



TUGAS AKHIR - RE 184804

PERENCANAAN DISTRIBUSI AIR MINUM DENGAN PEMANFAATAN AIR UMBULAN DI SURABAYA BARAT

YOHANES CANDRA KURNIAWAN
0321154000089

DOSEN PEMBIMBING:
Ir. BOWO DJOKO MARSONO, M. Eng.

Departemen Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2019



TUGAS AKHIR - RE 184804

PERENCANAAN DISTRIBUSI AIR MINUM DENGAN PEMANFAATAN AIR UMBULAN DI SURABAYA BARAT

YOHANES CANDRA KURNIAWAN
0321154000089

DOSEN PEMBIMBING
Ir. BOWO DJOKO MARSONO, M. Eng.

Departemen Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya, 2019



FINAL PROJECT - RE 184804

DESIGN OF WATER DISTRIBUTION BY USING UMBULAN WATER IN WEST SURABAYA

YOHANES CANDRA KURNIAWAN
NRP. 0321154000089

ADVISOR
Ir. BOWO DJOKO MARSONO, M. Eng.

Department of Environmental Engineering
Faculty of Civil Environmental and Geo Engineering
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya, 2019

LEMBAR PENGESAHAN

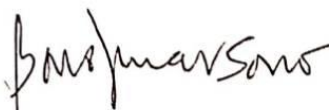
PERENCANAAN DISTRIBSUI AIR MINUM DENGAN PEMANFAATAN AIR UMBULAN DI SURABAYA BARAT

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memenuhi Gelar
Sarjana Teknik
Pada
Program Studi S-1 Departemen Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:
YOHANES CANDRA KURNIAWAN
NRP. 0321154000011

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir



Ir. Bowo Djoko Marsono, M. Eng.
NIP. 19650317 199102 1 001



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

PERENCANAAN DISTRIBUSI AIR MINUM DENGAN PEMANFAATAN AIR UMBULAN DI SURABAYA BARAT

Nama Mahasiswa : Yohanes Candra Kurniawan
NRP : 03211540000089
Departemen : Teknik Lingkungan
Dosen Pembimbing : Ir. Bowo Djoko Marsono, M. Eng.

ABSTRAK

Mata Air Umbulan merupakan mata air yang terletak pada Desa Umbulan, Kecamatan Winongan, Kabupaten Pasuruan. Mata Air Umbulan memiliki debit sebesar 5000 L/detik. Berdasarkan KPS-SPAM Umbulan, air Umbulan akan dimanfaatkan sebagai air minum. Debit yang akan dimanfaatkan untuk air minum sebesar 4000 L/detik dengan dibagi ke lima kabupaten/kota. Kota Surabaya sebagai salah satu penerima Air Umbulan mendapatkan jatah debit sebesar 1000 L/detik. Air dari Umbulan akan disambungkan langsung ke jaringan distribusi air minum PDAM Kota Surabaya melalui unit *offtake*. PDAM Surabaya akan membangun dua buah *offtake* yang terletak pada Alas Malang dan Ketegan. Masing-masing *offtake* akan menampung air sebesar 500 L/detik.

Berdasarkan laporan KPS-SPAM Umbulan, air Umbulan dijual secara curah sebesar Rp3.300,00/m³ pada tahun 2019. Harga jual akan naik setiap tahunnya sebesar 5,53 %. Tarif air minum PDAM Kota Surabaya rata-rata sebesar Rp2.780,00/m³. Perbedaan harga jual air minum PDAM Kota Surabaya dengan harga beli air Umbulan membuat PDAM Kota Surabaya harus melakukan perencanaan penggunaan air Umbulan. Dalam perencanaannya, PDAM Kota Surabaya akan membuat jaringan khusus yang dilayani hanya dengan air Umbulan pada *offtake* Alas Malang. Pelanggan pada zona yang dilayani oleh *offtake* Alas Malang akan memiliki tarif air yang lebih tinggi dari daerah lain.

Untuk menjaga kualitas air Umbulan, distribusi air Umbulan harus dilakukan secara terpisah. Ada dua alternatif perencanaan pada daerah perencanaan untuk mendistribusikan air Umbulan. Alternatif pertama ialah dengan mengisolasi daerah perencanaan dan memanfaatkan pipa eksisting. Alternatif kedua adalah dengan

mendistribusikan air Umbulan dengan pipa baru dengan kualitas *food grade*. Kedua alternatif memiliki dampak ke pola aliran air di jaringan Surabaya Barat.

Untuk menjaga kualitas air Umbulan, perlu dilakukan perawatan pipa berupa penggelontoran. Penggelontoran dilakukan secara berkala untuk beberapa segmen pipa. Pada alternatif perencanaan pertama terdapat 48 buah segmen pipa yang harus digelontor secara berkala. Untuk Alternatif kedua terdapat dua buah segmen pipa yang harus digelontor secara berkala.

Penduduk di wilayah perencanaan masih ragu-ragu untuk menggunakan air Umbulan sebagai air minum. Kebanyakan penduduk beralasan tidak percaya dengan kualitas air PDAM. Namun, penduduk di wilayah perencanaan bersedia membayar lebih saat menggunakan air Umbulan. Besarnya kenaikan harga tidak lebih dari Rp50.000,00 per bulan.

Dengan menggunakan air Umbulan, PDAM Kota Surabaya tidak akan mengalami kerugian sampai tahun 2023 walaupun tidak menaikkan harga jual air. Namun, apabila harga jual air ditingkatkan, PDAM Surabaya tidak akan mengalami kerugian hingga tahun 2030.

Kata Kunci : Air minum, jaringan distribusi, operasional air Umbulan, PDAM Kota Surabaya, Surabaya Barat

DESIGN OF WATER DISTRIBUTION BY USING UMBULAN WATER IN WEST SURABAYA

Name : Yohanes Candra Kurniawan
NRP : 03211540000089
Department : Teknik Lingkungan
Supervisor : Ir. Bowo Djoko Marsono, M. Eng.

ABSTRACT

Umbulan spring water is located in Desa Umbulan, Kecamatan Winongan, Kabupaten Pasuruan. Umbulan spring water's flow is 5000 L/s. According to KPS-SPAM Umbulan, Umbulan water will be used as drinking water. Umbulan water will be used as drinking water as much as 4000 L/s and be distributed into five cities. Surabaya as one of Umbulan water user will get 1000 L/s. Umbulan water will be distributed directly into PDAM Kota Surabaya's tap water distribution system by offtake unit. PDAM Kota Surabaya will build two offtake. Every single offtake will collect 500 L/s.

According to KPS-SPAM Umbulan report, Umbulan water will be sold in bulk in Rp3.300,00/m³ on 2019. The price will rise by 5,53% annually. PDAM Kota Surabaya tap water average rates are Rp2.780,00/m³. The difference between Umbulan water price and PDAM Kota Surabaya tap water rates makes PDAM Kota Surabaya make a design of Umbulan water usage. In design, PDAM Kota Surabaya will make a special area that will use only Umbulan water as tap water. Customers in that special area can get higher rates.

To maintain the quality, Umbulan water must be distributed separated with PDAM Water. There are two alternatives plan to distribute Umbulan water. First alternative is by isolating distribution pipe in planning area. Umbulan water will be distributed by using existing pipe. Second alternative is by using new *food grade* pipe without isolating existing pipe. These two alternatives affect water flow pattern in West Surabaya.

To maintain the quality of Umbulan water, distribution pipe must be flushed periodically. There are 48 pipe segments in first alternative must be flushed at least twice in a year. In second

alternative, there are two pipe segments must be flushed at least twice in a year.

Customers in the planning area still doubt the quality of Umbulan water. Mostly, customers in that area do not believe that Umbulan water can be drunk directly. But, customers in that area are willing to pay higher rate as long as it is not increasing more than Rp50.000,00 monthly.

By using Umbulan water and not rising tap water's rates, PDAM Kota Surabaya will not get deficit until 2023. But, if PDAM Kota Surabaya increase tap water's rate, PDAM Surabaya will not get deficit until 2030.

Key words: Drinking water, operational of Umbulan water, PDAM Kota Surabaya, water distribution system, West Surabaya

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan yang Maha Kuasa, atas segala karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan tugas akhir ini. Penyusunan tugas akhir dengan judul Perencanaan Distribusi Air Minum dengan Pemanfaatan Air Umbulan tidak akan selesai tanpa bantuan dan bimbingan banyak orang. Dengan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. Bowo Djoko Marsono, M. Eng. selaku dosen pembimbing tugas akhir. Terima kasih atas kesabaran, bantuan, ilmu dan bimbingan dalam penyusunan tugas akhir ini.
2. Bapak Prof. Ir. Wahyono Hadi, M. Sc., Ph. D., Bapak Ir. Eddy Setiadi Soedjono, Dipl. S.E., M. Sc., Ph. D, Ibu Bieby Voijant Tangahu, S.T., M.T., Ph.D., Bapak Adhi Yiniarto., S.T., M.T., Ph. D., dan Bapak Welly Herumurti, S.T., M. Sc. selaku dosen pengarah. Terima kasih atas segala bimbingan, masukan dan koreksi yang diberikan sehingga tugas akhir ini menjadi semakin baik.
3. Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Kota Surabaya atas kesediaannya memberikan izin atas pelaksanaan penelitian ini. Terima kasih kepada staf PDAM Kota Surabaya yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, masukan dan data yang diperlukan dalam penelitian ini.
4. Pemerintah Kota Surabaya, khususnya Kecamatan Sambikerep, Kecamatan Lakarsantri beserta kelurahan yang ada pada masing-masing kecamatan. Terima kasih telah mengizinkan penelitian ini dilaksanakan. Terima kasih kepada staf yang telah bersedia membimbing, memberi data dan mengarahkan saat survei lapangan.
5. Keluarga yang selalu memberikan dukungan baik moral, semangat, doa dan finansial demi kelancaran tugas akhir ini.
6. Seluruh kerabat, Envinity, anggota Kontrakan Joss Pak Kasan, mas, mbak serta adik-adik di HMTL, yang telah memberi dukungan, semangat serta bantuan baik tenaga maupun moral dalam mengerjakan tugas akhir ini.

Saya menyadari bahwa penelitian ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, saya menerima saran dan masukan yang diberikan guna perbaikan penelitian selanjutnya. Semoga penelitian ini dapat berguna bagi pihak-pihak yang membutuhkan dan dapat dikembangkan lagi.

Surabaya, 26 Juni 2019

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Ruang Lingkup	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Gambaran Umum daerah Perencanaan	5
2.1.1 Kota Surabaya.....	5
2.1.2 Penyediaan Air Minum	5
2.1.3 Pemanfaatan Air Umbulan oleh PDAM Kota Surabaya	10
2.1.4 Kecamatan Lakarsantri	18
2.1.5 Kecamatan Sambikerep	21
2.2 Mata Air Umbulan.....	22
2.3 Sistem Penyediaan Air Minum	26
2.4 Kualitas Air Minum.....	27
2.5 Kuantitas Air Minum	29
2.6 Faktor Puncak.....	34
2.7 Tekanan Air Minum	35
2.8 WaterCAD®.....	35
BAB 3 METODE PENELITIAN	37
3.1 Kerangka Penelitian	37
3.2 Perizinan.....	38
3.3 Pengumpulan Data.....	39
3.4 Pelaksanaan Penelitian	40
3.4.1 Perencanaan Jaringan Air Minum <i>Offtake</i> Alas Malang.....	40
3.4.2 Analisis Pendapat Masyarakat	45

3.4.3	Analisis Biaya Operasional Air Umbulan dan Pendapat Masyarakat.....	45
3.5	Kesimpulan dan Saran	46
BAB 4	ANALISA DAN PEMBAHASAN	47
4.1	Analisa Kebutuhan Air	47
4.1.1	Kebutuhan Air Domestik.....	47
4.1.2	Kebutuhan Air Nondomestik.....	51
4.1.3	Kebutuhan Tiap Sub Zona Pelayanan	53
4.1.4	Debit Jam Puncak	60
4.2	Perencanaan Jaringan Distribusi Air Minum	61
4.2.1	Perencanaan Jaringan Distribusi Air Umbulan dengan Jaringan Eksting.....	61
4.2.2	Analisa Jaringan Pipa Surabaya Barat Setelah Isolasi Pipa	85
4.2.3	Perubahan Jaringan di Surabaya Barat	91
4.2.4	Perencanaan Jaringan Distribusi Air Umbulan dengan Pipa <i>Food Grade</i>	92
4.2.5	Analisa Jaringan Surabaya Barat Setelah Penambahan Pipa Baru	108
4.3	Perencanaan Perawatan Pipa.....	111
4.3.1	Perencanaan Pengecekan Kualitas Air Berkala.....	111
4.3.2	Perencanaan Penggelontoran pada Pemanfaatan Pipa Eksisting	112
4.1.1	Perencanaan Pengelontoran Pipa pada Pipa <i>Food Grade</i>	116
4.2	<i>Bill of Quantity</i>	117
4.2.1	<i>Bill of Quantity</i> Pemasangan Pompa.....	117
4.2.2	<i>Bill of Quantity</i> Pemasangan dan Perawatan Pipa pada Perencanaan dengan Pipa Eksisting	118
4.2.3	<i>Bill of Quantity</i> Pemasangan dan Perawatan Pipa pada Perencanaan dengan Pipa <i>Food Grade</i>	125
4.3	Analisa Prakiraan Rencana Anggaran Biaya	127
4.4	Pendapat Masyarakat Terhadap Air Umbulan	134
4.5	Analisa Untung Rugi Biaya Air Umbulan	141
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN.....	149
5.1	Kesimpulan	149
5.2	Saran	149
BAB 6	DAFTAR PUSTAKA.....	151

LAMPIRAN I KUISIONER PENDAPAT MASYARAKAT MENGENAI AIR UMBULAN.....	155
LAMPIRAN II KLASIFIKASI PELANGGAN	157
LAMPIRAN III PEMAKAIAN AIR SAMPEL PELANGGAN	159
LAMPIRAN IV HASIL SIMULASI WATERCAD®	161
LAMPIRAN V GAMBAR DAN PETA	209

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kapasitas Produksi IPAM pada Tahun 2013	6
Tabel 2.2 Kualitas Air Kali Surabaya.....	8
Tabel 2.3 Kualitas Produksi Air Minum tahun 2016	11
Tabel 2.4 Debit Tiap Zona di Daerah Pelayanan Offtake Alas Malang pada Januari 2019.....	18
Tabel 2.5 Jumlah Penduduk di Kecamatan Lakarsantri.....	19
Tabel 2.6 Banyaknya Penduduk Menurut Agama per Kelurahan	19
Tabel 2.7 Jumlah Fasilitas Pendidikan di Kecamatan Lakarsantri	20
Tabel 2.8 Jumlah Fasilitas Kesehatan di Kecamatan Lakarsantri	20
Tabel 2.9 Jumlah Tempat Ibadah di Kecamatan Lakarsantri.....	20
Tabel 2.10 Jumlah Penduduk di Kecamatan Sambikerep	21
Tabel 2.11 Banyaknya Penduduk Menurut Agama per Kelurahan	21
Tabel 2.12 Jumlah Fasilitas Pendidikan di Kecamatan Sambikerep	22
Tabel 2.13 Jumlah Fasilitas Kesehatan di Kecamatan Sambikerep	22
Tabel 2.14 Jumlah Tempat Ibadah di Kecamatan Sambikerep ..	22
Tabel 2.15 Kualitas Air Umbulan	23
Tabel 2.16 Rencana Pemakaian Air Umbulan	26
Tabel 2.17 Parameter Wajib Fisik	27
Tabel 2.18 Parameter Wajib Biologis	28
Tabel 2.19 Parameter Wajib dan Tambahan Kimiawi.....	28
Tabel 2.20 Rata-rata Kebutuhan Air Minum.....	30
Tabel 2.21 Kategori Wilayah Kota	30
Tabel 2.22 Nilai Tingkat Kepercayaan dan Tingkat Kesalahan ..	31
Tabel 2.23 Pemakaian Air Non-domestik.....	32
Tabel 4.1 Jumlah Sampel tiap Rentang Nomor Pelanggan	48
Tabel 4.2 Sampel Nomor Pelanggan	50
Tabel 4.3 Jumlah Kebutuhan Air Domestik	51
Tabel 4.4 Kebutuhan Air Sekolah di Kecamatan Lakarsantri.....	54
Tabel 4.5 Kebutuhan Air Sekolah di Kecamatan Sambikerep	54

Tabel 4.6	Kebutuhan Air Tempat Ibadah di Kecamatan Lakarsantri	55
Tabel 4.7	Kebutuhan Air Tempat Ibadah di Kecamatan Sambikerep.....	55
Tabel 4.8	Kebutuhan Air Fasilitas Kesehatan di Kecamatan Lakarsantri	56
Tabel 4.9	Kebutuhan Air Fasilitas Kesehatan di Kecamatan Sambikerep.....	56
Tabel 4.10	Kebutuhan Air Pasar	57
Tabel 4.11	Total Kebutuhan Air Nondomestik Daerah Perencanaan	57
Tabel 4.12	Rincian Kebutuhan Air Tiap Kecamatan	58
Tabel 4.13	Pembagian Sub Zona di Kecamatan Sambikerep dan Kecamatan Lakarsantri.....	59
Tabel 4.14	Luas Wilayah yang Dihuni pada Sub Zona Pelayanan	59
Tabel 4.15	Kebutuhan Air tiap Sub Zona	60
Tabel 4.16	Kebutuhan Air pada Jam Puncak tiap Sub Zona	61
Tabel 4.17	Spesifikasi Pompa Pakuwon	63
Tabel 4.18	Kebutuhan Air Pada <i>Junction</i>	79
Tabel 4.19	Spesifikasi Pompa pada Offtake Alas Malang	81
Tabel 4.20	Perubahan Pompa <i>Booster</i>	91
Tabel 4.21	Pipa Eksisting yang Diambil	99
Tabel 4.22	Daftar Perbandingan Ukuran Pipa	101
Tabel 4.23	Parameter dan Frekuensi Pengujian	112
Tabel 4.24	Segmen Pipa Perencanaan Eksisting yang Perlu Penggelontoran	114
Tabel 4.25	Titik Penggelontoran.....	115
Tabel 4.26	<i>Bill of Quantity</i> Pengadaan Pompa	118
Tabel 4.27	<i>Bill of Quantity</i> Pekerjaan Pipa pada Perencanaan dengan Pipa Eksisting	123
Tabel 4.28	<i>Bill of Quantity</i> Perawatan Pipa pada Perencanaan dengan Pipa Eksisting	124
Tabel 4.29	<i>Bill of Quantity</i> Seluruh Pekerjaan pada Perencanaan dengan Pipa Eksisting	124
Tabel 4.30	<i>Bill of Quantity</i> Pekerjaan Pipa pada Perencanaan dengan Pipa <i>Food Grade</i>	125
Tabel 4.31	<i>Bill of Quantity</i> Perawatan Pipa pada Perencanaan dengan Pipa <i>Food Grade</i>	126

Tabel 4.32 <i>Bill of Quantity</i> Seluruh Pekerjaan pada Perencanaan dengan Pipa <i>Food Grade</i>	126
Tabel 4.33 Harga Pipa HDPE.....	128
Tabel 4.34 Harga Pemasangan Pipa HDPE	128
Tabel 4.35 Harga Penggalian, Pengurukan, Pembuangan Tanah	130
Tabel 4.36 Prakiraan RAB Alternatif Perencanaan Dengan Pipa Eksisting	131
Tabel 4.37 Prakiraan RAB Alternatif Perencanaan Dengan Pipa <i>Food Grade</i>	132
Tabel 4.38 Perhitungan Untung-rugi Air Umbulan Tahun 2019 - 2027	144
Tabel 4.39 Perhitungan Untung-rugi Air Umbulan Tahun 2028 - 2030	145
Tabel 4.40 Perhitungan Untung-rugi Air Umbulan Tahun 2019 - 2024 dengan Kenaikan Harga.....	145
Tabel 4.41 Perhitungan Untung-rugi Air Umbulan Tahun 2025 - 2030 dengan Kenaikan Harga.....	146

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Peta Administratif Kota Surabaya	7
Gambar 2.2 Peta Jaringan Pipa Distribusi Air Minum Primer dan Sekunder PDAM Surya Sembada Kota Surabaya	13
Gambar 2.3 Peta Jaringan Transmisi Umbulan pada Kota Surabaya	15
Gambar 2.4 Peta Zona Pelayanan PDAM Kota Surabaya	16
Gambar 2.5 Citra Satelit 12 Zona yang Dilayani <i>Offtake</i> Alas Malang.....	17
Gambar 2.6 Mata Air Umbulan.....	23
Gambar 2.7 Transmisi Pipa Umbulan dan Lokasi <i>Offtake</i>	25
Gambar 3.1 Kerangka Perencanaan.....	38
Gambar 4.1 Tangkapan Layar www.random.org	49
Gambar 4.2 Kurva Pompa Pakuwon.....	63
Gambar 4.3 Jaringan pada Perangkat Lunak WaterCAD®	65
Gambar 4.4 Potongan A dan B	66
Gambar 4.5 Potongan C, D dan E	67
Gambar 4.6 Potongan F	68
Gambar 4.7 Potongan G	69
Gambar 4.8 Potongan H dan I	70
Gambar 4.9 Potongan J	71
Gambar 4.10 Potongan K.....	72
Gambar 4.11 Potongan L, M dan N	73
Gambar 4.12 Potongan O, P, Q dan R	74
Gambar 4.13 Potongan S dan T	75
Gambar 4.14 Potongan U dan V	76
Gambar 4.15 Potongan W.....	77
Gambar 4.16 Potongan X, Y dan Z.....	78
Gambar 4.17 Hasil Analisa Jam Puncak Dengan Perangkat Lunak WaterCAD®.....	80
Gambar 4.18 Grafik Pompa Grunfos NH 400-350-397	82
Gambar 4.19 Grafik Pompa Grunfos NH 400-350-397 di WaterCAD®.....	82
Gambar 4.20 Hasil Analisa Setelah Modifikasi Jaringan	83
Gambar 4.21 Tekanan Debit Rata - Rata dengan Pengaturan Pompa Awal	84

Gambar 4.22 Tekanan Debit Rata - Rata dengan Pengaturan Pompa Baru.....	85
Gambar 4.23 Pipa Primer dari IPAM Karang Pilang	87
Gambar 4.24 Tekanan Air pada Jaringan Pipa Eksisting.....	89
Gambar 4.25 Tekanan Air pada Jaringan Pipa Setelah Isolasi Pipa	90
Gambar 4.26 Tekanan Air di Surabaya Barat Setelah Perubahan	93
Gambar 4.27 Titik Pemasangan Pompa <i>Booster</i>	95
Gambar 4.28 Titik <i>Bypass</i> Pipa	97
Gambar 4.29 Tekanan Debit Jam Puncak Pipa <i>Food Grade</i>	106
Gambar 4.30 Tekanan Debit Rata - Rata Pipa <i>Food Grade</i> dengan Pengaturan Pompa.....	107
Gambar 4.31 Perubahan Tekanan di Surabaya Barat pada Perencanaan dengan Pipa <i>Food Grade</i>	109
Gambar 4.32 Kecepatan Pipa pada Perencanaan dengan Pemanfaatan Pipa Eksisting.....	113
Gambar 4.33 Kecepatan Pipa pada Perencanaan dengan Pipa <i>Food Grade</i>	116
Gambar 4.34 Sketsa Pemasangan Pompa	119
Gambar 4.35 Model Tipikal Galian Pipa.....	120
Gambar 4.36 Persentase Jumlah Sampel.....	134
Gambar 4.37 Persentase Pelanggan PDAM.....	135
Gambar 4.38 Persentase Golongan Pelanggan	135
Gambar 4.39 Biaya Pemakaian Air PDAM per Bulan	136
Gambar 4.40 Sumber Air untuk Konsumsi	137
Gambar 4.41 Pengeluaran Air untuk Konsumsi per Bulan.....	138
Gambar 4.42 Ketersediaan untuk Menggunakan Air Umbulan untuk Konsumsi	138
Gambar 4.43 Alasan Tidak Mau atau Ragu-ragu Menggunakan Air Umbulan untuk Konsumsi.....	139
Gambar 4.44 Ketersediaan untuk Membayar Lebih.....	140
Gambar 4.45 Jumlah Kenaikan Harga per Bulan yang Disanggupi	140
Gambar 4.46 Keuntungan Operasional Air Umbulan Alas Malang	147
Gambar 4.47 Kumulatif Keuntungan Operasional Air Umbulan Alas Malang	148

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Kota Surabaya merupakan salah satu kota metropolitan di Indonesia. Berdasarkan hasil registrasi, jumlah penduduk Surabaya pada tahun 2016 sebesar 3.016.653 jiwa. Berdasarkan sensus penduduk, pertumbuhan penduduk Kota Surabaya mengalami peningkatan sebesar 0,63% dari tahun 2000 ke tahun 2010. Jumlah penduduk Kota Surabaya dapat terus bertambah dengan seiring berjalannya waktu (Badan Pusat Statistik Kota Surabaya, 2017).

Untuk memenuhi kebutuhan air minum, Pemerintah Kota Surabaya memiliki badan usaha berupa PDAM Kota Surabaya. Pada tahun 2016, pelayanan PDAM Kota Surabaya sudah mencapai 97% dengan pertumbuhan pelanggan sebesar 2% (BPPSPAM, 2017). Hingga saat ini, PDAM Surabaya sudah memiliki enam buah Instalasi Pengolahan Air Minum (IPAM). Dengan enam buah IPAM ini, PDAM Kota Surabaya mampu memproduksi air minum sebesar 9108 L/detik pada tahun 2013 (Pemerintah Kota Surabaya, 2014). Dengan bertambahnya penduduk Kota Surabaya setiap tahunnya, PDAM Kota Surabaya akan melakukan penambahan debit produksi air minum. Salah satu cara untuk menaikkan debit produksi, PDAM Kota Surabaya akan memanfaatkan mata air Umbulan.

Mata air Umbulan terletak pada Desa Umbulan, Kecamatan Winongan, Kabupaten Pasuruan. Debit keseluruhan yang akan dimanfaatkan dari mata air ini adalah sebesar 4000 Liter/detik. Rencananya, air dari mata air Umbulan akan dibagi ke lima kabupaten/kota di Jawa Timur. PDAM Kota Surabaya sebagai salah satu pengguna mata air Umbulan akan mendapatkan jatah sebesar 1000 Liter/detik (Pemerintah Provinsi Jawa Timur, 2017).

Menurut dokumen KPS-SPAM, Kota Surabaya dapat memanfaatkan air Umbulan dengan menggunakan unit *offtake* yang terletak pada dua lokasi. *Offtake* yang digunakan PDAM Kota Surabaya terletak pada Alas Malang dan Ketegan.

Dalam perencanaannya, kedua *offtake* dilengkapi dengan bangunan reservoir dan pompa untuk menyalurkan air Umbulan ke konsumen. Dalam perencanaannya, *offtake* Alas Malang memiliki kapasitas sebesar 500 L/detik. Sedangkan *offtake* Ketegan direncanakan masuk ke dalam rumah pompa Ketegan yang sedang ditingkatkan kapasitasnya sebesar 500 L/detik. Besar air Umbulan yang diambil pada *offtake* Ketegan adalah sebesar 500L/detik.

Penggunaan air Umbulan oleh PDAM Kota Surabaya dilakukan dengan pembelian secara curah kepada pemerintah provinsi Jawa Timur. Harga air Umbulan adalah sebesar Rp3.300,00/m³. Agar tidak mengalami kerugian, PDAM Kota Surabaya harus mampu menjual air Umbulan dengan harga di atas harga beli ke pemerintah provinsi Jawa Timur. Apabila dibandingkan dengan tarif air PDAM Surabaya, air Umbulan lebih mahal. Air PDAM Kota Surabaya rata-rata memiliki harga Rp2.876,00/m³ pada konsumen (BPPSPAM, 2017). Dengan perbedaan harga yang cukup jauh, skema harga yang digunakan harus direncanakan dengan baik.

PDAM Kota Surabaya telah membuat beberapa skenario rencana pemakaian air Umbulan dengan skema harga tertentu. Berdasarkan hasil wawancara dengan Staff Produksi dan Distribusi PDAM Kota Surabaya, air Umbulan pada *offtake* Alas Malang akan dimanfaatkan untuk melayani konsumen di daerah Surabaya Barat. Rencananya, pada *offtake* Alas Malang akan dibuatkan jaringan distribusi air minum tersendiri. Konsumen dari air Umbulan adalah perumahan yang mampu membayar lebih mahal dari seharusnya. Untuk air pada *offtake* Ketegan, direncanakan akan disambung ke jaringan distribusi air minum yang telah ada.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan permasalahan yang dibahas pada penelitian ini adalah

1. Bagaimana perencanaan jaringan distribusi air minum dengan pemanfaatan air Umbulan di Surabaya Barat pada *offtake* Alas Malang?
2. Bagaimana biaya operasional air Umbulan di Surabaya Barat?

3. Bagaimana pendapat masyarakat mengenai air Umbulan di Surabaya Barat?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah

1. Merencanakan jaringan distribusi air minum di Surabaya Barat pada *offtake* Alas Malang agar air Umbulan dapat terserap maksimal.
2. Menganalisis pendapat masyarakat mengenai air Umbulan di Surabaya Barat.
3. Menganalisis untung dan rugi biaya air Umbulan di Surabaya Barat.

1.4 Ruang Lingkup

Penelitian yang dilakukan memiliki ruang lingkup sebagai berikut

1. Perencanaan dilakukan pada wilayah pelayanan air Umbulan pada daerah pelayanan Surabaya Barat yaitu di 12 zona pelayanan.
2. Perencanaan jaringan distribusi air minum pada *offtake* Alas Malang berdasarkan kebutuhan penyerapan air Umbulan sebesar 500 L/detik pada tahun 2019.
3. Data daerah pelayanan dan jaringan pipa eksisting PDAM Kota Surabaya didapatkan dari data PDAM Kota Surabaya.
4. Permodelan jaringan distribusi air minum pada jaringan distribusi dilakukan dengan perangkat lunak Water CAD®.
5. Aspek teknis yang direncanakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.
 - Jaringan distribusi air minum primer dan sekunder.
 - Perhitungan diameter dan jenis pipa.
 - *Bill of Quantity* perencanaan jaringan distribusi air minum.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat untuk PDAM Kota Surabaya dalam merencanakan distribusi air Umbulan ke jaringan distribusi air minum. Dengan perencanaan pemanfaatan air Umbulan diharapkan kerugian PDAM Kota Surabaya karena pemanfaatan air Umbulan tidak terjadi.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Gambaran Umum daerah Perencanaan

2.1.1 Kota Surabaya

Kota Surabaya merupakan ibu kota Provinsi Jawa Timur. Kota Surabaya memiliki luas wilayah sebesar 326,81 km². Berdasarkan data registrasi penduduk oleh BPS Surabaya, pada tahun 2016 jumlah penduduk Kota Surabaya sebesar 3.016.653 jiwa. Dengan demikian, rata-rata kepadatan penduduk pada Kota Surabaya adalah sebesar 9230 orang per km² (Badan Pusat Statistik Kota Surabaya, 2017).

Kota Surabaya dibagi menjadi lima wilayah besar, yaitu Surabaya Pusat, Surabaya Utara, Surabaya Timur, Surabaya Selatan dan Surabaya Barat. Kota Surabaya secara administratif dibagi menjadi 31 kecamatan. Pada bagian utara Kota Surabaya berbatasan langsung dengan Selat Madura. Bagian barat Kota Surabaya berbatasan Kabupaten Gresik. Bagian timur Kota Surabaya berbatasan dengan Selat Madura. Sedangkan bagian selatan Kota Surabaya berbatasan dengan Kabupaten Sidoarjo. Untuk lebih jelasnya, peta administratif Kota Surabaya dapat dilihat pada gambar 2.1.

2.1.2 Penyediaan Air Minum

Penyediaan air minum oleh pemerintah Kota Surabaya dilakukan oleh PDAM Surya Sembada Kota Surabaya. PDAM Surya Sembada Kota Surabaya dibangun pada tahun 1906 oleh pemerintah Kolonial Belanda. Kemudian, PDAM Surya Sembada Kota Surabaya diubah menjadi BUMD dengan Peraturan Daerah No. 7 tahun 1976 pada tanggal 30 Maret 1996.

Menurut BPPSPAM, 2017, jumlah pelanggan PDAM Surya Sembada Kota Surabaya pada tahun 2017 adalah sebesar 547.819 sambungan. Jumlah penduduk Kota Surabaya yang terlayani oleh PDAM Surya Sembada Kota Surabaya pada tahun 2017 adalah

sebesar 3.127.782 jiwa dari total penduduk Kota Surabaya 3.274.687 jiwa. Dengan demikian, total pelayanan PDAM Surya Sembada Kota Surabaya adalah sebesar 97%. Volume produksi air minum yang dihasilkan untuk memenuhi kebutuhan air minum adalah sebesar 9.956 L/detik dengan harga air rata-rata sebesar Rp2.876,00/m³.

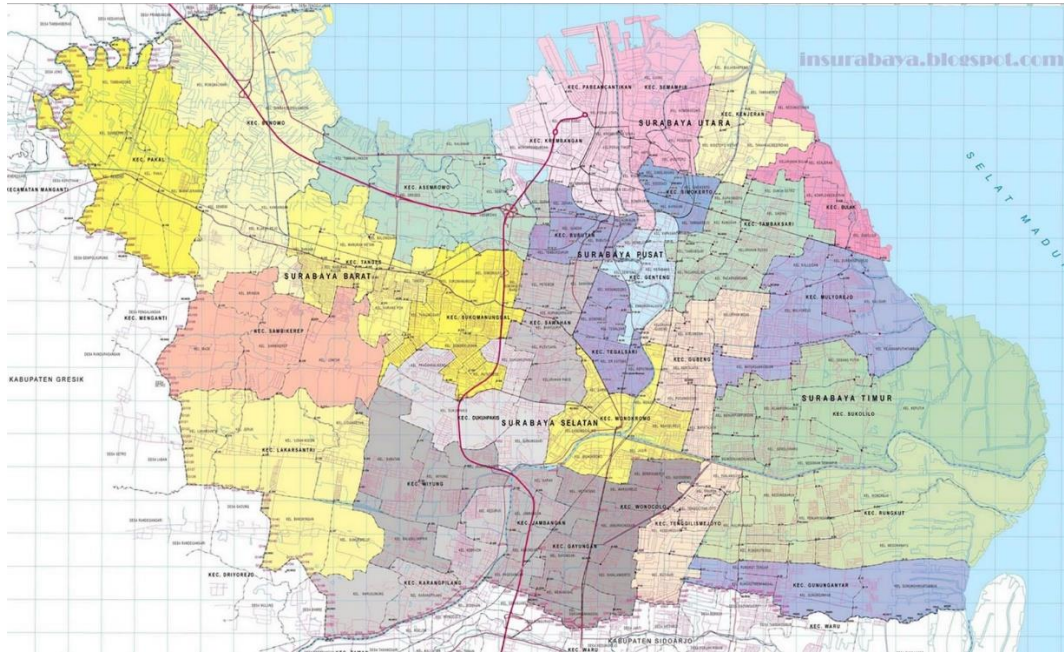
Dalam memenuhi kebutuhan air Kota Surabaya, PDAM Surya Sembada Kota Surabaya mengoperasikan enam buah IPAM. Enam buah IPAM yang dioperasikan oleh PDAM Surya Sembada menggunakan air baku dari Kali Surabaya. Kapasitas IPAM pada tahun 2014 menurut laporan RISPAM dapat dilihat pada tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1 Kapasitas Produksi IPAM pada Tahun 2013

Nomor	Instalasi Pengolahan	Kapasitas (L/detik)	Tahun Pembangunan
1	Ngagel 1	1800	1922
2	Ngagel 2	1000	1959
3	Ngagel 3	1750	1982
4	Karangpilang 1	1450	1990
5	Karangpilang 2	2500	1997
6	Karangpilang 3	2000	2010

(Pemerintah Kota Surabaya, 2014)

Kualitas air yang dihasilkan oleh PDAM Surya Sembada Kota Surabaya bergantung pada kualitas air baku yang digunakan serta kemampuan pengolahan IPAM. Air baku yang digunakan oleh tiap IPAM berasal dari Kali Surabaya. Pada tahun 2013, kualitas air Kali Surabaya dapat dilihat pada tabel 2.2. Pada air Kali Surabaya, terdapat 10 parameter yang melebihi baku mutu air minum. Parameter tersebut ialah kekeruhan, warna, CO₂ bebas, DO, fosfat, sulfida, besi, krom heksavalen, COD, dan detergen. Pada tabel 2.2 dapat dilihat bahwa kualitas air Kali Surabaya berubah dari waktu ke waktu. Perubahan kualitas air disebabkan oleh musim hujan, pola pemakaian air sungai, pola aktivitas di sekitar sungai, dan lain sebagainya.



Gambar 2.1 Peta Administratif Kota Surabaya
(Info Surabaya, 2014)

Tabel 2.2 Kualitas Air Kali Surabaya

No.	Parameter	Satuan	Baku Mutu*	Karang Pilang			Ngagel		
				November 2011	Juni 2012	Januari 2013	November 2011	Juni 2012	Januari 2013
1	Suhu	C	Suhu Udara ±3°C	28,53	26,1	26,82	27,81	27,09	26,58
2	Kekeruhan	NTU	25	50,1	13,71	212,4	63,73	23,51	286,75
3	Warna	PT-Co	50	8	3,68	5,93	127,81	61,43	404,67
4	SS	ppm	1500	50,59	16,6	238,17	23,05	3,6	291,52
5	pH		6 - 8,5	7,57	7,84	7,52	7,72	7,75	7,65
6	Alkalinitas	ppm CaCO ₃	500	165,14	207,18	117,7	184,61	244,87	172,5
7	CO2 Bebas	ppm CO ₂	-	8,25	5,56	11,52	6,46	7,56	10,73
8	DO	ppm O ₂	>4	4,11	4,02	4,21	2,55	3,64	3,65
9	Nitri	ppm NO ₂	3	0,08	0,08	0,29	0,19	0,12	0,27
10	Amonia	ppm NH ₃ -N	2	0,7	0,39	0,13	1,78	1,13	1,17
11	Tembaga	ppm Cu	2	0,58	0,48	0,63	0,66	0,14	0,58
12	Fosfat	ppm PO ₄	-	-	-	-	1	0,2	0,19
13	Sulfida	ppm H ₂ S	0,05	0,09	-	-	0,44	0,15	0,32
14	Besi	ppm Fe	0,3	0,17	0,12	0,09	0,38	0,11	0,38

No.	Parameter	Satuan	Baku Mutu*	Karang Pilang			Ngagel		
				November 2011	Juni 2012	Januari 2013	November 2011	Juni 2012	Januari 2013
15	Krom Heksavalen	ppm Cr	0,05	0,02	0,01	0,09	0,06	0,02	0,05
16	Mangan	ppm Mn	0,1	-	-	0,09	-	-	-
17	Seng	ppm Zn	3	0,07	-	0,01	-	-	-
18	Timbal	ppm Pb	0,01	-	-	0	-	-	-
19	COD	ppm O ₂	10	19,72	9,45	22,63	25	15,71	15,8
20	Detergen	ppm MBAS	0,5	0,07	0,08	0,04	58,94	72,43	60,46

*) PERMENKES No. 416/MENKES/PER/IX/1990
 Melebihi baku mutu
 (Pemerintah Kota Surabaya, 2014)

Air dari Kali Surabaya kemudian diolah oleh enam buah IPAM. Dengan pengolahan IPAM, seluruh parameter wajib pada air yang diproduksi sudah memenuhi baku mutu air minum yang telah ditetapkan. Kualitas produksi air minum tiap IPAM dapat dilihat pada tabel 2.3.

Penyaluran air minum pada PDAM Surya Sembada Kota Surabaya dilakukan secara terus menerus selama 24 jam. Penyaluran dilakukan melalui pipa jaringan distribusi air minum yang telah dibangun. Menurut data dari laporan RISPAM, distribusi air minum dilakukan dengan menggunakan tiga klasifikasi pipa. Klasifikasi pipa yang digunakan ialah pipa primer (148.733,43 m), pipa sekunder (663.729 m) serta pipa tersier (4.680.496,39 m). Untuk lebih jelasnya, peta jaringan pipa dapat dilihat pada gambar 2.2.

2.1.3 Pemanfaatan Air Umbulan oleh PDAM Kota Surabaya

Air Umbulan disalurkan ke Kota Surabaya dengan menggunakan pipa transmisi umbulan. Pipa transmisi umbulan direncanakan dibangun mengikuti jalan tol Surabaya-Gresik. Untuk memanfaatkan air umbulan, PDAM Kota Surabaya akan membangun bangunan *offtake*. *Offtake* adalah bangunan penerima air Umbulan dari pipa transmisi Umbulan. *Offtake* pada PDAM Kota Surabaya terletak pada Alas Malang dan Ketegan. Masing-masing *offtake* akan menerima air sebesar 500 L/detik. Dengan demikian, Kota Surabaya akan memanfaatkan Air Umbulan sebesar 1000 L/detik. Detail jalur pipa transmisi umbulan dan lokasi *offtake* PDAM Kota Surabaya dapat dilihat pada gambar 2.3.

Air yang telah diterima *offtake* akan disimpan pada bangunan reservoir yang kemudian akan didistribusikan ke pelanggan. Pada *offtake* Ketegan, air Umbulan akan didistribusikan langsung ke jaringan air minum Surabaya melalui rumah pompa Ketegan. Berbeda dengan *offtake* Ketegan, *offtake* Alas Malang mendistribusikan air Umbulan hanya ke dua belas zona di Surabaya barat.

Tabel 2.3 Kualitas Produksi Air Minum tahun 2016

No.	Parameter Wajib	Satuan	Baku Mutu *)	Nga-gel 1	Nga-gel 2	Nga-gel 3	KP 1	KP 2	KP 3	Rata-rata PDAM	Umbu-lan
1	Suhu	C		26,9	26,89	27,07	29,09	28,94	28,84	27,955	28,5
2	Kekeruhan	skala NTU	5	1,16	0,8	0,66	0,78	0,66	0,66	0,78667	0,2
3	pH		6,5 - 8,5	7,3	7,2	7,23	6,99	7,04	7,22	7,16333	6,61
4	Total Coli	MPN/100mL	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	Fecal Coli	MPN/100mL	0	0	0	0	0	0	0,02	0,00333	0
6	TDS	mg/L	500	240,3	242,48	238,32	286,38	286,8	287,2	263,58	188
7	Warna	TCU	15	5,6	5,45	4,59	2,28	2,6	2,7	3,87	0,2
8	Amonia	mg/l NH3	1,5	0,1	0,1	0,08	0,12	0,14	0,15	0,115	0
9	Nitrit	mg/L NO2	3	0,01	0,01	0	0,01	0,01	0,01	0,00833	0
10	Nitrat	mg/L NO3	50	4,47	4,04	4,35	3,31	3,28	3,21	3,77667	3,841
11	Klorida	mg/L Cl	250	27,8	27,41	27,73	22,62	21,36	22,15	24,845	2,54
12	Sulfat	mg/L SO4	250	66,74	63,36	63,41	48,94	47,41	45,63	55,915	1,3

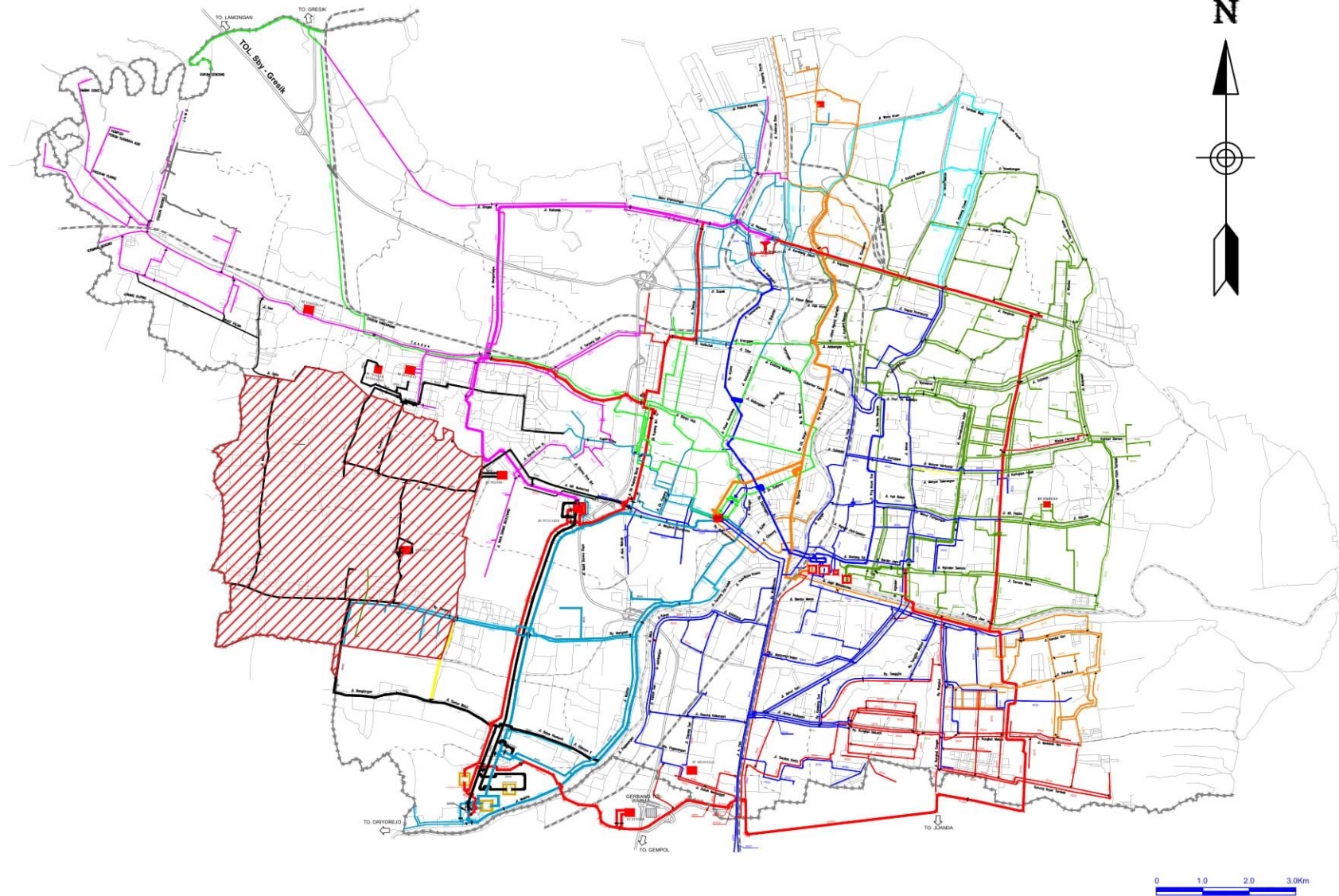
No.	Parameter Wajib	Satuan	Baku Mutu *)	Nga-gel 1	Nga-gel 2	Nga-gel 3	KP 1	KP 2	KP 3	Rata-rata PDAM	Umbu-lan
13	Flourida	mg/L F	1,5	0,53	0,67	0,63	0,44	0,44	0,46	0,52833	0,226
14	Besi	mg/l Fe	0,3	0,09	0,09	0,05	0,06	0,07	0,05	0,06833	0
15	Krom	mg/L Cr	0,05	0,01	0,01	0,01	-	0	0	0,006	0
16	Kadmium	mg/L Cd	0,003	0	0	0	0	0	0	0	0
17	Mangan	mg/L Mn	0,4	0	0,03	0,01	0,14	0	0	0,03	0,029
18	Seng	mg/L Zn	3	0,02	0,01	0,01	0	0	0	0,00667	0,102
19	Tembaga	mg/L Cu	2	0,12	0,14	0,09	0,01	0,02	0,02	0,06667	0
20	Rasa		tidak berasa	tidak berasa	tidak berasa	tidak berasa	tidak berasa	tidak berasa	tidak berasa	tidak berasa	tidak berasa
21	Bau		tidak berbau	tidak berbau	tidak berbau	tidak berbau	tidak berbau	tidak berbau	tidak berbau	tidak berbau	tidak berbau
22	Kesadahan	mg/L CaCO3	500	183,12	187,52	184,12	218	216	226,7	202,577	89

*) PERMENKES RI No. 492 Tahun 2010

KP = Karang Pilang

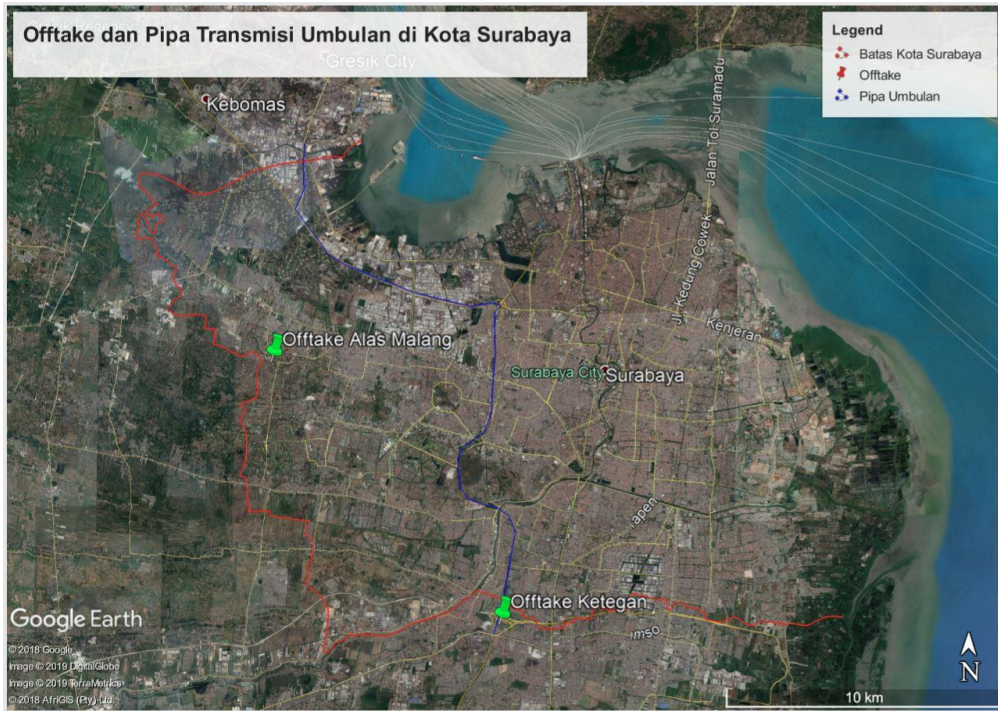
(PDAM Surya Sembada Kota Surabaya, 2016)

PETA ALIRAN DARI MASING-MASING IPAM

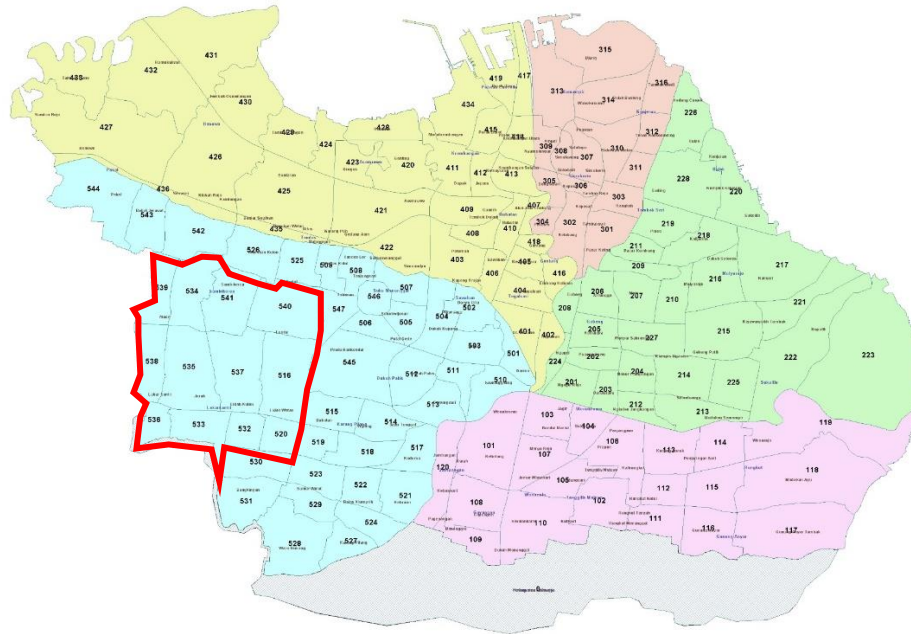


JUDUL GAMBAR	TUGAS AKHIR - RE 184804	LEGENDA		NO. GAMBAR		
Pipa Primer dan Sekunder PDAM Kota Surabaya	Perencanaan Distribusi Air Minum Dengan Pemanfaatan Air Umbulan di Surabaya Barat	— KP I	— NGAGEL I	— PUTAT GEDE	— VALVE	2.2
MAHASISWA	DOSEN PEMBIMBING	— KP II	— NGAGEL II	— KREMBANGAN	— REL KERETA API	HALAMAN
Yohanes Candra Kurniawan NRP. 0321154000089	Ir. Bowo Djoko Marsono, M. Eng. NIP. 19650317 199102 1 001	— KP III	— NGAGEL III	— WONOKITRI	— ZONA PELAYANAN ALAS MALANG	13

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



Gambar 2.3 Peta Jaringan Transmisi Umbulan pada Kota Surabaya
(PDAM Kota Surabaya, 2019)



Gambar 2.4 Peta Zona Pelayanan PDAM Kota Surabaya
(PDAM Kota Surabaya, 2019)



Gambar 2.5 Citra Satelit 12 Zona yang Dilayani *Offtake* Alas Malang

Dua belas zona yang dilayani oleh *offtake* Alas Malang terletak pada zona lima. Zona Lima merupakan zona di Surabaya Barat yang sebelumnya pelayanan air minum disuplai dari IPAM Karang Pilang. Dua belas zona yang dilayani *offtake* Alas Malang terdapat pada dua kecamatan yang berbeda. Zona 539, 534, 541 dan 540 berada pada Kecamatan Sambikerep. Zona 536, 533, 532 dan 520 berada pada Kecamatan Lekarsantri. Sedangkan Zona 538, 535, 537 dan 516 merupakan perpotongan Kecamatan Sambikerep dan Kecamatan Lekarsantri. Peta zona pelayanan PDAM Kota Surabaya dapat dilihat pada gambar 2.4. Pada peta tersebut, zona yang berada dalam garis merah merupakan zona yang akan dilayani *offtake* Alas Malang. Gambar 2.5 menunjukkan citra satelit dari dua belas zona yang dilayani oleh *offtake* Alas Malang.

