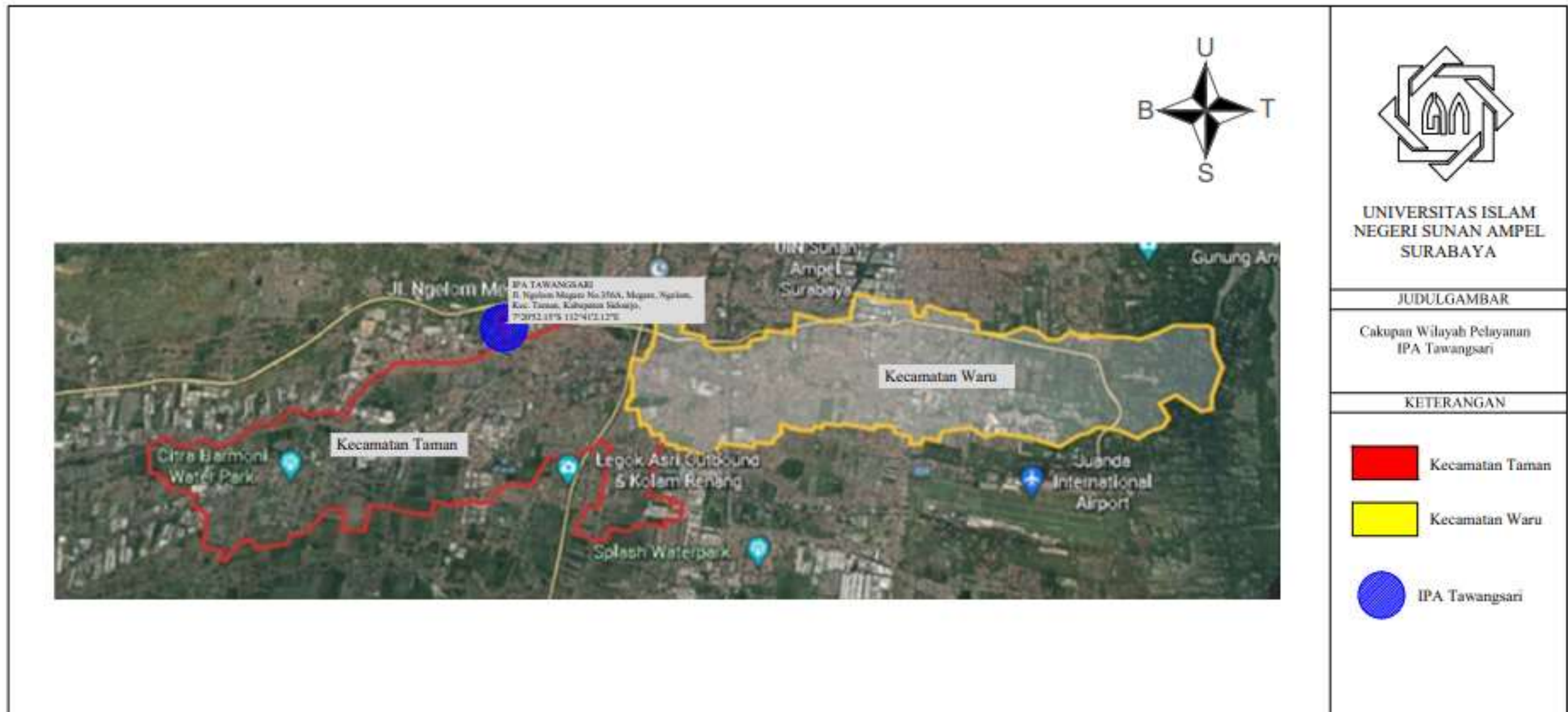
METODE PENELITIAN

3.1 Umum

Peneliti menggunakan metode penelitian kualitatif dan kuantitatif, menurut (Hermawan, 2019) penelitian kualitatif merupakan prosedur penelitian yang menghasilkan data deskripsi berupa kata-kata tertulis maupun lisan dari objek dan perilaku yang diamati, sedangkan penelitian kuantitatif merupakan metode yang bersifat objektif, induktif dan ilmiah dimana data didapat berupa *score*, nilai (angka) atau pertanyaan-pertanyaan yang dinilai, serta dianalisis dengan analisa statistik. Data kualitatif diperoleh berdasarkan informasi pihak PERUMDA dan data langsung dari observasi lapangan dan data kuantitatif diperoleh melalui simulasi *software* EPANET 2.0. Penelitian ini terdiri dari mengidentifikasi kehilangan air pada sistem distribusi air PERUMDA Delta Tirta dan menganalisis penerapan DMA ditinjau aspek teknis dan kelembagaan.

3.2 Lokasi Penelitian

Penelitian ini berjudul “Penurunan Kehilangan Air PERUMDA Delta Tirta Zona Pelayanan Instalasi Pengolahan Air (IPA) Tawangsari Menggunakan *Sistem Distric Meter Area* (DMA) ditinjau dari Aspek Teknis dan Kelembagaan” akan dilaksanakan di IPA Tawangsari JMWG+XH6, Tawangsari Timur, Tawangsari, Kec. Taman, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur, dengan titik $7^{\circ}21'9.53''S$ $112^{\circ}40'35.02''E$ dengan cakupan pelayanan Kecamatan Taman dan Kecamatan Waru. Peta lokasi IPA Tawangsari akan disajikan pada **Gambar 3.1**.



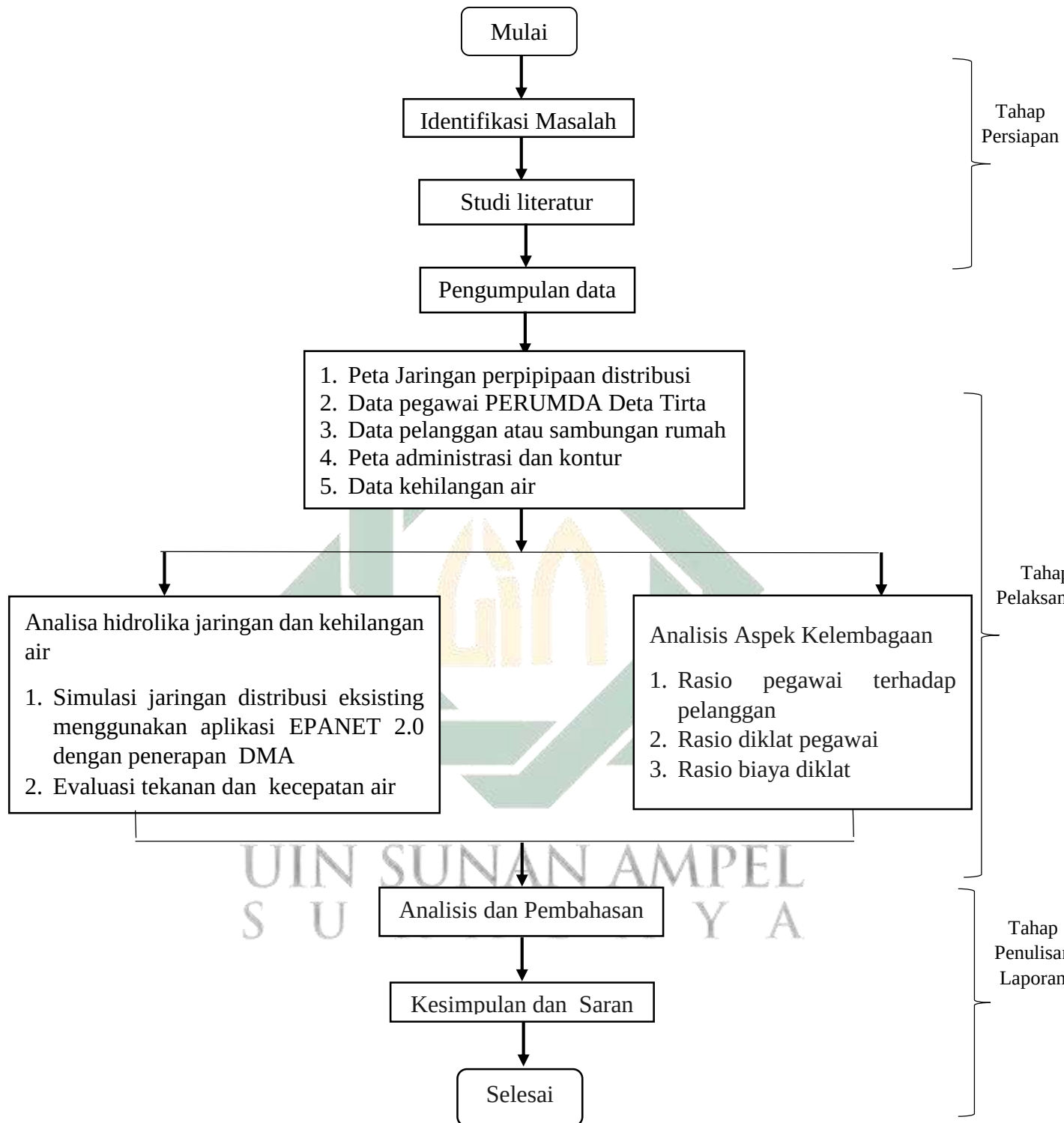
Gambar 3.1 Lokasi IPA Tawangsari

Sumber : Hasil Analisa, 2022

3.3 Tahap Perencanaan

Landasan dalam proses penelitian agar berjalan dengan baik secara terarah, sistematis, dan terstruktur merupakan pengertian tahapan perencanaan. Selanjutnya, menganalisis dan meninjau kondisi eksisting tersebut menurut literatur yang sudah ada. Selanjutnya, dapat menarik kesimpulan, pemberian saran guna meningkatkan kualitas pelayanan dan kemungkinan adanya pengembangan berdasarkan pengkajian yang disesuaikan dengan tujuan pelaksanaan penelitian ini. Diagram alir yang dapat dilihat pada **Gambar 3.2**.





Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian

Sumber: Hasil Analisa, 2022

3.4 Tahap Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Tahap Persiapan

Tahap persiapan ini terdiri proses administrasi yang diperoleh persetujuan pelaksanaan penelitian di Perumda Delta Tirta Zona Pelayanan Instalasi Pengolahan Air (IPA) Tawangsari. Tahap ini dilakukannya studi literatur terkait topik yang akan dibahas untuk pembuatan laporan.

3.4.2 Tahap Pelaksanaan

Tahap pelaksanaan penelitian dilakukan di Perumda Delta Tirta Zona Pelayanan Instalasi Pengolahan Air (IPA) Tawangsari dengan cakupan pelayanan Kecamatan Taman dan Kecamatan Waru. Tahap pelaksanaan ini melakukan pengumpulan data yang akan digunakan yaitu data primer maupun data sekunder. Data yang diperoleh menggunakan metode yaitu:

1. Metode literatur adalah metode yang diperoleh dari penelitian terdahulu, jurnal, buku sebagai literatur dalam pembahasan objek penelitian.
2. Metode *interview* adalah metode yang didapat dari data secara langsung kepada pihak terkait yang berhubungan dengan objek penelitian.
3. Metode Observasi merupakan metode dengan mengumpulkan data pada objek penelitian secara langsung di lokasi penelitian yaitu Perumda Delta Tirta Zona Pelayanan Instalasi Pengolahan Air (IPA) Tawangsari.
4. Metode dokumentasi merupakan informasi yang berasal dari catatan penting dari pihak terkait. Dokumentasi penelitian ini merupakan pengambilan gambar oleh peneliti untuk memperkuat hasil penelitian. Data-data tersebut disajikan pada **Tabel 3.2** berikut.

Tabel 3.1 Tahap Pengumpul data

Data	Sumber Data	Metode Pengumpulan Data
Kehilangan air	Kunjungan langsung di Perumda Delta Tirta dan Instalasi Pengolahan Air Tawangsari	Data tim TKA
Peta jaringan distribusi	Kunjungan langsung di Perumda Delta Tirta	Data dari fungsi aset
Struktur Organisasi PERUMDA Delta Tirta	Kunjungan langsung di PERUMDA Delta Tirta	Data administrasi kepegawaian

Data	Sumber Data	Metode Pengumpulan Data
Kehilangan air	Kunjungan langsung di Perumda Delta Tirta dan Instalasi Pengolahan Air Tawang Sari	Data tim TKA
Jumlah pegawai PERUMDA Delta Tirta	Kunjungan langsung di PERUMDA Delta Tirta	Data administrasi kepegawaian
Jumlah pelanggan sambungan rumah	Kunjungan langsung di PERUMDA Delta Tirta	Data administrasi pelanggan

Sumber: Hasil Analisis, 2022

3.4.3 Tahap Penyusunan Laporan

Tahap ini dilakukan analisis dan pembahasan mengenai kondisi eksisting penelitian serta evaluasi terhadap kehilangan air pada jaringan distribusi di Perumda Delta Tirta Zona Pelayanan Instalasi Pengolahan Air (IPA) Tawang Sari menggunakan metode Sistem District Meter Area (DMA) ditinjau dari Aspek teknis dan aspek kelembagaan kemudian disusun serta dilakukan perbandingan antara teori dengan hasil temuan di lapangan.

3.5 Analisis Data dan Pembahasan

3.5.1 Analisis Hidrolika Jaringan

1. Perhitungan Manual

Perhitungan manual didapat dari perhitungan dimensi perpipaan, mencari diameter yang ada dipasaran, diameter yang mendekati hasil perhitungan, perhitungan minor headloss mayor dan headloss minor. Perhitungan dimensi perpipaan didapatkan rumus berikut:

$$Q = \frac{1}{4} \times \pi \times D^2$$

Perhitungan untuk *headloss mayor* dengan rumus sebagai berikut:

$$\Delta H = \left(\frac{Q}{0.2785 \cdot C \cdot D^{2.63}} \right)^{1.85} \times L$$

Perhitungan untuk *headloss minor* dengan rumus sebagai berikut:

$$H_L = K \frac{v^2}{2g}$$

3.5.2 Analisis Permodelan EPANET 2.0

1. Software Epanet 2.0

Beberapa langkah dari simulasi Software EPANET 2.0 sebagai berikut:

- a. Data sekunder terdiri jumlah pelanggan, peta jaringan dan wilayah, sambungan rumah, jumlah KK, serta kapasitas produksi.
- b. Data dikumpulkan melalui observasi dan wawancara
- c. Setelah itu, dilakukannya simulasi Epanet 2.0 jaringan air bersih. Pada input data terdiri dari tabel pipa (titiknode ujung hulu dan hilir, diameter pipa, kekasaran pipa, nomor pipa, panjang pipa). Output yang diperoleh yaitu kecepatan air pada pipa, dengan tabel titik atau node (koordinasi node, elevasi node, *demand node*, nomor node). Tabel *inflow* adalah data masukan dari sumber air yang manampung air ke jaringan (debit *inflow* pada jaringan dengan melalui resevoir dan pompa)
- d. Hasil *software* Epanet 2.0 dapat di analisa data jaringan distribusi air bersih.

2. Evaluasi tekanan dan kecepatan aliran

Simulasi hidrolis dengan software EPANET 2.0 output yang akan dikaji yaitu tekanan pada titik tertentu dan kecepatan aliran pada masing-masing pipa. Pada sistem pengaliran air distribusi perlu adanya perhatian pada kriteria teknis yaitu besarnya tekanan dan kecepatan aliran pada pipa. Metode evaluasi data merupakan metode yang dilakukan untuk membandingkan kondisi eksisting sistem distribusi air IPA Tawangsari dengan kriteria desain yang berlaku. Tujuan adanya evaluasi adalah untuk memberikan saran kepada pihak PERUMDA Delta Tirta khususnya pada pengeola IPA Tawangsari jika terdapat kekurangan dalam distribusi air bersih agar dapat tercapai jumlah pelayanan sesuai perencanaan cakupan air bersih Kabupaten Sidoarjo.

3.5.3 Aspek Kelembagaan

Pada aspek kelembagaan meneliti SDM (sumber daya manusia) sebagai pengelola PERUMDA Delta Tirta serta manajemen pelaksanaan kinerja. Aspek kelembagaan didapatkan dihitung dengan menggunakan rumus penilaian kinerja Badan Peningkatan Penyelenggaraan Sistem Penyediaan Air Minum (BPPSPAM):

1. Rasio Pegawai terhadap Pelanggan

Rumus BPPSPAM sebagai berikut :

$$\text{Rasio Pegawai Terhadap Pelanggan} = \frac{\text{jumlah pegawai}}{\frac{\text{jumlah pelanggan}}{1000}}$$

2. Rasio Diklat Pegawai

Rumus BPPSPAM sebagai berikut :

$$\text{Rasio Diklat Pegawai} = \frac{\text{jumlah pegawai yang mengikuti diklat}}{\text{jumlah pegawai}} \times 100 \%$$

3. Rasio Biaya Diklat

Rumus BPPSPAM sebagai berikut :

$$\text{Rasio Biaya Diklat} = \frac{\text{Biaya diklat pegawai}}{\text{jumlah biaya pegawai}} \times 100 \%$$

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB IV

GAMBARAN UMUM WILAYAH PENELITIAN

4.1 Gambaran Umum Wilayah Penelitian

Undang-undang tahun 1945 pasal 33 ayat 2 dan 3 telah disebutkan bahwa cabang-cabang produksi yang penting bagi Negara dan yang menguasai hajat hidup orang banyak dikuasai oleh Negara. Cabang-cabang produksi yang penting bagi Negara dan menguasai hajat hidup orang banyak salah satunya adalah air. Maka untuk memenuhi kebutuhan masyarakat akan air bersih yang memenuhi syarat kesehatan, pemerintah membentuk Pengolahan Air Minum. Proses terbentuknya Perusahaan Daerah Air Minum “Delta Tirta” Kabupaten Dati II Sidoarjo adalah berdasarkan penjelasan atas peraturan daerah Provinsi Daerah Dati I Jawa Timur No. 4 Tahun 1976, tentang peralihan pengurusan saluran air minum Mojokerto kepada Pemerintah Kabupaten Daerah Tingkat II Sidoarjo, Mojokerto, Jombang, dan Pemerintah Kotamadya Daerah Tingkat II Mojokerto, disebutkan bahwa pada masa Hindia Belanda telah ada beberapa *Water Leading Bedrijuen* yang dikuasai oleh pemerintah Propinsi Jawa tanggal 14 Desember 1993, antara lain:

1. *Provincial Water Leading Bedriff Zuid* Sidoarjo yang meliputi Daerah Tingkat I Sidoarjo.
2. *Provincial Water Leading Bedriff Zuid* Surabaya yang meliputi Daerah Tingkat II Jombang dan Mojokerto.

Kedua *Provincial Water Leading* tersebut langsung dibawah pengawasan *Hoofd Central Bedriff Desint* yang secara administratif dan teknis diatur oleh ketentuan dalam *provincial von oost Java*. Setelah tanggal 17 Agustus 1945 pengurusan kedua *Provincial Water Leading Bedriff* tersebut dilakukan sejak tahun 1950 kedua *provincial water leading bedriff* tersebut dilimpahkan kepengurusan pada Dinas Pekerjaan Umum Provinsi Jawa Timur sebagai Dinas Saluran Air Minum Keresidenan Surabaya di Mojokerto. Kemudian memenuhi anjuran Pemerintah Menteri Dalam Negeri dalam suratnya tanggal 11 Juli 1974 No. EKBANG/8/43, agar segera

dilaksanakan penyesuaian Perusahaan Air Minum menjadi Perusahaan Daerah, maka 45 dipandang perlu menyerahkan penguasaan saluran air minum Mojokerto kepada masing – masing pemerintah Kabupaten Daerah Tingkat II Mojokerto. Sejak saat itu pengurusan Perusahaan Daerah Air Minum adalah sebagai perusahaan daerah oleh masing – masing Daerah Tingkat II termasuk pemerintah Kabupaten Dati II Sidoarjo.

Dengan adanya Perda Propinsi Dati I: No. 4/1976, tanggal 10 Juli 1976, Pemerintah Kabupaten Sidoarjo menerima penyerahan sebanyak 1.904 unit pelanggan yang meliputi wilayah Larangan, Candi, Candi Selatan, Porong, Gedangan, Waru, Buduran Selatan, Buduran Utara, Tanggulangin, Sepanjang, Kedurus, Driyorejo, Krian, Prambon dan Watu Tulis. Pada tanggal 5 Juli 1978 terbit Peraturan Daerah Kabupaten Dati II Sidoarjo No. 5/1978 tentang Pembentukan Perusahaan Daerah Air Minum (PERUMDA) dan disahkan oleh Gubernur KDH. Tingkat I Jawa Timur, dengan Nomor: HK/498/1978.

4.2 Lokasi PERUMDA Delta Tirta

Perusahaan Daerah Air Minum PERUMDA Delta Tirta memiliki kantor pusat yang berada Jl. Pahlawan No.1, RW.006, Rw6, Sidokumpul, Kec. Sidoarjo, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur 61212, dengan titik koordinat $7^{\circ}27'1.26''\text{S}$ $112^{\circ}42'46.61''\text{E}$ tersaji pada **Gambar 4.1** berikut:



Gambar 4.1 PERUMDA Delta Tirta Sidoarjo

Sumber: Dokumentasi, 2022

4.3 Visi, Misi, dan Logo PERUMDA Delta Tirta

Visi PERUMDA Delta Tirta adalah **“Tersedianya air minum yang semakin baik dan sehat yang dikelola secara amanah dan professional”**.

Adapun visi PERUMDA Delta Tirta adalah sebagai berikut:

1. Meningkatkan kinerja aspek pelayanan, aspek keuangan, Dan aspek operasional
2. Meningkatkan kinerja aspek administrasi, sumber daya manusia Dan meningkatkan kesejahteraan karyawan
3. Meningkatkan sinergitas dengan semua pihak terkait dalam Pengelolaan perusahaan yang berakhlakul karimah

Berikut **Gambar 4.2** adalah logo PERUMDA Delta Tirta.



Gambar 4.2 Logo PERUMDA Delta Tirta

Sumber: PERUMDA Delta Tirta, 2022

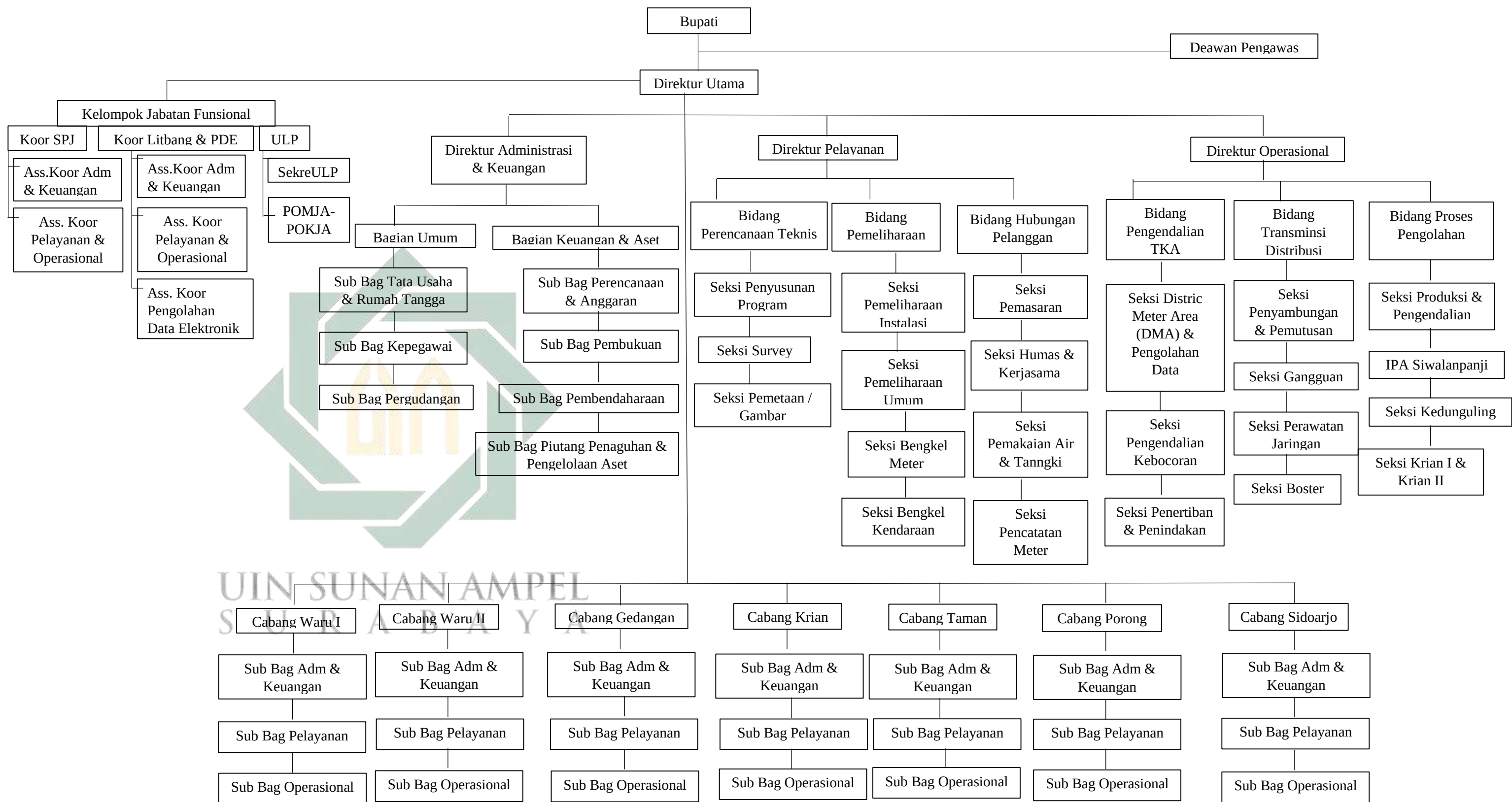
4.4 Struktur Organisasi PERUMDA Delta Tirta

Dalam menjalankan roda perusahaan, PERUMDA Delta Tirta memiliki struktur organisasi yang terbagi sesuai dengan tugas dan tanggung jawab. Secara umum pengelolaan PERUMDA Delta Tirta dipimpin oleh seorang Direktur dan beberapa kepala bagian serta staf pendukung yang bertanggung jawab pada masing-masing tugas dan fungsinya. Sedangkan di masing-masing unit PERUMDA dikoordinir oleh Kepala Unit selaku pimpinan yang bertanggung jawab terhadap operasional dan pelayanan air bersih

diwilayahnya. **Gambar 4.3** adalah susunan struktur organisasi PERUMDA Delta Tirta:



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A



Gambar 4.3 Struktur Organisasi PERUMDA Delta Tirta

Sumber: PERUMDA Delta Tirta, 2022

4.5 Kondisi Eksisting PERUMDA Delta Tirta

PERUMDA Delta Tirta memiliki lima Instalansi Pengolahan Air (IPA) diantaranya IPA Siwalanpanji, IPA Kedunguling, IPA Krian, IPA Porong, dan IPA Tawangsari. **Gambar 4.4** menjelaskan persebaran Instalansi Pengolahan Air pada PERUMDA Delta Tirta.



Gambar 4.4 Sebaran Instalansi Pengolahan Air PERUMDA Delta Tirta Sidoarjo

Sumber: PERUMDA Delta Tirta, 2022

4.5.1 Kondisi Eksisting Instalasi Pengolahan Air Tawangsari

IPA Tawangsari terletak di JMVG+XH6, Tawangsari Timur, Tawangsari, Kec. Taman, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur, dengan titik koordinat $7^{\circ}21'9.53''S$ $112^{\circ}40'35.02''E$, pada **Gambar 4.5** merupakan lokasi IPA Tawangsari. Sumber air baku yang digunakan di IPA Tawangsari adalah Sungai Pelayaran. IPA Tawangsari ini terdiri dari 3 IPA, yaitu IPA Tawangsari 1, IPA Tawangsari 2 dan IPA Tawangsari 3. IPA Tawangsari 1 dan IPA Tawangsari 2 mampu menampung air baku sebesar 500 L/detik. Sedangkan, IPA Tawangsari 3 mampu menampung

air baku sebesar 100 L/detik. Total keseluruhan kapasitas IPA Tawangsari yaitu 600 L/detik.



Gambar 4.5 IPA Tawangsari

Sumber: Dokumentasi, 2022

A. Unit Distribusi

1. Intake

Proses produksi dimulai bangunan pengambilan air (intake) yang terletak di pinggir kali pelayaran, yang berfungsi sebagai ujung tempat pengambilan air baku.



Gambar 4.6 Unit Intake dengan Barscreen 5 cm

Sumber: Dokumentasi, 2022

Gambar 4.6 merupakan unit intake barscreen dengan ukuran 5cm. Air baku dalam perjalanannya menuju tempat bak pengumpul terlebih dahulu melewati barscreen dengan ukuran

5 cm, agar sampah atau benda tidak dapat terlewati. Jalannya air baku secara gravitasi. **Gambar 4.7** merupakan unit intake dengan barscreen berukuran 2cm yang setelah itu air akan berjalan pada bak kontrol yang terdapat barscreen berukuran 2 cm, dikarenakan sampah yang lolos pada barscreen 5cm akan tersaring dengan barscreen 2 cm.



Gambar 4.7 Unit Intake dengan Barscreen 2 cm

Sumber: Dokumntasei, 2022

2. Bak penampung

Proses selanjutnya adalah bak penampung, air yang sudah melewati unit intake dan barscreen dengan ukuran 5cm dan barscreen 2cm, maka akan masuk ke dalam bak penampung. Pada bak penampung terdapat barscreen dengan ukuran 1 cm, dengan tujuan sampah yang lolos pada barscreen 2cm akan tertahan. Di sana terdapat 2 (dua) jenis pompa yaitu submersible pump dan centrifugal pump.

Tabel 4.1 Pompa Intake IPA Tawangsari

Nama	Jenis pompa	Kap. Debit (lt/dt)
Pompa 1	submersible	50
Pompa 2	submersible	80
Pompa 3	Centrifugal	200

Sumber: IPA Tawangsari, 2022



Gambar 4.8 Bak Penampung

Sumber: Dokumentasi, 2022

Air baku dalam perjalannya menuju dibantu dengan pompa dialirkan ke atas menuju bak koagulasi. **Gambar 4.8** merupakan bak penampung dengan barscreen berukuran 1 cm dan terdapat 8 pompa yaitu submerblie pump dengan kapasitas 50 lt/detik dan submerblie pump dengan kapasitas 80 lt/detik.

3. Bak koagulan

Proses selanjutnya adalah pembubuhan bahan kimia, Proses pembubuhan dilakukan dengan dosing pump sebagai pembubuh utama, pembubuhan memakai bahan kimia sub colid, ini berfungsi untuk membantu pembubuh utama terhadap tingkat kekeruhan air baku.



Gambar 4.9 Bak Koagulasi Flokulasi

Sumber: Dokumntasei, 2022

Kemudian ke proses koagulasi dan flokulasi yang dijelaskan pada **Gambar 4.9**, dimana fungsi dari proses koagulasi ini adalah untuk mencampur bahan kimia dengan air baku secara merata (homogen) dengan pengadukan cepat. Prosesnya bejalannya air adalah air baku secara bersamaan dengan sub colid dialirkan secara vertikal naik-turun masuk ke dalam bak koagulator yang secara terus menerus menurun intensitasnya sehingga terjadi pembentukan setelah itu dilakukan pengadukan lambat atau flokulasi tujuan yaitu memebentuk flok yang lebih besar. Setelah air baku tercampur dengan bahan kimia proses selanjutnya yaitu terdapat injek priklorinasi untuk menghilangkan bau amis, mengurangi tumbuhnya lumut, dan membeningkan air menjadi bening.

4. Unit Clrifier

Proses selanjutnya flok yang lebih besar akan masuk kedalam unit clirifier seperti **Gambar 4.10** dengan melalui bawah naik ke atas lalu turun kembali. Di dalam unit clarifierterdapat jaring yang berlubang miring atau bisa juga disebut jaring laba – laba karena memang mirip atau dapat dilihat pada **Gambar 4.11** unit ini juga bisa disebut dengan tube stteler. Jaring ini fungsinya juga penting agar flok – flok kecil yang akan naik ke permukaan

bisa terhambat dan menyatu dengan flok lainnya sehingga menjadi flok yang lebih besar dan otomatis akan mengendap. Pada bawah clarifier terdapat drain clarifier untuk membuang lumpur-lumpunya.



Gambar 4.10 Unit Clarifier

Sumber: Dokumntasei, 2022



Gambar 4.11 Detail Gutter Dan Tube Settler

Sumber: Dokumntasei, 2022

5. Unit filtrasi

Proses selanjutnya yaitu filtrasi, pada filtrasi yang di dalam bak filtrasi ini sudah ada media filternya yang diletakkan secara berurutan dapat dilihat pada **Gambar 4.12**. Media itu berupa pasir fungsinya sudah jelas yaitu menyaring flok – flok yang

lolos dari proses sebelumnya (microflok) dan bukan hanya itu saja pasir – pasir ini juga untuk menghilangkan warna, bau, dan rasa sehingga air menjadi jernih dan masuk ke dalam break tank.



Gambar 4.12 Unit Filtrasi

Sumber: Dokumntasei, 2022



Gambar 4.13 Break Tank

Sumber: Dokumntasei, 2022

Sebelum masuk ke break tank dapat dilihat pada **Gambar 4.13** dimana air dalam perjalanannya melalui pipa, terdapat proses postklorinasi yaitu disuntikkan disinfektan yang berupa gas khlor untuk pembasmian bakteri / kuman dalam air yang dapat menimbulkan penyakit bagi manusia.

6. Reservoir

Bak penampung air atau reservoir adalah tempat penampungan air bersih dari hasil instalasi pengolahan air. Air bersih berasal dari proses pengolahan IPA Tawangsari 1, IPA Tawangsari 2, dan IPA Tawangsari 3 yang tersaji pada **Gambar 4.14**.



Gambar 4.14 Reservoir

Sumber: Dokumntasei, 2022

Diameter pipa air bersih yang digunakan oleh IPA Tawangsari untuk mendistribusikan air bersih kepada pelanggan tersaji pada **Tabel 4.2** berikut:

Tabel 4.2 Diameter Pipa Air Bersih PERUMDA Delta Tira IPA Tawangsari

No	DIA ø (mm)	Merk	Kondisi
	Pipa/Meter	Meter	
1	50 / 50	8Fa	Baik
2	150 / 75	8Fn	Baik
3	75 / 50	Actaris	Baik
4	100 / 50	Actaris	Mati
5	100 / 100	Actaris	Mati
6	150 / 50	Actaris	Mati
7	150 / 50	Actaris	Baik
8	150 / 100	Actaris	Baik
9	150 / 100	Actaris	Mati
10	150 / 150	Actaris	Mati
11	200 / 150	Actaris	Baik
12	50 / 50	Barindo	Baik
13	75 / 75	Barindo	Baik

No	DIA ø (mm)	Merk	Kondisi
	Pipa/Meter	Meter	
14	100 / 75	Barindo	Baik
15	100 / 100	Barindo	Baik
16	150 / 75	Barindo	Baik
17	150 / 100	Barindo	Baik
18	75 / 75	BR	Baik
19	75 / 75	BR	Mati
20	100 / 50	BR	Mati
21	100 / 100	BR	Baik
22	150 / 50	BR	Mati
23	150 / 75	BR	Baik
24	150 / 100	BR	Baik
25	150 / 100	BR	Mati
26	75 / 75	CF	Mati
27	75 / 75	CF	Baik
28	150 / 75	CF	Mati
29	50 / 50	Itron	Baik
30	75 / 50	Itron	Baik
31	75 / 75	Itron	Baik
32	75 / 75	Itron	Mati
33	100 / 50	Itron	Baik
34	100 / 100	Itron	Mati
35	100 / 100	Itron	Baik
36	150 / 50	Itron	Mati
37	150 / 75	Itron	Baik
38	150 / 100	Itron	Baik
39	150 / 100	Itron	Mati
40	150 / 150	Itron	Mati
41	100 / 50	Kent	Mati
42	300	Kobold	Baik
43	75 / 50	Onda	Mati

Sumber: PERUMDA Delta Tirta, 2022

4.5.2 Kondisi Eksisting Instalasi Pengolahan Air Siwalanpanji

IPA Siwalanpanji terletak di Jl. KH. Hamdani No. 69, Desa Siwalanpanji Kecamatan Buduran, Sidoarjo pada **Gambar 4.15** merupakan lokasi IPA Siwalanpanji. Sumber air baku yang digunakan di IPA Siwalanpanji adalah Sungai Afvoer Buduran. IPA Siwalanpanji

mampu menampung air baku sebesar 200 L/detik atau 17.280.000 L/hari. Dengan kapasitas produksi IPA yaitu 165 L/detik atau 14.256.000 L/hari.



Gambar 4.15 IPA Siwalanpanji

Sumber: PERUMDA Delta Tirta, 2022

4.5.3 Kondisi Eksisting Instalasi Pengolahan Air Krian

IPA Krian terletak di Jl. DR. Wahidin Sudirohusodo No. 16, Ngingas, Krian, Kecamatan Krian, Sidoarjo pada **Gambar 4.16** merupakan lokasi IPA Krian. IPA Krian terdiri dari IPA Krian 1 dan IPA Krian 2. IPA Krian 1 dan IPA Krian 2 mengambil sumber air baku dari Sungai Mangetan Kanal. Kapasitas Intake IPA Krian 1 mampu menampung air baku sebesar 500 L/detik atau 43.200.000 L/hari. Sedangkan, IPA Krian 2 mampu menampung air baku sebesar 80 L/detik atau sekitar 6.912.000 L/hari. Dengan kapasitas air baku yang terpasang di IPA Krian yaitu 130 L/detik atau 11.232.000 L/hari.



Gambar 4.16 IPA Krian

Sumber: PERUMDA Delta Tirta, 2022

4.5.4 Kondisi Eksisting Instalasi Pengolahan Air Porong

IPA Porong terletak di Jl. Brantas No. 31, Porong, Mindi, Kabupaten Sidoarjo pada **Gambar 4.17** merupakan lokasi IPA Porong. Sumber air baku yang digunakan di IPA Porong adalah Sungai Kanal Porong. IPA Porong mampu menampung air baku sebesar 20 L/detik atau 1.728.000 L/hari. Dengan kapasitas air baku yang terpasang yaitu 20 L/detik atau 1.728.000 L/hari.



Gambar 4.17 IPA Porong

Sumber: PERUMDA Delta Tirta, 2022

4.5.5 Kondisi Eksisting Instalasi Pengolahan Air Kedunguling

IPA Kedunguling terletak di Durung Wetan, Durungbanjar, Kecamatan Candi Kabupaten Sidoarjo pada **Gambar 4.18** merupakan lokasi IPA Kedunguling. Sumber air baku yang digunakan di IPA Kedunguling adalah Sungai Afvoer Kedunguling. IPA Kedunguling mampu menampung air baku sebesar 150 L/detik atau 12.960.000 L/hari. Dengan kapasitas air baku yang terpasang yaitu 150 L/detik atau 12.960.000 L/hari.



Gambar 4.18 IPA Kedunguling

Sumber: PERUMDA Delta Tirta, 2022

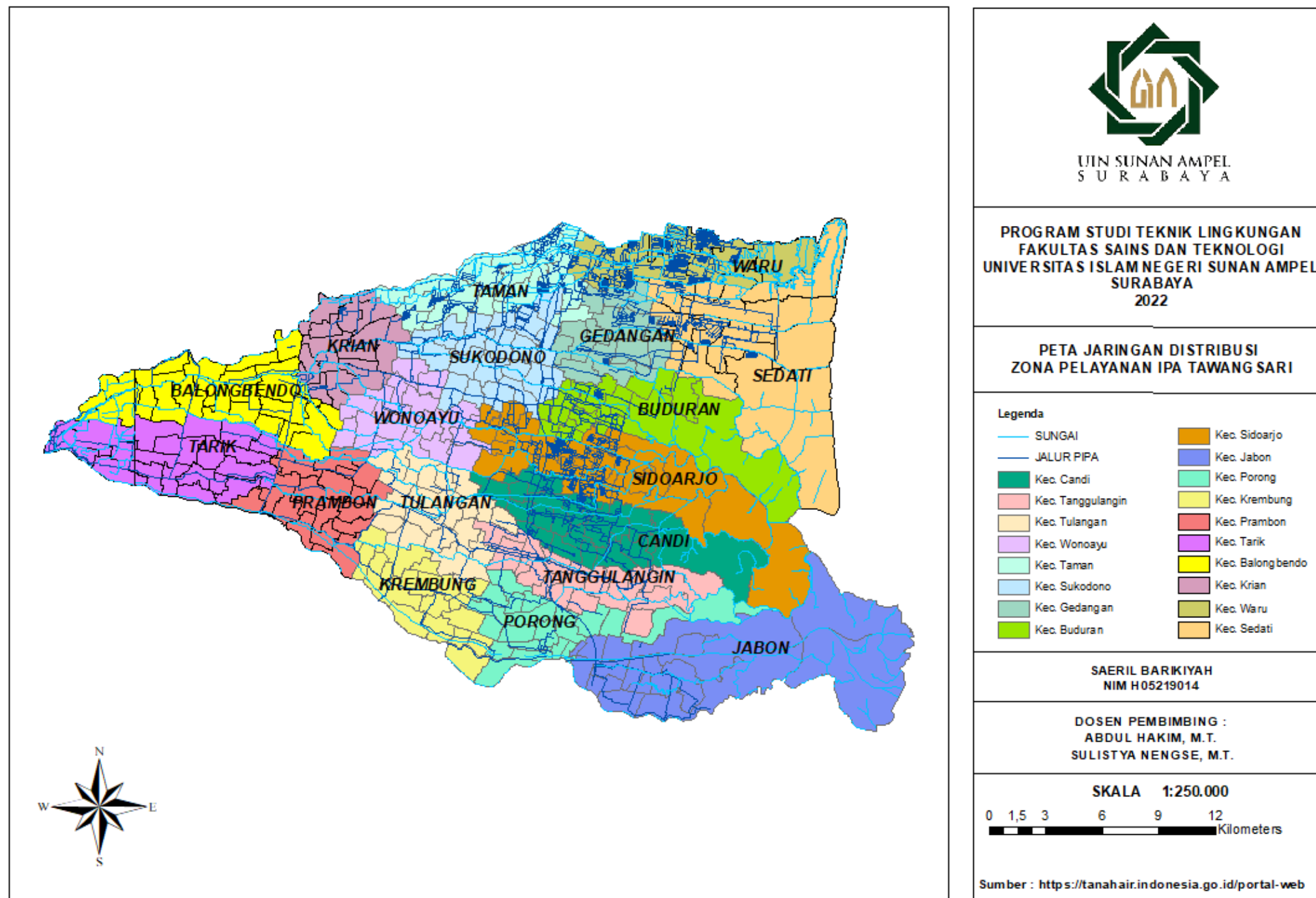
4.6 Cakupan Pelayanan PERUMDA Delta Tirta

Kabupaten Sidoarjo terdiri dari 18 kecamatan, 322 desa dan 31 kelurahan. Dengan jumlah penduduk pada tahun 2018 adalah sebanyak 2.219.581 jiwa (per bulan Mei 2018). Sampai saat ini, PERUMDA Delta Tirta Kabupaten Sidoarjo baru melayani sekitar 37% dari total jumlah penduduk di Kabupaten Sidoarjo atau sekitar 821.245 pelanggan. Pelayanan air bersih di PERUMDA Delta Tirta masih sangat minim. Penyebab cakupan pelayanan air di Sidoarjo sangat minim karena jumlah penduduk yang terus meningkat di setiap tahunnya. Selain itu juga minimnya produksi air dari instalasi pengolahan air (IPA) yang dalam sehari dalam 5 unit IPA membutuhkan produksi air baku 125.280.000

L/hari. Sebagian besar masyarakat Sidoarjo sudah menggunakan air bersih dari PERUMDA Delta Tirta Sidoarjo. Wilayah Sidoarjo yang sudah menggunakan air bersih dari PERUMDA adalah wilayah Krian, Waru, Gedangan, Porong, Taman dan Sidoarjo. **Gambar 5.19** merupakan cakupan palayan Perumda Delta Tirta, **Gmbar 5.20** merupakan cakupan pelayanan Kecamatan Taman, **Gambar 5.21** merupakan cakupan pelayanan Kecamatan Waru

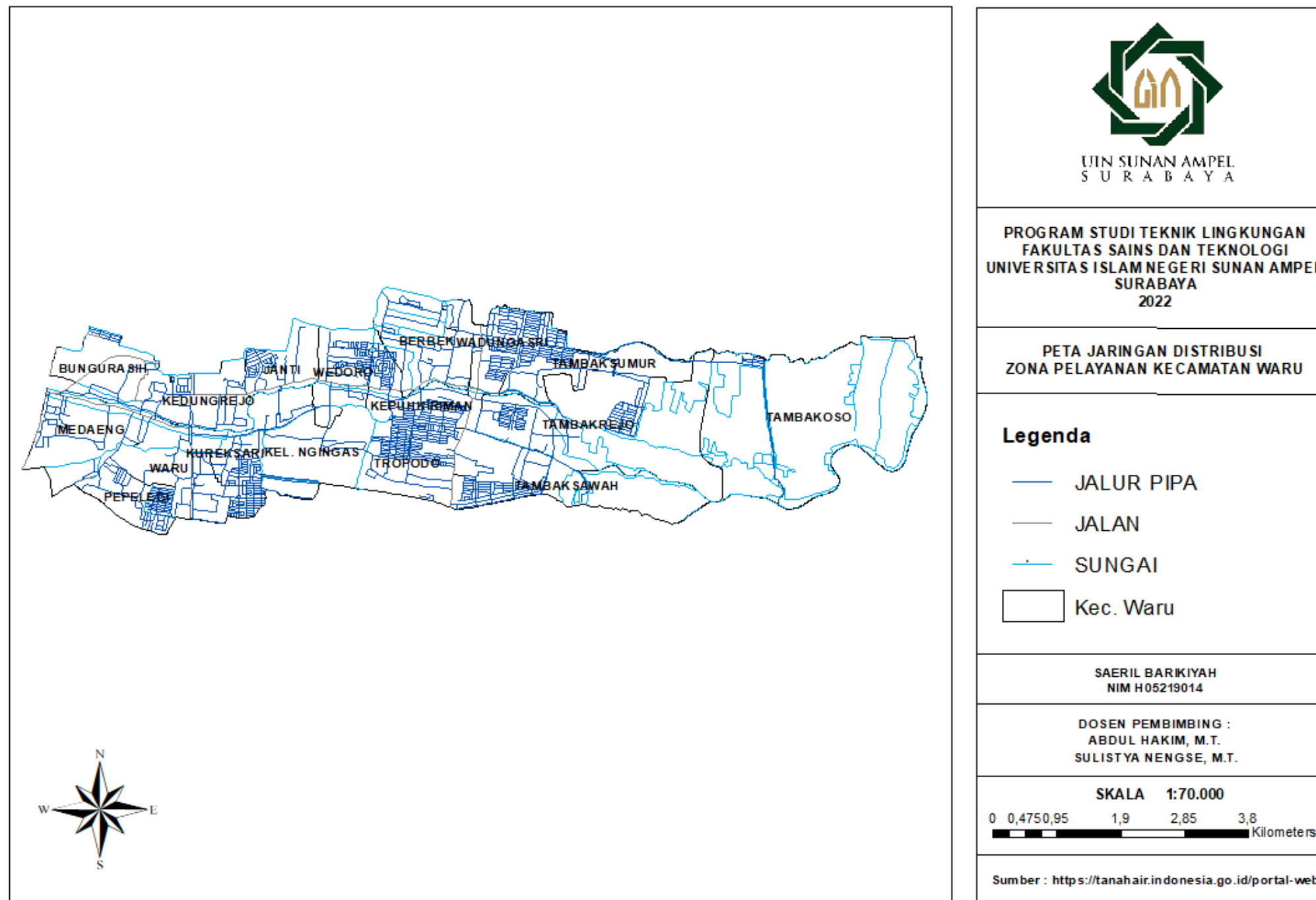


UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A



Gambar 4.19 Cakupan Pelayanan Instalansi Pengolahan Air Tawangsari

Sumber: PERUMDA Delta Tirta, 2022



Gambar 4.21 Cakupan Pelayanan Zona Pelayanan Kecamatan Taman

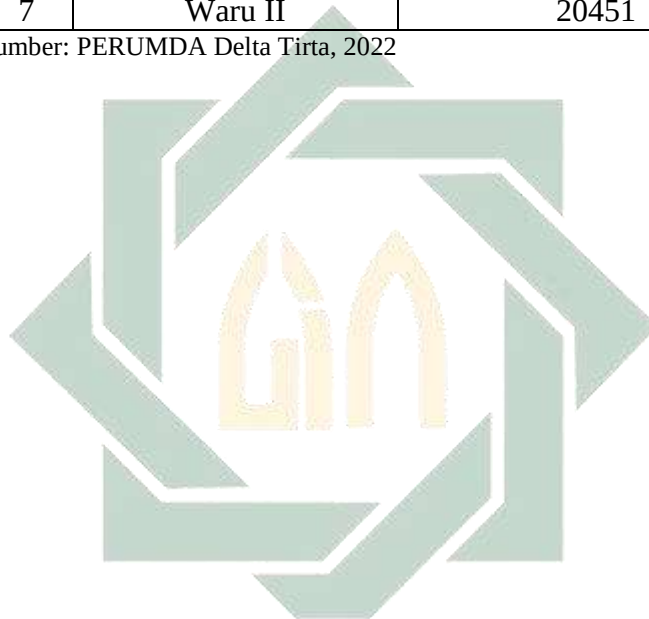
Sumber: PERUMDA Delta Tirta, 2022

Cakupan pelayanan PERUMDA Delta Tirta Sidoarjo pada tahun 2022 berdasarkan wilayah administratif tersaji pada **Tabel 4.3** berikut.