Jumlah pelanggan pada zona yang akan didistribusikan pada *offtake* Alas Malang per Januari 2019 dapat dilihat pada tabel 2.4 berikut. Total jumlah pelanggan pada daerah perencanaan per Januari 2019 adalah sebesar 64694 sambungan rumah.

Tabel 2.4 Debit Tiap Zona di Daerah Pelayanan Offtake Alas Malang pada Januari 2019

No.	Zona	Sambungan Rumah	Debit (m ³ /bulan)	No.	Zona	Sambungan Rumah	Debit (m ³ /bulan)
1	516	2.222	100.757	7	536	Belum ada	Belum ada
2	520	2.172	78.390	8	537	5.946	190.063
3	532	231	6.119	9	538	Belum ada	Belum ada
4	533	1.355	39.555	10	539	923	25.481
5	534	147	3.663	11	540	3.437	136.668
6	535	52	2.073	12	541	3.530	101.343

(PDAM Kota Surabaya, 2017)

2.1.4 Kecamatan Lakarsantri

Kecamatan Lakarsantri adalah kecamatan yang terletak pada Surabaya Barat. Kecamatan ini memiliki luas wilayah sebesar 17,73 km² yang terbagi menjadi enam wilayah kelurahan. Enam kelurahan di

Kecamatan Lakarsantri adalah Kelurahan Bangkriangan, Kelurahan Sumur Welut, Kelurahan Lidah Kulon, Kelurahan Lidah Wetan, Kelurahan Jeruk dan Kelurahan Lakarsantri. Pada perencanaan ini, kelurahan yang dilayani oleh air Umbulan hanyalah empat dari enam kelurahan yang ada. Empat kelurahan yang dilayani air Umbulan adalah Kelurahan Lidah Kulon, Kelurahan Lidah Wetan, Kelurahan Jeruk dan Kelurahan Lakarsantri. Banyaknya penduduk tiap kelurahan dapat dilihat pada tabel 2.5.

Tabel 2.5 Jumlah Penduduk di Kecamatan Lakarsantri

Kelurahan	Penduduk (jiwa)
Bangkriangan	8684
Sumur Welut	5135
Lidah Wetan	11322
Lidah Kulon	17060
Jeruk	8475
Lakarsantri	8380

(Sumber : Badan Pusat Statistika Kota Surabaya, 2018)

Kecamatan Lakarsantri terdiri dari berbagai pemeluk agama. Agama Islam adalah agama mayoritas penduduk Kecamatan Lakarsantri. Jumlah pemeluk agama di tiap kelurahan di Kecamatan Lakarsantri dapat dilihat pada tabel 2.6 berikut.

Tabel 2.6 Banyaknya Penduduk Menurut Agama per Kelurahan

Kelurahan	Islam	Kristen	Katolik	Hindu	Budha	Lainnya	Jumlah
Bangkriangan	7987	513	159	12	12	1	8684
Sumur Welut	4560	381	127	6	57	4	5135
Lidah Wetan	8582	1441	834	49	414	2	11322
Lidah Kulon	13050	2380	1233	43	351	3	17060
Jeruk	7400	566	358	4	126	21	8475
Lakarsantri	7500	514	266	2	98	0	8380
Jumlah	49079	5795	2977	116	1058	31	59056

(Sumber : Badan Pusat Statistika Kota Surabaya, 2018)

Kecamatan Lakarsantri memiliki fasilitas umum yang meliputi fasilitas pendidikan, fasilitas kesehatan,

pasar dan tempat ibadah. Kecamatan Lakarsantri total memiliki 40 sekolah yang secara detail dapat dilihat pada tabel 2.7.

Tabel 2.7 Jumlah Fasilitas Pendidikan di Kecamatan Lakarsantri

Sekolah	Jumlah	Siswa	Guru
SD	21	6566	391
SMP	12	3115	187
SMA	5	1718	98
SMK	2	278	15

(Sumber : Badan Pusat Statistika Kota Surabaya, 2018)

Kecamatan Lakarsantri memiliki fasilitas kesehatan berupa rumah sakit, rumah sakit bersalin, bidan, poliklinik dan puskesmas. Banyaknya fasilitas kesehatan dapat dilihat pada tabel 2.8.

Tabel 2.8 Jumlah Fasilitas Kesehatan di Kecamatan Lakarsantri

Fasilitas kesehatan	Jumlah
Rumah Sakit	1
RS Bersalin	2
Bidan	8
Poliklinik	1
Puskesmas	3

(Sumber : Badan Pusat Statistika Kota Surabaya, 2018)

Kecamatan Lakarsantri memiliki tempat ibadah yang jumlahnya dapat dilihat pada tabel 2.9.

Tabel 2.9 Jumlah Tempat Ibadah di Kecamatan Lakarsantri

Kelurahan	Masjid	Langgar	Gereja Kristen	Gereja Katolik	Pura	Wihara
Bangkingan	4	4	1	0	0	0
Sumur Welut	5	3	1	0	0	0
Lidah Wetan	4	8	1	0	0	0
Lidah Kulon	7	12	3	1	0	0
Jeruk	5	13	1	0	0	0
Lakarsantri	2	11	0	0	0	0
Total	27	51	7	1	0	0

(Sumber : Badan Pusat Statistika Kota Surabaya, 2018)

Kecamatan Lakarsantri memiliki dua buah pasar tradisional.

2.1.5 Kecamatan Sambikerep

Kecamatan Sambikerep adalah kecamatan yang terletak pada Surabaya Barat. Kecamatan ini memiliki luas wilayah sebesar 17,94 km² yang terbagi menjadi empat wilayah kelurahan. Enam kelurahan di Kecamatan Sambikerep adalah Kelurahan Bringin, Kelurahan Made, Kelurahan Lontar. Pada perencanaan ini, seluruh Kecamatan Sambikerep dilayani dengan air Umbulan. Banyaknya penduduk tiap kelurahan dapat dilihat pada tabel 2.10.

Tabel 2.10 Jumlah Penduduk di Kecamatan Sambikerep

Kelurahan	Penduduk (jiwa)
Made	8384
Bringin	5154
Sambikerep	18208
Lontar	26329

(Sumber : Badan Pusat Statistika Kota Surabaya, 2018)

Kecamatan Sambikerep terdiri dari berbagai pemeluk agama. Jumlah penduduk yang beragama Islam adalah sebesar 24973 jiwa. Jumlah tersebut membuat agama Islam adalah agama mayoritas penduduk Kecamatan Sambikerep. Jumlah pemeluk agama di tiap kelurahan di Kecamatan Sambikerep dapat dilihat pada tabel 2.11 berikut.

Tabel 2.11 Banyaknya Penduduk Menurut Agama per Kelurahan

Kelurahan	Islam	Kristen	Katolik	Hindu	Budha	Lainnya	Jumlah
Made	3296	4322	244	81	94	0	18037
Bringin	2511	62	16	4	1	0	2594
Sambikerep	7844	785	310	150	113	7	9209
Lontar	11322	2107	932	44	429	5	14839
Total	24973	17276	1502	279	637	12	44679

(Sumber : Badan Pusat Statistika Kota Surabaya, 2018)

Kecamatan Sambikerep memiliki fasilitas umum yang meliputi fasilitas pendidikan, fasilitas kesehatan, pasar dan tempat ibadah. Kecamatan Lakarsantri total memiliki 40 sekolah yang secara detail dapat dilihat pada tabel 2.12.

Tabel 2.12 Jumlah Fasilitas Pendidikan di Kecamatan Sambikerep

Sekolah	Jumlah	Siswa	Guru
SD	29	4102	266
SMP	11	2011	147
SMA	3	1398	91
SMK	2	335	18

(Sumber : Badan Pusat Statistika Kota Surabaya, 2018)

Kecamatan Sambikerep memiliki fasilitas kesehatan berupa rumah sakit, rumah sakit bersalin, bidan, poliklinik dan puskesmas. Banyaknya fasilitas kesehatan dapat dilihat pada tabel 2.13.

Tabel 2.13 Jumlah Fasilitas Kesehatan di Kecamatan Sambikerep

Fasilitas kesehatan	Jumlah
Rumah Sakit	2
RS Bersalin	2
Bidan	0
Poliklinik	1
Puskesmas	2

(Sumber : Badan Pusat Statistika Kota Surabaya, 2018)

Kecamatan Sambikerep memiliki tempat ibadah yang jumlahnya dapat dilihat pada tabel 2.14.

Tabel 2.14 Jumlah Tempat Ibadah di Kecamatan Sambikerep

Kelurahan	Masjid	Langgar	Gereja Kristen	Gereja Katolik	Pura	Wihara
Made	2	17	0	0	0	1
Bringin	3	11	0	0	0	0
Sambikerep	10	34	5	2	1	0
Lontar	14	21	2	1	0	0
Total	29	83	7	3	1	1

(Sumber : Badan Pusat Statistika Kota Surabaya, 2018)

Kecamatan Sambikerep memiliki dua buah pasar tradisional.

2.2 Mata Air Umbulan

Mata air Umbulan terletak pada Desa Umbulan, Kecamatan Winongan, Kabupaten Pasuruan. Mata air Umbulan mampu menghasilkan debit air sebesar ± 5.000 L/detik. Pada awalnya, pemanfaatan air Umbulan hanya sebatas irigasi dan penetasan ikan. Pemanfaatan untuk air minum hanya sebesar 172 L/detik oleh PDAM Kota Pasuruan

dan 100 L/detik Kota Surabaya. Sisa air Umbulan yang tidak dimanfaatkan mengalir menuju laut melalui Sungai Rejoso.



Gambar 2.6 Mata Air Umbulan

(Kementerian Keuangan Republik Indonesia, 2017)

Berdasarkan laporan RISPAM 2014, kualitas air pada mata air Umbulan tergolong sangat baik. Pada air Umbulan tidak ada parameter yang melebihi baku mutu air minum. Detail kualitas air Umbulan dapat dilihat pada tabel 2.5 di bawah.

Tabel 2.15 Kualitas Air Umbulan

No.	Parameter	Baku mutu	Kualitas Umbulan
1	Suhu	Suhu Udara ±3°C	28,5
2	pH	6 - 8,5	6,61
3	Kekeruhan	5 NtU	0,2
4	Warna	15 Pt.Co	Tidak terdeteksi
5	Bau	tidak berbau	Tidak berbau
6	Rasa	tidak berasa	Tidak Berasa
7	Permanganat (KMnO4)	10 mg/L	0,3
8	Zat Padat Terlarut (TDS)	500 mg/L	188
9	Flourida (F)	1,5 mg/L	0,226
10	Klorida (Cl)	250 mg/l	<2,54
11	Nitrat (NO3)	50 mg/L	3,841
12	Sulfat (SO42-)	250 mg/L	1,3

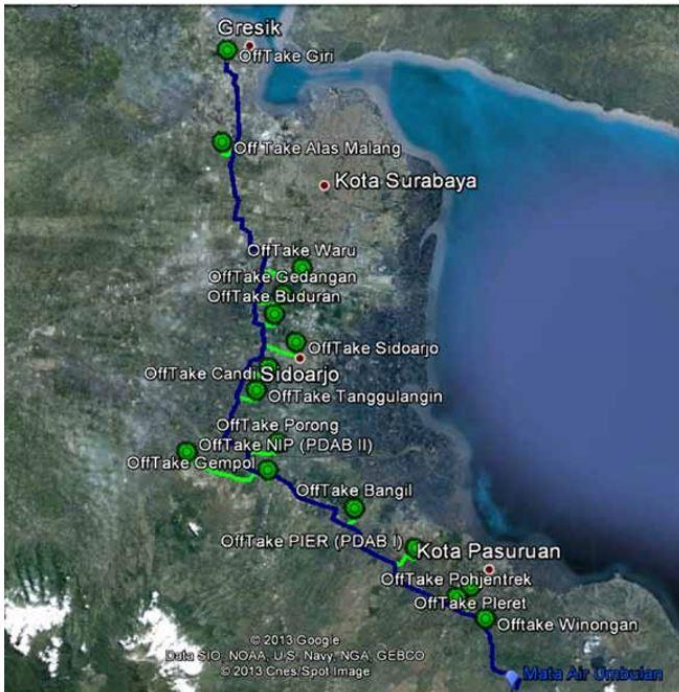
No.	Parameter	Baku mutu	Kualitas Umbulan
13	Kesadahan Total (CaCO ₃)	500 mg/L	89
14	Nitrit (NO ₂)	3 mg/L	0
15	Ammonia (NH ₃)	2 mg/L	Tidak terdeteksi
16	Boron	0,5 mg/L	-
17	Detergen	0,05 mg/L	0,045
18	Sianida (CN)	0,07 mg/L	<0,001
19	Sisa Klor	>0,2mg/L	Tidak terdeteksi
20	Arsen	0,01 mg/L	Tidak terdeteksi
21	Aluminium (Al)	0,2 mg/L	0,157
22	Kadmium (Cd)	0,003 mg/L	Tidak terdeteksi
23	Besi (Fe)	0,3 mg/L	Tidak terdeteksi
24	Timbal	0,01 mg/L	Tidak terdeteksi
25	Nikel (Ni)	0,07 mg/L	Tidak terdeteksi
26	Raksa (Hg)	0,001 mg/L	Tidak terdeteksi
27	Barium (Ba)	0,7 mg/L	<0,1072
28	Mangan (Mn)	0,4 mg/L	0,029
29	Selenium	0,01 mg/L	Tidak terdeteksi
30	Seng (Zn)	3 mg/L	0,102
31	Tembaga (Cu)	2 mg/L	Tidak terdeteksi
32	Krom total	0,05 mg/L	Tidak terdeteksi
33	Coli tinja	0	0
34	Total Coliform	0	0

(Pemerintah Kota Surabaya, 2014)

Proyek pemanfaatan air dari Umbulan untuk keperluan air minum dimulai pada tahun 2010. Pada tahun 2010,

Pemerintah Pusat menetapkan proyek KPS-SPAM Umbulan sebagai salah satu proyek Showcase. Dengan predikat proyek Showcase, proyek Umbulan menjadi prioritas nasional. Ditargetkan jumlah layanan yang bisa disediakan adalah sebesar $\pm 1,3$ juta jiwa atau sebesar ± 260 ribu sambungan rumah. Rencana pemakaian air Umbulan dapat dilihat pada tabel 2.16. Pemanfaatan dilakukan dengan peningkatan secara berkala. Peningkatan secara berkala menyesuaikan dengan kemampuan tiap PDAM/PDAB tiap daerah.

Dalam menyalurkan air minum, akan dibangun saluran penyaluran beserta offtake. Offtake yang akan dibangun berjumlah 16 buah yang tersebar pada lima kabupaten/kota. Untuk lebih jelasnya, peta saluran dan lokasi offtake dapat dilihat pada gambar 2.7.



Gambar 2.7 Transmisi Pipa Umbulan dan Lokasi Offtake
(Pemerintah Provinsi Jawa Timur, 2017)

Tabel 2.16 Rencana Pemakaian Air Umbulan

No.	PDAM/PDAB	Rencana Pemanfaatan Air Umbulan (L/detik)				
		2016	2017	2018	2019	2020
1	PDAM Kota Pasuruan	50	75	100	110	110
2	PDAM Kabupaten Pasuruan	140	190	250	320	410
3	PDAB Provinsi Jatim	100	150	200	200	200
4	PDAM Kabupaten Sidoarjo	500	800	1000	1200	1200
5	PDAM Kota Surabaya	500	1000	1000	1000	1000
6	PDAM Kabupaten Gresik	550	700	1000	1000	1000

(Pemerintah Provinsi Jawa Timur, 2017)

Dalam pemanfaatan air Umbulan, seluruh PDAM atau PDAB yang mendapatkan air Umbulan harus membayar. Berdasarkan buku KSP-SPAM Umbulan, tarif air curah Umbulan adalah sebesar Rp3.300,00/m³. Besar tarif ini bisa berkurang tergantung dari hasil kesepakatan investor dengan pemerintah.

2.3 Sistem Penyediaan Air Minum

Sistem penyediaan air minum adalah satu kesatuan fisik maupun non-fisik prasarana dan sarana air minum. Tujuan dari sistem penyediaan air minum adalah untuk memenuhi kebutuhan masyarakat akan air minum. Akses air minum diharapkan membuat masyarakat mendapat kehidupan yang sehat, bersih dan produktif (Mentri Pekerjaan Umum, 2007).

Dalam penyediaan air minum, kementerian PU memiliki standar khusus yang diterapkan. Standar yang digunakan mengacu pada dua peraturan yang berlaku di Indonesia yaitu PERMENPU No. 18 tahun 2007 dan PERMENPU No. 27 tahun 2016. PERMENPU No. 27 menyatakan perencanaan SPAM harus menyesuaikan perencanaan RISPAM (rencana induk SPAM) dan peraturan lain. PERMENPU No. 18 tahun 2007 berisikan standar teknis dan pelaksanaan pengembangan SPAM yang digunakan dalam perencanaan ini.

Standar lain yang biasa digunakan dalam perencanaan sistem penyediaan air minum biasa disebut dengan 4K

(kualitas, kuantitas, kontinyuitas, keterjangkauan). Kualitas mencakup standar kesehatan yang harus dipenuhi pada air minum. Standar ini mengacu pada baku mutu air minum yang ditetapkan oleh kementerian kesehatan. Kuantitas mencakup standar debit yang harus dialirkan ke konsumen. Kuantitas memiliki standar berupa rata-rata pemakaian air konsumen. Kontinyuitas adalah standar pengaliran berupa ketersediaan air selama 24 jam penuh. Selain ketersediaan air, ketersediaan tekanan pada air juga harus terjaga. Keterjangkauan adalah standar harga air pada konsumen. Keterjangkauan menjamin masyarakat agar mampu memanfaatkan air olahan. Pada umumnya, harga air pada masyarakat tidak boleh lebih dari 4% pendapatan masyarakat/pelanggan (Mentri Pekerjaan Umum, 2012).

2.4 Kualitas Air Minum

Air minum adalah air yang telah melalui proses pengolahan maupun tidak melalui proses pengolahan dapat langsung diminum (Mentri Pekerjaan Umum, 2007). Standar kualitas air minum ditetapkan dengan acuan konsentrasi zat parameter. Parameter ini ditetapkan karena dapat mengganggu kesehatan manusia apabila dikonsumsi. Di Indonesia, standar kualitas air minum diatur pada PERMENKES No. 31 tahun 2017.

Jenis parameter yang diuji dibagi menjadi tiga, yaitu fisik, kimia dan biologis. Parameter fisik meliputi kekeruhan, warna, zat terlarut, suhu, rasa dan bau. Parameter fisik memiliki batas maksimum yang dapat dilihat pada tabel 2.17.

Tabel 2.17 Parameter Wajib Fisik

No.	Parameter Wajib	Unit	Standar Baku Mutu (kadar maksimum)
1	Kekeruhan	NTU	25
2	Warna	TCU	50
3	Zat padat terlarut (<i>Total Dissolved Solid</i>)	mg/L	1000
4	Suhu	°C	suhu udara ±3
5	Rasa		tidak berasa
6	Bau		tidak berasa

(sumber : PERMENKES No. 31 Tahun 2017)

Parameter biologis adalah besarnya bakteri yang diuji untuk menentukan potensi vektor penyakit pada air minum. Pada parameter biologis, bakteri yang menjadi parameter *coli form* dan *escheria coli* dengan satuan *colony forming unit*. Besarnya baku mutu parameter biologis dapat dilihat pada tabel 2.18.

Tabel 2.18 Parameter Wajib Biologis

No.	Parameter Wajib	Unit	Standar Baku Mutu (kadar maksimum)
1	Total coliform	CFU/100mL	50
2	E. Coli	CFU/100mL	0

(sumber : PERMENKES No. 31 Tahun 2017)

Parameter kimia adalah zat kimia yang harus diuji kandungannya pada air minum. Parameter kimia yang ditetapkan oleh PEREMNKES ada sebanyak 20 buah. Dari 20 buah, sepuluh buah wajib diuji kadarnya. Sedangkan sepuluh yang lain bersifat tambahan atau tidak wajib. Parameter tambahan wajib diuji ketika dicurigai terjadi pencemaran spesifik pada air baku. Jenis dan besar baku mutu dari parameter kimia yang telah ditetapkan oleh Kementerian Kesehatan Republik Indonesia dapat dilihat pada tabel 2.19.

Tabel 2.19 Parameter Wajib dan Tambahan Kimiawi

No.	Parameter	Unit	Standar Baku Mutu (kadar maksimum)
Wajib			
1	pH	mg/L	6,5-8,5
2	Besi	mg/L	1
3	Flourida	mg/L	1,5
4	Kesadahan (CaCO ₃)	mg/L	500
5	Mangan	mg/L	0,5
6	Nitrat, sebagai N	mg/L	10
7	Nitrit, sebagai N	mg/L	1
8	Sianida	mg/L	0,1
9	Deterjen	mg/L	0,05
10	Pestisida total	mg/L	0,1
Tambahan			

No.	Parameter	Unit	Standar Baku Mutu (kadar maksimum)
1	Air raksa	mg/L	0,001
2	Arsen	mg/L	0,05
3	Kadmium	mg/L	0,005
4	Kromium (valensi 6)	mg/L	0,05
5	Selenium	mg/L	0,01
6	Seng	mg/L	15
7	Sulfat	mg/L	400
8	Timbal	mg/L	0,05
9	Benze	mg/L	0,01
10	Zat organik (KMNO ₄)	mg/L	10

(sumber : PERMENKES No. 31 Tahun 2017)

2.5 Kuantitas Air Minum

Secara umum, kebutuhan air minum dibagi menjadi dua jenis. Dua jenis tersebut ialah kebutuhan air domestik dan kebutuhan air non-domestik. Kebutuhan air domestik adalah kebutuhan air yang digunakan oleh masyarakat untuk memenuhi kebutuhan rumah tangganya. Sedangkan kebutuhan air non-domestik ialah air yang digunakan oleh fasilitas umum, baik sekolah, rumah sakit, niaga dan lain sebagainya. Besarnya kebutuhan air domestik dan non-domestik berbeda tergantung jenisnya.

Besarnya kuantitas air minum bergantung pada besarnya rata-rata pemakaian air minum pada konsumen. Kebutuhan air minum bervariasi tergantung kondisi geografis, kebudayaan, tingkat ekonomi maupun skala perkotaan tempat tinggal konsumen (Agustina, 2007). Besarnya kebutuhan air minum didapatkan berdasarkan data survei pemakaian air, atau berdasarkan data sekunder (Mentri Pekerjaan Umum, 2007).

Menurut Departemen Kimpraswil, 2003, kebutuhan air minum domestik dapat dibagi menjadi empat berdasarkan kategori kota. Kategori kota yang dimaksud di sini adalah kota metropolitan, besar, sedang, dan kecil. Kota metropolitan memiliki pemakaian air yang paling besar, yaitu sebesar 210

L/orang/hari. Detail besarnya kebutuhan air per orang per hari dapat dilihat pada tabel 2.20.

Menurut PERMEN PU No. 18 Tahun 2007 tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum, kebutuhan air minum dapat dilakukan dengan menggunakan metode sampling. Jumlah sampel yang digunakan mengacu pada jumlah populasi dan beberapa ketentuan yang ditetapkan berdasarkan kategori kota. Kategori kota yang dimaksud ditetapkan berdasarkan jumlah penduduk atau rumah yang ada pada daerah pelayanan. Jenis dan kategori kota yang dimaksud dapat dilihat pada tabel 2.21.

Tabel 2.20 Rata-rata Kebutuhan Air Minum

Kategori Kota	Jumlah Penduduk (orang)	Konsumsi Air (L.org/hari)
Metropolitan	>1.000.000	210
Besar	500.000-1.000.000	170
Sedang	100.000-500.000	150
Kecil	20.000-100.000	90

(sumber : KIMPRASWIL, 2003)

Tabel 2.21 Kategori Wilayah Kota

No.	Kategori Wilayah	Jumlah Penduduk (jiwa)	Jumlah Rumah (buah)
1	Kota Metropolitan	>1.000.000	>200.000
2	Kota Besar	500.000 - 1.000.000	100.000 - 200.000
3	Kota Sedang	100.000 - 500.000	20.000 - 100.000
4	Kota Kecil	10.000 - 100.000	2.000 - 20.000
5	Desa	3.000 - 10.000	600 - 2.000

(sumber : PERMEN PU No. 18 Tahun 2007)

Rumus penentuan jumlah sampel menurut PERMEN PU No. 18 Tahun 2007 adalah sebagai berikut.

$$n = \frac{Np(1-p)}{(N-1)D + p(1-p)}$$

$$D = \frac{B^2}{t^2}$$

Di mana :

- n = Jumlah sampel
- N = Jumlah populasi rumah
- p = Rasio dari unsur dalam sampel yang memiliki sifat diinginkan.
= 0,5 (probabilitas mata untuk uang logam)
- B = *Bound of Error* (tingkat kesalahan tiap sampel)
- T = Tingkat kepercayaan yang dikorelasikan dengan derajat kelebatan

Nilai tingkat kesalahan (B) dan tingkat kepercayaan (T) berbeda tiap kategori kota. Besar nilai tingkat kesalahan dan tingkat kepercayaan dapat dilihat pada tabel 2.22 berikut.

Tabel 2.22 Nilai Tingkat Kepercayaan dan Tingkat Kesalahan

No.	Kategori Wilayah	Tingkat Kepercayaan	Tingkat Kesalahan
1	Metropolitan	95%	2%
2	Kota Besar	95%	3%
3	Kota Sedang	95%	5%
4	Kota Kecil	95%	6%
5	Desa	95%	9%

(sumber : PERMEN PU No. 18 Tahun 2007)

Menurut PERMEN PU No. 18 Tahun 2007 tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum, kebutuhan air minum non-domestik dapat mengacu pada RSNI T-01-2003 butir 5.2 tentang Tata Cara Perencanaan Plambing. Besarnya kebutuhan air minum non-domestik bervariasi tergantung jenis tempat yang ada. Besarnya kebutuhan air minum non-domestik dapat dilihat pada tabel 2.23. Pemakaian air minum non-domestik dihitung berdasarkan banyaknya orang dalam tiap gedung. Besar jumlah pemakaian air per orang per hari berbeda tiap jenis gedung. Jumlah banyak orang dalam tiap gedung dapat menggunakan data kapasitas gedung.

Tabel 2.23 Pemakaian Air Non-domestik

No.	Pengguna Gedung	Pemakaian Air (Liter/hari)	Waktu Pemakaian Air (jam)	Keterangan
1	Rumah biasa	60-250	8-10	
2	Rumah mewah	250 atau lebih	8-10	
3	Asrama	120	8	
4	Rumah susun (apartemen)	100-250	8-10	Bujangan 120 Liter
				Kelas menengah 180 Liter
				Kelas mewah 250 Liter
5	Rumah Sakit (*)	umum 350-500	8-10	Pasien luar 8 Liter
		menengah 500-1000		Pegawai 120 Liter
		mewah >1000		Keluarga pasien 160 Liter
6	Sekolah Dasar	40	5	Guru 100 Liter
7	SLTP	50	6	Guru 100 Liter
8	SMU/SMK dan lebih tinggi	80	6	Guru/Dosen 160 Liter
9	Ruko/Rukan	100-200	8	Per penghuni 160 Liter
10	Kantor	100	8	Perkaryawan
11	Tosebra (dept. Store)	3	7	Perorang pengunjung dan karyawan, hanya untuk kakus umum, tidak termasuk restoran

No.	Pengguna Gedung	Pemakaian Air (Liter/hari)	Waktu Pemakaian Air (jam)	Keterangan
12	Toko pengecer	40	6	Pedagang besar 30 L/tamu, 150 L/karyawan, atau 5L/hari per m2 luas lantai
13	Restoran umum	15	7	Penghuni 160 L, pelayan 70 L, 70% dari tamu perlu 15 L/orang untuk kakus dan cuci tangan
14	Bar	30	6	Setiap tamu
15	Kelab Malam	120-350	6	Setiap tempat duduk
16	Hotel	250-300	10	Setiap tamu, staf 120-150 L/orang
17	Penginapan	200	10	setiap tamu, staf 100-120 L/orang
18	Gedung Pertunjukan, bioskop	10-30	3-5	Kalau digunakan siang dan malam, dihitung per penonton
19	Gedung perkumpulan	150-200	10	Setiap tamu
20	Pabrik, industri, proyek	pria : 60 Wanita : 100	8	Setiap tamu
21	Stasiun, terminal	3	15	Setiap penumpang (yang tiba maupun berangkat)

No.	Pengguna Gedung	Pemakaian Air (Liter/hari)	Waktu Pemakaian Air (jam)	Keterangan
22	Peribadatan	10-20	2	per jemaah per hari
23	Laboratorium	100-200	8	per staf, tidak termasuk pemakaian air untuk proses

(*) dihitung pemakaian air berdasarkan tempat tidur pasien
(sumber : RSNi T-01-2003)

2.6 Faktor Puncak

Penggunaan air tidaklah sama setiap satuan waktu. Pada umumnya, fluktuasi terdapat dua jenis berdasarkan satuan waktunya. Jenis pertama adalah fluktuasi setiap harinya dalam satu tahun. Fluktuasi ini adalah pola pemakaian air setiap harinya pada satu tahun. Pemakaian air setiap harinya dapat berbeda tergantung faktor ekonomi, budaya dan iklim. Jenis yang kedua adalah fluktuasi setiap jam pada satu hari. Fluktuasi ini adalah pola pemakaian air setiap jamnya pada hari tertentu. Pemakaian air setiap jam berbeda karena perbedaan aktivitas masyarakat pada setiap jam.

Pada perencanaan sistem penyaluran air minum, fluktuasi air minum yang digunakan adalah fluktuasi setiap jam. Debit yang direncanakan merupakan debit maksimum dalam satu hari. Untuk mendapatkan debit maksimal tersebut, maka debit yang ada dapat dikalikan dengan faktor puncak. Faktor puncak memiliki nilai yang berbeda untuk setiap daerah. Namun, secara umum faktor puncak dapat dilihat dari besar kecilnya kota. Semakin padat penduduk, maka faktor puncak semakin kecil. Sedangkan semakin sedikit penduduk, maka faktor puncak semakin besar.

Dalam menentukan besarnya faktor puncak dapat digunakan metode penelitian atau mengambil dari data sekunder. Penelitian dilakukan dengan melakukan permodelan mengenai pemakaian air secara total dalam satuan waktu tertentu. Sedangkan pengambilan data sekunder dapat dilakukan dengan mengacu pada PERMEN PU No. 18 tahun 2017. Pada PERMEN PU No. 18 tahun 2017

disebutkan bahwa faktor puncak pada jaringan distribusi adalah sebesar 1,15 – 3 kali.

2.7 Tekanan Air Minum

Tekanan air minum adalah besarnya tekanan air pada pipa yang diperbolehkan. Tekanan air disebabkan oleh sisa tekan dari reservoir hingga titik tertentu pada sistem distribusi air minum. Besarnya tekanan air bervariasi tergantung dari jenis pipa distribusi yang ada. Menurut SNI 7509:2011 tentang tata cara perencanaan teknik jaringan distribusi dan unit pelayanan sistem penyediaan air minum, pipa distribusi secara umum dibagi menjadi tiga. Jenis pipa distribusi tersebut ialah pipa distribusi utama, pipa distribusi pembagi, dan pipa sambungan pelanggan. Besarnya sisa tekan pada masing-masing pipa adalah sebagai berikut :

- pipa distribusi utama : 15 m;
- pipa distribusi pembagi : 11 m;
- pipa sambungan pelanggan : 7,5 m.

Besarnya tekanan air ini harus dijaga untuk menjamin air mengalir hingga pelanggan.

2.8 WaterCAD®

WaterCAD® adalah perangkat lunak komputer yang berfungsi untuk membuat permodelan tentang hidrolis dan kualitas air dalam jaringan pipa. WaterCAD® dapat memberi gambaran mengenai kondisi aliran air, kualitas air, simulasi penggelontoran, simulasi jam puncak dan faktor lain yang dapat direncanakan, serta menganalisis air pada sekala gedung.

Permodelan hidrolis dan kualitas air pada perangkat lunak WaterCAD® dapat dilakukan pada beberapa skenario yang telah disediakan. Beberapa permodelan hidrolis dan kualitas air yang dapat dilakukan perangkat lunak WaterCAD® adalah sebagai berikut.

- Simulasi untuk aliran tetap.
- Simulasi dengan parameter berubah dalam periode tertentu.
- Analisis konsentrasi zat kimia.
- Analisis air dengan sumber yang berbeda.
- Mencari sumber air dari titik tertentu.

- Analisis pencampuran bak.
- Analisis umur air dalam pipa.
- Analisis titik kritis pada jaringan pipa.
- Membuat permodelan kebocoran dan springkler.
- Membuat simulasi dengan kecepatan dan kekuatan pompa yang berubah dengan periode tertentu.
- Membuat permodelan dengan katup tertentu.
- Membuat simulasi penggelontoran.
- Membuat simulasi katup udara.
- Membuat permodelan tekanan air dalam pipa.
- Membuat simulasi penggunaan beberapa pompa dengan kurva operasi yang berbeda.

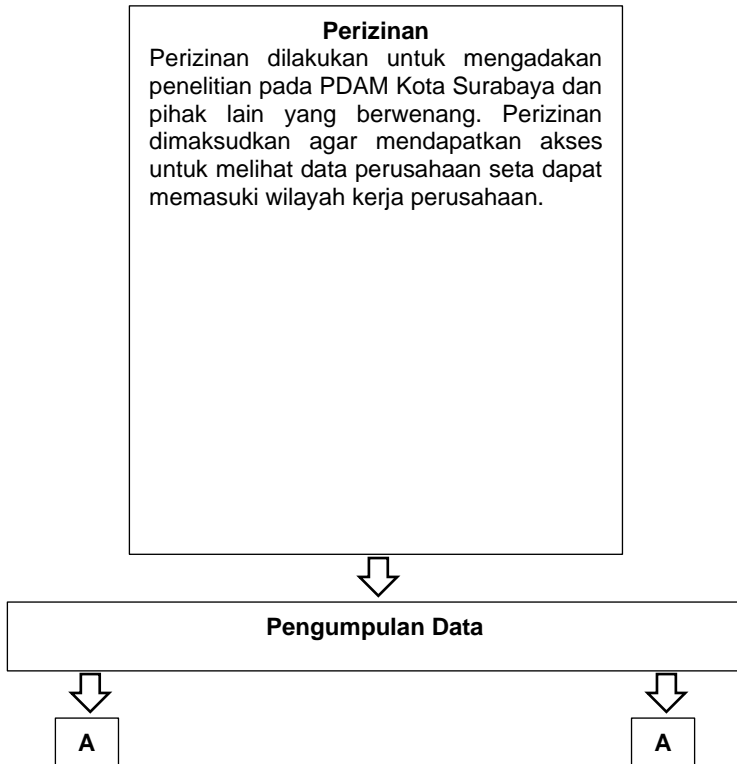
Berbeda dengan perangkat lunak lain, WaterCAD® dapat mempermudah proses perencanaan jaringan. WaterCAD® memiliki kemampuan membaca data dari perangkat lunak berbasis gambar, seperti AutoCAD, dan perangkat lunak berbasis perpetaan seperti ArcGIS. Selain membaca data, WaterCAD® juga memiliki kemampuan membuat data yang dapat dibuka dengan perangkat lunak lain di atas (Bentley, 2017).

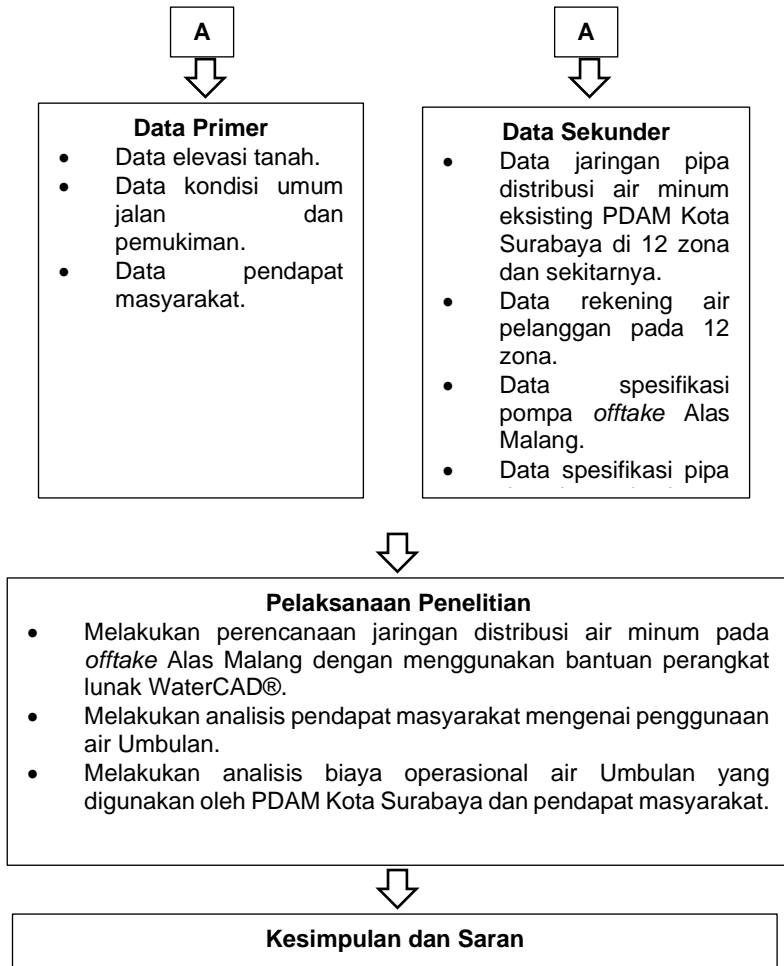
Data yang dibutuhkan untuk melakukan permodelan dengan WaterCAD® berupa data teknis perencanaan dan data aliran air. Data teknis perencanaan meliputi data elevasi peletakan pipa, panjang pipa, jenis pipa yang digunakan, besaran koefisien gesek pada pipa, jenis aksesoris yang digunakan, koefisien kehilangan energi tiap koefisien, spesifikasi dan kurva pompa serta model jaringan yang digunakan. Data aliran air merupakan berapa debit air yang keluar pada setiap titik pipa.

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Kerangka Penelitian

Penelitian perencanaan distribusi air minum dengan pemanfaatan air Umbulan di Surabaya Barat mengacu pada kerangka penelitian yang sudah dibuat. Kerangka penelitian tersebut terdiri dari langkah-langkah yang harus dilakukan selama penelitian. Langkah-langkah yang harus dilakukan dapat dilihat pada gambar 3.1.





Gambar 3.1 Kerangka Perencanaan

3.2 Perizinan

Perizinan penelitian dilakukan kepada PDAM Kota Surabaya atau instansi terkait. Perizinan dimaksudkan untuk mendapatkan akses data dan wilayah kerja milik PDAM Kota Surabaya. Data yang dimaksud adalah data peta jaringan

distribusi air minum, data jumlah pelanggan, data debit pemakaian air pelanggan, data perencanaan jaringan pembawa air Umbulan dan data debit air Umbulan.

3.3 Pengumpulan Data

Pengumpulan data adalah proses mengumpulkan data yang diperlukan dalam perencanaan ini. Pengumpulan data dilakukan dengan cara studi literatur. Studi literatur adalah metode pengumpulan data dengan membaca laporan dari PDAM Kota Surabaya atau instansi terkait.

Data yang diambil adalah data yang menunjang penelitian perencanaan distribusi air minum dengan pemanfaatan air Umbulan di Surabaya Barat. Pada penelitian ini, digunakan dua sumber data, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang diambil langsung di lapangan. Data sekunder adalah data yang didapatkan dari pihak kedua. Penggunaan data sekunder dilakukan untuk menghemat waktu pencarian data dan mempermudah jalannya penelitian.

- **Data Primer**

Data primer yang digunakan pada penelitian ini adalah data kondisi daerah perencanaan dan data kesanggupan masyarakat. Data kondisi daerah perencanaan meliputi data elevasi serta kondisi umum jalan serta pemukiman. Data elevasi tanah didapatkan dengan menggunakan GPS. Data elevasi diperlukan sebagai data elevasi tanah pada perhitungan dengan perangkat lunak WaterCAD®. Data kondisi umum jalan serta pemukiman didapatkan dengan cara survei lapangan. Data kondisi umum jalan serta pemukiman diperlukan untuk pertimbangan perencanaan jalur pipa.

Data pendapat masyarakat meliputi data kesanggupan masyarakat dan pemanfaatan air Umbulan di masyarakat sebagai air siap minum. Data pemanfaatan air Umbulan oleh masyarakat adalah data pendapat masyarakat pada kenaikan biaya operasi dan pendapat masyarakat mengenai penggunaan air Umbulan sebagai air siap minum dalam aktivitas sehari-hari. Data ini didapatkan dari wawancara langsung dengan pelanggan.

- **Data Sekunder**

Data sekunder yang dicari adalah peta jaringan distribusi air minum PDAM Kota Surabaya pada dua belas zona, data rekening air pelanggan pada dua belas zona, data spesifikasi pompa pada *offtake* Alas Malang, data spesifikasi pipa dan aksesoris, serta regulasi skema harga air yang ditetapkan oleh Pemerintah Kota Surabaya. Data jaringan pipa distribusi air minum eksisting digunakan sebagai dasar perencanaan jaringan baru. Data jumlah pelanggan beserta rekening air yang dipakai digunakan untuk menetapkan besarnya pemakaian air per orang per hari. Data spesifikasi pompa pada *offtake* Alas Malang, spesifikasi pipa dan spesifikasi aksesoris pipa digunakan sebagai data pada tahap permodelan dengan perangkat lunak WaterCAD®.

Data peta jaringan distribusi air minum PDAM Kota Surabaya pada dua belas zona, data rekening air pelanggan pada dua belas zona, data spesifikasi pompa yang digunakan, serta regulasi skema harga air yang ditetapkan oleh Pemerintah Kota Surabaya. Didapatkan dari PDAM Kota Surabaya. Sedangkan data spesifikasi pipa dan aksesoris pipa yang digunakan didapatkan dari studi literatur.

3.4 Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian adalah proses pengolahan data yang telah didapat agar mendapatkan hasil yang diinginkan. Proses ini meliputi perencanaan jaringan air minum pada *offtake* Alas Malang, analisis pendapat masyarakat dan analisis untung rugi biaya air Umbulan oleh PDAM Kota Surabaya.

3.4.1 Perencanaan Jaringan Air Minum *Offtake* Alas Malang

Jaringan air minum pada *offtake* Alas Malang menyalurkan air dari reservoir ke pelanggan. Pelanggan yang menggunakan air Umbulan adalah pelanggan pada kawasan Surabaya Barat. Lokasi zona yang akan dilayani oleh *offtake* Alas Malang dapat dilihat pada tabel 2.4.

Perencanaan jaringan air minum pada *offtake* Alas Malang dilakukan dengan batasan aspek teknis yang dapat dilihat pada ruang lingkup penelitian pada subbab 1.5. Perencanaan jaringan air minum mengacu pada peraturan yang berlaku di Indonesia. Tahapan perencanaan jaringan air minum *offtake* Alas Malang dilakukan dengan cara berikut.

- Menghitung Jumlah Pemakaian Air

Secara umum, pemakaian air dihitung berdasarkan jenis pelanggan. Untuk pelanggan domestik, perhitungan pemakaian jumlah air dilakukan dengan cara sampling pada rekening air pelanggan. Untuk pelanggan non-domestik, jumlah pemakaian air dihitung dari rata-rata pemakaian air setiap jenis bangunan dalam enam bulan terakhir.

Perhitungan pemakaian air domestik dilakukan dengan cara sampling rekening air. Hasil dari perhitungan ini adalah pemakaian air per orang per hari. Jumlah sampel dihitung berdasarkan ketentuan PERMENPU No. 18 tahun 2007. Perhitungan jumlah sampel dilakukan dengan rumus berikut.

$$n = \frac{Np(1 - p)}{(N - 1)D + p(1 - p)}$$

$$D = \frac{B^2}{t^2}$$

Dimana :

n = Jumlah sampel

N = Jumlah populasi rumah

p = Rasio dari unsur dalam sampel yang memiliki sifat diinginkan.

(= 0,5 probabilitas mata untuk uang logam)

B = *Bound of Error* (tingkat kesalahan tiap sampel)

T = Tingkat kepercayaan yang dikorelasikan dengan derajat kelebatan

Pada tabel 2.4 dapat diketahui jumlah sambungan rumah adalah sebesar 19.435 buah. Dengan mengacu pada tabel 2.11, maka wilayah perencanaan termasuk kategori wilayah Kota Kecil. Dengan demikian, nilai tingkat kesalahan (B) adalah sebesar 6% dan nilai tingkat kepercayaan (T) adalah sebesar 95% sesuai dengan tabel 2.12. Dengan perhitungan rumus di atas, didapatkan besarnya sampel yang harus digunakan adalah sebesar 62,47 sambungan rumah atau dibulatkan menjadi 63 buah sambungan rumah.

Rekening pelanggan yang akan digunakan sebagai sampel ditetapkan secara acak dengan menggunakan situs www.random.org. Rekening pelanggan yang telah didapatkan kemudian dicari rata-rata besar pemakaian air dalam waktu enam bulan terakhir. Dari seluruh rata-rata pemakaian air tiap sampel sambungan rumah dalam enam bulan terakhir, dapat dicari rata-rata pemakaian air per sambungan rumah setiap bulan. Rata-rata pemakaian air setiap bulan per sambungan rumah, dapat digunakan untuk menghitung rata-rata pemakaian air per orang per harinya. Rata-rata pemakaian air per orang per hari dihitung dengan cara membagi rata-rata pemakaian air per sambungan rumah dengan jumlah rata-rata orang per keluarga. Jumlah rata-rata orang per keluarga didapatkan dari data Badan Pusat Statistika Surabaya.

- Merencanakan Titik Tapping dan Debit Tapping

Setelah mengetahui besar pemakaian air per orang per hari, perencanaan jaringan air dapat dimulai. Dari kedua belas zona pelayanan, ditetapkan titik tapping aliran air. Pada daerah yang telah menjadi *District*

Metered Area (DMA), titik tapping harus berada pada titik tapping DMA tersebut.

Debit tapping diperlukan untuk mengetahui berapa debit air yang digunakan pada tiap titik tapping. Besarnya debit pada titik tapping akan berpengaruh pada perhitungan diameter pipa dan hasil permodelan kondisi hidrolis pada pipa. Besarnya debit tapping didapatkan dari perkalian jumlah pemakaian air per orang per hari dengan jumlah orang yang ada pada zona tapping yang telah direncanakan. Jumlah orang didapatkan dari hasil perkalian jumlah sambungan rumah dengan rata-rata jumlah orang dalam satu keluarga.

- Merencanakan Jaringan Air Minum

Jaringan air minum pada *offtake* Alas Malang direncanakan berdasarkan kondisi jaringan pipa eksisting. Direncanakan jaringan pipa akan berupa jaringan terisolasi. Jaringan ini akan hanya menggunakan air dari *offtake* Alas Malang. Hal ini dilakukan untuk menjaga kualitas air Umbulan. Dengan kualitas air Umbulan yang lebih tinggi dari air PDAM Kota Surabaya, tarif pelanggan dapat lebih tinggi. Untuk membuat jaringan yang terisolasi dan hanya memanfaatkan air Umbulan, perencanaan jaringan harus memutuskan koneksi pipa dengan jaringan lama dengan menggunakan katup. Titik pemutusan koneksi akan direncanakan dengan mempertimbangkan kondisi jaringan pipa eksisting.

Perencanaan jalur pipa primer dan sekunder berdasarkan jaringan pipa eksisting dan hasil data primer yang didapatkan dari survei lapangan. Data primer yang mempengaruhi penentuan jalur pipa adalah kondisi umum jalan dan perumahan yang ada

di lapangan serta elevasi tanah. Pipa primer dan sekunder yang direncanakan dapat berupa penggunaan pipa lama, penggantian pipa dengan diameter yang lebih besar atau penambahan pipa sehingga menjadi pipa paralel.

- Simulasi dengan Perangkat Lunak WaterCAD®

Dari data debit air per titik tapping, dan rencana jalur pipa, permodelan kondisi hidrolis pipa kemudian diproses dengan menggunakan perangkat lunak WaterCAD®. Perangkat lunak WaterCAD® digunakan untuk mendapatkan diameter pipa yang dibutuhkan dalam perencanaan ini. Selain itu, hasil permodelan aliran air seperti tekanan air, arah aliran air, kecepatan aliran air dan kerugian gesek dapat ditampilkan pada perangkat lunak WaterCAD®. Data permodelan aliran ini dapat digunakan sebagai dasar untuk mengevaluasi hasil perencanaan yang ditetapkan pada tahap penelitian sebelumnya.

Untuk mendapatkan hasil permodelan yang mendekati kondisi riil di lapangan, data yang dimasukkan pada perangkat lunak WaterCAD® harus lengkap. Selain debit air tiap titik tapping dan jalur pipa, beberapa data yang mempengaruhi hasil permodelan kondisi hidrolis adalah faktor jam puncak, panjang pipa, belokan pipa, elevasi tanah, koefisien gesek pipa, koefisien kehilangan tekanan pada katup, penempatan pompa, spesifikasi pompa, kurva pompa, dan lain sebagainya. Data elevasi didapatkan dari survei lapangan saat pengambilan data sekunder. Data koefisien gesek pipa, koefisien kehilangan tekanan pada aksesoris pipa, data pompa dan kurva pompa didapatkan dari studi literatur dan data sekunder. Panjang pipa dan belokan pipa

didapatkan dari hasil perencanaan yang dilakukan pada tahap penelitian sebelumnya.

- Perhitungan *Bill of Quantity*

Bill of quantity adalah banyaknya barang yang harus disediakan dalam suatu kegiatan. Perhitungan besarnya *bill of quantity* dilakukan berdasarkan hasil perencanaan yang telah final. Seluruh barang dan bahan yang diperlukan dihitung jumlah dan volumenya.

3.4.2 Analisis Pendapat Masyarakat

Analisis pendapat masyarakat dilakukan berdasarkan hasil survei. Hasil survei disajikan dalam berupa gambar grafik dan dijabarkan hasilnya. Dari keseluruhan hasil survei, disimpulkan pendapat masyarakat di daerah perencanaan terhadap penggunaan air Umbulan.

3.4.3 Analisis Biaya Operasional Air Umbulan dan Pendapat Masyarakat

Perhitungan biaya operasional air Umbulan oleh PDAM Kota Surabaya dilakukan dengan memperhatikan tarif pelanggan dan harga beli air Umbulan. Perbedaan harga beli dan harga jual akan dianalisis dan didapatkan biaya operasional untuk air Umbulan di Surabaya Barat. Jumlah biaya operasional kemudian dibagi dengan jumlah sambungan rumah yang ada dan didapatkan jumlah kenaikan biaya operasi per pelanggan.

Pendapat masyarakat mengenai air Umbulan berisikan pemanfaatan air Umbulan sebagai air siap minum dan kesanggupan masyarakat. Pemanfaatan air oleh masyarakat adalah pola penggunaan air Umbulan di masyarakat. Air Umbulan merupakan air dengan kualitas yang baik dan siap minum. Apabila air siap minum didistribusikan ke masyarakat, apakah masyarakat akan menggunakan langsung sebagai air siap minum atau tidak. Selain penggunaan air Umbulan, kuesioner ini juga memuat kesanggupan masyarakat. Kesanggupan masyarakat adalah pendapat masyarakat pada kenaikan biaya operasi dan pendapat

masyarakat mengenai penggunaan air Umbulan untuk aktivitas sehari-hari. Penentuan kesanggupan masyarakat dilakukan dengan cara sampling wawancara.

Wawancara dilakukan dengan menggunakan formulir yang dapat dilihat pada lampiran 1. Banyaknya orang yang diwawancara mengacu pada metode pengambilan sampel sesuai dengan PERMEN PU No. 18 tahun 2007 tentang penyelenggaraan pengembangan sistem penyediaan air minum. Perhitungan jumlah sampel dapat dilihat pada subbab 3.4.1 dalam poin menghitung jumlah pemakaian air. Jumlah sampel yang digunakan adalah sebesar 63 kepala keluarga.

3.5 Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan adalah hasil dari penelitian yang telah dilakukan. Kesimpulan melingkupi hasil perencanaan jaringan distribusi air minum pada *offtake* Alas Malang, serta skema kenaikan tarif PDAM Kota Surabaya. Saran adalah hal-hal yang belum dilakukan serta batasan-batasan yang ada pada penelitian ini. Adanya batasan serta kekurangan pada penelitian ini dapat menjadi alasan untuk dilakukan perencanaan lanjutan. Saran ditujukan kepada PDAM Kota Surabaya atau peneliti selanjutnya yang ingin melanjutkan penelitian ini.

BAB 4

ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa Kebutuhan Air

Analisa kebutuhan air dilakukan untuk mendapatkan kebutuhan air pada daerah perencanaan. Kebutuhan air pada daerah perencanaan digunakan untuk mengetahui debit yang dibutuhkan pada suatu wilayah. Dengan mengetahui debit yang dibutuhkan pada suatu titik, maka analisa permodelan dapat dilakukan untuk mengetahui besarnya diameter pipa yang dibutuhkan untuk mendistribusikan air tersebut.

Kebutuhan air berdasarkan konsumennya dibagi menjadi dua jenis, yaitu kebutuhan air domestik dan kebutuhan air nondomestik. Kebutuhan air domestik adalah kebutuhan air oleh kegiatan rumah tangga seperti konsumsi, mandi, cuci, dan kegiatan sanitasi lainnya yang membutuhkan air. Kebutuhan nondomestik adalah kebutuhan air oleh kegiatan non rumah tangga seperti fasilitas umum, sekolah, rumah sakit, pasar, perkantoran, industri dan lain sebagainya.

4.1.1 Kebutuhan Air Domestik

Kebutuhan air domestik didapatkan dengan cara mengalikan jumlah penduduk yang ada pada suatu wilayah dengan jumlah rata-rata pemakaian air per orang per harinya. Besarnya jumlah pemakaian air per orang per harinya didapatkan dari pengambilan sampel. Pengambilan sampel dilakukan pada data pemakaian air pelanggan PDAM di 12 sub zona pelayanan di wilayah perencanaan. Pada penelitian ini, karena terdapat keterbatasan akses data, pengambilan sampel pemakaian air dilakukan pada pemakaian air pelanggan PDAM Kota Surabaya bulan Januari 2019 – Maret 2019 di wilayah perencanaan.

Pengambilan sampel dilakukan secara acak dengan mengacu pada nomor pelanggan. Dari data pemakaian air PDAM Kota Surabaya, pelanggan pada 12 sub-zona pada daerah perencanaan terbagi menjadi lima rentang nomor pelanggan. Rentang nomor pelanggan tersebut

adalah 2170001-2173472, 2200001-2205044, 2220028-2224967, 2230001-2234218 dan 2250150-2253104.

Berdasarkan ketentuan PERMENPU No. 18 tahun 2007, serta perhitungan yang telah dilakukan pada sub bab 3.4.1, jumlah sampel yang digunakan adalah sebesar 64 buah. Dengan terbaginya rentang nomor pelanggan menjadi lima, maka pada 4 rentang nomor pelanggan akan diambil sebanyak 13 nomor pelanggan dan satu rentang diambil sebanyak 12 nomor pelanggan. Penentuan rentang mana yang akan diambil 12 sampel dilakukan secara acak.

Pengambilan sampel dilakukan secara acak dengan menggunakan perangkat lunak daring www.random.org. Perangkat lunak daring www.random.org merupakan perangkat lunak yang mampu memilih angka secara acak pada rentang bilangan tertentu secara gratis. Hasil tangkapan layar dari perangkat lunak www.random.org dapat dilihat pada gambar 4.1. Pada gambar 4.1, terdapat dua buah kotak isian yang diberi tanda biru dan merah. Pada kotak isian yang diberi tanda biru diisi dengan jumlah angka yang akan dimunculkan secara acak. Kotak isian yang diberi tanda merah adalah tempat memasukkan rentang angka yang akan diambil secara acak. Pada kolom tersebut, diisi angka terendah dan nomor angka tertinggi yang akan diambil sampel. Dengan demikian, angka acak yang dihasilkan oleh perangkat lunak akan dihasilkan dari rentang angka tersebut.

Dengan menggunakan perangkat lunak daring www.random.org ditentukan bahwa pengambilan sampel sejumlah 12 buah dilakukan pada rentang nomor pelanggan 2200001-2205044. Jumlah sampel tiap rentang nomor pelanggan dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Jumlah Sampel tiap Rentang Nomor Pelanggan

Rentang Nomor Pelanggan	Jumlah Sampel
2170001-2173472	13
2200001-2205044	12
2220028-2224967	13

Rentang Nomor Pelanggan	Jumlah Sampel
2230001-2234218	13
2250150-2253104	13

© 1998-2019 RANDOM.ORG
Follow us: [Twitter](#) | [Facebook](#)
[Terms and Conditions](#)
[About Us](#)

Gambar 4.1 Tangkapan Layar www.random.org

Nomor pelanggan yang telah didapatkan secara acak dari perangkat lunak www.random.org kemudian dicocokkan dengan data pelanggan PDAM Kota Surabaya. Apabila sampel nomor pelanggan tidak ditemukan pada data pelanggan PDAM Kota Surabaya, maka sampel tersebut diganti dengan nomor pelanggan lainnya yang dipilih dengan acak seperti sebelumnya.

Hasil dari nomor pelanggan yang dipilih secara acak dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Sampel Nomor Pelanggan

2170001-2173472			
2171947	2171951	2172687	2173272
2172852	2170808	2171591	2170153
2170446	2173156	2172891	2171861
2172354			
2200001-2205044			
2203423	2202645	2203415	2200120
2202094	2203197	2203925	2201338
2200628	2202605	2200910	2202942
2220028-2224967			
2223281	2221206	2223690	2220915
2222057	2221709	2220210	2223235
2220726	2220350	2221927	2223316
2223875			
2230001-2234218			
2230142	2230001	2230034	2230021
2230099	2232794	2230502	2230017
2230646	2230950	2232946	2232817
2230008			
2250150-2253104			
2251687	2251444	2251040	2251311
2252013	2251611	2252961	2250388
2250835	2252665	2252341	2251481
2251288			

Data pemakaian air sampel pelanggan tiap bulan dapat dilihat pada **lampiran III**. Dari rata-rata pemakaian air sampel pelanggan selama tiga bulan, maka didapatkan jumlah pemakaian air per pelanggan per bulan adalah sebesar 26,25 m³/bulan. Dengan asumsi

satu pelanggan terdiri dari satu KK, di mana satu KK beranggotakan 5 orang, maka pemakaian air per orang per bulan adalah sebesar 5,25 m³/bulan. Dengan demikian, pemakaian air tiap orang per harinya adalah sebesar 175,04 L/hari.

Jumlah pemakaian air domestik secara keseluruhan dapat dicari dengan cara mengalikan jumlah penduduk pada wilayah perencanaan dengan jumlah rata-rata pemakaian air per orang per hari. Jumlah penduduk dan pemakaian air tiap kelurahan pada wilayah perencanaan dapat dilihat pada tabel 4.3. Dengan demikian, jumlah pemakaian air domestik pada wilayah perencanaan adalah sebesar 180833732,48 L/hari atau sebesar 18083,73 m³/hari.

Tabel 4.3 Jumlah Kebutuhan Air Domestik

Kecamatan Sambikerep		
Kelurahan	Penduduk (jiwa)	Kebutuhan Air (L/hari)
Made	8384	1467535,36
Bringin	5154	902156,16
Sambikerep	18208	3187128,32
Lontar	26329	4608628,16
Jumlah		10165448
Kecamatan Lakarsantri		
Kelurahan	Penduduk (jiwa)	Kebutuhan Air (L/hari)
Lidah Wetan	11322	1981802,88
Lidah Kulon	17060	2986182,4
Jeruk	8475	1483464
Lakarsantri	8380	1466835,2
Jumlah		7918284,48
Total Kebutuhan Air		18083732,48

4.1.2 Kebutuhan Air Nondomestik

Kebutuhan air nondomestik adalah kebutuhan air pada gedung fasilitas umum seperti perkantoran, fasilitas kesehatan, fasilitas pendidikan, pusat perbelanjaan dan lain sebagainya. Besarnya kebutuhan air nondomestik

mengacu pada RSNI T-01-2003 tentang tata cara perencanaan plambing. Kebutuhan air per pengunjung fasilitas umum dapat dilihat pada tabel 2.13.

Secara umum, pada wilayah perencanaan terdapat fasilitas umum berupa sekolah, tempat ibadah, rumah sakit dan pasar. Jumlah fasilitas umum masing-masing kecamatan dapat dilihat pada sub bab 2.1.4 dan 2.1.5.

Berdasarkan RSNI T-01-2003 tentang tata cara perencanaan plambing, perhitungan kebutuhan air suatu gedung dapat dilakukan dengan mengalikan jumlah pengguna gedung dengan rata-rata kebutuhan air. Rata-rata kebutuhan air tiap gedung nilainya berbeda tiap jenis gedung. Nilai tersebut dapat dilihat pada tabel 2.13. Banyaknya pengguna gedung dihitung melalui pendekatan jumlah potensi pengguna gedung yang terdapat pada tiap kecamatan di daerah perencanaan.

Jumlah pengguna sekolahan dihitung dengan mencari jumlah rata-rata murid dan guru yang ada pada tiap sekolah. Jumlah rata-rata murid dan guru dihitung dengan cara membagi jumlah murid dan guru pada tiap jenjang sekolah di satu kecamatan dengan jumlah sekolah yang terdaftar pada kecamatan tersebut. Jumlah murid, guru dan sekolah yang terdaftar pada tiap kecamatan dapat dilihat pada tabel 2.7 dan 2.11. Hasil perhitungan kebutuhan air pada fasilitas pendidikan dapat dilihat pada tabel 4.4 dan tabel 4.5.

Jumlah potensi pengguna rumah ibadah dihitung dengan mencari jumlah rata-rata jemaat pada tiap rumah ibadah. Jumlah rata-rata jemaat dihitung dengan cara membagi jumlah pemeluk agama di satu kecamatan dengan jumlah rumah ibadah pada kecamatan tersebut. Jumlah pemeluk agama dapat dilihat pada tabel 2.6 dan tabel 2.10 . Pada Kecamatan Lakarsantri, pemeluk agama Hindu adalah sebesar 116 jiwa dan pemeluk agama Budha adalah sebesar 1058 jiwa. Namun, pada Kecamatan Lakarsantri tidak terdapat pura dan wihara. Berbeda dengan Kecamatan Lakarsantri, Kecamatan Sambikerep memiliki satu pura dan satu wihara. Dengan mengasumsikan pemeluk agama Hindu dan Budha di

Kecamatan Lakarsantri melakukan ibadah pada tempat ibadah di Kecamatan Sambikerep, maka jumlah jemaat pada Pura dan Wihara di Kecamatan Sambikerep merupakan jumlah seluruh pemeluk agama Hindu dan Budha di Kecamatan Lakarsantri dan Sambikerep. Hasil perhitungan kebutuhan air pada tempat ibadah dapat dilihat pada tabel 4.6 dan tabel 4.7.

Jumlah potensi pengguna fasilitas kesehatan dihitung dengan jumlah tempat tidur pasien pada tiap fasilitas kesehatan. Pada perencanaan ini, fasilitas kesehatan digolongkan menjadi rumah sakit, puskesmas dan fasilitas kesehatan lainnya. Fasilitas kesehatan lainnya adalah fasilitas kesehatan selain rumah sakit dan puskesmas seperti bidan dan klinik kesehatan. Banyaknya jumlah tempat tidur pasien pada tiap fasilitas kesehatan diasumsikan sebagai berikut. Rumah sakit sebanyak 200 tempat tidur. Puskesmas sebanyak 5 tempat tidur. Fasilitas kesehatan lainnya sebanyak 1 tempat tidur. Besarnya kebutuhan air pada fasilitas kesehatan dapat dilihat pada tabel 4.8 dan tabel 4.9.

Jumlah potensi pengguna pasar dihitung dengan jumlah pengunjung pasar tiap harinya. Pada perencanaan ini, jumlah pengunjung pasar tiap harinya diasumsikan sebesar 300 orang tiap harinya. Besar kebutuhan air pada pasar dapat dilihat pada tabel 4.10.

Dengan menjumlahkan kebutuhan air pada tiap fasilitas umum, maka didapatkan jumlah kebutuhan air nondomestik. Jumlah kebutuhan air nondomestik pada Kecamatan Lakarsantri adalah sebesar 357180 L/hari. Jumlah Kebutuhan air nondomestik pada Kecamatan Sambikerep adalah sebesar 380740 L/hari. Jumlah total kebutuhan air nondomestik pada daerah perencanaan adalah sebesar 737920 L/hari. Detail jumlah kebutuhan air nondomestik pada daerah perencanaan dapat dilihat pada tabel 4.11.

4.1.3 Kebutuhan Tiap Sub Zona Pelayanan

Perencanaan ini mengacu pada sub zona pelayanan yang telah ditetapkan oleh PDAM Kota Surabaya. Pada Kecamatan Lakarsantri dan Kecamatan

Tabel 4.4 Kebutuhan Air Sekolah di Kecamatan Lekarsantri

Sekolah	Rata-rata Jumlah Siswa dan Guru		Standar Pemakaian Air (L/orang/hari)*		Jumlah Pemakaian Air (L/hari)		Jumlah Pemakaian Air (L/hari)
	Siswa/sekolah	Guru/sekolah	Siswa	Guru	Guru	Siswa	
SD	313	19	40	100	1900	12520	14420
SMP	260	16	50	100	1600	13000	14600
SMA	344	20	80	160	3200	27520	30720
SMK	139	8	80	160	1280	11120	12400
Jumlah							72140

*sumber : RSNI T-03-2007

Tabel 4.5 Kebutuhan Air Sekolah di Kecamatan Sambikerep

Sekolah	Rata-rata Jumlah Siswa dan guru		Standar Pemakaian Air (L/orang/hari)*		Jumlah Pemakaian Air (L/hari)		Jumlah Pemakaian Air (L/hari)
	Siswa/sekolah	Guru/sekolah	Siswa	Guru	Guru	Siswa	
SD	142	10	40	100	1000	5680	6680
SMP	183	14	50	100	1400	9150	10550
SMA	466	31	80	160	4960	37280	42240
SMK	168	9	80	160	1440	13440	14880
Jumlah							74350

*sumber : RSNI T-03-2007

Tabel 4.6 Kebutuhan Air Tempat Ibadah di Kecamatan Lekarsantri

Tempat Ibadah	Jumlah	Jumlah Jemaah	Rata-rata Jemaah per Tempat Ibadah	Standar Pemakaian Air (L/orang/hari)*	Pemakaian Air L/hari
Masjid dan Langgar	62	49079	792	20	15840
Gereja Protestan	5	5795	1159	10	11590
Gereja Katolik	1	2977	2977	10	29770
Pura	0	1058	0	10	0
Wihara	0	116	0	10	0
Jumlah					57200

*sumber : RSNI T-03-2007

Tabel 4.7 Kebutuhan Air Tempat Ibadah di Kecamatan Sambikerep

Tempat Ibadah	Jumlah	Jemaah	Rata-rata Jemaah per Tempat Ibadah	Standar Pemakaian Air L/Jemaah.hari	Pemakaian Air L/hari
Masjid dan Langgar	112	24973	223	20	4460
Gereja Protestan	7	4378	626	10	6260
Gereja Katolik	3	1502	501	10	5010
Pura	1	1695	1695	10	16950
Wihara	1	395	395	10	3950
Jumlah					36630

*sumber : RSNI T-03-2007

Tabel 4.8 Kebutuhan Air Fasilitas Kesehatan di Kecamatan Lakarsantri

Fasilitas Kesehatan	Jumlah	Jumlah Tempat Tidur Pasien	Standar Pemakaian Air (L/tempat tidur/hari) *	Total Kebutuhan Air (L/hari)
Rumah sakit	3	200	400	240000
Puskesmas	3	5	400	6000
Fasilitas Kesehatan Lain	9	1	400	3600
Total				249600

*sumber : RSNI T-03-2007

Tabel 4.9 Kebutuhan Air Fasilitas Kesehatan di Kecamatan Sambikerep

Fasilitas Kesehatan	Jumlah	Jumlah Tempat Tidur Pasien	Standar Pemakaian Air (L/tempat tidur/hari) *	Total Kebutuhan Air (L/hari)
Rumah sakit	3	200	400	240000
Puskesmas	2	5	400	4000
Fasilitas Kesehatan Lain	1	1	400	400
Total				244400

*sumber : RSNI T-03-2007

Tabel 4.10 Kebutuhan Air Pasar

Kecamatan	Jumlah	Pengguna	Standar Pemakaian Air (L/orang/hari)*	Total Kebutuhan Air (L/hari)
Lakarsantri	2	300	3	1800
Sambikerep	2	300	3	1800

*sumber : RSNI T-03-2007

Tabel 4.11 Total Kebutuhan Air Nondomestik Daerah Perencanaan

Fasilitas Umum	Kebutuhan Air (L/hari)		Jumlah Kebutuhan Air tiap fasilitas(L/hari)	Total Kebutuhan Air Nondomestik (L/hari)
	Sambikerep	Lakarsantri		
Sekolah	74350	72140	146490	737920
Tempat Ibadah	36630	57200	93830	
Fasilitas Kesehatan	244400	249600	494000	
Pasar	1800	1800	3600	

Tabel 4.12 Rincian Kebutuhan Air Tiap Kecamatan

Kecamatan	Total Kebutuhan Air Domestik (L/hari)	Kebutuhan Air Nondomestik			Total Kebutuhan Air (L/hari)
		Fasilitas Umum	Kebutuhan Air per Fasilitas Umum (L/hari)	Total Kebutuhan Air Nondomestik (L/hari)	
Lakarsantri	7918284	Sekolah	72140	380740	8299024
		Tempat Ibadah	57200		
		Fasilitas Kesehatan	249600		
		Pasar	1800		
Sambikerep	10165448	Sekolah	74350	357180	10522628
		Tempat Ibadah	36630		
		Fasilitas Kesehatan	244400		
		Pasar	1800		

Sambikerep, terdapat 12 sub zona pelayanan PDAM Kota Surabaya. Sebanyak empat sub zona pelayanan masuk ke wilayah Kecamatan Lakarsantri, empat sub zona pelayanan masuk ke Kecamatan Sambikerep dan empat sub zona termasuk ke dalam dua wilayah kecamatan. Daftar zona pelayanan pada daerah perencanaan dapat dilihat pada tabel 4.13.

Tabel 4.13 Pembagian Sub Zona di Kecamatan Sambikerep dan Kecamatan Lakarsantri

Sub Zona	Kecamatan	Sub Zona	Kecamatan
539	Sambikerep	537	40% Sambikerep, 60% Lakarsantri
534	Sambikerep	516	40% Sambikerep, 60% Lakarsantri
541	Sambikerep	536	Lakarsantri
540	Sambikerep	533	Lakarsantri
538	40% Sambikerep, 60% Lakarsantri	532	Lakarsantri
535	40% Sambikerep, 60% Lakarsantri	520	Lakarsantri

Kebutuhan air tiap sub zona pelayanan ditentukan dengan mengalikan kebutuhan air kecamatan dengan perbandingan luas wilayah pada subzona dengan luas wilayah kecamatan (Anisha, Khumar, Kumar, & Raju, 2016). Detail kebutuhan air tiap kecamatan dapat dilihat pada tabel 4.12. Luas wilayah yang dihuni dapat dilihat pada tabel 4.14.

Tabel 4.14 Luas Wilayah yang Dihuni pada Sub Zona Pelayanan

Kecamatan Sambikerep		Kecamatan Lakarsantri	
Sub Zona	Luas Huni (m ²)	Sub Zona	Luas Huni (m ²)
538	803842	539	439136
535	2186971	534	1207335
537	1914768	541	1724957
516	1516562	540	2125858
536	159246	538	495587
533	528826	535	569060
532	467511	537	1155045
520	1082739	516	1402181
Total	9119159	Total	8660465

Perhitungan kebutuhan air tiap sub zona pelayanan dilakukan dengan cara berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Luas huni sub zona 539} &= 439136 \text{ m}^2 \\
 \text{Luas huni Sambikerep} &= 9119159 \text{ m}^2 \\
 \text{Perbandingan luas} &= \frac{\text{Luas sub zona}}{\text{luas kecamatan}} \\
 &= \frac{439136}{9119159} \\
 &= 0,0481 \\
 \text{Kebutuhan air Sambikerep} &= 10522628 \\
 \text{Kebutuhan air sub zona 539} &= 0,0481 \times 10522628 \\
 &= 506720,5 \text{ L/hari}
 \end{aligned}$$

Kebutuhan air sub zona yang lain dihitung dengan mengikuti cara di atas. Total kebutuhan air tiap sub zona dapat dilihat pada tabel 4.15 berikut.

Tabel 4.15 Kebutuhan Air tiap Sub Zona

Sub Zona	Kebutuhan Air (L/hari)	Sub Zona	Kebutuhan Air (L/hari)
539	506720,5	537	3167666,3
534	1393147,9	516	3071250,3
541	1990433,6	536	152599,94
540	2453034,6	533	506755,69
538	1342153,5	532	447999,64
535	2752339	520	1037551,4

4.1.4 Debit Jam Puncak

Debit jam adalah besarnya debit pada saat pemakaian maksimum dalam satu hari. Menurut peraturan PERMEN PU No. 18/PRT/2007 tentang penyelenggaraan dan penyediaan sistem penyedia air minum, besarnya jam puncak adalah sebesar 1,15 – 3 kali debit rata-rata. Besar kecil jam puncak ditentukan dari kepadatan penduduk serta kategori kota. Wilayah perencanaan berada pada wilayah Surabaya Barat. Kota Surabaya merupakan kota metropolitan. Dengan demikian, besarnya debit jam puncak diasumsikan sebesar 1,5 kali debit rata-rata.

Besar debit jam puncak masing-masing sub zona di daerah perencanaan didapatkan dengan mengalikan debit rata-rata dengan faktor jam puncak sebesar 1,5. Besar debit jam puncak masing-masing sub zona di daerah perencanaan dapat dilihat pada tabel 4.16 berikut.

Tabel 4.16 Kebutuhan Air pada Jam Puncak tiap Sub Zona

Sub Zona	Kebutuhan Air Jam Puncak(L/hari)	Sub Zona	Kebutuhan Air Jam Puncak(L/hari)
539	760080,74	537	4751499,5
534	2089721,8	516	4606875,5
541	2985650,5	536	228899,91
540	3679552	533	760133,54
538	2013230,3	532	671999,47
535	4128508,5	520	1556327,1

4.2 Perencanaan Jaringan Distribusi Air Minum

Perencanaan jaringan distribusi air minum dibagi menjadi dua alternatif. Alternatif pertama adalah dengan menggunakan jaringan pipa eksting dan mengisolasi jaringan pipa di daerah perencanaan. Alternatif kedua adalah dengan menambahkan pipa tanpa perlu mengisolasi jaringan pipa pada daerah eksisting. Kedua alternatif akan memiliki dampak pada aliran air pada jaringan pipa Surabaya Barat.

4.2.1 Perencanaan Jaringan Distribusi Air Umbulan dengan Jaringan Eksting

Perencanaan jaringan distribusi air minum pada daerah perencanaan dapat dilakukan dengan menggunakan pipa eksisting. Dengan menggunakan pipa eksisting, maka isolasi jaringan di daerah perencanaan perlu dilakukan. Isolasi jaringan dilakukan untuk mencegah bercampurnya air Umbulan dengan air PDAM Kota Surabaya. Perencanaan dengan pipa eksisting membuat pipa yang sudah ada dapat dimanfaatkan kembali. Namun, kualitas air yang mengalir menjadi lebih rendah dan mengakibatkan perubahan pola aliran di jaringan Surabaya Barat.

Perencanaan jaringan distribusi air minum dengan menggunakan jaringan eksisting dimulai dengan analisa jaringan eksisting. Analisa jaringan distribusi air minum

eksisting perlu dilakukan untuk mengetahui perubahan jenis pipa dan kebutuhan pompa. Analisa jaringan distribusi air minum eksisting dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak WaterCAD®. Peta detail daerah perencanaan dan peta jaringan distribusi eksisting pada daerah perencanaan dapat dilihat pada lampiran V gambar 1 dan 4.

Analisa jaringan distribusi air minum pada daerah perencanaan dilakukan secara terpisah dengan analisa jaringan distribusi air minum di Surabaya Barat. Pemisahan analisa jaringan distribusi air minum dilakukan agar proses analisa dengan perangkat lunak WaterCAD® lebih mudah dilakukan. Pemisahan analisa juga dapat mempermudah penempatan titik pengambilan air.

Analisa dilakukan dengan menggunakan mode *Steady State*. Mode *Steady State* memungkinkan simulasi berjalan pada satu waktu saja. Penggunaan metode *Steady State* dikarenakan tidak adanya data fluktuasi pemakaian air minum dalam 24 jam. Dengan demikian, simulasi hidrolis air minum dalam pipa dilakukan pada jam puncak dan pada saat pemakaian air rata-rata. Simulasi hidrolis air minum pada jam puncak dilakukan untuk perencanaan pipa dan diameternya. Perencanaan pipa dilakukan pada jam puncak karena debit maksimal dalam satu hari berada dalam jam puncak. Apabila pipa dapat mengalirkan air sesuai dengan tekanan yang sesuai kriteria desain pada jam puncak, maka pada jam lain tekanan air akan terpenuhi. Analisa air pada pemakaian air rata-rata dilakukan di akhir sebagai pembanding.

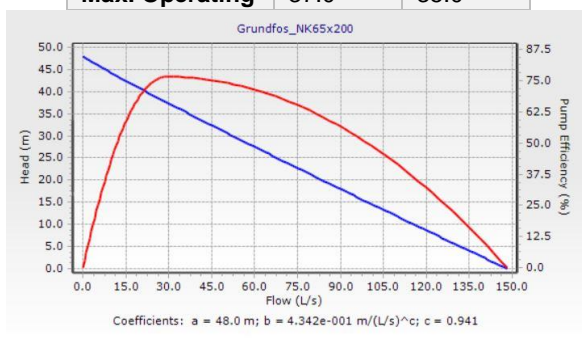
Pembuatan jaringan distribusi air minum pada perangkat lunak WaterCAD® dimulai dengan memunculkan peta dasar. Kemudian pada titik pengambilan air, percabangan pipa dan titik dengan ketinggian yang berbeda dipasang *junction*. *Junction* adalah titik acuan pada WaterCAD® yang berfungsi sebagai penyambung antar pipa. *Junction* dapat diisi informasi seperti besarnya debit air yang keluar dan

elevasi tanah. Besarnya debit keluar pada *junction* disesuaikan dengan besarnya kebutuhan air tiap sub zona pelayanan. Besar kebutuhan air pada satu sub zona disebar ke beberapa *junction* karena persebaran penduduk tidak merata pada wilayah sub zona. Detail *Juction* yang diisikan besar kebutuhan air dapat dilihat pada tabel 4.18. Pada titik dengan beda ketinggian 5 m, dipasang *junction* yang berisi keterangan elevasi tanah.

Pada wilayah perencanaan terdapat satu buah rumah pompa dengan empat buah pompa. Rumah pompa ini terletak di perumahan Pakuwon. Pompa dimasukkan dalam analisa dengan perangkat lunak WaterCAD® dengan menggunakan menu *pump*. Masing-masing pompa menggunakan spesifikasi yang sama. Menurut data dari PDAM Kota Surabaya, rumah pompa Pakuwon menggunakan pompa Grundfos NK65x200. Spesifikasi pompa yang digunakan adalah sebagai berikut.

Tabel 4.17 Spesifikasi Pompa Pakuwon

	Debit (L/detik)	Tekanan (m)
Shutoff	0.0	48.0
Design	28.0	38.0
Max. Operating	37.0	35.0



Gambar 4.2 Kurva Pompa Pakuwon

Kemudian, pipa dapat dihubungkan pada masing-masing *junction* mengikuti desain jaringan pipa eksisting. Pada pipa dapat diisi informasi spesifikasi pipa seperti

panjang pipa, jenis pipa, koefisien kekasaran dan diameter pipa.

Pada jaringan perencanaan eksisting ditambahkan reservoir Alas Malang yang menampung air Umbulan. Reservoir alas malang dihubungkan dengan jaringan distribusi eksisting dengan menggunakan pipa yang dipasang mengikuti jalan perumahan menuju pipa primer di Jalan Alas Malang. Gambar detail jaringan yang telah dibuat pada perangkat lunak WaterCAD® dapat dilihat pada gambar 4.3 sampai gambar 4.16.

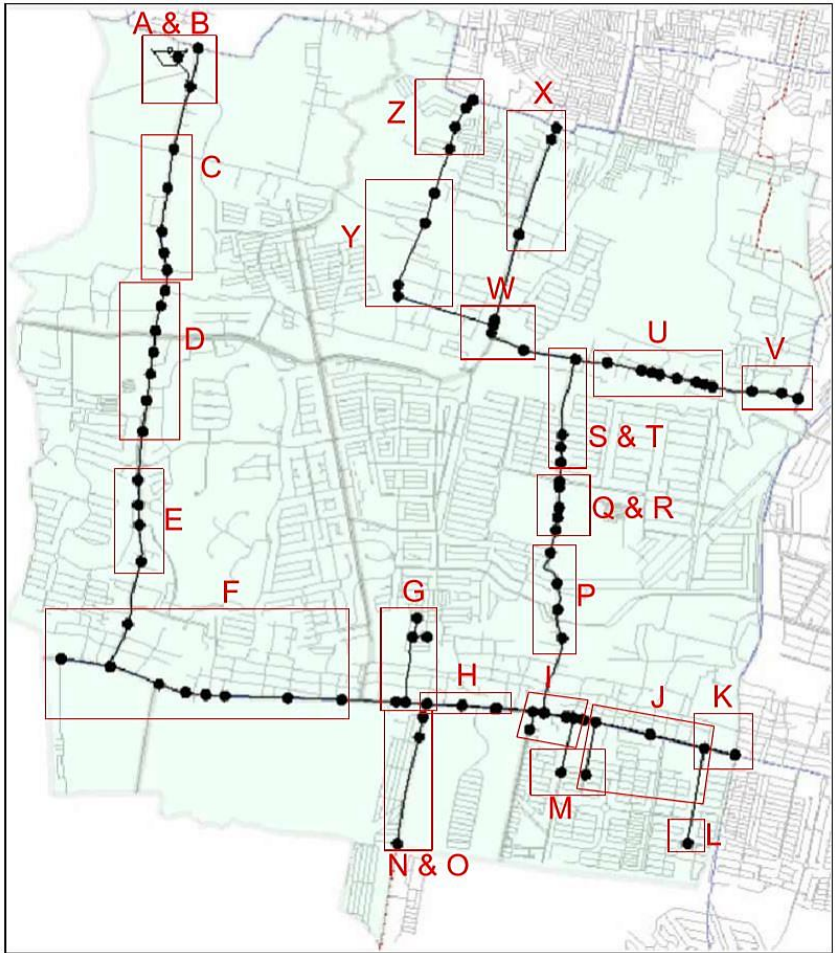
Setelah jaringan distribusi air minum siap, analisa dapat dilakukan. Analisa pertama kali dilakukan dengan menggunakan jam puncak. Analisa dengan jam puncak bertujuan untuk perencanaan jaringan pipa distribusi air minum.

Hasil analisa jaringan distribusi air minum eksisting pada jam puncak dapat dilihat pada gambar 4.17. Pada gambar 4.17 terlihat bahwa tekanan pada kebanyakan *junction* bernilai negatif (berwarna hitam). Tekanan negatif ini diakibatkan kurangnya tekanan air pada reservoir. Hasil analisa secara lengkap dapat dilihat pada lampiran IV.

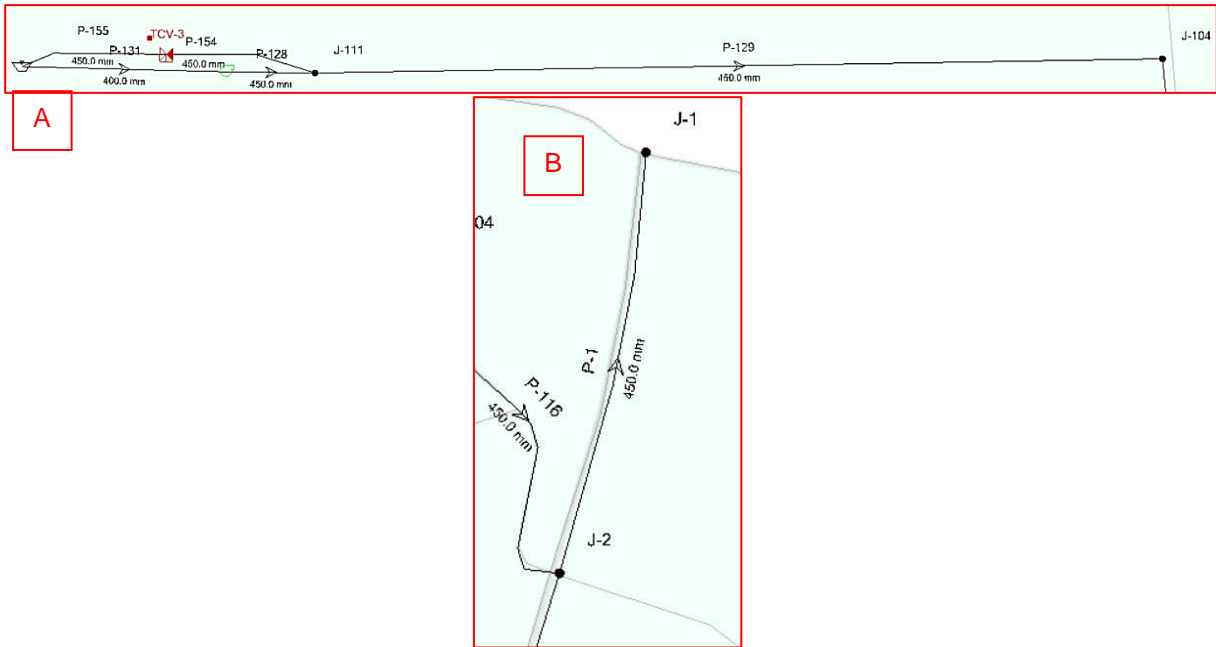
Kurangnya tekanan air pada pipa disebabkan karena daerah perencanaan memiliki elevasi yang dinamis dari 5 m sampai 35 m. Selain itu, kehilangan tekanan akibat gesekan juga mengurangi tekanan air yang tersedia.

Menurut PERMEN PU No. 18 Tahun 2007 tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum, besarnya tekanan air pada pipa minimal 10 m untuk pipa terjauh. Untuk menjaga tekanan pipa minimal 10 m pada pipa tersier, maka pada pipa primer direncanakan memiliki tekanan lebih besar dari 15m. Untuk mencapai tekanan sebesar 15 m pada tiap titik di pipa primer, maka perlu dilakukan modifikasi pipa dan pemasangan pompa.

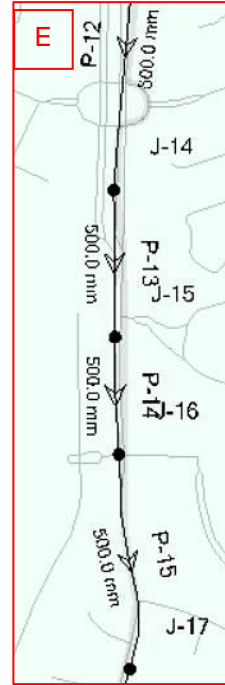
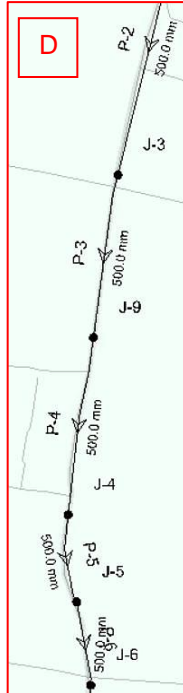
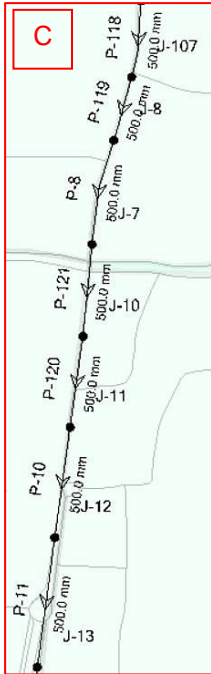
Pada perencanaan ini, dilakukan penggantian pipa GI 450 mm pada sepanjang Jalan Alas Malang – Jalan



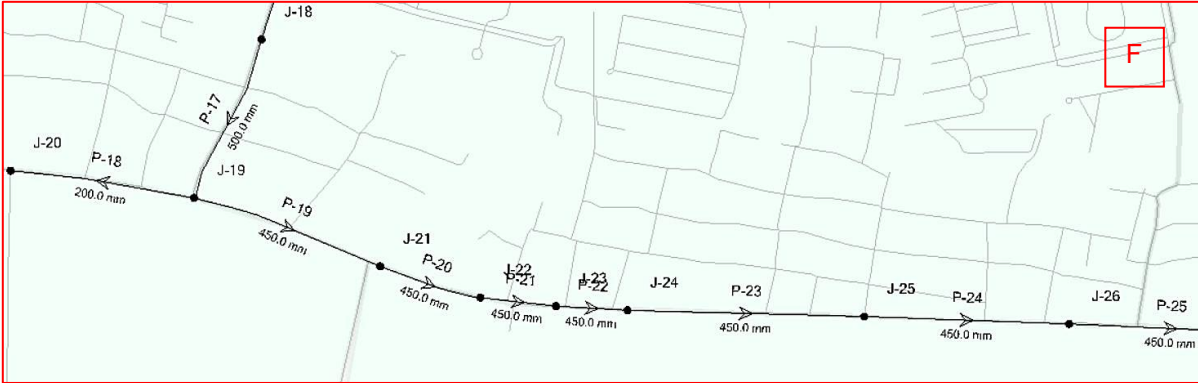
Gambar 4.3 Jaringan pada Perangkat Lunak WaterCAD®



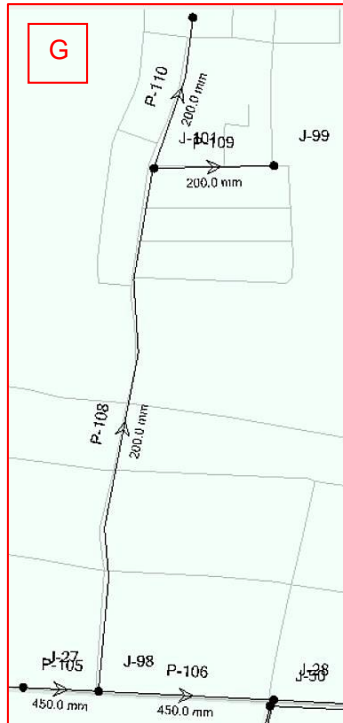
Gambar 4.4 Potongan A dan B



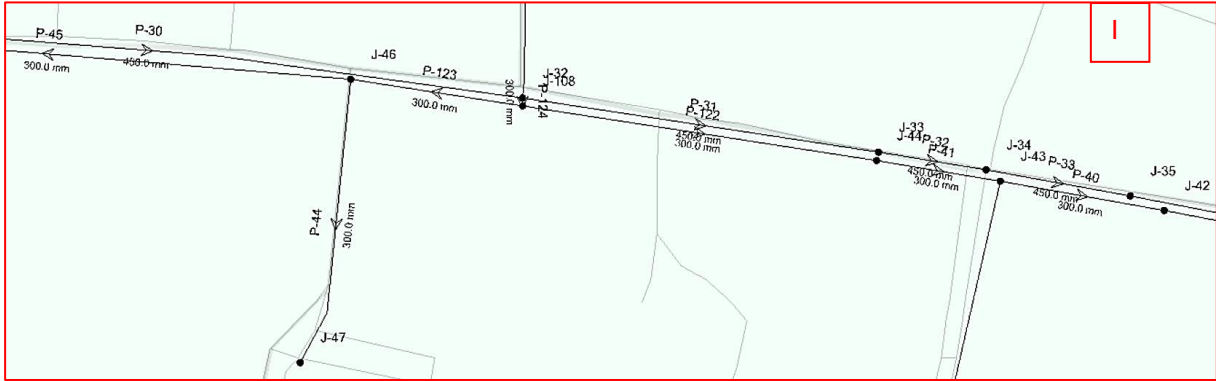
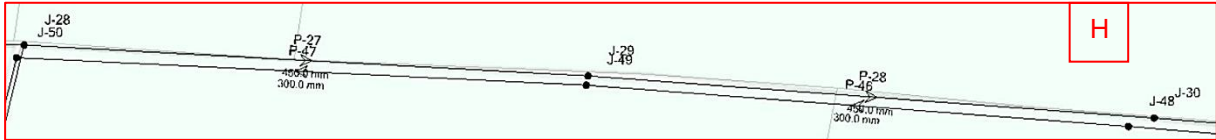
Gambar 4.5 Potongan C, D dan E