Tabel 4.3 Cakupan Pelayanan Berdasarkan Wilayah Administratif Tahun 2022

No	Wilayah Pelayanan	Sambungan Rumah (SR)
1	Sidoarjo	41060
2	Porong	8338
3	Gedangan	23009
4	Taman	3183
5	Krian	6054
6	Waru I	25179
7	Waru II	20451

Sumber: PERUMDA Delta Tirta, 2022



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Kondisi Eksisting Kehilangan Air PERUMDA Delta Tirta Zona Pelayanan Instalasi Pengolahan Air (IPA) Tawangsari

Pembentukan zona berfungsi untuk menurunkan tingkat kehilangan air dalam sistem penyediaan air minum. Dalam menangani kehilangan air PERUMDA Delta Tirta Zona Pelayanan Instalasi Pengolahan Air (IPA) Tawangsari telah menyusun skala prioritas dalam tingkat kehilangan air pada setiap cabangnya. PERUMDA Delta Tirta memiliki 7 cabang yang sudah terbentuk, diantaranya Cabang Sidoarjo, Cabang Porong, Cabang Gedangan, Cabang Taman, Cabang Krian, Cabang Waru I, Cabang Waru II. Pada **Tabel 5.1** menjelaskan tingkat kehilangan air pada setiap cabang.

Tabel 5.1 Tingkat Kehilangan Air Berdasarkan Cabang

No	Wilayah Pelayanan	Tingkat Kehilangan Air
1	Sidoarjo	38.69%
2	Porong	26.20%
3	Gedangan	37.02%
4	Taman	27.48%
5	Krian	22.62%
6	Waru I	32.38%
7	Waru II	20.52%

Sumber: PERUMDA Delta Tirta, 2022

Tabel 5.1. menunjukkan tingkat kehilangan paling tinggi yaitu Cabang Sidoarjo sebesar 38.69%, sedangkan tingkat kehilangan air yang paling kecil yaitu Cabang Waru II sebesar 20.52%. Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 27/PRT/M/2016 Tentang Penyelenggaraan Sistem Penyediaan Air Minum bahwa batas maksimum tingkat kehilangan air yaitu sebesar 20%.

Kehilangan air dapat disebabkan oleh kehilangan air secara fisik dan kehilangan air secara non fisik. Kehilangan air secara fisik dapat disebabkan oleh kebocoran pipa dan limpahan tangki reservoir. Sedangkan, kehilangan air secara non fisik dapat disebabkan oleh konsumsi tak resmi, ketidakakuratan meter pelanggan, dan kesalahan penanganan data (Karnadi, 2009). Menurut BPPSPAM pengendalian kehilangan air secara fisik salah satunya dapat dilakukannya pemeliharaan rutin dan periodik yang terencana dengan baik, seperti pemilihan jenis pipa yang tepat berdasarkan fungsi dan ketahanannya terhadap tekanan, mempertimbangkan pula kekuatan pipa terhadap kualitas air dan tanah penyebab korosi, melakukan *network cleaning* dan *flushing* untuk mencegah karat dan endapan, dan penggantian secara bertahap pipa-pipa tua yang berusia kurang lebih > 30 tahun, sedangkan kehilangan air secara non fisik salah satunya yaitu *illegal connection* dapat dilacak dengan inspeksi langsung di lapangan untuk menyimak hal yang dapat dilihat langsung pada sambungan (survei pelanggan) dan bekerjasama dengan pelanggan untuk peduli terhadap upaya pemberantasan *illegal connection*, membandingkan pemakaian dengan rata-rata nilai di rekening dan memeriksa kekurangan, keanehan dalam catatan rekening.

Berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan pada PERUMDA Delta Tirta, kehilangan air secara fisik paling dominan disebabkan banyak pipa pecah dikarenakan head yang tinggi dan jauhnya pompa pada jaringan yang paling ujung. Sedangkan kehilangan air secara non fisik paling dominan yaitu masih kurang nya pergantian pipa meter pelanggan dan beberapa meter pelanggan yang mati. PERUMDA Delta Tirta telah mengupayahkan kehilangan air fisik dengan melakukan pengecekan kebocoran setiap daerah setiap hari dan dilakukannya tim kelelawar pada malam hari untuk pengecekan kebocoran. Pada kehilangan air secara non fisik dilakukannya pemasangan PRV bertujuan agar aliran air merata pada setiap daerah dan air dapat sampai pada pelanggan.

5.2 Evaluasi Kehilangan Air PERUMDA Delta Tirta Zona Pelayanan Instalasi Pengolahan Air (IPA) Tawangsari

Sistem jaringan penyediaan air minum IPA Tawangsari zona pelayanan Kecamatan Taman dan Kecamatan Waru dianalisis menggunakan *software* EPANET 2.0 yang mengacu pada peta jaringan perpipaan IPA Tawangsari. Pemodelan jaringan dibuat semirip mungkin dengan kondisi eksisting jaringan distribusi IPA Tawangsari.

Input data yang dimasukkan berupa suplay air, data pompa, data kebutuhan air, data elevasi, data diameter, data panjang pipa, reservoir, pompa dan koefisien kekasaran pipa. Acuan kinerja jaringan distribusi dalam pemodelan menggunakan *software* epanet 2.0 adalah nilai *pressure* dan *velocity*. Total durasi yang digunakan dalam pemodelan ini adalah 24 jam karena distribusi air dilakukan selama 24 jam dari instalasi. Beberapa input data yang dibutuhkan pada jaringan distribusi *software* EPANET 2.0 sebagai berikut:

1. Perpipaan

Input data pada simulasi model jaringan distribusi perpipaan *software* Epanet 2.0 yaitu terdiri dari panjang pipa, diameter pipa, koefisien kekasaran (*rouhness*). Pada jaringan perpipaan didapatkan dari perhitungan mulai dari pipa jaringan distribusi dengan diameter 300 mm sampai dengan pipa jaringan distribusi dengan diamter 22 mm. Pipa sistem jaringan distribusi pada model *software* Epanet 2.0 memiliki 180 pipa.

2. Junction (node)

Junction merupakan node jaringan distribusi yang dimana keluar masuknya air pada jaringan. Input data pada simulasi model jaringan distribusi *junction software* Epanet 2.0 yaitu terdiri elevasi dan kebutuhan air. *Junction* sistem jaringan distribusi pada model *software* Epanet 2.0 memiliki 180 node. Pada kebutuhan air diasumsikan dengan ketetntuan berdasarkan rata-rata pemakaian air per sambungan rumah (SR) dalam subsektor wilayah dengan dikalikan jumlah rumah yang dilayani sekitar *node*.

3. Reservoir

Simulasi model Epanet 2.0 pada jaringan distribusi zona pelayanan Kecamatan Taman dan Kecamatan Waru memiliki 2 reservoir pada IPA Tawangsari, IPA Tawangsari (HTB) dan IPA Tawangsari (TTS). IPA Tawangsari (HTB) mampu menampung air baku sebesar 600 L/detik atau 51.840.000 L/hari. Input data pada simulasi model jaringan distribusi reservoir software Epanet 2.0 yaitu terdiri *total head*.

4. Pompa

Pompa merupakan penghubung yang memberikan energi pada fluida dengan cara meningkatkan *head* hidrauliknya. IPA Tawangsari dapat mengolah air dengan kapasitas 600 L/detik Pompa distribusi IPA Tawangsari berjumlah 8 diantaranya *submersible pump* dan *centrifugal pump* yang dioperasikan 24 jam dalam sehari.

5.2.1 Evaluasi Aspek Teknis Menggunakan Sistem *Distric Meter Area* (DMA)

Zona pelayanan Kecamatan Taman dan Kecamatan Waru dilakukan simulasi hidrolis jaringan distribusi dengan menggunakan *software* Epanet 2.0. running analisis pada simulasi hidrolis jaringan distribusi didapatkan hasil output, antara lain: data output pipa yakni *flow* (debit), *velocity* (kecepatan aliran), dan *headloss* (kehilangan tekanan). Data *output node* yakni *pressure* (tekanan) dan *total head*. Nilai tekanan dan kecepatan aliran pipa mengacu pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 27/PRT/M/2016 Tentang Penyelenggaraan Sistem Penyediaan Air Minum.

A. Simulasi Epanet Zona Pelayanan Kecamatan Taman

1. Analisis Dimensi Pipa Distribusi

Analisis dimensi pipa difungsikan sebagai penentu dimensi pipa yang sesuai dengan debit air yang dibawa oleh pipa itu sendiri. Perhitungan dimensi pipa didasarkan pada jaringan pipa yang ditampilkan pada **Gambar 5.1 Peta Jaringan Distribusi Zona**

Pelayanan Kecamatan Taman. Berikut merupakan contoh analisa pipa distribusi yang terletak pada yaitu junction 1 menuju junction 2.

Diketahui:

Nomor *junction* = J1 ke J2

Elevasi tanah awal = 9 m

Elevasi tanah akhir = 10 m

Elevasi pipa awal = 8 m

Elevasi pipa akhir = 9 m

Beda elevasi = 8 m – 9 m
= -1 m

Panjang pipa = 66,97 m

Koefisien kekasaran pipa PVC = 150

Debit yang dibawa pipa = 75.331 l/s = 0,075331 m³ /detik

Asumsi laju alir (v) = 1 m/detik (standard laju alir pipa menurut PerMen PU No.27/PRT/M/2016 adalah minimal 0,3 – 0,6 m/s)

Sehingga:

1. Diameter Pipa

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{v \cdot \pi}}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \left(0,075331 \frac{m^3}{s} \right)}{1 \frac{m}{s} \times 3,14}}$$

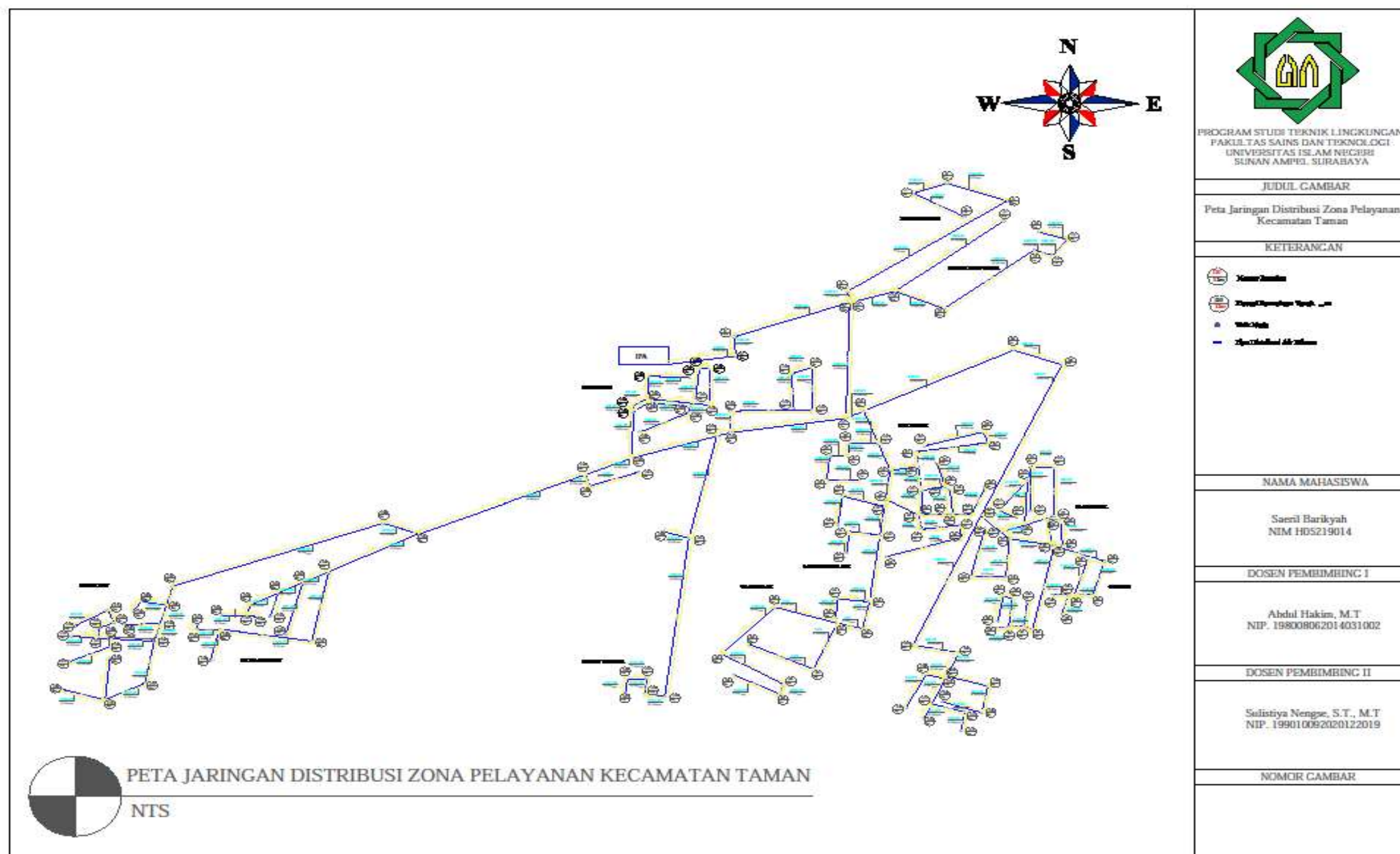
$$D = 0,30 \text{ m}$$

$$D = 300 \text{ mm}$$

Diameter pipa PVC di pasaran = 318 mm

Diameter pipa IN DIM = 318 mm – 12.20 mm = 305.8 mm

Berdasarkan perhitungan di atas, diameter pipa yang digunakan pada pipa J1 ke J2 adalah 318 mm atau 12”.



Pemilihan diameter pipa tersebut dimaksudkan agar jaringan distribusi dapat berkembang.

2. Luas Penampang Saluran (A)

$$A = v \times \frac{1}{4} \times \frac{22}{7} \times D^2$$

$$A = 1 \times \frac{1}{4} \times \frac{22}{7} \times (0,3058 \text{ m})^2$$

$$A = 0,073 \text{ m}^2$$

Berdasarkan perhitungan di atas, luas penampang saluran J1 ke J2 sebesar 0,073 m².

3. Kecepatan Air dalam Pipa (V)

$$v = \frac{Q}{A}$$

$$v = \frac{0,075 \text{ m}^3/\text{detik}}{0,073 \text{ m}^2}$$

$$v = 0.954 \text{ m}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, kecepatan air yang mengalir pada pipa J1 ke J2 sebesar 0.954 m. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.27 Tahun 2016, kriteria kecepatan aliran air dalam pipa untuk kecepatan minum yaitu sebesar 0,3-0,6 m.det, sedangkan kecepatan maksimum yaitu 3,0-4,5 m/det. Maka menunjukkan bahwa kecepatan air dalam pipa sudah sesuai dengan kriteria Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.27 Tahun 2016. Adapun data lengkap perhitungan dimensi pipa dan kontrol pipa dapat dilihat pada **Tabel 5.2**.

UIN SUNAN AMPEL
SURABAYA

Tabel 5.2 Hasil Analisa Dimensi dan Kontrol Pipa Zona Pelayanan Kecamatan Taman

ipa	No junction		Elevasi tanah (m)		Elevasi pipa (m)		Beda Elevasi	Panjang Pipa	Panjang Pipa Kumulatif	Koefisien Kekasaran	Debit Yang Dibawa Pipa	Laju alir asumsi	Diameter pipa perhitungan	Diameter pipa terpilih (IN DIM)	Kontrol Pipa	
	dari	ke	awal	akhir	awal	akhir	meter	meter	meter	PVC	Liter per detik	v (m/detik)	mm	mm	A (m ²)	v (m/detik)
1	RV1	Junc 1	9,000	9,000	8,000	8,000	0,000	66,97	67,0	150	75,80	1	310,604	318,000	0,079	0,954
2	Junc 1	Junc 2	9,000	10,000	8,000	9,000	-1,000	21,45	88,4	150	75,10	1	309,159	318,000	0,079	0,945
3	Junc 2	Junc 3	10,000	9,000	9,000	8,000	1,000	119,58	208,0	150	74,95	1	308,861	318,000	0,079	0,943
4	Junc 3	Junc 4	9,000	10,000	8,000	9,000	-1,000	2,81	210,8	150	74,81	1	308,564	318,000	0,079	0,942
5	Junc 4	Junc 5	10,000	7,000	9,000	6,000	3,000	12,62	223,4	150	74,66	1	308,266	318,000	0,079	0,940
6	Junc 5	Junc 6	7,000	7,000	6,000	6,000	0,000	187,95	411,4	150	74,52	1	307,967	318,000	0,079	0,938
7	Junc 6	Junc 7	7,000	9,000	6,000	8,000	-2,000	62,64	474,0	150	74,38	1	307,669	318,000	0,079	0,936
8	Junc 7	Junc 8	9,000	7,000	8,000	6,000	2,000	34,28	508,3	150	0,14	1	13,559	22,000	0,000	0,380
9	Junc 3	Junc 9	10,000	9,000	9,000	8,000	1,000	56,15	564,5	150	75,08	1	309,121	318,000	0,079	0,945
10	Junc 9	Junc 10	9,000	10,000	8,000	9,000	-1,000	43,57	608,0	150	74,79	1	308,520	318,000	0,079	0,941
11	Junc 10	Junc 11	10,000	7,000	9,000	6,000	3,000	133,49	741,5	150	0,29	1	19,267	22,000	0,000	0,767
12	Junc 10	Junc 12	10,000	10,000	9,000	9,000	0,000	51,86	793,4	150	74,50	1	307,917	318,000	0,079	0,938
13	Junc 12	Junc 13	5,000	5,000	4,000	4,000	0,000	111,23	904,6	150	74,20	1	307,314	318,000	0,079	0,934
14	Junc 13	Junc 14	5,000	7,000	4,000	6,000	-2,000	18,20	922,8	150	73,91	1	306,710	318,000	0,079	0,930
15	Junc 14	Junc 15	7,000	6,000	6,000	5,000	1,000	22,64	945,4	150	73,62	1	306,104	318,000	0,079	0,927
16	Junc 15	Junc 16	6,000	7,000	5,000	6,000	-1,000	28,62	974,1	150	0,29	1	19,267	22,000	0,000	0,767
17	Junc 3	Junc 17	9,000	7,000	8,000	6,000	2,000	131,19	1105,3	150	73,69	1	306,248	318,000	0,079	0,927
18	Junc 17	Junc 18	7,000	8,000	6,000	7,000	-1,000	19,01	1124,3	150	73,46	1	305,762	318,000	0,079	0,925
19	Junc 18	Junc 19	8,000	7,000	7,000	6,000	1,000	39,17	1163,4	150	73,22	1	305,275	318,000	0,079	0,922
20	Junc 19	Junc 20	7,000	7,000	6,000	6,000	0,000	28,77	1192,2	150	72,99	1	304,787	318,000	0,079	0,919
21	Junc 20	Junc 21	7,000	8,000	6,000	7,000	-1,000	114,87	1307,1	150	72,76	1	304,299	318,000	0,079	0,916
22	Junc 21	Junc 22	8,000	7,500	7,000	6,500	0,500	119,75	1426,8	150	72,52	1	303,809	318,000	0,079	0,913
23	Junc 22	Junc 23	7,500	7,500	6,500	6,500	0,000	147,47	1574,3	150	72,29	1	303,319	318,000	0,079	0,910
24	Junc 23	Junc 24	7,500	7,500	6,500	6,500	0,000	175,19	1749,5	150	0,23	1	17,250	22,000	0,000	0,615
25	Junc 19	Junc 25	7,000	8,000	6,000	7,000	-1,000	32,50	1782,0	150	72,76	1	304,299	318,000	0,079	0,916
26	Junc 25	Junc 26	8,000	7,000	7,000	6,000	1,000	27,81	1809,8	150	72,52	1	303,809	318,000	0,079	0,913
27	Junc 26	Junc 27	8,000	6,000	7,000	5,000	2,000	17,21	1827,0	150	72,47	1	303,693	318,000	0,079	0,912
28	Junc 27	Junc 28	6,000	8,000	5,000	7,000	-2,000	70,14	1897,1	150	72,41	1	303,577	318,000	0,079	0,911
29	Junc 28	Junc 29	8,000	6,000	7,000	5,000	2,000	12,63	1909,8	150	72,35	1	303,460	318,000	0,079	0,911
30	Junc 29	Junc 30	6,000	6,000	5,000	5,000	0,000	59,58	1969,3	150	0,06	1	8,409	22,000	0,000	0,146
31	Junc 26	Junc 31	7,000	6,000	6,000	5,000	1,000	26,87	1996,2	150	72,27	1	303,292	318,000	0,079	0,910
32	Junc 31	Junc 32	5,000	5,000	4,000	4,000	0,000	22,91	2019,1	150	72,03	1	302,774	318,000	0,079	0,907
33	Junc 32	Junc 33	5,000	5,000	4,000	4,000	0,000	28,19	2047,3	150	0,25	1	17,722	22,000	0,000	0,649
34	Junc 31	Junc 34	6,000	6,000	5,000	5,000	0,000	26,58	2073,9	150	71,66	1	302,007	318,000	0,079	0,902
35	Junc 34	Junc 35	6,000	6,000	5,000	5,000	0,000	20,69	2094,6	150	71,05	1	300,717	318,000	0,079	0,894
36	Junc 35	Junc 36	6,000	5,000	5,000	4,000	1,000	27,30	2121,9	150	0,61	1	27,889	32,000	0,001	0,760

ipa	No junction		Elevasi tanah (m)		Elevasi pipa (m)		Beda Elevasi	Panjang Pipa	Panjang Pipa Kumulatif	Koefisien Kekasaran	Debit Yang Dibawa Pipa	Laju alir asumsi	Diameter pipa perhitungan	Diameter pipa terpilih (IN DIM)	Kontrol Pipa	
	dari	ke	awal	akhir	awal	akhir	meter	meter	meter	PVC	Liter per detik	v (m/detik)	mm	mm	A (m ²)	v (m/detik)
37	Junc 35	Junc 37	6,000	5,000	5,000	4,000	1,000	9,54	2131,4	150	70,44	1	299,421	318,000	0,079	0,887
38	Junc 37	Junc 38	5,000	5,000	4,000	4,000	0,000	27,66	2159,1	150	0,66	1	28,977	32,000	0,001	0,820
39	Junc 37	Junc 39	5,000	7,000	4,000	6,000	-2,000	18,29	2177,4	150	70,25	1	299,012	318,000	0,079	0,884
40	Junc 39	Junc 40	7,000	6,000	6,000	5,000	1,000	32,04	2209,4	150	0,19	1	15,637	22,000	0,000	0,505
41	Junc 25	Junc 41	8,000	8,000	7,000	7,000	0,000	33,45	2242,9	150	72,99	1	304,787	318,000	0,079	0,919
42	Junc 31	Junc 42	6,000	8,000	5,000	7,000	-2,000	36,49	2279,4	150	72,17	1	303,075	318,000	0,079	0,908
43	Junc 42	Junc 43	8,000	6,000	7,000	5,000	2,000	16,26	2295,6	150	71,35	1	301,354	318,000	0,079	0,898
44	Junc 43	Junc 44	6,000	6,000	5,000	5,000	0,000	37,36	2333,0	150	70,54	1	299,622	318,000	0,079	0,888
45	Junc 44	Junc 45	6,000	6,000	5,000	5,000	0,000	13,89	2346,9	150	69,72	1	297,881	318,000	0,079	0,877
46	Junc 45	Junc 46	6,000	6,000	5,000	5,000	0,000	76,88	2423,7	150	0,82	1	32,258	42,000	0,001	0,590
47	Junc 41	Junc 47	8,000	8,000	7,000	7,000	0,000	8,16	2431,9	150	71,94	1	302,584	318,000	0,079	0,905
48	Junc 47	Junc 48	8,000	6,000	7,000	5,000	2,000	42,40	2474,3	150	71,12	1	300,860	318,000	0,079	0,895
49	Junc 48	Junc 49	6,000	5,000	5,000	4,000	1,000	31,91	2506,2	150	0,82	1	32,258	42,000	0,001	0,590
50	Junc 47	Junc 50	8,000	6,000	7,000	5,000	2,000	32,39	2538,6	150	71,35	1	301,354	318,000	0,079	0,898
51	Junc 50	Junc 51	6,000	6,000	5,000	5,000	0,000	29,54	2568,1	150	70,54	1	299,622	318,000	0,079	0,888
52	Junc 51	Junc 52	6,000	6,000	5,000	5,000	0,000	25,27	2593,4	150	0,82	1	32,258	42,000	0,001	0,590
53	Junc 50	Junc 53	6,000	5,000	5,000	4,000	1,000	77,20	2670,6	150	70,30	1	299,125	318,000	0,079	0,885
54	Junc 53	Junc 54	5,000	4,000	4,000	3,000	1,000	30,88	2701,5	150	69,43	1	297,258	318,000	0,079	0,874
55	Junc 54	Junc 55	4,000	6,000	3,000	5,000	-2,000	22,45	2723,9	150	0,88	1	33,371	42,000	0,001	0,631
56	Junc 53	Junc 56	4,000	7,000	3,000	6,000	-3,000	30,71	2754,7	150	69,67	1	297,768	318,000	0,079	0,877
57	Junc 56	Junc 57	7,000	7,000	6,000	6,000	0,000	25,83	2780,5	150	68,33	1	294,909	318,000	0,079	0,860
58	Junc 57	Junc 58	7,000	6,000	6,000	5,000	1,000	56,57	2837,1	150	67,00	1	292,022	318,000	0,079	0,843
59	Junc 58	Junc 59	6,000	7,000	5,000	6,000	-1,000	69,27	2906,3	150	1,33	1	41,166	42,000	0,001	0,961
60	Junc 57	Junc 60	6,000	7,000	5,000	6,000	-1,000	62,72	2969,0	150	68,03	1	294,259	318,000	0,079	0,856
61	Junc 59	Junc 61	7,000	6,000	6,000	5,000	1,000	74,43	3043,5	150	67,73	1	293,607	318,000	0,079	0,852
62	Junc 61	Junc 62	6,000	5,000	5,000	4,000	1,000	68,77	3112,2	150	67,43	1	292,954	318,000	0,079	0,849
63	Junc 62	Junc 63	5,000	7,000	4,000	6,000	-2,000	10,78	3123,0	150	67,13	1	292,300	318,000	0,079	0,845
64	Junc 63	Junc 64	7,000	8,000	6,000	7,000	-1,000	50,06	3173,1	150	0,30	1	19,570	22,000	0,000	0,791
65	Junc 18	Junc 65	7,000	7,000	6,000	6,000	0,000	162,98	3336,1	150	73,69	1	306,248	318,000	0,079	0,927
66	Junc 65	Junc 66	8,000	6,000	7,000	5,000	2,000	50,40	3386,5	150	73,69	1	306,248	318,000	0,079	0,927
67	Junc 66	Junc 67	6,000	5,000	5,000	4,000	1,000	187,55	3574,0	150	73,69	1	306,248	318,000	0,079	0,927
68	Junc 67	Junc 68	5,000	5,000	4,000	4,000	0,000	27,11	3601,1	150	73,69	1	306,248	318,000	0,079	0,927
69	Junc 68	Junc 69	5,000	5,000	4,000	4,000	0,000	24,41	3625,5	150	73,55	1	305,955	318,000	0,079	0,926
70	Junc 69	Junc 70	5,000	5,000	4,000	4,000	0,000	49,68	3675,2	150	73,41	1	305,661	318,000	0,079	0,924
71	Junc 70	Junc 71	5,000	5,000	4,000	4,000	0,000	43,24	3718,5	150	73,27	1	305,367	318,000	0,079	0,922
72	Junc 71	Junc 72	5,000	6,000	4,000	5,000	-1,000	18,36	3736,8	150	0,14	1	13,406	22,000	0,000	0,371
73	Junc 68	Junc 73	5,000	4,000	4,000	3,000	1,000	30,37	3767,2	150	73,02	1	304,845	318,000	0,079	0,919

ipa	No junction		Elevasi tanah (m)		Elevasi pipa (m)		Beda Elevasi	Panjang Pipa	Panjang Pipa Kumulatif	Koefisien Kekasaran	Debit Yang Dibawa Pipa	Laju alir asumsi	Diameter pipa perhitungan	Diameter pipa terpilih (IN DIM)	Kontrol Pipa	
	dari	ke	awal	akhir	awal	akhir	meter	meter	meter	PVC	Liter per detik	v (m/detik)	mm	mm	A (m ²)	v (m/detik)
74	Junc 73	Junc 74	4,000	4,000	3,000	3,000	0,000	55,39	3822,6	150	71,10	1	300,808	318,000	0,079	0,895
75	Junc 74	Junc 75	4,000	4,000	3,000	3,000	0,000	23,00	3845,6	150	69,17	1	296,715	318,000	0,079	0,871
76	Junc 75	Junc 76	4,000	5,000	3,000	4,000	-1,000	50,06	3895,6	150	1,92	1	49,450	60,000	0,003	0,679
77	Junc 68	Junc 77	5,000	5,000	4,000	4,000	0,000	10,81	3906,4	150	73,69	1	306,248	318,000	0,079	0,927
78	Junc 77	Junc 78	5,000	7,000	4,000	6,000	-2,000	43,79	3950,2	150	72,81	1	304,415	318,000	0,079	0,916
79	Junc 78	Junc 79	7,000	6,000	6,000	5,000	1,000	34,13	3984,4	150	72,81	1	304,415	318,000	0,079	0,916
80	Junc 79	Junc 80	6,000	5,000	5,000	4,000	1,000	55,80	4040,2	150	0,88	1	33,459	42,000	0,001	0,635
81	Junc 77	Junc 81	5,000	5,000	4,000	4,000	0,000	42,01	4082,2	150	72,81	1	304,415	318,000	0,079	0,916
82	Junc 81	Junc 82	5,000	4,000	4,000	3,000	1,000	29,02	4111,2	150	73,15	1	305,121	318,000	0,079	0,921
83	Junc 82	Junc 83	4,000	5,000	3,000	4,000	-1,000	12,65	4123,8	150	72,61	1	303,989	318,000	0,079	0,914
84	Junc 83	Junc 84	5,000	5,000	4,000	4,000	0,000	29,64	4153,5	150	0,54	1	26,256	32,000	0,001	0,673
85	Junc 81	Junc 85	5,000	5,000	4,000	4,000	0,000	2,83	4156,3	150	71,93	1	302,570	318,000	0,079	0,905
86	Junc 85	Junc 86	5,000	7,000	4,000	6,000	-2,000	86,38	4242,7	150	73,38	1	305,595	318,000	0,079	0,924
87	Junc 86	Junc 87	7,000	5,000	6,000	4,000	2,000	8,82	4251,5	150	73,06	1	304,941	318,000	0,079	0,920
88	Junc 87	Junc 88	5,000	7,000	4,000	6,000	-2,000	26,80	4278,3	150	0,31	1	19,987	22,000	0,000	0,825
89	Junc 87	Junc 89	5,000	4,000	4,000	3,000	1,000	15,15	4293,5	150	72,75	1	304,285	318,000	0,079	0,916
90	Junc 89	Junc 90	4,000	7,000	3,000	6,000	-3,000	31,63	4325,1	150	72,43	1	303,628	318,000	0,079	0,912
91	Junc 90	Junc 91	7,000	5,000	6,000	4,000	2,000	9,90	4335,0	150	72,12	1	302,969	318,000	0,079	0,908
92	Junc 91	Junc 92	5,000	5,000	4,000	4,000	0,000	30,17	4365,2	150	0,31	1	19,987	22,000	0,000	0,825
93	Junc 89	Junc 93	4,000	5,000	3,000	4,000	-1,000	11,84	4377,0	150	0,31	1	19,987	22,000	0,000	0,825
94	Junc 85	Junc 94	5,000	7,000	4,000	6,000	-2,000	52,56	4429,6	150	72,09	1	302,896	318,000	0,079	0,907
95	Junc 94	Junc 95	7,000	7,000	6,000	6,000	0,000	39,70	4469,3	150	71,98	1	302,681	318,000	0,079	0,906
96	Junc 95	Junc 96	7,000	7,000	6,000	6,000	0,000	17,40	4486,7	150	71,88	1	302,466	318,000	0,079	0,905
97	Junc 96	Junc 97	7,000	7,000	6,000	6,000	0,000	40,55	4527,2	150	0,10	1	11,411	22,000	0,000	0,269
98	Junc 96	Junc 98	7,000	6,000	6,000	5,000	1,000	5,73	4532,9	150	71,78	1	302,251	318,000	0,079	0,903
99	Junc 98	Junc 99	6,000	7,000	5,000	6,000	-1,000	23,36	4556,3	150	0,10	1	11,411	22,000	0,000	0,269
100	Junc 98	Junc 100	6,000	6,000	5,000	5,000	0,000	15,84	4572,1	150	0,10	1	11,411	22,000	0,000	0,269
101	Junc 67	Junc 101	5,000	6,000	4,000	5,000	-1,000	161,48	4733,6	150	73,69	1	306,248	318,000	0,079	0,927
102	Junc 101	Junc 102	6,000	7,000	5,000	6,000	-1,000	45,77	4779,4	150	73,69	1	306,248	318,000	0,079	0,927
103	Junc 102	Junc 103	7,000	6,000	6,000	5,000	1,000	29,56	4809,0	150	73,34	1	305,511	318,000	0,079	0,923
104	Junc 103	Junc 104	6,000	5,000	5,000	4,000	1,000	42,21	4851,2	150	72,98	1	304,773	318,000	0,079	0,919
105	Junc 104	Junc 105	5,000	6,000	4,000	5,000	-1,000	30,24	4881,4	150	72,63	1	304,032	318,000	0,079	0,914
106	Junc 105	Junc 106	6,000	6,000	5,000	5,000	0,000	41,67	4923,1	150	0,35	1	21,231	22,000	0,000	0,931
107	Junc 103	Junc 107	6,000	6,000	5,000	5,000	0,000	3,20	4926,3	150	73,34	1	305,511	318,000	0,079	0,923
108	Junc 107	Junc 108	6,000	6,000	5,000	5,000	0,000	19,08	4945,4	150	73,17	1	305,166	318,000	0,079	0,921
109	Junc 108	Junc 109	6,000	6,000	5,000	5,000	0,000	42,24	4987,6	150	0,17	1	14,514	22,000	0,000	0,435
110	Junc 107	Junc 110	6,000	6,000	5,000	5,000	0,000	31,57	5019,2	150	73,17	1	305,166	318,000	0,079	0,921
111	Junc 110	Junc 111	6,000	5,000	5,000	4,000	1,000	32,97	5052,1	150	73,01	1	304,821	318,000	0,079	0,919

ipa	No junction		Elevasi tanah (m)		Elevasi pipa (m)		Beda Elevasi	Panjang Pipa	Panjang Pipa Kumulatif	Koefisien Kekasaran	Debit Yang Dibawa Pipa	Laju alir asumsi	Diameter pipa perhitungan	Diameter pipa terpilih (IN DIM)	Kontrol Pipa	
	dari	ke	awal	akhir	awal	akhir	meter	meter	meter	PVC	Liter per detik	v (m/detik)	mm	mm	A (m ²)	v (m/detik)
112	Junc 111	Junc 112	5,000	5,000	4,000	4,000	0,000	21,10	5073,2	150	0,17	1	14,514	22,000	0,000	0,435
113	Junc 110	Junc 113	6,000	5,000	5,000	4,000	1,000	18,42	5091,7	150	0,17	1	14,514	22,000	0,000	0,435
114	Junc 17	Junc 114	7,000	8,000	6,000	7,000	-1,000	1144,74	6236,4	150	74,25	1	307,408	318,000	0,079	0,934
115	Junc 114	Junc 115	8,000	8,000	7,000	7,000	0,000	24,71	6261,1	150	73,46	1	305,762	318,000	0,079	0,925
116	Junc 115	Junc 116	8,000	8,000	7,000	7,000	0,000	80,11	6341,2	150	73,44	1	305,721	318,000	0,079	0,924
117	Junc 116	Junc 117	8,000	9,000	7,000	8,000	-1,000	47,32	6388,5	150	73,42	1	305,681	318,000	0,079	0,924
118	Junc 117	Junc 118	9,000	8,000	8,000	7,000	1,000	20,91	6409,4	150	73,40	1	305,641	318,000	0,079	0,924
119	Junc 118	Junc 119	8,000	8,000	7,000	7,000	0,000	38,64	6448,1	150	0,02	1	4,975	22,000	0,000	0,051
120	Junc 114	Junc 120	8,000	8,000	7,000	7,000	0,000	13,55	6461,6	150	73,46	1	305,762	318,000	0,079	0,925
121	Junc 120	Junc 121	8,000	9,000	7,000	8,000	-1,000	118,78	6580,4	150	72,70	1	304,187	318,000	0,079	0,915
122	Junc 121	Junc 122	9,000	7,000	8,000	6,000	2,000	26,61	6607,0	150	0,75	1	30,991	318,000	0,079	0,009
123	Junc 121	Junc 123	9,000	8,000	8,000	7,000	1,000	180,48	6787,5	150	72,70	1	304,187	318,000	0,079	0,915
124	Junc 123	Junc 124	8,000	10,000	7,000	9,000	-2,000	20,00	6807,5	150	72,55	1	303,871	318,000	0,079	0,913
125	Junc 124	Junc 125	10,000	9,000	9,000	8,000	1,000	17,12	6824,6	150	72,40	1	303,555	318,000	0,079	0,911
126	Junc 125	Junc 126	9,000	7,000	8,000	6,000	2,000	19,14	6843,8	150	72,25	1	303,239	318,000	0,079	0,909
127	Junc 126	Junc 127	7,000	7,000	6,000	6,000	0,000	16,11	6859,9	150	0,15	1	13,860	22,000	0,000	0,397
128	Junc 114	Junc 128	8,000	8,000	7,000	7,000	0,000	86,66	6946,5	150	74,25	1	307,408	318,000	0,079	0,934
129	Junc 128	Junc 129	7,000	9,000	6,000	8,000	-2,000	52,92	6999,5	150	73,01	1	304,837	318,000	0,079	0,919
130	Junc 129	Junc 130	9,000	9,000	8,000	8,000	0,000	19,80	7019,3	150	72,57	1	303,910	318,000	0,079	0,913
131	Junc 130	Junc 131	9,000	8,000	8,000	7,000	1,000	38,71	7058,0	150	72,13	1	302,980	318,000	0,079	0,908
132	Junc 131	Junc 132	8,000	8,000	7,000	7,000	0,000	6,23	7064,2	150	71,68	1	302,047	318,000	0,079	0,902
133	Junc 132	Junc 133	8,000	9,000	7,000	8,000	-1,000	52,87	7117,1	150	0,44	1	23,759	32,000	0,001	0,551
134	Junc 129	Junc 134	9,000	8,000	8,000	7,000	1,000	6,44	7123,5	150	73,36	1	305,566	318,000	0,079	0,923
135	Junc 134	Junc 135	8,000	9,000	7,000	8,000	-1,000	16,60	7140,1	150	72,45	1	303,653	318,000	0,079	0,912
136	Junc 135	Junc 136	9,000	8,000	8,000	7,000	1,000	25,90	7166,0	150	71,53	1	301,728	318,000	0,079	0,900
137	Junc 136	Junc 137	8,000	9,000	7,000	8,000	-1,000	41,45	7207,5	150	0,92	1	34,139	42,000	0,001	0,661
138	Junc 135	Junc 138	9,000	8,000	8,000	7,000	1,000	60,69	7268,1	150	71,53	1	301,728	318,000	0,079	0,900
139	Junc 138	Junc 139	8,000	8,000	7,000	7,000	0,000	41,50	7309,6	150	71,07	1	300,754	318,000	0,079	0,894
140	Junc 139	Junc 140	8,000	7,000	7,000	6,000	1,000	10,07	7319,7	150	70,61	1	299,777	318,000	0,079	0,889
141	Junc 140	Junc 141	7,000	8,000	6,000	7,000	-1,000	33,42	7353,1	150	0,46	1	24,225	32,000	0,001	0,573
142	Junc 128	Junc 142	8,000	8,000	7,000	7,000	0,000	48,69	7401,8	150	72,99	1	304,788	318,000	0,079	0,919
143	Junc 142	Junc 143	8,000	8,000	7,000	7,000	0,000	12,79	7414,6	150	71,73	1	302,146	318,000	0,079	0,903
144	Junc 143	Junc 144	8,000	8,000	7,000	7,000	0,000	50,96	7465,6	150	1,26	1	40,048	42,000	0,001	0,909
145	Junc 142	Junc 145	8,000	9,000	7,000	8,000	-1,000	177,69	7643,3	150	72,55	1	303,861	318,000	0,079	0,913
146	Junc 145	Junc 146	9,000	9,000	8,000	8,000	0,000	98,91	7742,2	150	71,73	1	302,146	318,000	0,079	0,903
147	Junc 146	Junc 147	9,000	10,000	8,000	9,000	-1,000	79,69	7821,9	150	71,06	1	300,728	318,000	0,079	0,894
148	Junc 147	Junc 148	10,000	10,000	9,000	9,000	0,000	91,15	7913,0	150	70,39	1	299,305	318,000	0,079	0,886
149	Junc 148	Junc 149	10,000	9,000	9,000	8,000	1,000	37,18	7950,2	150	0,67	1	29,230	32,000	0,001	0,834

ipa	No junction		Elevasi tanah (m)		Elevasi pipa (m)		Beda Elevasi	Panjang Pipa	Panjang Pipa Kumulatif	Koefisien Kekasaran	Debit Yang Dibawa Pipa	Laju alir asumsi	Diameter pipa perhitungan	Diameter pipa terpilih (IN DIM)	Kontrol Pipa	
	dari	ke	awal	akhir	awal	akhir	meter	meter	meter	PVC	Liter per detik	v (m/detik)	mm	mm	A (m ²)	v (m/detik)
150	Junc 148	Junc 150	10,000	9,000	9,000	8,000	1,000	22,21	7972,4	150	69,72	1	297,874	318,000	0,079	0,877
151	Junc 150	Junc 151	9,000	10,000	8,000	9,000	-1,000	5,36	7977,8	150	0,67	1	29,230	32,000	0,001	0,834
152	Junc 146	Junc 152	9,000	9,000	8,000	8,000	0,000	27,90	8005,7	150	71,06	1	300,728	318,000	0,079	0,894
153	Junc 151	Junc 153	10,000	10,000	9,000	9,000	0,000	59,90	8065,6	150	0,67	1	29,230	32,000	0,001	0,834
154	Junc 152	Junc 154	10,000	10,000	9,000	9,000	0,000	27,00	8092,6	150	70,39	1	299,305	318,000	0,079	0,886
155	Junc 154	Junc 155	10,000	10,000	9,000	9,000	0,000	27,52	8120,1	150	0,67	1	29,230	32,000	0,001	0,834
156	Junc 154	Junc 156	10,000	10,000	9,000	9,000	0,000	30,75	8150,8	150	69,72	1	297,874	318,000	0,079	0,877
157	Junc 156	Junc 157	10,000	10,000	9,000	9,000	0,000	11,62	8162,5	150	69,04	1	296,436	318,000	0,079	0,869
158	Junc 157	Junc 158	10,000	10,000	9,000	9,000	0,000	10,79	8173,2	150	0,67	1	29,230	32,000	0,001	0,834
159	Junc 157	Junc 159	10,000	10,000	9,000	9,000	0,000	26,00	8199,2	150	0,67	1	29,230	32,000	0,001	0,834
160	Junc 145	Junc 160	9,000	9,000	8,000	8,000	0,000	37,02	8236,3	150	71,73	1	302,146	318,000	0,079	0,903
161	Junc 160	Junc 161	9,000	10,000	8,000	9,000	-1,000	219,13	8455,4	150	71,52	1	301,697	318,000	0,079	0,900
162	Junc 161	Junc 162	10,000	10,000	9,000	9,000	0,000	22,02	8477,4	150	71,30	1	301,247	318,000	0,079	0,897
163	Junc 162	Junc 163	10,000	12,000	9,000	11,000	-2,000	23,91	8501,3	150	71,09	1	300,797	318,000	0,079	0,895
164	Junc 163	Junc 164	12,000	10,000	11,000	9,000	2,000	14,23	8515,6	150	0,21	1	16,463	22,000	0,000	0,560
165	Junc 162	Junc 165	10,000	11,000	9,000	10,000	-1,000	22,01	8537,6	150	71,09	1	300,797	318,000	0,079	0,895
166	Junc 165	Junc 166	11,000	11,000	10,000	10,000	0,000	35,59	8573,2	150	0,21	1	16,463	22,000	0,000	0,560
167	Junc 165	Junc 167	11,000	11,000	10,000	10,000	0,000	20,58	8593,7	150	70,88	1	300,346	318,000	0,079	0,892
168	Junc 167	Junc 168	11,000	12,000	10,000	11,000	-1,000	44,62	8638,4	150	70,66	1	299,895	318,000	0,079	0,889
169	Junc 168	Junc 169	12,000	10,000	11,000	9,000	2,000	9,33	8647,7	150	70,45	1	299,442	318,000	0,079	0,887
170	Junc 169	Junc 170	10,000	11,000	9,000	10,000	-1,000	43,19	8690,9	150	0,21	1	16,463	22,000	0,000	0,560
171	Junc 168	Junc 171	12,000	11,000	11,000	10,000	1,000	10,84	8701,7	150	70,45	1	299,442	318,000	0,079	0,887
172	Junc 171	Junc 172	11,000	11,000	10,000	10,000	0,000	25,98	8727,7	150	0,21	1	16,463	22,000	0,000	0,560
173	Junc 171	Junc 173	11,000	11,000	10,000	10,000	0,000	11,78	8739,5	150	70,24	1	298,989	318,000	0,079	0,884
174	Junc 173	Junc 174	11,000	9,000	10,000	8,000	2,000	14,95	8754,4	150	70,03	1	298,536	318,000	0,079	0,881
175	Junc 174	Junc 175	9,000	11,000	8,000	10,000	-2,000	14,57	8769,0	150	70,03	1	298,536	318,000	0,079	0,881
176	Junc 175	Junc 176	11,000	10,000	10,000	9,000	1,000	36,50	8805,5	150	0,21	1	16,463	22,000	0,000	0,560
177	Junc 167	Junc 177	11,000	11,000	10,000	10,000	0,000	47,61	8853,1	150	70,66	1	299,895	318,000	0,079	0,889
178	Junc 177	Junc 178	11,000	11,000	10,000	10,000	0,000	43,56	8896,7	150	70,45	1	299,442	318,000	0,079	0,887
179	Junc 178	Junc 179	11,000	10,000	10,000	9,000	1,000	47,37	8944,0	150	0,21	1	16,463	22,000	0,000	0,560
180	Junc 178	Junc 180	11,000	10,000	10,000	9,000	1,000	44,74	8988,8	150	0,21	1	16,463	22,000	0,000	0,560

Sumber: Hasil Analisis, 2022

2. Analisis Tekanan

Analisis tekanan (*pressure*) jaringan eksisting digunakan untuk mengetahui tekanan pada jaringan distribusi apakah sesuai standar atau tidak. Berdasarkan hasil analisis jaringan distribusi menggunakan *software* EPANET 2.0, nilai *pressure* beberapa jaringan ada yang belum memenuhi kriteria. Menurut Utama & Zumrotin (2022) daerah yang memiliki nilai tekanan negatif, artinya air yang disalurkan dari reservoir tidak akan mencapai daerah tersebut. Kehilangan tekan atau headloss dapat di analisa menggunakan persamaan Hazen-Williams.

a. Analisa Headloss

No Junction : J1 menuju J2

Debit air : 75.331 l/s = 0,075331 m³ /detik

Koefisien kekasaran pipa PVC : 150

Diameter pipa dalam (IN DIM) : 318mm–12.20 mm

: 305.8mm

Laju alir pipa (v) : 0,954 m/s (Tabel 5.2)

Panjang Pipa : 66,97 m

Perhitungan headloss mayor:

$$\Delta H = \left(\frac{Q}{0.2785 \cdot C \cdot D^{2.63}} \right)^{1.85} \times L$$

$$\Delta H = \left(\frac{0,075331 \frac{m^3}{detik}}{0,2785 \times 150 \times (0,3058 m)^{2,63}} \right)^{1.85} \times 66,97 m$$

$$\Delta H = 0,14889 m$$

Perhitungan headloss minor:

$$\begin{aligned} \frac{v^2}{2 \times g} &= \frac{0.954^2}{2 \times 9.81} \\ &= 0,046 m \end{aligned}$$

Perhitungan *headloss* aksesoris hampir sama dengan perhitungan headloss minor. Namun pada perhitungan ini di pengaruhi oleh nilai k pada sambungan pipa. Pada *node/junction* J1 menuju J2 memiliki nilai k sebesar 0.14. Hal

ini dikarenakan adanya sambungan berupa *Bend* pipa. Berikut adalah persamaan dalam mencari *headloss* aksesoris

$$H_L = K \frac{v^2}{2g}$$

$$H_L = 0.19 \times \frac{(0.954 \frac{m}{s})^2}{2 \times 9.81}$$

$$H_L = 0.009 \text{ m}$$

Perhitungan headloss total:

headloss mayor + *headloss minor* + *headloss* aksesoris

$$= 0.14889 \text{ m} + 0.046 \text{ m} + 0.009 \text{ m}$$

$$= 0.195 \text{ m}$$

b. Analisis Sisa Tekan

Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.27 Tahun 2016, kriteria tekanan air dalam pipa untuk tekanan minum yaitu sebesar 0,5-1,0 atm sedangkan tekanan maksimum yaitu 10 atm (1 atm = 10 meter). Hal itu dapat di artikan bahwa sisa tekan pada pipa haruslah sama dengan atau lebih besar dari 5 – 10 meter. Berikut merupakan perhitungan sisa tekan pada titik J1.