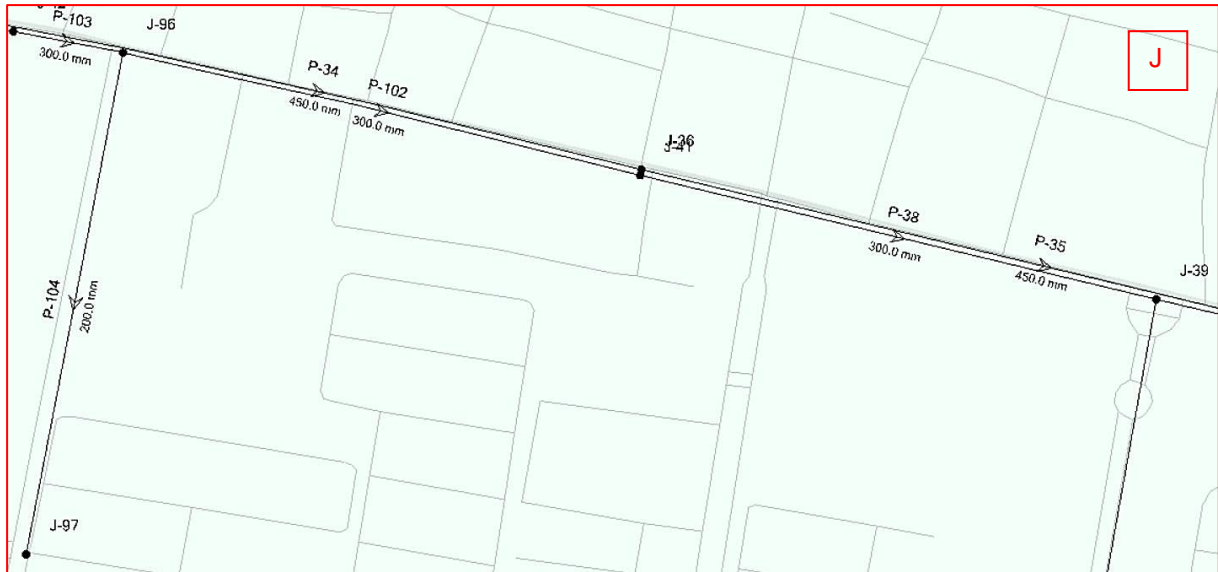
Gambar 4.6 Potongan F



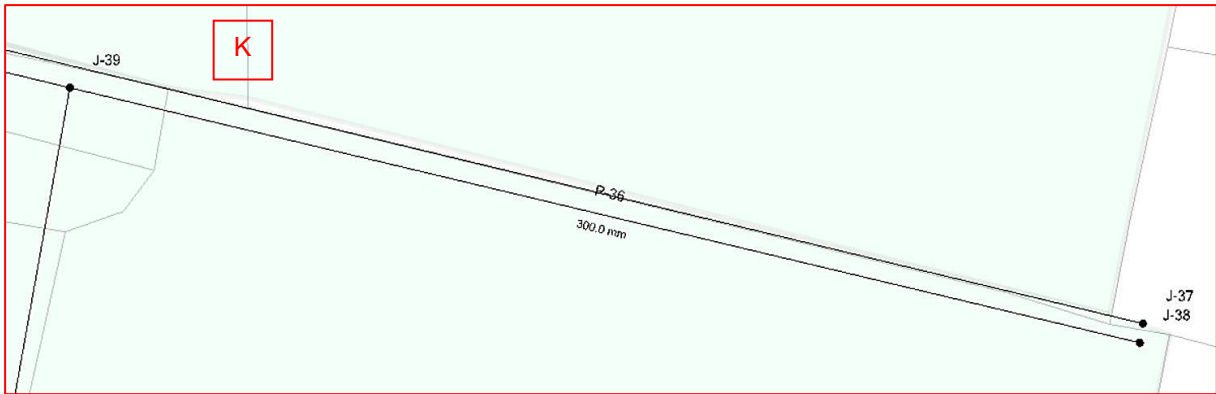
Gambar 4.7 Potongan G



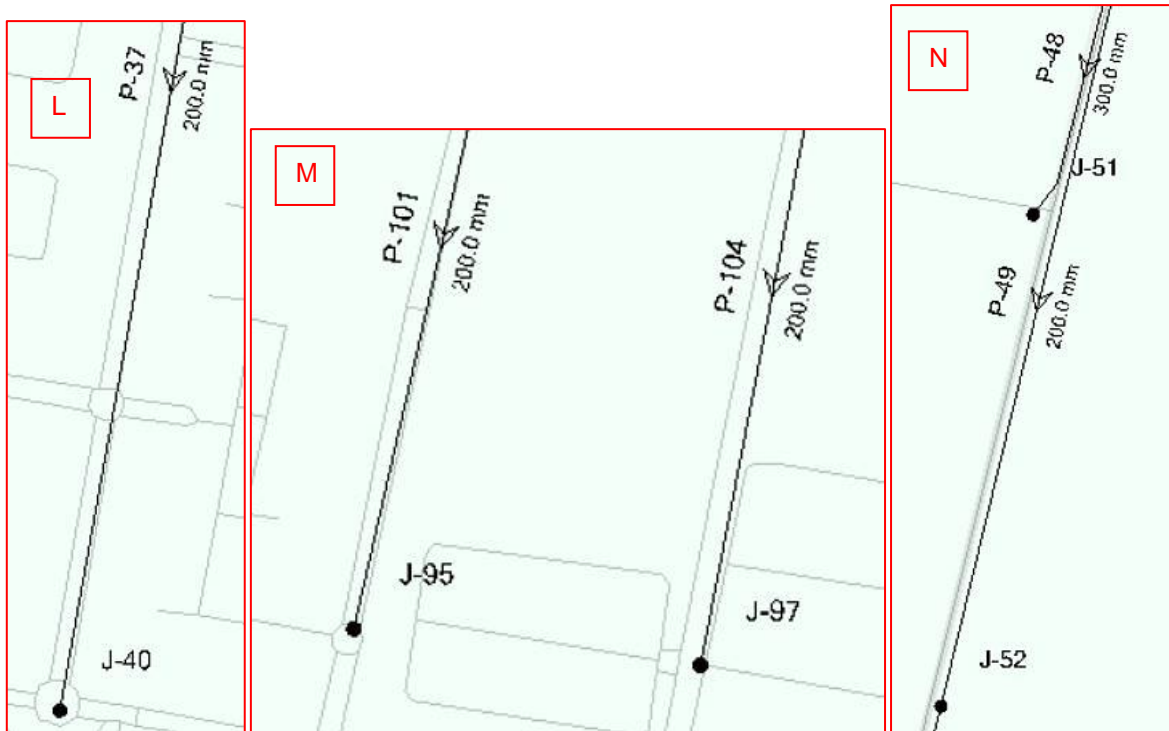
Gambar 4.8 Potongan H dan I



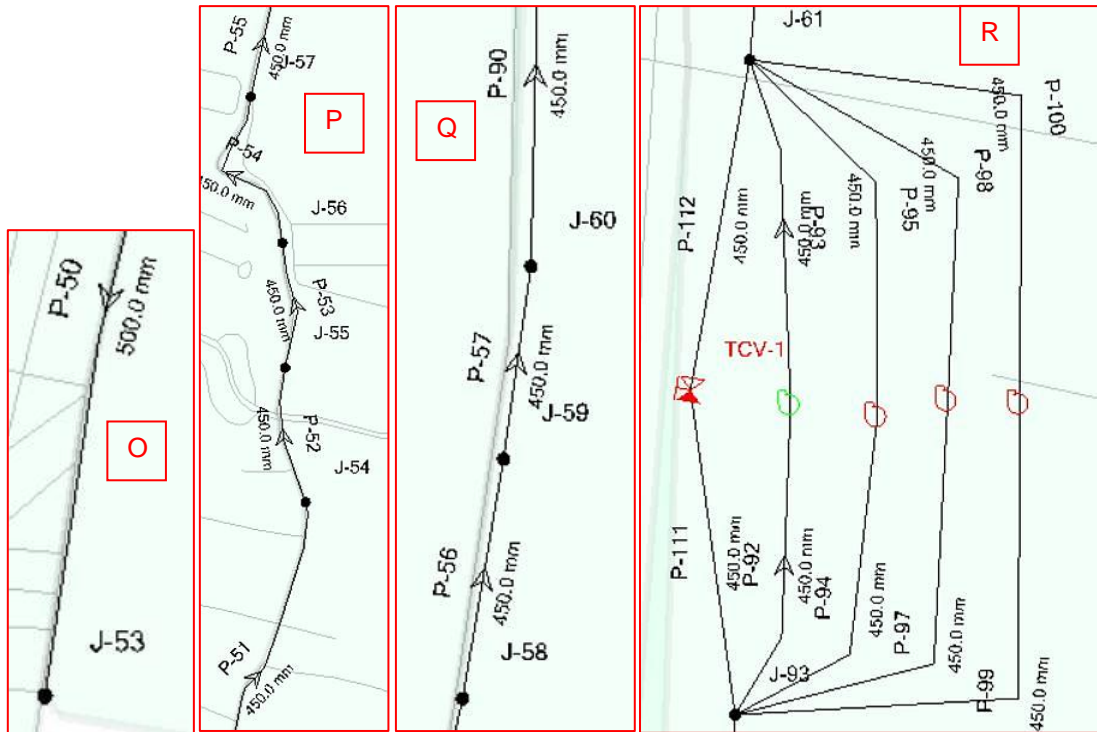
Gambar 4.9 Potongan J



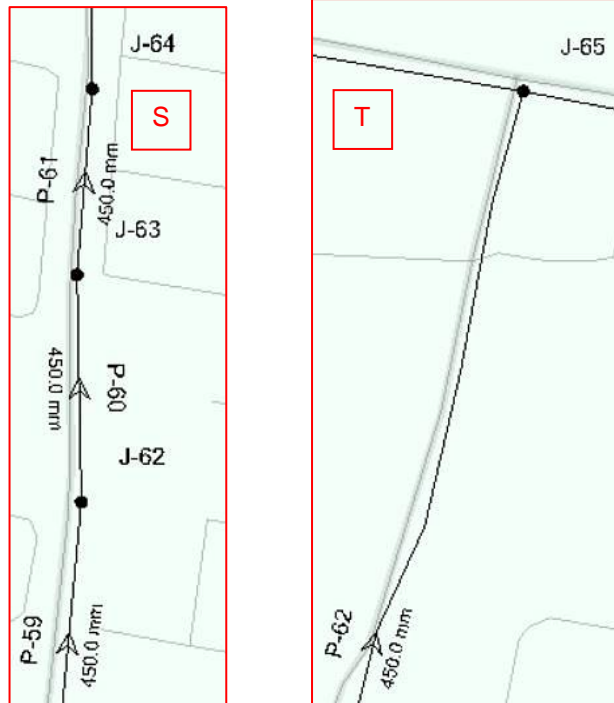
Gambar 4.10 Potongan K



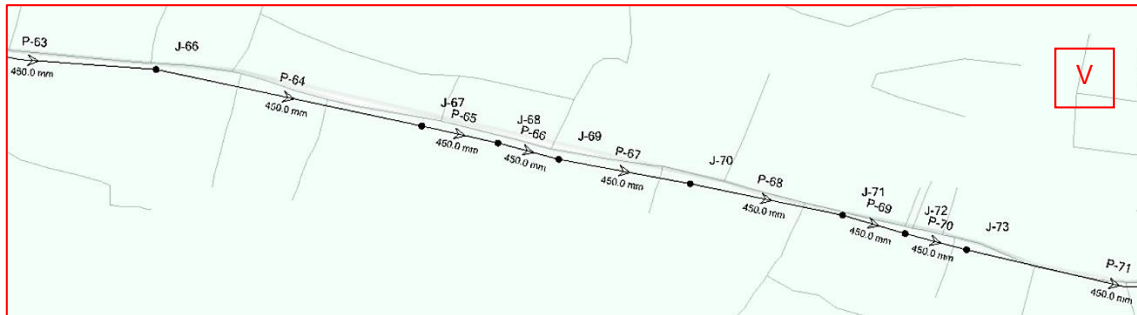
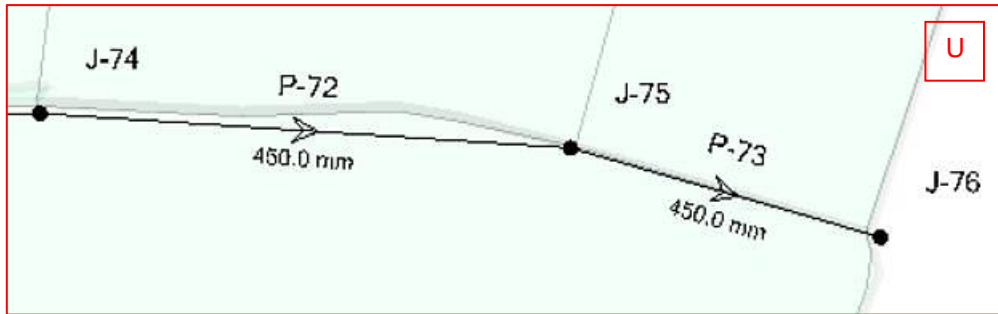
Gambar 4.11 Potongan L, M dan N



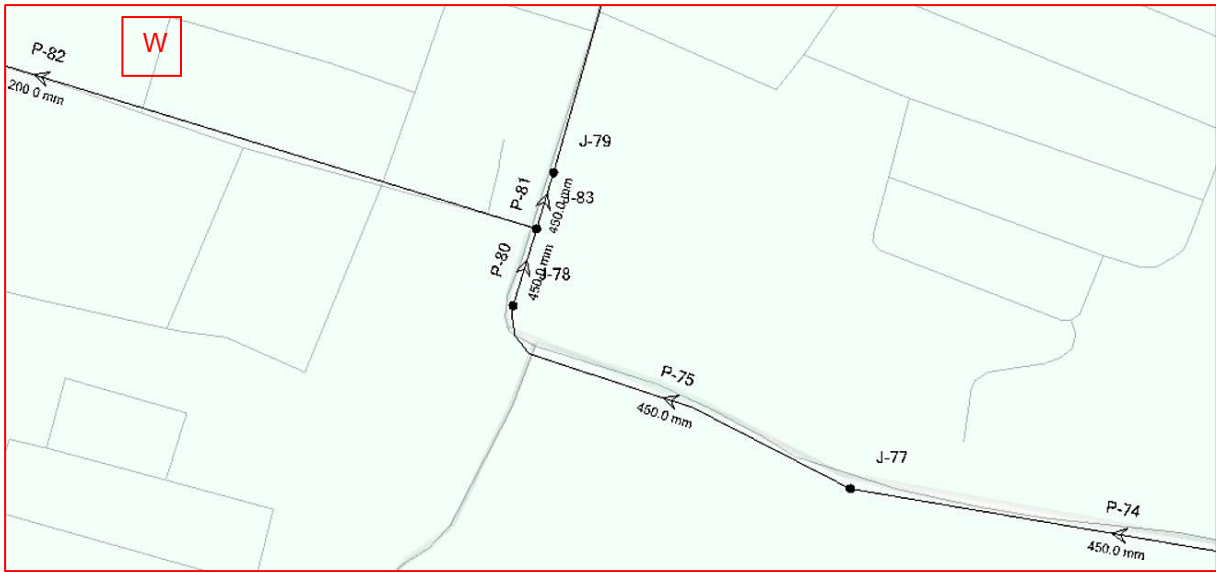
Gambar 4.12 Potongan O, P, Q dan R



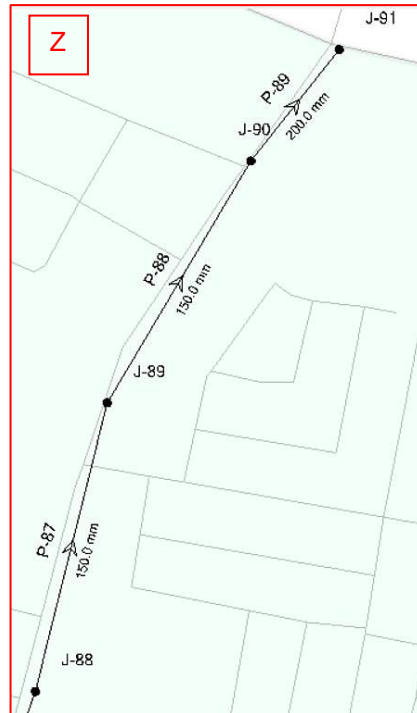
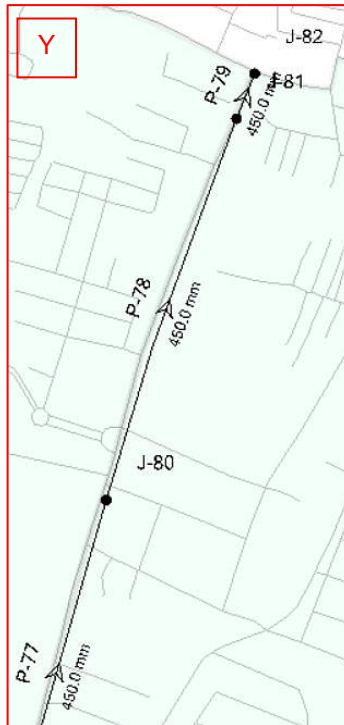
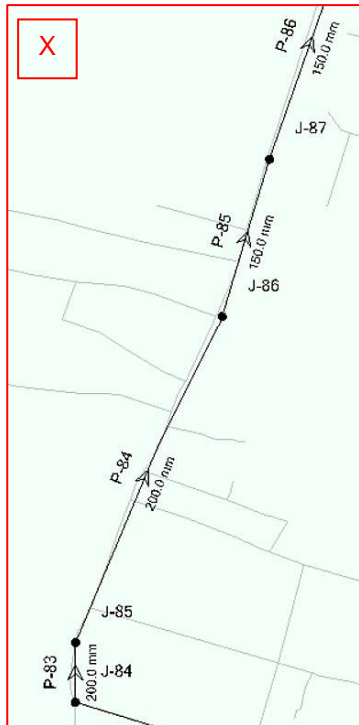
Gambar 4.13 Potongan S dan T



Gambar 4.14 Potongan U dan V



Gambar 4.15 Potongan W

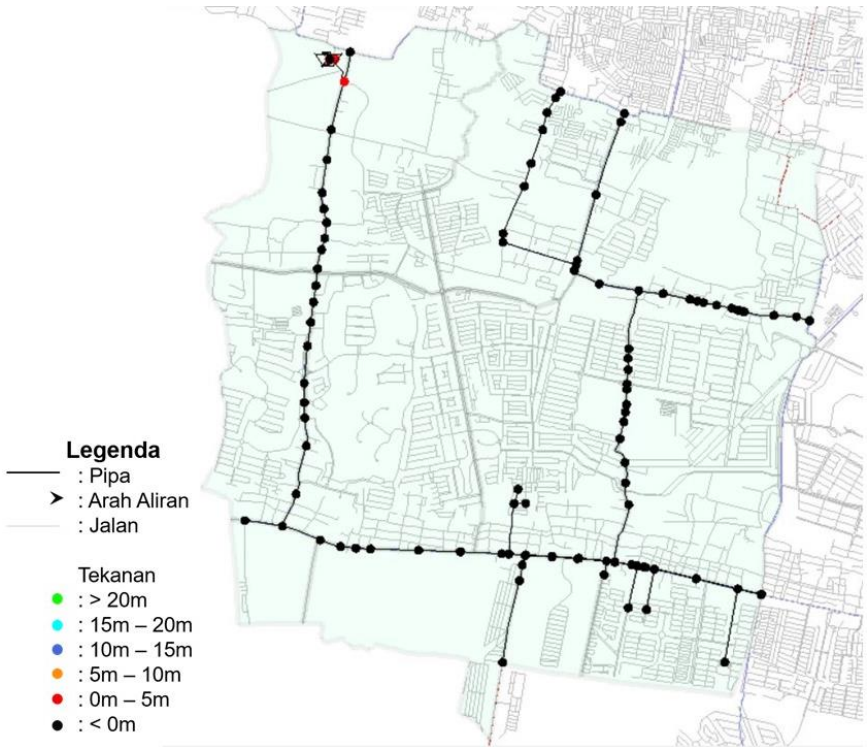


Gambar 4.16 Potongan X, Y dan Z

Tabel 4.18 Kebutuhan Air Pada Junction

Juction	Sub Zona	Debit Jam Puncak	Debit Rata-rata	Juction	Sub Zona	Debit Jam Puncak	Debit Rata-rata
J-29	532	7,7	5,133	J-3	534	10	6,67
J-40	520	6	4	J-107	534	12	8,00
J-47	520	6	4	J-13	535	2	1,33
J-95	520	6	4	J-18	535	20	13,33
J-97	520	6	4	J-22	535	5	3,33
J-33	516	10	6,66	J-23	535	5	3,33
J-34	516	10	6,66	J-24	535	5	3,33
J-35	516	10	6,66	J-25	535	5	3,33
J-36	516	10	6,66	J-26	535	5	3,33
J-37	516	3,3	2,2	J-20	536	2,6	1,73
J-56	516	10	6,66	J-28	537	10	6,67
J-66	540	10	6,66	J-32	537	10	6,67
J-69	540	10	6,66	J-54	537	10	6,67
J-76	540	18	12	J-61	537	10	6,67
J-77	540	2,5	1,66	J-99	537	5	3,33
J-80	540	2	1,33	J-101	537	5	3,33
J-82	541	5	3,33	J-102	537	5	3,33
J-84	541	10	6,66	J-12	538	5	3,33
J-86	541	10	6,66	J-17	538	5	3,33
J-88	541	5	3,33	J-19	538	10	6,67
J-91	541	4,5	3	J-6	539	0,3	0,20
J-53	533	8,8	5,86	J-8	539	0,4	0,27
J-1	534	2,2	1,46	J-9	539	0,1	0,07

Catatan : Debit air dalam satuan L/detik



Gambar 4.17 Hasil Analisa Jam Puncak Dengan Perangkat Lunak WaterCAD®

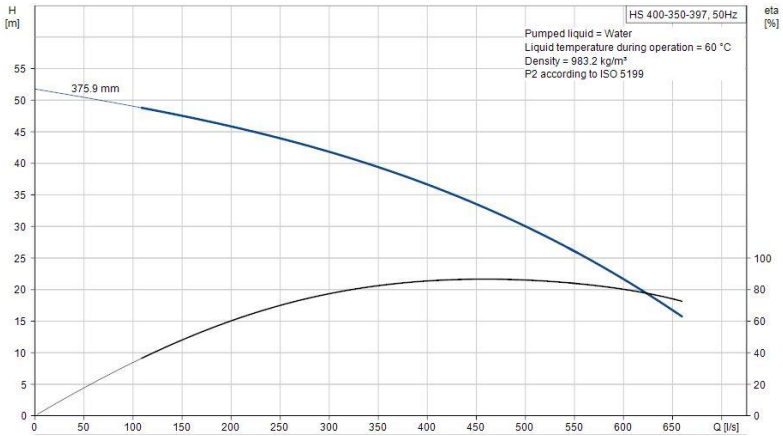
Made – Jalan Citra Raya Lakarsantri dengan pipa HDPE 500 mm. Pipa HDPE dipilih karena memiliki koefisien kekasaran yang lebih tinggi. Tingginya koefisien kekasaran berarti tingkat kekasaran pipa HDPE lebih rendah dari pipa GI. Dengan demikian, besarnya kehilangan tekanan pada pipa HDPE akan lebih rendah dari pipa GI. Penggantian pipa dilakukan untuk mengurangi kehilangan tekanan air akibat gesekan.

Selain penggantian pipa, analisa jaringan dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak WaterCAD®. Dari hasil simulasi, didapatkan tekanan paling rendah adalah -27m pada inlet rumah pompa Pakuwon. Debit maksimal air Umbulan pada *offtake* Alas Malang adalah sebesar 500 L/detik. Dengan demikian, pompa yang digunakan harus bisa mengalirkan air dengan debit 500 L/detik dengan tekanan 30m. Pompa yang dipilih adalah pompa Grundfos NH 400-350-397. Pompa Grundfos NH 400-350-397 memiliki tekanan sebesar 30 m saat dioperasikan pada debit 500 L/detik. Spesifikasi pompa Grundfos NH 400-350-397 dapat dilihat pada tabel 4.19. Grafik pompa pada situs Grundfos dapat dilihat pada gambar 4.18. Sedangkan grafik pompa yang dihasilkan oleh perangkat lunak WaterCAD® dapat dilihat pada gambar 4.19.

Tabel 4.19 Spesifikasi Pompa pada Offtake Alas Malang

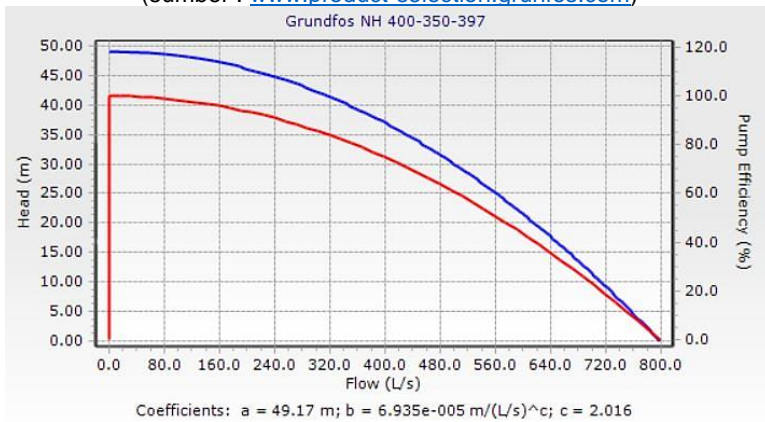
Titik	Debit (L/detik)	Tekanan (m)
Titik 1	108,1	48,3
Titik 2	500	30
Titik 3	657,6	15,86

Dengan mengganti pipa dan menambah pompa, hampir pada seluruh titik di daerah perencanaan memiliki tekanan di atas 20 m. Rata-rata besar tekanan pada tiap titik *junction* adalah sebesar 29,28 m. Hasil analisa tekanan pada daerah perencanaan saat debit jam puncak dapat dilihat pada gambar 4.20. Data lengkap *junction*, pipa dan pompa hasil simulasi dengan WaterCAD® dapat dilihat pada lampiran IV. Peta jaringan distribusi air Umbulan dapat dilihat pada lampiran V gambar 5.

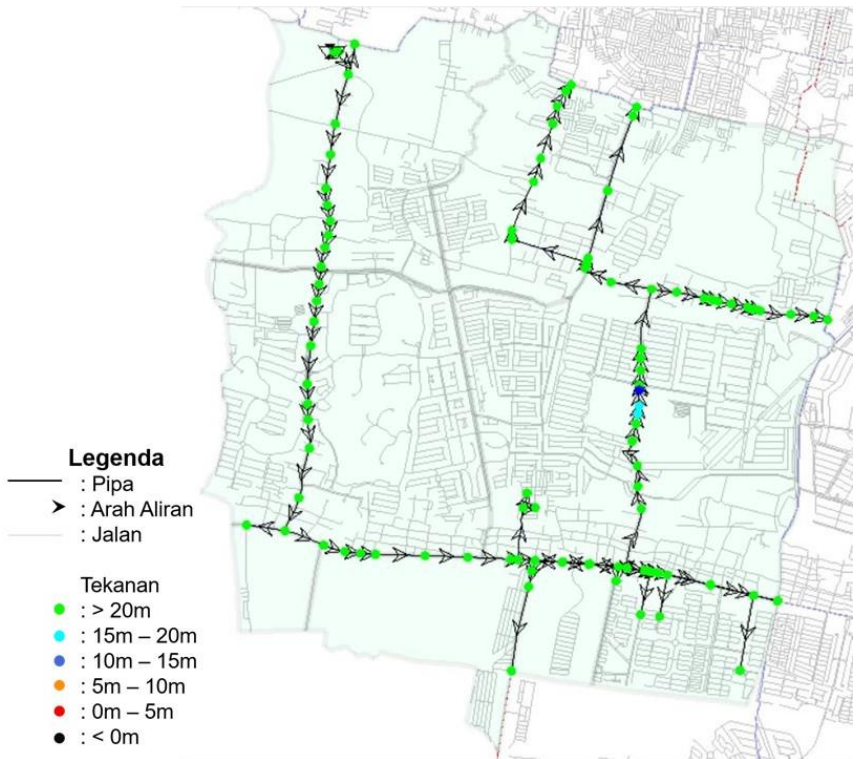


Gambar 4.18 Grafik Pompa Grunfos NH 400-350-397

(sumber : www.product-selection.grunfos.com)



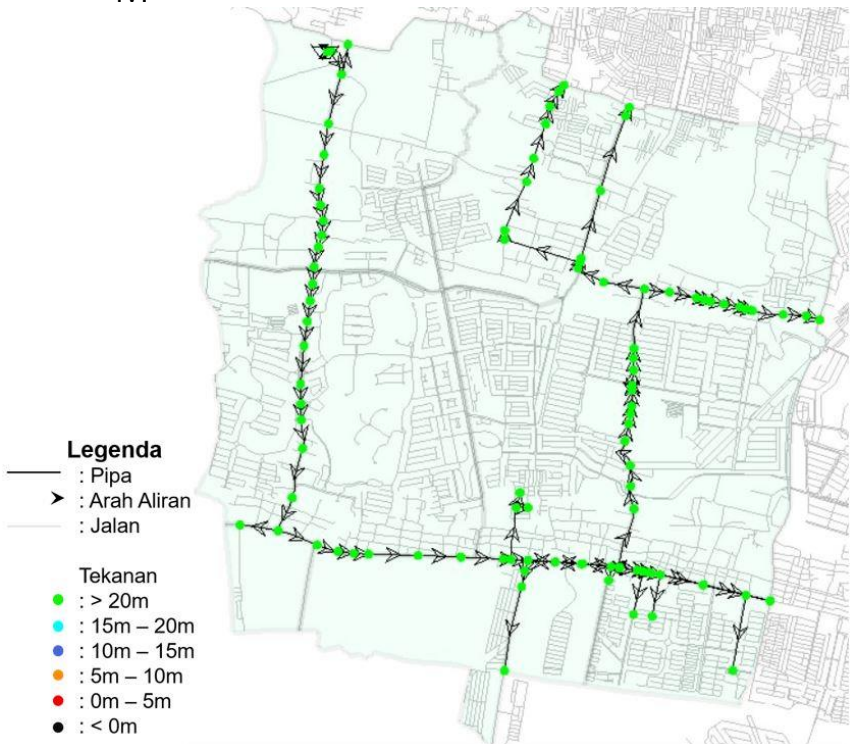
Gambar 4.19 Grafik Pompa Grunfos NH 400-350-397 di WaterCAD®



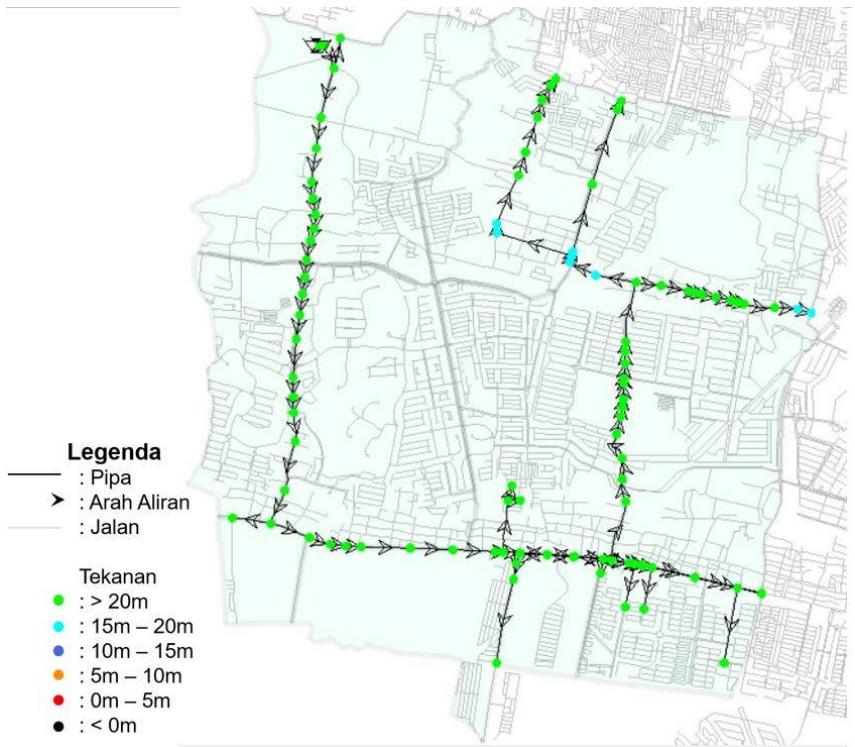
Gambar 4.20 Hasil Analisa Setelah Modifikasi Jaringan

Setelah dilakukan analisa dengan menggunakan debit jam puncak, dilakukan analisa pipa yang sudah direncanakan dengan menggunakan debit rata-rata. Dengan kondisi yang sama persis dengan kondisi jam puncak, seluruh titik di jaringan memiliki tekanan di atas 20 m (hijau). Tekanan pada tiap titik secara umum lebih besar dari 30 m. Tekanan ini terlalu berlebihan. Tekanan yang terlalu besar dapat menyebabkan pemborosan energi pada pompa. Pada saat debit rata-rata, pompa di pakuwon dapat dimatikan. Selain mematikan pompa pakuwon, pompa distribusi alas malang dapat dikurangi tekanannya dari 46 m menjadi 40 m. Dengan mematikan

pompa pakuwon dan mengurangi tekanan pompa distribusi alas malang, maka tekanan akan berkurang, namun tekanan air tetap berada di sekitar 20 m. Gambar 4.21 menunjukkan besarnya tekanan pada saat kedua pompa menyala sesuai dengan kondisi jam puncak. Gambar 4.22 menunjukkan besarnya tekanan saat pompa pakuwon dimatikan dan pompa distribusi alas malang dikurangi tekannya dari 46 m menjadi 40 m. Secara lengkap, hasil analisa dapat dilihat pada lampiran IV.



Gambar 4.21 Tekanan Debit Rata - Rata dengan Pengaturan Pompa Awal



Gambar 4.22 Tekanan Debit Rata - Rata dengan Pengaturan Pompa Baru

4.2.2 Analisa Jaringan Pipa Surabaya Barat Setelah Isolasi Pipa

Perencanaan jaringan distribusi air minum dengan menggunakan jaringan eksisting mengakibatkan perubahan pola aliran air di jaringan Surabaya Barat. Untuk mengetahui dampak perubahan yang ada maka analisa kondisi jaringan pipa eksisting Surabaya Barat perlu dilakukan. Analisa dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak WaterCAD®. Berdasarkan data penelitian sebelumnya, jaringan PDAM Kota Surabaya di Surabaya Barat mengalirkan air dari IPAM Karangpilang. Pipa primer dari IPAM Karangpilang membawa air ke utara menuju rumah

pompa Dukuh Pakis. Pipa primer kemudian bercabang menuju barat sebanyak dua kali melalui daerah perencanaan (Kecamatan Lakarsantri dan Kecamatan Sambikerep). Cabang pipa pertama akan menuju ke barat melalui Jalan Sumur Welut. Cabang pipa kedua akan menuju barat melalui Jalan Raya Meganti. Setelah melalui rumah pompa Dukuh Pakis, pipa primer akan berbelok menuju Jalan Mayjen HR. Muhammad menuju Surabaya Barat dan Utara. Untuk lebih jelasnya, dapat dilihat gambar pipa primer pada gambar 4.23.

Jaringan di daerah perencanaan akan dibuat jaringan tertutup. Jaringan tertutup akan membuat daerah perencanaan hanya dilayani air Umbulan. Dengan mengisolasi jaringan di daerah perencanaan, maka pipa primer dari IPAM Karangpilang akan ditutup. Dengan demikian, air yang seharusnya mengalir ke Surabaya Barat seperti Kecamatan Benowo akan melewati pipa primer yang menuju rumah pompa Dukuh Pakis. Dengan demikian, tekanan yang didapat pada daerah Surabaya Barat seperti Kecamatan Benowo akan kecil. Untuk lebih jelasnya, gambar 4.24 menunjukkan besarnya tekanan air di beberapa wilayah di Surabaya Barat pada jaringan eksisting. Gambar 4.25 menunjukkan besarnya tekanan air di Surabaya Barat saat jaringan distribusi air minum di wilayah perencanaan diisolasi.

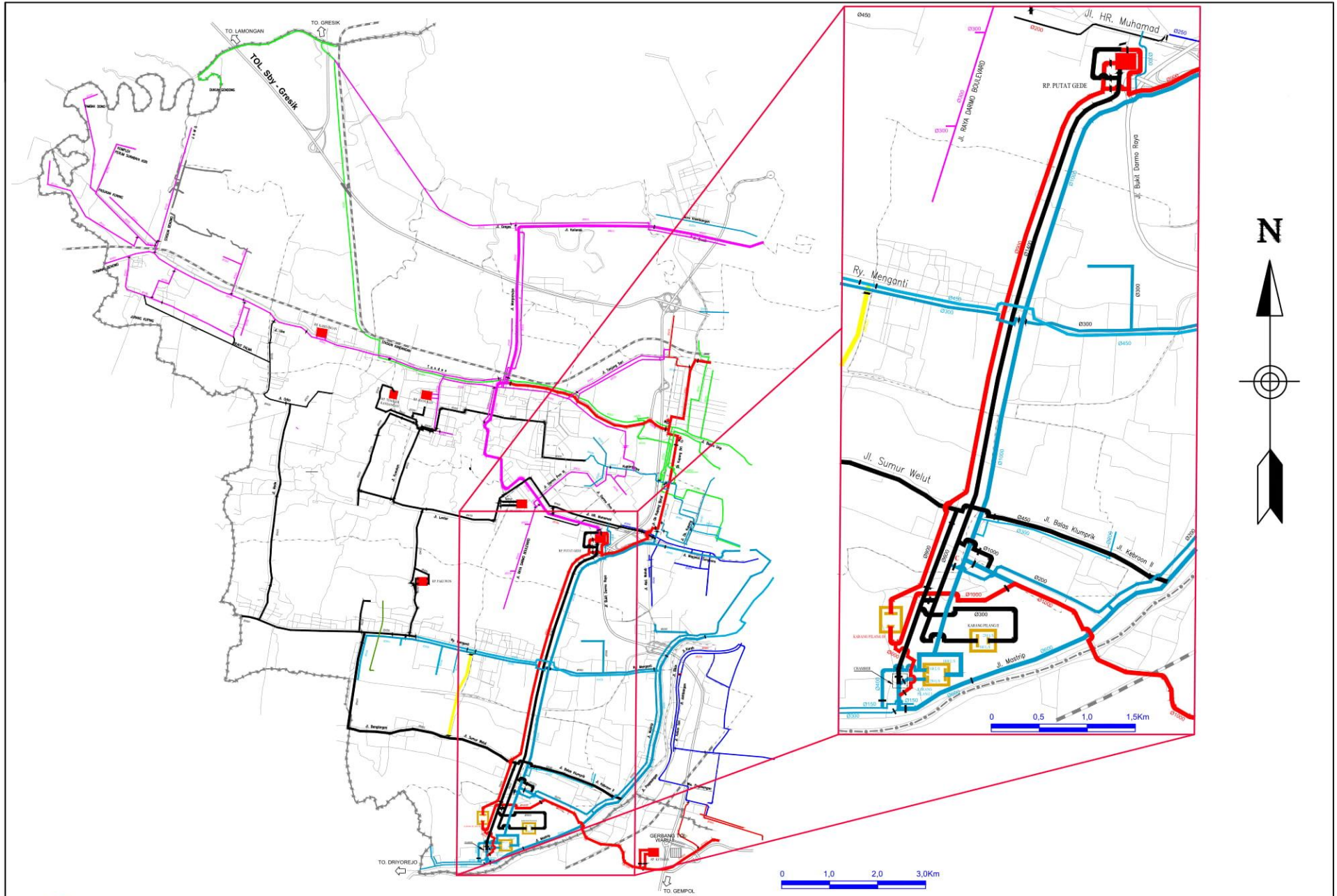
Tekanan yang mengecil setelah pipa di daerah perencanaan diisolasi disebabkan oleh naiknya jarak tempuh air pada pipa. Berdasarkan rumus *hazen-williams*, besarnya kehilangan tekan disebabkan oleh besar debit yang masuk, diameter pipa, panjang pipa dan koefisien kekasaran pipa. Berikut merupakan rumusan *hazen-williams*.

$$H_f = \left(\frac{Q}{0,00155 \times C \times D^{2,63}} \right)^{1,85} \times L$$

Dimana :

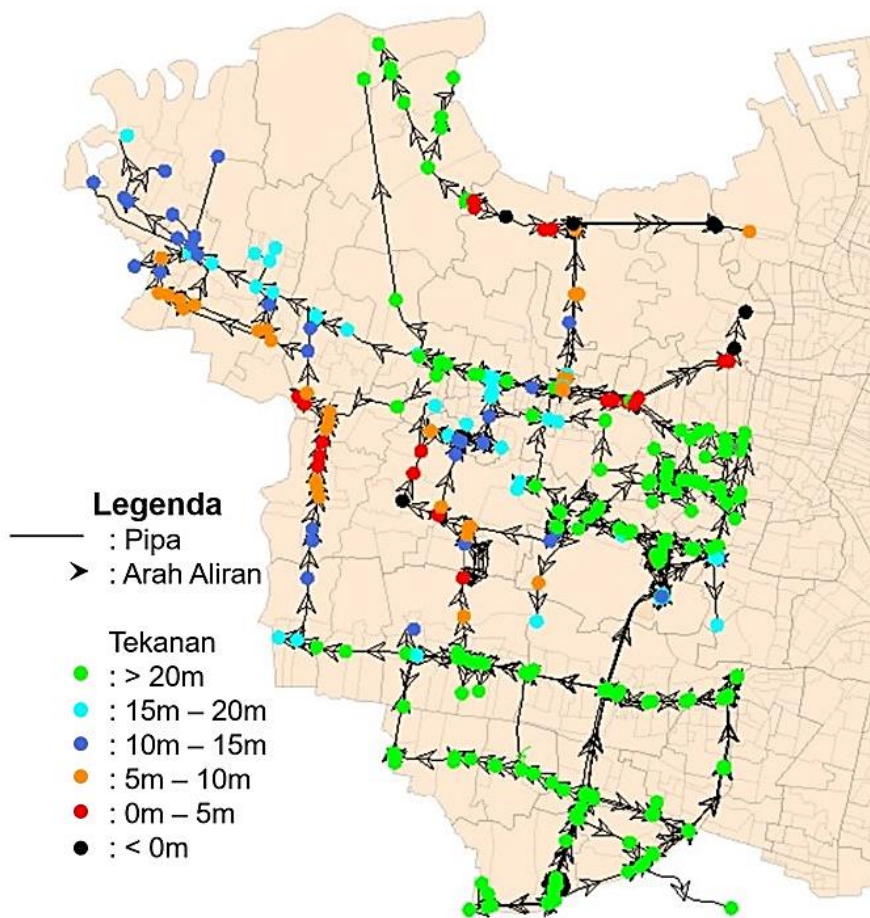
H_f = Headloss friction (kehilangan tekan akibat gesekan) (m)

Q = Debit (L/detik)

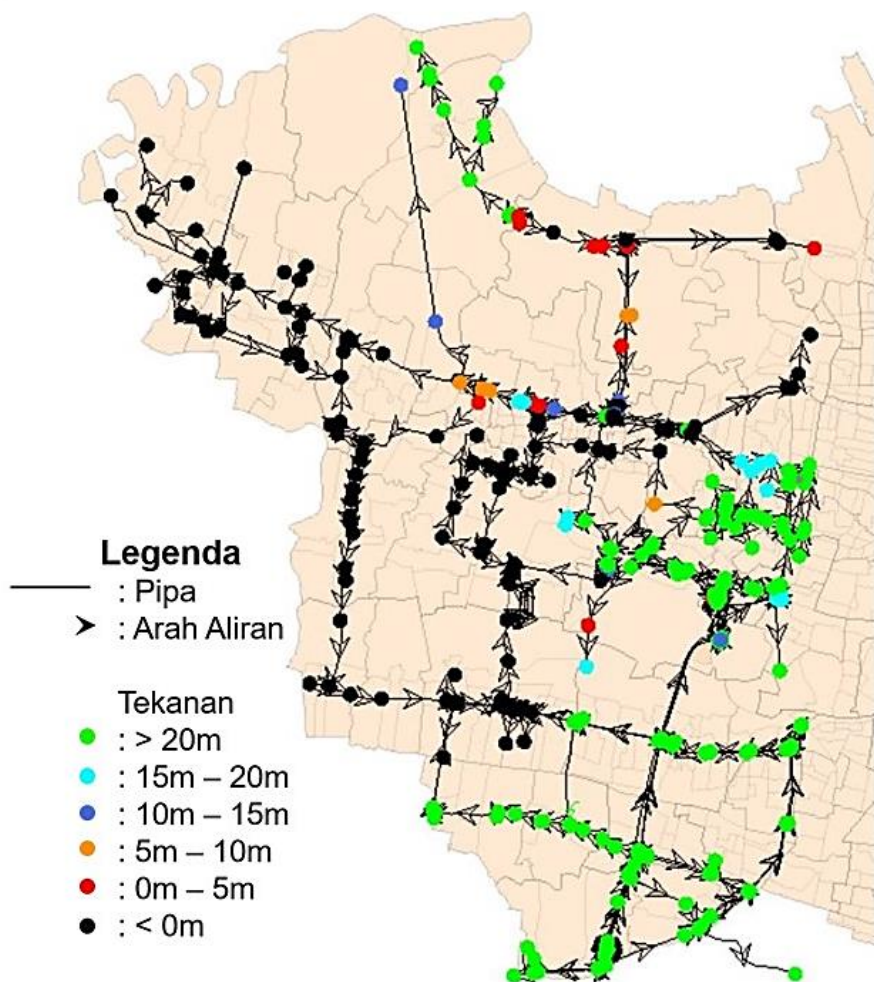


	JUDUL GAMBAR	TUGAS AKHIR - RE 184804	LEGENDA	NO. GAMBAR
	Pipa Primer dari IPAM Karang Pilang	Percanaan Distribusi Air Minum Dengan Pemanfaatan Air Umbulan di Surabaya Barat	— KP I — NGAGEL I — PUTAT GEDE — VALVE — KP II — NGAGEL II — KREMBANGAN — REL KERETA API — KP III — NGAGEL III — WONOKITRI	4.23
	MAHASISWA	DOSEN PEMBIMBING		HALAMAN
Yohanes Candra Kurniawan NRP. 03211540000089	Ir. Bowo Djoko Marsono, M. Eng. NIP. 19650317 199102 1 001			87

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



Gambar 4.24 Tekanan Air pada Jaringan Pipa Eksisting



Gambar 4.25 Tekanan Air pada Jaringan Pipa Setelah Isolasi Pipa

- C = Koefisien kekasaran pipa
- D = Diameter pipa (cm)
- L = Panjang pipa (m)

Dengan memutarnya air pada jaringan pipa, besarnya kehilangan tekanan air akibat gesekan akan meningkat.

4.2.3 Perubahan Jaringan di Surabaya Barat

Pada subbab 4.2.2 telah dibahas bahwa tekanan air pada beberapa daerah di Surabaya Barat menjadi kecil saat pipa di daerah perencanaan diisolasi. Mengecilnya tekanan disebabkan karena meningkatnya kehilangan tekanan air akibat gesekan. Untuk menaikkan tekanan air dapat digunakan pompa, memperbesar diameter atau memperpendek jarak tempuh air dalam pipa.

Pada jaringan eksisting, sudah terdapat beberapa rumah pompa *booster*. Beberapa rumah pompa *booster* tidak diaktifkan. Untuk meningkatkan tekanan, pompa *booster* di Surabaya Barat dapat diaktifkan. Namun, ada satu buah rumah pompa yang justru dimatikan. Rumah pompa tersebut terletak di daerah Pradah. Rumah pompa Pradah awalnya berfungsi meningkatkan tekanan air pada Kelurahan Lontar. Karena jaringan pada Kelurahan Lontar telah diisolasi untuk menggunakan air Umbulan, maka peningkatan tekanan air tidak perlu dilakukan. Beberapa pompa yang diaktifkan atau dimatikan dapat dilihat pada tabel 4.20.

Tabel 4.20 Perubahan Pompa *Booster*

Rumah Pompa	Head (m)	Flow (L/detik)	Sebelum Isolasi	Setelah Isolasi
Pradah 4	30	100	Hidup	Mati
Pradah 1, 2, 3	30	50	Hidup	Mati
Manukan 3, 4	15	20	Mati	Hidup
Manukan 1, 2	35	35	Mati	Hidup
Alas Malang 1, 2	35	50	Mati	Hidup
Alas Malang 3	35	50	Mati	Mati

Selain mengaktifkan pompa, pemasangan pompa *booster* baru juga dilakukan. Pemasangan pompa *booster* dilakukan pada satu titik pada pertigaan Jalan Banjar Sugihan dan Jalan Tengger Raya. Koordinat titik

pemasangan pompa adalah sebagai berikut -7.254352, 112.659167. Pemasangan pompa dilakukan karena jalur pipa yang menuju rumah pompa *booster* Alas Malang memiliki elevasi yang tinggi. Elevasi pada titik pemasangan pompa adalah 9,2 m. Sedangkan elevasi pada jalur pipa adalah 21,2 m. Pompa yang dipasang adalah pompa yang sama dengan pompa *booster* Alas Malang dengan tekanan 35 m pada debit 50 L/detik. Pompa dipasang sebanyak dua buah untuk menyesuaikan pompa yang diaktifkan pada rumah pompa *booster* Alas Malang. Gambar pemasangan pompa dapat dilihat pada gambar 4.27.

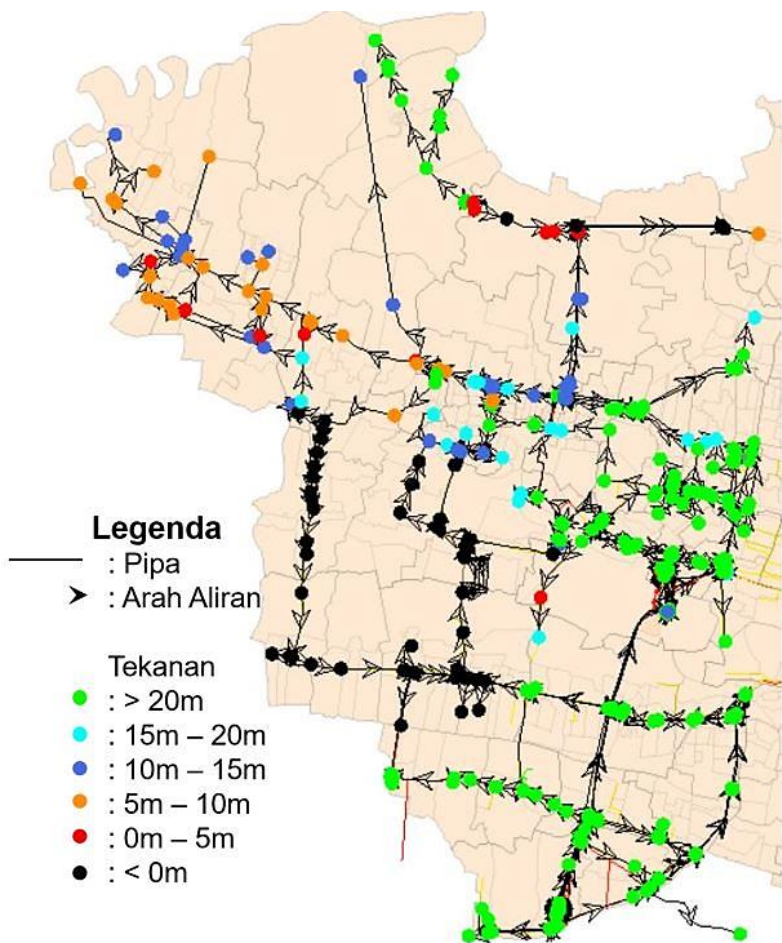
Selain mengaktifkan pompa, pembuatan *bypass* pada pipa 800 mm ke pipa 300mm di Jalan Tanjung Sari akan mengurangi besarnya kehilangan tekanan air akibat gesekan. Dengan membuat *bypass*, air yang mengalir pada pipa 300mm tidak perlu memutar ke barat terlebih dahulu. Dengan demikian, jarak tempuh air dalam pipa akan berkurang dan menyebabkan kehilangan tekanan air akibat gesekan berkurang. *Bypass* menggunakan pipa berukuran 300mm. Titik *bypass* berada pada koordinat -7.260691, 112.692392. Gambar pemasangan *bypass* dapat dilihat pada gambar 4.28.