Nomor *junction* = J1

Head pompa = 60 meter

Elevasi pipa awal = 9 m

Elevasi pipa akhir = 8m

Headloss total = 0.056 m

Perhitungan:

Sisa tekan = (*Head* pompa + Elevasi pipa Rv) – (Elevasi pipa J1+ *Headloss* total)

$$= (60 \text{ m} + 9 \text{ m}) - (8 \text{ m} + 0.195 \text{ m})$$

$$= 59,80 \text{ m}$$

Berdasarkan hasil analisa di atas, maka diperoleh sisa tekan perhitungan manual adalah sebesar 53,22 meter. Sisa tekan tersebut dikatakan memenuhi kriteria Menteri Pekerjaan Umum No.27

Tahun 2016, dimana sisa tekan lebih dari 5-10 meter. Adapun hasil perhitungan lengkap dapat dilihat pada **Tabel 5.3**. Hasil *running* Epanet 2.0 dapat dilihat pada **Gambar 5.2** jam pemakaian konsumsi air minimum pukul 14:00 dan **Gambar 5.3** jam pemakaian konsumsi air puncak pukul 17:00. Pada **Tabel 5.4** sistem jaringan distribusi pada jam pemakaian konsumsi air minimum pukul 14:00.

Tabel 5.3 Hasil Analisa *Pressure* Epanet 2.0 pada jam 14:00

No	Lokasi		<i>Elevation</i>	<i>Head</i>	<i>Pressure</i>
	Nama Lokasi	Titik Koordinat	m	m	m
Jun 73	Pondok Wage Indah I	7°21'55.42"S 112°42'32.77"E	4	59.18	55.18
Jun 74	Pondok Wage Indah I	7°21'40.33"S 112°42'32.34"E	4	59.18	55.18
Jun 75	Pondok Wage Indah II	7°21'40.45"S 112°42'25.84"E	4	59.18	55.18
Jun 166	Pejaya Jegu	7°22'45.36"S 112°37'56.80"E	11	58.97	47.97
Jun 170	Pejaya Jegu	7°22'59.38"S 112°37'42.04"E	11	58.92	47.92
Jun 122	Sawunggaling IV Jemundo	7°22'6.89"S 112°40'34.95"E	7	51.48	44.48
Jun 172	Pejaya Jegu	7°22'50.92"S 112°37'42.55"E	11	51.96	40.96

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Zona tekanan pada sistem jaringan distribusi pada jam pemakaian konsumsi air puncak pukul 17:00 tersaji pada **Tabel 5.5**.

Tabel 5.4 Hasil Analisa *Headloss* dan Sisa Tekan Zona Kecamatan Taman

IPA	No junction		Mayor Headloss / Slope (Δh)	Minor Headloss ($V^2/2g$)		Minor Aksesoris ($K \cdot V^2/2g$)	Headloss mayor + minor	Sisa Tekan	EPANET V2.0	Keterangan	EGL	HGL	Galat
	dari	ke	meter	meter	meter	meter	awal	akhir	meter	memenuhi / tidak	meter	meter	persen
1	RV1	Junc 1	0,14889	0,046	0,000	0,195	0,00	59,80	53,22	Memenuhi	59,85	59,80	12,4
2	Junc 1	Junc 2	0,04687	0,046	0,009	0,101	59,80	58,90	52,22	Memenuhi	58,95	58,90	12,8
3	Junc 2	Junc 3	0,26038	0,045	0,082	0,387	58,90	59,61	53,22	Memenuhi	59,74	59,61	12,0
4	Junc 3	Junc 4	0,00610	0,045	0,005	0,056	59,61	58,94	52,22	Memenuhi	58,99	58,94	12,9
5	Junc 4	Junc 5	0,02728	0,045	0,005	0,077	58,94	61,92	55,22	Memenuhi	61,97	61,92	12,1
6	Junc 5	Junc 6	0,40488	0,045	0,005	0,455	61,92	61,55	55,22	Memenuhi	61,60	61,55	11,5
7	Junc 6	Junc 7	0,13445	0,045	0,005	0,184	61,55	59,82	53,22	Memenuhi	59,87	59,82	12,4
8	Junc 7	Junc 8	0,31239	0,007	0,000	0,320	59,82	61,68	55,21	Memenuhi	61,69	61,68	11,7
9	Junc 3	Junc 9	0,12264	0,046	0,082	0,250	61,68	59,75	53,22	Memenuhi	59,88	59,75	12,3
10	Junc 9	Junc 10	0,09448	0,045	0,081	0,221	59,75	58,78	52,22	Memenuhi	58,91	58,78	12,6
11	Junc 10	Junc 11	4,46952	0,030	0,000	4,500	58,78	57,50	55,18	Memenuhi	57,53	57,50	4,2
12	Junc 10	Junc 12	0,11165	0,045	0,005	0,161	57,50	58,84	52,22	Memenuhi	58,89	58,84	12,7
13	Junc 12	Junc 13	0,23773	0,044	0,005	0,287	58,84	63,71	57,22	Memenuhi	63,76	63,71	11,3
14	Junc 13	Junc 14	0,03862	0,044	0,005	0,088	63,71	61,91	56,22	Memenuhi	61,96	61,91	10,1
15	Junc 14	Junc 15	0,04769	0,044	0,005	0,096	61,91	62,90	55,21	Memenuhi	62,95	62,90	13,9
16	Junc 15	Junc 16	0,95826	0,030	0,000	0,988	62,90	61,01	55,22	Memenuhi	61,04	61,01	10,5
17	Junc 3	Junc 17	0,27681	0,044	0,079	0,400	61,01	61,60	54,21	Memenuhi	61,72	61,60	13,6
18	Junc 17	Junc 18	0,03988	0,044	0,078	0,162	61,60	60,84	55,21	Memenuhi	60,96	60,84	10,2
19	Junc 18	Junc 19	0,08168	0,043	0,005	0,130	60,84	61,87	55,21	Memenuhi	61,92	61,87	12,1
20	Junc 19	Junc 20	0,05964	0,043	0,005	0,107	61,87	61,89	54,21	Memenuhi	61,94	61,89	14,2
21	Junc 20	Junc 21	0,23671	0,043	0,005	0,284	61,89	60,72	54,21	Memenuhi	60,76	60,72	12,0
22	Junc 21	Junc 22	0,24530	0,042	0,005	0,292	60,72	61,21	54,21	Memenuhi	61,25	61,21	12,9
23	Junc 22	Junc 23	0,30028	0,042	0,005	0,347	61,21	61,15	54,21	Memenuhi	61,20	61,15	12,8
24	Junc 23	Junc 24	3,89442	0,019	0,000	3,914	61,15	57,59	54,21	Memenuhi	57,61	57,59	6,2
25	Junc 19	Junc 25	0,06697	0,043	0,077	0,187	57,59	60,81	55,22	Memenuhi	60,93	60,81	10,1
26	Junc 25	Junc 26	0,05697	0,042	0,076	0,176	60,81	61,82	54,21	Memenuhi	61,94	61,82	14,0
27	Junc 26	Junc 27	0,03520	0,042	0,005	0,082	61,82	62,92	54,21	Memenuhi	62,96	62,92	16,1
28	Junc 27	Junc 28	0,14327	0,042	0,005	0,190	62,92	60,81	54,21	Memenuhi	60,86	60,81	12,2
29	Junc 28	Junc 29	0,02576	0,042	0,005	0,073	60,81	62,93	56,21	Memenuhi	62,97	62,93	12,0
30	Junc 29	Junc 30	0,09253	0,001	0,000	0,094	62,93	62,91	56,21	Memenuhi	62,91	62,91	11,9
31	Junc 26	Junc 31	0,05469	0,042	0,076	0,173	62,91	62,83	57,21	Memenuhi	62,95	62,83	9,8
32	Junc 31	Junc 32	0,04634	0,042	0,005	0,093	63,91	63,91	57,2	Memenuhi	63,95	63,91	11,7
33	Junc 32	Junc 33	0,69253	0,021	0,000	0,714	63,91	63,29	56,21	Memenuhi	63,31	63,29	12,6
34	Junc 31	Junc 34	0,05326	0,041	0,005	0,099	63,29	62,90	56,21	Memenuhi	62,95	62,90	11,9
35	Junc 34	Junc 35	0,04081	0,041	0,073	0,155	62,90	62,85	57,2	Memenuhi	62,96	62,85	9,9
36	Junc 35	Junc 36	0,57984	0,029	0,000	0,609	62,85	63,39	57,21	Memenuhi	63,42	63,39	10,8

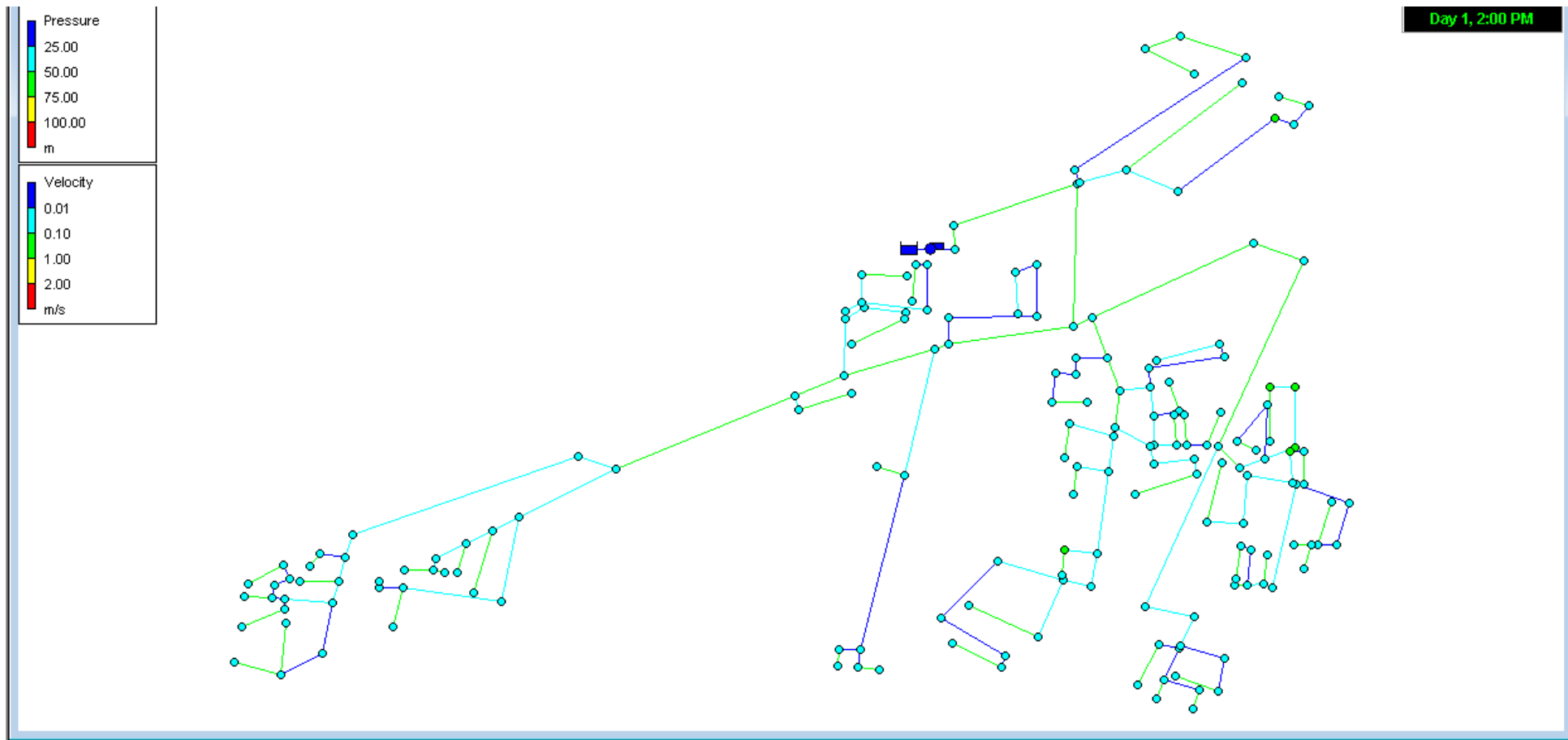
IPA	No junction		Mayor Headloss / Slope (Δh)	Minor Headloss ($V^2/2g$)		Minor Aksesoris ($K \cdot V^2/2g$)	Headloss mayor + minor	Sisa Tekan	EPANET V2.0	Keterangan	EGL	HGL	Galat
	dari	ke	meter	meter	meter	meter	awal	akhir	meter	memenuhi / tidak	meter	meter	persen
37	Junc 35	Junc 37	0,01852	0,040	0,072	0,131	63,39	63,87	57,2	Memenuhi	63,98	63,87	11,7
38	Junc 37	Junc 38	0,67695	0,034	0,000	0,711	63,87	63,29	55,21	Memenuhi	63,32	63,29	14,6
39	Junc 37	Junc 39	0,03532	0,040	0,008	0,083	63,29	61,92	56,21	Memenuhi	61,96	61,92	10,2
40	Junc 39	Junc 40	0,49520	0,013	0,000	0,508	61,92	62,49	54,21	Memenuhi	62,50	62,49	15,3
41	Junc 25	Junc 41	0,06934	0,043	0,077	0,190	62,49	60,81	54,21	Memenuhi	60,93	60,81	12,2
42	Junc 31	Junc 42	0,07408	0,042	0,008	0,124	60,81	60,88	56,21	Memenuhi	60,93	60,88	8,3
43	Junc 42	Junc 43	0,03232	0,041	0,005	0,078	60,88	62,92	56,21	Memenuhi	62,97	62,92	11,9
44	Junc 43	Junc 44	0,07270	0,040	0,004	0,117	62,92	62,88	56,21	Memenuhi	62,93	62,88	11,9
45	Junc 44	Junc 45	0,02645	0,039	0,004	0,070	62,88	62,93	56,13	Memenuhi	62,97	62,93	12,1
46	Junc 45	Junc 46	0,74452	0,018	0,000	0,762	62,93	62,24	54,21	Memenuhi	62,26	62,24	14,8
47	Junc 41	Junc 47	0,01647	0,042	0,075	0,133	62,24	60,87	56,21	Memenuhi	60,98	60,87	8,3
48	Junc 47	Junc 48	0,08377	0,041	0,004	0,129	60,87	62,87	57,2	Memenuhi	62,92	62,87	9,9
49	Junc 48	Junc 49	0,30902	0,018	0,000	0,327	62,87	63,67	56,21	Memenuhi	63,69	63,67	13,3
50	Junc 47	Junc 50	0,06438	0,041	0,074	0,179	63,67	62,82	56,21	Memenuhi	62,94	62,82	11,8
51	Junc 50	Junc 51	0,05748	0,040	0,004	0,102	62,82	62,90	56,2	Memenuhi	62,94	62,90	11,9
52	Junc 51	Junc 52	0,24472	0,018	0,000	0,262	62,90	62,74	57,21	Memenuhi	62,76	62,74	9,7
53	Junc 50	Junc 53	0,14930	0,040	0,072	0,261	62,74	63,74	58,21	Memenuhi	63,85	63,74	9,5
54	Junc 53	Junc 54	0,05835	0,039	0,004	0,102	63,74	64,90	56,2	Memenuhi	64,94	64,90	15,5
55	Junc 54	Junc 55	0,24652	0,020	0,000	0,267	64,90	62,73	55,21	Memenuhi	62,75	62,73	13,6
56	Junc 53	Junc 56	0,05840	0,039	0,004	0,102	62,73	61,90	55,21	Memenuhi	61,94	61,90	12,1
57	Junc 56	Junc 57	0,04739	0,038	0,068	0,153	61,90	61,85	56,21	Memenuhi	61,95	61,85	10,0
58	Junc 57	Junc 58	0,10008	0,036	0,004	0,140	61,85	62,86	55,19	Memenuhi	62,90	62,86	13,9
59	Junc 58	Junc 59	1,65512	0,047	0,000	1,702	62,86	60,30	55,21	Memenuhi	60,34	60,30	9,2
60	Junc 57	Junc 60	0,11414	0,037	0,004	0,156	60,30	61,84	56,21	Memenuhi	61,89	61,84	10,0
61	Junc 59	Junc 61	0,13435	0,037	0,004	0,175	61,84	62,82	57,21	Memenuhi	62,87	62,82	9,8
62	Junc 61	Junc 62	0,12311	0,037	0,004	0,164	62,82	63,84	55,21	Memenuhi	63,88	63,84	15,6
63	Junc 62	Junc 63	0,01914	0,036	0,004	0,060	63,84	61,94	54,19	Memenuhi	61,98	61,94	14,3
64	Junc 63	Junc 64	1,77598	0,032	0,000	1,808	61,94	59,19	55,21	Memenuhi	59,22	59,19	7,2
65	Junc 18	Junc 65	0,34389	0,044	0,008	0,396	59,19	61,60	56,21	Memenuhi	61,66	61,60	9,6
66	Junc 65	Junc 66	0,10634	0,044	0,005	0,155	61,60	62,84	57,21	Memenuhi	62,89	62,84	9,8
67	Junc 66	Junc 67	0,39573	0,044	0,079	0,518	62,84	63,48	57,21	Memenuhi	63,60	63,48	11,0
68	Junc 67	Junc 68	0,05720	0,044	0,079	0,180	63,48	63,82	57,21	Memenuhi	63,94	63,82	11,6
69	Junc 68	Junc 69	0,05132	0,044	0,079	0,174	63,82	63,83	57,21	Memenuhi	63,95	63,83	11,6
70	Junc 69	Junc 70	0,10408	0,044	0,014	0,162	63,83	63,84	57,21	Memenuhi	63,90	63,84	11,6
71	Junc 70	Junc 71	0,09027	0,043	0,005	0,138	63,84	63,86	56,21	Memenuhi	63,91	63,86	13,6
72	Junc 71	Junc 72	0,16043	0,007	0,000	0,167	63,86	62,83	58,21	Memenuhi	62,84	62,83	7,9
73	Junc 68	Junc 73	0,06300	0,043	0,005	0,111	62,83	64,89	58,21	Memenuhi	64,94	64,89	11,5

IPA	No junction		Mayor Headloss / Slope (Δh)	Minor Headloss ($V^2/2g$)		Minor Aksesoris ($K \cdot V^2/2g$)	Headloss mayor + minor	Sisa Tekan	EPANET V2.0	Keterangan	EGL	HGL	Galat
	dari	ke	meter	meter	meter	meter	awal	akhir	meter	memenuhi / tidak	meter	meter	persen
74	Junc 73	Junc 74	0,10937	0,041	0,004	0,155	64,89	64,85	58,21	Memenuhi	64,89	64,85	11,4
75	Junc 74	Junc 75	0,04317	0,039	0,004	0,086	64,85	64,91	56,21	Memenuhi	64,96	64,91	15,5
76	Junc 75	Junc 76	0,41521	0,024	0,000	0,439	64,91	63,56	57,21	Memenuhi	63,58	63,56	11,1
77	Junc 68	Junc 77	0,02281	0,044	0,079	0,146	63,56	63,85	55,21	Memenuhi	63,98	63,85	15,7
78	Junc 77	Junc 78	0,09036	0,043	0,005	0,138	63,85	61,86	56,21	Memenuhi	61,91	61,86	10,1
79	Junc 78	Junc 79	0,07043	0,043	0,005	0,118	61,86	62,88	57,21	Memenuhi	62,93	62,88	9,9
80	Junc 79	Junc 80	0,61876	0,021	0,000	0,639	62,88	63,36	57,21	Memenuhi	63,38	63,36	10,8
81	Junc 77	Junc 81	0,08669	0,043	0,077	0,207	63,36	63,79	58,21	Memenuhi	63,91	63,79	9,6
82	Junc 81	Junc 82	0,06040	0,043	0,005	0,108	63,79	64,89	57,21	Memenuhi	64,94	64,89	13,4
83	Junc 82	Junc 83	0,02597	0,043	0,005	0,073	64,89	63,93	57,21	Memenuhi	63,97	63,93	11,7
84	Junc 83	Junc 84	0,50351	0,023	0,000	0,527	63,93	63,47	57,21	Memenuhi	63,50	63,47	10,9
85	Junc 81	Junc 85	0,00571	0,042	0,075	0,123	63,47	63,88	55,21	Memenuhi	63,99	63,88	15,7
86	Junc 85	Junc 86	0,18083	0,043	0,005	0,229	63,88	61,77	57,21	Memenuhi	61,82	61,77	8,0
87	Junc 86	Junc 87	0,01832	0,043	0,078	0,139	61,77	63,86	55,2	Memenuhi	63,98	63,86	15,7
88	Junc 87	Junc 88	1,02802	0,035	0,000	1,063	63,86	60,94	55,21	Memenuhi	60,97	60,94	10,4
89	Junc 87	Junc 89	0,03121	0,043	0,077	0,151	60,94	64,85	57,21	Memenuhi	64,97	64,85	13,4
90	Junc 89	Junc 90	0,06465	0,042	0,005	0,112	64,85	61,89	57,2	Memenuhi	61,94	61,89	8,2
91	Junc 90	Junc 91	0,02007	0,042	0,005	0,067	61,89	63,93	57,21	Memenuhi	63,98	63,93	11,8
92	Junc 91	Junc 92	1,15729	0,035	0,000	1,192	63,93	62,81	55,21	Memenuhi	62,84	62,81	13,8
93	Junc 89	Junc 93	0,45417	0,035	0,000	0,489	62,81	63,51	55,21	Memenuhi	63,55	63,51	15,0
94	Junc 85	Junc 94	0,10647	0,042	0,005	0,153	63,51	61,85	55,21	Memenuhi	61,89	61,85	12,0
95	Junc 94	Junc 95	0,08021	0,042	0,005	0,127	61,85	61,87	55,21	Memenuhi	61,92	61,87	12,1
96	Junc 95	Junc 96	0,03506	0,042	0,075	0,152	61,87	61,85	55,21	Memenuhi	61,96	61,85	12,0
97	Junc 96	Junc 97	0,19512	0,004	0,000	0,199	61,85	61,80	55,21	Memenuhi	61,80	61,80	11,9
98	Junc 96	Junc 98	0,01152	0,042	0,075	0,128	61,80	62,87	56,17	Memenuhi	62,99	62,87	11,9
99	Junc 98	Junc 99	0,11241	0,004	0,000	0,116	62,87	61,88	56,21	Memenuhi	61,89	61,88	10,1
100	Junc 98	Junc 100	0,07622	0,004	0,000	0,080	61,88	62,92	55,21	Memenuhi	62,92	62,92	14,0
101	Junc 67	Junc 101	0,34072	0,044	0,005	0,389	62,92	62,61	56,21	Memenuhi	62,66	62,61	11,4
102	Junc 101	Junc 102	0,09657	0,044	0,005	0,145	62,61	61,85	57,21	Memenuhi	61,90	61,85	8,1
103	Junc 102	Junc 103	0,06182	0,043	0,005	0,110	61,85	62,89	56,21	Memenuhi	62,94	62,89	11,9
104	Junc 103	Junc 104	0,08749	0,043	0,005	0,135	62,89	63,86	56,2	Memenuhi	63,91	63,86	13,6
105	Junc 104	Junc 105	0,06211	0,043	0,005	0,109	63,86	62,89	56,21	Memenuhi	62,94	62,89	11,9
106	Junc 105	Junc 106	1,99888	0,044	0,000	2,043	62,89	60,96	56,21	Memenuhi	61,00	60,96	8,4
107	Junc 103	Junc 107	0,00669	0,043	0,078	0,128	60,96	62,87	56,21	Memenuhi	62,99	62,87	11,9
108	Junc 107	Junc 108	0,03973	0,043	0,005	0,088	62,87	62,91	56,21	Memenuhi	62,96	62,91	11,9
109	Junc 108	Junc 109	0,49529	0,010	0,000	0,505	62,91	62,50	57,21	Memenuhi	62,50	62,50	9,2
110	Junc 107	Junc 110	0,06575	0,043	0,078	0,187	62,50	62,81	57,11	Memenuhi	62,93	62,81	10,0
111	Junc 110	Junc 111	0,06837	0,043	0,005	0,116	62,81	63,88	54,22	Memenuhi	63,93	63,88	17,8

IPA	No junction		Mayor Headloss / Slope (Δh)	Minor Headloss ($V^2/2g$)		Minor Aksesoris ($K \cdot V^2/2g$)	Headloss mayor + minor	Sisa Tekan	EPANET V2.0	Keterangan	EGL	HGL	Galat
	dari	ke	meter	meter	meter	meter	awal	akhir	meter	memenuhi / tidak	meter	meter	persen
112	Junc 111	Junc 112	0,24741	0,010	0,000	0,257	63,88	63,74	54,22	Memenuhi	63,75	63,74	17,6
113	Junc 110	Junc 113	0,21599	0,010	0,000	0,226	63,74	63,77	54,22	Memenuhi	63,78	63,77	17,6
114	Junc 17	Junc 114	2,44945	0,045	0,080	2,574	63,77	58,43	53,22	Memenuhi	58,55	58,43	9,8
115	Junc 114	Junc 115	0,05183	0,044	0,005	0,100	58,43	60,90	54,22	Memenuhi	60,95	60,90	12,3
116	Junc 115	Junc 116	0,16796	0,044	0,005	0,216	60,90	60,78	54,22	Memenuhi	60,83	60,78	12,1
117	Junc 116	Junc 117	0,09916	0,044	0,005	0,147	60,78	59,85	54,22	Memenuhi	59,90	59,85	10,4
118	Junc 117	Junc 118	0,04380	0,043	0,005	0,092	59,85	60,91	53,22	Memenuhi	60,96	60,91	14,4
119	Junc 118	Junc 119	0,00859	0,000	0,000	0,009	60,91	60,99	55,05	Memenuhi	60,99	60,99	10,8
120	Junc 114	Junc 120	0,02842	0,044	0,078	0,150	60,99	60,85	54,2	Memenuhi	60,97	60,85	12,3
121	Junc 120	Junc 121	0,24444	0,043	0,077	0,364	60,85	59,64	53,22	Memenuhi	59,76	59,64	12,1
122	Junc 121	Junc 122	0,00001	0,000	0,000	0,000	59,64	62,00	53,22	Memenuhi	62,00	62,00	16,5
123	Junc 121	Junc 123	0,37141	0,043	0,005	0,419	62,00	60,58	55,22	Memenuhi	60,63	60,58	9,7
124	Junc 123	Junc 124	0,04100	0,042	0,005	0,088	60,58	58,91	55,22	Memenuhi	58,96	58,91	6,7
125	Junc 124	Junc 125	0,03496	0,042	0,005	0,082	58,91	59,92	54,21	Memenuhi	59,97	59,92	10,5
126	Junc 125	Junc 126	0,03893	0,042	0,005	0,086	59,92	61,91	53,21	Memenuhi	61,96	61,91	16,4
127	Junc 126	Junc 127	0,15924	0,008	0,000	0,167	61,91	61,83	53,21	Memenuhi	61,84	61,83	16,2
128	Junc 114	Junc 128	0,18543	0,045	0,080	0,310	61,83	60,69	54,21	Memenuhi	60,81	60,69	12,0
129	Junc 128	Junc 129	0,10977	0,043	0,121	0,273	60,69	59,73	54,21	Memenuhi	59,89	59,73	10,2
130	Junc 129	Junc 130	0,04061	0,043	0,005	0,088	59,73	59,91	57,11	Memenuhi	59,96	59,91	4,9
131	Junc 130	Junc 131	0,07850	0,042	0,005	0,125	59,91	60,87	54,21	Memenuhi	60,92	60,87	12,3
132	Junc 131	Junc 132	0,01249	0,041	0,005	0,059	60,87	60,94	53,21	Memenuhi	60,99	60,94	14,5
133	Junc 132	Junc 133	0,62024	0,015	0,000	0,636	60,94	59,36	54,21	Memenuhi	59,38	59,36	9,5
134	Junc 129	Junc 134	0,01348	0,043	0,008	0,065	59,36	60,93	53,21	Memenuhi	60,99	60,93	14,5
135	Junc 134	Junc 135	0,03394	0,042	0,076	0,153	60,93	59,85	54,21	Memenuhi	59,97	59,85	10,4
136	Junc 135	Junc 136	0,05172	0,041	0,005	0,098	59,85	60,90	54,21	Memenuhi	60,95	60,90	12,3
137	Junc 136	Junc 137	0,49518	0,022	0,000	0,517	60,90	59,48	55,21	Memenuhi	59,50	59,48	7,7
138	Junc 135	Junc 138	0,12119	0,041	0,005	0,167	59,48	60,83	54,21	Memenuhi	60,88	60,83	12,2
139	Junc 138	Junc 139	0,08189	0,041	0,004	0,127	60,83	60,87	54,21	Memenuhi	60,92	60,87	12,3
140	Junc 139	Junc 140	0,01963	0,040	0,004	0,064	60,87	61,94	54,21	Memenuhi	61,98	61,94	14,3
141	Junc 140	Junc 141	0,42135	0,017	0,000	0,438	61,94	60,56	54,2	Memenuhi	60,58	60,56	11,7
142	Junc 128	Junc 142	0,10093	0,043	0,077	0,221	60,56	60,78	53,21	Memenuhi	60,90	60,78	14,2
143	Junc 142	Junc 143	0,02567	0,042	0,005	0,072	60,78	60,93	53,21	Memenuhi	60,97	60,93	14,5
144	Junc 143	Junc 144	1,09964	0,042	0,000	1,142	60,93	59,86	52,21	Memenuhi	59,90	59,86	14,6
145	Junc 142	Junc 145	0,36421	0,042	0,076	0,483	59,86	59,52	52,21	Memenuhi	59,64	59,52	14,0
146	Junc 145	Junc 146	0,19853	0,042	0,116	0,356	59,52	59,64	53,2	Memenuhi	59,80	59,64	12,1
147	Junc 146	Junc 147	0,15719	0,041	0,004	0,202	59,64	58,80	53,21	Memenuhi	58,84	58,80	10,5
148	Junc 147	Junc 148	0,17666	0,040	0,072	0,289	58,80	58,71	54,21	Memenuhi	58,82	58,71	8,3
149	Junc 148	Junc 149	0,93972	0,035	0,000	0,975	58,71	59,02	53,21	Memenuhi	59,06	59,02	10,9

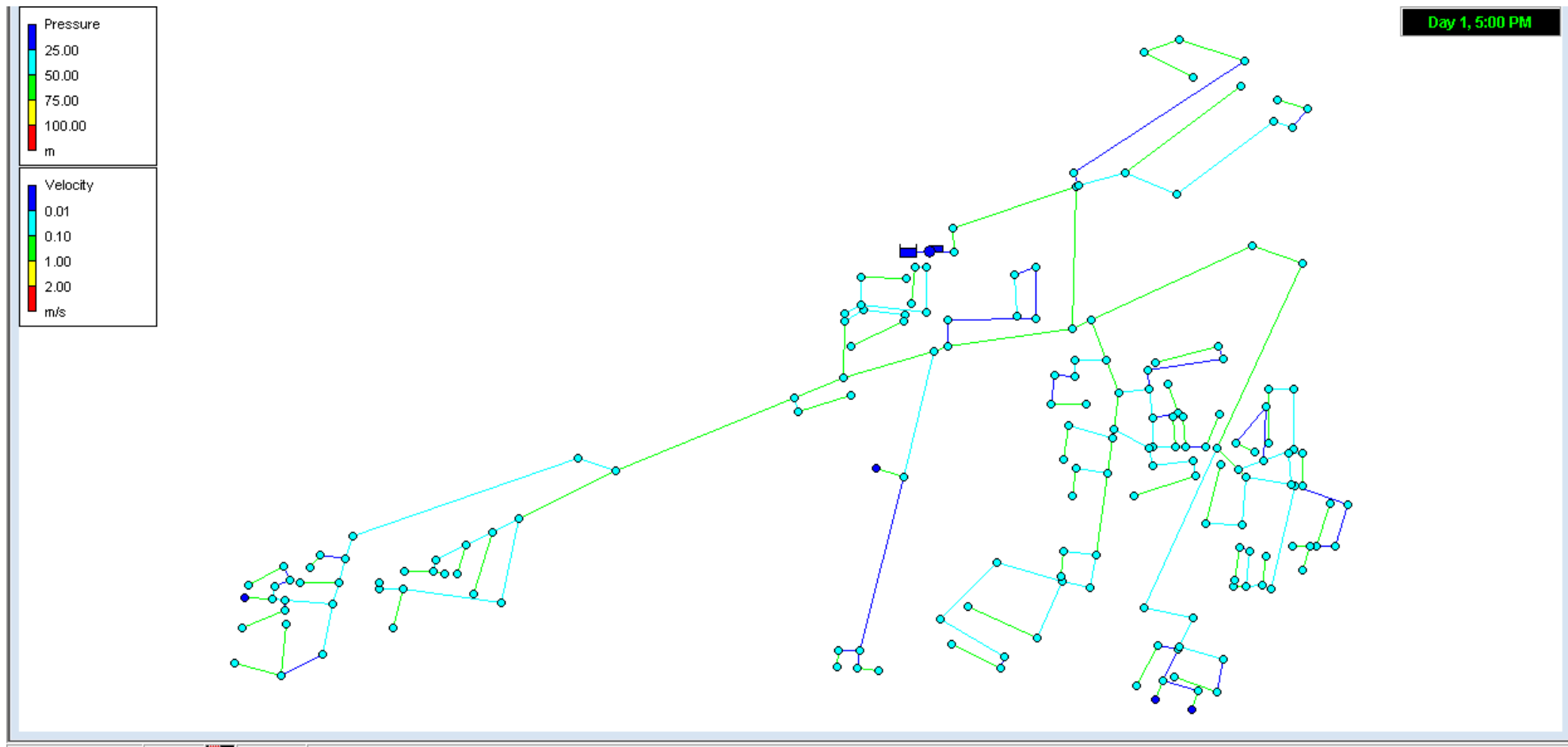
IPA	No junction		Mayor Headloss / Slope (Δh)	Minor Headloss ($V^2/2g$)		Minor Aksesoris ($K \cdot V^2/2g$)	Headloss mayor + minor	Sisa Tekan	EPANET V2.0	Keterangan	EGL	HGL	Galat
	dari	ke	meter	meter	meter	meter	awal	akhir	meter	memenuhi / tidak	meter	meter	persen
150	Junc 148	Junc 150	0,04229	0,039	0,004	0,086	59,02	59,91	52,2	Memenuhi	59,96	59,91	14,8
151	Junc 150	Junc 151	0,13547	0,035	0,000	0,171	59,91	58,83	52,21	Memenuhi	58,86	58,83	12,7
152	Junc 146	Junc 152	0,05503	0,041	0,073	0,169	58,83	59,83	52,21	Memenuhi	59,94	59,83	14,6
153	Junc 151	Junc 153	1,51397	0,035	0,000	1,549	59,83	57,45	52,21	Memenuhi	57,49	57,45	10,0
154	Junc 152	Junc 154	0,05233	0,040	0,072	0,164	57,45	58,84	52,21	Memenuhi	58,95	58,84	12,7
155	Junc 154	Junc 155	0,69557	0,035	0,000	0,731	58,84	58,27	52,21	Memenuhi	58,30	58,27	11,6
156	Junc 154	Junc 156	0,05855	0,039	0,007	0,105	58,27	58,89	52,21	Memenuhi	58,94	58,89	12,8
157	Junc 156	Junc 157	0,02173	0,038	0,069	0,129	58,89	58,87	53,21	Memenuhi	58,98	58,87	10,6
158	Junc 157	Junc 158	0,27272	0,035	0,000	0,308	58,87	58,69	52,21	Memenuhi	58,73	58,69	12,4
159	Junc 157	Junc 159	0,65715	0,035	0,000	0,693	58,69	58,31	53,21	Memenuhi	58,34	58,31	9,6
160	Junc 145	Junc 160	0,07431	0,042	0,008	0,124	58,31	59,88	52,21	Memenuhi	59,93	59,88	14,7
161	Junc 160	Junc 161	0,43742	0,041	0,008	0,487	59,88	58,51	52,21	Memenuhi	58,56	58,51	12,1
162	Junc 161	Junc 162	0,04371	0,041	0,074	0,159	58,51	58,84	51,21	Memenuhi	58,96	58,84	14,9
163	Junc 162	Junc 163	0,04720	0,041	0,008	0,096	58,84	56,90	51,21	Memenuhi	56,95	56,90	11,1
164	Junc 163	Junc 164	0,26613	0,016	0,000	0,282	56,90	58,72	51,21	Memenuhi	58,73	58,72	14,7
165	Junc 162	Junc 165	0,04345	0,041	0,073	0,158	58,72	57,84	51,21	Memenuhi	57,96	57,84	13,0
166	Junc 165	Junc 166	0,66559	0,016	0,000	0,682	57,84	57,32	52,21	Memenuhi	57,33	57,32	9,8
167	Junc 165	Junc 167	0,04040	0,041	0,073	0,154	57,32	57,85	51,21	Memenuhi	57,96	57,85	13,0
168	Junc 167	Junc 168	0,08711	0,040	0,073	0,200	57,85	56,80	51,21	Memenuhi	56,91	56,80	10,9
169	Junc 168	Junc 169	0,01811	0,040	0,004	0,063	56,80	58,94	51,06	Memenuhi	58,98	58,94	15,4
170	Junc 169	Junc 170	0,80773	0,016	0,000	0,824	58,94	57,18	51,21	Memenuhi	57,19	57,18	11,7
171	Junc 168	Junc 171	0,02105	0,040	0,072	0,133	57,18	57,87	52,21	Memenuhi	57,98	57,87	10,8
172	Junc 171	Junc 172	0,48587	0,016	0,000	0,502	57,87	57,50	51,21	Memenuhi	57,51	57,50	12,3
173	Junc 171	Junc 173	0,02274	0,040	0,004	0,067	57,50	57,93	52,21	Memenuhi	57,98	57,93	11,0
174	Junc 173	Junc 174	0,02870	0,040	0,004	0,073	57,93	59,93	51,21	Memenuhi	59,97	59,93	17,0
175	Junc 174	Junc 175	0,02797	0,040	0,004	0,072	59,93	57,93	51,21	Memenuhi	57,97	57,93	13,1
176	Junc 175	Junc 176	0,68261	0,016	0,000	0,699	57,93	58,30	52,2	Memenuhi	58,32	58,30	11,7
177	Junc 167	Junc 177	0,09295	0,040	0,008	0,141	58,30	57,86	52,2	Memenuhi	57,91	57,86	10,8
178	Junc 177	Junc 178	0,08457	0,040	0,072	0,197	57,86	57,80	52,2	Memenuhi	57,92	57,80	10,7
179	Junc 178	Junc 179	0,88590	0,016	0,000	0,902	57,80	58,10	52,2	Memenuhi	58,11	58,10	11,3
180	Junc 178	Junc 180	0,83671	0,016	0,000	0,853	58,10	58,15	52,2	Memenuhi	58,16	58,15	11,4

Sumber:Hasil Analisis, 2022



Gambar 5.2 Hasil *Running Epanet* Kondisi Eksisting Zona Pelayanan Kecamatan Taman Pukul 14:00

Sumber: Hasil Analisis, 2022



Gambar 5.3 Hasil *Running* Epanet Kondisi Eksisting Zona Pelayanan Kecamatan Taman Pukul 17:00

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Tabel 5.5 Hasil Analisa *Pressure Epanet 2.0* pada jam 17:00

No Juction	Lokasi		<i>Elevation</i>	<i>Head</i>	<i>Pressure</i>
	Nama Lokasi	Titik Koordinat	m	m	m
Jun 13	Pondok Ridho Derma	7°20'21.75"S 112°42'23.23"E	5	55.03	50.03
Jun 73	Pondok Wage Indah I	7°21'55.42"S 112°42'32.77"E	4	53.69	49.69
Jun 74	Pondok Wage Indah I	7°21'40.33"S 112°42'32.34"E	4	53.69	49.69
Jun 112	Perumahan Star Safira Regency	7°23'9.48"S 112°42'6.42"E	5	42.01	37.01
Jun 122	Sawunggaling IV Jemundo	7°22'6.89"S 112°40'34.95"E	7	33.86	26.86
Jun 172	Pejaya Jegu	7°22'50.92"S 112°37'42.55"E	11	35.11	24.11

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Hasil *running software Epanet 2.0* menunjukkan bahwa *pressure* zona pelayanan Kecamatan Taman pada jam pemakaian konsumsi air minimum pukul 14:00 tekanan air dalam pipa paling minimum yaitu 40.96 m sedangkan tekanan air dalam pipa paling besar yaitu 55.18 m. *pressure* zona pelayanan Kecamatan Taman pada jam pemakaian konsumsi air puncak pukul 17:00 tekanan air dalam pipa paling minimum yaitu 24.11 m, sedangkan tekanan air dalam pipa paling besar yaitu 50.03 m. Pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.27 Tahun 2016, kriteria tekanan air dalam pipa untuk tekanan minum yaitu sebesar 0,5-1,0 atm (1 atm = 10 meter). Maka tekanan air dalam pipa pada zona pelayanan Kecamatan Taman pada jam air minum maupun jam air puncak melebihi kriteria batas minimum sisa tekan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.27 Tahun 2016. Tekanan air dalam pipa yang berlebihan dapat diatasi dengan menggunakan katup pelepas tekan (*pressure reducing valve*), sedangkan tekanan air dalam pipa yang mengalami kekurangan tekanan dapat diatasi dengan menggunakan pompa penguat.

c. Analisis Kecepatan Air dalam Pipa

Analisis kecepatan air dalam pipa (*velocity*) jaringan eksisting digunakan untuk mengetahui laju alir pada jaringan distribusi apakah sesuai kriteria atau tidak. Adapun zona kecepatan air pada sistem jaringan distribusi saat jam pemakaian konsumsi air minimum pukul 14:00 tersaji pada **Tabel 5.6**.

Tabel 5.6 Hasil Analisis *Velocity* Epanet 2.0 Pada Jam 14:00

No Junction	Lokasi		Flow l/s	Velocity (m/s)
	Nama Lokasi	Titik Koordinat		
Jun 129	Tawangsari Permai (Sawunggaling)	7°21'26.42"S 112°40'24.87"E	4.87	0.1
Jun 134	Griya Taman Asri Bara	7°21'24.11"S 112°40'24.62"E	3.54	0.08
Jun105	Griya Cipta Karya Bohar	7°23'0.63"S 112°42'8.66"E	0.64	0,02
Jun 104	Griya Cipta Karya Bohar	7°22'51.30"S 112°42'9.05"E	0.42	0,02
Jun 94	Geluran Jl Jeruk	7°22'11.80"S 112°42'47.67"E	0.44	0,02

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Zona kecepatan pada sistem jaringan distribusi pada jam pemakaian konsumsi air puncak pukul 17:00 tersaji pada **Tabel 5.7**.

Tabel 5.7 Hasil Analisis *Velocity* Epanet 2.0 Pada Jam 17:00

No Junction	Lokasi		Flow l/s	Velocity (m/s)
	Nama Lokasi	Titik Koordinat		
Jun 11	Pondok Ridho Derma	7°20'12.22"S 112°42'16.25"E	0.29	0.77
Jun 166	Pejaya Jegu	7°22'45.36"S 112°37'56.80"E	0.21	0.56
Jun 176	Pejaya Jegu	7°22'46.60"S 112°37'43.17"E	0.21	0.56
Jun 109	Perumahan Star Safira Regency	7°23'3.49"S 112°41'51.18"E	0.17	0.44
Jun 178	Pejaya Jegu	7°23'13.94"S 112°37'53.16"E	0.64	0.01

No Junction	Lokasi		Flow l/s	Velocity (m/s)
	Nama Lokasi	Titik Koordinat		
Jun 60	Griya Bhayangkara	7°22'32.45"S 112°41'10.13"E	2.54	0.03
Jun 54	Taman Suko Asri Barat	7°22'28.05"S 112°41'28.84"E	1.75	0.02

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Hasil running software Epanet 2.0 menunjukkan bahwa *Velocity* zona pelayanan Kecamatan Taman pada jam pemakaian konsumsi air minimum pukul 14:00 kecepatan aliran air dalam pipa paling minimum yaitu 0.02 m/s, sedangkan kecepatan aliran air dalam pipa paling besar yaitu 0.1 m/s. *Velocity* zona pelayanan Kecamatan Taman pada jam pemakaian konsumsi air puncak pukul 17:00 kecepatan aliran air dalam pipa paling minimum yaitu 0.02 m/s, sedangkan kecepatan aliran air dalam pipa paling besar yaitu lebih dari 0.77 m/s. Pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.27 Tahun 2016, kriteria kecepatan aliran air dalam pipa untuk kecepatan minum yaitu sebesar 0,3-0,6 m.det, sedangkan kecepatan maksimum yaitu 3,0-4,5 m/det. Maka kecepatan air dalam pipa pada zona pelayanan Kecamatan Taman pada jam air minum masih dibawah kriteria Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.27 Tahun 2016, pada jam air puncak sesuai dengan kriteria Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.27 Tahun 2016. Menurut (Mustafidah, 2019) tekanan yang masih rendah, disebabkan oleh desain perpipaan yang kurang efektif, debit distribusi yang belum mencukupi, serta adanya peningkatan kebutuhan air yang tinggi melebihi kapasitas desain perpipaan awal.