Tekanan air di Surabaya Barat setelah melakukan pemasangan *bypass* pipa dan pompa dapat dilihat pada gambar 4.26.

4.2.4 Perencanaan Jaringan Distribusi Air Umbulan dengan Pipa *Food Grade*

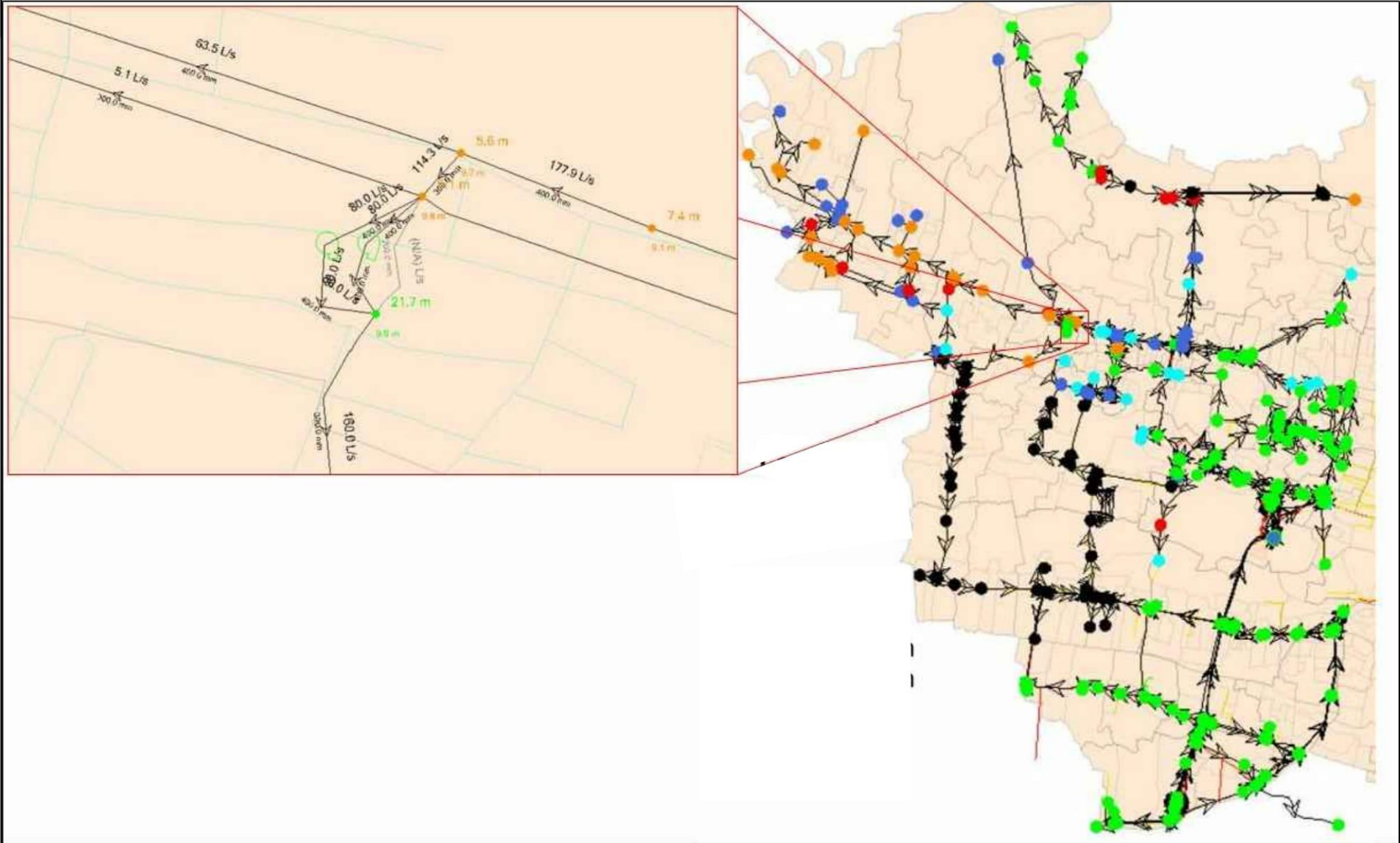
Perencanaan dengan jaringan distribusi air Umbulan dengan menggunakan pipa *food grade* bertujuan untuk menjaga kualitas air Umbulan. Air Umbulan memiliki kualitas air setara air siap minum. Dengan menggunakan pipa *food grade*, air yang didistribusikan ke pelanggan dapat langsung diminum tanpa pengolahan.

Pipa *food grade* adalah pipa yang aman digunakan untuk mengalirkan air minum konsumsi. Pipa *food grade* yang digunakan adalah pipa berjenis HDPE. Pipa HDPE



Gambar 4.26 Tekanan Air di Surabaya Barat Setelah Perubahan

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



JUDUL GAMBAR
Titik Pemasangan Pompa Booster

MAHASISWA
Yohanes Candra Kurniawan
NRP. 0321154000089

TUGAS AKHIR - RE 184804
Percanaan Distribusi Air Minum Dengan Pemanfaatan Air Umbulan di Surabaya Barat

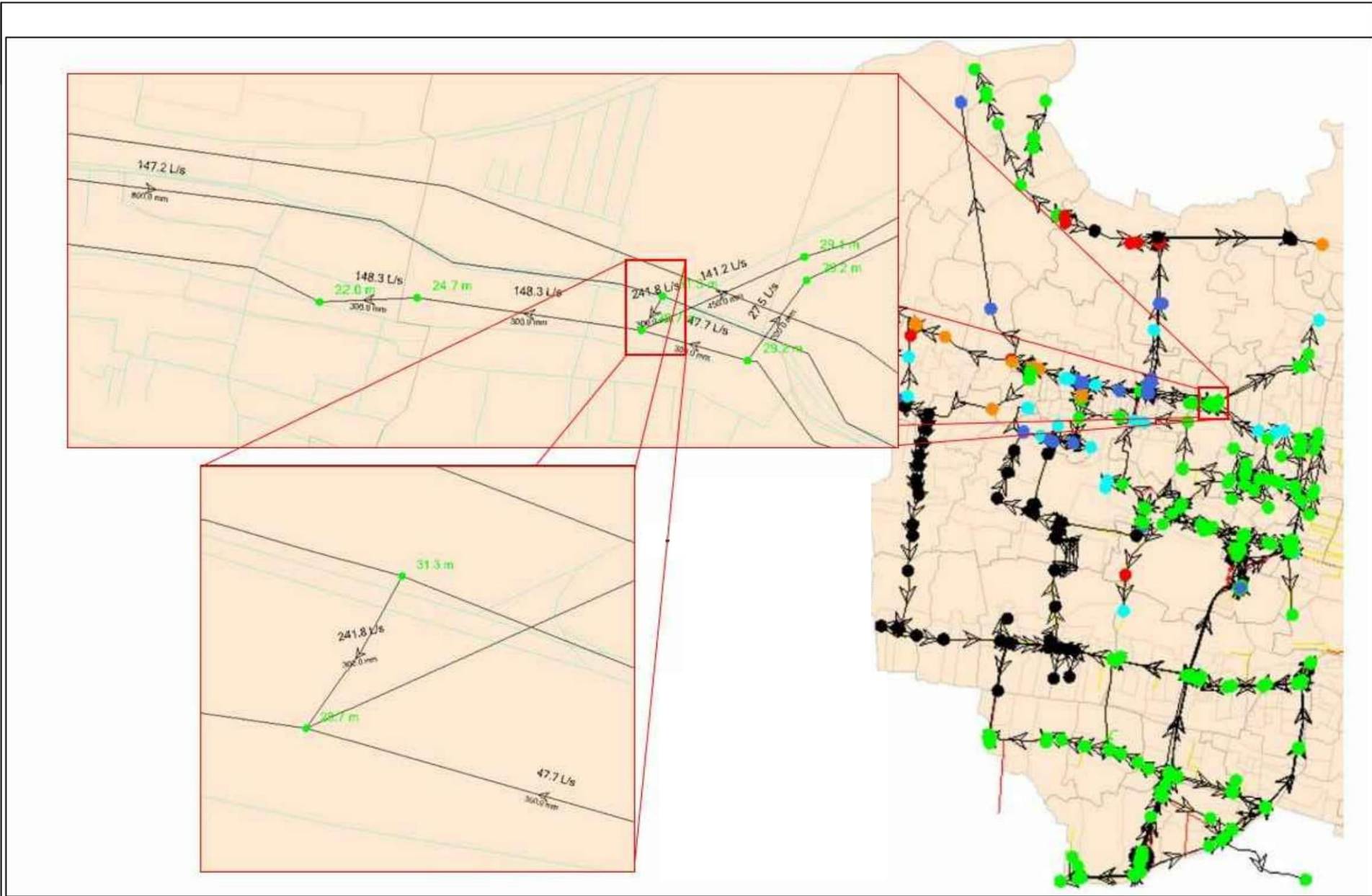
DOSEN PEMBIMBING
Ir. Bowo Djoko Marsono, M. Eng.
NIP. 19650317 199102 1 001

LEGENDA	
— Pipa	● Tekanan : > 20m
➤ Arah Aliran	● Tekanan : 15m - 20m
	● Tekanan : 10m - 15m
	● Tekanan : 5m - 10m
	● Tekanan : 0m - 5m
	● Tekanan : < 0m

NO. GAMBAR
4.27

HALAMAN
95

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



JUDUL GAMBAR
Titik Baypass Pipa

MAHASISWA
Yohanes Candra Kurniawan
NRP. 03211540000089

TUGAS AKHIR - RE 184804
Percanaan Distribusi Air Minum Dengan Pemanfaatan Air Umbulan di Surabaya Barat

DOSEN PEMBIMBING
Ir. Bowo Djoko Marsono, M. Eng.
NIP. 19650317 199102 1 001

LEGENDA	
— Pipa	● Tekanan : > 20m
➤ Arah Aliran	● Tekanan : 15m - 20m
	● Tekanan : 10m - 15m
	● Tekanan : 5m - 10m
	● Tekanan : 0m - 5m
	● Tekanan : < 0m

NO. GAMBAR
4.28

HALAMAN
97

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

adalah pipa dengan bahan polimer. Pipa HDPE tidak bereaksi dengan bahan kimia pada air minum. Selain itu, pipa HDPE tidak mengandung senyawa klorin. Dengan demikian, pipa HDPE tidak berpotensi mengontaminasi air minum.

Pada perencanaan ini, dilakukan penanaman pipa *food grade* untuk mengalirkan air Umbulan. Pipa baru dengan kualitas *food grade* akan dipasang untuk menggantikan fungsi pipa primer dan sekunder pada daerah perencanaan. Namun, Pipa primer dan sekunder eksisting tetap digunakan untuk mengalirkan air ke daerah lain. Titik tapping yang telah ada pada pipa eksisting akan dialihkan pada pipa baru. Dengan demikian, akan terjadi perubahan pola aliran pada jaringan di Surabaya Barat yang akan dibahas pada subbab selanjutnya.

Pengalihan titik tapping dari pipa lama ke pipa baru akan membuat beberapa pipa sekunder dan dan tersier tidak lagi berfungsi untuk mengalirkan air. Pipa yang tidak berfungsi dapat dilihat pada tabel 4.21.

Tabel 4.21 Pipa Eksisting yang Diambil

Nama	Panjang	Node Awal	Node Akhir	Diameter (mm)	Bahan
P-18	356	J-19	J-20	200	PVC
P-36	228	J-38	J-39	300	PVC
P-37	698	J-39	J-40	200	PVC
P-40	75	J-42	J-43	300	PVC
P-41	57	J-43	J-44	300	PVC
P-44	131	J-46	J-47	300	PVC
P-45	274	J-46	J-48	300	PVC
P-46	241	J-48	J-49	300	PVC
P-47	253	J-49	J-50	300	PVC
P-48	95	J-50	J-51	300	PVC
P-101	402	J-43	J-95	200	PVC
P-102	404	J-41	J-96	300	PVC
P-103	85	J-96	J-42	300	PVC

Nama	Panjang	Node Awal	Node Akhir	Diameter (mm)	Bahan
P-104	388	J-96	J-97	200	PVC
P-108	480	J-98	J-101	200	PVC
P-109	108	J-101	J-99	200	PVC
P-110	142	J-101	J-102	200	PVC
P-122	161	J-44	J-108	300	PVC
P-123	78	J-108	J-46	300	PVC
P-124	4	J-32	J-108	300	PVC

Pipa yang sudah tidak lagi berfungsi akan diambil saat penanaman pipa baru dilakukan. Pipa HDPE memiliki besar koefisien gesek yang lebih besar dari pipa baja dan PVC. Koefisien gesek pipa HDPE adalah 160, sedangkan koefisien gesek pipa baja dan PVC adalah 140. Dengan demikian, kerugian tekanan akibat gesekan pada pipa HDPE akan lebih kecil dibanding pipa PVC dan pipa baja. Dengan demikian, besarnya diameter yang dipasang akan berbeda dengan hasil perencanaan sebelumnya pada subbab 4.2.1.

Pada perencanaan ini, digunakan metode analisis yang sama dengan subbab 4.2.1. Analisa hidrolis menggunakan mode *Steady State* dengan debit jam puncak untuk melakukan perencanaan pipa dan pompa. Kemudian, digunakan debit rata-rata sebagai pembandingan. Pada perencanaan ini, letak *junction*, ketinggian dan debit tiap *junction*, jalur pipa dan letak pompa adalah sama dengan perencanaan pada subbab 4.2.1. Detail debit yang dimasukkan pada tiap *junction* dapat dilihat pada tabel 4.18. Detail jalur pipa dan *junction* dapat dilihat pada gambar 4.3 sampai 4.16.

Perbandingan ukuran pipa lama dan baru pada perencanaan ini dapat dilihat pada tabel 4.22. Pompa yang digunakan pada perencanaan ini sama dengan perencanaan dengan jaringan eksisting pada subbab 4.2.1. Spesifikasi pompa dapat dilihat pada tabel 4.17 dan 4.19. Hasil simulasi menunjukkan tekanan air pada tiap *junction* di atas 20 m saat jam puncak. Gambar 4.29 menunjukkan tekanan air pada saat jam puncak. Peta

hasil perencanaan dapat dilihat pada lampiran V gambar 6.

Tabel 4.22 Daftar Perbandingan Ukuran Pipa

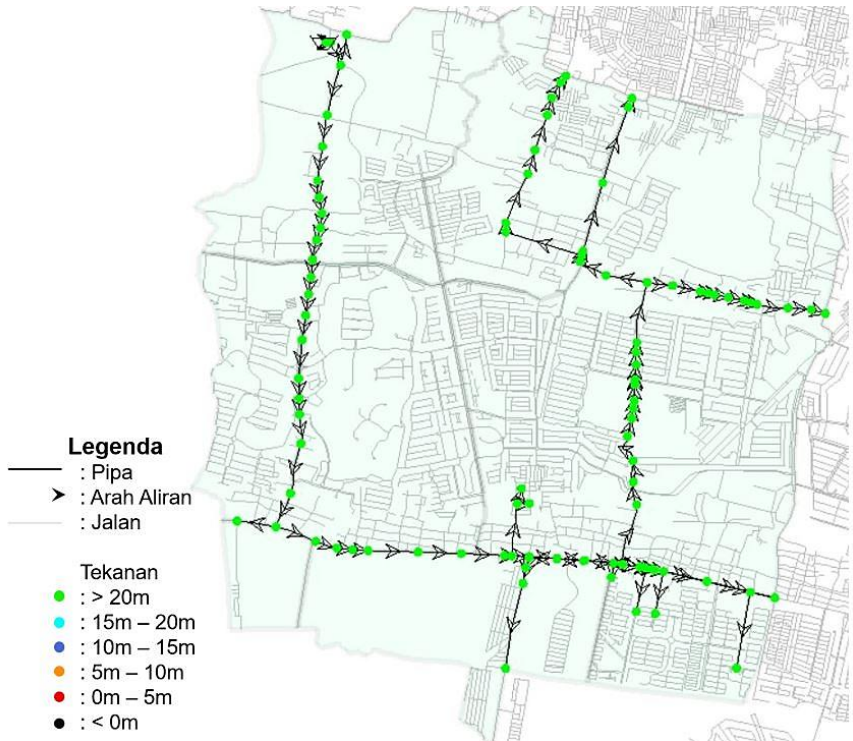
Nama	Pan- jang (m)	Node Awal	Node Akhir	Pipa Lama		Pipa Baru	
				Ø (mm)	Bahan	Ø (mm)	Bahan
P-36	228	J-38	J-39	300	PVC	100	HDPE
P-99	42	J-93	Paku won 4	450	Baja	450	HDPE
P-97	34	J-93	Paku won 3	450	Baja	450	HDPE
P-94	27	J-93	Paku won 2	450	Baja	450	HDPE
P-111	24	J-93	TCV- 1	450	Baja	450	HDPE
P-100	42	Paku won 4	J-61	450	Baja	450	HDPE
P-98	33	Paku won 3	J-61	450	Baja	450	HDPE
P-95	29	Paku won 2	J-61	450	Baja	450	HDPE
P-112	24	TCV- 1	J-61	450	Baja	450	HDPE
P-155	8	TCV- 3	R-1	450	Baja	450	HDPE
P-154	8	J-111	TCV- 3	450	Baja	450	HDPE
P-1	283	J-1	J-2	450	Baja	200	HDPE
P-35	631	J-36	J-37	450	Baja	150	HDPE
P-50	785	J-52	J-53	500	Baja	150	HDPE
P-78	724	J-80	J-81	450	Baja	150	HDPE
P-79	87	J-81	J-82	450	Baja	150	HDPE
P-77	643	J-79	J-80	450	Baja	150	HDPE
P-81	41	J-83	J-79	450	Baja	150	HDPE
P-45	274	J-46	J-48	300	PVC	200	HDPE
P-46	241	J-48	J-49	300	PVC	200	HDPE
P-47	253	J-49	J-50	300	PVC	150	HDPE

Nama	Pan-jang (m)	Node Awal	Node Akhir	Pipa Lama		Pipa Baru	
				Ø (mm)	Bahan	Ø (mm)	Bahan
P-48	95	J-50	J-51	300	PVC	150	HDPE
P-34	506	J-35	J-36	450	Baja	100	HDPE
P-18	356	J-19	J-20	200	PVC	200	HDPE
P-44	131	J-46	J-47	300	PVC	200	HDPE
P-38	404	J-39	J-41	300	PVC	450	HDPE
P-102	404	J-41	J-96	300	PVC	450	HDPE
P-67	126	J-69	J-70	450	Baja	450	HDPE
P-68	146	J-70	J-71	450	Baja	450	HDPE
P-69	61	J-71	J-72	450	Baja	75	HDPE
P-70	60	J-72	J-73	450	Baja	150	HDPE
P-71	286	J-73	J-74	450	Baja	150	HDPE
P-72	212	J-74	J-75	450	Baja	450	HDPE
P-73	129	J-75	J-76	450	Baja	450	HDPE
P-49	250	J-28	J-52	200	PVC	450	HDPE
P-89	79	J-90	J-91	200	PVC	450	HDPE
P-33	66	J-34	J-35	450	Baja	450	HDPE
P-123	78	J-108	J-46	300	PVC	450	HDPE
P-109	108	J-101	J-99	200	PVC	450	HDPE
P-110	142	J-101	J-102	200	PVC	100	HDPE
P-40	75	J-42	J-43	300	PVC	100	HDPE
P-103	85	J-96	J-42	300	PVC	100	HDPE
P-64	256	J-66	J-67	450	Baja	100	HDPE
P-65	73	J-67	J-68	450	Baja	100	HDPE
P-66	59	J-68	J-69	450	Baja	100	HDPE
P-37	698	J-39	J-40	200	PVC	200	HDPE
P-101	402	J-43	J-95	200	PVC	200	HDPE
P-104	388	J-96	J-97	200	PVC	200	HDPE

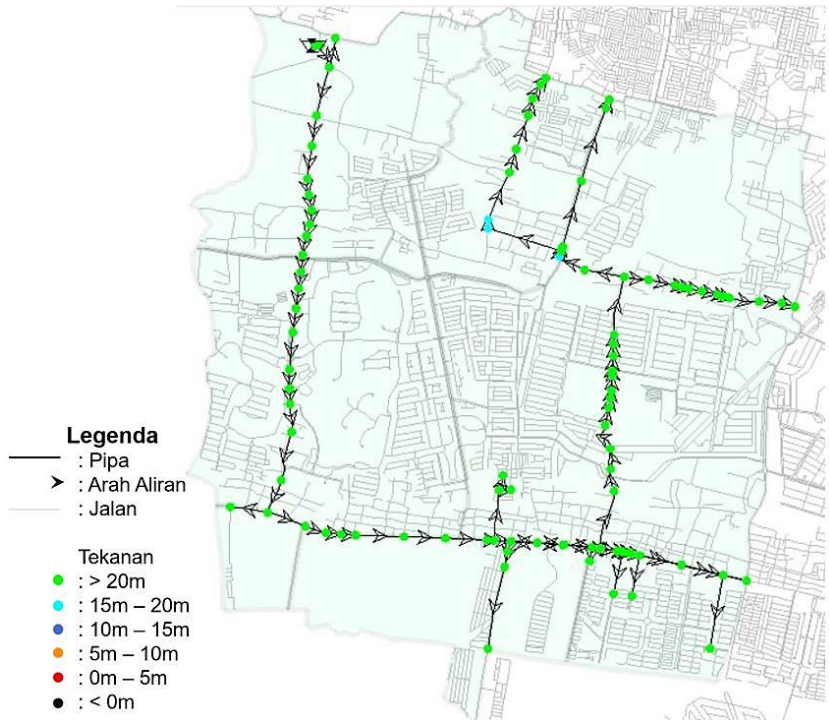
Nama	Pan-jang (m)	Node Awal	Node Akhir	Pipa Lama		Pipa Baru	
				Ø (mm)	Bahan	Ø (mm)	Bahan
P-32	49	J-33	J-34	450	Baja	200	HDPE
P-75	280	J-77	J-78	450	Baja	200	HDPE
P-80	56	J-78	J-83	450	Baja	200	HDPE
P-63	232	J-65	J-66	450	Baja	200	HDPE
P-74	379	J-65	J-77	450	Baja	100	HDPE
P-87	165	J-88	J-89	150	PVC	100	HDPE
P-88	156	J-89	J-90	150	PVC	100	HDPE
P-41	57	J-43	J-44	300	PVC	200	HDPE
P-122	161	J-44	J-108	300	PVC	200	HDPE
P-31	162	J-32	J-33	450	Baja	75	HDPE
P-124	4	J-32	J-108	300	PVC	450	HDPE
P-108	480	J-98	J-101	200	PVC	450	HDPE
P-59	136	J-61	J-62	450	Baja	200	HDPE
P-60	109	J-62	J-63	450	Baja	200	HDPE
P-61	89	J-63	J-64	450	Baja	100	HDPE
P-62	559	J-64	J-65	450	Baja	100	HDPE
P-85	225	J-86	J-87	150	PVC	100	HDPE
P-86	335	J-87	J-88	150	PVC	100	HDPE
P-54	280	J-56	J-57	450	Baja	450	HDPE
P-55	165	J-57	J-58	450	Baja	200	HDPE
P-56	91	J-58	J-59	450	Baja	200	HDPE
P-57	73	J-59	J-60	450	Baja	200	HDPE
P-90	144	J-60	J-93	450	Baja	200	HDPE
P-92	23	J-93	Paku won 1	450	Baja	200	HDPE
P-93	25	Paku won 1	J-61	450	Baja	200	HDPE
P-52	211	J-54	J-55	450	Baja	200	HDPE
P-53	195	J-55	J-56	450	Baja	200	HDPE

Nama	Pan- jang (m)	Node Awal	Node Akhir	Pipa Lama		Pipa Baru	
				Ø (mm)	Bahan	Ø (mm)	Bahan
P-83	81	J-84	J-85	200	PVC	200	HDPE
P-84	490	J-85	J-86	200	PVC	450	HDPE
P-51	565	J-32	J-54	450	Baja	450	HDPE
P-82	721	J-83	J-84	200	PVC	200	HDPE
P-28	252	J-29	J-30	450	Baja	450	HDPE
P-30	341	J-30	J-32	450	Baja	200	HDPE
P-27	251	J-28	J-29	450	Baja	450	HDPE
P-106	158	J-98	J-28	450	Baja	500	HDPE
P-17	332	J-18	J-19	500	HDPE	200	HDPE
P-25	390	J-26	J-27	450	Baja	450	HDPE
P-105	68	J-27	J-98	450	Baja	450	HDPE
P-16	464	J-17	J-18	500	HDPE	500	HDPE
P-24	393	J-25	J-26	450	Baja	450	HDPE
P-12	352	J-13	J-14	500	HDPE	500	HDPE
P-13	181	J-14	J-15	500	HDPE	500	HDPE
P-14	144	J-15	J-16	500	HDPE	500	HDPE
P-15	268	J-16	J-17	500	HDPE	500	HDPE
P-11	224	J-12	J-13	500	HDPE	500	HDPE
P-23	454	J-24	J-25	450	Baja	450	HDPE
P-8	184	J-8	J-7	500	HDPE	500	HDPE
P-10	191	J-11	J-12	500	HDPE	500	HDPE
P-120	157	J-11	J-10	500	HDPE	500	HDPE
P-121	159	J-10	J-7	500	HDPE	500	HDPE
P-119	112	J-107	J-8	500	HDPE	500	HDPE
P-22	137	J-23	J-24	450	Baja	450	HDPE
P-21	146	J-22	J-23	450	Baja	450	HDPE
P-118	132	J-6	J-107	500	HDPE	500	HDPE

Nama	Pan- jang (m)	Node Awal	Node Akhir	Pipa Lama		Pipa Baru	
				Ø (mm)	Bahan	Ø (mm)	Bahan
P-4	313	J-9	J-4	500	HDPE	500	HDPE
P-5	156	J-4	J-5	500	HDPE	500	HDPE
P-6	148	J-5	J-6	500	HDPE	500	HDPE
P-3	287	J-3	J-9	500	HDPE	500	HDPE
P-19	381	J-19	J-21	450	Baja	450	HDPE
P-20	202	J-21	J-22	450	Baja	450	HDPE
P-2	468	J-2	J-3	500	HDPE	500	HDPE
P-116	257	J-104	J-2	450	HDPE	500	HDPE
P-129	45	J-111	J-104	450	HDPE	500	HDPE
P-128	5	Alas Malan g	J-111	450	Baja	450	HDPE
P-131	11	R-1	Alas Malan g	400	Baja	400	HDPE



Gambar 4.29 Tekanan Debit Jam Puncak Pipa *Food Grade*



Gambar 4.30 Tekanan Debit Rata - Rata Pipa *Food Grade* dengan Pengaturan Pompa

Untuk menghemat energi, pada saat debit rata-rata pompa distribusi dapat dikurangi tekanannya dari 46 menjadi 40. Selain itu, pompa pada pakuwon dapat dimatikan. Pengaturan ini sama dengan pengaturan pada perencanaan jaringan dengan pemanfaatan jaringan eksisting. Dengan demikian, besarnya tekanan pada saat debit rata-rata dapat dilihat pada gambar 4.30.

4.2.5 Analisa Jaringan Surabaya Barat Setelah Penambahan Pipa Baru

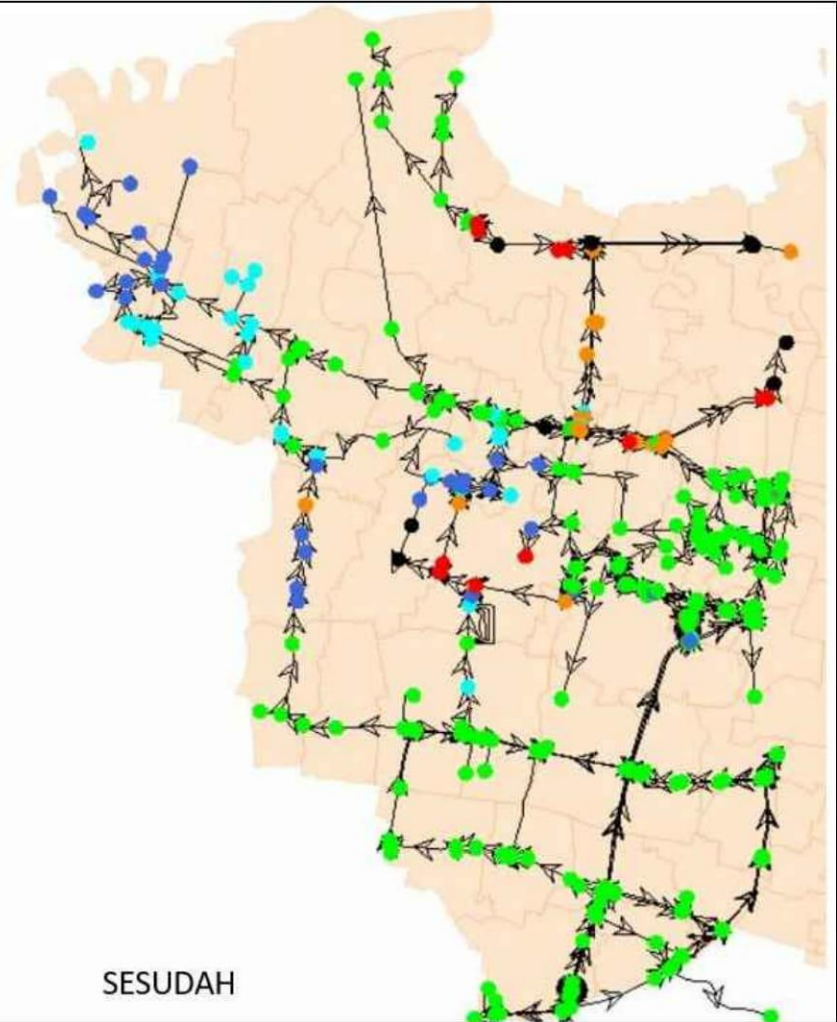
Pada perencanaan penambahan pipa baru di subbab 4.2.4, daerah perencanaan akan ditambahkan pipa baru. Pipa baru akan menggantikan fungsi pipa primer dan sekunder eksisting dalam mengalirkan air ke pelanggan di daerah perencanaan. Pada perencanaan tersebut, pipa primer dan sekunder eksisting tidak semua diambil. Pipa yang tidak menyalurkan air secara langsung ke pelanggan di daerah perencanaan akan dibiarkan. Dengan demikian, beban aliran air pada pipa tersebut akan berkurang karena kebutuhan air di daerah perencanaan akan dialihkan ke pipa baru.

Perubahan beban aliran air ini akan mengakibatkan perubahan pola aliran air pada jaringan di Surabaya Barat. Untuk mengetahui perubahan pola aliran air, maka dilakukan analisa hidrolis dengan menggunakan perangkat lunak WaterCAD®. Analisa jaringan Surabaya Barat dilakukan dengan cara menghilangkan seluruh *demand* pada daerah perencanaan. Selain menghilangkan *demand*, pompa air pakuwon dinonaktifkan. Pompa air Pakuwon dinonaktifkan karena tidak lagi digunakan pada pipa eksisting, namun digunakan pada pipa baru.

Hasil analisa tekanan pada jaringan pipa di Surabaya Barat dapat dilihat pada gambar 4.31. Hasil analisa menunjukkan terjadi peningkatan tekanan pada daerah Benowo (bagian barat). Peningkatan tekanan dikarenakan berkurangnya beban aliran air pada pipa sehingga menyebabkan berkurangnya nilai kehilangan tekanan air akibat gesekan pada pipa.



SEBELUM



SESUDAH



JUDUL GAMBAR	TUGAS AKHIR - RE 184804	LEGENDA		NO. GAMBAR
Perubahan Tekanan di Surabaya Barat Pada Perencanaan Pipa <i>Food Grade</i>	Perencanaan Distribusi Air Minum Dengan Pemanfaatan Air Umbulan di Surabaya Barat	— Pipa	● Tekanan : > 20m	● Tekanan : 5m - 10m
MAHASISWA	DOSEN PEMBIMBING	➤ Arah Aliran	● Tekanan : 15m - 20m	● Tekanan : 0m - 5m
Yohanes Candra Kurniawan NRP. 0321154000089	Ir. Bowo Djoko Marsono, M. Eng. NIP. 19650317 199102 1 001		● Tekanan : 10m - 15m	● Tekanan : < 0m
HALAMAN				4.31
				109

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

4.3 Perencanaan Perawatan Pipa

Untuk menjamin kualitas air minum yang dialirkan di dalam pipa, perlu dilakukan perawatan pada pipa yang telah dipasang. Perawatan pipa hendaknya dilakukan secara rutin. Perawatan rutin yang dilakukan pada pipa dapat berupa penggelontoran dan pengecekan kualitas air.

Pengelontoran dilakukan dengan mengeluarkan air pada segmen pipa tertentu dengan kecepatan aliran yang tinggi. Penggelontoran dilakukan untuk menghilangkan endapan pada air di dalam pipa. Pipa yang perlu dilakukan penggelontoran adalah pipa yang memiliki kecepatan aliran rata-rata kurang dari 0,3 m/detik dalam satu hari. (Deuerlein, Simpson, & Korth, 2014).

Pengecekan kualitas air dilakukan untuk memastikan kualitas air masih sesuai dengan baku mutu. Selain Pengecekan kualitas air oleh dinas kesehatan, pengecekan kualitas air oleh internal PDAM Kota Surabaya secara berkala perlu dilakukan.

4.3.1 Perencanaan Pengecekan Kualitas Air Berkala

Perencanaan pengecekan kualitas air minum mengacu pada Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 736 Tahun 2010 tentang Tata Laksana Pengawasan Kualitas Air Minum.

Jumlah titik sampel yang diambil ditentukan berdasarkan jumlah penduduk yang dilayani oleh jaringan distribusi. Sesuai dengan tabel 2.5, *offtake* Alas Malang akan melayani 59056 jiwa. Pada PERMENKES No. 736 Tahun 2010 disebutkan jumlah sampel yang harus diambil untuk pelayanan 5000 – 100.000 jiwa adalah 1 per 5000 jiwa. Dengan demikian, jumlah sampel yang diambil harus sebanyak 12 buah.

Parameter yang harus diuji secara berkala dapat dilihat pada tabel 4.23. Titik pengambilan sampel diatur pada SNI 7828:2012 tentang Kualitas air – Pengambilan contoh - Bagian 5 Pengambilan contoh air minum dari instalasi pengolahan air dan sistem jaringan distribusi Perpipa. Titik pengambilan sampel harus mencakup dua tempat. Tempat pertama ialah pada outlet reservoir sebagai pembanding, dan tempat kedua adalah pada

jaringan distribusi yang dianggap kritis. Jaringan kritis dapat berupa jaringan dengan kecepatan aliran lambat, ujung jaringan dan pada *loop* jaringan. Penentuan titik sampel harus ditentukan secara acak dengan bantuan program komputer. Pada jaringan yang telah direncanakan, titik kritis aliran berada pada ujung dari pipa. Titik sampel bisa diambil pada sambungan rumah dengan *tapping* dari junction J-91, J-76, J-37 dan J-38.

Tabel 4.23 Parameter dan Frekuensi Pengujian

Parameter	Frekuensi Pengujian
Fisik	Satu bulan sekali
Mikrobiologi	Satu bulan sekali
Sisa Klor	Satu bulan sekali
Kimia Wajib	Tiga bulan sekali
Kimia Tambahan	Tiga bulan sekali

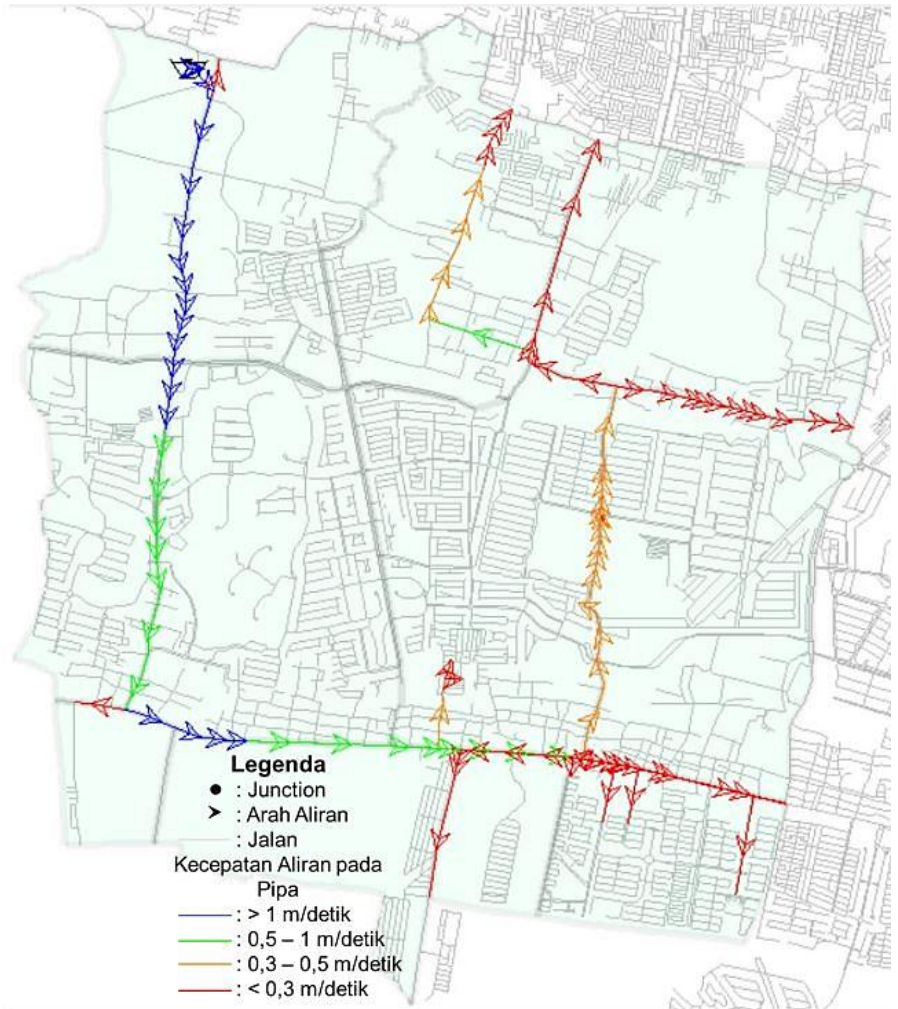
4.3.2 Perencanaan Penggelontoran pada Pemanfaatan Pipa Eksisting

Pada perencanaan jaringan pipa dengan memanfaatkan pipa eksisting, terdapat 48 buah segmen pipa yang memiliki kecepatan kurang dari 0,3 m/detik. Daftar segmen pipa yang memiliki kecepatan kurang dari 0,3 m/detik dapat dilihat pada tabel 4.22. Detail kecepatan air pada pipa dapat dilihat pada gambar 4.31.

Pada segmen pipa di tabel 4.23, dilakukan penggelontoran. Penggelontoran dapat dilakukan saat terjadi peningkatan kekeruhan pada air. Penggelontoran juga dapat dilakukan secara berkala setidaknya satu tahun dua kali (Deuerlein, Simpson, & Korth, 2014). Penggelontoran dilakukan dengan cara mengisolasi jaringan pipa tersebut, dan membuka washout sampai aliran air yang keluar tidak keruh.

Untuk melakukan penggelontoran, beberapa titik pada daerah perencanaan dipasang katup dan washout. Titik pemasangan katup dan washout mengikuti dapat berada di persimpangan pipa maupun di sepanjang pipa dengan maksimal jarak sekitar 800 m. Pemasangan katup dan washout dilakukan pada *junction* yang mengagip segmen pipa pada tabel 4.23. Daftar *junction*

yang digunakan untuk penggelontoran dapat dilihat pada tabel 4.24.



Gambar 4.32 Kecepatan Pipa pada Perencanaan dengan Pemanfaatan Pipa Eksisting

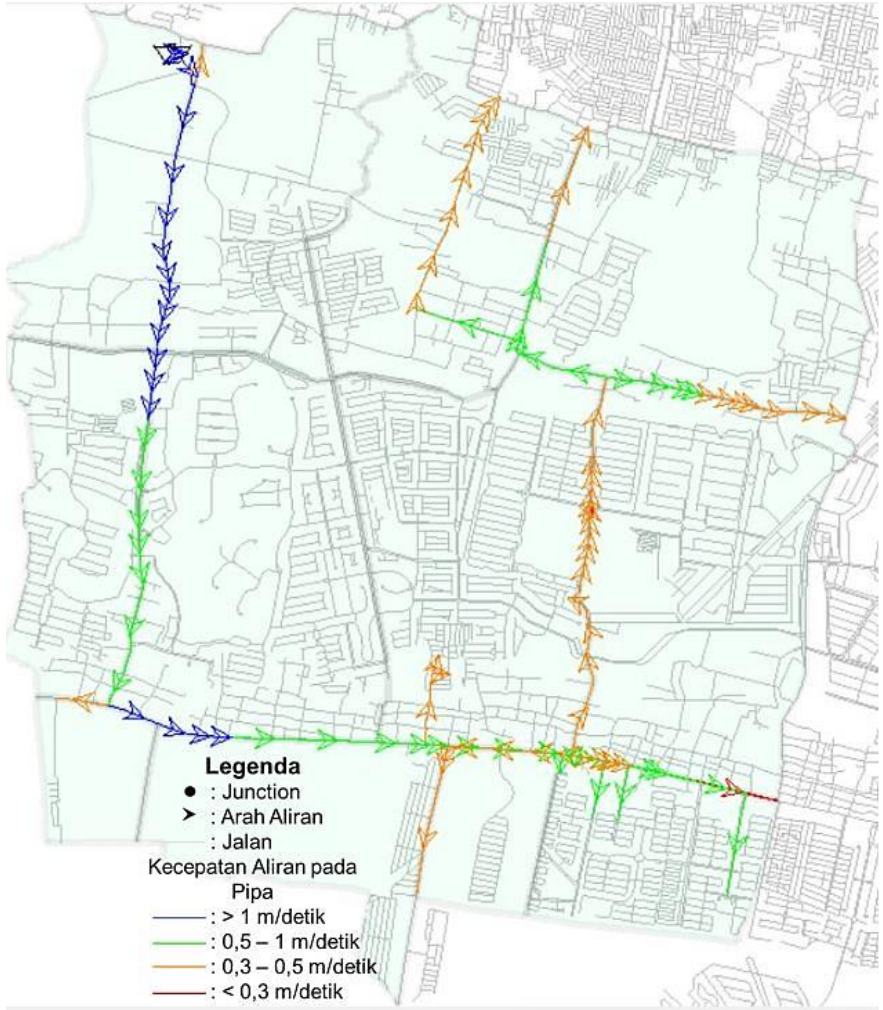
Tabel 4.24 Segmen Pipa Perencanaan Eksisting yang Perlu Penggelontoran

Label	Panjang (m)	Node Awal	Node Akhir	Diameter (mm)	Bahan	Kecepatan (m/detik)
P-1	283	J-1	J-2	450	Baja	0,01
P-35	631	J-36	J-37	450	Baja	0,01
P-50	785	J-52	J-53	500	Baja	0,01
P-78	724	J-80	J-81	450	Baja	0,02
P-79	87	J-81	J-82	450	Baja	0,02
P-77	643	J-79	J-80	450	Baja	0,03
P-81	41	J-83	J-79	450	Baja	0,03
P-45	274	J-46	J-48	300	PVC	0,04
P-46	241	J-48	J-49	300	PVC	0,04
P-47	253	J-49	J-50	300	PVC	0,04
P-48	95	J-50	J-51	300	PVC	0,04
P-34	506	J-35	J-36	450	Baja	0,06
P-18	356	J-19	J-20	200	PVC	0,06
P-44	131	J-46	J-47	300	PVC	0,06
P-38	404	J-39	J-41	300	PVC	0,06
P-102	404	J-41	J-96	300	PVC	0,06
P-67	126	J-69	J-70	450	Baja	0,08
P-68	146	J-70	J-71	450	Baja	0,08
P-69	61	J-71	J-72	450	Baja	0,08
P-70	60	J-72	J-73	450	Baja	0,08
P-71	286	J-73	J-74	450	Baja	0,08
P-72	212	J-74	J-75	450	Baja	0,08
P-73	129	J-75	J-76	450	Baja	0,08
P-49	250	J-28	J-52	200	PVC	0,09
P-89	79	J-90	J-91	200	PVC	0,1
P-33	66	J-34	J-35	450	Baja	0,1
P-123	78	J-108	J-46	300	PVC	0,1
P-109	108	J-101	J-99	200	PVC	0,11
P-110	142	J-101	J-102	200	PVC	0,11
P-40	75	J-42	J-43	300	PVC	0,11
P-103	85	J-96	J-42	300	PVC	0,11

Label	Panjang (m)	Node Awal	Node Akhir	Diameter (mm)	Bahan	Kecepatan (m/detik)
P-64	256	J-66	J-67	450	Baja	0,12
P-65	73	J-67	J-68	450	Baja	0,12
P-66	59	J-68	J-69	450	Baja	0,12
P-37	698	J-39	J-40	200	PVC	0,13
P-101	402	J-43	J-95	200	PVC	0,13
P-104	388	J-96	J-97	200	PVC	0,13
P-32	49	J-33	J-34	450	Baja	0,14
P-75	280	J-77	J-78	450	Baja	0,15
P-80	56	J-78	J-83	450	Baja	0,15
P-63	232	J-65	J-66	450	Baja	0,16
P-74	379	J-65	J-77	450	Baja	0,16
P-87	165	J-88	J-89	150	PVC	0,17
P-88	156	J-89	J-90	150	PVC	0,17
P-41	57	J-43	J-44	300	PVC	0,17
P-122	161	J-44	J-108	300	PVC	0,17
P-31	162	J-32	J-33	450	Baja	0,18
P-124	4	J-32	J-108	300	PVC	0,27

Tabel 4.25 Titik Penggelontoran

<i>Junction</i>	Segemen Pipa	<i>Junction</i>	Segmen Pipa
J-1	P-1	J-39	P-102, P-38
J-20	P-18	J-40	P-37
J-99	P-109	J-38	P-36
J-102	P-110	J-36	P-31, P-32, P-33, P-103, P-34,
J-51	P-48, P-47, P-46, P-45	J-37	P-35
J-53	P-49, P-50	J-73	P-63, P-64, P-65, P-66, P-67, P-68, P-69, P-70
J-46	P-123, P-124	J-76	P-71, P-72, P73
J-47	P-44	J-83	P-74, P-75, P-80
J-43	P-124, P-122, P-41	J-80	P-81, P-77,
J-95	P-101	J-82	P-78, P-79
J-96	P-40, P-103	J-91	P-87, P-88, P-89
J-97	P-104		



Gambar 4.33 Kecepatan Pipa pada Perencanaan dengan Pipa Food Grade

4.1.1 Perencanaan Pengelontoran Pipa pada Pipa Food Grade

Berbeda dengan perencanaan dengan menggunakan pipa eksisting, pada perencanaan dengan

menggunakan pipa *food grade* lebih sedikit pipa yang memiliki kecepatan kurang dari 0,3 m/detik. Hanya terdapat dua buah segmen pipa yang memiliki kecepatan kurang dari 0,3 m/detik, yaitu pipa P-35 dan P-36. P-35 memiliki kecepatan aliran 0.28 m/detik dan P-36 memiliki kecepatan 0,1 m/detik. Detail kecepatan air pada pipa dapat dilihat pada gambar 4.32. Dengan demikian, penggelontoran secara rutin hanya perlu dilakukan di satu titik *junction*, yaitu J-37.

4.2 Bill of Quantity

Bill of quantity adalah banyaknya barang atau bahan yang dibutuhkan pada suatu kegiatan. Banyaknya barang atau bahan pada perencanaan ini dihitung dari hasil perencanaan di dalam 12 sub zona perencanaan saja. Banyaknya barang dan bahan pada luar 12 sub zona tidak dimasukkan pada perhitungan ini.

Banyaknya barang atau bahan meliputi pompa, aksesoris pipa, pipa dan galian tanah dan jumlah tanah urukan. Perhitungan *bill of quantity* dilakukan pada tiap pekerjaan yang dilakukan. *Bill of quantity* dibuat untuk dua jenis alternatif perencanaan pengairan pipa. Pada tiap perencanaan, ada tiga buah pekerjaan yang dilakukan. Pekerjaan pertama ialah pekerjaan pemasangan pompa. Pekerjaan yang kedua ialah penggantian pipa. Pekerjaan yang ketiga ialah pemasangan aksesoris katup dan katup gelontor (*washout*). Dua jenis alternatif perencanaan memiliki pekerjaan pemasangan pompa yang sama. Dengan demikian, *Bill of quantity* untuk pemasangan pompa adalah sama untuk kedua alternatif perencanaan.