B. Simulasi Epanet Zona Pelayanan Kecamatan Waru

1. Analisis Dimensi Pipa Distribusi

Analisa dimensi pipa difungsikan sebagai penentu dimensi pipa yang sesuai dengan debit air yang dibawa oleh pipa itu sendiri. Perhitungan dimensi pipa didasarkan pada jaringan pipa yang ditampilkan pada **Gambar 5.4 Jaringan Distribusi Zona**

Pelayanan Kecamatan Waru. Berikut merupakan contoh analisa pipa distribusi yang terletak pada yaitu junction 1 menuju junction 2.

Diketahui:

Nomor *junction* = J1 ke J2

Elevasi tanah awal = 6 m

Elevasi tanah akhir = 6 m

Elevasi pipa awal = 5 m

Elevasi pipa akhir = 5 m

Beda elevasi = 6 m – 6 m
= 0 m

Panjang pipa = 40,64 m

Koefisien kekasaran pipa PVC = 150

Debit yang dibawa pipa = 98.559 = 0,098559 m³ /detik

Asumsi laju alir (v) = 1 m/detik (standard laju alir pipa menurut PerMen PU No.27/PRT/M/2016 adalah minimal 0,3 – 0,6 m/s)

Sehingga:

1. Diameter Pipa

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{v \cdot \pi}}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \left(0,098559 \frac{m^3}{s} \right)}{1 \frac{m}{s} \times 3,14}}$$

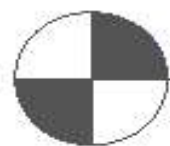
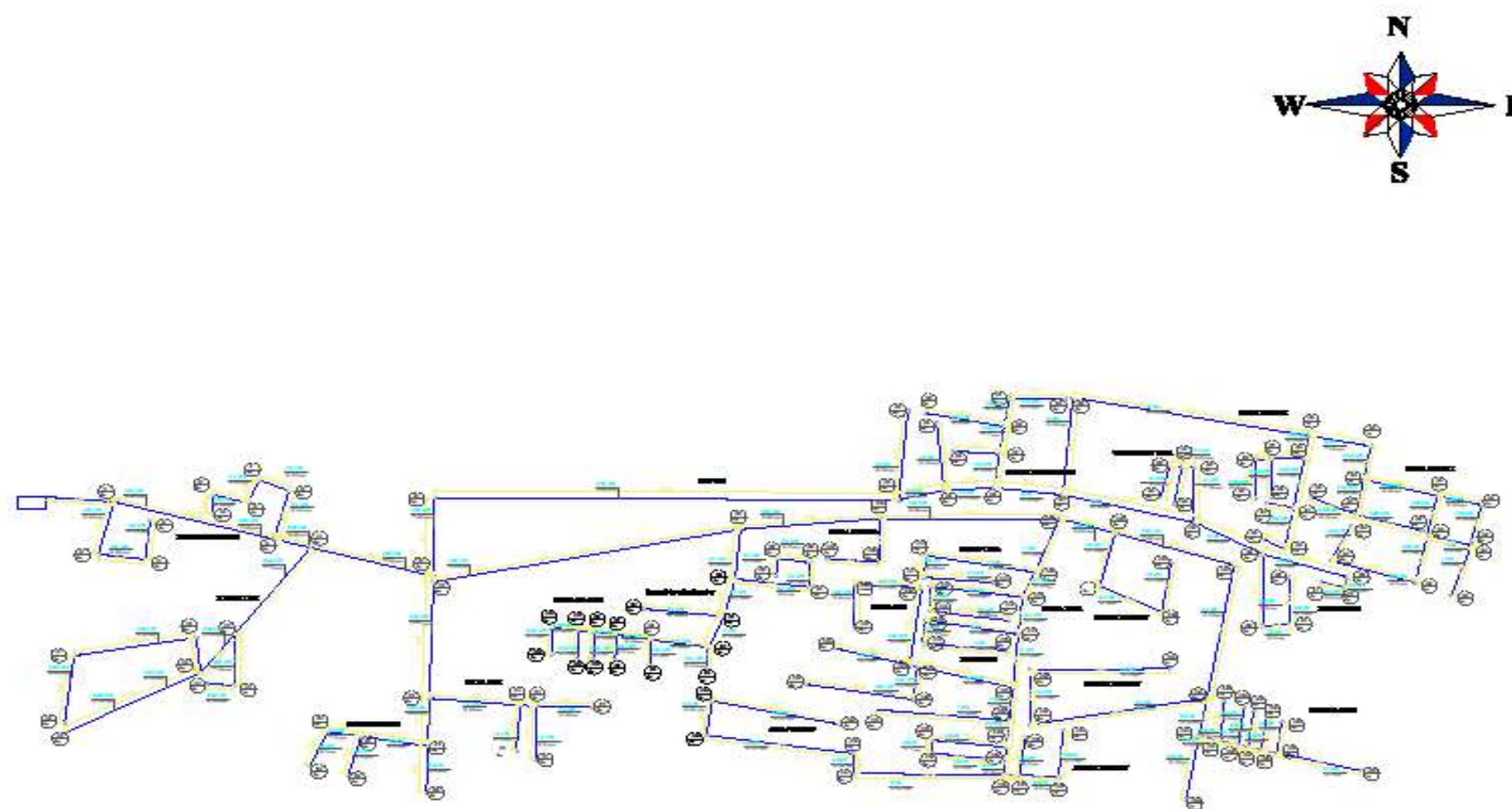
$$D = 0,34 \text{ m}$$

$$D = 340 \text{ mm}$$

Diameter pipa PVC di pasaran = 318 mm

Diameter pipa IN DIM = 318 mm – 12.20 mm = 305.8 mm

Berdasarkan perhitungan di atas, diameter pipa yang digunakan pada pipa J1 ke J2 adalah 267 mm atau 12”.



PETA JARINGAN DISTRIBUSI ZONA PELAYANAN KECAMATAN WARU

NTS



PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUNAN AMPEL SURABAYA

JUDUL GAMBAR

Peta Jaringan Distribusi Zona Pelayanan
Kecamatan Waru

KETERANGAN

- Pusat Zonasi
- Kantor Kecamatan Waru - II
- Titik Stops
- Jalan/Rel dan Jalan

NAMA MAHASISWA

Saeril Barikyah
NIM H05219014

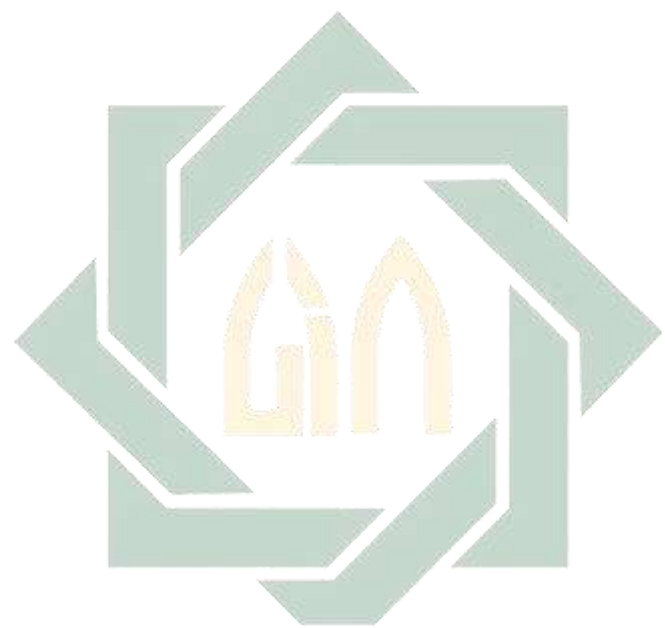
DOSEN PEMBIMBING I

Abdul Hakim, M.T
NIP. 198008062014031002

DOSEN PEMBIMBING II

Sulistiyana Nengse, S.T., M.T
NIP. 199010092020122019

NOMOR GAMBAR



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

Pemilihan diameter pipa tersebut dimaksudkan agar jaringan distribusi dapat berkembang.

2. Luas Penampang Saluran (A)

$$A = v \times \frac{1}{4} \times \frac{22}{7} \times D^2$$

$$A = 1 \times \frac{1}{4} \times \frac{22}{7} \times (0,3058 \text{ m})^2$$

$$A = 0,07 \text{ m}^2$$

Berdasarkan perhitungan di atas, luas penampang saluran J1 ke J2 sebesar 0,07 m².

3. Kecepatan Air Dalam Pipa (V)

$$v = \frac{Q}{A}$$

$$v = \frac{0,098 \text{ m}^3/\text{detik}}{0,07 \text{ m}^2}$$

$$v = 1,4 \text{ m}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, kecepatan air yang mengalir pada pipa J1 ke J2 sebesar 1.4 m. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.27 Tahun 2016, kriteria kecepatan aliran air dalam pipa untuk kecepatan minum yaitu sebesar 0,3-0,6 m.det, sedangkan kecepatan maksimum yaitu 3,0-4,5 m/det. Maka menunjukkan bahwa kecepatan air dalam pipa sudah sesuai dengan kriteria Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.27 Tahun 2016. Adapun data lengkap perhitungan dimensi pipa dan kontrol pipa dapat dilihat pada **Tabel 5.8**.

Tabel 5.8 Hasil Analisa Dimensi dan Kontrol Pipa Zona Kecamatan Waru

Pipa	No junction		Elevasi tanah (m)		Elevasi pipa (m)		Beda Elevasi	Panjang Pipa	Panjang Pipa Kumulatif	Koefisien Kekasaran	Debit Yang Dibawa Pipa	Laju alir asumsi	Diameter pipa perhitungan	Diameter pipa terpilih (IN DIM)	Kontrol Pipa	
	dari	ke	awal	akhir	awal	akhir	meter	meter	meter	PVC	Liter per detik	v (m/detik)	mm	mm	A (m ²)	v (m/detik)
1	RV1	Junc 1	9	6	8	5	3	45,24	45,2	150	103,036	1	362,128	318	0,079	1,297
2	Junc 1	Junc 2	6	6	5	5	0	40,64	85,9	150	98,559	1	354,174	318	0,079	1,240
3	Junc 2	Junc 3	6	6	5	5	0	30,46	116,3	150	94,082	1	346,036	318	0,079	1,184
4	Junc 3	Junc 4	6	6	5	5	0	29,39	145,7	150	4,477	1	75,484	89	0,006	0,719
5	Junc 1	Junc 5	6	6	5	5	0	107,76	253,5	150	89,606	1	337,703	318	0,079	1,128
6	Junc 5	Junc 6	6	7	5	6	-1	37,17	290,7	150	89,024	1	336,606	318	0,079	1,120
7	Junc 6	Junc 7	6	4	5	3	2	20,68	311,3	150	88,443	1	335,505	318	0,079	1,113
8	Junc 7	Junc 8	4	5	3	4	-1	18,41	329,8	150	87,861	1	334,400	318	0,079	1,106
9	Junc 8	Junc 9	6	5	5	4	1	24,18	353,9	150	87,280	1	333,291	318	0,079	1,098
10	Junc 9	Junc 10	5	5	4	4	0	14,54	368,5	150	0,581	1	27,204	32	0,001	0,723
11	Junc 5	Junc 11	5	5	4	4	0	24,60	393,1	150	103,036	1	362,128	318	0,079	1,297
12	Junc 11	Junc 12	5	5	4	4	0	81,58	474,7	150	102,772	1	361,664	318	0,079	1,293
13	Junc 12	Junc 13	5	6	4	5	-1	38,58	513,2	150	102,508	1	361,200	318	0,079	1,290
14	Junc 13	Junc 14	6	4	5	3	2	17,14	530,4	150	0,264	1	18,326	22	0,000	0,694
15	Junc 12	Junc 15	4	5	3	4	-1	36,19	566,6	150	102,191	1	360,640	318	0,079	1,286
16	Junc 15	Junc 16	4	4	3	3	0	25,86	592,4	150	101,904	1	360,133	318	0,079	1,283
17	Junc 16	Junc 17	4	4	3	3	0	80,61	673,0	150	101,617	1	359,625	318	0,079	1,279
18	Junc 17	Junc 18	4	4	3	3	0	50,60	723,6	150	101,617	1	359,625	318	0,079	1,279
19	Junc 15	Junc 19	6	4	5	3	2	97,74	821,4	150	0,287	1	19,113	22	0,000	0,755
20	Junc 11	Junc 20	4	4	3	3	0	83,16	904,5	150	89,024	1	336,606	318	0,079	1,120
21	Junc 20	Junc 21	4	4	3	3	0	58,28	962,8	150	86,751	1	332,280	318	0,079	1,092
22	Junc 21	Junc 22	4	4	3	3	0	302,66	1265,5	150	84,478	1	327,898	318	0,079	1,063
23	Junc 22	Junc 23	4	3	3	2	1	67,04	1332,5	150	2,273	1	53,788	60	0,003	0,804
24	Junc 23	Junc 24	3	4	2	3	-1	30,59	1363,1	150	82,205	1	323,456	318	0,079	1,035
25	Junc 24	Junc 25	4	3	3	2	1	50,82	1413,9	150	2,273	1	53,788	60	0,003	0,804
26	Junc 24	Junc 26	4	4	3	3	0	32,47	1446,4	150	81,471	1	322,010	318	0,079	1,025
27	Junc 26	Junc 27	4	4	3	3	0	25,47	1471,9	150	80,737	1	320,556	318	0,079	1,016
28	Junc 27	Junc 28	4	3	3	2	1	29,66	1501,5	150	0,734	1	30,560	42	0,001	0,529
29	Junc 27	Junc 29	3	3	2	2	0	21,02	1522,5	150	80,003	1	319,096	318	0,079	1,007
30	Junc 29	Junc 30	3	3	2	2	0	52,78	1575,3	150	0,734	1	30,560	42	0,001	0,529
31	Junc 29	Junc 31	3	3	2	2	0	20,84	1596,2	150	79,269	1	317,629	318	0,079	0,998
32	Junc 31	Junc 32	3	3	2	2	0	36,61	1632,8	150	0,734	1	30,560	42	0,001	0,529
33	Junc 26	Junc 33	3	2	2	1	1	45,10	1677,9	150	79,198	1	317,486	318	0,079	0,997
34	Junc 33	Junc 34	2	2	1	1	0	72,98	1750,9	150	80,737	1	320,556	318	0,079	1,016
35	Junc 34	Junc 35	3	2	2	1	1	156,42	1907,3	150	79,198	1	317,486	318	0,079	0,997
36	Junc 35	Junc 36	2	3	1	2	-1	17,48	1924,8	150	79,005	1	317,099	318	0,079	0,994

Pipa	No junction		Elevasi tanah (m)		Elevasi pipa (m)		Beda Elevasi	Panjang Pipa	Panjang Pipa Kumulatif	Koefisien Kekasaran	Debit Yang Dibawa Pipa	Laju alir asumsi	Diameter pipa perhitungan	Diameter pipa terpilih (IN DIM)	Kontrol Pipa	
	dari	ke	awal	akhir	awal	akhir	meter	meter	meter	PVC	Liter per detik	v (m/detik)	mm	mm	A (m ²)	v (m/detik)
37	Junc 36	Junc 37	3	3	2	2	0	21,20	1946,0	150	78,813	1	316,713	318	0,079	0,992
38	Junc 37	Junc 38	3	2	2	1	1	28,49	1974,4	150	0,193	1	15,656	22	0,000	0,506
39	Junc 37	Junc 39	2	3	1	2	-1	9,87	1984,3	150	78,620	1	316,325	318	0,079	0,989
40	Junc 39	Junc 40	2	1	1	0	1	29,28	2013,6	150	0,193	1	15,656	22	0,000	0,506
41	Junc 36	Junc 41	1	1	0	0	0	37,05	2050,6	150	78,794	1	316,676	318	0,079	0,992
42	Junc 41	Junc 42	1	1	0	0	0	17,49	2068,1	150	0,211	1	16,374	22	0,000	0,554
43	Junc 41	Junc 43	1	1	0	0	0	31,54	2099,7	150	78,584	1	316,253	318	0,079	0,989
44	Junc 40	Junc 44	1	1	0	0	0	15,61	2115,3	150	0,211	1	16,374	22	0,000	0,554
45	Junc 44	Junc 45	1	1	0	0	0	40,82	2156,1	150	80,737	1	320,556	318	0,079	1,016
46	Junc 35	Junc 46	1	1	0	0	0	25,94	2182,0	150	80,592	1	320,268	318	0,079	1,014
47	Junc 46	Junc 47	1	1	0	0	0	25,94	2208,0	150	80,447	1	319,980	318	0,079	1,012
48	Junc 47	Junc 48	1	1	0	0	0	32,42	2240,4	150	0,145	1	13,580	22	0,000	0,381
49	Junc 47	Junc 49	1	1	0	0	0	44,83	2285,2	150	80,179	1	319,446	318	0,079	1,009
50	Junc 46	Junc 50	1	1	0	0	0	49,70	2334,9	150	80,199	1	319,485	318	0,079	1,009
51	Junc 50	Junc 51	1	1	0	0	0	29,45	2364,4	150	79,805	1	318,701	318	0,079	1,004
52	Junc 51	Junc 52	1	1	0	0	0	27,28	2391,7	150	79,425	1	317,942	318	0,079	1,000
53	Junc 50	Junc 53	1	1	0	0	0	29,57	2421,2	150	79,106	1	317,302	318	0,079	0,996
54	Junc 53	Junc 54	1	1	0	0	0	29,57	2450,8	150	78,013	1	315,103	318	0,079	0,982
55	Junc 54	Junc 55	1	1	0	0	0	39,71	2490,5	150	1,093	1	37,290	42	0,001	0,788
56	Junc 53	Junc 56	3	1	2	0	2	36,43	2526,9	150	78,276	1	315,633	318	0,079	0,985
57	Junc 56	Junc 57	1	2	0	1	-1	57,09	2584,0	150	77,446	1	313,954	318	0,079	0,975
58	Junc 57	Junc 58	2	1	1	0	1	28,67	2612,7	150	0,830	1	32,504	42	0,001	0,599
59	Junc 33	Junc 59	6	3	5	2	3	88,21	2700,9	150	80,737	1	320,556	318	0,079	1,016
60	Junc 59	Junc 60	3	2	2	1	1	41,25	2742,2	150	80,654	1	320,391	318	0,079	1,015
61	Junc 60	Junc 61	2	2	1	1	0	7,89	2750,1	150	80,570	1	320,225	318	0,079	1,014
62	Junc 61	Junc 62	2	2	1	1	0	28,36	2778,4	150	0,083	1	10,299	22	0,000	0,219
63	Junc 61	Junc 63	2	2	1	1	0	7,89	2786,3	150	80,487	1	320,059	318	0,079	1,013
64	Junc 63	Junc 64	2	3	1	2	-1	24,79	2811,1	150	0,083	1	10,299	22	0,000	0,219
65	Junc 59	Junc 65	2	2	1	1	0	50,46	2861,6	150	79,114	1	317,318	318	0,079	0,996
66	Junc 65	Junc 66	2	3	1	2	-1	53,74	2915,3	150	78,246	1	315,572	318	0,079	0,985
67	Junc 66	Junc 67	3	1	2	0	2	17,50	2932,8	150	77,377	1	313,816	318	0,079	0,974
68	Junc 67	Junc 68	1	1	0	0	0	36,05	2968,8	150	0,869	1	33,247	42	0,001	0,627
69	Junc 65	Junc 69	1	2	0	1	-1	57,81	3026,7	150	78,246	1	315,572	318	0,079	0,985
70	Junc 69	Junc 70	2	2	1	1	0	7,92	3034,6	150	77,377	1	313,816	318	0,079	0,974
71	Junc 70	Junc 71	3	3	2	2	0	15,94	3050,5	150	0,869	1	33,247	42	0,001	0,627
72	Junc 20	Junc 72	3	5	2	4	-2	4,65	3055,2	150	89,024	1	336,606	318	0,079	1,120
73	Junc 72	Junc 73	3	6	2	5	-3	86,92	3142,1	150	89,024	1	336,606	318	0,079	1,120

Pipa	No junction		Elevasi tanah (m)		Elevasi pipa (m)		Beda Elevasi	Panjang Pipa	Panjang Pipa Kumulatif	Koefisien Kekasaran	Debit Yang Dibawa Pipa	Laju alir asumsi	Diameter pipa perhitungan	Diameter pipa terpilih (IN DIM)	Kontrol Pipa	
	dari	ke	awal	akhir	awal	akhir	meter	meter	meter	PVC	Liter per detik	v (m/detik)	mm	mm	A (m ²)	v (m/detik)
74	Junc 73	Junc 74	6	4	5	3	2	59,73	3201,8	150	87,480	1	333,674	318	0,079	1,101
75	Junc 74	Junc 75	2	3	1	2	-1	34,25	3236,1	150	1,544	1	44,329	48	0,002	0,853
76	Junc 74	Junc 76	3	3	2	2	0	10,10	3246,2	150	85,936	1	330,716	318	0,079	1,082
77	Junc 76	Junc 77	3	3	2	2	0	39,99	3286,2	150	1,544	1	44,329	48	0,002	0,853
78	Junc 76	Junc 78	3	3	2	2	0	36,41	3322,6	150	1,544	1	44,329	48	0,002	0,853
79	Junc 73	Junc 79	3	4	2	3	-1	35,91	3358,5	150	87,480	1	333,674	318	0,079	1,101
80	Junc 79	Junc 80	4	3	3	2	1	34,95	3393,4	150	0,316	1	20,046	22	0,000	0,830
81	Junc 79	Junc 81	3	4	2	3	-1	43,97	3437,4	150	87,164	1	333,071	318	0,079	1,097
82	Junc 81	Junc 82	4	4	3	3	0	30,25	3467,6	150	0,316	1	20,046	22	0,000	0,830
83	Junc 81	Junc 83	4	6	3	5	-2	22,07	3489,7	150	86,849	1	332,467	318	0,079	1,093
84	Junc 83	Junc 84	6	3	5	2	3	29,08	3518,8	150	0,316	1	20,046	22	0,000	0,830
85	Junc 72	Junc 85	6	5	5	4	1	203,91	3722,7	150	89,024	1	336,606	318	0,079	1,120
86	Junc 85	Junc 86	5	3	4	2	2	37,31	3760,0	150	88,779	1	336,141	318	0,079	1,117
87	Junc 86	Junc 87	5	3	4	2	2	49,13	3809,1	150	88,533	1	335,677	318	0,079	1,114
88	Junc 87	Junc 88	3	3	2	2	0	18,29	3827,4	150	88,288	1	335,211	318	0,079	1,111
89	Junc 88	Junc 89	4	3	3	2	1	20,54	3848,0	150	88,043	1	334,745	318	0,079	1,108
90	Junc 89	Junc 90	3	3	2	2	0	13,39	3861,4	150	0,245	1	17,672	22	0,000	0,645
91	Junc 86	Junc 91	3	4	2	3	-1	28,76	3890,1	150	88,515	1	335,642	318	0,079	1,114
92	Junc 91	Junc 92	4	4	3	3	0	45,34	3935,5	150	0,363	1	21,507	22	0,000	0,956
93	Junc 91	Junc 93	4	3	3	2	1	23,53	3959,0	150	88,458	1	335,534	318	0,079	1,113
94	Junc 93	Junc 94	3	2	2	1	1	15,49	3974,5	150	0,057	1	8,496	22	0,000	0,149
95	Junc 93	Junc 95	3	3	2	2	0	37,73	4012,2	150	88,401	1	335,426	318	0,079	1,113
96	Junc 95	Junc 96	3	3	2	2	0	19,11	4031,3	150	0,057	1	8,496	22	0,000	0,149
97	Junc 95	Junc 97	3	3	2	2	0	23,24	4054,6	150	88,256	1	335,150	318	0,079	1,111
98	Junc 97	Junc 98	3	3	2	2	0	18,58	4073,1	150	0,145	1	13,602	22	0,000	0,382
99	Junc 97	Junc 99	3	3	2	2	0	14,49	4087,6	150	88,111	1	334,874	318	0,079	1,109
100	Junc 99	Junc 100	3	2	2	1	1	20,68	4108,3	150	0,145	1	13,602	22	0,000	0,382
101	Junc 99	Junc 101	3	4	2	3	-1	10,41	4118,7	150	87,965	1	334,598	318	0,079	1,107
102	Junc 101	Junc 102	4	3	3	2	1	21,03	4139,8	150	0,145	1	13,602	318	0,079	0,002
103	Junc 102	Junc 103	3	4	2	3	-1	16,96	4156,7	150	87,762	1	334,210	318	0,079	1,105
104	Junc 103	Junc 104	4	3	3	2	1	19,54	4176,3	150	0,204	1	16,102	22	0,000	0,536
105	Junc 85	Junc 105	4	5	3	4	-1	91,32	4267,6	150	88,769	1	336,124	318	0,079	1,117
106	Junc 105	Junc 106	5	5	4	4	0	32,31	4299,9	150	88,232	1	335,106	318	0,079	1,110
107	Junc 106	Junc 107	5	5	4	4	0	33,76	4333,6	150	0,537	1	26,144	32	0,001	0,667
108	Junc 105	Junc 108	5	2	4	1	3	116,85	4450,5	150	88,251	1	335,141	318	0,079	1,111
109	Junc 108	Junc 109	5	2	4	1	3	43,22	4493,7	150	87,186	1	333,113	318	0,079	1,097
110	Junc 109	Junc 110	2	4	1	3	-2	72,26	4566,0	150	86,811	1	332,396	318	0,079	1,093
111	Junc 110	Junc 111	4	3	3	2	1	16,22	4582,2	150	86,425	1	331,655	318	0,079	1,088

Pipa	No junction		Elevasi tanah (m)		Elevasi pipa (m)		Beda Elevasi	Panjang Pipa	Panjang Pipa Kumulatif	Koefisien Kekasaran	Debit Yang Dibawa Pipa	Laju alir asumsi	Diameter pipa perhitungan	Diameter pipa terpilih (IN DIM)	Kontrol Pipa	
	dari	ke	awal	akhir	awal	akhir	meter	meter	meter	PVC	Liter per detik	v (m/detik)	mm	mm	A (m ²)	v (m/detik)
112	Junc 111	Junc 112	3	3	2	2	0	45,24	4627,4	150	0,387	1	22,181	32	0,001	0,480
113	Junc 109	Junc 113	3	3	2	2	0	20,24	4647,7	150	86,899	1	332,564	318	0,079	1,094
114	Junc 113	Junc 114	3	2	2	1	1	60,52	4708,2	150	86,168	1	331,161	318	0,079	1,084
115	Junc 114	Junc 115	2	4	1	3	-2	18,46	4726,7	150	85,691	1	330,244	318	0,079	1,078
116	Junc 115	Junc 116	4	2	3	1	2	51,79	4778,4	150	0,477	1	24,635	32	0,001	0,593
117	Junc 113	Junc 117	2	1	1	0	1	28,20	4806,6	150	86,371	1	331,553	318	0,079	1,087
118	Junc 117	Junc 118	1	4	0	3	-3	61,51	4868,2	150	86,140	1	331,108	318	0,079	1,084
119	Junc 118	Junc 119	4	2	3	1	2	17,50	4885,7	150	85,908	1	330,663	318	0,079	1,081
120	Junc 119	Junc 120	2	4	1	3	-2	55,94	4941,6	150	0,231	1	17,164	22	0,000	0,609
121	Junc 117	Junc 121	4	3	3	2	1	39,90	4981,5	150	85,144	1	329,189	318	0,079	1,072
122	Junc 121	Junc 122	3	1	2	0	2	64,13	5045,6	150	84,695	1	328,320	318	0,079	1,066
123	Junc 122	Junc 123	1	2	0	1	-1	6,17	5051,8	150	84,246	1	327,449	318	0,079	1,060
124	Junc 123	Junc 124	2	4	1	3	-2	50,56	5102,4	150	0,449	1	23,907	32	0,001	0,558
125	Junc 124	Junc 125	4	3	3	2	1	58,25	5160,6	150	83,797	1	326,575	318	0,079	1,055
126	Junc 125	Junc 126	3	3	2	2	0	43,99	5204,6	150	83,348	1	325,698	318	0,079	1,049
127	Junc 126	Junc 127	3	4	2	3	-1	31,72	5236,3	150	0,449	1	23,907	32	0,001	0,558
128	Junc 127	Junc 128	4	3	3	2	1	24,84	5261,2	150	84,188	1	327,336	318	0,079	1,060
129	Junc 128	Junc 129	3	2	2	1	1	71,21	5332,4	150	0,507	1	25,401	32	0,001	0,630
130	Junc 121	Junc 130	2	2	1	1	0	24,45	5356,8	150	84,052	1	327,070	318	0,079	1,058
131	Junc 130	Junc 131	2	2	1	1	0	87,59	5444,4	150	1,093	1	37,290	32	0,001	1,358
132	Junc 130	Junc 132	2	2	1	1	0	201,80	5646,2	150	83,800	1	326,579	318	0,079	1,055
133	Junc 132	Junc 133	2	2	1	1	0	48,50	5694,7	150	83,547	1	326,087	318	0,079	1,052
134	Junc 133	Junc 134	2	3	1	2	-1	9,74	5704,4	150	0,252	1	17,920	22	0,000	0,663
135	Junc 134	Junc 135	3	2	2	1	1	33,77	5738,2	150	83,518	1	326,031	318	0,079	1,051
136	Junc 132	Junc 136	2	1	1	0	1	20,60	5758,8	150	83,518	1	326,031	318	0,079	1,051
137	Junc 136	Junc 137	1	1	0	0	0	10,62	5769,4	150	83,237	1	325,481	318	0,079	1,048
138	Junc 137	Junc 138	1	2	0	1	-1	28,58	5798,0	150	0,281	1	18,920	22	0,000	0,740
139	Junc 137	Junc 139	2	1	1	0	1	25,38	5823,4	150	80,172	1	319,433	318	0,079	1,009
140	Junc 139	Junc 140	1	2	0	1	-1	34,85	5858,2	150	0,281	1	18,920	22	0,000	0,740
141	Junc 136	Junc 141	2	6	1	5	-4	98,87	5957,1	150	83,268	1	325,542	318	0,079	1,048
142	Junc 141	Junc 142	6	4	5	3	2	15,30	5972,4	150	83,018	1	325,053	318	0,079	1,045
143	Junc 142	Junc 143	4	2	3	1	2	96,18	6068,6	150	82,606	1	324,246	318	0,079	1,040
144	Junc 143	Junc 144	2	2	1	1	0	25,77	6094,4	150	82,194	1	323,436	318	0,079	1,034
145	Junc 144	Junc 145	2	3	1	2	-1	84,84	6179,2	150	0,412	1	22,900	32	0,001	0,512
146	Junc 108	Junc 146	3	3	2	2	0	38,10	6217,3	150	87,186	1	333,113	318	0,079	1,097
147	Junc 146	Junc 147	3	2	2	1	1	40,37	6257,7	150	86,743	1	332,265	318	0,079	1,092
148	Junc 147	Junc 148	2	2	1	1	0	44,19	6301,9	150	0,443	1	23,753	32	0,001	0,551
149	Junc 148	Junc 149	2	2	1	1	0	37,30	6339,2	150	0,443	1	23,753	32	0,001	0,551

Pipa	No junction		Elevasi tanah (m)		Elevasi pipa (m)		Beda Elevasi	Panjang Pipa	Panjang Pipa Kumulatif	Koefisien Kekasaran	Debit Yang Dibawa Pipa	Laju alir asumsi	Diameter pipa perhitungan	Diameter pipa terpilih (IN DIM)	Kontrol Pipa	
	dari	ke	awal	akhir	awal	akhir	meter	meter	meter	PVC	Liter per detik	v (m/detik)	mm	mm	A (m ²)	v (m/detik)
150	Junc 146	Junc 150	2	2	1	1	0	80,76	6419,9	150	86,743	1	332,265	318	0,079	1,092
151	Junc 150	Junc 151	2	2	1	1	0	100,95	6520,9	150	86,250	1	331,319	318	0,079	1,086
152	Junc 151	Junc 152	2	3	1	2	-1	116,67	6637,5	150	85,757	1	330,371	318	0,079	1,079
153	Junc 152	Junc 153	3	2	2	1	1	40,85	6678,4	150	85,264	1	329,420	318	0,079	1,073
154	Junc 153	Junc 154	2	1	1	0	1	91,28	6769,7	150	0,493	1	25,050	32	0,001	0,613
155	Junc 151	Junc 155	1	1	0	0	0	28,77	6798,4	150	85,757	1	330,371	318	0,079	1,079
156	Junc 155	Junc 156	1	1	0	0	0	48,22	6846,7	150	0,431	1	23,409	32	0,001	0,535
157	Junc 155	Junc 157	1	1	0	0	0	14,49	6861,2	150	85,326	1	329,540	318	0,079	1,074
158	Junc 157	Junc 158	1	1	0	0	0	29,69	6890,8	150	0,431	1	23,409	32	0,001	0,535
159	Junc 157	Junc 159	1	1	0	0	0	11,86	6902,7	150	84,896	1	328,708	318	0,079	1,068
160	Junc 159	Junc 160	1	1	0	0	0	27,87	6930,6	150	0,431	1	23,409	32	0,001	0,535
161	Junc 159	Junc 161	1	1	0	0	0	6,55	6937,1	150	84,595	1	328,125	318	0,079	1,065
162	Junc 161	Junc 162	1	1	0	0	0	26,42	6963,5	150	0,301	1	19,570	22	0,000	0,791
163	Junc 161	Junc 163	1	2	0	1	-1	8,99	6972,5	150	84,465	1	327,873	318	0,079	1,063
164	Junc 163	Junc 164	2	2	1	1	0	23,44	6996,0	150	0,130	1	12,845	22	0,000	0,341
165	Junc 165	Junc 165	2	2	1	1	0	10,55	7006,5	150	83,272	1	325,550	318	0,079	1,048
166	Junc 165	Junc 166	2	2	1	1	0	23,23	7029,8	150	1,193	1	38,960	42	0,001	0,860
167	Junc 165	Junc 167	2	1	1	0	1	66,73	7096,5	150	1,193	1	38,960	42	0,001	0,860



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

2. Analisis Tekanan

Analisis tekanan (*pressure*) jaringan eksisting digunakan untuk mengetahui tekanan pada jaringan distribusi apakah sesuai standar atau tidak. Berdasarkan hasil analisis jaringan distribusi menggunakan software EPANET 2.0, nilai *pressure* beberapa jaringan ada yang belum memenuhi kriteria. Sehingga hal tersebut mengakibatkan nilai *pressure* pada junction tertentu bernilai negatif, yang berarti bahwa sistem distribusi tidak dapat menyalurkan air menuju daerah tersebut karena sisa tekan kurang dari persyaratan.. Kehilangan tekan atau headloss dapat di analisa menggunakan persamaan Hazen-Williams.

a. Analisa Headloss

No Junction	: J1 menuju J2
Debit air	: 98.559 = 0,098559 m ³ /detik
Koefisien pipa PVC	: 150
Diameter pipa dalam (In Dim)	: 318 mm–12.20 mm
	: 305.8 mm
Laju alir pipa (v)	: 1,4 m/s (Tabel 5.8)

Perhitungan headloss mayor:

$$\Delta H = \left(\frac{Q}{0.2785 \cdot C \cdot D^{2.63}} \right)^{1.85} \times L$$

$$\Delta H = \left(\frac{0.098559 \frac{m^3}{detik}}{0.2785 \times 150 \times (0.3058 m)^{2.63}} \right)^{1.85} \times 66,97 m$$

$$\Delta H = 0,17758 m$$

Perhitungan headloss minor:

$$\begin{aligned} \frac{v^2}{2 \times g} &= \frac{1.2974^2}{2 \times 9.81} \\ &= 0,086 m \end{aligned}$$

Perhitungan headloss aksesoris hampir sama dengan perhitungan headloss minor. Namun pada perhitungan ini di pengaruhi oleh nilai k pada sambungan pipa. Pada node/junction J1 menuju J2 memiliki nilai k sebesar 0.19. Hal

ini dikarenakan adanya sambungan berupa Bend pipa. Berikut adalah persamaan dalam mencari headloss aksesoris

$$H_L = K \frac{v^2}{2g}$$

$$H_L = 0.19 \times \frac{(1,2974 \frac{m}{s})^2}{2 \times 9.81}$$

$$H_L = 0.009 \text{ m}$$

Perhitungan headloss total:

$$\begin{aligned} & \text{headloss mayor} + \text{headloss minor} + \text{headloss aksesoris} \\ &= 0,17758 \text{ m} + 0,086 \text{ m} + 0.009 \text{ m} \\ &= 0.263 \text{ m} \end{aligned}$$

d. Analisis Sisa Tekan

Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.27 Tahun 2016, kriteria tekanan air dalam pipa untuk tekanan minum yaitu sebesar 0,5-1,0 atm sedangkan tekanan minimum yaitu 10 atm (1 atm = 10 meter). Hal itu dapat di artikan bahwa sisa tekan pada pipa haruslah haruslah sama dengan atau lebih besar dari 5 – 10 meter. Berikut merupakan perhitungan sisa tekan pada titik J1.

$$\text{Nomor junction} = J1$$

$$\text{Head pompa} = 60 \text{ meter}$$

$$\text{Elevasi pipa awal} = 9 \text{ m}$$

$$\text{Elevasi pipa akhir} = 6 \text{ m}$$

$$\text{Headloss total} = 0.090 \text{ m}$$

Perhitungan:

$$\begin{aligned} \text{Sisa tekan} &= (\text{Head pompa} + \text{Elevasi pipa Rv}) - (\text{Elevasi pipa} \\ &\quad \text{J1} + \text{Headloss total}) \\ &= (60 \text{ m} + 9 \text{ m}) - (6 \text{ m} + 0.263 \text{ m}) \\ &= 62.74 \text{ m} \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil analisa di atas, maka diperoleh sisa tekan perhitungan manual adalah sebesar 62.74 meter. Sisa tekan tersebut dikatakan memenuhi kriteria Menteri Pekerjaan Umum No.27 Tahun 2016, dimana sisa tekan lebih dari 5 – 10meter. Adapun

hasil perhitungan lengkap dapat dilihat pada **Tabel 5.9**. Hasil Running Epanet 2.0 dapat dilihat pada **Gambar 5.5** jam pemakaian konsumsi air minimum pukul 14:00 dan **Gambar 5.6** jam pemakaian konsumsi puncak pukul 15:00. Pada **Tabel 5.10** sistem jaringan distribusi pada jam pemakaian konsumsi air minimum pukul 14:00.

Tabel 5.9 Hasil Analisa Pressure Epanet 2.0 pada jam 14:00

No Junction	Lokasi		Elevation	Head	Pressure
	Nama Lokasi	Titik Koordinat	m	m	m
Jun 58	PCI Nanas Barat	7°21'12.06"S 112°47'6.28"E	1	60.57	59.57
Jun 67	Perum Tambak Rejo	7°21'31.58"S 112°46'44.14"E	2	60.71	58.71
Jun 69	Alana Regency	7°21'20.48"S 112°46'53.36"E	2	60.71	58.71
Jun 156	Perumahan Central Park Juanda	7°22'12.97"S 112°46'29.15"E	3	56.93	53.93
Jun 167	Pranti	7°22'11.41"S 112°47'6.96"E	2	55.23	53.23
Jun 124	Citra Tropodo	7°21'38.84"S 112°45'16.26"E	4	55.01	51.01
Jun 10	Bungurasih Barat	7°21'3.85"S 112°42'55.51"E	5	55.50	50.50

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Zona tekanan pada sistem jaringan distribusi pada jam pemakaian konsumsi air puncak pukul 17:00 tersaji pada **Tabel 5.11** berikut.

Tabel 5.10 Hasil Analisa Headloss dan Sisa Tekan Pipa Kecamatan Waru

IPA	No junction		Mayor Headloss / Slope (Δh)	Minor Headloss ($V^2/2g$)		Minor Aksesoris ($K \cdot V^2/2g$)	Headloss mayor + minor	Sisa Tekan	EPANET V2.0	Keterangan	EGL	HGL	Galat
	dari	ke	meter	meter	meter	meter	awal	akhir	meter	memenuhi / tidak	meter	meter	persen
1	RV1	Junc 1	0,17758	0,086	0,000	0,263	0,00	62,74	56,32	Memenuhi	62,82	62,74	11,4
2	Junc 1	Junc 2	0,14693	0,078	0,009	0,234	62,74	62,77	56,32	Memenuhi	62,85	62,77	11,4
3	Junc 2	Junc 3	0,10104	0,071	0,008	0,180	62,77	62,82	59,32	Memenuhi	62,90	62,82	5,9
4	Junc 3	Junc 4	0,17112	0,026	0,000	0,197	62,82	62,80	56,32	Memenuhi	62,83	62,80	11,5
5	Junc 1	Junc 5	0,32659	0,065	0,117	0,508	62,80	62,49	56,31	Memenuhi	62,67	62,49	11,0
6	Junc 5	Junc 6	0,11130	0,064	0,007	0,182	62,49	61,82	55,31	Memenuhi	61,89	61,82	11,8
7	Junc 6	Junc 7	0,06118	0,063	0,007	0,131	61,82	64,87	58,31	Memenuhi	64,94	64,87	11,2
8	Junc 7	Junc 8	0,05380	0,062	0,007	0,123	64,87	63,88	57,31	Memenuhi	63,95	63,88	11,5
9	Junc 8	Junc 9	0,06980	0,062	0,007	0,138	63,88	63,86	57,31	Memenuhi	63,93	63,86	11,4
10	Junc 9	Junc 10	0,28167	0,027	0,000	0,308	63,86	63,69	57,19	Memenuhi	63,72	63,69	11,4
11	Junc 5	Junc 11	0,09656	0,086	0,154	0,337	63,69	63,66	57,31	Memenuhi	63,90	63,66	11,1
12	Junc 11	Junc 12	0,31871	0,085	0,153	0,557	63,66	63,44	57,31	Memenuhi	63,68	63,44	10,7
13	Junc 12	Junc 13	0,15000	0,085	0,009	0,244	63,44	62,76	57,31	Memenuhi	62,85	62,76	9,5
14	Junc 13	Junc 14	0,47679	0,025	0,000	0,501	62,76	64,50	58,3	Memenuhi	64,52	64,50	10,6
15	Junc 12	Junc 15	0,13990	0,084	0,009	0,233	64,50	63,77	57,31	Memenuhi	63,86	63,77	11,3
16	Junc 15	Junc 16	0,09945	0,084	0,009	0,193	63,77	64,81	58,31	Memenuhi	64,90	64,81	11,1
17	Junc 16	Junc 17	0,30839	0,083	0,009	0,401	64,81	64,60	58,31	Memenuhi	64,69	64,60	10,8
18	Junc 17	Junc 18	0,19358	0,083	0,000	0,277	64,60	64,72	58,29	Memenuhi	64,81	64,72	11,0
19	Junc 15	Junc 19	3,17699	0,029	0,000	3,206	64,72	61,79	58,28	Memenuhi	61,82	61,79	6,0
20	Junc 11	Junc 20	0,24901	0,064	0,115	0,428	61,79	64,57	56,31	Memenuhi	64,75	64,57	14,7
21	Junc 20	Junc 21	0,16635	0,061	0,007	0,234	64,57	64,77	57,31	Memenuhi	64,83	64,77	13,0
22	Junc 21	Junc 22	0,82245	0,058	0,104	0,984	64,77	64,02	57,3	Memenuhi	64,18	64,02	11,7
23	Junc 22	Junc 23	0,75920	0,033	0,000	0,792	64,02	65,21	58,3	Memenuhi	65,24	65,21	11,8
24	Junc 23	Junc 24	0,07903	0,055	0,098	0,232	65,21	64,77	57,3	Memenuhi	64,92	64,77	13,0
25	Junc 24	Junc 25	0,57552	0,033	0,000	0,608	64,77	65,39	58,3	Memenuhi	65,42	65,39	12,2
26	Junc 24	Junc 26	0,08251	0,054	0,096	0,233	65,39	64,77	57,3	Memenuhi	64,92	64,77	13,0
27	Junc 26	Junc 27	0,06364	0,053	0,095	0,211	64,77	64,79	58,3	Memenuhi	64,94	64,79	11,1
28	Junc 27	Junc 28	0,23511	0,014	0,026	0,275	64,79	65,72	58,3	Memenuhi	65,76	65,72	12,7
29	Junc 27	Junc 29	0,05164	0,052	0,093	0,196	65,72	65,80	59,3	Memenuhi	65,95	65,80	11,0
30	Junc 29	Junc 30	0,41838	0,014	0,000	0,433	65,80	65,57	58,3	Memenuhi	65,58	65,57	12,5
31	Junc 29	Junc 31	0,05034	0,051	0,006	0,107	65,57	65,89	59,3	Memenuhi	65,95	65,89	11,1
32	Junc 31	Junc 32	0,29020	0,014	0,000	0,304	65,70	65,70	58,3	Memenuhi	65,71	65,70	12,7
33	Junc 26	Junc 33	0,10875	0,051	0,091	0,251	65,70	66,75	58,3	Memenuhi	66,89	66,75	14,5
34	Junc 33	Junc 34	0,18236	0,053	0,006	0,241	66,75	66,76	59,3	Memenuhi	66,82	66,76	12,6
35	Junc 34	Junc 35	0,37717	0,051	0,091	0,519	66,76	66,48	59,3	Memenuhi	66,62	66,48	12,1
36	Junc 35	Junc 36	0,04196	0,050	0,091	0,183	66,48	65,82	59,3	Memenuhi	65,96	65,82	11,0