4.2.1 Bill of Quantity Pemasangan Pompa

Pada pekerjaan pemasangan pipa dibutuhkan pompa Grunfos NH 400-350-397. Pompa yang dibutuhkan berjumlah dua buah untuk digunakan secara bergantian. Untuk memasang pompa ini, dibutuhkan pipa dengan diameter 400 mm untuk inlet dan 350 mm untuk outlet. Pipa inlet dan outlet menggunakan pipa besi galvanium agar lebih tahan lama. Pipa besi galvanium memiliki daya tahan yang tinggi terhadap panas, cuaca dan paparan sinar

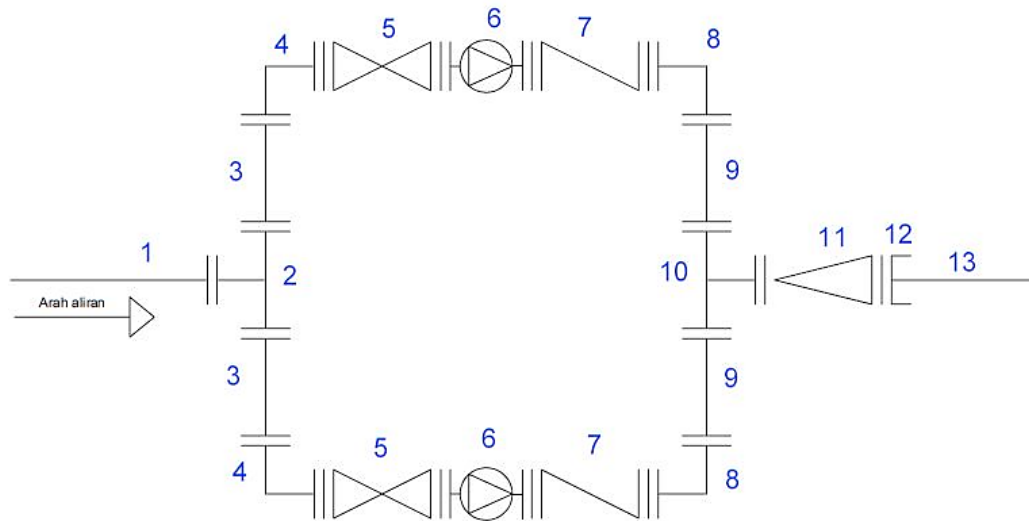
matahari. Pipa galvanium yang digunakan adalah ukuran 400 mm dengan panjang 10 m dan 350 mm dengan panjang 6 m. Karena dibutuhkan dua buah pompa, maka masing-masing pipa besi galvanium dibutuhkan 20 m untuk 350 mm dan 12 m untuk 400 mm. Aksesoris *isolation valve* diperlukan untuk memutus aliran dari reservoir ke pompa saat dilakukan perbaikan. Jumlah *gate valve* adalah satu pada masing-masing pompa. Dengan demikian, dibutuhkan dua buah *gate valve* berukuran 400 mm. Untuk membagi aliran ke dua pompa, digunakan satu T dan *bend* 90° dengan diameter 400 mm. Setelah pompa, dipasang pipa 300 mm diikuti dengan *check valve* dengan ukuran 350 mm. Untuk menyambungkan aksesoris dan pompa dengan pipa, dibutuhkan *flange*. *flange* berbahan besi dibutuhkan empat buah untuk ukuran 400 mm dan lima buah untuk ukuran 350 mm. Sketsa pemasangan pompa dapat dilihat pada gambar 4.34. Secara detail, jumlah barang dan bahan yang dibutuhkan pada pengadaan pompa dapat dilihat pada tabel 4.26 berikut.

Tabel 4.26 Bill of Quantity Pengadaan Pompa

Barang	Volume	Satuan
Grunfos NH 400-350-397	2	Buah
Pipa GI 400mm	20	Meter
Pipa GI 350mm	12	Meter
<i>Increaser</i> 350 - 500	1	Buah
<i>Stub end Flange</i> HDPE 500 mm	1	Buah
<i>Gate valve</i> 400 mm	2	Buah
<i>Check valve</i> 350 mm	2	Buah
<i>Flange</i> 400 mm	5	Buah
<i>Flange</i> 350 mm	4	Buah

4.2.2 Bill of Quantity Pemasangan dan Perawatan Pipa pada Perencanaan dengan Pipa Eksisting

Pada perencanaan ini terdapat pekerjaan penggantian pipa. Direncanakan penggantian pipa 450 mm berbahan baja menjadi 450 mm berbahan HDPE. Total panjang pipa 500 mm yang dibutuhkan adalah



Keterangan :

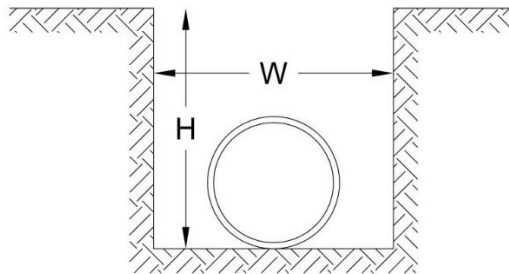
- | | |
|------------------------------------|------------------------------|
| 1. Pipa GI inlet Ø 400 mm | 8. Bend 90° Ø 350 mm |
| 2. Tee all flange Ø 400 mm | 9. Pipa GI Ø 350 mm |
| 3. Pipa GI Ø 400 mm | 10. Tee all flange Ø 350 mm |
| 4. Bend 90° all flange Ø 400 mm | 11. Increaser 350 - 500 mm |
| 5. Gate valve all flange Ø 400 mm | 12. Stub end flange Ø 500 mm |
| 6. Pompa Grunfos NH 400-350-397 | 13. Pipa HDPE Ø 500 mm |
| 7. Check valve all flange Ø 350 mm | |

Gambar 4.34 Sketsa Pemasangan Pompa

4529 m. Aksesoris pipa yang dibutuhkan untuk menyambungkan dengan pipa baja yang sudah ada adalah dua buah *increaser* 450mm – 500mm serta dua buah *stub end flange* HDPE. Untuk menyambungkan pompa di reservoir dengan jaringan pipa, digunakan pipa HDPE sebesar 500 mm. Panjang yang dibutuhkan adalah 58 m. Untuk menyambung dengan pipa utama, dibutuhkan T HDPE dengan diameter 500 mm. Untuk mengisolasi daerah perencanaan, diperlukan *isolation valve*. Banyaknya *isolation valve* adalah tujuh buah dengan ukuran yang berbeda-beda. Detail ukuran *isolation valve* dan besarnya dapat dilihat pada tabel 4.26.

Selain aksesoris pipa, dilakukan penggalian, pengurukan dan pengangkutan sisa tanah. Besarnya tanah yang digali, diuruk dan di buang bergantung pada desain penggalian. Pada perencanaan ini, desain galian disesuaikan dengan standar SNI 7511:2011 tentang tata cara penanaman pipa transmisi dan pipa distribusi serta bangunan pelintas pipa.

Kedalaman (H) pipa dengan diameter 500 mm adalah 1200 mm dengan lebar (W) galian 850 mm (Badan Standadisasi Nasional, 2011). Model tipikal galian yang digunakan dapat dilihat pada gambar 4.35.



Gambar 4.35 Model Tipikal Galian Pipa
(Badan Standadisasi Nasional, 2011)

Perhitungan besarnya galian tanah pada pemasangan pipa berbeda dengan penggantian pipa. Pada pemasangan pipa, besarnya tanah yang digali

merupakan hasil kali luasan potong model galian pipa dengan panjang galian. Sedangkan pemasangan pipa, besaran tanah yang digali merupakan hasil kali selisih luasan potong galian pipa dengan luas penampang pipa dengan panjang pipa. Untuk lebih jelasnya, perhitungan dilakukan di bawah.

- Galian pada penanaman pipa baru
 Luas potong galian = $H \times W$
 $= 1,2 \text{ m} \times 0,85 \text{ m}$
 $= 1,02 \text{ m}^2$
 Panjang penanaman = 58 m
 Besar galian tanah = Luas potong x panjang
 $= 1,02 \text{ m}^2 \times 58 \text{ m}$
 $= 59,16 \text{ m}^3$
- Galian pada penggantian pipa
 Luas potong galian = $H \times W$
 $= 1,2 \text{ m} \times 0,85 \text{ m}$
 $= 1,02 \text{ m}^2$
 Luas penampang pipa = $\pi \times D^2 \times \frac{1}{4}$
 $= \frac{22}{7} \times (0,45 \text{ m})^2 \times \frac{1}{4}$
 $= 0,159 \text{ m}^2$
 Selisih Luas = $1,02 \text{ m}^2 - 0,159 \text{ m}^2$
 $= 0,861 \text{ m}^2$
 Panjang penanaman = 4521 m
 Besar galian tanah = Selisih luas x panjang
 $= 0,861 \text{ m}^2 \times 4521 \text{ m}$
 $= 3892,09 \text{ m}^3$

Besarnya tanah yang diuruk harus dihitung untuk menentukan sisa tanah yang harus diangkut untuk dibuang. Besarnya tanah yang diuruk dihitung dengan cara mengalikan selisih luas penanaman dengan luas pipa tanam dengan panjang penanaman. Untuk lebih jelasnya, perhitungan dapat dilihat di bawah.

- Urukan pada galian baru
 Luas potong galian = $H \times W$
 $= 1,2 \text{ m} \times 0,85 \text{ m}$
 $= 1,02 \text{ m}^2$
 Luas penampang pipa = $\pi \times D^2 \times \frac{1}{4}$

$$\begin{aligned}
&= 22/7 \times (0,5 \text{ m})^2 \times \frac{1}{4} \\
&= 0,196 \text{ m}^2 \\
\text{Selisih luas} &= 1,02 \text{ m}^2 - 0,196 \text{ m}^2 \\
&= 0,824 \text{ m}^2 \\
\text{Besarnya urukan tanah} &= \text{Selisih luas} \times \text{panjang} \\
&= 0,824 \text{ m}^2 \times 58 \text{ m} \\
&= 47,76 \text{ m}^3
\end{aligned}$$

- Ukuran pada penanaman pipa baru
 - Luas potong galian = $H \times W$

$$= 1,2 \text{ m} \times 0,85 \text{ m}$$

$$= 1,02 \text{ m}^2$$
 - Luas penampang pipa baru = $\pi \times D^2 \times \frac{1}{4}$

$$= 22/7 \times (0,5 \text{ m})^2 \times \frac{1}{4}$$

$$= 0,196 \text{ m}^2$$
 - Selisih luas = $1,02 \text{ m}^2 - 0,196 \text{ m}^2$

$$= 0,824 \text{ m}^2$$
 - Besarnya urukan tanah = Selisih luas \times panjang

$$= 0,824 \text{ m}^2 \times 4521 \text{ m}$$

$$= 3723,36 \text{ m}^3$$

Dengan demikian, banyaknya sisa tanah yang harus diangkut untuk dibuang dapat dicari. Besarnya tanah yang harus diangkut untuk dibuang adalah selisih besar galian tanah dan besarnya urukan tanah. Untuk lebih jelasnya, besarnya tanah yang harus diangkut untuk dibuang dihitung sebagai berikut.

- Tanah sisa pada penanaman pipa baru
 - Besarnya galian tanah = $59,16 \text{ m}^3$
 - Besarnya urukan tanah = $47,76 \text{ m}^3$
 - Besarnya sisa tanah = $59,16 \text{ m}^3 - 47,46 \text{ m}^3$

$$= 11,39 \text{ m}^3$$
- Tanah sisa pada penggantian pipa
 - Tanah sisa pada penanaman pipa baru
 - Besarnya galian tanah = $3892,09 \text{ m}^3$
 - Besarnya urukan tanah = $3723,36 \text{ m}^3$
 - Besarnya sisa tanah = $3892,09 \text{ m}^3 - 3723,36 \text{ m}^3$

$$= 168,73 \text{ m}^3$$

Total *bill of quantity* pemasangan pipa dapat dilihat pada tabel 4.27. Pada alternatif perencanaan ini terdapat

beberapa segmen pipa yang harus dilakukan penggelontoran. Untuk melakukan penggelontoran,

Tabel 4.27 Bill of Quantity Pekerjaan Pipa pada Perencanaan dengan Pipa Eksisting

Barang	Volume	Satuan
Pipa HDPE 500 mm	4579	Meter
T HDPE 500 mm	1	Buah
<i>Stub end flange</i>	2	Buah
<i>Increaser 450 - 500</i>	2	Buah
<i>Isolation valve 200 mm</i>	1	Buah
<i>Isolation valve 300 mm</i>	1	Buah
<i>Isolation valve 450 mm</i>	4	Buah
<i>Isolation valve 500 mm</i>	1	Buah
Pengangkatan pipa besi 450 mm	4521	Meter
Galian	3951,26	m ³
Urukan	3771,13	m ³
Tanah buangan	180,123	m ³

perlu ditambahkan aksesoris pipa berupa katup untuk menutup aliran dan katup untuk membuang aliran air. Diameter katup penutup sesuai dengan diameter pipa utama. Diameter katup penggelontoran sesuai dengan diameter pipa penggelontoran. Diasumsikan penanaman pipa sedalam 1,2 m. Dengan demikian dibutuhkan pipa sepanjang 1,5 m pada tiap titik penggelontoran untuk membawa air naik ke selokan. Diameter pipa penggelontoran yang digunakan adalah 200 mm untuk pipa lebih besar dari 200 mm dan sebesar pipa utama untuk diameter kurang dari 200 mm. Pada tiap titik diperlukan satu buah *tee* dan *bend 90°* sebanyak 2 buah. *tee* berukuran sama dengan pipa utama. Sedangkan *bend 90°* berukuran sesuai pipa penggelontoran. Jenis sambungan yang diperlukan adalah sambungan *flange*. Dengan demikian tiap titik memerlukan empat buah *flange*. Dua untuk memasang pipa dengan *tee* dan dua buah untuk menyambungkan pipa vertikal dengan *bend 90°*. Dengan demikian, pada alternatif pekerjaan ini diperlukan barang sesuai dengan tabel 4.28. Dengan menjumlahkan seluruh barang yang dibutuhkan, total *bill*

of quantity seluruh pekerjaan pada daerah perencanaan dapat dilihat pada tabel 4.29.

Tabel 4.28 Bill of Quantity Perawatan Pipa pada Perencanaan dengan Pipa Eksisting

Barang	Volume	Satuan
Pipa diameter GI 200 mm	31,5	Meter
<i>Bend</i> 90 diameter 200 mm	42	Buah
<i>Bend</i> 90 diameter 150 mm	4	Buah
<i>Gate valve</i> diameter 500 mm	1	Buah
<i>Gate valve</i> diameter 450 mm	7	Buah
<i>Gate valve</i> diameter 300 mm	7	Buah
<i>Gate valve</i> diameter 200 mm	27	Buah
<i>Gate valve</i> diameter 150 mm	4	Buah

Tabel 4.29 Bill of Quantity Seluruh Pekerjaan pada Perencanaan dengan Pipa Eksisting

Barang	Volume	Satuan
Pompa Grunfos NH 400-350-397	2	Buah
Pipa HDPE 500 mm	4579	Meter
Pipa GI 400mm	20	Meter
Pipa GI 350mm	12	Meter
T HDPE 500 mm	1	Buah
<i>Stub end Flange</i> 500 mm	4	Buah
<i>Flange</i> 400 mm	11	Buah
<i>Flange</i> 350 mm	4	Buah
<i>Increaser</i> 450 - 500	2	Buah
<i>Increaser</i> 350 - 500	2	Buah
<i>Isolation valve</i> 200 mm	1	Buah
<i>Isolation valve</i> 300 mm	1	Buah
<i>Isolation valve</i> 350 mm	2	Buah
<i>Isolation valve</i> 450 mm	4	Buah
<i>Isolation valve</i> 500 mm	1	Buah
<i>Check valve</i> 350 mm	2	Buah
Pipa diameter GI 200 mm	31,5	Meter
<i>Bend</i> 90 diameter 200 mm	42	Buah
<i>Bend</i> 90 diameter 150 mm	4	Buah
<i>Gate valve</i> diameter 500 mm	1	Buah
<i>Gate valve</i> diameter 450 mm	7	Buah
<i>Gate valve</i> diameter 300 mm	7	Buah

Barang	Volume	Satuan
Gate valve diameter 200 mm	27	Buah
Gate valve diameter 150 mm	4	Buah
Pengangkatan pipa besi 450 mm	4521	Meter
Galian	3951,2566	m ³
Urukan	3771,1336	m ³
Tanah buangan	180,12304	m ³

4.2.3 *Bill of Quantity* Pemasangan dan Perawatan Pipa pada Perencanaan dengan Pipa *Food Grade*

Pada perencanaan dengan menggunakan pipa *food grade*, seluruh jaringan distribusi air Umbulan diganti dengan pipa HDPE. Beberapa pipa eksisting dibiarkan tertanam untuk digunakan. Namun, beberapa pipa eksisting tidak lagi digunakan. Pipa eksisting yang tidak digunakan akan diangkat. Pekerjaan galian, urukan dan pengangkutan tanah dihitung dengan cara yang sama dengan subbab 4.4.2. Volume pekerjaan pipa dapat dilihat pada tabel 4.30 berikut.

Tabel 4.30 *Bill of Quantity* Pekerjaan Pipa pada Perencanaan dengan Pipa *Food Grade*

Barang	Volume	Satuan
Pipa HDPE 500 mm	4574	Meter
Pipa HDPE 450 mm	6114	Meter
Pipa HDPE 200 mm	5370	Meter
Pipa HDPE 150 mm	3671	Meter
Pipa HDPE 100 mm	4218	Meter
Pipa HDPE 75 mm	639	Meter
Reducer 500 - 75	2	Buah
Reducer 500 - 450	1	Buah
Reducer 450 - 200	4	Buah
Reducer 450 - 100	1	Buah
Reducer 200 - 150	3	Buah
Reducer 200 - 100	2	Buah
Reducer 150 - 100	4	Buah
Tee 500 mm	2	Buah
Tee 100 mm	1	Buah
Tee 450 mm	3	Buah
Tee 200 mm	3	Buah

Barang	Volume	Satuan
<i>Tee</i> 150 mm	1	Buah
<i>Tee</i> 100 mm	3	Buah
<i>Dead end</i> 100 mm	4	Buah
<i>Dead end</i> 200 mm	1	Buah
<i>Bend</i> 90° 100 mm	1	Buah
<i>Bend</i> 90° 200 mm	2	Buah
Pengangkatan pipa 300 mm	2086	Meter
Pengangkatan pipa 200 mm	2574	Meter
Penggalian tanah	13865,7	m ³
Pengurugan tanah kembali	11757,63	m ³
Pembuangan tanah	2108,0704	m ³

Pada perencanaan ini ada beberapa segmen pipa yang harus dilakukan penggelontoran secara rutin. Titik penggelontoran hanya ada satu buah. Dengan menggunakan perhitungan aksesoris penggelontoran pada subbab 2.4.2, volume aksesoris yang diperlukan dapat dilihat pada tabel 4.31.

Tabel 4.31 *Bill of Quantity* Perawatan Pipa pada Perencanaan dengan Pipa *Food Grade*

Barang	Volume	Satuan
Pipa GI diameter 100 mm	1,5	Meter
<i>Tee</i> 100 mm	1	Buah
<i>Bend</i> 90 100 mm	2	Buah
<i>Gate valve</i> 100 mm	1	Buah
<i>Flange</i> 100 mm	4	Buah

Dengan demikian, seluruh volume kegiatan yang dilakukan dalam perencanaan ini dapat dilihat pada tabel 4.32.

Tabel 4.32 *Bill of Quantity* Seluruh Pekerjaan pada Perencanaan dengan Pipa *Food Grade*

Barang	Volume	Satuan
Grunfos NH 400-350-397	2	Buah
Pipa GI 400mm	20	Meter
Pipa GI 350mm	12	Meter
Pipa GI 100 mm	1,5	Meter
<i>Increaser</i> 350 - 500	1	Buah
<i>Stub end Flange</i> HDPE 500 mm	1	Buah

Barang	Volume	Satuan
<i>Gate valve</i> 400 mm	2	Buah
<i>Check valve</i> 350 mm	2	Buah
<i>Gate valve</i> 100 mm	1	Buah
<i>Flange</i> 400 mm	5	Buah
<i>Flange</i> 350 mm	4	Buah
Pipa HDPE 500 mm	4574	Meter
Pipa HDPE 450 mm	6114	Meter
Pipa HDPE 200 mm	5370	Meter
Pipa HDPE 150 mm	3671	Meter
Pipa HDPE 100 mm	4218	Meter
Pipa HDPE 75 mm	639	Meter
<i>Reducer</i> 500 - 75	2	Buah
<i>Reducer</i> 500 - 450	1	Buah
<i>Reducer</i> 450 - 200	4	Buah
<i>Reducer</i> 450 - 100	1	Buah
<i>Reducer</i> 200 - 150	3	Buah
<i>Reducer</i> 200 - 100	2	Buah
<i>Reducer</i> 150 - 100	4	Buah
<i>Tee</i> 500 mm	2	Buah
<i>Tee</i> 100 mm	2	Buah
<i>Tee</i> 450 mm	3	Buah
<i>Tee</i> 200 mm	3	Buah
<i>Tee</i> 150 mm	1	Buah
<i>Tee</i> 100 mm	3	Buah
<i>Dead end</i> 100 mm	4	Buah
<i>Dead end</i> 200 mm	1	Buah
<i>Bend</i> 90° 100 mm	3	Buah
<i>Bend</i> 90° 200 mm	2	Buah
Pengangkatan pipa 300 mm	2086	Meter
Pengangkatan pipa 200 mm	2574	Meter
Penggalian tanah	13865,7	m ³
Pengurugan tanah kembali	11757,63	m ³
Pembuangan tanah	2108,0704	m ³

4.3 Analisa Prakiraan Rencana Anggaran Biaya

Analisa rencana anggaran biaya (RAB) masih belum bisa dilakukan secara lengkap karena belum dilakukan *detailed engineering design (DED)*. Prakiraan rencana anggaran biaya

dilakukan untuk mengetahui besarnya anggaran secara kasar. Dalam prakiraan ini, kegiatan yang dihitung meliputi pengadaan pipa dan aksesoris, pemasangan pipa dan aksesoris, galian, pengurukan dan pembuangan tanah. Besarnya biaya pengadaan dan pemasangan aksesoris pipa masih belum bisa dihitung secara detail. Sebagai pendekatan, diasumsikan besar biaya pengadaan dan pemasangan aksesoris pipa adalah sebesar 30% dari biaya pengadaan dan pemasangan pipa.

Penentuan besarnya koefisien tiap komponen mengacu pada standar yang telah ditetapkan di PERMENPU No. 11 tahun 2013 tentang Pedoman Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum. Harga yang digunakan untuk tiap komponen mengacu pada HSPK Kota Surabaya tahun 2018. Harga pipa mengacu pada harga pipa di pasaran. Besarnya harga pipa dapat dilihat pada tabel 4.33. Besarnya harga pemasangan pipa dapat dilihat pada tabel 4.34. Besarnya harga pekerjaan penggalian tanah, pengurukan tanah dan pembuangan tanah sejauh 30 m dapat dilihat pada tabel 4.35.

Tabel 4.33 Harga Pipa HDPE

Ukuran Pipa	Bahan	Jenis	Satuan	Harga
Pipa PE 75 mm	HDPE	PN 12,5	Meter	Rp81.480,00
Pipa PE 100 mm	HDPE	PN 12,5	Meter	Rp173.000,00
Pipa PE 150 mm	HDPE	PN 12,5	Meter	Rp366.500,00
Pipa PE 200 mm	HDPE	PN 12,5	Meter	Rp570.850,00
Pipa PE 450 mm	HDPE	PN 12,5	Meter	Rp3.005.100,00
Pipa PE 500 mm	HDPE	PN 12,5	Meter	Rp3.710.530,00

Tabel 4.34 Harga Pemasangan Pipa HDPE

Pemasangan Pipa HDPE diameter 75 mm					
Uraian	Sat.	Vol.	Uraian	Harga Satuan	Total
Tenaga Kerja	OH	0,035	Pekerja	Rp 180.000,00	Rp 6.300,00
	OH	0,017	Tukang Pipa	Rp 110.000,00	Rp 1.870,00
	OH	0,0030	Mandor	Rp 155.000,00	Rp 465,00
Jumlah Harga Persatuan Pekerjaan (m)					Rp 8.635,00
Pemasangan Pipa HDPE diameter 100 mm					
Uraian	Sat.	Vol.	Uraian	Harga Satuan	Total

Tenaga Kerja	OH	0,040	Pekerja	Rp 180.000,00	Rp 7.200,00
	OH	0,020	Tukang Pipa	Rp 110.000,00	Rp 2.200,00
	OH	0,0040	Mandor	Rp 155.000,00	Rp 620,00
Jumlah Harga Persatuan Pekerjaan (m)					Rp 10.020,00
Pemasangan Pipa HDPE diameter 150 mm					
Uraian	Sat.	Vol.	Uraian	Harga Satuan	Total
Tenaga Kerja	OH	0,062	Pekerja	Rp 180.000,00	Rp 11.160,00
	OH	0,031	Tukang Pipa	Rp 110.000,00	Rp 3.410,00
	OH	0,0060	Mandor	Rp 155.000,00	Rp 930,00
Jumlah Harga Persatuan Pekerjaan (m)					Rp 15.500,00
Pemasangan Pipa HDPE diameter 200 mm					
Uraian	Sat.	Vol.	Uraian	Harga Satuan	Total
Tenaga Kerja	OH	0,102	Pekerja	Rp 180.000,00	Rp 18.360,00
	OH	0,051	Tukang Pipa	Rp 110.000,00	Rp 5.610,00
	OH	0,0100	Mandor	Rp 155.000,00	Rp 1.550,00
Peralatan	hari	0,019	Sewa Tripot/Tackel & handle crane 2 T	Rp 300.000,00	Rp 5.700,00
Jumlah Harga Persatuan Pekerjaan (m)					Rp 31.220,00
Pemasangan Pipa HDPE diameter 450 mm					
Uraian	Sat.	Vol.	Uraian	Harga Satuan	Total
Tenaga Kerja	OH	0,359	Pekerja	Rp 180.000,00	Rp 64.620,00
	OH	0,180	Tukang Pipa	Rp 110.000,00	Rp 19.800,00
	OH	0,0360	Mandor	Rp 155.000,00	Rp 5.580,00
Peralatan	hari	0,2	Sewa Tripot/Tackel & handle crane 2 T	Rp 300.000,00	Rp 60.000,00
Jumlah Harga Persatuan Pekerjaan (m)					Rp150.000,00
Pemasangan Pipa HDPE diameter 500 mm					
Uraian	Sat.	Vol.	Uraian	Harga Satuan	Total
Tenaga Kerja	OH	0,433	Pekerja	Rp 180.000,00	Rp 77.940,00
	OH	0,216	Tukang Pipa	Rp 110.000,00	Rp 23.760,00
	OH	0,0430	Mandor	Rp 155.000,00	Rp 6.665,00
Peralatan	hari	0,251	Sewa Tripot/Tackel	Rp 300.000,00	Rp 75.300,00

			& handle crane 2 T		
Jumlah Harga Persatuan Pekerjaan (m)					Rp183.665,00

Tabel 4.35 Harga Penggalian, Pengukuran, Pembuangan Tanah Menggali 1 m³ Tanah biasa sedalam 2 meter

Menggali 1 m³ Tanah biasa sedalam 2 meter					
Tenaga Kerja	Sat.	Vol.	Uraian	Harga Satuan	Total
	OH	0,900	Pekerja	Rp180.000,00	Rp 162.000,00
	OH	0,045	Mandor	Rp155.000,00	Rp 6.975,00
Jumlah Harga Persatuan Pekerjaan (1m ³)					Rp 168.975,00
Mengukur 1 m³ Tanah Kembali					
Tenaga Kerja	Sat.	Vol.	Uraian	Harga Satuan	Total
	OH	0,050	Pekerja	Rp180.000,00	Rp 9.000,00
	OH	0,500	Mandor	Rp155.000,00	Rp 77.500,00
Jumlah Harga Persatuan Pekerjaan (1m ³)					Rp 86.500,00
Pengangkutan Tanah Sejauh 30 m					
Tenaga Kerja	Sat.	Vol.	Uraian	Harga Satuan	Total
	OH	0,010	Pekerja	Rp180.000,00	Rp 1.800,00
	OH	0,330	Mandor	Rp155.000,00	Rp 51.150,00
Jumlah Harga Persatuan Pekerjaan (1m ³)					Rp 52.950,00

Dengan demikian, dapat dicari besarnya prakiraan rancangan anggaran biaya dari tiap alternatif. Besarnya rancangan anggaran biaya untuk alternatif perencanaan pipa dengan pipa eksisting dapat dilihat pada tabel 4.36. Besarnya prakiraan rancangan anggaran biaya untuk alternatif perencanaan dengan pipa *food grade* dapat dilihat pada tabel 4.37. Dari tabel 4.36 dan tabel 4.37 dapat disimpulkan bahwa alternatif dengan menggunakan pipa *food grade* memiliki harga Rp34.624.763.013,00 lebih mahal dari alternatif perencanaan dengan pipa eksisting.

**Tabel 4.36 Prakiraan RAB Alternatif Perencanaan Dengan Pipa Eksisting
Pengadaan Pipa dan Aksesoris**

Pengadaan Pipa dan Aksesoris				
Jenis	Jumlah	Satuan	Harga/Satuan	Total
Pipa HDPE 500 mm	4579	m	Rp3.710.530,00	Rp16.990.516.870,00
Aksesoris pipa	(diasumsikan 30% biaya pipa)			Rp 5.097.155.061,00
Sub Total				Rp22.087.671.931,00
Pekerjaan Pemasangan Pipa				
Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga/Satuan	Total
Pemasangan HDPE 500 mm	4579	m	Rp 183.665,00	Rp 841.002.035,00
Pemasangan Aksesoris Pipa	(diasumsikan 30% biaya pipa)			Rp 252.300.610,50
Pekerjaan Galian	3951,257	m ³	Rp 168.975,00	Rp 667.663.585,19
Pekerjaan Urugan	3771,134	m ³	Rp 86.500,00	Rp 326.203.053,93
Pembuangan Tanah Sejauh 30 m	180,123	m ³	Rp 52.950,00	Rp 9.537.514,74
Sub Total				Rp 2.096.706.799,36
Total Keseluruhan				Rp24.184.378.730,36

**Tabel 4.37 Prakiraan RAB Alternatif Perencanaan Dengan Pipa *Food Grade*
Pengadaan Pipa dan Aksesoris**

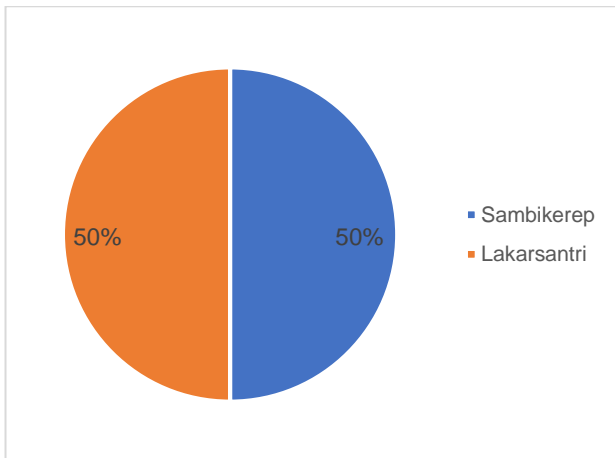
Pengadaan Pipa dan Aksesoris				
Jenis	Jumlah	Satuan	Harga/Satuan	Total
Pipa HDPE 500 mm	4574	Meter	Rp 3.710.530,00	Rp 16.971.964.220,00
Pipa HDPE 450 mm	6114	Meter	Rp 3.005.100,00	Rp 18.373.181.400,00
Pipa HDPE 200 mm	5370	Meter	Rp 570.850,00	Rp 3.065.464.500,00
Pipa HDPE 150 mm	3671	Meter	Rp 366.500,00	Rp 1.345.421.500,00
Pipa HDPE 100 mm	4218	Meter	Rp 173.000,00	Rp 729.714.000,00
Pipa HDPE 75 mm	639	Meter	Rp 81.480,00	Rp 52.065.720,00
Aksesoris pipa	(diasumsikan 30% total biaya pipa)			Rp 12.161.343.402,00
Sub Total				Rp 52.699.154.742,00
Pekerjaan Pemasangan Pipa				
Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga/Satuan	Total
Pemasangan HDPE 500 mm	4574	Meter	Rp 183.665,00	Rp 840.083.710,00
Pipa HDPE 450 mm	6114	Meter	Rp 150.000,00	Rp 917.100.000,00
Pipa HDPE 200 mm	5370	Meter	Rp 31.220,00	Rp 167.651.400,00
Pipa HDPE 150 mm	3671	Meter	Rp 15.500,00	Rp 56.900.500,00
Pipa HDPE 100 mm	4218	Meter	Rp 10.020,00	Rp 42.264.360,00
Pipa HDPE 75 mm	639	Meter	Rp 8.635,00	Rp 5.517.765,00
Pemasangan Aksesoris Pipa	(diasumsikan 30% total biaya pipa)			Rp 608.855.320,50
Pekerjaan Galian	13865,7	m ³	Rp 168.975,00	Rp 2.342.956.657,50
Pekerjaan Urugan	11757,63	m ³	Rp 86.500,00	Rp 1.017.034.961,48
Pembuangan Tanah Sejauh 30 m	2108,0704	m ³	Rp 52.950,00	Rp 111.622.327,02

Sub Total	Rp	6.109.987.001,50
Total Keseluruhan	Rp	58.809.141.743,50

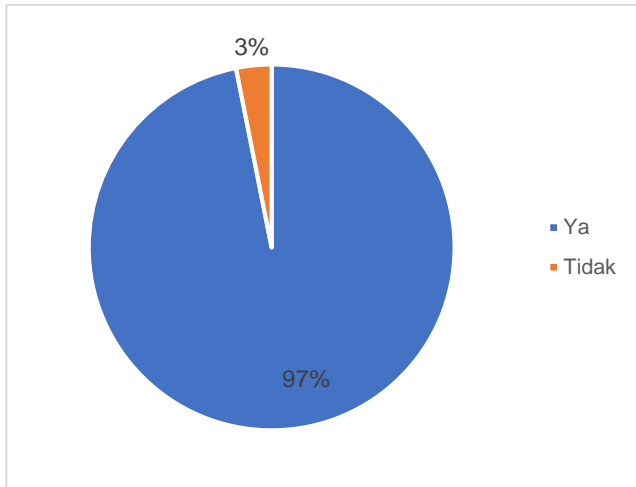
4.4 Pendapat Masyarakat Terhadap Air Umbulan

Pendapat masyarakat terhadap air Umbulan dianalisis menggunakan kuesioner. Detail kuesioner dapat dilihat pada lampiran I. Banyaknya sampel ditetapkan berdasarkan PERMEN PU No. 18 Tahun 2007 tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum. Perhitungan jumlah sampel dapat dilihat pada sub bab 3.4.2. Banyaknya sampel yang digunakan adalah sebesar 64 orang. Pengambilan sampel dilakukan secara acak pada Kecamatan Sambikerep dan Kecamatan Lakarsantri. Banyaknya sampel tiap kecamatan adalah sebesar 32 sampel. Persentase jumlah sampel tiap kecamatan dapat dilihat pada gambar 4.36.

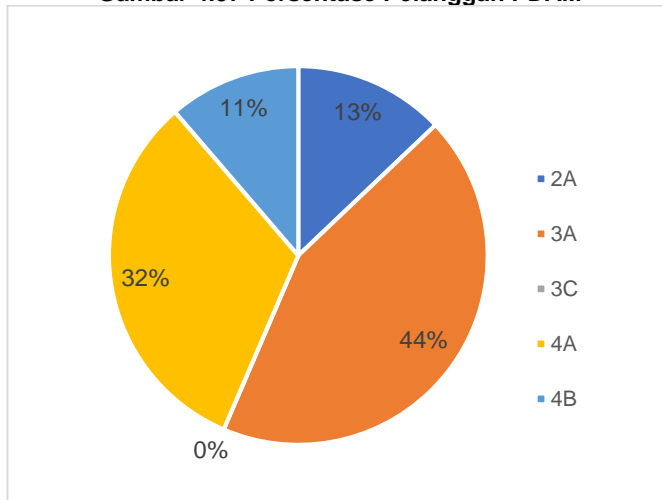
Data sampel diambil secara acak tanpa memperhitungkan pelanggan PDAM atau bukan. Sampel yang bukan pelanggan PDAM tetap diperhitungkan karena dapat berpotensi menjadi pelanggan PDAM nantinya. Dari 64 buah sampel, sebanyak 62 adalah pelanggan PDAM. Sisanya, dua orang bukan pelanggan PDAM. Persentase pelanggan PDAM atau bukan pelanggan PDAM dari sampel dapat dilihat pada gambar 4.37. Golongan pelanggan pada sampel yang diambil dapat dilihat pada gambar 4.38.



Gambar 4.36 Persentase Jumlah Sampel



Gambar 4.37 Persentase Pelanggan PDAM



Gambar 4.38 Persentase Golongan Pelanggan

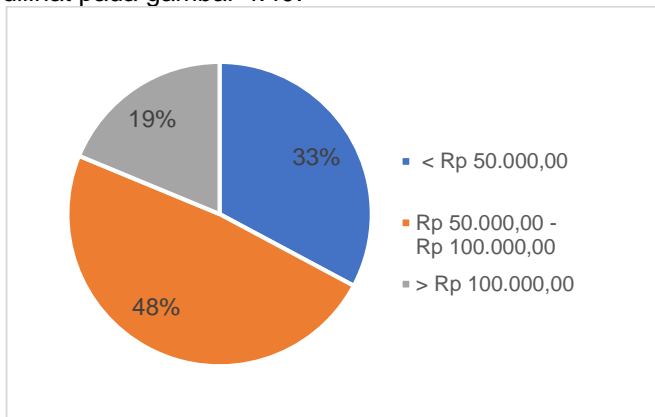
Besar biaya yang harus dibayarkan tiap bulan bervariasi tiap sampel. Untuk mempermudah penyajian data, besarnya biaya pemakaian air PDAM tiap bulan dibagi menjadi tiga.

Pembagian biaya pemakaian air PDAM adalah sebagai berikut.

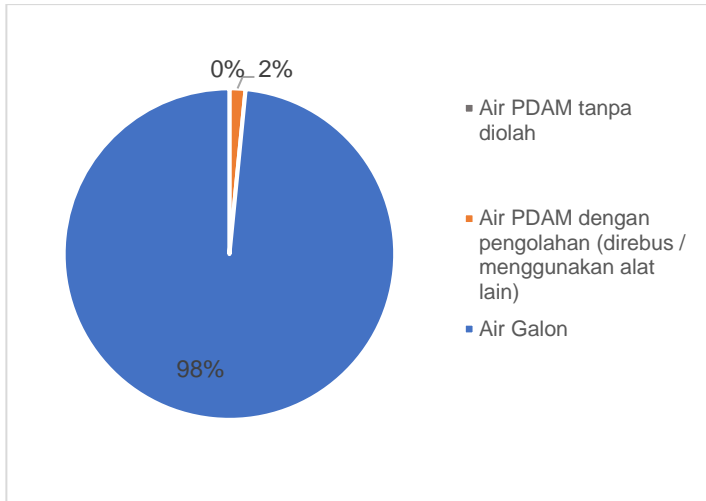
- a. Kurang dari Rp50.000,00 per bulan
- b. Rp50.000,00 sampai Rp100.000,00 per bulan
- c. Lebih dari Rp100.000,00 per bulan

Kebanyakan sampel harus membayar biaya pemakaian air PDAM sebesar Rp50.000,00 sampai Rp100.000,00 per bulan. Rata-rata, besar biaya yang harus dikeluarkan pelanggan tiap bulan adalah sebesar Rp84.631,25. Persentase besar biaya yang dibayarkan oleh sampel dapat dilihat pada gambar 4.39.

Secara keseluruhan, penduduk Kecamatan Lakarsantri dan Kecamatan Sambikerep tidak menggunakan air PDAM untuk keperluan konsumsi. Hanya satu orang dari 64 sampel yang menggunakan air PDAM untuk konsumsi dengan dilakukan perebusan terlebih dahulu. Untuk keperluan konsumsi, penduduk Kecamatan Lakarsantri dan Kecamatan Sambikerep kebanyakan menggunakan air galon. Pada umumnya, mereka menggunakan air galon bermerek untuk keperluan minum dan air galon isi ulang untuk keperluan memasak. Air PDAM lebih banyak digunakan untuk mandi, cuci dan keperluan lain selain konsumsi. Besarnya persentase jenis air yang digunakan untuk konsumsi dapat dilihat pada gambar 4.40.



Gambar 4.39 Biaya Pemakaian Air PDAM per Bulan



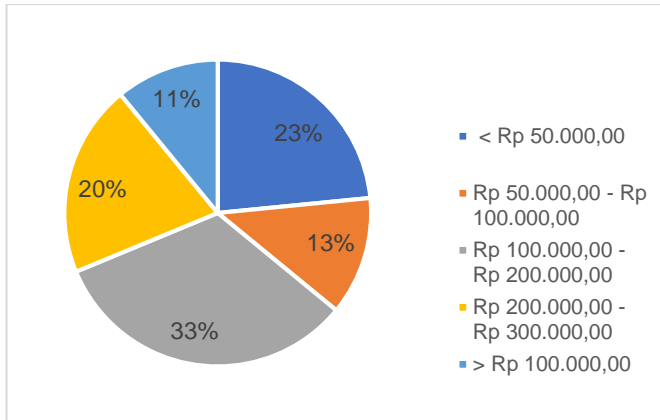
Gambar 4.40 Sumber Air untuk Konsumsi

Dalam penggunaan air konsumsi, penduduk Kecamatan Sambikerep dan Lakarsantri rata-rata mengeluarkan uang sebesar Rp175.781,25. Untuk mempermudah penyajian data, total pengeluaran untuk air konsumsi tiap bulannya dibagi menjadi beberapa bagian. Pembagian total pengeluaran untuk air konsumsi tiap bulannya dilakukan sebagai berikut.

- a. Kurang dari Rp50.000,00 per bulan
- b. Rp50.000,00 sampai Rp100.000,00 per bulan
- c. Rp100.000,00 sampai Rp200.000,00 per bulan
- d. Rp200.000,00 sampai Rp300.000,00 per bulan
- e. Lebih dari Rp300.000,00 per bulan

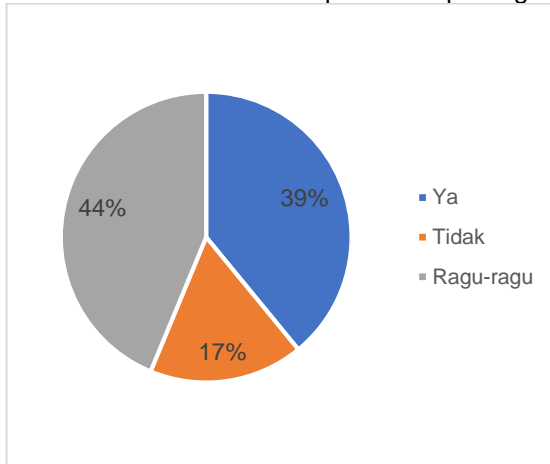
Secara umum, paling banyak penduduk Kecamatan Lakarsantri dan Sambikerep mengeluarkan uang sebesar Rp100.000,00 sampai Rp200.000,00 per bulan. Data persentase pengeluaran uang untuk air konsumsi dapat dilihat pada gambar 4.41.

Kesediaan penggunaan air Umbulan untuk konsumsi ditanyakan kepada masyarakat untuk mengetahui minat penggunaan air Umbulan untuk konsumsi. Sebelum ditanyakan kesediaan menggunakan air Umbulan untuk konsumsi, masyarakat dijelaskan mengenai air Umbulan secara umum terlebih dahulu.



Gambar 4.41 Pengeluaran Air untuk Konsumsi per Bulan

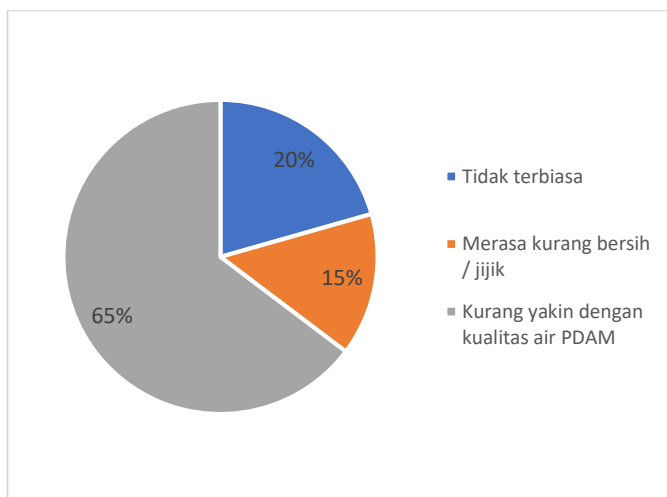
Penjelasan mengenai air Umbulan meliputi apa itu air Umbulan, asal air Umbulan serta kualitas air Umbulan yang siap konsumsi. Dari 64 orang sampel, sebanyak 25 orang bersedia menggunakan air Umbulan untuk konsumsi. Sebanyak 28 orang menjawab ragu-ragu. Sisanya, 11 orang menjawab tidak bersedia. Persentase kesediaan penggunaan air Umbulan untuk konsumsi dapat dilihat pada gambar 4.42.



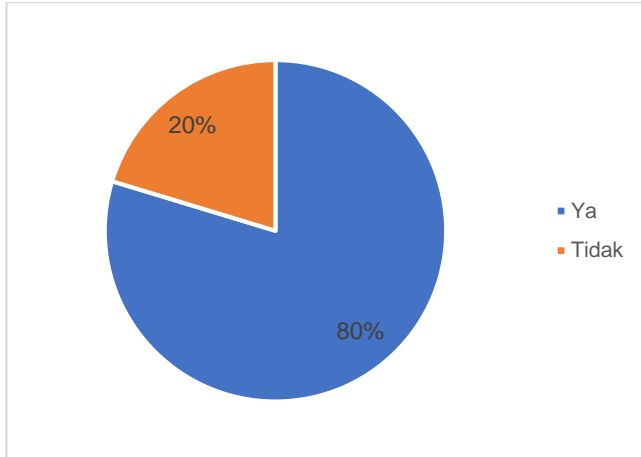
Gambar 4.42 Kesiapan untuk Menggunakan Air Umbulan untuk Konsumsi

Dari 34 orang yang menjawab tidak bersedia dan ragu-ragu, kebanyakan menjawab “kurang yakin dengan kualitas air PDAM” menjadi alasan. Kurang yakin dengan kualitas PDAM disebabkan karena sering keruhnya air PDAM yang keluar di rumah penduduk. Alasan tidak bersedia dan ragu-ragu dalam menggunakan air Umbulan untuk konsumsi dapat dilihat pada gambar 4.43.

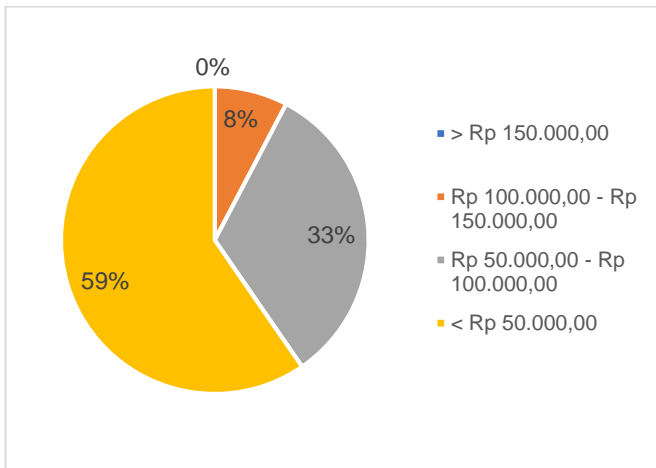
Harga air Umbulan yang dibeli PDAM Kota Surabaya lebih mahal dari ongkos produksi air PDAM Kota Surabaya. Untuk menutup kerugian yang ditimbulkan, PDAM Kota Surabaya dapat menaikkan harga jual air Umbulan. Ketersediaan untuk membayar lebih tinggi perbulan ditanyakan ke penduduk Kecamatan Lakarsantri dan Sambikerep. Sebanyak 51 orang menyatakan mau menerima kenaikan harga dari PDAM Kota Surabaya. Sedangkan sisanya, 13 orang tidak bersedia. Kenaikan harga kebanyakan ingin sebesar kurang dari Rp50.000,00 per bulan. Detail persentase ketersediaan membayar lebih dapat dilihat pada gambar 4.44. Detail persentase kenaikan harga dapat dilihat pada gambar 4.45.



Gambar 4.43 Alasan Tidak Mau atau Ragu-ragu Menggunakan Air Umbulan untuk Konsumsi



Gambar 4.44 Ketersediaan untuk Membayar Lebih



Gambar 4.45 Jumlah Kenaikan Harga per Bulan yang Disanggupi

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil kuesioner adalah sebagai berikut. Penduduk Kecamatan Lakarsantri dan Sambikerep masih ragu-ragu dalam menggunakan air Umbulan sebagai air konsumsi. Penduduk Kecamatan Lakarsantri merasa ragu-ragu karena tidak percaya pada kualitas air PDAM Kota Surabaya. Namun, apabila ada

kenaikan tarif akibat penggunaan air Umbulan, penduduk Kecamatan Lakarsantri dan Sambikerep bersedia untuk membayar lebih. Kesanggupan kenaikan harga adalah tidak lebih dari Rp50.000,00 per bulan.

Untuk membuat pelanggan PDAM di Kecamatan Lakarsantri dan Sambikerep bersedia menggunakan air Umbulan untuk konsumsi PDAM Kota Surabaya perlu melakukan sosialisasi. Sosialisasi dapat dilakukan dengan iklan layanan masyarakat maupun sosialisasi secara langsung. Untuk meyakinkan pelanggan bahwa air Umbulan dapat langsung dikonsumsi, PDAM Kota Surabaya dapat bekerja sama dengan dinas kesehatan Kota Surabaya. Dengan surat lolos uji kelayakan air minum dari dinas kesehatan Kota Surabaya, pelanggan dapat merasa lebih percaya terhadap kualitas air PDAM Kota Surabaya. Apabila perlu, PDAM Kota Surabaya juga dapat memberikan jaminan mutu dan keamanan dalam penggunaan air Umbulan untuk konsumsi.

4.5 Analisa Untung Rugi Biaya Air Umbulan

PDAM Kota Surabaya membeli air Umbulan dari PDAB Provinsi Jawa Timur. Dari hasil wawancara dengan pihak PDAM Kota Surabaya, harga pembelian air Umbulan belum dapat dipastikan. Menurut PDAM Kota Surabaya, harga air Umbulan maksimal sebesar Rp30.330,00 per m³ pada tahun 2019. Harga air Umbulan akan mengalami kenaikan harga sebesar 5,53% tiap tahunnya (Pemerintah Provinsi Jawa Timur, 2017).

PDAM Kota Surabaya membeli air Umbulan sebanyak 1000 L/detik. Untuk penggunaan air minum di Surabaya Barat, PDAM Kota Surabaya menggunakan air Umbulan sebanyak 500 L/detik. Perhitungan biaya pemakaian air Umbulan ini dilakukan hanya pada wilayah barat saja.

Jumlah pembelian air bersifat tetap, yaitu sebesar 500 L/detik tiap bulannya. Dengan pembelian sebesar 500 L/detik, maka banyaknya air Umbulan yang dibeli setiap bulan di Surabaya Barat adalah 1296000 m³. Dengan harga air Umbulan sebesar Rp3.300,00 per m³, maka biaya yang harus dibayarkan ke PDAB Provinsi Jawa Timur pada tahun 2019 adalah sebesar Rp4.924.800.000,00.

Jumlah pelanggan PDAM Kota Surabaya pada masing-masing sub zona dapat dilihat pada tabel 2.4. Total pelanggan PDAM Kota Surabaya yang akan menggunakan air Umbulan adalah sebanyak 64604 sambungan rumah. Dari hasil kuesioner, rata-rata tiap sambungan rumah membayar air PDAM sebesar Rp84.631,25 per bulan. Dengan mengalikan jumlah pelanggan dengan jumlah sambungan rumah, maka didapatkan rata-rata pemasukan PDAM Kota Surabaya tiap bulan. Total pemasukan PDAM Kota Surabaya adalah sebesar Rp5.467.517.275,00 per bulan.

Dengan mengurangi pemasukan PDAM dengan harga air Umbulan, dapat disimpulkan PDAM Kota Surabaya tidak akan mengalami kerugian pada tahun 2019. Namun, dengan kenaikan harga air Umbulan sebesar 5,53% tiap tahunnya, dengan pelanggan yang tetap PDAM Kota Surabaya akan mengalami kerugian. Dengan diasumsikan tidak ada pertambahan jumlah pelanggan PDAM Kota Surabaya pada daerah perencanaan, perhitungan kasar untung dan rugi PDAM Kota Surabaya dapat dilakukan sebagai berikut.

- Perhitungan pada tahun 2019 :
 - Pemasukan = Jumlah SR x Rata-rata bayar
 = 64604 x Rp84.631,25
 = Rp5.467.517.275,00
 - Pengeluaran = Harga air Umbulan x jumlah beli
 = Rp30.330,00 x 1296000 m³
 = Rp4.924.800.000,00
 - Selisih = Rp1.151.837.275,00

- Perhitungan pada tahun 2019 :
 - Pemasukan = Jumlah SR x Rata-rata bayar
 = 64604 x Rp84.631,25
 = Rp5.467.517.275,00
 - Selisih Harga = Harga tahun lalu x 5,53%
 = Rp30.330,00 x 5,53%
 = Rp183,98
 - Harga air = Harga tahun lalu + selisih harga
 = Rp30.330,00 + Rp183,98
 = Rp3.513,98
 - Pengeluaran = Harga air Umbulan x jumlah beli

$$\begin{aligned}
 &= \text{Rp}30.513,98 \times 1296000 \text{ m}^3 \\
 &= \text{Rp}4.554.121.320,00 \\
 \text{Selisih} &= \text{Rp}913.395.955,00
 \end{aligned}$$

Besar selisih antara pemasukan dan pengeluaran semakin mengecil. Selisih dapat dikumulatikan dan disimpan untuk menutup kerugian pada tahun selanjutnya. Hasil perhitungan untung-rugi biaya operasi air Umbulan di Surabaya Barat hingga tahun 2030 dapat dilihat pada tabel 4.30 dan tabel 4.31.

Berdasarkan hasil kuesioner pada yang telah dibahas pada sub bab 4.5, penduduk Kecamatan Lakarsantri dan Sambikerep bersedia untuk membayar lebih apabila diperlukan. Penduduk Kecamatan Lakarsantri dan Sambikerep menerima kenaikan harga maksimal Rp50.000,00 per bulan. Untuk menutup kerugian akibat penggunaan air Umbulan, PDAM Kota Surabaya dapat menaikkan harga air rata-rata sebesar 10% tiap dua tahun sekali. Kenaikan harga secara bertahap bertujuan untuk mempermudah adaptasi pelanggan dengan harga baru. Dengan kenaikan harga jual sebesar 10% per dua tahun, kenaikan harga tidak akan mencapai Rp50.000,00. Dengan cara yang sama, maka perhitungan untung-rugi dapat dilakukan. Hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel 4.32 dan tabel 4.33.

Dengan demikian, dapat disimpulkan tanpa mengalami kenaikan harga, PDAM Kota Surabaya akan mengalami kerugian pada tahun 2024. Sedangkan apabila meningkatkan rata-rata harga jual per sambungan rumah sebesar 10% per dua tahun, PDAM Kota Surabaya tidak akan mengalami kerugian sampai tahun 2030. Untuk lebih jelasnya, dapat dilihat grafik pada gambar 4.46 dan 4.47.

Tabel 4.38 Perhitungan Untung-rugi Air Umbulan Tahun 2019 - 2027

Tahun	2019	2020	2021
Tarif/m³	Rp 3.330,00	Rp 3.513,98	Rp 3.708,13
Pemasukan	Rp 5.467.517.275,00	Rp 5.467.517.275,00	Rp 5.467.517.275,00
Pengeluaran	Rp 4.315.680.000,00	Rp 4.554.121.320,00	Rp 4.805.736.522,93
Selisih	Rp 1.151.837.275,00	Rp 913.395.955,00	Rp 661.780.752,07
Kumulatif	Rp 1.151.837.275,00	Rp 2.065.233.230,00	Rp 2.727.013.982,07
Tahun	2022	2023	2024
Tarif/m³	Rp 3.913,00	Rp 4.129,20	Rp 4.357,34
Pemasukan	Rp 5.467.517.275,00	Rp 5.467.517.275,00	Rp 5.467.517.275,00
Pengeluaran	Rp 5.071.253.465,82	Rp 5.351.440.219,81	Rp 5.647.107.291,95
Selisih	Rp 396.263.809,18	Rp 116.077.055,19	-Rp 179.590.016,95
Kumulatif	Rp 3.123.277.791,25	Rp 3.239.354.846,44	Rp 3.059.764.829,49
Tahun	2025	2026	2027
Tarif/m³	Rp 4.598,08	Rp 4.852,12	Rp 5.120,20
Pemasukan	Rp 5.467.517.275,00	Rp 5.467.517.275,00	Rp 5.467.517.275,00
Pengeluaran	Rp 5.959.109.969,83	Rp 6.288.350.795,67	Rp 6.635.782.177,13
Selisih	-Rp 491.592.694,83	-Rp 820.833.520,67	-Rp 1.168.264.902,13
Kumulatif	Rp 2.568.172.134,65	Rp 1.747.338.613,99	Rp 579.073.711,86

Tabel 4.39 Perhitungan Untung-rugi Air Umbulan Tahun 2028 - 2030

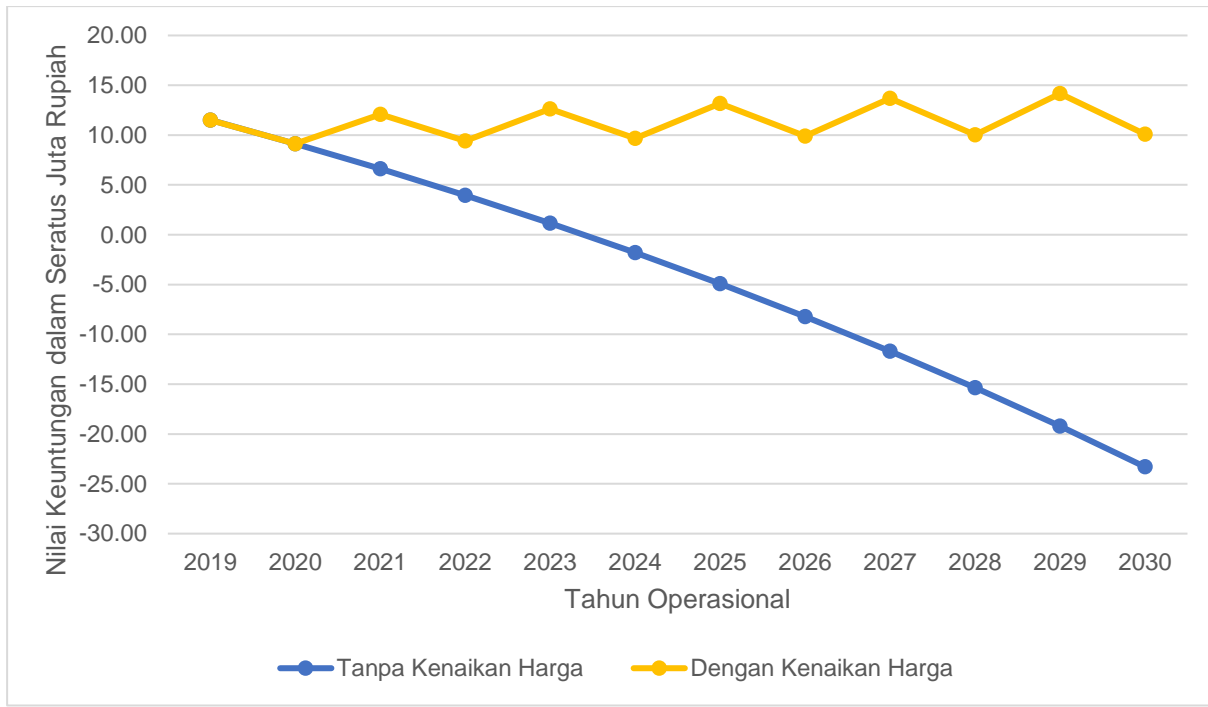
Tahun	2028	2029	2030
Tarif/m ³	Rp 5.403,09	Rp 5.701,61	Rp 6.016,63
Pemasukan	Rp 5.467.517.275,00	Rp 5.467.517.275,00	Rp 5.467.517.275,00
Pengeluaran	Rp 7.002.409.142,41	Rp 7.389.292.247,53	Rp 7.797.550.644,21
Selisih	-Rp 1.534.891.867,41	-Rp 1.921.774.972,53	-Rp 2.330.033.369,21
Kumulatif	-Rp 955.818.155,55	-Rp 2.877.593.128,09	-Rp 5.207.626.497,29

Tabel 4.40 Perhitungan Untung-rugi Air Umbulan Tahun 2019 - 2024 dengan Kenaikan Harga

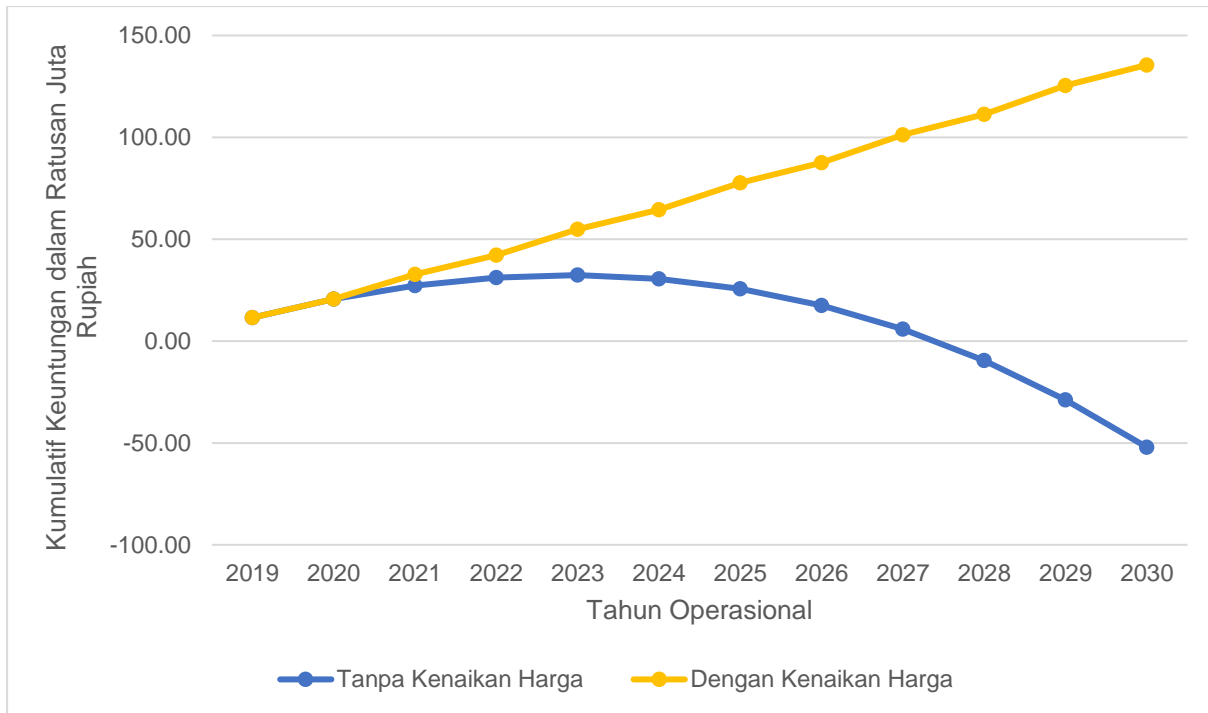
Tahun	2019	2020	2021
Tarif/m ³	Rp 3.330,00	Rp 3.513,98	Rp 3.708,13
Pemasukan	Rp 5.467.517.275,00	Rp 5.467.517.275,00	Rp 6.014.269.002,50
Pengeluaran	Rp 4.315.680.000,00	Rp 4.554.121.320,00	Rp 4.805.736.522,93
Selisih	Rp 1.151.837.275,00	Rp 913.395.955,00	Rp 1.208.532.479,57
Kumulatif	Rp 1.151.837.275,00	Rp 2.065.233.230,00	Rp 3.273.765.709,57
Tahun	2022	2023	2024
Tarif/m ³	Rp 3.913,00	Rp 4.129,20	Rp 4.357,34
Pemasukan	Rp 6.014.269.002,50	Rp 6.615.695.902,75	Rp 6.615.695.902,75
Pengeluaran	Rp 5.071.253.465,82	Rp 5.351.440.219,81	Rp 5.647.107.291,95
Selisih	Rp 943.015.536,68	Rp 1.264.255.682,94	Rp 968.588.610,80
Kumulatif	Rp 4.216.781.246,25	Rp 5.481.036.929,19	Rp 6.449.625.539,99

Tabel 4.41 Perhitungan Untung-rugi Air Umbulan Tahun 2025 - 2030 dengan Kenaikan Harga

Tahun	2025		2026		2027	
Tarif/m3	Rp	4.598,08	Rp	4.852,12	Rp	5.120,20
Pemasukan	Rp	7.277.265.493,03	Rp	7.277.265.493,03	Rp	8.004.992.042,33
Pengeluaran	Rp	5.959.109.969,83	Rp	6.288.350.795,67	Rp	6.635.782.177,13
Selisih	Rp	1.318.155.523,19	Rp	988.914.697,36	Rp	1.369.209.865,20
Kumulatif	Rp	7.767.781.063,18	Rp	8.756.695.760,54	Rp	10.125.905.625,74
Tahun	2028		2029		2030	
Tarif/m3	Rp	5.403,09	Rp	5.701,61	Rp	6.016,63
Pemasukan	Rp	8.004.992.042,33	Rp	8.805.491.246,56	Rp	8.805.491.246,56
Pengeluaran	Rp	7.002.409.142,41	Rp	7.389.292.247,53	Rp	7.797.550.644,21
Selisih	Rp	1.002.582.899,91	Rp	1.416.198.999,03	Rp	1.007.940.602,35
Kumulatif	Rp	11.128.488.525,65	Rp	12.544.687.524,68	Rp	13.552.628.127,03



Gambar 4.46 Keuntungan Operasional Air Umbulan Alas Malang



Gambar 4.47 Kumulatif Keuntungan Operasional Air Umbulan Alas Malang

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang bisa diambil dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Pada jaringan di 12 sub zona, didapatkan dua alternatif perubahan jaringan pipa. Alternatif pertama adalah mengisolasi pipa eksisting dan mengganti beberapa segmen pipa. Alternatif kedua adalah mengganti pipa dengan kualitas *food grade*. Kedua alternatif perencanaan pipa akan mempengaruhi pola aliran air di Surabaya Barat. Kedua alternatif harus dilakukan penggelontoran rutin pada beberapa segmen pipa untuk menjaga kualitas air Umbulan.
2. Masyarakat di Kecamatan Sambikerep dan Kecamatan Lakarsantri masih ragu-ragu untuk menggunakan air Umbulan sebagai air konsumsi. Kebanyakan, alasan yang diutarakan adalah tidak yakin dengan kualitas air PDAM.
3. Apabila tidak ada kenaikan harga jual air Umbulan, PDAM Kota Surabaya akan mengalami kerugian pada tahun 2024. Namun, apabila rata-rata harga penjualan air Umbulan pada tiap sambungan rumah naik sebesar 10% setiap dua tahun, PDAM Kota Surabaya tidak akan mengalami kerugian hingga tahun 2030.

5.2 Saran

Saran adalah masukan yang diberikan kepada pihak yang ingin melanjutkan penelitian ini. Saran yang diberikan penulis adalah sebagai berikut.

1. Perlu dilakukan analisis jaringan primer dan sekunder PDAM Kota Surabaya secara keseluruhan. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui efek perencanaan jaringan pada Kecamatan Sambikerep dan Kecamatan Lakarsantri pada seluruh jaringan di Kota Surabaya.

2. Perlu dilakukan pembuatan *detailed engineering design* (DED) dari perencanaan yang ada untuk mengetahui nilai *bill of quantity* dan anggaran biaya secara lengkap.
3. Perlu dilakukan pengkajian lebih lanjut untuk memutuskan alternatif perencanaan mana yang digunakan.
4. Perlu dilakukan pengkajian pemasukan dan pengeluaran air pada IPAM Karang Pilang untuk penyesuaian debit dan tekanan pompa distribusi.

BAB 6

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, D. V. (2007). *Analisa Kinerja Sistem Distribusi Air Bersih PDAM Kecamatan Banyumanik di Perumnas (Studi Kasus Perumnas Banyumanik Kel. Srandol Wetan)*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Anisha, G., Khumar, A., Kumar, J. A., & Raju, P. S. (2016). Analysis and Design of Water Distribution Network Using EPANET for Chirala Municipality in Prakasam District of Andhra Pradesh. *International Journal of Engineering and Applied Sciences (IJEAS)*, 53-60.
- Badan Pusat Statistik Kota Surabaya. (2017). *Kota Surabaya Dalam Angka 2017*. Surabaya: Badan Pusat Statistik Kota Surabaya.
- Badan Pusat Statistik Kota Surabaya. (2018). *Kecamatan Lakarsantri Dalam Angka 2018*. Surabaya: Badan Pusat Statistik Kota Surabaya.
- Badan Pusat Statistik Kota Surabaya. (2018). *Kecamatan Sambikerep Dalam Angka 2018*. Surabaya: Badan Pusat Statistik Kota Surabaya.
- Badan Standardisasi Nasional. (2011). *SNI 7511:2011 tentang Tata Cara Pemasangan Pipa Transmisi dan Pipa distribusi serta Bangunan Pelintas Pipa*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2012). *SNI 7828:2012 Tentang Kualitas Air - Pengambilan Contoh - Bagian 5: Pengambilan Contoh Air Minum dari Instalasi Pengolahan Air dan Sistem Jaringan Distribusi Perpipa-an*. Jakarta: BSI.
- Badan Standardisasi Nasional. (2003). *RSNI T-01-2003 tentang Tata Cara Perencanaan Plambing*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional Indonesia. (2011). *SNI 7509:2011 tentang Tata Cara Perencanaan Teknik Jaringan Distribusi dan Unit Pelayanan Sistem Penyediaan Air Minum*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.

- Bentley. (2017). *WaterCAD® CONNECT Edition Water Distribution Modelling and Management*. Exton: Bentley Systems.
- BPPSPAM. (2017). *Buku Kinerja PDAM 2017*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Departemen Kimpraswil. (2003). *Pedoman atau Petunjuk Teknik dan Manual: Air Minum Perkotaan Bagian : 6*. Jakarta: Batlibang.
- Deuerlein, J., Simpson, A., & Korth, A. (2014). Flushing Planner : A Tool for Planning and Optimization of Unidirectional Flushing. *Procedia Engineering* 70, 497 – 506.
- Info Surabaya. (2014, Febuari 16). *Peta Surabaya Lengkap Terbaru*. Diambil kembali dari Info Surabaya: <http://insurabaya.blogspot.com/2014/02/peta-surabaya.html>
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2010). *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 736 Tahun 2010 tentang Tata Laksana Pengawasan Kualitas Air Minum*. Jakarta.
- Kementerian Keuangan Republik Indoneisa. (2017, 07 21). *SPAM Umbulan Akan Pasok Air Bersih Untuk 1,3 Juta Warga Jatim*. Diambil kembali dari Kementerian Keuangan Republik Indoneisa: <https://www.kemenkeu.go.id/publikasi/berita/spam-umbulan-akan-pasok-air-bersih-untuk-1-3-juta-warga-jatim/>
- Mentri Kesehatan. (2017). *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air untuk Keperluan Higienie Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua, dan Pemandian Umum*. Jakarta.
- Mentri Pekerjaan Umum. (2007). *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 18 Tahun 2007 tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum*. Jakarta.
- Mentri Pekerjaan Umum. (2010). *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 14 Tahun 2010 tentang Petunjuk Teknis Standar Pelayanan Minimal Bidang Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang*. Jakarta.

- Menteri Pekerjaan Umum. (2012). *Rencana Pengamanan Air Minum (RPAM)*. Jakarta: Satuan Kerja Direktorat Pengembangan Air Minum.
- Menteri Pekerjaan Umum. (2013). *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 11 Tahun 2013 Tentang Pedoman Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum*. Jakarta.
- Menteri Pekerjaan Umum. (2016). *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 27 Tahun 2016 tentang Penyelenggaraan Sistem Penyediaan Air Minum*. Jakarta.
- PDAM Surya Sembada Kota Surabaya. (2016). *Hasil Pengujian Kualitas Air*. Diambil kembali dari PDAM Surya Sembada Kota Surabaya: https://www.pdam-sby.go.id/page.php?get=pengujian_kualitas_air&bhs=1
- Pemerintah Kota Surabaya. (2014). *Revisi Rencana Induk Sistem Penyediaan Air Minum (RISPAM)*. Surabaya: CV. Tri Mukti Andayani.
- Pemerintah Kota Surabaya. (2014). *Revisi Rencana Induk Sistem Penyediaan Air Minum (RISPAM) Kota Surabaya*. Surabaya: Pemerintah Kota Surabaya.
- Pemerintah Provinsi Jawa Timur. (2017). *Profil Proyek Kerjasama Pemerintah Swasta Sistem Penyediaan Air Minum Umbulan Provinsi Jatim*. Surabaya.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN I
KUISIONER PENDAPAT MASYARAKAT MENGENAI AIR
UMBULAN

Nama :

Nomor Rekening :

Alamat

• Kecamatan :

• Kelurahan :

Pewawancara :

Tanggal Wawancara :

1. Apakah Bapak/Ibu/Saudara merupakan pelanggan dari PDAM Surabaya?

- a. Ya
- b. Tidak

2. Termasuk kategori tarif berapakah rumah Bapak/Ibu/Saudara?(kategori terlampir)

- a. 2A
- b. 3A
- c. 3C
- d. 4A
- e. 4B

3. Berapa rekening air PDAM yang harus dibayarkan dalam setiap bulan?

Rp..... per bulan.

4. Untuk kebutuhan air minum (konsumsi), Bapak/Ibu/Saudara menggunakan air apa?

- a. Air PDAM tanpa diolah
- b. Air PDAM dengan pengolahan (direbus / menggunakan alat khusus)
- c. Air galon
- d. Lainnya (Isi jawaban Bapak/Ibu dengan singkat di bawah)

.....
.....
.....

5. Berapa biaya yang dikeluarkan untuk air konsumsi (galon, isi ulang dsb.) dalam setiap bulan?
Rp..... per bulan.
6. Apabila air PDAM menggunakan air Umbulan, apakah Bapak/Ibu/Saudara akan menggunakan air PDAM sebagai air minum?
 - a. Ya
 - b. Tidak
 - c. Ragu-ragu
7. Bila jawaban pertanyaan nomor empat adalah “TIDAK/RAGU-RAGU”, mengapa Bapak/Ibu tidak yakin untuk menggunakan langsung air PDAM sebagai air minum?
 - a. Tidak terbiasa
 - b. Merasa kurang bersih / jijik
 - c. Kurang yakin dengan kualitas air PDAM
 - d. Lainnya (Isi jawaban Bapak/Ibu dengan singkat di bawah)

.....

.....

.....
8. Apabila air PDAM Kota Surabaya memiliki kualitas air siap minum di pelanggan, apakah Bapak/Ibu bersedia membayar lebih?
 - a. Ya
 - b. Tidak
9. Berapa kenaikan air per bulan yang Bapak/Ibu/Saudara bersedia bayarkan?
 - a. > Rp150.000,00
 - b. Rp100.000,00 – Rp150.000,00
 - c. Rp50.000,00 – Rp100.000,00
 - d. < Rp50.000,00

LAMPIRAN II KLASIFIKASI PELANGGAN

Kategori	Klasifikasi
2A	<p>Rumah yang memenuhi semua kriteria berikut.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Di depannya terdapat jalan dengan lebar termasuk saluran/got dan berm <3 meter 2. Daya listrik terpasang <1300 VA 3. Nilai jual Obyek Pajak (NJOP) kurang dari lima puluh juta rupiah 4. Luas bangunan <36 m²
3A	<p>Rumah yang tidak memenuhi kategori 3C, 4A dan 4B serta memenuhi salah satu kriteria berikut.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Di depannya terdapat jalan dengan lebar termasuk saluran/got dan berm ≥ 3 meter akan tetapi < 5 meter 2. Daya listrik terpasang <1300 VA 3. Nilai jual Obyek Pajak (NJOP) ≥ 50 juta rupiah akan tetapi < 150 juta rupiah 4. Luas bangunan <120 m²
3C	<p>Rumah yang memenuhi salah satu kriteria berikut.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Di depannya terdapat jalan protocol, jalan utama, jalan lainnya dengan nilai ekonomis tinggi 2. Di depannya terdapat jalan dengan lebar termasuk saluran/got dan berm ≥15 meter 3. Daya listrik terpasang ≥4400 VA 4. Nilai jual Obyek Pajak (NJOP) ≥ 500 juta rupiah 5. Luas bangunan <300 m²
4A	<ul style="list-style-type: none"> • Rumah susun milik dengan penjualan non curah. • Rumah yang tidak memenuhi kategori 3C dan 4B, serta memenuhi salah satu kriteria berikut. <ol style="list-style-type: none"> 1. Di depannya terdapat jalan dengan lebar termasuk saluran/got dan berm ≥ 5 meter akan tetapi < 6,5 meter 2. Daya listrik terpasang ≥1300 VA akan tetapi <2200 VA 3. Nilai jual Obyek Pajak (NJOP) ≥ 150 juta rupiah akan tetapi < 250 juta rupiah 4. Luas bangunan <200 m²

Kategori	Klasifikasi
4B	<ul style="list-style-type: none"> • Apartemen milik • Rumah yang yang tidak memenuhi kategori 3C serta memenuhi salah satu kriteria berikut. <ol style="list-style-type: none"> 1. Di depannya terdapat jalan dengan lebar termasuk saluran/got dan berm $\geq 6,5$ meter akan tetapi < 15 meter 2. Daya listrik terpasang ≥ 2200 VA akan tetapi < 4400 VA 3. Nilai jual Obyek Pajak (NJOP) ≥ 250 juta rupiah akan tetapi < 500 juta rupiah 4. Luas bangunan ≥ 200 m² akan tetapi < 300 m²

LAMPIRAN III
PEMAKAIAN AIR SAMPEL PELANGGAN

No. Pelanggan	Januari 2019 (m³)	Februari 2019 (m³)	Maret 2019 (m³)	Rata-rata (m³/bulan)
2171947	20	20	20	20
2172852	64	60	43	55,666667
2170446	10	13	15	12,666667
2172354	4	3	4	3,666667
2171951	34	35	25	31,333333
2170808	46	47	41	44,666667
2173156	9	0	0	3
2172687	14	16	16	15,333333
2171591	35	36	42	37,666667
2172891	99	95	42	78,666667
2173272	43	39	31	37,666667
2170153	29	23	31	27,666667
2171861	16	17	18	17
2203423	6	4	4	4,666667
2202094	19	15	18	17,333333
2200628	17	17	17	17
2202645	31	39	26	32
2203197	25	33	33	30,333333
2202605	9	10	9	9,333333
2203415	3	5	4	4
2203925	29	27	33	29,666667
2200910	26	32	32	30
2200120	20	38	30	29,333333
2201338	13	11	11	11,666667
2202942	44	44	37	41,666667
2230142	6	5	8	6,333333
2230099	38	38	40	38,666667
2230646	9	11	7	9
2230008	24	20	29	24,333333
2230001	65	62	48	58,333333
2232794	3	3	15	7
2230950	16	15	19	16,666667

No. Pelanggan	Januari 2019 (m ³)	Februari 2019 (m ³)	Maret 2019 (m ³)	Rata-rata (m ³ /bulan)
2230034	39	39	39	39
2230502	7	9	8	8
2232946	23	24	22	23
2230021	59	74	11	48
2230017	37	34	29	33,333333
2232817	24	23	21	22,666667
2230125	15	19	18	17,333333
2251687	22	24	15	20,333333
2252013	14	11	14	13
2250835	32	23	23	26
2251288	9	27	1	12,333333
2251444	0	0	36	12
2251611	39	42	60	47
2252665	12	13	12	12,333333
2251040	44	27	29	33,333333
2252961	42	46	49	45,666667
2252341	44	48	44	45,333333
2251311	21	24	31	25,333333
2250388	66	65	72	67,666667
2251481	10	13	11	11,333333
Rata-rata (m³/bulan)				26,25641

LAMPIRAN IV
HASIL SIMULASI WATERCAD®

Tabel 1 Data *Junction* pada Analisis Daerah Perencanaan Sebelum Penambahan Pompa dan Penggantian Pipa

Label	Elevasi (m)	Zona	Kebutuhan Air (L/s)	Head (m H₂O)
J-29	17,14	532	7,7	-35
J-40	6,44	520	6	-27
J-47	10,74	520	6	-31
J-95	7,59	520	6	-28
J-97	6,84	520	6	-27
J-33	10	516	10	-30
J-34	9,8	516	10	-30
J-35	10,03	516	10	-30
J-36	14,86	516	10	-35
J-37	12,17	516	3,3	-32
J-56	15	516	10	-36
J-66	27,86	540	10	-10
J-69	20,02	540	10	-2
J-76	30	540	18	-12
J-77	30,05	540	2,5	-12
J-80	24,89	540	2	-7
J-82	18,75	541	5	-1
J-84	31,18	541	10	-16
J-86	26,5	541	10	-12
J-88	21,62	541	5	-8
J-91	17,55	541	4,5	-4
J-51	12,62	533	4,4	-33
J-53	8,77	533	4,4	-26
J-1	21,34	534	2,2	0

Label	Elevasi (m)	Zona	Kebutuhan Air (L/s)	Head (m H₂O)
J-3	24,99	534	10	-8
J-107	26,18	534	12	-16
J-13	25	535	2	-22
J-18	20,73	535	20	-26
J-22	14,98	535	5	-25
J-23	15,82	535	5	-27
J-24	14,99	535	5	-26
J-25	12,95	535	5	-26
J-26	14,99	535	5	-30
J-20	17,14	536	2,6	-24
J-28	14,26	537	10	-32
J-32	12,16	537	10	-32
J-54	15	537	10	-36
J-61	22,75	537	10	-4
J-99	19,85	537	5	-37
J-101	16,3	537	5	-34
J-102	16,82	537	5	-34
J-12	20	538	5	-15
J-17	20,05	538	5	-23
J-19	14,66	538	10	-22
J-6	22,02	539	0,3	-11
J-8	27,87	539	0,4	-19
J-9	25	539	0,1	-10
J-2	20,31	<None>	0	1
J-4	24,99	<None>	0	-12
J-5	20,04	<None>	0	-8
J-7	25,02	<None>	0	-17
J-10	20,02	<None>	0	-13

Label	Elevasi (m)	Zona	Kebutuhan Air (L/s)	Head (m H2O)
J-11	20	<None>	0	-14
J-14	25	<None>	0	-24
J-15	20	<None>	0	-20
J-16	20	<None>	0	-21
J-21	12,52	<None>	0	-22
J-27	11,63	<None>	0	-28
J-30	14,99	<None>	0	-34
J-38	12,07	<None>	0	-32
J-39	12,22	<None>	0	-32
J-41	14,71	<None>	0	-35
J-42	10,02	<None>	0	-30
J-43	9,77	<None>	0	-30
J-44	10	<None>	0	-30
J-46	12,7	<None>	0	-33
J-48	15,04	<None>	0	-35
J-49	16,98	<None>	0	-37
J-50	14,13	<None>	0	-34
J-52	10,02	<None>	0	-28
J-55	16,66	<None>	0	-37
J-57	15	<None>	0	-36
J-58	15,06	<None>	0	-36
J-59	17,8	<None>	0	-39
J-60	20	<None>	0	-41
J-62	24,99	<None>	0	-6
J-63	27,77	<None>	0	-9
J-64	30,01	<None>	0	-12
J-65	29,21	<None>	0	-11
J-67	24,91	<None>	0	-7

Label	Elevasi (m)	Zona	Kebutuhan Air (L/s)	Head (m H ₂ O)
J-68	22,29	<None>	0	-4
J-70	20	<None>	0	-2
J-71	20	<None>	0	-2
J-72	22,35	<None>	0	-4
J-73	24,98	<None>	0	-7
J-74	26,65	<None>	0	-9
J-75	30	<None>	0	-12
J-78	31,31	<None>	0	-13
J-79	29,99	<None>	0	-12
J-81	19,99	<None>	0	-2
J-83	30,39	<None>	0	-12
J-85	29,95	<None>	0	-15
J-87	24,95	<None>	0	-11
J-89	20	<None>	0	-7
J-90	18,31	<None>	0	-5
J-93	22,18	<None>	0	-44
J-96	10,82	<None>	0	-31
J-98	12,01	<None>	0	-29
J-104	22,65	<None>	0	0
J-108	11,82	<None>	0	-32
J-111	23,02	<None>	0	0

Tabel 2 Data Pipa pada analisis daerah perencanaan setelah sebelum Penambahan Pompa dan Penggantian Pipa

Label	Panjang (m)	Node Awal	Node Akhir	Diameter (mm)	Bahan	Flow (L/s)	Kecepatan (m/s)	Head-loss Gradient (m/km)
P-50	785	J-52	J-53	500	Baja	4,4	0,02	0,002
P-1	283	J-1	J-2	450	Baja	-2,2	0,01	0,001

Label	Panjang (m)	Node Awal	Node Akhir	Diameter (mm)	Bahan	Flow (L/s)	Kecepatan (m/s)	Head-loss Gradient (m/km)
P-2	468	J-2	J-3	450	Baja	318,2	2	7.609
P-3	287	J-3	J-9	450	Baja	308,2	1,94	7.172
P-4	313	J-9	J-4	450	Baja	308,1	1,94	7.168
P-5	156	J-4	J-5	450	Baja	308,1	1,94	7.168
P-6	148	J-5	J-6	450	Baja	308,1	1,94	7.168
P-8	184	J-8	J-7	450	Baja	295,4	1,86	6.630
P-10	191	J-11	J-12	450	Baja	295,4	1,86	6.630
P-11	224	J-12	J-13	450	Baja	290,4	1,83	6.424
P-12	352	J-13	J-14	450	Baja	288,4	1,81	6.342
P-13	181	J-14	J-15	450	Baja	288,4	1,81	6.342
P-14	144	J-15	J-16	450	Baja	288,4	1,81	6.342
P-15	268	J-16	J-17	450	Baja	288,4	1,81	6.342
P-16	464	J-17	J-18	450	Baja	283,4	1,78	6.140
P-17	332	J-18	J-19	450	Baja	263,4	1,66	5.362
P-19	381	J-19	J-21	450	Baja	250,8	1,58	4.895
P-20	202	J-21	J-22	450	Baja	250,8	1,58	4.895
P-21	146	J-22	J-23	450	Baja	245,8	1,55	4.716
P-22	137	J-23	J-24	450	Baja	240,8	1,51	4.540
P-23	454	J-24	J-25	450	Baja	235,8	1,48	4.367
P-24	393	J-25	J-26	450	Baja	230,8	1,45	4.197
P-25	390	J-26	J-27	450	Baja	225,8	1,42	4.030
P-27	251	J-28	J-29	450	Baja	196,4	1,23	3.113
P-28	252	J-29	J-30	450	Baja	188,7	1,19	2.890
P-30	341	J-30	J-32	450	Baja	188,7	1,19	2.890
P-31	162	J-32	J-33	450	Baja	43,3	0,27	0,189
P-32	49	J-33	J-34	450	Baja	33,3	0,21	0,116
P-33	66	J-34	J-35	450	Baja	23,3	0,15	0,06
P-34	506	J-35	J-36	450	Baja	13,3	0,08	0,021
P-35	631	J-36	J-37	450	Baja	3,3	0,02	0,002
P-51	565	J-32	J-54	450	Baja	107	0,67	1.011
P-52	211	J-54	J-55	450	Baja	97	0,61	0,843
P-53	195	J-55	J-56	450	Baja	97	0,61	0,843
P-54	280	J-56	J-57	450	Baja	87	0,55	0,689
P-55	165	J-57	J-58	450	Baja	87	0,55	0,689

Label	Panjang (m)	Node Awal	Node Akhir	Diameter (mm)	Bahan	Flow (L/s)	Kecepatan (m/s)	Head-loss Gradient (m/km)
P-56	91	J-58	J-59	450	Baja	87	0,55	0,689
P-57	73	J-59	J-60	450	Baja	87	0,55	0,689
P-59	136	J-61	J-62	450	Baja	77	0,48	0,55
P-60	109	J-62	J-63	450	Baja	77	0,48	0,55
P-61	89	J-63	J-64	450	Baja	77	0,48	0,55
P-62	559	J-64	J-65	450	Baja	77	0,48	0,55
P-63	232	J-65	J-66	450	Baja	38	0,24	0,149
P-64	256	J-66	J-67	450	Baja	28	0,18	0,084
P-65	73	J-67	J-68	450	Baja	28	0,18	0,084
P-66	59	J-68	J-69	450	Baja	28	0,18	0,084
P-67	126	J-69	J-70	450	Baja	18	0,11	0,037
P-68	146	J-70	J-71	450	Baja	18	0,11	0,037
P-69	61	J-71	J-72	450	Baja	18	0,11	0,037
P-70	60	J-72	J-73	450	Baja	18	0,11	0,037
P-71	286	J-73	J-74	450	Baja	18	0,11	0,037
P-72	212	J-74	J-75	450	Baja	18	0,11	0,037
P-73	129	J-75	J-76	450	Baja	18	0,11	0,037
P-74	379	J-65	J-77	450	Baja	39	0,25	0,156
P-75	280	J-77	J-78	450	Baja	36,5	0,23	0,138
P-77	643	J-79	J-80	450	Baja	7	0,04	0,006
P-78	724	J-80	J-81	450	Baja	5	0,03	0,003
P-79	87	J-81	J-82	450	Baja	5	0,03	0,003
P-80	56	J-78	J-83	450	Baja	36,5	0,23	0,138
P-81	41	J-83	J-79	450	Baja	7	0,04	0,006
P-90	144	J-60	J-93	450	Baja	87	0,55	0,689
P-92	25	J-93	Paku-won 1	450	Baja	21,8	0,14	0,053
P-93	26	Paku-won 1	J-61	450	Baja	21,8	0,14	0,053
P-94	27	J-93	Paku-won 2	450	Baja	21,8	0,14	0,053
P-95	27	Paku-won 2	J-61	450	Baja	21,8	0,14	0,053
P-97	29	J-93	Paku-won 3	450	Baja	21,7	0,14	0,053

Label	Panjang (m)	Node Awal	Node Akhir	Diameter (mm)	Bahan	Flow (L/s)	Kecepatan (m/s)	Head-loss Gradient (m/km)
P-98	28	Paku-won 3	J-61	450	Baja	21,7	0,14	0,053
P-99	31	J-93	Paku-won 4	450	Baja	21,7	0,14	0,053
P-100	29	Paku-won 4	J-61	450	Baja	21,7	0,14	0,053
P-105	68	J-27	J-98	450	Baja	225,8	1,42	4.030
P-106	158	J-98	J-28	450	Baja	210,8	1,33	3.548
P-111	23	J-93	TCV-1	450	Baja	0	0	0
P-112	24	TCV-1	J-61	450	Baja	0	0	0
P-116	257	J-104	J-2	450	Baja	320,4	2,01	7.706
P-118	132	J-6	J-107	450	Baja	307,8	1,94	7.155
P-119	112	J-107	J-8	450	Baja	295,8	1,86	6.647
P-120	157	J-11	J-10	450	Baja	- 295,4	1,86	6.630
P-121	159	J-10	J-7	450	Baja	- 295,4	1,86	6.630
P-128	5	Alas Malang	J-111	450	Baja	0	0	0
P-129	45	J-111	J-104	450	Baja	320,4	2,01	0,773
P-131	11	R-1	Alas Malang	450	Baja	0	0	0
P-132	16	J-111	R-1	450	Baja	- 320,4	2,01	7.706
P-36	228	J-38	J-39	300	PVC	0	0	0
P-38	404	J-39	J-41	300	PVC	-6	0,08	0,027
P-40	75	J-42	J-43	300	PVC	-12	0,17	0,097
P-41	57	J-43	J-44	300	PVC	-18	0,25	0,206
P-44	131	J-46	J-47	300	PVC	6	0,08	0,027
P-45	274	J-46	J-48	300	PVC	4,4	0,06	0,015

Label	Panjang (m)	Node Awal	Node Akhir	Diameter (mm)	Bahan	Flow (L/s)	Kecepatan (m/s)	Head-loss Gradient (m/km)
P-46	241	J-48	J-49	300	PVC	4,4	0,06	0,015
P-47	253	J-49	J-50	300	PVC	4,4	0,06	0,015
P-48	95	J-50	J-51	300	PVC	4,4	0,06	0,015
P-102	404	J-41	J-96	300	PVC	-6	0,08	0,027
P-103	85	J-96	J-42	300	PVC	-12	0,17	0,097
P-122	161	J-44	J-108	300	PVC	-18	0,25	0,206
P-123	78	J-108	J-46	300	PVC	10,4	0,15	0,075
P-124	4	J-32	J-108	300	PVC	28,4	0,4	0,479
P-18	356	J-19	J-20	200	PVC	2,6	0,08	0,042
P-37	698	J-39	J-40	200	PVC	6	0,19	0,194
P-49	250	J-28	J-52	200	PVC	4,4	0,14	0,109
P-82	721	J-83	J-84	200	PVC	29,5	0,94	3.704
P-83	81	J-84	J-85	200	PVC	19,5	0,62	1.721
P-84	490	J-85	J-86	200	PVC	19,5	0,62	1.721
P-89	75	J-90	J-91	200	PVC	4,5	0,14	0,114
P-101	402	J-43	J-95	200	PVC	6	0,19	0,194
P-104	388	J-96	J-97	200	PVC	6	0,19	0,194
P-108	480	J-98	J-101	200	PVC	15	0,48	1.059
P-109	108	J-101	J-99	200	PVC	5	0,16	0,138
P-110	142	J-101	J-102	200	PVC	5	0,16	0,138
P-85	225	J-86	J-87	150	PVC	9,5	0,54	1.845
P-86	335	J-87	J-88	150	PVC	9,5	0,54	1.845
P-87	165	J-88	J-89	150	PVC	4,5	0,25	0,462
P-88	160	J-89	J-90	150	PVC	4,5	0,25	0,462

Tabel 3 Data Pompa pada Analisis Daerah Perencanaan Sebelum Penambahan Pompa dan Penggantian Pipa

Label	Elevasi (m)	Jenis Pompa	Status	Flow (Total) (L/s)	Pump Head (m)
Pakuwon 1	22,39	Grundfos NK65x200	On	21,8	40,12
Pakuwon 2	22,35	Grundfos NK65x200	On	21,8	40,12
Pakuwon 3	22,31	Grundfos NK65x200	On	21,7	40,12
Pakuwon 4	22,28	Grundfos NK65x200	On	21,7	40,12

Tabel 4 Data *Junction* pada Analisis Daerah Perencanaan Sesudah Penambahan Pompa dan Penggantian Pipa

Label	Elevasi (m)	Zona	Kebutuhan Air (L/s)	Head (m H ₂ O)
J-29	17,14	532	7,7	23
J-40	6,44	520	6	32
J-47	10,74	520	6	28
J-95	7,59	520	6	31
J-97	6,84	520	6	32
J-33	10	516	10	28
J-34	9,8	516	10	29
J-35	10,03	516	10	28
J-36	14,86	516	10	24
J-37	12,17	516	3,3	26
J-56	15	516	10	23
J-66	27,86	540	10	28
J-69	20,02	540	10	35
J-76	30	540	18	25
J-77	30,05	540	2,5	25
J-80	24,89	540	2	30
J-82	18,75	541	5	37
J-84	31,18	541	10	22
J-86	26,5	541	10	25
J-88	21,62	541	5	29
J-91	17,55	541	4,5	33
J-51	12,62	533	4,4	26

Label	Elevasi (m)	Zona	Kebutuhan Air (L/s)	Head (m H ₂ O)
J-53	8,77	533	4,4	32
J-1	21,34	534	2,2	41
J-3	24,99	534	10	36
J-107	26,18	534	12	32
J-13	25	535	2	31
J-18	20,73	535	20	31
J-22	14,98	535	5	33
J-23	15,82	535	5	32
J-24	14,99	535	5	32
J-25	12,95	535	5	32
J-26	14,99	535	5	28
J-20	17,14	536	2,6	34
J-28	14,26	537	10	27
J-32	12,16	537	10	26
J-54	15	537	10	23
J-61	22,75	537	10	33
J-99	19,85	537	5	21
J-101	16,3	537	5	25
J-102	16,82	537	5	24
J-12	20	538	5	36
J-17	20,05	538	5	33
J-19	14,66	538	10	37
J-6	22,02	539	0,3	37
J-8	27,87	539	0,4	30
J-9	25	539	0,1	35
J-2	20,31	<None>	0	42
J-4	24,99	<None>	0	35
J-5	20,04	<None>	0	39
J-7	25,02	<None>	0	32
J-10	20,02	<None>	0	37
J-11	20	<None>	0	37
J-14	25	<None>	0	30
J-15	20	<None>	0	34
J-16	20	<None>	0	34
J-21	12,52	<None>	0	37
J-27	11,63	<None>	0	30

Label	Elevasi (m)	Zona	Kebutuhan Air (L/s)	Head (m H ₂ O)
J-30	14,99	<None>	0	25
J-38	12,07	<None>	0	26
J-39	12,22	<None>	0	26
J-41	14,71	<None>	0	24
J-42	10,02	<None>	0	28
J-43	9,77	<None>	0	29
J-44	10	<None>	0	28
J-46	12,7	<None>	0	26
J-48	15,04	<None>	0	23
J-49	16,98	<None>	0	22
J-50	14,13	<None>	0	24
J-52	10,02	<None>	0	31
J-55	16,66	<None>	0	21
J-57	15	<None>	0	22
J-58	15,06	<None>	0	22
J-59	17,8	<None>	0	19
J-60	20	<None>	0	17
J-62	24,99	<None>	0	31
J-63	27,77	<None>	0	28
J-64	30,01	<None>	0	26
J-65	29,21	<None>	0	26
J-67	24,91	<None>	0	31
J-68	22,29	<None>	0	33
J-70	20	<None>	0	35
J-71	20	<None>	0	35
J-72	22,35	<None>	0	33
J-73	24,98	<None>	0	30
J-74	26,65	<None>	0	29
J-75	30	<None>	0	25
J-78	31,31	<None>	0	24
J-79	29,99	<None>	0	25
J-81	19,99	<None>	0	35
J-83	30,39	<None>	0	25
J-85	29,95	<None>	0	23
J-87	24,95	<None>	0	26
J-89	20	<None>	0	31

Label	Elevasi (m)	Zona	Kebutuhan Air (L/s)	Head (m H ₂ O)
J-90	18,31	<None>	0	32
J-93	22,18	<None>	0	15
J-96	10,82	<None>	0	28
J-98	12,01	<None>	0	30
J-104	22,65	<None>	0	42
J-108	11,82	<None>	0	27
J-111	23,02	<None>	0	42

Tabel 5 Data Pipa pada Analisis Daerah Perencanaan Setelah Penambahan Pompa dan Penggantian Pipa

Label	Panjang (m)	Node Awal	Node Akhir	Dia-meter (mm)	Bahan	Flow (L/s)	Kecepatan (m/s)	Headloss Gradient (m/km)
P-2	468	J-2	J-3	500	HDPE	318,2	1,62	3.100
P-3	287	J-3	J-9	500	HDPE	308,2	1,57	2.922
P-4	313	J-9	J-4	500	HDPE	308,1	1,57	2.921
P-5	156	J-4	J-5	500	HDPE	308,1	1,57	2.921
P-6	148	J-5	J-6	500	HDPE	308,1	1,57	2.921
P-8	184	J-8	J-7	500	HDPE	295,4	1,5	2.702
P-10	191	J-11	J-12	500	HDPE	295,4	1,5	2.702
P-11	224	J-12	J-13	500	HDPE	290,4	1,48	2.618
P-12	352	J-13	J-14	500	HDPE	288,4	1,47	2.584
P-13	181	J-14	J-15	500	HDPE	288,4	1,47	2.584
P-14	144	J-15	J-16	500	HDPE	288,4	1,47	2.584
P-15	268	J-16	J-17	500	HDPE	288,4	1,47	2.584
P-16	464	J-17	J-18	500	HDPE	283,4	1,44	2.502
P-17	332	J-18	J-19	500	HDPE	263,4	1,34	2.185
P-50	785	J-52	J-53	500	Baja	4,4	0,02	0,002
P-118	132	J-6	J-107	500	HDPE	307,8	1,57	2.915
P-119	112	J-107	J-8	500	HDPE	295,8	1,51	2.708
P-120	157	J-11	J-10	500	HDPE	0	1,5	2.702
P-121	159	J-10	J-7	500	HDPE	0	1,5	2.702
P-1	283	J-1	J-2	450	Baja	0	0,01	0,001