IPA	No junction		Mayor Headloss / Slope (Δh)	Minor Headloss ($V^2/2g$)		Minor Aksesoris ($K \cdot V^2/2g$)	Headloss mayor + minor	Sisa Tekan	EPANET V2.0	Keterangan	EGL	HGL	Galat
	dari	ke	meter	meter	meter	meter	awal	akhir	meter	memenuhi / tidak	meter	meter	persen
37	Junc 36	Junc 37	0,05066	0,050	0,090	0,191	65,82	65,81	59,3	Memenuhi	65,95	65,81	11,0
38	Junc 37	Junc 38	0,44230	0,013	0,000	0,455	65,81	66,54	60,3	Memenuhi	66,56	66,54	10,4
39	Junc 37	Junc 39	0,02348	0,050	0,005	0,079	66,54	65,92	59,3	Memenuhi	65,98	65,92	11,2
40	Junc 39	Junc 40	0,45456	0,013	0,000	0,468	65,92	67,53	60,3	Memenuhi	67,55	67,53	12,0
41	Junc 36	Junc 41	0,08850	0,050	0,090	0,229	67,53	67,77	59,3	Memenuhi	67,91	67,77	14,3
42	Junc 41	Junc 42	0,32054	0,016	0,000	0,336	67,77	67,66	60,3	Memenuhi	67,68	67,66	12,2
43	Junc 41	Junc 43	0,07496	0,050	0,005	0,130	67,66	67,87	59,3	Memenuhi	67,93	67,87	14,5
44	Junc 40	Junc 44	0,28608	0,016	0,000	0,302	67,87	67,70	59,3	Memenuhi	67,71	67,70	14,2
45	Junc 44	Junc 45	0,10200	0,053	0,010	0,165	67,70	67,84	60,3	Memenuhi	67,90	67,84	12,5
46	Junc 35	Junc 46	0,06460	0,052	0,094	0,211	67,84	67,79	60,3	Memenuhi	67,94	67,79	12,4
47	Junc 46	Junc 47	0,06439	0,052	0,094	0,211	67,79	67,79	60,3	Memenuhi	67,94	67,79	12,4
48	Junc 47	Junc 48	0,29719	0,007	0,000	0,305	67,79	67,70	60,3	Memenuhi	67,70	67,70	12,3
49	Junc 47	Junc 49	0,11059	0,052	0,000	0,162	67,70	67,84	59,3	Memenuhi	67,89	67,84	14,4
50	Junc 46	Junc 50	0,12266	0,052	0,093	0,268	67,84	67,73	60,3	Memenuhi	67,88	67,73	12,3
51	Junc 50	Junc 51	0,07202	0,051	0,006	0,129	67,73	67,87	60,3	Memenuhi	67,93	67,87	12,6
52	Junc 51	Junc 52	0,06613	0,051	0,000	0,117	67,87	67,88	60,3	Memenuhi	67,93	67,88	12,6
53	Junc 50	Junc 53	0,07115	0,051	0,091	0,213	67,88	67,79	60,3	Memenuhi	67,93	67,79	12,4
54	Junc 53	Junc 54	0,06934	0,049	0,005	0,124	67,79	67,88	60,3	Memenuhi	67,93	67,88	12,6
55	Junc 54	Junc 55	0,65789	0,032	0,000	0,690	67,88	67,31	60,3	Memenuhi	67,34	67,31	11,6
56	Junc 53	Junc 56	0,08596	0,049	0,009	0,145	67,31	67,86	61,3	Memenuhi	67,91	67,86	10,7
57	Junc 56	Junc 57	0,13207	0,048	0,009	0,190	67,86	66,81	58,3	Memenuhi	66,87	66,81	14,6
58	Junc 57	Junc 58	0,28556	0,018	0,000	0,304	66,81	67,70	59,3	Memenuhi	67,71	67,70	14,2
59	Junc 33	Junc 59	0,22042	0,053	0,095	0,368	67,70	65,63	59,3	Memenuhi	65,78	65,63	10,7
60	Junc 59	Junc 60	0,10288	0,053	0,010	0,165	65,63	66,83	60,3	Memenuhi	66,90	66,83	10,8
61	Junc 60	Junc 61	0,01964	0,052	0,094	0,166	66,83	66,83	59,3	Memenuhi	66,98	66,83	12,7
62	Junc 61	Junc 62	0,09332	0,002	0,000	0,096	66,83	66,90	60,3	Memenuhi	66,91	66,90	11,0
63	Junc 61	Junc 63	0,01960	0,052	0,006	0,078	66,90	66,92	59,3	Memenuhi	66,98	66,92	12,9
64	Junc 63	Junc 64	0,08157	0,002	0,000	0,084	66,92	65,92	59,3	Memenuhi	65,92	65,92	11,2
65	Junc 59	Junc 65	0,12144	0,051	0,091	0,263	65,92	66,74	60,3	Memenuhi	66,88	66,74	10,7
66	Junc 65	Junc 66	0,12671	0,049	0,005	0,182	66,74	65,82	60,3	Memenuhi	65,87	65,82	9,2
67	Junc 66	Junc 67	0,04042	0,048	0,005	0,094	65,82	67,91	60,3	Memenuhi	67,96	67,91	12,6
68	Junc 67	Junc 68	0,39045	0,020	0,000	0,410	67,91	67,59	60,3	Memenuhi	67,61	67,59	12,1
69	Junc 65	Junc 69	0,13631	0,049	0,005	0,191	67,59	66,81	60,3	Memenuhi	66,86	66,81	10,8
70	Junc 69	Junc 70	0,01829	0,048	0,005	0,072	66,81	66,93	57,3	Memenuhi	66,98	66,93	16,8
71	Junc 70	Junc 71	0,17264	0,020	0,000	0,193	66,93	65,81	57,3	Memenuhi	65,83	65,81	14,8
72	Junc 20	Junc 72	0,01392	0,064	0,115	0,193	65,81	63,81	59,3	Memenuhi	63,99	63,81	7,6
73	Junc 72	Junc 73	0,26027	0,064	0,115	0,439	63,81	62,56	59,3	Memenuhi	62,74	62,56	5,5

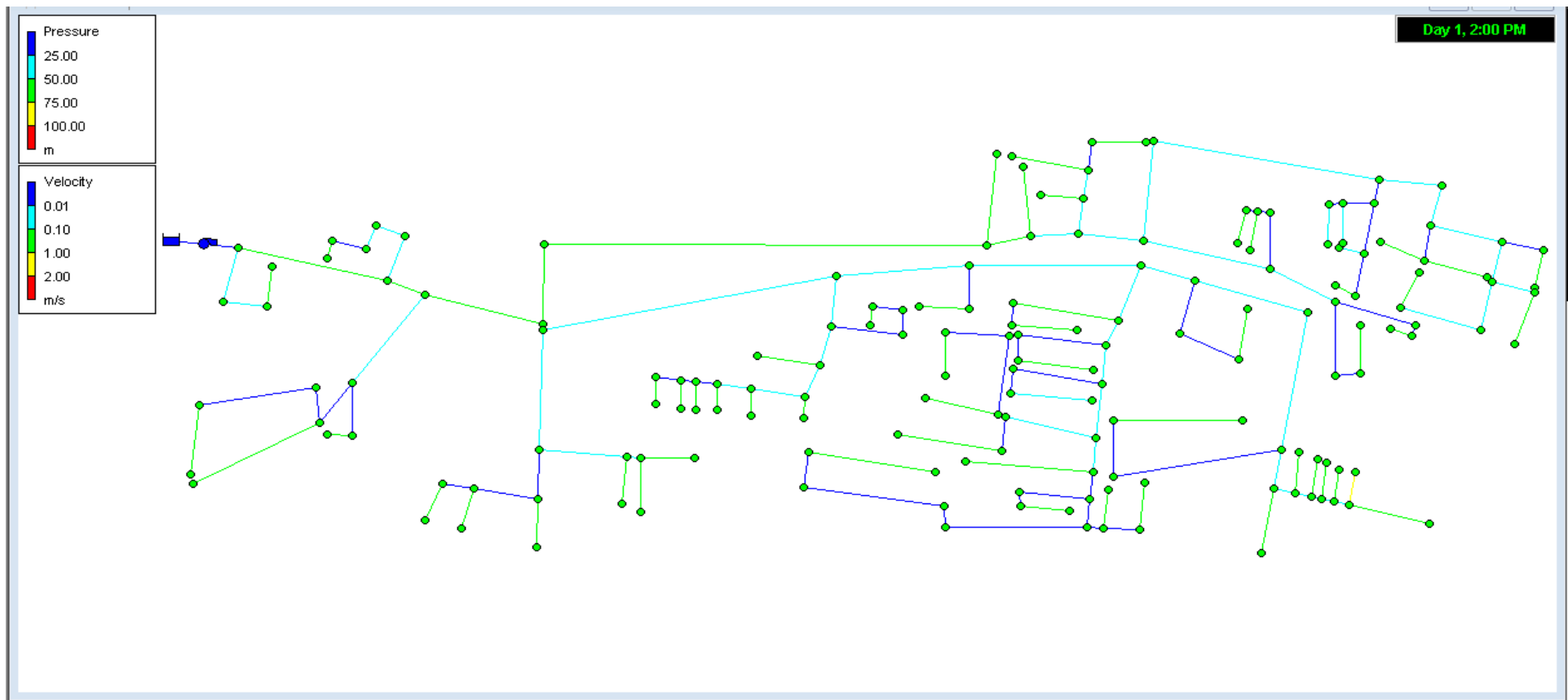
IPA	No junction		Mayor Headloss / Slope (Δh)	Minor Headloss ($V^2/2g$)		Minor Aksesoris ($K \cdot V^2/2g$)	Headloss mayor + minor	Sisa Tekan	EPANET V2.0	Keterangan	EGL	HGL	Galat
	dari	ke	meter	meter	meter	meter	awal	akhir	meter	memenuhi / tidak	meter	meter	persen
74	Junc 73	Junc 74	0,17315	0,062	0,111	0,346	62,56	64,65	59,3	Memenuhi	64,83	64,65	9,0
75	Junc 74	Junc 75	0,56181	0,037	0,000	0,599	64,65	65,40	59,24	Memenuhi	65,44	65,40	10,4
76	Junc 74	Junc 76	0,02833	0,060	0,107	0,195	65,40	65,80	59,24	Memenuhi	65,97	65,80	11,1
77	Junc 76	Junc 77	0,65596	0,037	0,000	0,693	65,80	65,31	58,3	Memenuhi	65,34	65,31	12,0
78	Junc 76	Junc 78	0,59724	0,037	0,000	0,634	65,31	65,37	59,27	Memenuhi	65,40	65,37	10,3
79	Junc 73	Junc 79	0,10410	0,062	0,111	0,277	65,37	64,72	58,3	Memenuhi	64,90	64,72	11,0
80	Junc 79	Junc 80	1,35533	0,035	0,000	1,390	64,72	64,61	58,3	Memenuhi	64,64	64,61	10,8
81	Junc 79	Junc 81	0,12662	0,061	0,110	0,298	64,61	64,70	58,3	Memenuhi	64,87	64,70	11,0
82	Junc 81	Junc 82	1,17307	0,035	0,000	1,208	64,70	63,79	58,3	Memenuhi	63,83	63,79	9,4
83	Junc 81	Junc 83	0,06313	0,061	0,007	0,131	63,79	62,87	57,3	Memenuhi	62,94	62,87	9,7
84	Junc 83	Junc 84	1,12769	0,035	0,000	1,163	62,87	64,84	58,3	Memenuhi	64,87	64,84	11,2
85	Junc 72	Junc 85	0,61059	0,064	0,115	0,790	64,84	63,21	59,3	Memenuhi	63,39	63,21	6,6
86	Junc 85	Junc 86	0,11115	0,064	0,115	0,289	63,21	65,71	59,3	Memenuhi	65,89	65,71	10,8
87	Junc 86	Junc 87	0,14562	0,063	0,007	0,216	65,71	65,78	59,3	Memenuhi	65,85	65,78	10,9
88	Junc 87	Junc 88	0,05393	0,063	0,007	0,124	65,78	65,88	59,3	Memenuhi	65,95	65,88	11,1
89	Junc 88	Junc 89	0,06026	0,063	0,007	0,130	65,88	65,87	58,3	Memenuhi	65,94	65,87	13,0
90	Junc 89	Junc 90	0,32552	0,021	0,000	0,347	65,87	65,65	59,26	Memenuhi	65,67	65,65	10,8
91	Junc 86	Junc 91	0,08521	0,063	0,114	0,262	65,65	64,74	59,3	Memenuhi	64,91	64,74	9,2
92	Junc 91	Junc 92	2,28139	0,047	0,000	2,328	64,74	62,67	60,3	Memenuhi	62,72	62,67	3,9
93	Junc 91	Junc 93	0,06963	0,063	0,114	0,247	62,67	65,75	59,3	Memenuhi	65,93	65,75	10,9
94	Junc 93	Junc 94	0,02499	0,001	0,000	0,026	65,75	66,97	60,3	Memenuhi	66,98	66,97	11,1
95	Junc 93	Junc 95	0,11152	0,063	0,114	0,288	66,97	65,71	59,3	Memenuhi	65,89	65,71	10,8
96	Junc 95	Junc 96	0,03083	0,001	0,000	0,032	65,71	65,97	60,3	Memenuhi	65,97	65,97	9,4
97	Junc 95	Junc 97	0,06848	0,063	0,113	0,245	65,97	65,76	59,3	Memenuhi	65,93	65,76	10,9
98	Junc 97	Junc 98	0,17133	0,007	0,000	0,179	65,76	65,82	60,3	Memenuhi	65,83	65,82	9,2
99	Junc 97	Junc 99	0,04257	0,063	0,113	0,218	65,82	65,78	59,3	Memenuhi	65,96	65,78	10,9
100	Junc 99	Junc 100	0,19070	0,007	0,000	0,198	65,78	66,80	60,3	Memenuhi	66,81	66,80	10,8
101	Junc 99	Junc 101	0,03049	0,062	0,112	0,205	66,80	64,79	59,3	Memenuhi	64,97	64,79	9,3
102	Junc 101	Junc 102	0,00000	0,000	0,000	0,000	64,79	66,00	60,3	Memenuhi	66,00	66,00	9,5
103	Junc 102	Junc 103	0,04946	0,062	0,007	0,118	66,00	64,88	57,3	Memenuhi	64,95	64,88	13,2
104	Junc 103	Junc 104	0,33655	0,015	0,000	0,351	64,88	65,65	57,3	Memenuhi	65,66	65,65	14,6
105	Junc 85	Junc 105	0,27200	0,064	0,115	0,450	65,65	63,55	57,3	Memenuhi	63,73	63,55	10,9
106	Junc 105	Junc 106	0,09516	0,063	0,007	0,165	63,55	63,84	57,3	Memenuhi	63,90	63,84	11,4
107	Junc 106	Junc 107	0,56446	0,023	0,000	0,587	63,84	63,41	57,3	Memenuhi	63,44	63,41	10,7
108	Junc 105	Junc 108	0,34429	0,063	0,113	0,520	63,41	66,48	58,27	Memenuhi	66,66	66,48	14,1
109	Junc 108	Junc 109	0,12451	0,061	0,110	0,296	66,48	66,70	59,27	Memenuhi	66,88	66,70	12,5
110	Junc 109	Junc 110	0,20652	0,061	0,007	0,274	66,70	64,73	59,26	Memenuhi	64,79	64,73	9,2
111	Junc 110	Junc 111	0,04598	0,060	0,007	0,113	64,73	65,89	58,3	Memenuhi	65,95	65,89	13,0

IPA	No junction		Mayor Headloss / Slope (Δh)	Minor Headloss ($V^2/2g$)		Minor Aksesoris ($K \cdot V^2/2g$)	Headloss mayor + minor	Sisa Tekan	EPANET V2.0	Keterangan	EGL	HGL	Galat
	dari	ke	meter	meter	meter	meter	awal	akhir	meter	memenuhi / tidak	meter	meter	persen
112	Junc 111	Junc 112	0,41149	0,012	0,000	0,423	65,89	65,58	58,3	Memenuhi	65,59	65,58	12,5
113	Junc 109	Junc 113	0,05795	0,061	0,007	0,126	65,58	65,87	58,3	Memenuhi	65,94	65,87	13,0
114	Junc 113	Junc 114	0,17060	0,060	0,007	0,237	65,87	66,76	59,3	Memenuhi	66,83	66,76	12,6
115	Junc 114	Junc 115	0,05151	0,059	0,007	0,117	66,76	64,88	58,3	Memenuhi	64,95	64,88	11,3
116	Junc 115	Junc 116	0,69483	0,018	0,000	0,713	64,88	66,29	58,3	Memenuhi	66,31	66,29	13,7
117	Junc 113	Junc 117	0,07984	0,060	0,108	0,248	66,29	67,75	58,3	Memenuhi	67,92	67,75	16,2
118	Junc 117	Junc 118	0,17329	0,060	0,007	0,240	67,75	64,76	58,3	Memenuhi	64,83	64,76	11,1
119	Junc 118	Junc 119	0,04906	0,060	0,066	0,175	64,76	66,83	58,3	Memenuhi	66,95	66,83	14,6
120	Junc 119	Junc 120	1,22085	0,019	0,000	1,240	66,83	63,76	58,3	Memenuhi	63,78	63,76	9,4
121	Junc 117	Junc 121	0,11001	0,059	0,105	0,274	63,76	65,73	58,3	Memenuhi	65,89	65,73	12,7
122	Junc 121	Junc 122	0,17510	0,058	0,104	0,337	65,73	67,66	58,18	Memenuhi	67,82	67,66	16,3
123	Junc 122	Junc 123	0,01668	0,057	0,103	0,177	67,66	66,82	58,3	Memenuhi	66,98	66,82	14,6
124	Junc 123	Junc 124	0,60698	0,016	0,000	0,623	66,82	64,38	59,3	Memenuhi	64,39	64,38	8,6
125	Junc 124	Junc 125	0,15594	0,057	0,006	0,219	64,38	65,78	59,28	Memenuhi	65,84	65,78	11,0
126	Junc 125	Junc 126	0,11660	0,056	0,006	0,179	65,78	65,82	59,3	Memenuhi	65,88	65,82	11,0
127	Junc 126	Junc 127	0,38080	0,016	0,000	0,397	65,82	64,60	59,3	Memenuhi	64,62	64,60	8,9
128	Junc 127	Junc 128	0,06707	0,057	0,006	0,131	64,60	65,87	59,3	Memenuhi	65,93	65,87	11,1
129	Junc 128	Junc 129	1,07002	0,020	0,000	1,090	65,87	65,91	60,27	Memenuhi	65,93	65,91	9,4
130	Junc 121	Junc 130	0,06582	0,057	0,103	0,226	65,91	66,77	59,3	Memenuhi	66,93	66,77	12,6
131	Junc 130	Junc 131	5,45625	0,094	0,000	5,550	66,77	61,45	59,3	Memenuhi	61,54	61,45	3,6
132	Junc 130	Junc 132	0,54025	0,057	0,102	0,699	61,45	66,30	60,3	Memenuhi	66,46	66,30	10,0
133	Junc 132	Junc 133	0,12912	0,056	0,006	0,192	66,30	66,81	59,3	Memenuhi	66,87	66,81	12,7
134	Junc 133	Junc 134	0,24935	0,022	0,002	0,274	66,81	65,73	59,3	Memenuhi	65,75	65,73	10,8
135	Junc 134	Junc 135	0,08985	0,056	0,000	0,146	65,73	66,85	60,3	Memenuhi	66,91	66,85	10,9
136	Junc 132	Junc 136	0,05481	0,056	0,101	0,212	66,85	67,79	60,3	Memenuhi	67,95	67,79	12,4
137	Junc 136	Junc 137	0,02808	0,056	0,101	0,185	67,79	67,82	60,3	Memenuhi	67,97	67,82	12,5
138	Junc 137	Junc 138	0,89459	0,028	0,000	0,922	67,82	66,08	60,29	Memenuhi	66,11	66,08	9,6
139	Junc 137	Junc 139	0,06260	0,052	0,006	0,120	66,08	67,88	59,3	Memenuhi	67,94	67,88	14,5
140	Junc 139	Junc 140	1,09085	0,028	0,000	1,119	67,88	65,88	60,3	Memenuhi	65,91	65,88	9,3
141	Junc 136	Junc 141	0,26159	0,056	0,006	0,324	65,88	62,68	60,3	Memenuhi	62,74	62,68	3,9
142	Junc 141	Junc 142	0,04026	0,056	0,006	0,102	62,68	64,90	60,3	Memenuhi	64,96	64,90	7,6
143	Junc 142	Junc 143	0,25074	0,055	0,006	0,312	64,90	66,69	60,28	Memenuhi	66,75	66,69	10,6
144	Junc 143	Junc 144	0,06656	0,055	0,006	0,127	66,69	66,87	57,3	Memenuhi	66,93	66,87	16,7
145	Junc 144	Junc 145	0,86844	0,013	0,000	0,882	66,87	65,12	59,3	Memenuhi	65,13	65,12	9,8
146	Junc 108	Junc 146	0,10976	0,061	0,110	0,282	65,12	65,72	59,3	Memenuhi	65,89	65,72	10,8
147	Junc 146	Junc 147	0,11521	0,061	0,007	0,183	65,72	66,82	59,3	Memenuhi	66,88	66,82	12,7
148	Junc 147	Junc 148	0,51791	0,015	0,002	0,535	66,82	66,46	58,3	Memenuhi	66,48	66,46	14,0
149	Junc 148	Junc 149	0,43716	0,015	0,000	0,453	66,46	66,55	58,3	Memenuhi	66,56	66,55	14,1

IPA	No junction		Mayor Headloss / Slope (Δh)	Minor Headloss ($V^2/2g$)		Minor Aksesoris ($K \cdot V^2/2g$)	Headloss mayor + minor	Sisa Tekan	EPANET V2.0	Keterangan	EGL	HGL	Galat
	dari	ke	meter	meter	meter	meter	awal	akhir	meter	memenuhi / tidak	meter	meter	persen
150	Junc 146	Junc 150	0,23048	0,061	0,007	0,298	66,55	66,70	58,3	Memenuhi	66,77	66,70	14,4
151	Junc 150	Junc 151	0,28507	0,060	0,108	0,453	66,70	66,55	59,3	Memenuhi	66,71	66,55	12,2
152	Junc 151	Junc 152	0,32598	0,059	0,007	0,392	66,55	65,61	60,29	Memenuhi	65,67	65,61	8,8
153	Junc 152	Junc 153	0,11293	0,059	0,006	0,178	65,61	66,82	58,3	Memenuhi	66,89	66,82	14,6
154	Junc 153	Junc 154	1,30282	0,019	0,000	1,322	66,82	66,68	59,22	Memenuhi	66,70	66,68	12,6
155	Junc 151	Junc 155	0,08039	0,059	0,107	0,247	66,68	67,75	59,3	Memenuhi	67,92	67,75	14,3
156	Junc 155	Junc 156	0,53546	0,015	0,000	0,550	67,75	67,45	60,3	Memenuhi	67,46	67,45	11,9
157	Junc 155	Junc 157	0,04011	0,059	0,106	0,205	67,45	67,80	59,3	Memenuhi	67,96	67,80	14,3
158	Junc 157	Junc 158	0,32969	0,015	0,000	0,344	67,80	67,66	60,3	Memenuhi	67,67	67,66	12,2
159	Junc 157	Junc 159	0,03252	0,058	0,105	0,195	67,66	67,80	59,3	Memenuhi	67,97	67,80	14,3
160	Junc 159	Junc 160	0,30948	0,015	0,000	0,324	67,80	67,68	60,3	Memenuhi	67,69	67,68	12,2
161	Junc 159	Junc 161	0,01784	0,058	0,104	0,180	67,68	67,82	59,3	Memenuhi	67,98	67,82	14,4
162	Junc 161	Junc 162	0,93730	0,032	0,000	0,969	67,82	67,03	60,3	Memenuhi	67,06	67,03	11,2
163	Junc 161	Junc 163	0,02442	0,058	0,104	0,186	67,03	66,81	60,3	Memenuhi	66,98	66,81	10,8
164	Junc 163	Junc 164	0,17482	0,006	0,000	0,181	66,81	66,82	60,24	Memenuhi	66,83	66,82	10,9
165	Junc 165	Junc 165	0,02792	0,056	0,101	0,185	66,82	66,82	60,19	Memenuhi	66,97	66,82	11,0
166	Junc 165	Junc 166	0,45262	0,038	0,000	0,490	66,82	66,51	60,19	Memenuhi	66,55	66,51	10,5
167	Junc 165	Junc 167	1,30019	0,038	0,000	1,338	66,51	66,66	60,19	Memenuhi	66,70	66,66	10,8

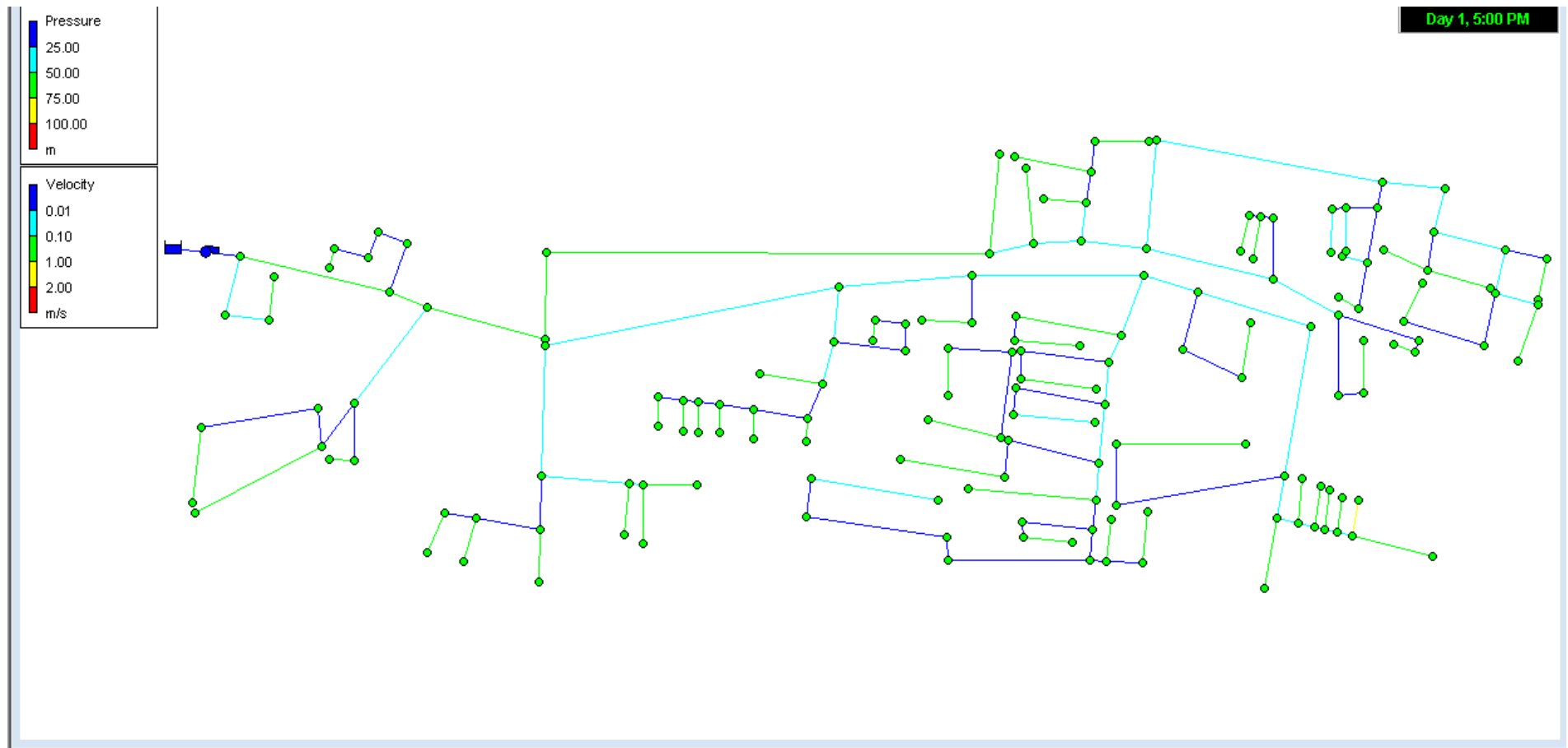
Sumber: Hasil Analisis, 2022

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A



Gambar 5.5 Hasil Running Epanet Kondisi Eksisting Zona Pelayanan Kecamatan Waru Puul 14:00

Sumber: Hasil Analisis, 2022



Gambar 5.6 Hasil Running Epanet Kondisi Eksisting Zona Pelayanan Kecamatan Waru Puul 17:00

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Tabel 5.11 Hasil Analisa Pressure Epanet 2.0 pada jam 17:00

No Juction	Lokasi		Elevation	Head	Pressure
	Nama Lokasi	Titik Koordinat	m	m	m
Jun 58	PCI Nanas Barat	7°21'12.06"S 112°47'6.28"E	1	61.32	60.32
Jun 67	Perum Tambak Rejo	7°21'31.58"S 112°46'44.14"E	2	61.40	59.40
Jun 139	Juanda Regency	7°22'10.43"S 112°45'56.28"E	2	61.40	59.40
Jun 142	Griya Pabean I	7°22'5.99"S 112°45'16.34"E	2	61.40	59.40
Jun 6	Bungurasih Barat	7°20'57.05"S 112°43'13.80"E	7	61.68	54.68
Jun 124	Citra Tropodo	7°21'38.84"S 112°45'16.26"E	4	58.06	54.06
Jun 10	Bungurasih Barat	7°21'3.85"S 112°42'55.51"E	5	58.34	53.34

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Hasil running software Epanet 2.0 menunjukkan bahwa pressure zona pelayanan Kecamatan Waru pada jam pemakaian konsumsi air minimum pukul 14:00 tekanan air dalam pipa paling minimum yaitu 50.50 m sedangkan tekanan air dalam pipa paling besar yaitu 59.97 m. pressure zona pelayanan Kecamatan Waru pada jam pemakaian konsumsi air puncak pukul 17:00 tekanan air dalam pipa paling minimum yaitu 53.34 m, sedangkan tekanan air dalam pipa paling besar yaitu 60.32 m. Pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.27 Tahun 2016, kriteria tekanan air dalam pipa untuk tekanan minum yaitu sebesar 0,5-1,0 atm (1 atm = 10 meter). Maka tekanan air dalam pipa pada zona pelayanan Kecamatan Taman pada jam air minum maupun jam air puncak melebihi kriteria batas minimum sisa tekan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.27 Tahun 2016. Mengatur tekanan air dalam pipa salah satu dapat mengatasi penurunan tingkat kehilangan air (Mustafidah, 2019). Pada (BPPSPAM Departemen Pekerjaan Umum)

menjelaskan jika tekanan air yang berlebihan dapat menyebabkan rasa sakit karena terkena pancaran air, merusak peralatan plambing, dan menambah kemungkinan timbulnya pukulan air.

b. Analisis Kecepatan Air dalam Pipa

Analisis kecepatan air dalam pipa (velocity) jaringan eksisting digunakan untuk mengetahui laju alir pada jaringan distribusi apakah sesuai kriteria atau tidak. Adapun zona kecepatan air pada sistem jaringan distribusi jam pemakaian konsumsi air minimum pukul 14:00 tersaji pada **Tabel 5.12**.

Tabel 5.12 Hasil Analisis Velocity Epanet 2.0 Pada Jam 14:00

No Junction	Lokasi		Flow l/s	Velocity (m/s)
	Nama Lokasi	Titik Koordinat		
Jun 166	Pranti	7°21'59.59"S 112°47'2.78"E	0.60	1.58
Jun 154	Garden Dian Regency	7°21'47.79"S 112°46'29.80"E	0.30	0.37
Jun 167	Pranti	7°22'11.41"S 112°47'6.96"E	0.60	0.43
Jun 158	Perumahan Gate Garden Juanda 2	7°21'54.52"S 112°46'40.21"E	0.24	0.30
Jun 22	Rewwin	7°20'56.55"S 112°44'44.97"E	10.69	0..13
Jun 6	Bungurasih Barat	7°20'57.05"S 112°43'13.80"E	1.02	0.01
Jun 51	Pci Melon Utara	7°21'4.21"S 112°47'34.05"E	0.48	0.01

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Zona kecepatan pada sistem jaringan distribusi pada jam pemakaian konsumsi air puncak pukul 17:00 tersaji pada **Tabel 5.13**.

Tabel 5.13 Hasil Analisis Velocity Epanet 2.0 Pada Jam 17:00

No Junction	Lokasi		Flow l/s	Velocity (m/s)
	Nama Lokasi	Titik Koordinat		
Jun 166	Pranti	7°21'59.59"S 112°47'2.78"E	0.45	1.18

No Junction	Lokasi		Flow l/s	Velocity (m/s)
	Nama Lokasi	Titik Koordinat		
Jun 162	Juanda Residence 1	7°21'58.49"S 112°46'49.03"E	0.14	0.36
Jun 158	Perumahan Gate Garden Juanda 2	7°21'54.52"S 112°46'40.21"E	0.18	0.22
Jun 50	Pci Manggis Dan Pondok Surya	7°21'1.52"S 112°47'23.93"E	1.98	0.02
Jun 35	Waru-Juanda	7°20'45.25"S 112°46'56.88"E	2.47	0.03
Jun 53	Pci Melon Utara	7°21'9.63"S 112°47'22.71"E	1.62	0.02

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Hasil running software Epanet 2.0 menunjukkan bahwa Velocity zona pelayanan Kecamatan Waru pada jam pemakaian konsumsi air minimum pukul 14:00 kecepatan aliran air dalam pipa paling minimum yaitu 0.01 m/s, sedangkan kecepatan aliran air dalam pipa paling besar yaitu 1.58 m/s. Velocity zona pelayanan Kecamatan Waru pada jam pemakaian konsumsi air puncak pukul 17:00 kecepatan aliran air dalam pipa paling minimum yaitu 0.02 m/s, sedangkan kecepatan aliran air dalam pipa paling besar yaitu lebih dari 1.18 m/s. Pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.27 Tahun 2016, kriteria kecepatan aliran air dalam pipa untuk kecepatan minum yaitu sebesar 0,3-0,6 m.det, sedangkan kecepatan maksimum yaitu 3,0-4,5 m/det. Maka tekanan air dalam pipa pada zona pelayanan Kecamatan Waru pada jam air minimum masih dibawah kriteria Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.27 Tahun 2016, pada jam air puncak sesuai dengan kriteria Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.27 Tahun 2016. Kecepatan aliran air yang terlampau tinggi akan dapat menambah kemungkinan timbulnya pukulan air, menimbulkan suara berisik, dan kadang-kadang menyebabkan ausnya permukaan dalam dari pipa (BPPSPAM Departemen Pekerjaan Umum).

5.2.2 Evaluasi Aspek Kelembagaan Menggunakan Metode Badan Peningkatan Penyelenggaraan Sistem Penyediaan Air Minum (BPPSPAM)

PERUMDA Delta Tirta merupakan pengelola sistem pengelolaan air minum di Kabupaten Sidoarjo dan perusahaan air minum milik daerah Kabupaten Sidoarjo yang bertanggung jawab pada tersedianya air bersih di Kabupaten Sidoarjo. Secara kelembagaan Kabupaten Sidoarjo merupakan pusat pelayanan dan Operasional PERUMDA yang bertanggung jawab atas terlayannya air bersih pada masing-masing cabang.

Pada penilaian kinerja aspek kelembagaan bertujuan untuk memperkirakan tingkat pembelajaran dan inovasi pada pengelolaan PERUMDA. Penilaian kinerja aspek kelembagaan meliputi pada perhitungan indikator rasio pegawai terhadap pelanggan, rasio diklat pegawai, dan rasio beban diklat terhadap beban pegawai.

1. Rasio terhadap pelanggan

Rasio terhadap pelanggan bertujuan untuk mengetahui tingkat efisiensi dan efektifitas penggunaan tenaga kerja dalam memberikan pelayanan terhadap pelanggan. Berikut indikator rasio pegawai terhadap pelanggan.

$$\text{Rasio Pegawai Terhadap Pelanggan} = \frac{\text{jumlah pegawai}}{\left(\frac{\text{jumlah pelanggan}}{1000}\right)}$$

$$\text{Rasio Pegawai Terhadap Pelanggan} = \frac{644}{\left(\frac{106.823}{1000}\right)}$$

$$\text{Rasio Pegawai Terhadap Pelanggan} = 6$$

Jumlah seluruh pegawai PERUMDA Delta Tirta berjumlah 644 pegawai, dengan jumlah seluruh pelanggan berjumlah 106.823 pelanggan atau sambungan rumah.. indikator rasio terhadap pegawai didapatkan 6 dengan nilai standart menurut BPPSPAM sebesar 5, maka dapat disimpulkan bahwa rasio pegawai terhadap pegawai dikategorikan baik dan efisiensi dalam memberikan pelayanan terhadap pelanggan.

2. Rasio diklat pegawai

Rasio diklat pegawai bertujuan untuk mengukur kepedulian perusahaan terhadap upaya meningkatkan efektifitas pegawai. Berikut indikator rasio diklat pegawai.

$$\text{Rasio Diklat Pegawai} = \frac{\text{jumlah pegawai yang mengikuti diklat}}{\text{jumlah pegawai}} \times 100 \%$$

$$\text{Rasio Diklat Pegawai} = \frac{150}{644} \times 100 \%$$

$$\text{Rasio Diklat Pegawai} = 23\%$$

Jumlah seluruh pegawai PERUMDA Delta Tirta berjumlah 644 pegawai, dengan jumlah pegawai yang mengikuti diklat 150 pegawai pada bulan januari sampai september. indikator rasio diklat pegawai didapatkan 23% dengan nilai standart menurut BPPSPAM sebesar 2, maka dapat disimpulkan rasio diklat pegawai bahwa perusahaan peduli terhadap upaya meningkatkan efektifitas pegawai, akan tetapi baru sebagian dari pegawai yang mengikuti diklat, sehingga perlu adanya kerataan dan konsistensi dalam memberikan kesempatan pegawai mengikuti pelatihan dan diklat.

3. Rasio beban diklat

Rasio beban diklat bertujuan untuk mengukur upaya perusahaan dalam meningkatkan kopetensi pegawai. Rumus BPPSPAM sebagai berikut :

$$\text{Rasio Biaya Diklat} = \frac{\text{Biaya diklat pegawai}}{\text{jumlah biaya pegawai}} \times 100 \%$$

Hasil wawancara yang telah dilakukan bahwa diklat atau pelatihan yang diikuti oleh pegawai PERUMDA Delta Tirta tidak adanya jumlah biaya diklat atau pelatihan, dengan kata lain bahwa diklat atau pelatihan yang diikuti free (Rp. 0) tanpa biaya. Maka dapat disimpulkan bahwa nilai standart menurut BPPSPAM sebesar 1. PERUMDA Delta Tirta telah mengapresiasi dalam mengupayakan pegawai mengikuti diklat atau pelatihan.

5.3 Desain Ulang Jaringan Distribusi PERUMDA Delta Tirta Zona Pelayanan Instalasi Pengolahan Air (IPA) Tawangsari

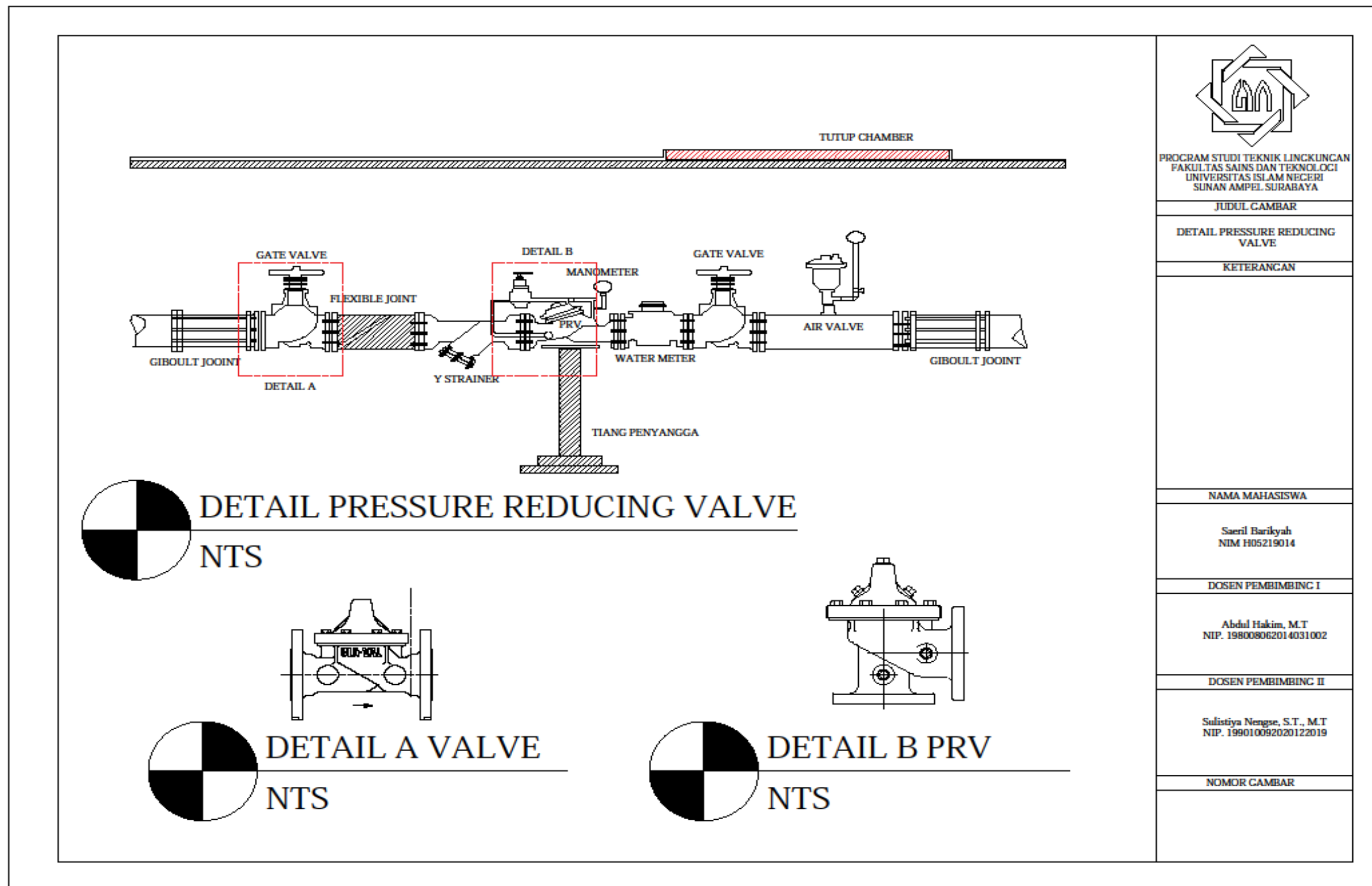
Desain ulang jaringan distribusi PERUMDA Delta Tirta Zona pelayanan Instalansi Pengolahan Air (IPA) Tawangsari dengan 2 sskenario desain. **Skenario 1** dengan menentukan jenis valve, PRV, Tee, Ellbow berdasarkan faktor tekanan air dalam pipa dan kecepatan air dalam pipa. Adapun desain ulang **sekenario 1** jaringan distribusi PERUMDA Delta Tirta Zona pelayanan Instalansi Pengolahan Air (IPA) Tawangsari dengan tipe valve 300 mm, PRV 300 mm, tee 300 mm, dan Elbow 300 mm. Sedangkan **Skenario 2** pada jaringan distribusi PERUMDA Delta Tirta Zona pelayanan Instalansi Pengolahan Air (IPA) Tawangsari dengan pergantian pompa. Pada zona Kecamatan Taman pergantian pompa dengan merek Kecamatan Taman pergantian pompa dengan tipe pompa centrifugal dengan max head 40 m dan zona pelayanan Kecamatan Waru dengan tipe pompa centrifugal dengan max head 24 m.

Gambar 5.7 merupakan detail distric meter area dengan prinsip kerja yaitu memutar baut penyetalan pilot searah jarum jam, pendorong pilot didorong kebawah menyebabkan penurunan tekanan di ruang kontrol atas katup ini menghasilkan pembukaan katup secara bertahap dan pengisian saluran konsumen tekanan hilir menjadi stabil di zona, ketika permintaan air konsumen berkurang pilot segera merenspon bergerak sedikit ke atas tekanan di ruang kontrol atas meningkat dan katup menutup sedikit pengoperasian katup menjadi stabil, pengurangan tambahan dalam permintaan konsumen menghasilkan peningkatan tambahan tekanan dn pengurangan lebih lanjut dari aliran sistem. Ketika permintaan meningkat lagi pilot merenspon relatif terhadap tingkat permintaan pendorong bergerak ke bawah katup secara bertahap terbuka dan tekanan tetap stabil. Maka, prinsip kerja ini yaitu aliran melalui katup adalah memastikan pasokan air terus menerus bahkan jika tekanan berada di bawah tingkat yang diinginkan ketika tekanan naik maka katup merenspon dengan secara bertahap menutup sedikit sehingga mempertahankan tekanan yang konstan.

Gambar 5.8 merupakan detail pompa sentrifugal dengan pompa sentrifugal memiliki prinsip kerja mengkonversikan energi mekanik menjadi kecepatan fluida selanjutnya energi kecepatan fluida diubah menjadi energi tekanan keluar dari pompa. Cara kerja pompa sentrifugal adalah sebagai berikut: cairan masuk ke impeller dengan arah aksial melalui mata impeller (impeller eye) dan bergerak ke arah radial diantara sudu-sudu impeller (impeller vanes) hingga cairan tersebut keluar dari diameter luar impeller, zat cair mengalir dari tengah impeller keluar melalui saluran diantara sudu dan meninggalkan impeller dengan kecepatan tinggi. Kemudian mengalir melalui saluran yang penampangnya semakin besar, sehingga terjadi perubahan dari head kecepatan menjadi head tekanan. Maka zat cair yang keluar dari flens pompa head totalnya menjadi besar. Penghisapan terjadi karena setelah zat cair yang dilemparkan impeller, ruang diantara sudu-sudu menjadi vakum sehingga zat cair akan terhisap masuk (Wardianto, 2018).

Adapun detail gambar diameter pipa pada desain ulang skenario 1 jaringan distribusi PERUMDA Delta Tirta Zona pelayanan Instalansi Pengolahan Air (IPA) Tawangsari dapat dilihat pada **Gambar 5.9** dan **Gambar 5.10**.

UIN SUNAN AMPEL
SURABAYA



PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUNAN AMPEL SURABAYA

JUDUL GAMBAR

DETAIL PRESSURE REDUCING
VALVE

KETERANGAN

NAMA MAHASISWA

Saeril Barikyah
NIM H05219014

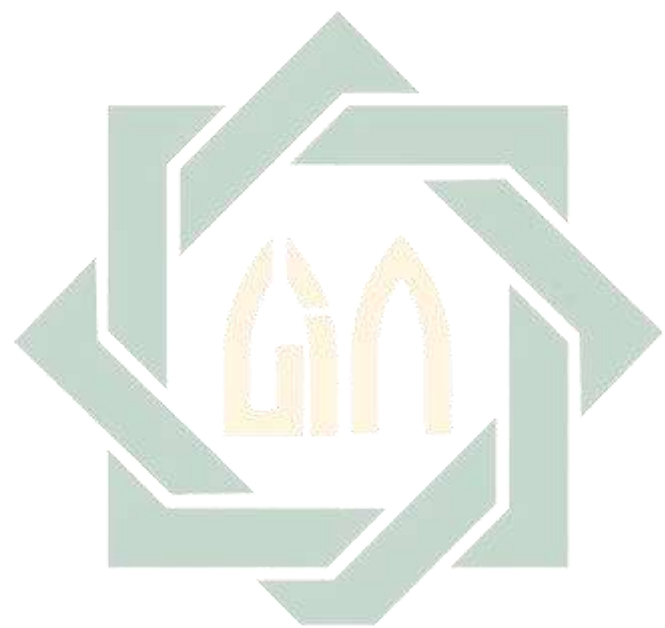
DOSEN PEMBIMBING I

Abdul Hakim, M.T
NIP. 198008062014031002

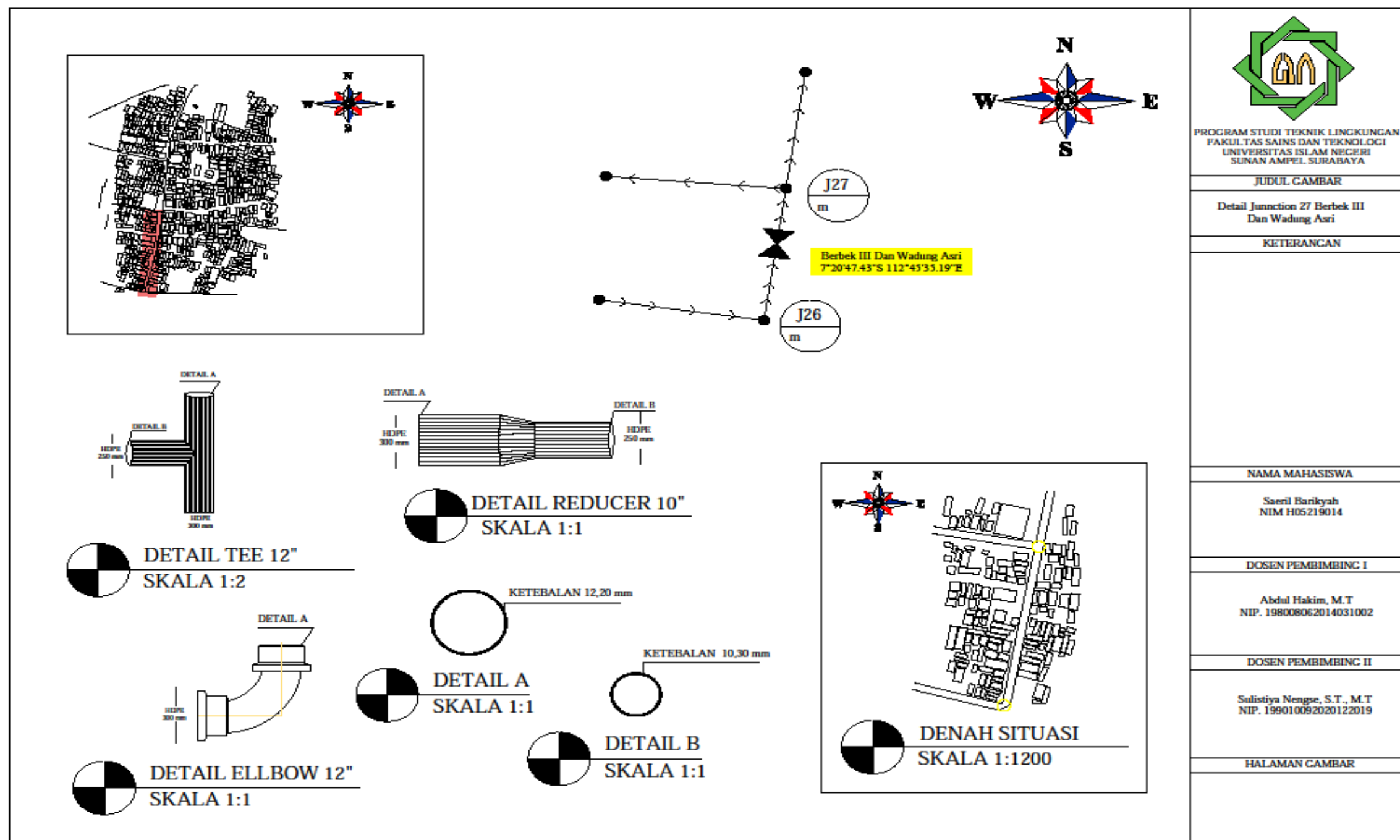
DOSEN PEMBIMBING II

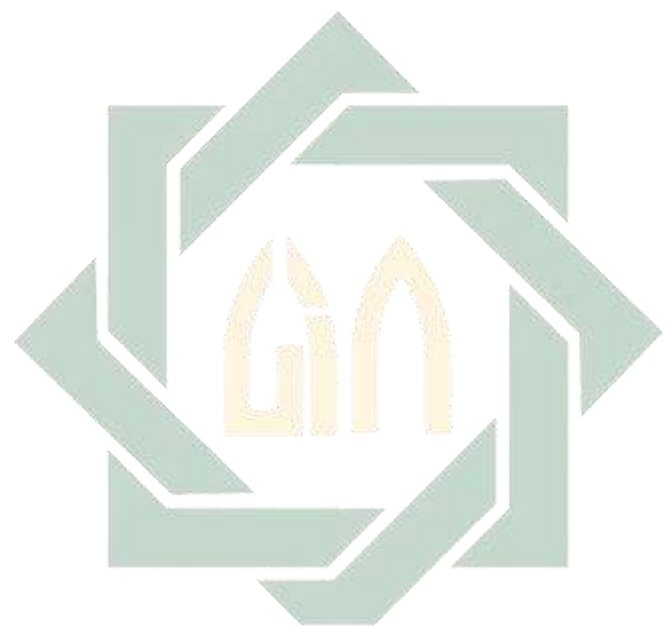
Sulistiyana Nengse, S.T., M.T
NIP. 199010092020122019

NOMOR GAMBAR

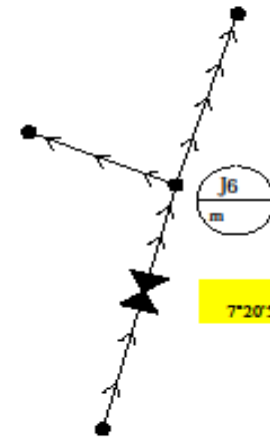


UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A





UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A



PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUNAN AMPEL SURABAYA

JUDUL GAMBAR

Detail Junction 6 Bungurasi Barat

KETERANGAN

NAMA MAHASISWA

Saeril Barikyah
NIM H05219014

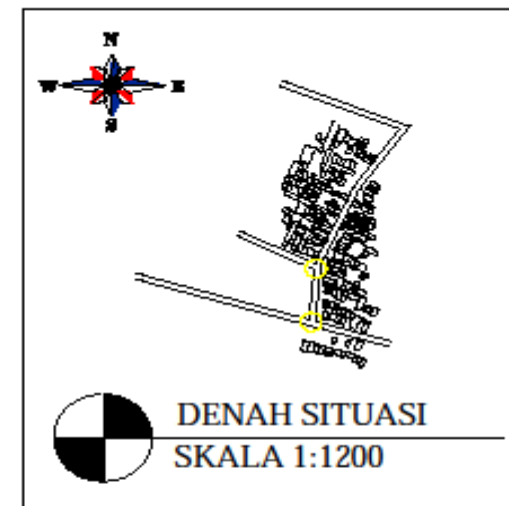
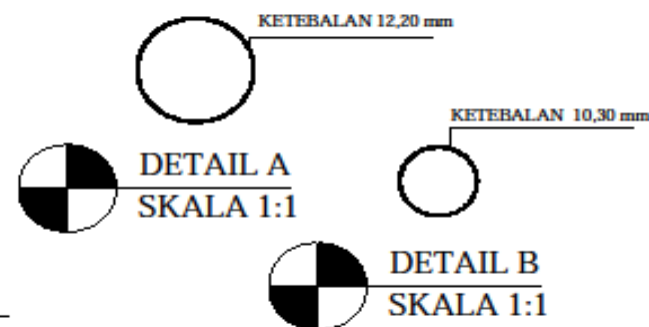
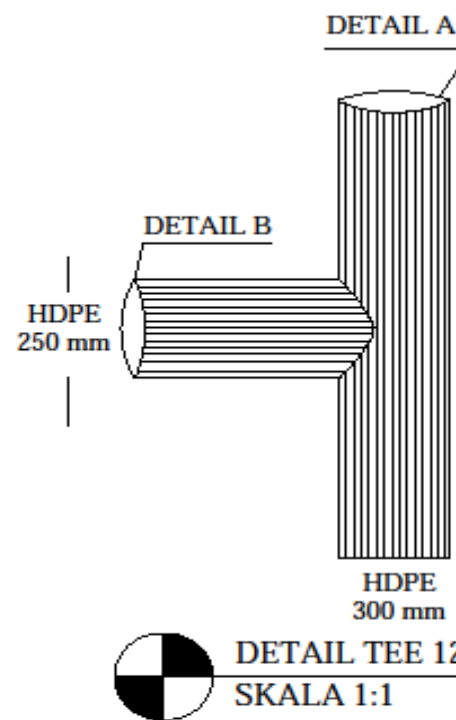
DOSEN PEMBIMBING I

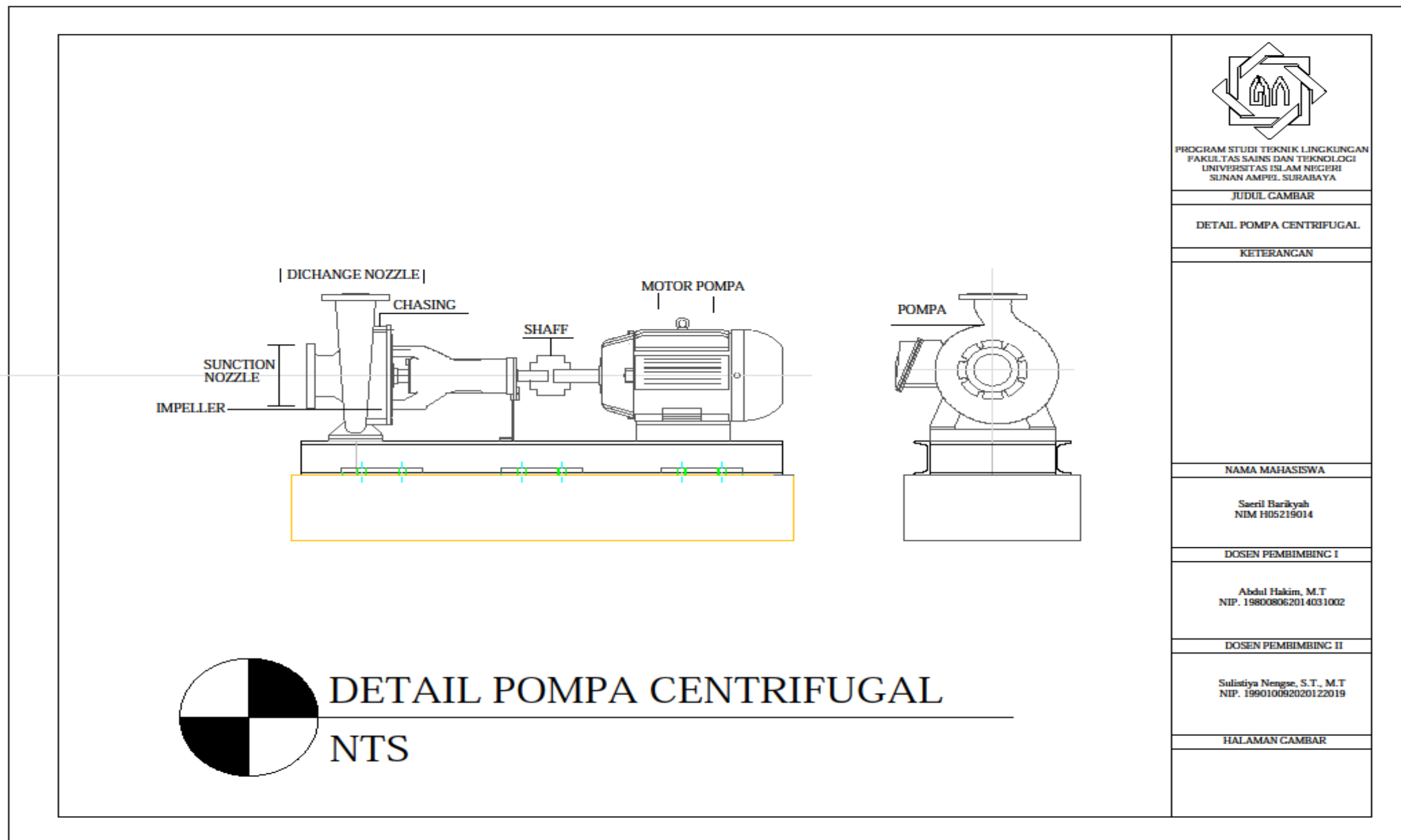
Abdul Hakim, M.T
NIP. 198008062014031002

DOSEN PEMBIMBING II

Sulistiya Nengse, S.T., M.T
NIP. 199010092020122019

HALAMAN GAMBAR





5.3.1 Rencana Anggaran Biaya

Rencana Anggaran Biaya (RAB) merupakan perkiraan biaya yang diperlukan untuk setiap pekerjaan dalam suatu proyek konstruksi sehingga akan diperoleh biaya total yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu proyek (Sciences, 2016). Adapun dalam perhitungan RAB terdapat beberapa tahapan perhitungan yang harus dilakukan, seperti: analisa perhitungan volume (bill of quantity), analisa harga satuan dan rekapitulasi harga, serta rencana anggaran biaya itu sendiri. Rencana Anggaran Biaya (RAB) dihitung berdasarkan Lampiran Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Nomor 1 Tahun 2022 Tentang Pedoman Penyusunan Perkiraan Biaya Pekerjaan Konstruksi Bidang Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Bagian IV: Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) Bidang Cipta Karya Dan Perumahan dan Standart Nasional Indonesia (SNI) Tata cara pemasangan pipa transmisi dan pipa distribusi serta bangunan pelintas pipa.

A. Bill Of Quantity Zona Skenario 1

1. Pekerjaan Tanah

Volume pekerjaan tanah mencakup analisa volume pembersihan lahan, pemasangan bouwplank, volume galian dan urungan tanah kembali. Volume pembersihan lahan didapat dari panjang serta lebar jalur pipa yang akan direncanakan. Berikut merupakan contoh analisa volume pembersihan lahan dan pemasangan bouwplank pada jalur pipa distribusi Junction 5 Karang Pilang.

Panjang jalur pipa (P) : 12.62 m

Lebar Galian (L) : 750 mm : 0.75 m

Perhitungan volume pembersihan lahan dan pemasangan bouwplank:

$$V \text{ pembersihan lahan} = P \times L$$

$$V \text{ pembersihan lahan} = 12.62 \text{ m} \times 0.75 \text{ m}$$

$$V \text{ pembersihan lahan} = 9.465 \text{ m}^2$$

Perhitungan di atas menunjukkan bahwa volume pembersihan lahan dan pemasangan bouwplank pada Junction 5 Karang Pilang adalah 9.465 m². Adapun volume pembersihan lahan dan

pemasangan bouwplank pada perencanaan ini secara lengkap di sajikan pada **Tabel.30**.

Tabel 5.14 Volume Pembersihan Lahan dan Pemasangan Bouwplank

No	Jalur	P	L	V
		m	m	m2
Volume Pembersihan Lahan				
1	Karang Pilang	12,62	0,75	9,465
2	Jl. Geluran Jeruk	71,945	0,75	53,9588
3	Ngelom Regency	41,67	0,75	31,2525
4	Bungurasih Barat	103,036	0,75	77,277
5	Berbek III dan Wadung Asri	10,55	0,75	7,9125
Jumlah				179,866
Volume Pemasangan bouwplank				
1	Karang Pilang	12,62	0,75	9,465
2	Jl. Geluran Jeruk	71,945	0,75	53,9588
3	Ngelom Regency	41,67	0,75	31,2525
4	Bungurasih Barat	103,036	0,75	77,277
5	Berbek III dan Wadung Asri	10,55	0,75	7,9125
Jumlah				179,866

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Total keseluruhan volume pembersihan lahan dan pemasangan bouwplank pada Instalansi Pengolahan Air Tawangsari Zona Pelayanan Kecamatan Taman dan Kecamatan Waru 179.866 m².

Volume galian tanah dihitung berdasarkan kedalaman, lebar dan panjang galian pada jalur perpipaan. Galian pipa air bersih harus sesuai dengan SNI 7511:2011, tentang Tata Cara Pemasangan Pipa Transmisi dan Distribusi. Berikut merupakan cara untuk menghitung volume galian tanah dengan contoh perhitungan pada jalur pipa distribusi Junction 5 Karang Pilang.

Panjang jalur pipa (P) : 12.62 m

Lebar Galian (L) : 750 mm : 0.75 m

Kedalaman (H) : 800 mm : 0.80 m

Perhitungan galian tanah:

$V \text{ galian tanah} = H \times L \times P$

$V \text{ galian tanah} = 0.80 \text{ m} \times 0.75 \text{ m} \times 12.62 \text{ m}$

$$V \text{ galian tanah} = 7.572 \text{ m}^3$$

Perhitungan di atas menunjukkan bahwa volume tanah yang harus di gali pada jalur pipa distribusi Junction 5 Karang Pilang adalah 7.572 m³. Adapun volume galian tanah pada perencanaan ini di sajikan pada **Tabel.31** berikut.

Tabel 5.15 Volume Galian Tanah

No	Jalur	P	L	H	V
		m	m	m	m3
Volume Galian Tanah					
1	Karang Pilang	12,62	0,75	0,8	7,572
2	Jl. Geluran Jeruk	71,945	0,75	0,8	43,167
3	Ngelom Regency	41,67	0,75	0,8	25,002
4	Bungurasih Barat	103,036	0,75	0,8	61,8216
5	Berbek III dan Wadung Asri	10,55	0,75	0,8	6,33
Jumlah					143,893

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Total keseluruhan volume Galian Tanah pada Instalansi Pengolahan Air Tawangsari Zona Pelayanan Kecamatan Taman dan Kecamatan Waru 143.893 m².

Sebelum menganalisa volume urugan kembali, terlebih dahulu mengetahui volume pipa terlebih dahulu. Hal ini di karenakan volume pipa berguna untuk menentukan volume urugan tanah kembali, yang nantinya akan berkurang volume urugan tanah tersebut akibat penanaman pipa. Volume pipa dihitung berdasarkan diameter pipa dan panjang pipa yang akan di pasang. Berikut merupakan contoh perhitungan volume pipa pada jalur pipa distribusi Junction 5 Karang Pilang dengan diameter 318 mm.

Diameter pipa (D_{pipa}) : 318 mm = 0,318 m

Panjang pipa (P) : 12.62 m

Perhitungan volume pipa:

$$V_{\text{pipa}} = \frac{\pi \times D^2}{4} \times P$$

$$V_{\text{pipa}} = \frac{\pi \times (318^2)}{4} \times 12.62$$

$$V_{\text{pipa}} = 4013,16 \text{ m}^3$$

Perhitungan di atas menunjukkan bahwa volume pipa dengan diameter 318 mm pada jalur pipa distribusi Junction 5 Karang Pilang adalah 4013,16 m³. Adapun volume pipa pada perencanaan ini di sajikan pada **Tabel.32** berikut.

Tabel 5.16 Volume Pipa

No	Jalur	D Pipa	P	V
		mm	m	m3
Volume pipa				
1	Karang Pilang	318	12,62	4013,16
2	Jl. Geluran Jeruk	318	71,945	22878,5
3	Ngelom Regency	318	41,67	13251,1
4	Bungurasih Barat	318	103,036	32765,4
5	Berbek III dan Wadung Asri	318	10,55	3354,9
Jumlah				76263,1

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Total keseluruhan volume pipa pada Instalansi Pengolahan Air Tawangsari Zona Pelayanan Kecamatan Taman dan Kecamatan Waru 1762 m².

Setelah di dapat volume pipa, maka selanjutnya menghitung volume tanah yang akan di urug kembali. Analisa volume urugan kembali di hitung dengan mengurangi volume alian tanah awal dan urugan pipa. Berikut adalah contoh perhitungan volume urugan kembali pada jalur pipa distribusi Junction 5 Karang Pilang.

$$\text{Volume galian tanah (Vgalian tanah)} : 7.572 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume pipa (Vpipa)} : 4013,16 \text{ m}^3$$

Perhitungan volume urugan kembali:

$$V_{\text{urugan kembali}} = V_{\text{galian tanah}} - V_{\text{pipa}}$$

$$V_{\text{urugan kembali}} = 7.572 \text{ m}^3 - 4013,16 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{urugan kembali}} = 3038 \text{ m}^3$$

Perhitungan di atas menunjukkan bahwa volume urugan kembali mm pada jalur pipa distribusi Junction 5 Karang Pilang adalah

3038 m³. Adapun volume urugan kembali pada perencanaan ini di sajikan pada **Tabel.5.33** berikut.

Tabel 5.17 Volume Urugan Kembali

No	Jalur	V Galian Tanah	V Pipa	V Urugan Kembali
		m3	m3	m3
Urugan Kembali				
1	Karang Pilang	7,572	4013	30387,65
2	Jl. Geluran Jeruk	43,167	22879	987596,64
3	Ngelom Regency	25,002	13251	331303,00
4	Bungurasih Barat	61,8216	32765	2025612,42
5	Berbek III dan Wadung Asri	6,33	3355	21236,52
Jumlah				3396136,23

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Total keseluruhan volume urugan kembali pada Instalansi Pengolahan Air Tawangsari Zona Pelayanan Kecamatan Taman dan Kecamatan Waru 33961 m².

2. Pekerjaan Pipa

Bill of Quantity pipa distribusi, merupakan perincian jumlah bahan dan volume pipa yang dibutuhkan pada saat pengadaan jalur pipa distribusi, baik primer, sekunder maupun tersier. Rekomendasi desain ulang pada Instalansi Pengolahan Air Tawangsari Zona Pelayanan Kecamatan Taman dan Kecamatan Waru menggunakan jenis pipa HDPE 318 mm, dengan diameter 12" dan Ellbow 90 ° 315 mm dengan diameter 12". **Tabel 5.34** merupakan penjelasan spesifikasi pipa terpilih sebagai berikut.

Tabel 5.18 Spesifikasi Pipa Terpilih

No	Jalur	OD	ND	Tebal
		mm	inch	mm
Tee 12”				
1	Karang Pilang	318	12”	39.70
2	Jl. Geluran Jeruk	318	12”	39.70
3	Ngelom Regency	318	12”	39.70
4	Bungurasih Barat	318	12”	39.70

No	Jalur	OD	ND	Tebal
		mm	inch	mm
5	Berbek III dan Wadung Asri	318	12"	39.70
Ellbow 12"				
1	Karang Pilang	318	12"	39.70
2	Jl. Geluran Jeruk	318	12"	39.70
3	Ngelom Regency	318	12"	39.70
4	Bungurasih Barat	318	12"	39.70
5	Berbek III dan Wadung Asri	318	12"	39.70

Sumber: Hasil Analisis, 2022

5.3.2 Rekapitulasi Anggaran Biaya

Rencana Anggaran Biaya (RAB) dihitung berdasarkan Lampiran Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Nomor 1 Tahun 2022 Tentang Pedoman Penyusunan Perkiraan Biaya Pekerjaan Konstruksi Bidang Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Bagian IV: Analisis Harga Satuan Pekerjaan (Ahsp) Bidang Cipta Karya Dan Perumahan.

A. Rencana Anggaran Biaya Skenario 1

1. Reencana Anggaran Biaya Zona Pelayanan Kecamatan Taman

Rencana anggaran biaya zona pelayanan kecamatan taman jaringan distribusi menggunakan 3 valve dan 3 PRV pada 3 wilayah. RAB zona pelayan Kecamatan Taman dijelaskan pada **Tabel 5.35** Sebagai berikut.

Tabel 5.19 Rencana Anggaran Biaya Zona Kecamatan Taman

RANCANGAN ANGGARAN BIAYA					
No	Pemasangan	Satuan	Volume	Harga Satuan	Jumlah Harga
PEKERJAAN TANAH					
1	Pengurugan Kembali 1 m3 Galian Tanah	m3	3	Rp 71,571	Rp 214,712
2	Penggalian 1 m3 Tanah Biasa Sedalam s.d. 1 m	m3	3	Rp 94,461	Rp 283,384
3	Pengurugan Kembali 1 m3 Galian Tanah	m3	3	Rp 71,571	Rp 214,712
4	Pengukuran dan Pemasangan 1 m'	m3	3	Rp 6.926,911	Rp 20.780,732

RANCANGAN ANGGARAN BIAYA					
No	Pemasangan	Satuan	Volume	Harga Satuan	Jumlah Harga
JUMLAH					Rp 21.493,539
PEKERJAAN PIPA					
1	Pemasangan 1 Buah Valve Ø 300 mm	bh	6	Rp 45.027.172	Rp 270.163.029
2	Chamber DMA	BH	3	Rp 110.000.000	Rp 330.000.000
4	PRV Controller	BH	3	Rp 172.000.000	Rp 516.000.000
5	PRV Strainer	BH	3	Rp 45.311.000	Rp 135.933.000
JUMLAH					Rp 270.184.523
AKSESORIS PIPA					
1	Pemasangan 1 Buah Tee Ø 300 mm	bh	3	Rp 3.611.098	Rp 10.833.294
2	Pemasangan 1 Buah Elbow Ø 300 mm	bh	3	Rp 3.498.398	Rp 10.495.194
JUMLAH					Rp 21.328.489
JUMLAH TOTAL					Rp 291.534.505

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Tabel 5.35 menunjukkan Rrencana anggaran biaya zona pelayanan Kecamatan Taman sebesar Rp.291.534.505.

2. Rencana Anggaran Biaya Zona Pelayanan Kecamatan Waru

Rencana anggaran biaya zona pelayanan kecamatan Waru jaringan distribusi menggunakan 2 valve dan 2 PRV pada 2 wilayah. RAB zona pelayan Kecamatan Taman dijelaskan pada **Tabel 5.36** Sebagai berikut.

Tabel 5.20 Rencana Anggaran Biaya Zona Kecamatan Waru

RANCANGAN ANGGARAN BIAYA					
No	Pemasangan	Satuan	Volume	Harga Satuan	Jumlah Harga
PEKERJAAN TANAH					
1	Pengurugan Kembali 1 m3 Galian Tanah	m3	2	Rp 71,571	Rp 71,571
1	Penggalian 1 m3 Tanah Biasa Sedalam s.d. 1 m	m3	2	Rp 94,461	Rp 188,922
2	Pengurugan Kembali 1 m3 Galian Tanah	m3	2	Rp 71,571	Rp 143,141
3	Pengukuran dan Pemasangan 1 m'	m3	2	Rp 6.896,371	Rp 13.792,741
JUMLAH					Rp 14.196
PEKERJAAN PIPA					

RANCANGAN ANGGARAN BIAYA					
No	Pemasangan	Satuan	Volume	Harga Satuan	Jumlah Harga
1	Pemasangan 1 Buah Valve Ø 300 mm	bh	4	Rp 45.027.172	Rp 180.108.686
2	Chamber DMA	BH	2	Rp 110.000.000	Rp 220.000.000
4	PRV Controller	BH	2	Rp 172.000.000	Rp 344.000.000
5	PRV Strainer	BH	2	Rp 45.311.000	Rp 90.622.000
JUMLAH					Rp 180.122.883
AKSESORIS PIPA					
1	Pemasangan 1 Buah Tee Ø 300 mm	bh	2	Rp 3.611.098	Rp 7.222.196
2	Pemasangan 1 Buah Elbow Ø 300 mm	bh	2	Rp 3.498.398	Rp 6.996.796
JUMLAH					Rp 14.218.993
JUMLAH TOTAL					Rp 194.356.072

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Tabel 5.36 menunjukkan Rrencana anggaran biaya zona pelayanan Kecamatan Waru sebesar Rp.194.356.072.

B. Rencana Anggaran Biaya Skenario 2

Rencana anggaran biaya zona pelayanan kecamatan taman jaringan distribusi dengan pergantian pompa pada setiap zona pelayanan. Zona pelayanan Kecamatan Taman pergantian pompa dengan merek Kecamatan Taman pergantian pompa dengan tipe pompa centrifugal dengan max head 40 m dan zona pelayanan Kecamatan Waru dengan tipe pompa centrifugal dengan max head 24 m. **Tabel 5.37** merupakan rencana Anggaran biaya zonna pelayanan Kecamatan Taman dan **Tabel 5.38** merupakan rencana anggaran biayan zona pelayanan Kecamatan Waru.

Tabel 5.21 Rencana Anggaran Biaya Zona Kecmatan Taman

RANCANGAN ANGGARAN BIAYA					
No	Pemasangan	Satuan	Volume	Harga Satuan	Jumlah Harga
ZONA PELAYANAN KECAMATAN TAMAN					
1	Centrifugal Pump FL32CI	bh	1	Rp 42.178.890	Rp 42.178.890,000
JUMLAH					Rp 42.178.890,000

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Tabel 5.22 Rencana Anggaran Biaya Zona Kecamatan Waru

RANCANGAN ANGGARAN BIAYA					
No	Pemasangan	Satuan	Volume	Harga Satuan	Jumlah Harga
ZONA PELAYANAN KECAMATAN WARU					
1	Centrifugal Pump FL31CI	bh	1	Rp 41.068.890	Rp 41.068.890
JUMLAH					Rp 41.068.890

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Pada **skenario 2** rencana anggaran biaya untuk **Tabel 5.37** menunjukkan Rrencana anggaran biaya zona pelayanan Kecamatan Taman sebesar Rp 42.178.890,000. **Tabel 5.38** menunjukkan Rrencana anggaran biaya zona pelayanan Kecamatan Taman sebesar Rp. 41.068.890.

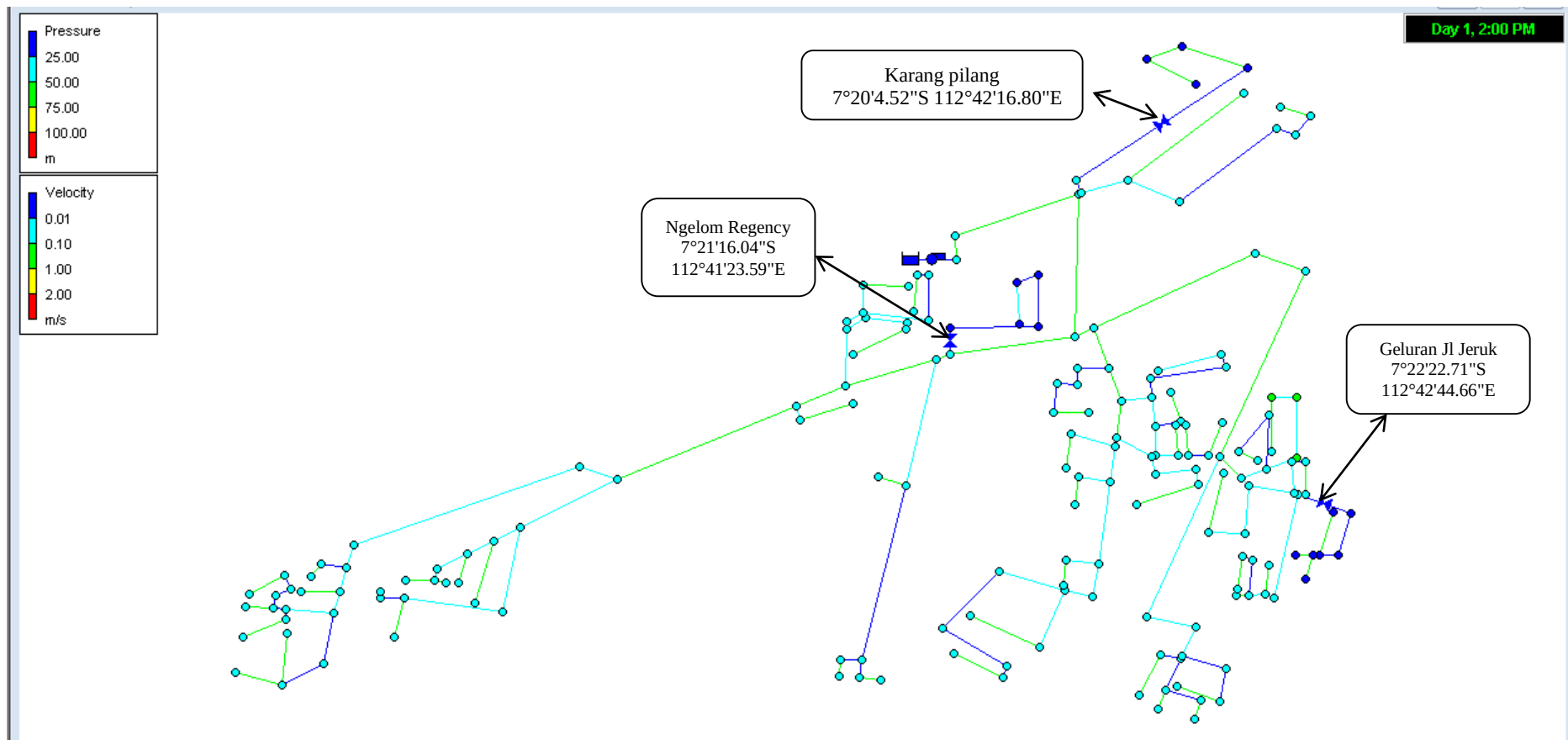
5.4 Reduksi Penurunan Kehilangan Air Jaringan Distribusi PERUMDA Delta Tirta Zona Pelayanan Instalasi Pengolahan Air (IPA) Tawangsari

Reduksi penurunan kehilangan air jaringan distribusi PERUMDA Delta Tirta Zona pelayanan Instalansi Pengolahan Air Tawangsari yaitu dilakukannya dengan membuat 2 skenario. **Skenario 1** dengan penambahan valve dan PRV untuk memngurangi tekanan sekaligus mengurangi NRW. Dalam penentuan penambahan valve dan PRV yaitu pemilihan DMA (distric meter area) pada beberapa wilyah. Pembuatan DMA menyebabkan lebih banyak ujung pipa mati, akibat ditutup dengan valve atau diputus pipanya. Biasanya akan menurunkan kualitas air karena terjadi endapan, terutama di awal-awal operasional DMA. Keluhan pelanggan pun dapat meningkat. Hal ini dapat diatasi dengan lebih sering melakukan pengglontoran/pengurusan (flushing) jaringan distribusi. Sebagai pemutus hubungan antara satu jaringan DMA dengan jaringan di sebelahnya, penggunaan valve lebih dianjurkan daripada pemutusan pipa, supaya lebih mudah dilakukan perubahan bila dalam perkembangannya batasan DMA harus disesuaikan. Sedangkan **skenario 2** dengan pergantian pompa dikarenakan pada pompa Instalansi Pengolahan Air Tawangsari dengan kapasitas 40 head, dan menyebabkan head pada setiap pelayan tinggi. Pompa yang tidak sesuai dengan kebutuhan akan

menyebabkan tekanan tinggi apabila setiap zona sehingga dapat menyebabkan kerugian seperti sering terjadinya kerusakan dan pecah pada pipa.

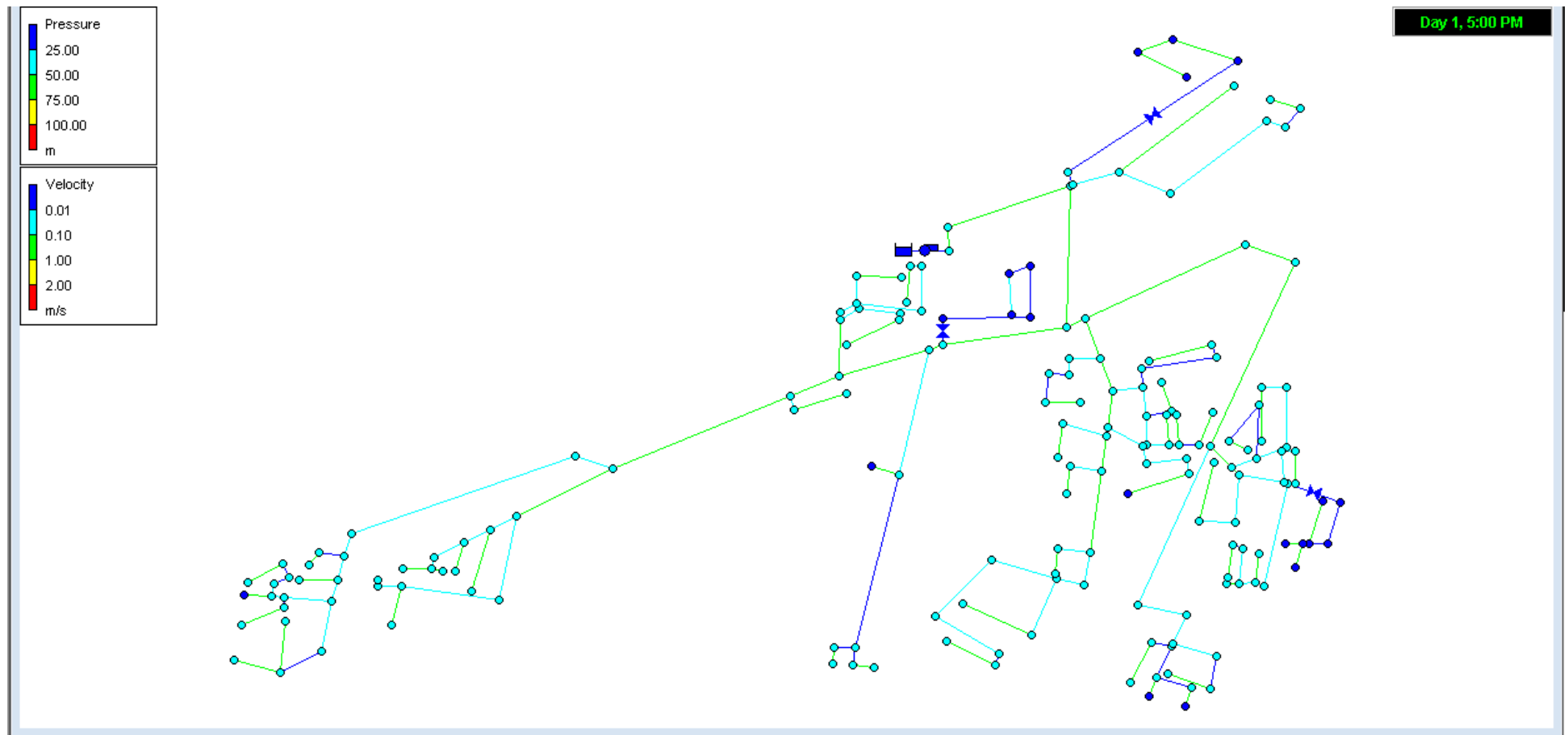
Skenario 1 optimalisasi pembentukan DMA pada jaringan distribusi PERUMDA Delta Tirta Zona pelayanan Instalansi Pengolahan Air Tawangsari yaitu penambahan valve dan PRV pada zona pelayanan Kecamatan Taman di daerah Karang Pilang, bebakan selatan, Sawunggaling IV Jemundo, dan Geluran Jalan Jeruk. Sedangkan zona pelayanan Kecamatan Waru di daerah Wistrop kepuh tripon, Bungurasih Barat, dan Pranti. Desain DMA pada inlet ditempatkan beberapa peralatan utama sesuai dengan standar DMA, yakni strainer sebagai penyaring kotoran, *Pressure Reduction Valve* (PRV) sebagai pengatur tekanan masuk, manometer sebagai pencatat angka tekanan, dan Watermeter sebagai pencatat rekaman angka debit masuk.

Gambar 5.11 merupakan hasil simulasi Epanet 2.0 jaringan distribusi zona pelayanan Kecamatan Taman jam pemakaian konsumsi air minimum pukul 14:00, **Gambar 5.12** merupakan hasil simulasi Epanet 2.0 jaringan distribusi zona pelayanan Kecamatan Taman jam pemakaian konsumsi air puncak pukul 17:00, **Gambar 5.13** merupakan hasil simulasi Epanet 2.0 jaringan distribusi zona pelayanan Kecamatan Waru jam pemakaian konsumsi air minimum pukul 14:00 dan **Gambar 5.14** merupakan hasil simulasi Epanet 2.0 jaringan distribusi zona pelayanan Kecamatan Waru jam pemakaian konsumsi air puncak pukul 17:00 setelah dilakukannya penambahan valve pada beberapa wilayah.



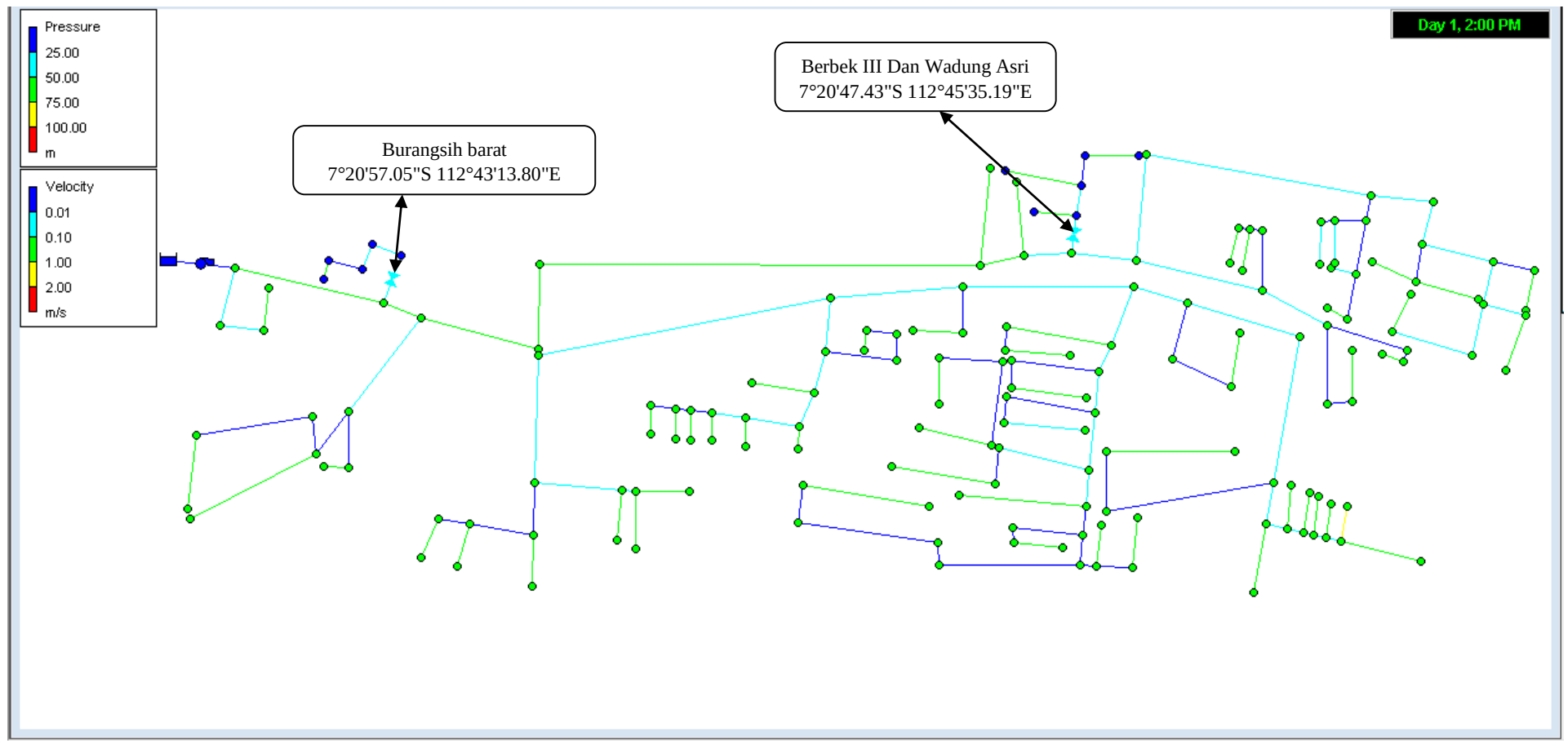
Gambar 5.11 Hasil Running Epanet Penambahan Valve dan PRV Zona Pelayanan Kecamatan Taman Jam 14:00

Sumber: Hasil Analisis, 2022



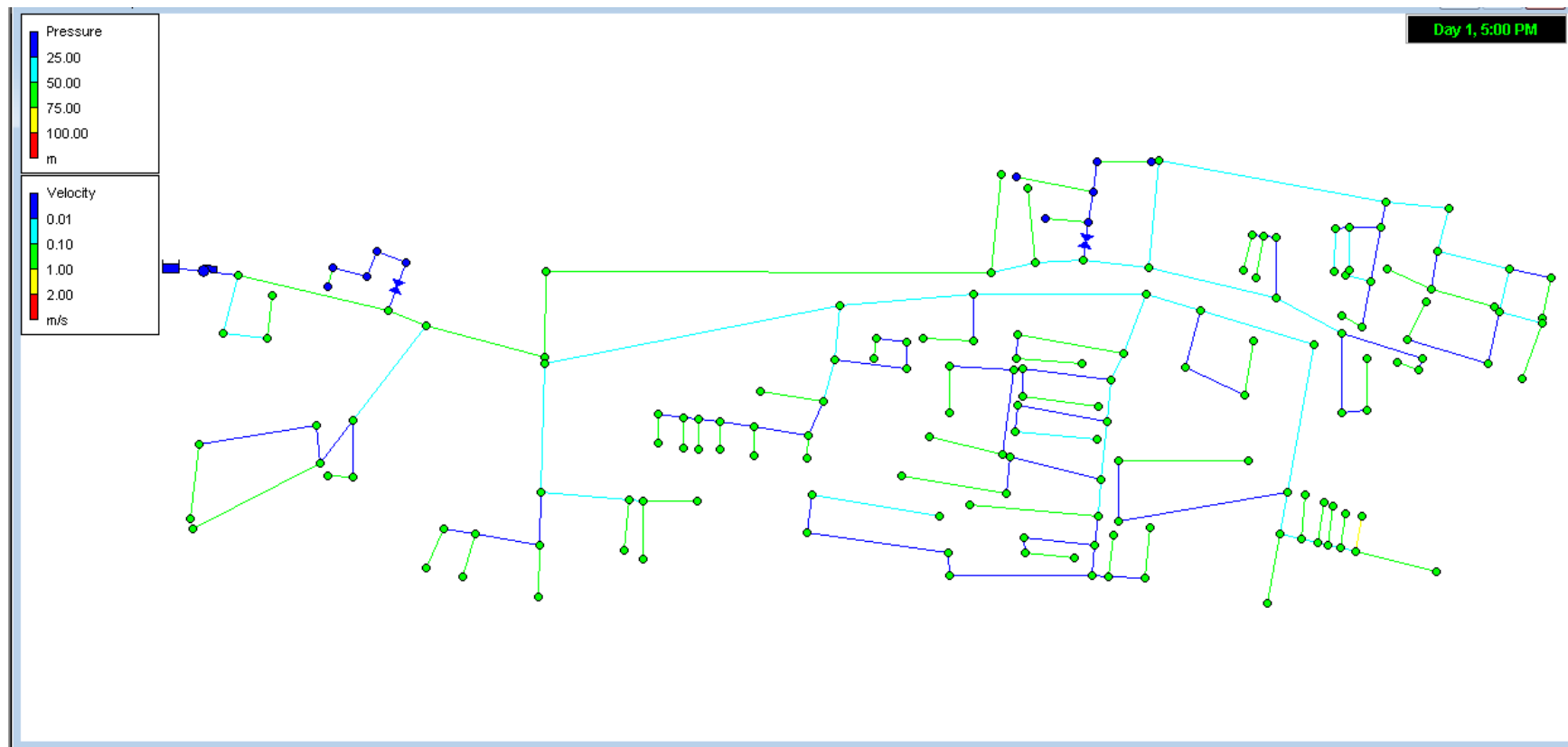
Gambar 5.12 Hasil Running Epanet Penambahan Valve dan PRV Zona Pelayanan Kecamatan Taman Jam 17:00

Sumber: Hasil Analisis, 2022



Gambar 5.13 Hasil Running Epanet Penambahan Valve dan PRV Zona Pelayanan Kecamatan Waru Pukul 14:00

Sumber: Hasil Analisis, 2022



Gambar 5.14 Hasil Running Epanet Penambahan Valve Dan PRV Zona Pelayanan Kecamatan Waru Pukul 14:00

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Hasil running analisis tekanan pada jam pemakaian konsumsi air minimum pukul 14:00 pada **Gambar 5.11** akan dijelaskan pada **Tabel 5.14** dan **Gambar 5.13** akan dijelaskan pada **Tabel . 15** sebagai berikut.

Tabel 5.23 Hasil Analisa Pressure Zona Pelayanan Kecamatan Taman pada jam 14:00

No	Lokasi		Elevation	Head	Pressure
	Nama Lokasi	Titik Koordinat	m	m	m
Junc 5	Karang Pilang	7°20'4.52"S 112°42'16.80"E	7	19.00	12.00
Junc 6	Karang Pilang	7°20'2.98"S 112°42'9.61"E	7	18.96	11.96
Junc 7	Karang Pilang	7°20'7.44"S 112°42'4.44"E	9	18.94	9.94
Junc 8	Karang Pilang	7°20'12.52"S 112°42'10.78"E	7	18.36	11.36
Junc 94	Geluran Jl Jeruk	7°22'11.80"S 112°42'47.67"E	7	17.00	10.00
Junc 95	Geluran Jl Jeruk	7°22'22.71"S 112°42'44.66"E	7	17.00	10.00
Junc 96	Geluran Jl Jeruk	7°22'22.76"S 112°42'40.34"E	7	17.00	10.00
Junc 97	Geluran Jl Jeruk	7°22'11.63"S 112°42'43.09"E	7	16.92	9.92
Junc 98	Geluran Jl Jeruk	7°22'23.09"S 112°42'38.87"E	7	17.00	10.00
Junc 99	Geluran Jl Jeruk	7°22'26.15"S 112°42'39.13"E	7	16.96	9.96
Junc 100	Geluran Jl Jeruk	7°22'22.86"S 112°42'34.57"E	6	15.14	9.14
Junc 116	Ngelom Regency	7°21'16.04"S 112°41'23.59"E	8	16.00	8.00
Junc 117	Ngelom Regency	7°21'7.18"S 112°41'22.19"E	8	16.00	8.00
Junc 118	Ngelom Regency	7°21'8.11"S 112°41'17.86"E	9	16.00	7.00
Junc 119	Ngelom Regency	7°21'16.61"S 112°41'19.00"E	8	16.00	8.00

Sumber: Hasil Analisis, 2022

**Tabel 5.24 Hasil Analisa Pressure Zona Pelayanan Kecamatan Waru
pada jam 14:00**

No	Lokasi		Elevation	Head	Pressure
	Nama Lokasi	Titik Koordinat	m	m	m
Junc 6	Bungurasih Barat	7°20'57.05"S 112°43'13.80"E	7	20	13
Junc 7	Bungurasih Barat	7°20'54.79"S 112°43'8.87"E	4	20	16
Junc 8	Bungurasih Barat	7°20'59.01"S 112°43'7.87"E	5	20	15
Junc 9	Bungurasih Barat	7°20'58.11"S 112°42'56.39"E	5	20	15
Junc 10	Bungurasih Barat	7°21'3.85"S 112°42'55.51"E	5	20	14.31
Junc 28	Berbek III Dan Wadung Asri	7°20'47.43"S 112°45'35.19"E	3	8	4
Junc 29	Berbek III Dan Wadung Asri	7°20'43.06"S 112°45'51.37"E	3	8	4
Junc 30	Berbek III Dan Wadung Asri	7°20'41.69"S 112°45'36.38"E	3	8	5
Junc 31	Berbek III Dan Wadung Asri	7°20'36.55"S 112°45'52.08"E	3	8	4
Junc 32	Berbek III Dan Wadung Asri	7°20'37.32"S 112°46'0.21"E	3	8	5

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Hasil running analisis tekanan pada jam pemakaian konsumsi air puncak pukul 17:00 pada **Gambar 5.12** akan dijelaskan pada **Tabel 5.16** dan **Gambar 5.14** akan dijelaskan pada **Tabel . 17** sebagai berikut.

**Tabel 5.25 Hasil Analisa Pressure Zona Pelayanan Kecamatan Taman
pada jam 17:00**

No	Lokasi		Elevation	Head	Pressure
	Nama Lokasi	Titik Koordinat	m	m	m
Junc 5	Karang Pilang	7°20'4.52"S 112°42'16.80"E	7	19.00	12.00
Junc 6	Karang Pilang	7°20'2.98"S 112°42'9.61"E	7	18.91	11.91
Junc 7	Karang Pilang	7°20'7.44"S 112°42'4.44"E	9	18.85	9.85
Junc 8	Karang Pilang	7°20'12.52"S 112°42'10.78"E	7	17.34	10.34
Junc 94	Geluran Jl Jeruk	7°22'11.80"S 112°42'47.67"E	7	17.00	10.00
Junc 95	Geluran Jl Jeruk	7°22'22.71"S 112°42'44.66"E	7	17.00	10.00
Junc 96	Geluran Jl Jeruk	7°22'22.76"S 112°42'40.34"E	7	17.00	10.00
Junc 97	Geluran Jl Jeruk	7°22'11.63"S 112°42'43.09"E	7	16.80	9.80
Junc 98	Geluran Jl Jeruk	7°22'23.09"S 112°42'38.87"E	7	17.00	10.00
Junc 99	Geluran Jl Jeruk	7°22'26.15"S 112°42'39.13"E	7	16.89	9.89
Junc 100	Geluran Jl Jeruk	7°22'22.86"S 112°42'34.57"E	6	12.21	6.21
Junc 116	Ngelom Regency	7°21'16.04"S 112°41'23.59"E	8	16.00	8.00
Junc 117	Ngelom Regency	7°21'7.18"S 112°41'22.19"E	8	16.00	7.00
Junc 118	Ngelom Regency	7°21'8.11"S 112°41'17.86"E	9	16.00	8.00
Junc 119	Ngelom Regency	7°21'16.61"S 112°41'19.00"E	8	15.99	7.99

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Tabel 5.26 Hasil Analisa Pressure Zona Pelayanan Kecamatan Waru pada jam 17:00

No	Lokasi		Elevation	Head	Pressure
	Nama Lokasi	Titik Koordinat	m	m	m
Junc 6	Bungurasih Barat	7°20'57.05"S 112°43'13.80"E	7	20	13
Junc 7	Bungurasih Barat	7°20'54.79"S 112°43'8.87"E	4	20	16
Junc 8	Bungurasih Barat	7°20'59.01"S 112°43'7.87"E	5	20	15
Junc 9	Bungurasih Barat	7°20'58.11"S 112°42'56.39"E	5	20	15
Junc 10	Bungurasih Barat	7°21'3.85"S 112°42'55.51"E	5	16.66	11.66
Junc 28	Berbek III Dan Wadung Asri	7°20'47.43"S 112°45'35.19"E	3	8.00	4.00
Junc 29	Berbek III Dan Wadung Asri	7°20'43.06"S 112°45'51.37"E	3	8.00	4.00
Junc 30	Berbek III Dan Wadung Asri	7°20'41.69"S 112°45'36.38"E	3	7.91	4.91
Junc 31	Berbek III Dan Wadung Asri	7°20'36.55"S 112°45'52.08"E	3	8.00	4.00
Junc 32	Berbek III Dan Wadung Asri	7°20'37.32"S 112°46'0.21"E	3	7.94	4.94

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Hasil running software Epanet 2.0 menunjukkan bahwa pressure zona pelayanan Kecamatan Taman pada jam pemakaian konsumsi air minimum pukul 14:00 tekanan air dalam pipa paling minimum yaitu 7 m sedangkan tekanan air dalam pipa paling besar yaitu 11.96 m. Sedangkan pressure zona pelayanan Kecamatan Waru pada jam pemakaian konsumsi air minimum pukul 14:00 tekanan air dalam pipa paling minimum yaitu 4m sedangkan tekanan air dalam pipa paling besar yaitu 16 m. Pressure zona pelayanan Kecamatan Taman pada jam pemakaian konsumsi air puncak pukul 17:00

tekanan air dalam pipa paling minimum yaitu 7 m, sedangkan tekanan air dalam pipa paling besar yaitu 12 m. Sedangkan Pressure zona pelayanan Kecamatan Waru pada jam pemakaian konsumsi air puncak pukul 17:00 tekanan air dalam pipa paling minimum yaitu 4 m, sedangkan tekanan air dalam pipa paling besar yaitu 16m.

Pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.27 Tahun 2016, kriteria tekanan air dalam pipa untuk tekanan minum yaitu sebesar 0,5-1,0 atm. Maka tekanan air dalam pipa pada zona pelayanan Kecamatan Taman dan Kecamatan Waru pada jam air minum masih dibawah standart kriteria. Sedangkan, tekanan air dalam pipa pada zona pelayanan Kecamatan Taman dan Kecamatan Waru pada jam air puncak melebihi kriteria sisa tekan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.27 Tahun 2016.

Dari hasil simulasi tersebut diketahui bahwa dengan menggunakan valve maka sisa tekan dapat dijaga dengan baik sesuai dengan kriteria Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.27 Tahun 2016 yaitu pada jam konsumsi air minimum masih dibawah 10 atm, sedangkan pada jam konsumsi air puncak tidak ada yang melebihi 100 atm. Perbandingan dengan simulasi pada Epanet 2.0 sebelum dilakukannya penambahan valve bahwa tekanan pada jam konsumsi air minum dan jam konsumsi air puncak masih diatas 1 atm.

Hasil running analisis kecepatan air dalam pipa pada jam pemakaian konsumsi air minimum pukul 14:00 pada **Gambar 5.11** akan dijelaskan pada **Tabel 5.18** dan **Gambar 5.13** akan dijelaskan pada **Tabel. 19** sebagai berikut.

Tabel 5.27 Hasil Analisa Velocity Zona Pelayanan Kecamatan Taman pada jam 14:00

No	Lokasi		Flow l/s	Velocity (m/s)
	Nama Lokasi	Titik Koordinat		
Junc 5	Karang Pilang	7°20'4.52"S 112°42'16.80"E	0.18	0.01
Junc 6	Karang Pilang	7°20'2.98"S 112°42'9.61"E	0.18	0.13

No	Lokasi		Flow l/s	Velocity (m/s)
	Nama Lokasi	Titik Koordinat		
Junc 7	Karang Pilang	7°20'7.44"S 112°42'4.44"E	0.18	0.13
Junc 8	Karang Pilang	7°20'12.52"S 112°42'10.78"E	0.18	0.13
Junc 94	Geluran Jl Jeruk	7°22'11.80"S 112°42'47.67"E	0.44	0.01
Junc 95	Geluran Jl Jeruk	7°22'22.71"S 112°42'44.66"E	0.38	0.01
Junc 96	Geluran Jl Jeruk	7°22'22.76"S 112°42'40.34"E	0.31	0.01
Junc 97	Geluran Jl Jeruk	7°22'11.63"S 112°42'43.09"E	0.06	0.16
Junc 98	Geluran Jl Jeruk	7°22'23.09"S 112°42'38.87"E	0.18	0.01
Junc 99	Geluran Jl Jeruk	7°22'26.15"S 112°42'39.13"E	0.06	0.16
Junc 100	Geluran Jl Jeruk	7°22'22.86"S 112°42'34.57"E	0.06	0.16
Junc 116	Ngelom Regency	7°21'16.04"S 112°41'23.59"E	0.06	0.01
Junc 117	Ngelom Regency	7°21'7.18"S 112°41'22.19"E	0.05	0.01
Junc 118	Ngelom Regency	7°21'8.11"S 112°41'17.86"E	0.03	0.01
Junc 119	Ngelom Regency	7°21'16.61"S 112°41'19.00"E	0.02	0.03

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Tabel 5.28 Hasil Analisa Velocity Zona Pelayanan Kecamatan Waru pada jam 14:00

No	Lokasi		Flow l/s	Velocity (m/s)
	Nama Lokasi	Titik Koordinat		
Junc 6	Bungurasih Barat	7°20'57.05"S 112°43'13.80"E	1.02	0.02
Junc 7	Bungurasih Barat	7°20'54.79"S 112°43'8.87"E	1.02	0.02

No	Lokasi		Flow l/s	Velocity (m/s)
	Nama Lokasi	Titik Koordinat		
Junc 8	Bungurasih Barat	7°20'59.01"S 112°43'7.87"E	1.02	0.02
Junc 9	Bungurasih Barat	7°20'58.11"S 112°42'56.39"E	0.66	0.01
Junc 10	Bungurasih Barat	7°21'3.85"S 112°42'55.51"E	0.30	0.37
Junc 28	Berbek III Dan Wadung Asri	7°20'47.43"S 112°45'35.19"E	1.26	0.01
Junc 29	Berbek III Dan Wadung Asri	7°20'43.06"S 112°45'51.37"E	0.42	0.30
Junc 30	Berbek III Dan Wadung Asri	7°20'41.69"S 112°45'36.38"E	0.84	0.01
Junc 31	Berbek III Dan Wadung Asri	7°20'36.55"S 112°45'52.08"E	0.42	0.30
Junc 32	Berbek III Dan Wadung Asri	7°20'37.32"S 112°46'0.21"E	0.42	0.30

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Hasil running analisis kecepatan air dalam pipa pada jam pemakaian konsumsi air puncak pukul 17:00 pada **Gambar 5.12** akan dijelaskan pada **Tabel 5.20** dan **Gambar 5.14** akan dijelaskan pada **Tabel 5.21** sebagai berikut.

Tabel 5.29 Hasil Analisa Velocity Zona Pelayanan Kecamatan Taman pada jam 17:00

No	Lokasi		Flow l/s	Velocity (m/s)
	Nama Lokasi	Titik Koordinat		
Junc 5	Karang Pilang	7°20'4.52"S 112°42'16.80"E	0.30	0.01
Junc 6	Karang Pilang	7°20'2.98"S 112°42'9.61"E	0.50	0.22

No	Lokasi		Flow l/s	Velocity (m/s)
	Nama Lokasi	Titik Koordinat		
Junc 7	Karang Pilang	7°20'7.44"S 112°42'4.44"E	0.50	0.22
Junc 8	Karang Pilang	7°20'12.52"S 112°42'10.78"E	0.50	0.22
Junc 94	Geluran Jl Jeruk	7°22'11.80"S 112°42'47.67"E	0.73	0.01
Junc 95	Geluran Jl Jeruk	7°22'22.71"S 112°42'44.66"E	0.63	0.01
Junc 96	Geluran Jl Jeruk	7°22'22.76"S 112°42'40.34"E	0.51	0.01
Junc 97	Geluran Jl Jeruk	7°22'11.63"S 112°42'43.09"E	0.10	0.27
Junc 98	Geluran Jl Jeruk	7°22'23.09"S 112°42'38.87"E	0.31	0.01
Junc 99	Geluran Jl Jeruk	7°22'26.15"S 112°42'39.13"E	0.10	0.27
Junc 100	Geluran Jl Jeruk	7°22'22.86"S 112°42'34.57"E	0.10	0.27
Junc 116	Ngelom Regency	7°21'16.04"S 112°41'23.59"E	0.08	0.01
Junc 117	Ngelom Regency	7°21'7.18"S 112°41'22.19"E	0.06	0.01
Junc 118	Ngelom Regency	7°21'8.11"S 112°41'17.86"E	0.04	0.01
Junc 119	Ngelom Regency	7°21'16.61"S 112°41'19.00"E	0.02	0.05

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Tabel 5.30 Hasil Analisa Velocity Zona Pelayanan Kecamatan Waru pada jam 17:00

No	Lokasi		Flow l/s	Velocity (m/s)
	Nama Lokasi	Titik Koordinat		
Junc 6	Bungurasih Barat	7°20'57.05"S 112°43'13.80"E	0.77	0.01
Junc 7	Bungurasih Barat	7°20'54.79"S 112°43'8.87"E	0.77	0.01

No	Lokasi		Flow l/s	Velocity (m/s)
	Nama Lokasi	Titik Koordinat		
Junc 8	Bungurasih Barat	7°20'59.01"S 112°43'7.87"E	0.77	0.01
Junc 9	Bungurasih Barat	7°20'58.11"S 112°42'56.39"E	0.50	0.01
Junc 10	Bungurasih Barat	7°21'3.85"S 112°42'55.51"E	0.23	0.23
Junc 28	Berbek III Dan Wadung Asri	7°20'47.43"S 112°45'35.19"E	0.94	0.01
Junc 29	Berbek III Dan Wadung Asri	7°20'43.06"S 112°45'51.37"E	0.31	0.23
Junc 30	Berbek III Dan Wadung Asri	7°20'41.69"S 112°45'36.38"E	0.63	0.01
Junc 31	Berbek III Dan Wadung Asri	7°20'36.55"S 112°45'52.08"E	0.31	0.23
Junc 32	Berbek III Dan Wadung Asri	7°20'37.32"S 112°46'0.21"E	0.31	0.23

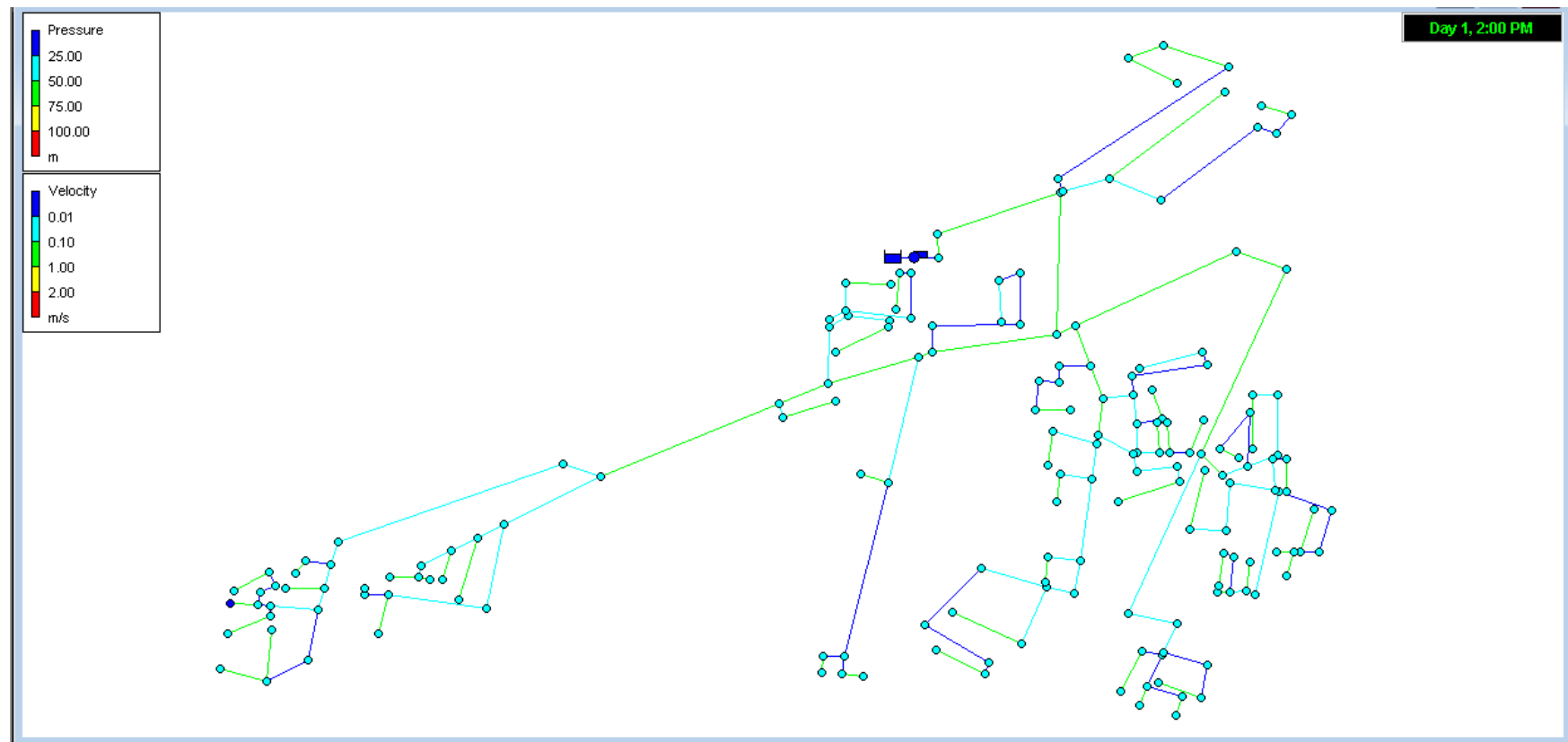
Sumber: Hasil Analisis, 2022

Hasil running software Epanet 2.0 menunjukkan bahwa Velocity zona pelayanan Kecamatan Taman pada jam pemakaian konsumsi air minimum pukul 14:00 kecepatan aliran air dalam pipa paling minimum yaitu 0.01 m/s, sedangkan kecepatan aliran air dalam pipa paling besar yaitu 0.16 m/s. Sedangkan hasil running software Epanet 2.0 menunjukkan bahwa Velocity zona pelayanan Kecamatan Waru pada jam pemakaian konsumsi air minimum pukul 14:00 kecepatan aliran air dalam pipa paling minimum yaitu 0.01 m/s, sedangkan kecepatan aliran air dalam pipa paling besar yaitu 0.30 m/s. Velocity zona pelayanan Kecamatan Taman pada jam pemakaian konsumsi air puncak pukul 17:00 kecepatan aliran air dalam pipa paling minimum yaitu 0.01 m/s, sedangkan kecepatan aliran air dalam pipa paling besar yaitu lebih dari 0.27 m/s.. Zona pelayanan Kecamatan Waru untuk

velocity pada jam pemakaian konsumsi air puncak pukul 17:00 kecepatan aliran air dalam pipa paling minimum yaitu 0.01 m/s, sedangkan kecepatan aliran air dalam pipa paling besar yaitu lebih dari 0.23 m/s

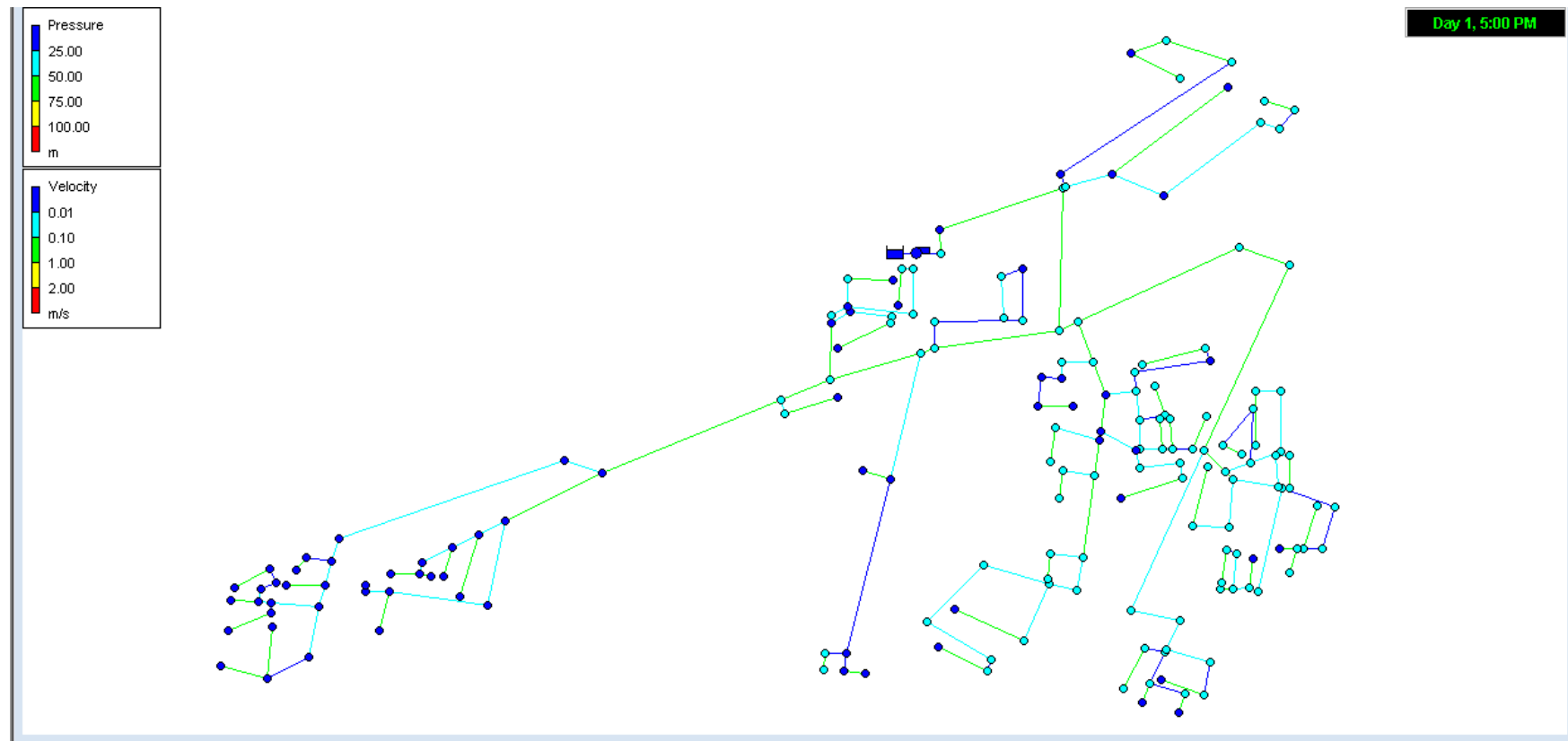
Pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.27 Tahun 2016, kriteria kecepatan aliran air dalam pipa untuk kecepatan minum yaitu sebesar 0,3-0,6 m/det, sedangkan kecepatan maksimum yaitu 3,0-4,5 m/det. Maka tekanan air dalam pipa pada zona pelayanan Kecamatan Taman dan Kecamatan Waru pada jam air minum masih dibawah kriteria Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.27 Tahun 2016, pada jam air puncak sesuai dengan kriteria Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.27 Tahun 2016. Kecepatan yang terlalu rendah ternyata dapat menimbulkan efek korosi, pengendapan kotoran yang mempengaruhi kualitas air.

Skenario 2 optimalisasi dengan pergantian pompa pada setiap zona pelayan. Pada zona pelayanan Kecamatan Taman pergantian pompa dengan tipe pompa centrifugal dengan max head 40 m dan zona pelayanan Kecamatan Waru dengan tipe pompa centrifugal dengan max head 24 m. **Gambar 5.15** merupakan hasil simulasi Epanet 2.0 jaringan distribusi zona pelayanan Kecamatan Taman jam pemakaian konsumsi air minimum pukul 14:00, **Gambar 5.16** jaringan distribusi zona pelayanan Kecamatan Taman jam pemakaian konsumsi air puncak pukul 17:00 merupakan hasil simulasi Epanet 2.0 jaringan distribusi zona pelayanan, **Gambar 5.17** merupakan hasil simulasi Epanet 2.0 jaringan distribusi zona pelayanan Kecamatan Waru pukul jam pemakaian konsumsi air minimum 14:00 dan **Gambar 5.18** merupakan hasil simulasi Epanet 2.0 jaringan distribusi zona pelayanan Kecamatan Waru jam pemakaian konsumsi air puncak pukul 17:00 setelah dilakukannya pergantian pompa.



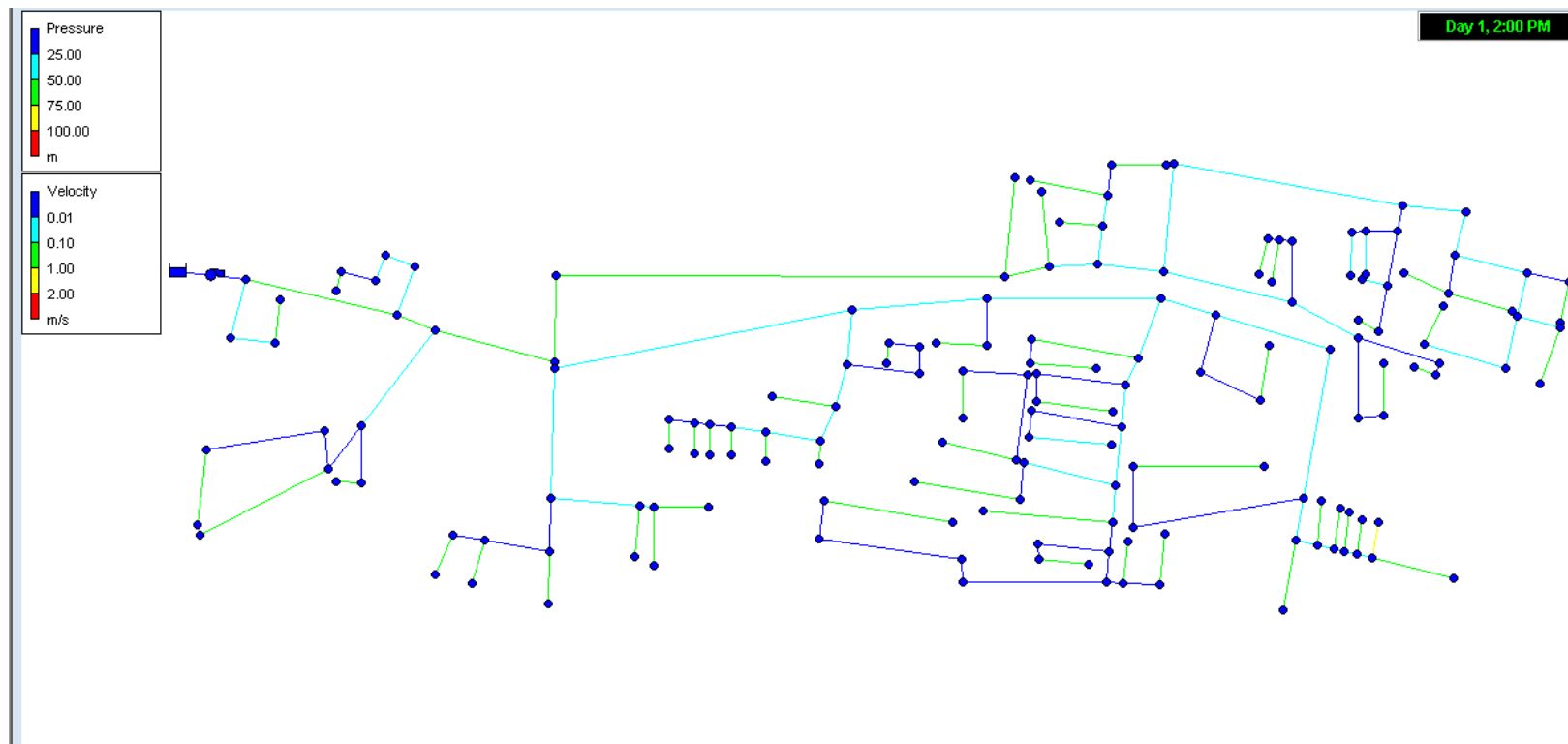
Gambar 5.15 Hasil Running Epanet Pergantian Pompa Zona Pelayanan Kecamatan Tamanpukul 14:00

Sumber: Hasil Analisis, 2022



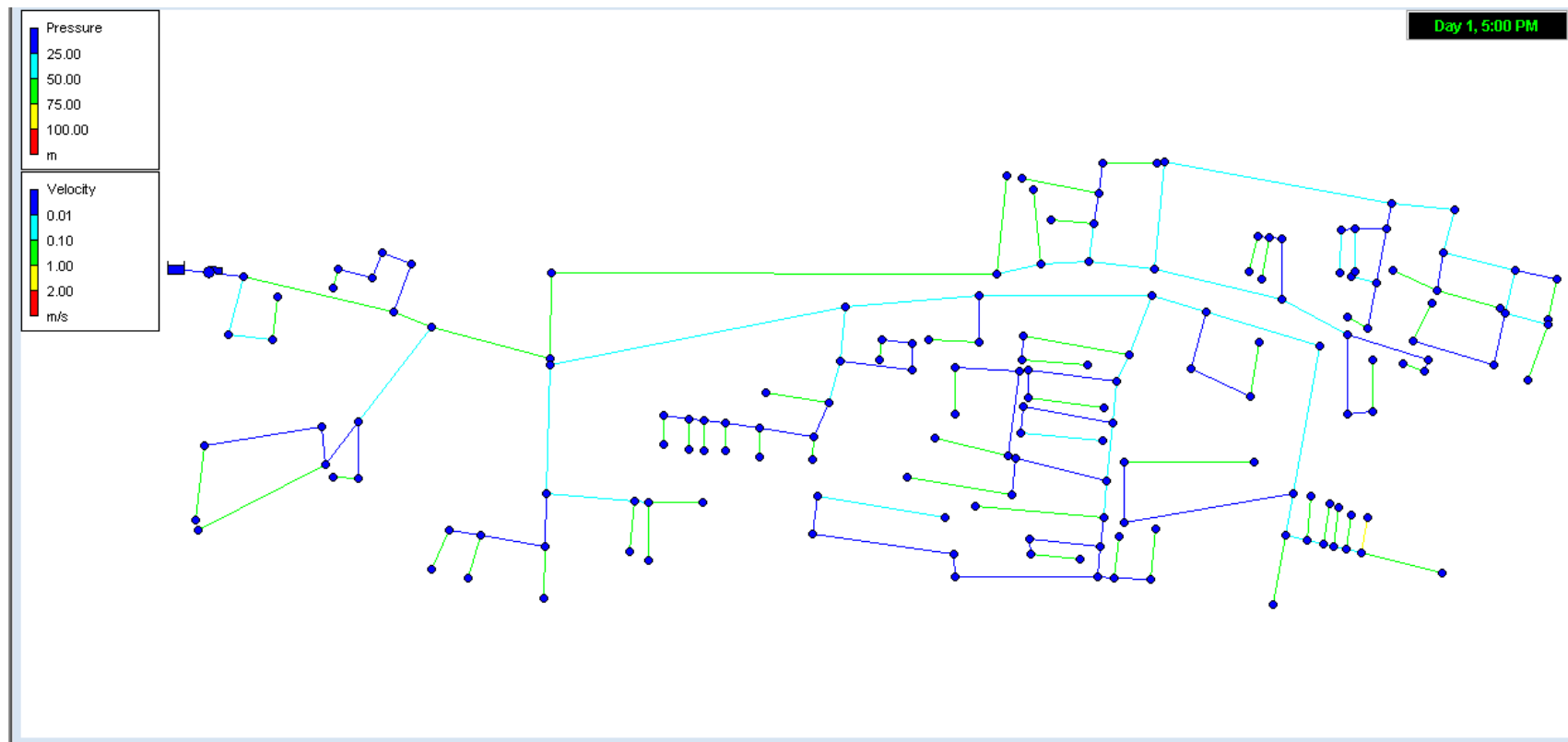
Gambar 5.16 Hasil Running Epanet Pergantian Pompa Zona Pelayanan Kecamatan Tamanpukul 17:00

Sumber: Hasil Analisis, 2022



Gambar 5.17 Hasil Running Epanet Pergantian Pompa Zona Pelayanan Kecamatan Waru Pukul 14:00

Sumber: Hasil Analisis, 2022



Gambar 5.18 Hasil Running Epanet Pergantian Pompa Zona Pelayanan Kecamatan Waru Pukul 17:00

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Hasil running analisis tekanan pada jam pemakaian konsumsi air minimum pukul 14:00 pada **Gambar 5.15** akan dijelaskan pada **Tabel 5.22** dan **Gambar 5.17** akan dijelaskan pada **Tabel 5.27** sebagai berikut.

Tabel 5.31 Hasil Analisa Pressure Zona Pelayanan Kecamatan Taman pada jam 14:00

No	Lokasi		Elevation	Head	Pressure
	Nama Lokasi	Titik Koordinat	m	m	m
Jun 73	Pondok Wage Indah I	7°21'55.42"S 112°42'32.77"E	4	43.11	39.11
Jun 74	Pondok Wage Indah I	7°21'40.33"S 112°42'32.34"E	4	43.11	39.11
Jun 75	Pondok Wage Indah II	7°21'40.45"S 112°42'25.84"E	4	43.11	39.11
Jun 166	Pejaya Jegu	7°22'45.36"S 112°37'56.80"E	11	42.91	31.91
Jun 170	Pejaya Jegu	7°22'59.38"S 112°37'42.04"E	11	42.85	31.85
Jun 122	Sawunggaling IV Jemundo	7°22'6.89"S 112°40'34.95"E	7	35.41	28.41
Jun 172	Pejaya Jegu	7°22'50.92"S 112°37'42.55"E	11	35.89	24.89

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Tabel 5.32 Hasil Analisa Pressure Zona Pelayanan Kecamatan Waru pada jam 14:00

No Junction	Lokasi		Elevation	Head	Pressure
	Nama Lokasi	Titik Koordinat	m	m	m
Jun 58	PCI Nanas Barat	7°21'12.06"S 112°47'6.28"E	1	20.85	19.85
Jun 67	Perum Tambak Rejo	7°21'31.58"S 112°46'44.14"E	2	20.99	18.99
Jun 69	Alana Regency	7°21'20.48"S 112°46'53.36"E	2	20.99	18.99
Jun 156	Perumahan Central Park Juanda	7°22'12.97"S 112°46'29.15"E	3	17.21	14.21
Jun 167	Pranti	7°22'11.41"S 112°47'6.96"E	2	15.51	13.51

No Juction	Lokasi		Elevation	Head	Pressure
	Nama Lokasi	Titik Koordinat	m	m	m
Jun 124	Citra Tropodo	7°21'38.84"S 112°45'16.26"E	4	15.29	11.29
Jun 10	Bungurasih Barat	7°21'3.85"S 112°42'55.51"E	5	15.78	10.78

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Hasil running analisis tekanan pada jam pemakaian konsumsi air puncak pukul 17:00 pada **Gambar 5.16** akan dijelaskan pada **Tabel 5.24** dan **Gambar 5.18** akan dijelaskan pada **Tabel 5.25** sebagai berikut.

Tabel 5.33 Hasil Analisa Pressure Zona Pelayanan Kecamatan Taman pada jam 17:00

No Juction	Lokasi		Elevation	Head	Pressure
	Nama Lokasi	Titik Koordinat	m	m	m
Jun 13	Pondok Ridho Derma	7°20'21.75"S 112°42'23.23"E	5	34.10	29.10
Jun 73	Pondok Wage Indah I	7°21'55.42"S 112°42'32.77"E	4	32.76	28.76
Jun 74	Pondok Wage Indah I	7°21'40.33"S 112°42'32.34"E	4	32.76	28.76
Jun 112	Perumahan Star Safira Regency	7°23'9.48"S 112°42'6.42"E	5	21.08	16.08
Jun 122	Sawunggaling IV Jemundo	7°22'6.89"S 112°40'34.95"E	7	12.93	5.93
Jun 172	Pejaya Jegu	7°22'50.92"S 112°37'42.55"E	11	14.18	3.18

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Tabel 5.34 Hasil Analisa Pressure Zona Pelayanan Kecamatan Waru pada jam 17:00

No Juction	Lokasi		Elevation	Head	Pressure
	Nama Lokasi	Titik Koordinat	m	m	m
Jun 58	PCI Nanas Barat	7°21'12.06"S 112°47'6.28"E	1	21.48	20.48

No Juction	Lokasi		Elevation	Head	Pressure
	Nama Lokasi	Titik Koordinat	m	m	m
Jun 67	Perum Tambak Rejo	7°21'31.58"S 112°46'44.14"E	2	21.56	19.56
Jun 139	Juanda Regency	7°22'10.43"S 112°45'56.28"E	2	21.55	19.55
Jun 142	Griya Pabean I	7°22'5.99"S 112°45'16.34"E	2	21.55	19.55
Jun 6	Bungurasih Barat	7°20'57.05"S 112°43'13.80"E	7	21.84	14.84
Jun 124	Citra Tropodo	7°21'38.84"S 112°45'16.26"E	4	18.21	14.21
Jun 10	Bungurasih Barat	7°21'3.85"S 112°42'55.51"E	5	18.50	13.50

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Hasil running software Epanet 2.0 menunjukkan bahwa pressure zona pelayanan Kecamatan Taman pada jam pemakaian konsumsi air minimum pukul 14:00 tekanan air dalam pipa paling minimum yaitu 10.78m, sedangkan tekanan air dalam pipa paling besar yaitu 24.89 m. pressure zona pelayanan Kecamatan Waru pada jam pemakaian konsumsi air minimum pukul 14:00 tekanan air dalam pipa paling minimum yaitu 39.11 m, sedangkan tekanan air dalam pipa paling besar yaitu 29.10 m. Hasil Running Pressure zona pelayanan Kecamatan Taman pada jam pemakaian konsumsi air puncak pukul 17:00 tekanan air dalam pipa paling minimum yaitu 10.78 m, sedangkan tekanan air dalam pipa paling besar yaitu 19.85 m. Pressure zona pelayanan Kecamatan Waru pada jam pemakaian konsumsi air puncak pukul 17:00 tekanan air dalam pipa paling minimum yaitu 13.50 m, sedangkan tekanan air dalam pipa paling besar yaitu 20.48 m.

Berdasarkan hasil analisis hasil Running software Epanet 2.0 maka pergantian pompa pada setiap zona pelayanan dapat menurunkan tekanan yang tinggi, sebelum dilakukannya perlakuan tekanan air dalam pipa pada setiap zona masih diatas 50 atm, menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.27 Tahun 2016, kriteria tekanan air dalam pipa untuk tekanan minum yaitu sebesar 0,5-1,0 atm. Meskipun, masih diatas kriteria Peraturan Menteri

Pekerjaan Umum No.27 Tahun 2016 pergantian pompa dapat menekan tekanan yang tinggi.

Hasil running analisis kecepatan air dalam pipa pada jam pemakaian konsumsi air minimum pukul 14:00 pada **Gambar 5.15** akan dijelaskan pada **Tabel 5.26** dan **Gambar 5.17** akan dijelaskan pada **Tabel 5.27** sebagai berikut.

Tabel 5.35 Hasil Analisa Velocity Zona Pelayanan Kecamatan Taman pada jam 14:00

No Junction	Lokasi		Flow l/s	Velocity (m/s)
	Nama Lokasi	Titik Koordinat		
Jun 114	Tawangsari Permai (Sawunggaling)	7°21'26.42"S 112°40'24.87"E	0.42	0.14
Jun 65	Griya Taman Asri Bara	7°21'24.11"S 112°40'24.62"E	9.86	0.12
Jun145	Griya Cipta Karya Bohar	7°23'0.63"S 112°42'8.66"E	8.15	0.10
Jun 104	Griya Cipta Karya Bohar	7°22'51.30"S 112°42'9.05"E	0.64	0.01
Jun 94	Geluran Jl Jeruk	7°22'11.80"S 112°42'47.67"E	0.44	0.01

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Tabel 5.36 Hasil Analisa Velocity Zona Pelayanan Kecamatan Waru pada jam 14:00

No Junction	Lokasi		Flow l/s	Velocity (m/s)
	Nama Lokasi	Titik Koordinat		
Jun 166	Pranti	7°21'59.59"S 112°47'2.78"E	0.60	1.58
Jun 154	Garden Dian Regency	7°21'47.79"S 112°46'29.80"E	0.30	0.37
Jun 167	Pranti	7°22'11.41"S 112°47'6.96"E	0.60	0.43
Jun 158	Perumahan Gate Garden Juanda 2	7°21'54.52"S 112°46'40.21"E	1.92	0.02
Jun 22	Rewwin	7°20'56.55"S 112°44'44.97"E	10.68	0.13
Jun 6	Bungurasih Barat	7°20'57.05"S 112°43'13.80"E	1.02	0.01

No Junction	Lokasi		Flow l/s	Velocity (m/s)
	Nama Lokasi	Titik Koordinat		
Jun 51	Pci Melon Utara	7°21'4.21"S 112°47'34.05"E	0.48	0.01

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Hasil running analisis kecepatan air dalam pipa pada jam pemakaian konsumsi air puncak pukul 17:00 pada **Gambar 5.16** akan dijelaskan pada **Tabel 5.28** dan **Gambar 5.18** akan dijelaskan pada **Tabel 5.28** sebagai berikut.

Tabel 5.37 Hasil Analisa Velocity Zona Pelayanan Kecamatan Taman pada jam 17:00

No Junction	Lokasi		Flow l/s	Velocity (m/s)
	Nama Lokasi	Titik Koordinat		
Jun 114	Tawangsari Permai (Sawunggaling)	7°21'26.42"S 112°40'24.87"E	3.54	0.35
Jun 65	Griya Taman Asri Bara	7°21'24.11"S 112°40'24.62"E	16.43	0.21
Jun145	Griya Cipta Karya Bohar	7°23'0.63"S 112°42'8.66"E	13.58	0,12
Jun 104	Griya Cipta Karya Bohar	7°22'51.30"S 112°42'9.05"E	0.64	0.01
Jun 94	Geluran Jl Jeruk	7°22'11.80"S 112°42'47.67"E	0.44	0.01

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Tabel 5.38 Hasil Analisa Velocity Zona Pelayanan Kecamatan Waru pada jam 17:00

No Junction	Lokasi		Flow l/s	Velocity (m/s)
	Nama Lokasi	Titik Koordinat		
Jun 166	Pranti	7°21'59.59"S 112°47'2.78"E	0.45	1.18
Jun 154	Garden Dian Regency	7°21'47.79"S 112°46'29.80"E	0.23	0.28
Jun 167	Pranti	7°22'11.41"S 112°47'6.96"E	0.45	0.32
Jun 158	Perumahan Gate Garden Juanda 2	7°21'54.52"S 112°46'40.21"E	0.18	0.22
Jun 22	Rewwin	7°20'56.55"S 112°44'44.97"E	8.01	0.10

No Junction	Lokasi		Flow l/s	Velocity (m/s)
	Nama Lokasi	Titik Koordinat		
Jun 6	Bungurasih Barat	7°20'57.05"S 112°43'13.80"E	0.77	0.01
Jun 51	Pci Melon Utara	7°21'4.21"S 112°47'34.05"E	0.36	0.01

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Hasil running software Epanet 2.0 menunjukkan bahwa Velocity zona pelayanan Kecamatan Taman padan jam pemakaian konsumsi air minimum pukul 14:00 kecepatan aliran air dalam pipa paling minimum yaitu 0.01 m/s, sedangkan kecepatan aliran air dalam pipa paling besar yaitu 0.14 m/s. Sedangkan hasil running software Epanet 2.0 menunjukkan bahwa Velocity zona pelayanan Kecamatan Waru padan jam pemakaian konsumsi air minimum pukul 14:00 kecepatan aliran air dalam pipa paling minimum yaitu 0.01 m/s, sedangkan kecepatan aliran air dalam pipa paling besar yaitu 1.20 m/s. Velocity zona pelayanan Kecamatan Taman pada jam pemakaian konsumsi air puncak pukul 17:00 kecepatan aliran air dalam pipa paling minimum yaitu 0.01 m/s, sedangkan kecepatan aliran air dalam pipa paling besar yaitu lebih dari 0.21 m/s.. Zona pelayanan Kecamatan Waru untuk velocity pada jam pemakaian konsumsi air puncak pukul 17:00 kecepatan aliran air dalam pipa paling minimum yaitu 0.01 m/s, sedangkan kecepatan aliran air dalam pipa paling besar yaitu lebih dari 1.30 m/s.

Pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.27 Tahun 2016, kriteria kecepatan aliran air dalam pipa untuk kecepatan minum yaitu sebesar 0,3-0,6 m.det, sedangkan kecepatan maksimum yaitu 3,0-4,5 m/det. Hasil running software Epanet 2.0 pada skenario 2 pergantian pompa telah memenuhi kriteria Pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.27 Tahun 2016, akan tetapi masih ada beberapa wilayah yang kecepatan air dalam pipa masih dibawa batas minimum Pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.27 Tahun 2016. Pergantian pompa dikarenakan pada pompa Instalansi Pengolahan Air Tawangsari dengan kapasitas 40 head, dan menyebabkan head pada setiap pelayan tinggi. Pompa yang tidak sesuai dengan kebutuhan akan menyebabkan

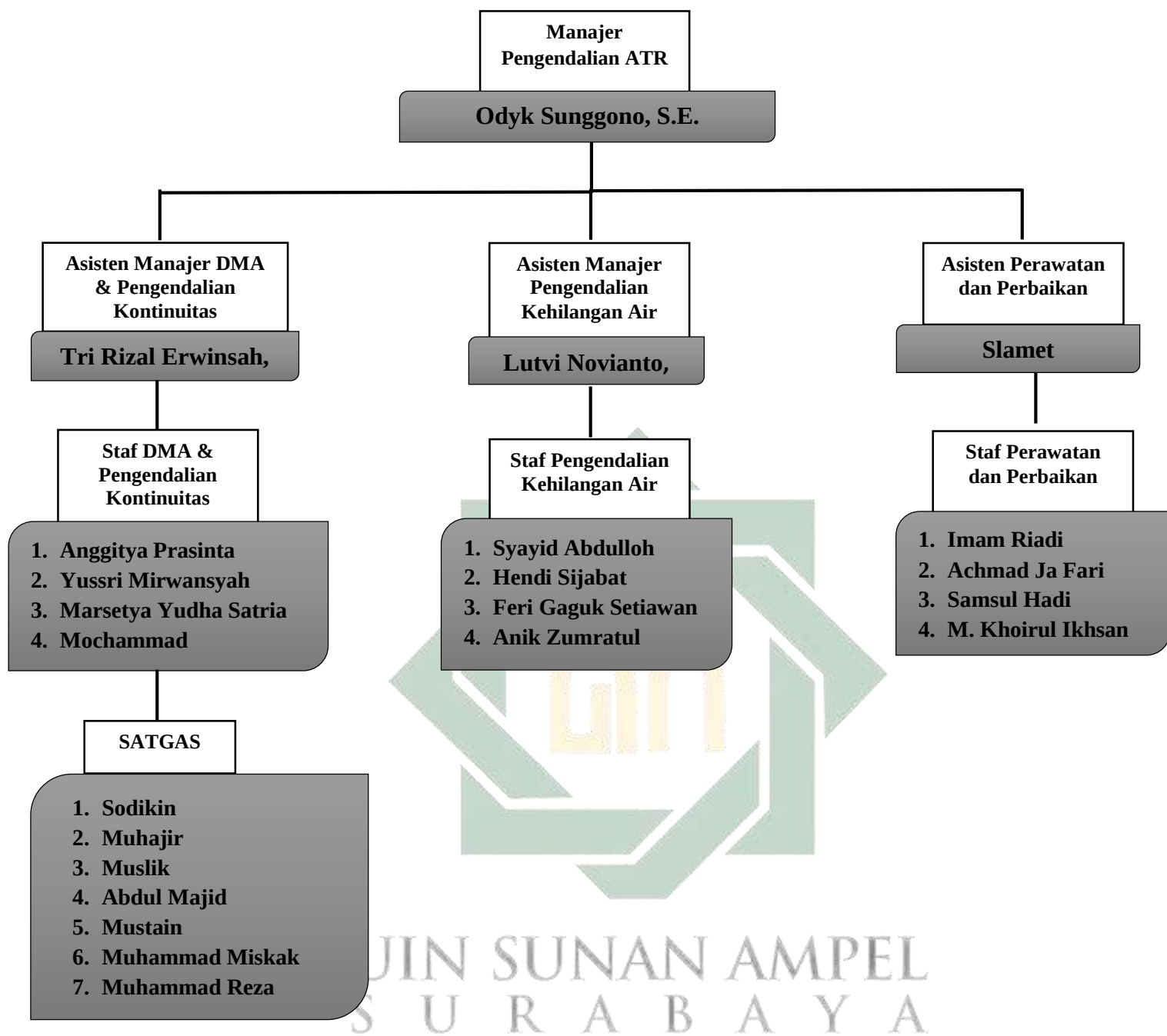
tekanan tinggi apada setiap zona sehinggaa dapat menyebabkan kerugian seperti sering terjadinya kerusakan dan pecah pada pipa.

Dalam reduksi penurunan kehilangan air jaringan distribusi PERUMDA Delta Tirta Zona pelayanan Instalansi Pengolahan Air Tawang Sari terdapat beberapa persamaan dan perbedaan antara skenario 1 dan skenario 2. Skenario 1 dengan penambahan valve dan PRV dapat mengurangi tekanan masuk yang lebih tinggi ke tekanan saluran keluar yang lebih rendah dengan stabil tanpa mengubah laju aliran atau menyelaraskan tekanan masuk yang bervariasi akan tetapi dalam pembiayaan rencana anggaran biaya masih terbilang cukup mahal. Skenario 2 dengan penggantian pompa dapat mengurangi tekanan yang tinggi pada setiap daerahnya akan tetapi jika adanya penambahan sambungan rumah (SR) atau pelanggan baru tekanan yang akan diterima akan berkurang dalam pembiayaan rencana anggaran biaya penggantian pompa lebih terjangkau.

5.5 Evaluasi Struktur Organisasi Pengelola Sistem Distric Meter Area (DMA) Di PERUMDA Delta Tirta

5.5.1 Kondisi eksisting struktur organisasi DMA PERUMDA Delta Tirta

Struktur organisasi harus dapat menggambarkan aktivitas utama dalam sistem pengelolaan, pola kerja yang jelas dan mempunyai fungsi perencanaan, pelaksanaan, dan pengendalian, serta pengawasan dalam menguraikan tugas, wewenang, dan tanggung jawabnya. Struktur organisasi harus dapat menggambarkan aktivitas utama dalam sistem pengelolaan, pola kerja yang jelas dan mempunyai fungsi perencanaan, pelaksanaan dan pengendalian, serta pengawasan dengan menguraikan tugas, wewenang dan tanggung jawabnya. Berikut ini merupakan struktur organisasi Bidang Pengendalian ATR di PERUMDA Delta Tirta yang tertera pada **Gambar 5.19**.



Gambar 5.19 Struktur Organisasi Pengendalian ATR

Sumber: PERUMDA Delta Tirta, 2022

Pada struktur organisasi pengendalian ATR PERUMDA Delta Tirta Sidoarjo, Manajer pengendalian ATR dibantu oleh asisten manajer DMA dan pengendalian kontinuitas, asisten manajer pengendalian kehilangan air, dan asisten manajer asisten perawatan dan pengendalian. Asisten manajer DMA dan pengendalian kontinuitas dibantu oleh staff DMA dan pengendalian dan staff satgas. Asisten manajer pengendalian dibantu oleh staff pengendalian kehilangan air, sedangkan asisten perawatan dan perbaikan dibantu oleh staff perawatan dan perbaikan. Tim pengendalian ATR mempunyai program kerja diantaranya yaitu pressure management, water balance, dan deteksi kebocoran secara aktif.

5.5.2 Rekomendasi restruktur organisasi DMA Delta Tirta

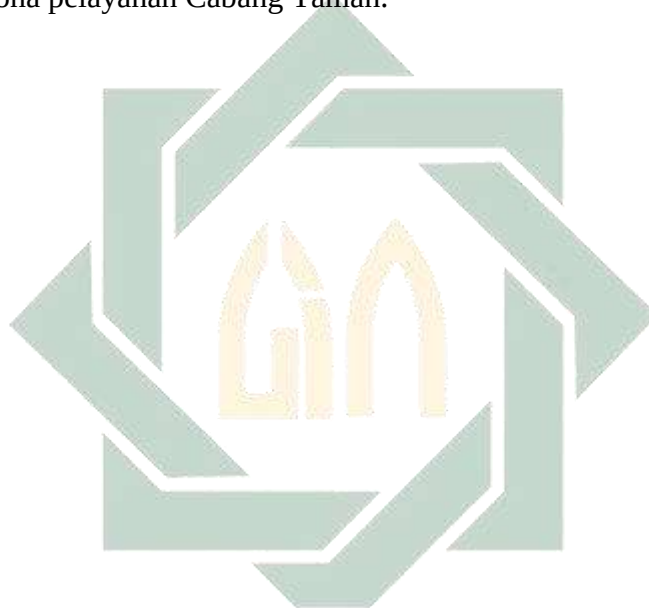
1. Sebaran Unit Organisasi

PERUMDA Delta Tirta mempunyai beberapa cabang diantaranya pada IPA Tawangsari yang berada di cabang Taman, Cabang Waru I dan Cabang Waru II. PERUMDA Delta Tirta perlu mereduksi organisasi pengelola tingkat cabang agar pada operasional dan pemeliharaan infrastruktur air minum bisa berjalan dengan baik. Penilaian rasio menurut BPP SPAM melayani 8-1000 sambungan pelanggan dilayani oleh satu pegawai pengelola air minum, apabila satu pegawai melayani lebih dari 1000 sambungan pelanggan, maka pelayanan akan kurang maksimal. Sedangkan jika pegawai lebih banyak maka akan banyak nya pegawai yang tidak bekerja atau menganggur, karena lebihnya pegawai. Berikut paparan pelayanan pegawai yang terbagi atas cabang Taman, Cabang Waru I, dan Cabng Waru II.

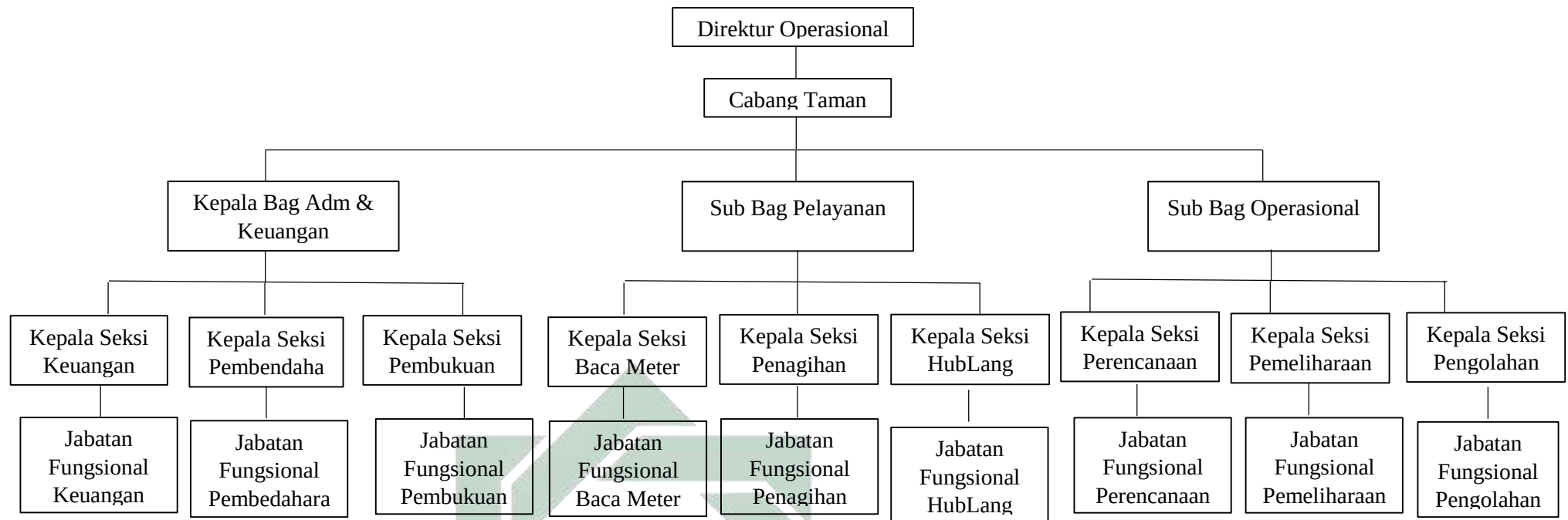
A. Wilayah Pelayanan Air Minum Cabang Taman

Dalam menghitung kebutuhan sumber daya manusia atau jumlah pegawai yang dibutuhkan adalah dengan menghitung rasio 8 per 1000 pelanggan atau 1 pegawai melayani 125 sambungan rumah. Pada Wilayah pelayanan air minum Cabang Taman melayani 3.183 sambungan rumah maka pegawai 26 orang yang terdiri dari

pegawai teknis dan non teknis. Pertimbangan untuk struktur organisasi Cabang Taman yakni kepala bidang administrasi dan keuangan, membawahi kepala seksi keuangan, kepala seksi pembedaharaan, dan kepala seksi pembukuan. Pada kepala bidang pelayanan membawahi kepala seksi baca meter, kepala seksi penagihan dan kas, dan kepala seksi hubungan pelanggan. Dan terakhir kepala bidang operasional membawahi kepala seksi pengolahan, kepala seksi perencanaan, dan kepala seksi pemeliharaan. Berikut paparan struktur organisasi pada wilayah zona pelayanan Cabang Taman.



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

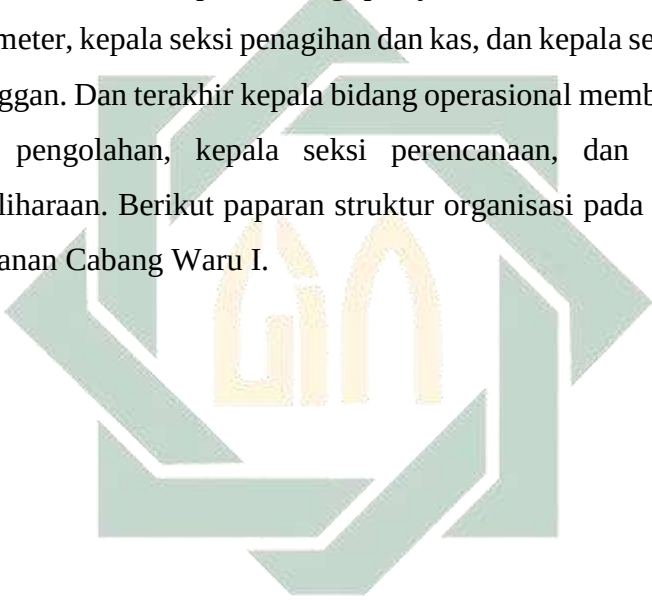


Gambar 5.20 Pertimbangan Susunan Organisasi Zona Pelayanan Cabang Taman

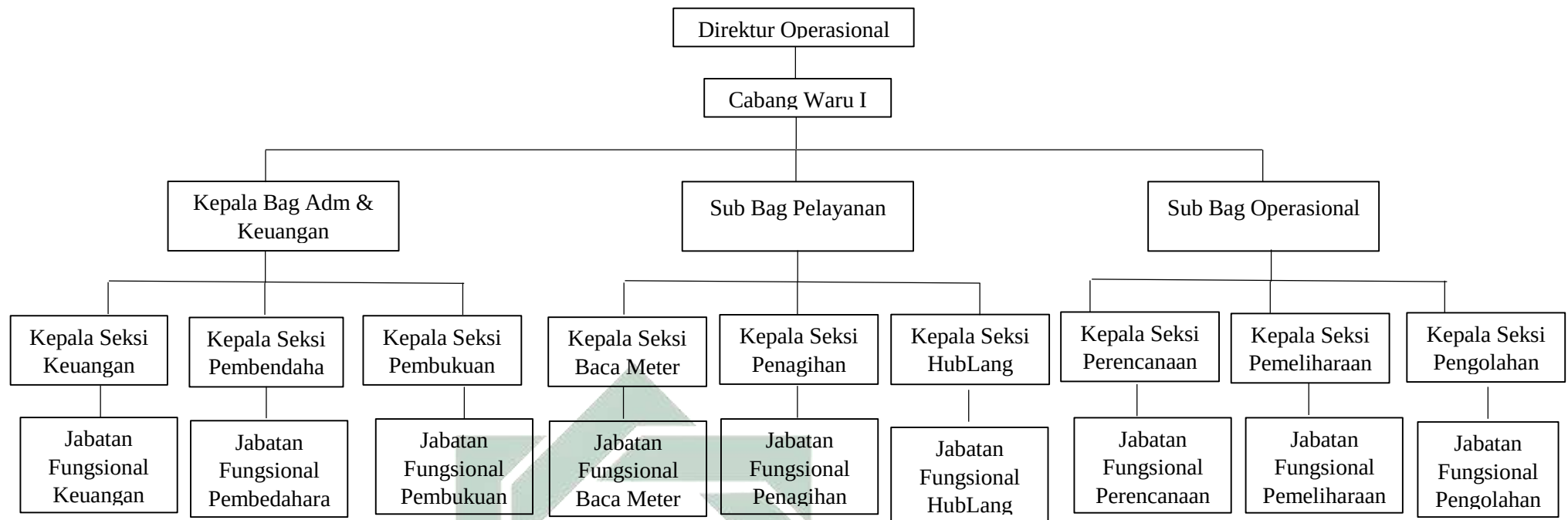
Sumber: Hasil Analisis, 2022

B. Wilayah Pelayanan Air Minum Cabang Waru I

Dalam menghitung kebutuhan sumber daya manusia atau jumlah pegawai yang dibutuhkan adalah dengan menghitung rasio 8 per 1000 pelanggan atau 1 pegawai melayani 125 sambungan rumah. Pada Wilayah pelayanan air minum Cabang Waru I melayani 25.179 sambungan rumah maka pegawai 201 orang yang terdiri dari pegawai teknis dan non teknis. Pertimbangan untuk struktur organisasi Cabang Waru I yakni kepala bidang administrasi dan keuangan, membawahi kepala seksi keuangan, kepala seksi pembedaharaan, dan kepala seksi pembukuan. Pada kepala bidang pelayanan membawahi kepala seksi baca meter, kepala seksi penagihan dan kas, dan kepala seksi hubungan pelanggan. Dan terakhir kepala bidang operasional membawahi kepala seksi pengolahan, kepala seksi perencanaan, dan kepala seksi pemeliharaan. Berikut paparan struktur organisasi pada wilayah zona pelayanan Cabang Waru I.



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

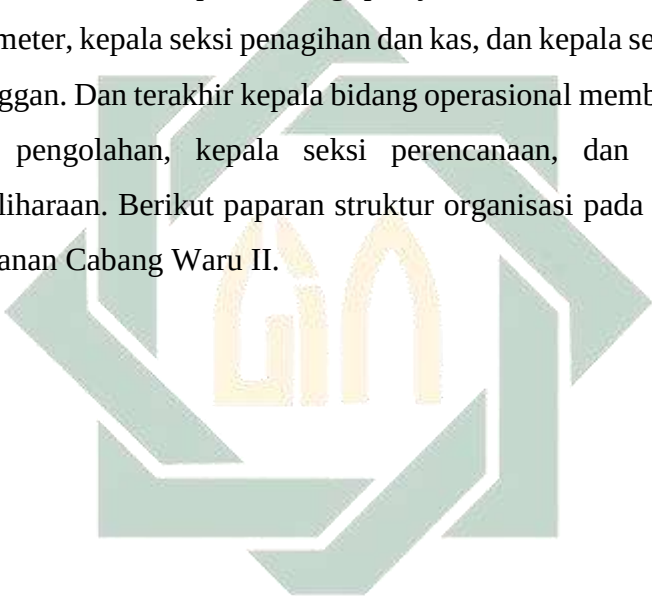


Gambar 5.21 Pertimbangan Susunan Organisasi Zona Pelayanan Cabang Waru I

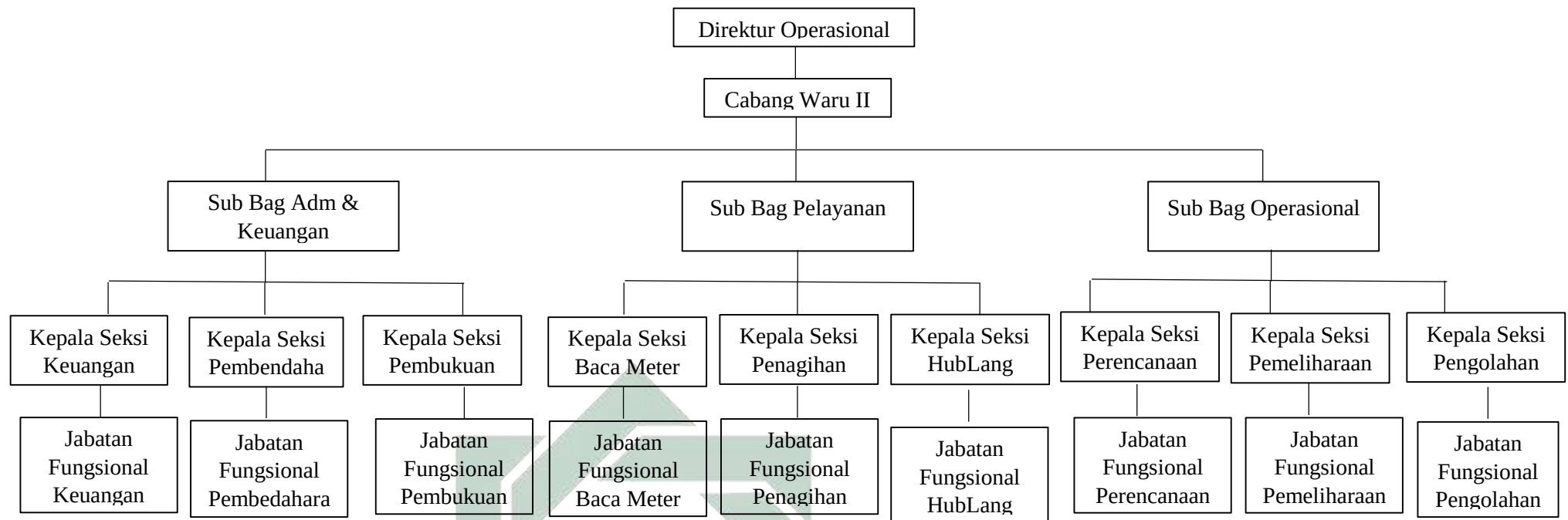
Sumber: Hasil Analisis, 2022

C. Wilayah Pelayanan Air Minum Cabang Waru II

Dalam menghitung kebutuhan sumber daya manusia atau jumlah pegawai yang dibutuhkan adalah dengan menghitung rasio 8 per 1000 pelanggan atau 1 pegawai melayani 125 sambungan rumah. Pada Wilayah pelayanan air minum Cabang Waru II melayani 20.451 sambungan rumah maka pegawai 164 orang yang terdiri dari pegawai teknis dan non teknis. Pertimbangan untuk struktur organisasi Cabang Waru II yakni kepala bidang administrasi dan keuangan, membawahi kepala seksi keuangan, kepala seksi pembedaharaan, dan kepala seksi pembukuan. Pada kepala bidang pelayanan membawahi kepala seksi baca meter, kepala seksi penagihan dan kas, dan kepala seksi hubungan pelanggan. Dan terakhir kepala bidang operasional membawahi kepala seksi pengolahan, kepala seksi perencanaan, dan kepala seksi pemeliharaan. Berikut paparan struktur organisasi pada wilayah zona pelayanan Cabang Waru II.

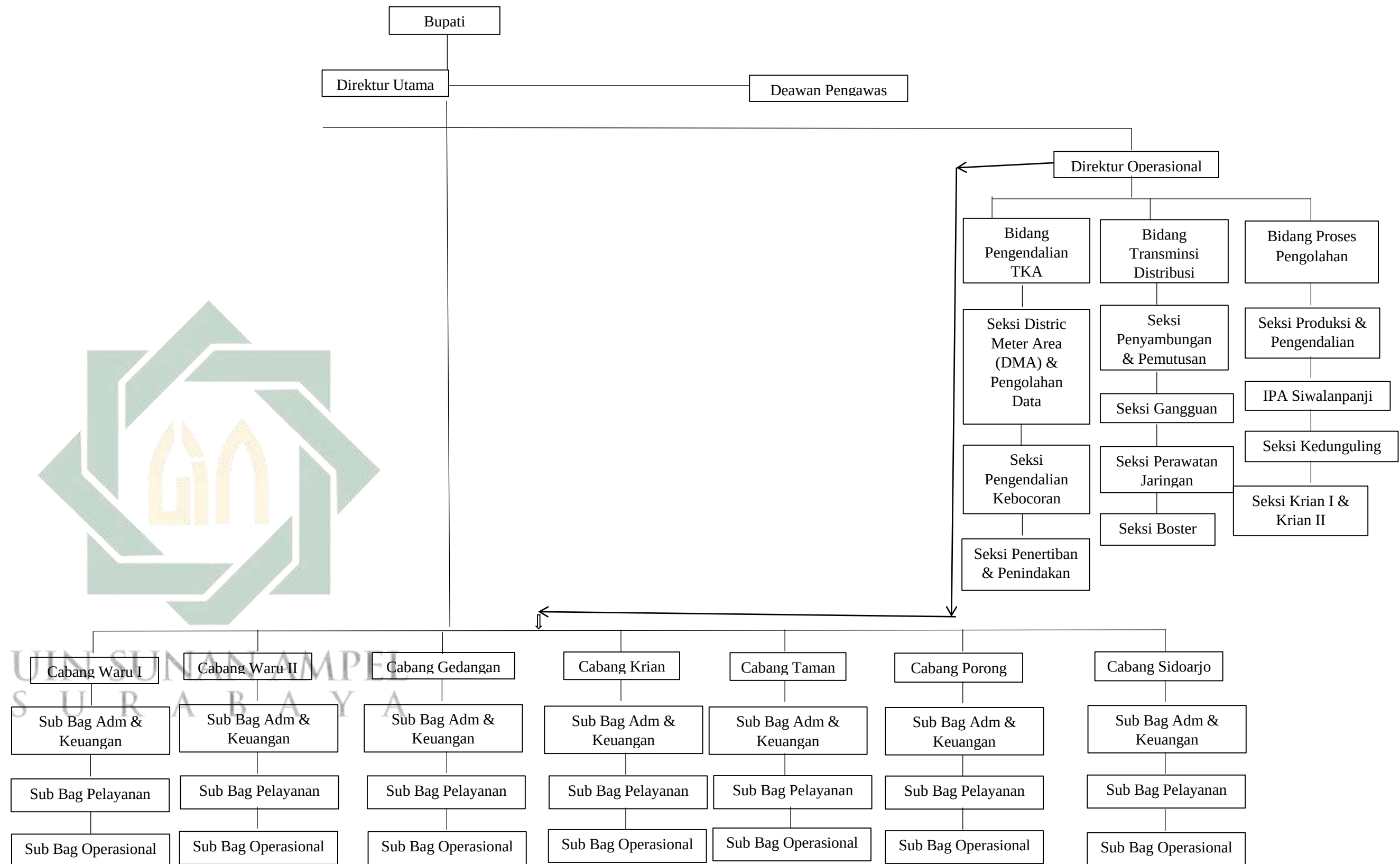


UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A



Gambar 5.22 Pertimbangan Susunan Organisasi Zona Pelayanan Cabang Waru II

Sumber: Hasil Analisis, 2022



Gambar 5.23 Rekomendasi Susunan Organisasi PERUMDA Delta Tirta

Sumber: Hasil Analisis, 2022

A. Sumber Daya Manusia

Sumber Daya Manusia merupakan salah satu sumberdaya yang mendukung keberhasilan organisasi di masa depan. Pengembangan sumber daya dapat mengikuti pelatihan-pelatihan pada bidang teknik, kelembagaan, keuangan, manajemen dan teknologi informasi yang berkerja sama dengan lembaga-lembaga pendidikan atau pelatihan, menugaskan staf untuk mengikuti seminar, workshop, lokakarya dan sebagainya agar meningkatkan pemahaman dan layanan, dan melakukan transfer pengetahuan oleh pegawai yang telah mengikuti pendidikan dan pelatihan kepada pegawai lain. PERUMDA Delta Tirta pegawai bidang pengendalian ATR berjumlah 23 pegawai. Struktur organisasi bidang pengendalian ATR nama pegawai dapat dilihat pada **Gambar 5.19**. Biografi pegawai hanya nama dan jabatan, beberapa pegawai masih belum memiliki gelar. Tingkat keahlian ini perlu dinaikkan dengan cara memberikan Pendidikan dan pelatihan lanjutan. Dalam menindak lanjuti tingkat keahlian perlu memetakan kualifikasi pendidikan, tugas dan fungsi pegawai, dan pelatihan yang akan diikuti. Menurut peraturan Menteri Pendayagunaan Aparatur Negara Dan Reformasi Birokrasi Republik Indonesia Nomor 41 Tahun 2018 Tentang Nomenklatur Jabatan Pelaksana Bagi Pegawai Negeri Sipil di Lingkungan Instansi Pemerintah kualifikasi pendidikan dapat ditentukan sebagaimana dijelaskan pada **Tabel 5.39** berikut.

Tabel 5.39 Tingkat Keahlian Bidang Pengendalian ATR

No	Jabatan	Kualifikasi	Tugas pokok dan fungsi	Pelatihan
1	Manajer Pengendalian ATR	Sarjana Teknik Sipil	a. menyusun program yang berkaitan dengan distrik meter area dan pengolahan data; b. menyusun program dan melaksanakan pengendalian kebocoran;	a. Training Manajemen Organisasi b. Manajemen air minum tingkat madya sertifikasi c. Pelatihan Sistem Informasi Geografis (SIG) d. Pelatihan penyusunan DED SPAM

No	Jabatan	Kualifikasi	Tugas pokok dan fungsi	Pelatihan
			c. menyusun program-program dan melaksanakan serta koordinasi kegiatan penertiban; d. membuat laporan secara tertulis dan berkala kepada Direktur Operasional;	e. Pelatihan NRW dan DMA yang dapat diadakan oleh PERUMDA sendiri, seperti mendatangkan pakar NRW f. Pelatihan pembuatan model hidrolika yang dapat diadakan oleh PERUMDA sendiri, seperti mendatangkan pakar hidrolika
2	Asisten manajer DMA dan Pengendalian Kontinuitas	Diploma IV Teknik Lingkungan	a. merencanakan dan melaksanakan program Distrik Meter Area (DMA); b. melakukan Operasi lapangan dengan menggunakan water tester meter pada seluruh pelanggan; c. melaksanakan administrasi Seksi Distrik Meter Area; d. melakukan evaluasi, pengawasan dan penggantian meter Zoning; e. membuat laporan berkala secara teratur mengenai seluruh kegiatan pelaksanaan tugasnya; f. menyusun rencana Sistem Zoning dan Sub Zoning diseluruh cabang dan melaksanakan evaluasi terhadap sistem tersebut; g. melakukan pemetaan dan sambungan langganan masing-masing cabang;	a. Training Manajemen Organisasi b. Pelatihan Sistem Informasi Geografis (SIG) c. Pelatihan penyusunan DED SPAM d. Pelatihan NRW dan DMA yang dapat diadakan oleh PERUMDA sendiri, seperti mendatangkan pakar NRW e. Pelatihan pembuatan model hidrolika yang dapat diadakan oleh PERUMDA sendiri, seperti mendatangkan pakar hidrolika

No	Jabatan	Kualifikasi	Tugas pokok dan fungsi	Pelatihan
			h. melakukan evaluasi, menganalisa laporan Sub Zoning tiap-tiap cabang; i. membuat analisa, menyusun rencana dan membuat laporan tindak lanjut penanganan kebocoran fisik maupun non fisik pada jaringan pipa transmisi distribusi IPA, Reservoir dan pelanggan; j. melaksanakan tugas lain yang diberikan oleh Kepala Bidang Pengendalian TKA.	
3	Staf DMA dan Pengendalian Kontinuitas	Diploma III Teknik Plumbing	a. Membuat laporan analisis pembentukan Distric meter area b. Membantu asisten DMA dan pengendalian kontinuitas dalam merencanakan dan mengawasi kegiatan pembentukan Distric Meter Area yang akan ditentukan.	a. Pelatihan Sistem Informasi Geografis (SIG) b. Pelatihan penyusunan DED SPAM c. Pelatihan NRW dan DMA yang dapat diadakan oleh PERUMDA sendiri, seperti mendatangkan pakar NRW d. Pelatihan pembuatan model hidrolika yang dapat diadakan oleh PERUMDA sendiri, seperti mendatangkan pakar hidrolika
4	Asisten manajer pengendalian kehilangan air	Sarjana Teknik Sipil	a. melakukan kontrol jaringan transmisi distribusi dan pelanggan di semua cabang yang disusun secara sistematis dan berkesinambungan baik secara sendiri	a. Training Manajemen Organisasi b. Pelatihan Sistem Informasi Geografis (SIG) c. Pelatihan penyusunan DED SPAM d. Pelatihan NRW dan DMA yang dapat

No	Jabatan	Kualifikasi	Tugas pokok dan fungsi	Pelatihan
			atau bersama cabang 1 bidang terkait; b. menyusun program kerja dan rencana kerja sub bagian pengendalian kebocoran; c. mengevaluasi dan mengusulkan Standart Operational Prosedure (SOP) baik teknis maupun non teknis yang berpotensi menimbulkan kehilangan air; d. melaporkan dan memantau terjadinya pelanggaran dan kebocoran pada bidang/ cabang terkait; e. membuat laporan berkala secara teratur mengenai seluruh kegiatan pelaksanaan tugas; f. melaksanakan tugas lain yang diberikan oleh Kepala Bidang Pengendalian TKA sesuai dengan lingkup tugasnya.	diadakan oleh PERUMDA sendiri, seperti mendatangkan pakar NRW e. Pelatihan pembuatan model hidrolika yang dapat diadakan oleh PERUMDA sendiri, seperti mendatangkan pakar hidrolika
5	Staff pengendalian kehilangan air	Diploma III Teknik Lingkungan	a. Membuat laporan temuan hasil kegiatan pencarian physical dan commercial losses pada District Meter Area (DMA) b. Membantu asisten manajer pengendalian air dalam mengatur, mengendalikan	a. Pelatihan Sistem Informasi Geografis (SIG) b. Pelatihan penyusunan DED SPAM c. Pelatihan NRW dan DMA yang dapat diadakan oleh PERUMDA sendiri, seperti mendatangkan pakar NRW

No	Jabatan	Kualifikasi	Tugas pokok dan fungsi	Pelatihan
			kegiatan pada pengendalian air	d. Pelatihan pembuatan model hidrolika yang dapat diadakan oleh PERUMDA sendiri, seperti mendatangkan pakar hidrolika
6	Asisten manajer perawatan dan perbaikan	Sarjana Teknik Sipil	a. menyusun rencana dan melaksanakan kegiatan pengawasan dan penertiban atas sambungan/ jaringan pipa pelanggan; b. melakukan koordinasi dengan bidang terkait untuk melakukan penyegelan atau pemutusan sambungan baik tetap maupun sementara terhadap pelanggan yang terbukti melakukan pelanggaran; c. mengadakan penyuluhan tentang disiplin pelanggan; d. melakukan evaluasi dan membuat laporan secara periodik atas kegiatan penertiban; e. melakukan tindakan non yustisi maupun represif yustisi terhadap pelanggaran yang dilakukan oleh pelanggan maupun pihak lain yang merugikan PERUMDA; f. melaksanakan tugas lain yang diberikan oleh Kepala Bidang Pengendalian TKA	a. Training Manajemen Organisasi b. Pelatihan Sistem Informasi Geografis (SIG) c. Pelatihan penyusunan DED SPAM d. Pelatihan NRW dan DMA yang dapat diadakan oleh PERUMDA sendiri, seperti mendatangkan pakar NRW e. Pelatihan pembuatan model hidrolika yang dapat diadakan oleh PERUMDA sendiri, seperti mendatangkan pakar hidrolika

No	Jabatan	Kualifikasi	Tugas pokok dan fungsi	Pelatihan
			sesuai dengan lingkup tugasnya.	
7	Staff perawatan dan perbaikan	Diploma III Teknik Sipil	a. Membuat laporan terkait kegiatan perawatan dan perbaikan b. Membantu asisten manajer perawatan dan perbaikan dalam kegiatan perawatan dan perbaikan.	a. Pelatihan Sistem Informasi Geografis (SIG) b. Pelatihan penyusunan DED SPAM yang diakan oleh BPSDM Pelatihan NRW dan DMA yang dapat diadakan oleh PERUMDA sendiri, seperti mendatangkan pakar NRW c. Pelatihan pembuatan model hidrolika yang dapat diadakan oleh PERUMDA sendiri, seperti mendatangkan pakar hidrolika
8	Satgas	SMK Teknik	a. Menangani penertiban pelanggan yang bermasalah dalam pembayaran rekening air.	Pelatihan public speaking

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Spesifikasi penyelenggara pelatihan dapat dilihat pada **Tabel 5.40** sebagai berikut:

Tabel 5.40 Penyelenggara Pelatihan

No	Pelatihan	Penyelenggara
1	Training Manajemen Organisasi	Training center & IT solution Smile Group
2	Manajemen air minum tingkat madya sertifikasi	Badan Nasional Sertifikasi Profesi (BNSP)
3	Pelatihan Sistem Informasi Geografis (SIG)	PT. Ganesha Environmental & Energy Services (PT.GEES)

No	Pelatihan	Penyelenggara
4	Pelatihan penyusunan DED SPAM	Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia Daerah (BPSDM)
5	Pelatihan NRW dan DMA yang dapat diadakan oleh PERUMDA sendiri, seperti mendatangkan pakar NRW	PERUMDA Delta Tirta
6	Pelatihan pembuatan model hidrolika yang dapat diadakan oleh PERUMDA sendiri, seperti mendatangkan pakar hidrolika	PERUMDA Delta Tirta
7	Pelatihan public speaking	Direktori Training Indonesia

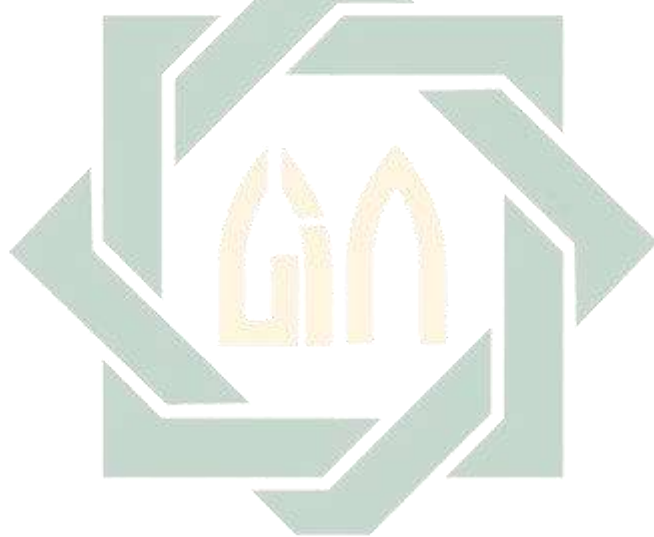
Sumber: Hasil Analisis, 2022

Berdasarkan analisis **Tabel.5.39** pegawai bidang pengendalian ATR perlu adanya kesesuaian kualifikasi pendidikan, dengan tujuan agar meningkatkan wawasan dan performa pegawai terhadap tanggung jawab yang diberikan perusahaan. Kualifikasi pendidikan pegawai pengendalian ATR dijabarkan sebagai berikut:

1. Manajer Pengendalian ATR merupakan sarjana Teknik Sipil yang bertugas dalam menyusun, merencanakan, dan mengawasi setiap kegiatan pengendalian ATR.
2. Asistensi manajer DMA dan Pengendalian Kontinuitas merupakan Diploma IV Teknik Lingkungan yang bertugas merencanakan, mengawasi, menganalisis dalam kegiatan DMA dan Pengendalian Kontinuitas.
3. Staff DMA dan Pengendalian Kontinuitas merupakan diploma III Teknik Plumbing yang bertugas membantu asisten manajer DMA dan Pengendalian Kontinuitas dalam membuat laporan kegiatan DMA dan Pengendalian Kontinuitas.
4. Asisten manajer pengendalian kehilangan air merupakan Sarjana Teknik Sipil yang bertugas dalam mengatur dalam mengendalikan kegiatan pengendalian kehilangan air
5. Staff Asisten manajer pengendalian kehilangan air merupakan Diploma III teknik Lingkungan yang bertugas membantu asisten

Asisten manajer pengendalian kehilangan air dalam membuat laporan kegiatan pengendalian kehilangan air.

6. Asisten manajer perawatan dan perbaikan merupakan Sarjana Teknik Sipil yang bertugas dalam mengatur dan mengendalikan pada kegiatan pemeliharaan kebersihan lingkungan reservoir distribusi air, dan sebagainya.
7. Staff manajer perawatan dan perbaikan merupakan Diploma III Teknik Sipil yang bertugas dalam membuat laporan kegiatan perawatan dan perbaikan.
8. Satgas merupakan SMK yang bertugas dalam kegiatan menangani pelanggan yang bermasalah.



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB IV

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan pada penelitian tingkat penurunan kehilangan air di PERUMDA Delta Tirta instalansi pengolahan air (IPA) Tawangsari zona pelayanan Kecamatan Taman dan Kecamatan Waru, dapat di simpulkan sebagai berikut:

1. Tingkat kehilangan air PERUMDA Delta Tirta Instalansi Pengolahan Air Tawangsari pada zona pelayanan Cabang Taman sebesar 27.48%, Cabang Waru I sebesar 32.38%, dan Cabang Waru II sebesar 20.52%.
2. Evaluasi tingkat kehilangan air di PERUMDA Delta Tirta Instalansi Pengolahan Air Tawangsari sebagai berikut:
 - a. Aspek teknis
Tingkat kehilangan air tinggi akibat tingginya pressure pada jaringan pipa. Pressure zona pelayanan Kecamatan Taman yaitu 55.18 m, sedangkan zona pelayanan Kecamatan Waru sebesar 59.97 m. Kecepatan yang tinggi ini mengakibatkan pipa pecah sehingga mengakibatkan kebocoran meningkat.
 - b. Aspek Kelembagaan
Indikator rasio terhadap pegawai didapatkan nilai 6. Rasio diklat pegawai didapatkan 23%. Rasio beban diklat dengan nilai standart menurut BPPSPAM sebesar 1.
3. Desain ulang jaringan distribusi menggunakan 2 skenario. Skenario 1 yaitu penambahan valve dan PRV, sedangkan skenario 2 dengan mengganti pompa dengan head yang lebih rendah pada setiap zona pelayanan.
Seuaie degan analisis
4. Reduksi penurunan kehilangan air jaringan distribusi PERUMDA Delta Tirta Zona pelayanan Instalansi Pengolahan Air Tawangsari yaitu dilakukannya dengan membuat 2 skenario.

a. Skenario 1

Skenario 1 menurunkan pressure Kecamatan Taman menjadi 11.96 m dan dan menurunkan pressure Kecamatan Waru menjadi 16 m

b. Skenario 2

Seknario 2 menurunkan pressure pada zona pelayanan Kecamatan Taman yaitu 24.89 m, pada zona pelayanan Kecamatan Waru 29.10 m.

5. Jumlah pengelola DMA eksisting 23 orang, sedangkan total pengelolah untuk tiga cabang (Taman, Waru I, dan Waru II) sebanyak 391 pegawai.

6.2 Saran

Saran yang dapat diberikan pada penelitian tingkat penurunan kehilangan air di PERUMDA Delta Tirta instalansi pengolahan air (IPA)Tawangsari zona pelayanan Kecamatan Taman dan Kecamatan Waru, dapat di simpulkan sebagai berikut:

1. Upaya dalam menurunkan tingkat kehilangan air yaitu berupa pengaturan ulang jaringan dengan menutup jaringan menggunakan valve dan PRV pada segmen Kecamatan Taman daerah Geluran, Karang pilang, dan Bebekan Selatan, sedangkan Kecamatan Waru pada daerah Pranti dan Bungurasih Barat.
2. Evaluasi tingkat kehilangan air di PERUMDA Delta Tirta Instalansi Pengolahan Air Tawangsari sebagai berikut
 - a. Aspek Teknis
Untuk mempertahankan tekanan pada zona pelayanan Kecamatan Taman dan Kecamatan Waru perlu adanya penambahan valve dan PRV, serta pergantian pompa.
 - b. Aspek Kelembagaan
Meningkatkan pembelajaran dan inovasi pada pengelolaan PERUMDA Delta Tirta yaitu mencari informasi mengenai fasilitas diklat yang akan diselenggarakan dan melakukan in house training,
3. Hasil analisis yang telah dilakukan seknario yang efektif dalam menurunkan tekanan yang tinggi yaitu skenario 1 dengan penambahan

valve dan PRV, pada Kecamatan Taman pada daerah Jln. Geluran, Karang Pilang, dan Jln. Bebekan Selatan, sedangkan pada Kecamatan Waru pada daerah Bungurasih Barat dan Pranti.

4. Reduksi penurunan kehilangan air jaringan distribusi PERUMDA Delta Tirta Zona pelayanan Instalansi Pengolahan Air Tawangsari yaitu lebih dianjurkan dengan skenario 1 pada penambahan valve dan PRV dikarenakan lebih efektif dalam menurunkan tekanan yang tinggi.
5. Jumlah pengelola pada Cabang Taman terdiri 26 pegawai, Cabang Waru I terdiri 201 pegawai, dan Cabang Waru II terdiri 164 pegawai.



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR PUSTAKA

- Army, U. (2000). Water Supply, Water Distribution (Pp. 1–59).
- Aulia, N. (2018). Studi Uji Korelasi Pengembangan Kebutuhan. Program Studi Perencanaan Wilayah Dan Kota Universitas Pasundan Bandung.
- Barkah, G. D. (2021). Perencanaan Sistem Penyediaan Air Minum (Spam) Di Perumahan Platinum Regency Dan Perumahan Mutiara Garden Kabupaten Mojokerto Menggunakan Progam
- Badan Peningkatan Penyelenggaraan Sistem Penyediaan Air Minum. (2019). Petunjuk Teknis Penilaian Kinerja Pdam.
- Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia Kementrian Pekerjaan Umum. (2000). Pengenalan Program Epanet. Perencanaan Teknis Air Minum Dengan Menggunakan Program Aplikasi Pengenalan Program Epanet, 1–26. Epanet
- Brentan, B. M., Carpitella, S., Izquierdo, J., Luvizotto, E., & Meirelles, G. (2022). District Metered Area Design Through Multicriteria And Multiobjective Optimization. *Mathematical Methods In The Applied Sciences*, 45(6), 3254–3271.
- Dayanti, P., & Hendriarianti, E. (2022). Upaya Penurunan Tingkat Kehilangan Air Secara Fisik Pada Sistem Distribusi Pdam Kota Malang Di District Meter Area (Dma) Mojo 1c Dan 2b4 (Efforts To Reduce The Level Of Phycical Water Loss In The Distribution System Of Pdam Malang City In District Mete. *Jurnal Enviro*, 10.
- Durmuşçelebi, F. M., Özdemir, Ö., & Fırat, M. (2019). District Metered Areas For Water Loss Management In Distribution Systems 2020, 149-170 2 Kayseri Water And Sewerage Administration, Kayseri. *Sigma Mühendislik Ve Fen Bilimleri Dergisi*, 38(1), 149–170.
- Elke Natasha, & Zubaidah, U. P. (2019). Studi Kehilangan Air Pada Jaringan Distribusi Pdam Perumahan Bukit Sejahtera Palembang Dengan Program Dma (District Meter Area). *Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang*, 9–25.

- Ichsan, Z. (2017). Strategi Peningkatan Kinerja Perusahaan Daerah Air Minum (Pdam) Kabupaten Trenggalek. Tesis, 1–113.
- Jannah, I. R. (2020). Studi Kehilangan Air Komersial (Studi Kasus: Pdam Maja Tirta Kota Mojokerto).
- Karnadi, R. (2009). Pedoman Pengenalan Spam. Bppspam - Departemen Pekerjaan Umum, 68.
- Kowalska, B., Suchorab, P., & Kowalski, D. (2022). Division Of District Metered Areas (Dmas) In A Part Of Water Supply Network Using Watgems (Bentley) Software: A Case Study. *Applied Water Science*, 12(7), 1–10.
- Lin, Shun Dar. (2007). *Water And Wastewater Calculations Manual Second Edition*.
- Mays, L. W. (1999). *Water Distribution Systems Handbook*.
- Mustafidah, H. (2019). Optimalisasi Tingkat Kehilangan Air Pdam Kota Mojokerto Dengan Penerapan Sistem Distric Meter Area (Dma) Ditinjau Dari Aspek Teknis, Kelembagaan Dan Finansial. Tesis, 1–126.
- Pekerjaanumum, B. D. (N.D.). Pedoman Pengenalan Spam Bppspam. 68, 244.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 27/Prt/M/2016 Tentang Penyelenggaraan Sistem Penyediaan Air Minum.
- Peraturan Menteri Pendayagunaan Aparatur Negara Dan Reformasi Birokrasi Republik Indonesia Nomor 41 Tahun 2018. (2018). Peraturan Menteri Pendayagunaan Aparatur Negara Dan Reformasi Birokrasi Republik Indonesia Nomor 41 Tahun 2018 Tentang Nomenklatur Jabatan Pelaksana Bagi Pegawai Negeri Sipil Di Lingkungan Instansi Pemerintah.
- Permenpu : 18/Prt/M/2007. (2007). Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum.
- Pratama, Ferina Nadya. (2020). Evaluasi Kehilangan Air Pada Jaringan Pipa, Pdam Unit Grogol, Kabupaten Kediri. Skripsi.

- Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat. (2018). Modul 8 Distrik Meter Area (Dma). 1–14.
- Rozaq, Z. A., & Iqbal, R. (2019). Optimalisasi Jaringan Distribusi Air Minum Menggunakan Penerapan District Meter Area (Dma) Pada Pdam Kabupaten Pasaman Barat Unit Simpang Ampek Optimalization Of Water Distribution Network Using District Meter Area (Dma) Establishment At Pdam Kabupate. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 25(2), 19–32.
- Safitri, A., Wahyudi, S. I., & Soedarsono. (2021). Analysis Of Water Loss In The District Of Meter Area (Dma) Bumi Kepongongan Indah Regency , Cirebon For Civilization. *Budapest International Research And Critics Institute (Birci-Journal) : Humanities*, 4 No.3(September), 6765–6777.
- Samantha, R., & Almalik, D. (2019). Analisis Kondisi Eksisting District Meter Area (Dma) Sindang Rasa Pada Zona 1 Perumda Tirta Pakuan Kota Bogor. *Syntax Literate: Jurnal Ilmiah Indonesia*, 3(2), 58–66.
- Saparina, W. (2017). Penurunan Kehilangan Air Di Sistem Distribusi Air Minum Pdam Kota Malang. In Tesis.
- Sciences, H. (2016). Rencana Anggaran Biaya (Rab). 4(1), 1–23.
- Tanaka, W., Komala, P. S., & Helard, D. (2022). Evaluasi District Metered Area (Dma) Pada Zona Air Minum Prima Pdam Kota Padang Panjang. *Jurnal Teknik Pengairan: Journal Of Water Resources Engineering*, 2022(1), 75–89.
- Ubaedilah. (2017). Analisa Kebutuhan Jenis Dan Spesifikasi Pompa Untuk Suplai Air Bersih Di Gedung Kantin Berlantai 3 Pt Astra Daihatsu Motor. *Jurnal Teknik Mesin*, 5(3), 30.
- Utama, T. T., & Zumrotin, A. (2022). Optimization Pressure Of Water Distribution Network System Of The Banjarsari Water Treatment Plant, Pdam Bojonegoro. *Andalasian International Journal Of Applied Science, Engineering And Technology*, 2(1), 34–44.
- Wardianto, D. (2018). Peningkatan Umur Bearing Pada Pompa Centrifugal Dengan Optimasi Penggunaan Angular Contact Ball Bearing. *Xii*(5),

Yustika Kusumawardani, Y. K., & Astuti, W. (2018). Evaluasi Pengelolaan Sistem Penyediaan Air Bersih Di Pdam Kita Madiun. *Neo Teknika*, 4(1).



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A