Label	Panjang (m)	Node Awal	Node Akhir	Dia-meter (mm)	Bahan	Flow (L/s)	Kecepatan (m/s)	Headloss Gradient (m/km)
P-19	381	J-19	J-21	450	Baja	250,8	1,58	4.895
P-20	202	J-21	J-22	450	Baja	250,8	1,58	4.895
P-21	146	J-22	J-23	450	Baja	245,8	1,55	4.716
P-22	137	J-23	J-24	450	Baja	240,8	1,51	4.540
P-23	454	J-24	J-25	450	Baja	235,8	1,48	4.367
P-24	393	J-25	J-26	450	Baja	230,8	1,45	4.197
P-25	390	J-26	J-27	450	Baja	225,8	1,42	4.030
P-27	251	J-28	J-29	450	Baja	196,4	1,23	3.113
P-28	252	J-29	J-30	450	Baja	188,7	1,19	2.890
P-30	341	J-30	J-32	450	Baja	188,7	1,19	2.890
P-31	162	J-32	J-33	450	Baja	43,3	0,27	0,189
P-32	49	J-33	J-34	450	Baja	33,3	0,21	0,116
P-33	66	J-34	J-35	450	Baja	23,3	0,15	0,06
P-34	506	J-35	J-36	450	Baja	13,3	0,08	0,021
P-35	631	J-36	J-37	450	Baja	3,3	0,02	0,002
P-51	565	J-32	J-54	450	Baja	107	0,67	1.011
P-52	211	J-54	J-55	450	Baja	97	0,61	0,843
P-53	195	J-55	J-56	450	Baja	97	0,61	0,843
P-54	280	J-56	J-57	450	Baja	87	0,55	0,689
P-55	165	J-57	J-58	450	Baja	87	0,55	0,689
P-56	91	J-58	J-59	450	Baja	87	0,55	0,689
P-57	73	J-59	J-60	450	Baja	87	0,55	0,689
P-59	136	J-61	J-62	450	Baja	77	0,48	0,55
P-60	109	J-62	J-63	450	Baja	77	0,48	0,55
P-61	89	J-63	J-64	450	Baja	77	0,48	0,55
P-62	559	J-64	J-65	450	Baja	77	0,48	0,55
P-63	232	J-65	J-66	450	Baja	38	0,24	0,149
P-64	256	J-66	J-67	450	Baja	28	0,18	0,084
P-65	73	J-67	J-68	450	Baja	28	0,18	0,084
P-66	59	J-68	J-69	450	Baja	28	0,18	0,084
P-67	126	J-69	J-70	450	Baja	18	0,11	0,037
P-68	146	J-70	J-71	450	Baja	18	0,11	0,037
P-69	61	J-71	J-72	450	Baja	18	0,11	0,037
P-70	60	J-72	J-73	450	Baja	18	0,11	0,037
P-71	286	J-73	J-74	450	Baja	18	0,11	0,037

Label	Panjang (m)	Node Awal	Node Akhir	Diameter (mm)	Bahan	Flow (L/s)	Kecepatan (m/s)	Headloss Gradient (m/km)
P-72	212	J-74	J-75	450	Baja	18	0,11	0,037
P-73	129	J-75	J-76	450	Baja	18	0,11	0,037
P-74	379	J-65	J-77	450	Baja	39	0,25	0,156
P-75	280	J-77	J-78	450	Baja	36,5	0,23	0,138
P-77	643	J-79	J-80	450	Baja	7	0,04	0,006
P-78	724	J-80	J-81	450	Baja	5	0,03	0,003
P-79	87	J-81	J-82	450	Baja	5	0,03	0,003
P-80	56	J-78	J-83	450	Baja	36,5	0,23	0,138
P-81	41	J-83	J-79	450	Baja	7	0,04	0,006
P-90	144	J-60	J-93	450	Baja	87	0,55	0,689
P-92	25	J-93	PMP-1	450	Baja	0	0	0
P-93	26	PMP-1	J-61	450	Baja	0	0	0
P-94	27	J-93	PMP-2	450	Baja	87	0,55	0,689
P-95	27	PMP-2	J-61	450	Baja	87	0,55	0,689
P-97	29	J-93	PMP-3	450	Baja	0	0	0
P-98	28	PMP-3	J-61	450	Baja	0	0	0
P-99	31	J-93	PMP-4	450	Baja	0	0	0
P-100	29	PMP-4	J-61	450	Baja	0	0	0
P-105	68	J-27	J-98	450	Baja	225,8	1,42	4.030
P-106	158	J-98	J-28	450	Baja	210,8	1,33	3.548
P-111	23	J-93	TCV-1	450	Baja	0	0	0
P-112	24	TCV-1	J-61	450	Baja	0	0	0
P-116	257	J-104	J-2	450	Baja	320,4	2,01	7.706
P-128	5	PMP-5	J-111	450	Baja	320,4	2,01	0,774

Label	Panjang (m)	Node Awal	Node Akhir	Dia- meter (mm)	Bahan	Flow (L/s)	Kece- patan (m/s)	Headloss Gradient (m/km)
P-129	45	J-111	J-104	450	Baja	320,4	2,01	0,773
P-131	11	R-1	PMP-5	450	Baja	320,4	2,01	7.707
P-132	16	J-111	R-1	450	Baja	(N/A)	(N/A)	(N/A)
P-36	228	J-38	J-39	300	PVC	0	0	0
P-38	404	J-39	J-41	300	PVC	0	0,08	0,027
P-40	75	J-42	J-43	300	PVC	0	0,17	0,097
P-41	57	J-43	J-44	300	PVC	0	0,25	0,206
P-44	131	J-46	J-47	300	PVC	6	0,08	0,027
P-45	274	J-46	J-48	300	PVC	4,4	0,06	0,015
P-46	241	J-48	J-49	300	PVC	4,4	0,06	0,015
P-47	253	J-49	J-50	300	PVC	4,4	0,06	0,015
P-48	95	J-50	J-51	300	PVC	4,4	0,06	0,015
P-102	404	J-41	J-96	300	PVC	0	0,08	0,027
P-103	85	J-96	J-42	300	PVC	0	0,17	0,097
P-122	161	J-44	J-108	300	PVC	0	0,25	0,206
P-123	78	J-108	J-46	300	PVC	10,4	0,15	0,075
P-124	4	J-32	J-108	300	PVC	28,4	0,4	0,479
P-18	356	J-19	J-20	200	PVC	2,6	0,08	0,042
P-37	698	J-39	J-40	200	PVC	6	0,19	0,194
P-49	250	J-28	J-52	200	PVC	4,4	0,14	0,109
P-82	721	J-83	J-84	200	PVC	29,5	0,94	3.704
P-83	81	J-84	J-85	200	PVC	19,5	0,62	1.721
P-84	490	J-85	J-86	200	PVC	19,5	0,62	1.721
P-89	75	J-90	J-91	200	PVC	4,5	0,14	0,114
P-101	402	J-43	J-95	200	PVC	6	0,19	0,194
P-104	388	J-96	J-97	200	PVC	6	0,19	0,194

Label	Panjang (m)	Node Awal	Node Akhir	Diameter (mm)	Bahan	Flow (L/s)	Kecepatan (m/s)	Headloss Gradient (m/km)
P-108	480	J-98	J-101	200	PVC	15	0,48	1.059
P-109	108	J-101	J-99	200	PVC	5	0,16	0,138
P-110	142	J-101	J-102	200	PVC	5	0,16	0,138
P-85	225	J-86	J-87	150	PVC	9,5	0,54	1.845
P-86	335	J-87	J-88	150	PVC	9,5	0,54	1.845
P-87	165	J-88	J-89	150	PVC	4,5	0,25	0,462
P-88	160	J-89	J-90	150	PVC	4,5	0,25	0,462

Tabel 6 Data Pompa pada Analisis Daerah Perencanaan sesudah Penambahan Pompa dan Penggantian Pipa

Label	Elevasi (m)	Jenis Pompa	Status	Flow (L/s)	Pump Head (m)
Pakuwon 1	22,39	Grundfos NK65x200	On	87	18,93
Pakuwon 2	22,35	Grundfos NK65x200	Off	0	0
Pakuwon 3	22,31	Grundfos NK65x200	Off	0	0
Pakuwon 4	22,28	Grundfos NK65x200	Off	0	0
Alas Malang	23,06	Thorisima 450x350 HN	CMDV	320,4	41,79

Tabel 7 Data *Junction* pada Analisis Daerah Perencanaan Sesudah Penambahan Pompa dan Penggantian Pipa pada Debit Rata – Rata

Label	Elevasi (m)	Zona	Kebutuhan Air (L/s)	Head (m H ₂ O)
J-29	17,14	532	5,1	40
J-40	6,44	520	4	50
J-47	10,74	520	4	46
J-95	7,59	520	4	49
J-97	6,84	520	4	50
J-33	10	516	6,7	46
J-34	9,8	516	6,7	47

Label	Elevasi (m)	Zona	Kebutuhan Air (L/s)	Head (m H₂O)
J-35	10,03	516	6,7	46
J-36	14,86	516	6,7	42
J-37	12,17	516	2,2	44
J-56	15	516	6,7	41
J-66	27,86	540	6,7	56
J-69	20,02	540	6,7	64
J-76	30	540	12	54
J-77	30,05	540	1,7	54
J-80	24,89	540	1,3	59
J-82	18,75	541	3,3	65
J-84	31,18	541	6,7	51
J-86	26,5	541	6,7	55
J-88	21,62	541	3,3	60
J-91	17,55	541	3	64
J-51	12,62	533	2,9	44
J-53	8,77	533	2,9	49
J-1	21,34	534	1,5	47
J-3	24,99	534	6,7	42
J-107	26,18	534	8	40
J-13	25	535	1,3	40
J-18	20,73	535	13,3	42
J-22	14,98	535	3,3	46
J-23	15,82	535	3,3	45
J-24	14,99	535	3,3	46
J-25	12,95	535	3,3	47
J-26	14,99	535	3,3	44
J-20	17,14	536	1,8	45
J-28	14,26	537	6,7	43
J-32	12,16	537	6,7	44
J-54	15	537	6,7	41
J-61	22,75	537	6,7	61
J-99	19,85	537	3,3	38
J-101	16,3	537	3,3	41
J-102	16,82	537	3,3	41
J-12	20	538	3,3	45
J-17	20,05	538	3,3	43

Label	Elevasi (m)	Zona	Kebutuhan Air (L/s)	Head (m H ₂ O)
J-19	14,66	538	6,7	48
J-6	22,02	539	0,2	44
J-8	27,87	539	0,3	38
J-9	25	539	0,1	42
J-2	20,31	<None>	0	48
J-4	24,99	<None>	0	41
J-5	20,04	<None>	0	46
J-7	25,02	<None>	0	40
J-10	20,02	<None>	0	45
J-11	20	<None>	0	45
J-14	25	<None>	0	39
J-15	20	<None>	0	44
J-16	20	<None>	0	44
J-21	12,52	<None>	0	49
J-27	11,63	<None>	0	46
J-30	14,99	<None>	0	42
J-38	12,07	<None>	0	44
J-39	12,22	<None>	0	44
J-41	14,71	<None>	0	42
J-42	10,02	<None>	0	46
J-43	9,77	<None>	0	47
J-44	10	<None>	0	46
J-46	12,7	<None>	0	44
J-48	15,04	<None>	0	41
J-49	16,98	<None>	0	40
J-50	14,13	<None>	0	42
J-52	10,02	<None>	0	48
J-55	16,66	<None>	0	40
J-57	15	<None>	0	41
J-58	15,06	<None>	0	41
J-59	17,8	<None>	0	38
J-60	20	<None>	0	36
J-62	24,99	<None>	0	59
J-63	27,77	<None>	0	56
J-64	30,01	<None>	0	54
J-65	29,21	<None>	0	55

Label	Elevasi (m)	Zona	Kebutuhan Air (L/s)	Head (m H ₂ O)
J-67	24,91	<None>	0	59
J-68	22,29	<None>	0	61
J-70	20	<None>	0	64
J-71	20	<None>	0	64
J-72	22,35	<None>	0	61
J-73	24,98	<None>	0	59
J-74	26,65	<None>	0	57
J-75	30	<None>	0	54
J-78	31,31	<None>	0	52
J-79	29,99	<None>	0	54
J-81	19,99	<None>	0	64
J-83	30,39	<None>	0	53
J-85	29,95	<None>	0	52
J-87	24,95	<None>	0	57
J-89	20	<None>	0	61
J-90	18,31	<None>	0	63
J-93	22,18	<None>	0	34
J-96	10,82	<None>	0	46
J-98	12,01	<None>	0	46
J-104	22,65	<None>	0	46
J-108	11,82	<None>	0	45
J-111	23,02	<None>	0	46

Tabel 8 Data Pipa pada Analisis Daerah Perencanaan Setelah Penambahan Pompa dan Penggantian Pipa pada Debit Rata - Rata

Label	Panjang (m)	Node Awal	Node Akhir	Diameter (mm)	Bahan	Flow (L/s)	Kecepatan (m/s)	Headloss Gradient (m/km)
P-36	228	J-38	J-39	300	PVC	0	0	0
P-99	42	J-93	Paku won 4	450	Baja	0	0	0
P-97	34	J-93	Paku won 3	450	Baja	0	0	0
P-94	27	J-93	Paku won 2	450	Baja	0	0	0
P-111	24	J-93	TCV-1	450	Baja	0	0	0

Label	Panjang (m)	Node Awal	Node Akhir	Diameter (mm)	Bahan	Flow (L/s)	Kecepatan (m/s)	Headloss Gradient (m/km)
P-100	42	Paku won 4	J-61	450	Baja	0	0	0
P-98	33	Paku won 3	J-61	450	Baja	0	0	0
P-95	29	Paku won 2	J-61	450	Baja	0	0	0
P-112	24	TCV-1	J-61	450	Baja	0	0	0
P-155	8	TCV-3	R-1	450	Baja	0	0	0
P-154	8	J-111	TCV-3	450	Baja	0	0	0
P-1	283	J-1	J-2	450	Baja	-1,5	0,01	0
P-35	631	J-36	J-37	450	Baja	2,2	0,01	0,001
P-50	785	J-52	J-53	500	Baja	2,9	0,01	0,001
P-78	724	J-80	J-81	450	Baja	3,3	0,02	0,002
P-79	87	J-81	J-82	450	Baja	3,3	0,02	0,002
P-77	643	J-79	J-80	450	Baja	4,7	0,03	0,003
P-81	41	J-83	J-79	450	Baja	4,7	0,03	0,003
P-45	274	J-46	J-48	300	PVC	2,9	0,04	0,007
P-46	241	J-48	J-49	300	PVC	2,9	0,04	0,007
P-47	253	J-49	J-50	300	PVC	2,9	0,04	0,007
P-48	95	J-50	J-51	300	PVC	2,9	0,04	0,007
P-34	506	J-35	J-36	450	Baja	8,9	0,06	0,01
P-18	356	J-19	J-20	200	PVC	1,8	0,06	0,02
P-44	131	J-46	J-47	300	PVC	4	0,06	0,013
P-38	404	J-39	J-41	300	PVC	-4	0,06	0,013
P-102	404	J-41	J-96	300	PVC	-4	0,06	0,013
P-67	126	J-69	J-70	450	Baja	12	0,08	0,018
P-68	146	J-70	J-71	450	Baja	12	0,08	0,018
P-69	61	J-71	J-72	450	Baja	12	0,08	0,017
P-70	60	J-72	J-73	450	Baja	12	0,08	0,018
P-71	286	J-73	J-74	450	Baja	12	0,08	0,018
P-72	212	J-74	J-75	450	Baja	12	0,08	0,018
P-73	129	J-75	J-76	450	Baja	12	0,08	0,018
P-49	250	J-28	J-52	200	PVC	2,9	0,09	0,052
P-89	79	J-90	J-91	200	PVC	3	0,1	0,054
P-33	66	J-34	J-35	450	Baja	15,5	0,1	0,028

Label	Panjang (m)	Node Awal	Node Akhir	Diameter (mm)	Bahan	Flow (L/s)	Kecepatan (m/s)	Headloss Gradient (m/km)
P-123	78	J-108	J-46	300	PVC	6,9	0,1	0,035
P-109	108	J-101	J-99	200	PVC	3,3	0,11	0,065
P-110	142	J-101	J-102	200	PVC	3,3	0,11	0,065
P-40	75	J-42	J-43	300	PVC	-8	0,11	0,046
P-103	85	J-96	J-42	300	PVC	-8	0,11	0,046
P-64	256	J-66	J-67	450	Baja	18,7	0,12	0,04
P-65	73	J-67	J-68	450	Baja	18,7	0,12	0,04
P-66	59	J-68	J-69	450	Baja	18,7	0,12	0,04
P-37	698	J-39	J-40	200	PVC	4	0,13	0,092
P-101	402	J-43	J-95	200	PVC	4	0,13	0,092
P-104	388	J-96	J-97	200	PVC	4	0,13	0,092
P-32	49	J-33	J-34	450	Baja	22,2	0,14	0,055
P-75	280	J-77	J-78	450	Baja	24,3	0,15	0,065
P-80	56	J-78	J-83	450	Baja	24,3	0,15	0,065
P-63	232	J-65	J-66	450	Baja	25,3	0,16	0,07
P-74	379	J-65	J-77	450	Baja	26	0,16	0,074
P-87	165	J-88	J-89	150	PVC	3	0,17	0,218
P-88	156	J-89	J-90	150	PVC	3	0,17	0,218
P-41	57	J-43	J-44	300	PVC	-12	0,17	0,097
P-122	161	J-44	J-108	300	PVC	-12	0,17	0,097
P-31	162	J-32	J-33	450	Baja	28,9	0,18	0,089
P-124	4	J-32	J-108	300	PVC	18,9	0,27	0,227
P-108	480	J-98	J-101	200	PVC	10	0,32	1
P-59	136	J-61	J-62	450	Baja	51,3	0,32	0,259
P-60	109	J-62	J-63	450	Baja	51,3	0,32	0,259
P-61	89	J-63	J-64	450	Baja	51,3	0,32	0,259
P-62	559	J-64	J-65	450	Baja	51,3	0,32	0,259
P-85	225	J-86	J-87	150	PVC	6,3	0,36	1
P-86	335	J-87	J-88	150	PVC	6,3	0,36	1
P-54	280	J-56	J-57	450	Baja	58	0,36	0,325
P-55	165	J-57	J-58	450	Baja	58	0,36	0,325
P-56	91	J-58	J-59	450	Baja	58	0,36	0,325
P-57	73	J-59	J-60	450	Baja	58	0,36	0,325
P-90	144	J-60	J-93	450	Baja	58	0,36	0,325

Label	Panjang (m)	Node Awal	Node Akhir	Diameter (mm)	Bahan	Flow (L/s)	Kecepatan (m/s)	Headloss Gradient (m/km)
P-92	23	J-93	Pakuwon 1	450	Baja	58	0,36	0,325
P-93	25	Pakuwon 1	J-61	450	Baja	58	0,36	0,325
P-52	211	J-54	J-55	450	Baja	64,7	0,41	0,398
P-53	195	J-55	J-56	450	Baja	64,7	0,41	0,398
P-83	81	J-84	J-85	200	PVC	13	0,41	1
P-84	490	J-85	J-86	200	PVC	13	0,41	1
P-51	565	J-32	J-54	450	Baja	71,3	0,45	0
P-82	721	J-83	J-84	200	PVC	19,7	0,63	1.748
P-28	252	J-29	J-30	450	Baja	125,8	0,79	1.364
P-30	341	J-30	J-32	450	Baja	125,8	0,79	1.364
P-27	251	J-28	J-29	450	Baja	130,9	0,82	1.469
P-106	158	J-98	J-28	450	Baja	140,5	0,88	1.675
P-17	332	J-18	J-19	500	HDPE	175,6	0,89	1.031
P-25	390	J-26	J-27	450	Baja	150,5	0,95	1.902
P-105	68	J-27	J-98	450	Baja	150,5	0,95	1.902
P-16	464	J-17	J-18	500	HDPE	189	0,96	1.181
P-24	393	J-25	J-26	450	Baja	153,9	0,97	1.981
P-12	352	J-13	J-14	500	HDPE	192,3	0,98	1.220
P-13	181	J-14	J-15	500	HDPE	192,3	0,98	1.220
P-14	144	J-15	J-16	500	HDPE	192,3	0,98	1.220
P-15	268	J-16	J-17	500	HDPE	192,3	0,98	1.220
P-11	224	J-12	J-13	500	HDPE	193,6	0,99	1.235
P-23	454	J-24	J-25	450	Baja	157,2	0,99	2.061
P-8	184	J-8	J-7	500	HDPE	197	1	1.275
P-10	191	J-11	J-12	500	HDPE	197	1	1.275
P-120	157	J-11	J-10	500	HDPE	-197	1	1.275
P-121	159	J-10	J-7	500	HDPE	-197	1	1.275
P-119	112	J-107	J-8	500	HDPE	197,2	1	1.278
P-22	137	J-23	J-24	450	Baja	160,5	1,01	2.143
P-21	146	J-22	J-23	450	Baja	163,9	1,03	2.226
P-118	132	J-6	J-107	500	HDPE	205,2	1,05	1.376
P-4	313	J-9	J-4	500	HDPE	205,4	1,05	1.378
P-5	156	J-4	J-5	500	HDPE	205,4	1,05	1.378

Label	Panjang (m)	Node Awal	Node Akhir	Diameter (mm)	Bahan	Flow (L/s)	Kecepatan (m/s)	Headloss Gradient (m/km)
P-6	148	J-5	J-6	500	HDPE	205,4	1,05	1.378
P-3	287	J-3	J-9	500	HDPE	205,5	1,05	1.379
P-19	381	J-19	J-21	450	Baja	167,2	1,05	2.310
P-20	202	J-21	J-22	450	Baja	167,2	1,05	2.310
P-2	468	J-2	J-3	500	HDPE	212,2	1,08	1.463
P-116	257	J-104	J-2	450	HDPE	213,6	1,34	2.476
P-129	45	J-111	J-104	450	HDPE	213,6	1,34	2.476
P-128	5	Alas Malang	J-111	450	Baja	213,6	1,34	0,365
P-131	11	R-1	Alas Malang	400	Baja	213,6	1,7	6.455

Tabel 9 Data Pompa pada Analisis Daerah Perencanaan sesudah Penambahan Pompa dan Penggantian Pipa pada Debit Rata – Rata

Label	Elevasi (m)	Jenis Pompa	Status	Flow (L/s)	Pump Head (m)	
Pakuwon 1	22,39	Grundfos NK65x200	On	58	18,93	
Pakuwon 2	22,35	Grundfos NK65x200	Off	0	0	
Pakuwon 3	22,31	Grundfos NK65x200	Off	0	0	
Pakuwon 4	22,28	Grundfos NK65x200	Off	0	0	
Alas Malang	23,06	Thorisima 450x350 HN	CMDV	On	216	46

Tabel 10 Data Junction pada Analisis Daerah Perencanaan Sesudah Pengaturan Pompa dan Penggantian Pipa pada Debit Rata – Rata

Label	Elevasi (m)	Zona	Kebutuhan Air (L/s)	Head (m H ₂ O)
J-29	17,14	532	5,1	35
J-40	6,44	520	4	44
J-47	10,74	520	4	40

Label	Elevasi (m)	Zona	Kebutuhan Air (L/s)	Head (m H ₂ O)
J-95	7,59	520	4	43
J-97	6,84	520	4	44
J-33	10	516	6,7	41
J-34	9,8	516	6,7	41
J-35	10,03	516	6,7	41
J-36	14,86	516	6,7	36
J-37	12,17	516	2,2	39
J-56	15	516	6,7	35
J-66	27,86	540	6,7	22
J-69	20,02	540	6,7	30
J-76	30	540	12	20
J-77	30,05	540	1,7	20
J-80	24,89	540	1,3	25
J-82	18,75	541	3,3	31
J-84	31,18	541	6,7	17
J-86	26,5	541	6,7	22
J-88	21,62	541	3,3	26
J-91	17,55	541	3	30
J-51	12,62	533	2,9	38
J-53	8,77	533	2,9	43
J-1	21,34	534	1,5	41
J-3	24,99	534	6,7	37
J-107	26,18	534	8	34
J-13	25	535	1,3	34
J-18	20,73	535	13,3	36
J-22	14,98	535	3,3	40
J-23	15,82	535	3,3	39
J-24	14,99	535	3,3	40
J-25	12,95	535	3,3	41
J-26	14,99	535	3,3	38
J-20	17,14	536	1,8	40
J-28	14,26	537	6,7	38
J-32	12,16	537	6,7	39
J-54	15	537	6,7	36
J-61	22,75	537	6,7	27
J-99	19,85	537	3,3	32

Label	Elevasi (m)	Zona	Kebutuhan Air (L/s)	Head (m H ₂ O)
J-101	16,3	537	3,3	36
J-102	16,82	537	3,3	35
J-12	20	538	3,3	39
J-17	20,05	538	3,3	38
J-19	14,66	538	6,7	42
J-6	22,02	539	0,2	38
J-8	27,87	539	0,3	32
J-9	25	539	0,1	36
J-2	20,31	<None>	0	42
J-4	24,99	<None>	0	36
J-5	20,04	<None>	0	41
J-7	25,02	<None>	0	35
J-10	20,02	<None>	0	40
J-11	20	<None>	0	39
J-14	25	<None>	0	33
J-15	20	<None>	0	38
J-16	20	<None>	0	38
J-21	12,52	<None>	0	43
J-27	11,63	<None>	0	41
J-30	14,99	<None>	0	36
J-38	12,07	<None>	0	39
J-39	12,22	<None>	0	39
J-41	14,71	<None>	0	36
J-42	10,02	<None>	0	41
J-43	9,77	<None>	0	41
J-44	10	<None>	0	41
J-46	12,7	<None>	0	38
J-48	15,04	<None>	0	36
J-49	16,98	<None>	0	34
J-50	14,13	<None>	0	37
J-52	10,02	<None>	0	42
J-55	16,66	<None>	0	34
J-57	15	<None>	0	35
J-58	15,06	<None>	0	35
J-59	17,8	<None>	0	32
J-60	20	<None>	0	30

Label	Elevasi (m)	Zona	Kebutuhan Air (L/s)	Head (m H ₂ O)
J-62	24,99	<None>	0	25
J-63	27,77	<None>	0	22
J-64	30,01	<None>	0	20
J-65	29,21	<None>	0	21
J-67	24,91	<None>	0	25
J-68	22,29	<None>	0	28
J-70	20	<None>	0	30
J-71	20	<None>	0	30
J-72	22,35	<None>	0	28
J-73	24,98	<None>	0	25
J-74	26,65	<None>	0	23
J-75	30	<None>	0	20
J-78	31,31	<None>	0	19
J-79	29,99	<None>	0	20
J-81	19,99	<None>	0	30
J-83	30,39	<None>	0	20
J-85	29,95	<None>	0	19
J-87	24,95	<None>	0	23
J-89	20	<None>	0	28
J-90	18,31	<None>	0	29
J-93	22,18	<None>	0	28
J-96	10,82	<None>	0	40
J-98	12,01	<None>	0	40
J-104	22,65	<None>	0	40
J-108	11,82	<None>	0	39
J-111	23,02	<None>	0	40

Tabel 11 Data Pipa pada Analisis Daerah Perencanaan Setelah Pengaturan Pompa dan Penggantian Pipa pada Debit Rata - Rata

Label	Panjang (m)	Node Awal	Node Akhir	Diameter (mm)	Bahan	Flow (L/s)	Kecepatan (m/s)	Headloss Gradient (m/km)
P-100	42	Paku won 4	J-61	450	Baja	0	0	0
P-99	42	J-93	Paku won 4	450	Baja	0	0	0

Label	Panjang (m)	Node Awal	Node Akhir	Diameter (mm)	Bahan	Flow (L/s)	Kecepatan (m/s)	Headloss Gradient (m/km)
P-97	34	J-93	Pakuwon 3	450	Baja	0	0	0
P-98	33	Pakuwon 3	J-61	450	Baja	0	0	0
P-94	27	J-93	Pakuwon 2	450	Baja	0	0	0
P-95	29	Pakuwon 2	J-61	450	Baja	0	0	0
P-93	25	Pakuwon 1	J-61	450	Baja	0	0	0
P-92	23	J-93	Pakuwon 1	450	Baja	0	0	0
P-36	228	J-38	J-39	300	PVC	0	0	0
P-155	8	TCV-3	R-1	450	Baja	0	0	0
P-154	8	J-111	TCV-3	450	Baja	0	0	0
P-1	283	J-1	J-2	450	Baja	-1,5	0,01	0
P-35	631	J-36	J-37	450	Baja	2,2	0,01	0,001
P-50	785	J-52	J-53	500	Baja	2,9	0,01	0,001
P-78	724	J-80	J-81	450	Baja	3,3	0,02	0,002
P-79	87	J-81	J-82	450	Baja	3,3	0,02	0,002
P-77	643	J-79	J-80	450	Baja	4,7	0,03	0,003
P-81	41	J-83	J-79	450	Baja	4,7	0,03	0,003
P-45	274	J-46	J-48	300	PVC	2,9	0,04	0,007
P-46	241	J-48	J-49	300	PVC	2,9	0,04	0,007
P-47	253	J-49	J-50	300	PVC	2,9	0,04	0,007
P-48	95	J-50	J-51	300	PVC	2,9	0,04	0,007
P-34	506	J-35	J-36	450	Baja	8,9	0,06	0,01
P-18	356	J-19	J-20	200	PVC	1,8	0,06	0,02
P-44	131	J-46	J-47	300	PVC	4	0,06	0,013
P-38	404	J-39	J-41	300	PVC	-4	0,06	0,013
P-102	404	J-41	J-96	300	PVC	-4	0,06	0,013
P-67	126	J-69	J-70	450	Baja	12	0,08	0,018
P-68	146	J-70	J-71	450	Baja	12	0,08	0,018
P-69	61	J-71	J-72	450	Baja	12	0,08	0,018
P-70	60	J-72	J-73	450	Baja	12	0,08	0,018
P-71	286	J-73	J-74	450	Baja	12	0,08	0,018

Label	Panjang (m)	Node Awal	Node Akhir	Diameter (mm)	Bahan	Flow (L/s)	Kecepatan (m/s)	Headloss Gradient (m/km)
P-72	212	J-74	J-75	450	Baja	12	0,08	0,018
P-73	129	J-75	J-76	450	Baja	12	0,08	0,018
P-49	250	J-28	J-52	200	PVC	2,9	0,09	0,052
P-89	79	J-90	J-91	200	PVC	3	0,1	0,054
P-33	66	J-34	J-35	450	Baja	15,5	0,1	0,028
P-123	78	J-108	J-46	300	PVC	6,9	0,1	0,035
P-109	108	J-101	J-99	200	PVC	3,3	0,11	0,065
P-110	142	J-101	J-102	200	PVC	3,3	0,11	0,065
P-40	75	J-42	J-43	300	PVC	-8	0,11	0,046
P-103	85	J-96	J-42	300	PVC	-8	0,11	0,046
P-64	256	J-66	J-67	450	Baja	18,7	0,12	0,04
P-65	73	J-67	J-68	450	Baja	18,7	0,12	0,04
P-66	59	J-68	J-69	450	Baja	18,7	0,12	0,04
P-37	698	J-39	J-40	200	PVC	4	0,13	0,092
P-101	402	J-43	J-95	200	PVC	4	0,13	0,092
P-104	388	J-96	J-97	200	PVC	4	0,13	0,092
P-32	49	J-33	J-34	450	Baja	22,2	0,14	0,055
P-75	280	J-77	J-78	450	Baja	24,3	0,15	0,065
P-80	56	J-78	J-83	450	Baja	24,3	0,15	0,065
P-63	232	J-65	J-66	450	Baja	25,3	0,16	0,07
P-74	379	J-65	J-77	450	Baja	26	0,16	0,074
P-87	165	J-88	J-89	150	PVC	3	0,17	0,218
P-88	156	J-89	J-90	150	PVC	3	0,17	0,218
P-41	57	J-43	J-44	300	PVC	-12	0,17	0,097
P-122	161	J-44	J-108	300	PVC	-12	0,17	0,097
P-31	162	J-32	J-33	450	Baja	28,9	0,18	0,089
P-124	4	J-32	J-108	300	PVC	18,9	0,27	0,225
P-108	480	J-98	J-101	200	PVC	10	0,32	0,5
P-59	136	J-61	J-62	450	Baja	51,3	0,32	0,259
P-60	109	J-62	J-63	450	Baja	51,3	0,32	0,259
P-61	89	J-63	J-64	450	Baja	51,3	0,32	0,259
P-62	559	J-64	J-65	450	Baja	51,3	0,32	0,259
P-85	225	J-86	J-87	150	PVC	6,3	0,36	0,871
P-86	335	J-87	J-88	150	PVC	6,3	0,36	0,871
P-112	24	TCV-1	J-61	450	Baja	58	0,36	0,325

Label	Panjang (m)	Node Awal	Node Akhir	Diameter (mm)	Bahan	Flow (L/s)	Kecepatan (m/s)	Headloss Gradient (m/km)
P-111	24	J-93	TCV-1	450	Baja	58	0,36	0,325
P-54	280	J-56	J-57	450	Baja	58	0,36	0,325
P-55	165	J-57	J-58	450	Baja	58	0,36	0,325
P-56	91	J-58	J-59	450	Baja	58	0,36	0,325
P-57	73	J-59	J-60	450	Baja	58	0,36	0,325
P-90	144	J-60	J-93	450	Baja	58	0,36	0,325
P-52	211	J-54	J-55	450	Baja	64,7	0,41	0,398
P-53	195	J-55	J-56	450	Baja	64,7	0,41	0,398
P-83	81	J-84	J-85	200	PVC	13	0,41	0,812
P-84	490	J-85	J-86	200	PVC	13	0,41	0,812
P-51	565	J-32	J-54	450	Baja	71,3	0,45	0,477
P-82	721	J-83	J-84	200	PVC	19,7	0,63	1.748
P-28	252	J-29	J-30	450	Baja	125,8	0,79	1.364
P-30	341	J-30	J-32	450	Baja	125,8	0,79	1.364
P-27	251	J-28	J-29	450	Baja	130,9	0,82	1.469
P-106	158	J-98	J-28	450	Baja	140,5	0,88	1.675
P-17	332	J-18	J-19	500	HDPE	175,6	0,89	1.031
P-25	390	J-26	J-27	450	Baja	150,5	0,95	1.902
P-105	68	J-27	J-98	450	Baja	150,5	0,95	1.902
P-16	464	J-17	J-18	500	HDPE	189	0,96	1.181
P-24	393	J-25	J-26	450	Baja	153,9	0,97	1.981
P-12	352	J-13	J-14	500	HDPE	192,3	0,98	1.220
P-13	181	J-14	J-15	500	HDPE	192,3	0,98	1.220
P-14	144	J-15	J-16	500	HDPE	192,3	0,98	1.220
P-15	268	J-16	J-17	500	HDPE	192,3	0,98	1.220
P-11	224	J-12	J-13	500	HDPE	193,6	0,99	1.235
P-23	454	J-24	J-25	450	Baja	157,2	0,99	2.061
P-8	184	J-8	J-7	500	HDPE	197	1	1.275
P-10	191	J-11	J-12	500	HDPE	197	1	1.275
P-120	157	J-11	J-10	500	HDPE	-197	1	1.275
P-121	159	J-10	J-7	500	HDPE	-197	1	1.275
P-119	112	J-107	J-8	500	HDPE	197,2	1	1.278
P-22	137	J-23	J-24	450	Baja	160,5	1,01	2.143
P-21	146	J-22	J-23	450	Baja	163,9	1,03	2.226
P-118	132	J-6	J-107	500	HDPE	205,2	1,05	1.376

Label	Panjang (m)	Node Awal	Node Akhir	Diameter (mm)	Bahan	Flow (L/s)	Kecepatan (m/s)	Headloss Gradient (m/km)
P-4	313	J-9	J-4	500	HDPE	205,4	1,05	1.378
P-5	156	J-4	J-5	500	HDPE	205,4	1,05	1.378
P-6	148	J-5	J-6	500	HDPE	205,4	1,05	1.378
P-3	287	J-3	J-9	500	HDPE	205,5	1,05	1.379
P-19	381	J-19	J-21	450	Baja	167,2	1,05	2.310
P-20	202	J-21	J-22	450	Baja	167,2	1,05	2.310
P-2	468	J-2	J-3	500	HDPE	212,2	1,08	1.463
P-116	257	J-104	J-2	450	HDPE	213,6	1,34	2.476
P-129	45	J-111	J-104	450	HDPE	213,6	1,34	2.476
P-128	5	Alas Malang	J-111	450	Baja	213,6	1,34	0,365
P-131	11	R-1	Alas Malang	400	Baja	213,6	1,7	6.455

Tabel 12 Data Pompa pada Analisis Daerah Perencanaan sesudah Pengaturan Pompa dan Penggantian Pipa pada Debit Rata – Rata

Label	Elevasi (m)	Jenis Pompa	Status	Flow (L/s)	Pump Head (m)
Pakuwon 1	22,39	Grundfos NK65x200	Off	0	0
Pakuwon 2	22,35	Grundfos NK65x200	Off	0	0
Pakuwon 3	22,31	Grundfos NK65x200	Off	0	0
Pakuwon 4	22,28	Grundfos NK65x200	Off	0	0
Alas Malang	23,06	Thorisima CMDV 450x350 HN	On	216	40

Tabel 13 Data *Junction* pada Analisis Daerah Perencanaan dengan Penggantian Pipa *Food Grade*

Label	Elevasi (m)	Zona	Kebutuhan Air (L/s)	Head (m H ₂ O)
J-29	17,14	532	7,7	27
J-40	6,44	520	6	35
J-47	10,74	520	6	32
J-95	7,59	520	6	35
J-97	6,84	520	6	36
J-33	10	516	10	32
J-34	9,8	516	10	32
J-35	10,03	516	10	32
J-36	14,86	516	10	27
J-37	12,17	516	3,3	28
J-56	15	516	10	28
J-66	27,86	540	10	32
J-69	20,02	540	10	38
J-76	30	540	18	27
J-77	30,05	540	2,5	29
J-80	24,89	540	2	32
J-82	18,75	541	5	35
J-84	31,18	541	10	24
J-86	26,5	541	10	27
J-88	21,62	541	5	31
J-91	17,55	541	4,5	34
J-51	12,62	533	4,4	28
J-53	8,77	533	4,4	33
J-1	21,34	534	2,2	41
J-3	24,99	534	10	37
J-107	26,18	534	12	33
J-13	25	535	2	31
J-18	20,73	535	20	32
J-22	14,98	535	5	35
J-23	15,82	535	5	34
J-24	14,99	535	5	34
J-25	12,95	535	5	35
J-26	14,99	535	5	32

Label	Elevasi (m)	Zona	Kebutuhan Air (L/s)	Head (m H ₂ O)
J-20	17,14	536	2,6	33
J-28	14,26	537	10	31
J-32	12,16	537	10	31
J-54	15	537	10	28
J-61	22,75	537	10	38
J-99	19,85	537	5	25
J-101	16,3	537	5	28
J-102	16,82	537	5	27
J-12	20	538	5	37
J-17	20,05	538	5	34
J-19	14,66	538	10	37
J-6	22,02	539	0,3	37
J-8	27,87	539	0,4	31
J-9	25	539	0,1	36
J-2	20,31	<None>	0	43
J-4	24,99	<None>	0	35
J-5	20,04	<None>	0	40
J-7	25,02	<None>	0	33
J-10	20,02	<None>	0	38
J-11	20	<None>	0	37
J-14	25	<None>	0	30
J-15	20	<None>	0	35
J-16	20	<None>	0	34
J-21	12,52	<None>	0	38
J-27	11,63	<None>	0	34
J-30	14,99	<None>	0	29
J-38	12,07	<None>	0	30
J-39	12,22	<None>	0	30
J-41	14,71	<None>	0	28
J-42	10,02	<None>	0	33
J-43	9,77	<None>	0	33
J-44	10	<None>	0	33
J-46	12,7	<None>	0	30
J-48	15,04	<None>	0	27
J-49	16,98	<None>	0	25
J-50	14,13	<None>	0	27

Label	Elevasi (m)	Zona	Kebutuhan Air (L/s)	Head (m H₂O)
J-52	10,02	<None>	0	34
J-55	16,66	<None>	0	26
J-57	15	<None>	0	27
J-58	15,06	<None>	0	27
J-59	17,8	<None>	0	25
J-60	20	<None>	0	22
J-62	24,99	<None>	0	36
J-63	27,77	<None>	0	33
J-64	30,01	<None>	0	31
J-65	29,21	<None>	0	32
J-67	24,91	<None>	0	34
J-68	22,29	<None>	0	36
J-70	20	<None>	0	38
J-71	20	<None>	0	38
J-72	22,35	<None>	0	36
J-73	24,98	<None>	0	33
J-74	26,65	<None>	0	31
J-75	30	<None>	0	27
J-78	31,31	<None>	0	26
J-79	29,99	<None>	0	27
J-81	19,99	<None>	0	34
J-83	30,39	<None>	0	27
J-85	29,95	<None>	0	25
J-87	24,95	<None>	0	28
J-89	20	<None>	0	32
J-90	18,31	<None>	0	34
J-93	22,18	<None>	0	20
J-96	10,82	<None>	0	32
J-98	12,01	<None>	0	33
J-104	22,65	<None>	0	42
J-108	11,82	<None>	0	31
J-111	23,02	<None>	0	41

**Tabel 14 Data Pipa pada Analisis Daerah Perencanaan dengan
Penggantian Pipa *Food Grade***

Label	Panjang (m)	Node Awal	Node Akhir	Diameter (mm)	Bahan	Flow (L/s)	Kecepatan (m/s)	Headloss Gradient (m/km)
P-36	228	J-38	J-39	100	HDPE	0	0	0
P-99	42	J-93	Paku won 4	450	HDPE	0	0	0
P-100	42	Paku won 4	J-61	450	HDPE	0	0	0
P-98	33	Paku won 3	J-61	450	HDPE	0	0	0
P-97	34	J-93	Paku won 3	450	HDPE	0	0	0
P-94	27	J-93	Paku won 2	450	HDPE	0	0	0
P-95	29	Paku won 2	J-61	450	HDPE	0	0	0
P-112	24	TCV-1	J-61	450	HDPE	0	0	0
P-111	24	J-93	TCV-1	450	HDPE	0	0	0
P-155	8	TCV-3	R-1	450	HDPE	0	0	0
P-154	8	J-111	TCV-3	450	HDPE	0	0	0
P-123	78	J-108	J-46	200	HDPE	10	0	0,477
P-37	698	J-39	J-40	150	HDPE	6	0	0,699
P-44	131	J-46	J-47	150	HDPE	6	0	0,699
P-101	402	J-43	J-95	150	HDPE	6	0,34	0,699
P-104	388	J-96	J-97	150	HDPE	6	0	0,699
P-38	404	J-39	J-41	150	HDPE	6	0	0,699
P-102	404	J-41	J-96	150	HDPE	6	0	0,699
P-40	75	J-42	J-43	200	HDPE	12	0	0,621
P-103	85	J-96	J-42	200	HDPE	12	0,38	0,621
P-77	643	J-79	J-80	150	HDPE	7	0	0,93

Label	Panjang (m)	Node Awal	Node Akhir	Diameter (mm)	Bahan	Flow (L/s)	Kecepatan (m/s)	Headloss Gradient (m/km)
P-81	41	J-83	J-79	150	HDPE	7	0	0,93
P-35	631	J-36	J-37	100	HDPE	3	0	1.665
P-34	506	J-35	J-36	200	HDPE	13	0	0,752
P-108	480	J-98	J-101	200	HDPE	15	0	0,939
P-59	136	J-61	J-62	450	HDPE	77	0	0,374
P-60	109	J-62	J-63	450	HDPE	77	0	0,374
P-61	89	J-63	J-64	450	HDPE	77	0	0,374
P-62	559	J-64	J-65	450	HDPE	77	0	0,374
P-1	283	J-1	J-2	75	HDPE	2	1	3.190
P-85	225	J-86	J-87	150	HDPE	9,5	0,54	1.637
P-86	335	J-87	J-88	150	HDPE	9,5	0,54	1.637
P-54	280	J-56	J-57	450	HDPE	87	0,55	0,469
P-55	165	J-57	J-58	450	HDPE	87	0,55	0,469
P-56	91	J-58	J-59	450	HDPE	87	0,55	0,469
P-57	73	J-59	J-60	450	HDPE	87	1	0,469
P-90	144	J-60	J-93	450	HDPE	87	0,55	0,469
P-92	23	J-93	Paku won 1	450	HDPE	87	0,55	0,469
P-93	25	Paku won 1	J-61	450	HDPE	87	0,55	0,469
P-45	274	J-46	J-48	100	HDPE	4,4	0,56	2.836
P-46	241	J-48	J-49	100	HDPE	4,4	0,56	2.836
P-47	253	J-49	J-50	100	HDPE	4,4	0,56	2.836
P-48	95	J-50	J-51	100	HDPE	4,4	0,56	2.836
P-49	250	J-28	J-52	100	HDPE	4,4	0,56	2.836
P-50	785	J-52	J-53	100	HDPE	4,4	0,56	2.836
P-67	126	J-69	J-70	200	HDPE	18	0,57	1.317
P-68	146	J-70	J-71	200	HDPE	18	0,57	1.317
P-69	61	J-71	J-72	200	HDPE	18	0,57	1.317
P-70	60	J-72	J-73	200	HDPE	18	0,57	1.317
P-71	286	J-73	J-74	200	HDPE	18	0,57	1.317
P-72	212	J-74	J-75	200	HDPE	18	0,57	1.317
P-73	129	J-75	J-76	200	HDPE	18	0,57	1.317
P-87	165	J-88	J-89	100	HDPE	4,5	0,57	2.956
P-88	156	J-89	J-90	100	HDPE	4,5	0,57	2.956

Label	Panjang (m)	Node Awal	Node Akhir	Diameter (mm)	Bahan	Flow (L/s)	Kecepatan (m/s)	Headloss Gradient (m/km)
P-89	79	J-90	J-91	100	HDPE	4,5	0,57	2.956
P-41	57	J-43	J-44	200	HDPE	18	0,57	1.317
P-122	161	J-44	J-108	200	HDPE	18	0,57	1.317
P-18	356	J-19	J-20	75	HDPE	2,6	0,6	4.471
P-52	211	J-54	J-55	450	HDPE	97	0,61	0,574
P-53	195	J-55	J-56	450	HDPE	97	0,61	0,574
P-83	81	J-84	J-85	200	HDPE	19,5	0,62	1.527
P-84	490	J-85	J-86	200	HDPE	19,5	0,62	1.527
P-78	724	J-80	J-81	100	HDPE	5	0,64	3.593
P-79	87	J-81	J-82	100	HDPE	5	0,64	3.593
P-109	108	J-101	J-99	100	HDPE	5	0,64	3.593
P-110	142	J-101	J-102	100	HDPE	5	0,64	3.593
P-51	565	J-32	J-54	450	HDPE	107	0,67	0,688
P-33	66	J-34	J-35	200	HDPE	23,3	0,74	2.123
P-64	256	J-66	J-67	200	HDPE	28	0,89	2.984
P-65	73	J-67	J-68	200	HDPE	28	0,89	2.984
P-66	59	J-68	J-69	200	HDPE	28	0,89	2.984
P-124	4	J-32	J-108	200	HDPE	28,4	0,9	3.064
P-82	721	J-83	J-84	200	HDPE	29,5	0,94	3.287
P-32	49	J-33	J-34	200	HDPE	33	1	4.114
P-75	280	J-77	J-78	200	HDPE	37	1	4.876
P-80	56	J-78	J-83	200	HDPE	36,5	1,16	4.876
P-28	252	J-29	J-30	450	HDPE	188,7	1,19	1.968
P-30	341	J-30	J-32	450	HDPE	189	1	1.968
P-63	232	J-65	J-66	200	HDPE	38	1,21	5.253
P-27	251	J-28	J-29	450	HDPE	196,4	1	2.119
P-74	379	J-65	J-77	200	HDPE	39	1,24	5.512
P-106	158	J-98	J-28	450	HDPE	210,8	1	2.416
P-17	332	J-18	J-19	500	HDPE	263,4	1,34	2.185
P-31	162	J-32	J-33	200	HDPE	43,3	1,38	6.691
P-25	390	J-26	J-27	450	HDPE	225,8	1,42	2.743

Label	Panjang (m)	Node Awal	Node Akhir	Diameter (mm)	Bahan	Flow (L/s)	Kecepatan (m/s)	Headloss Gradient (m/km)
P-105	68	J-27	J-98	450	HDPE	225,8	1,42	2.743
P-16	464	J-17	J-18	500	HDPE	283,4	1,44	2.502
P-24	393	J-25	J-26	450	HDPE	230,8	1,45	2.857
P-12	352	J-13	J-14	500	HDPE	288,4	1,47	2.584
P-13	181	J-14	J-15	500	HDPE	288,4	1,47	2.584
P-14	144	J-15	J-16	500	HDPE	288,4	1,47	2.584
P-15	268	J-16	J-17	500	HDPE	288,4	1,47	2.584
P-11	224	J-12	J-13	500	HDPE	290,4	1,48	2.618
P-23	454	J-24	J-25	450	HDPE	235,8	1,48	2.973
P-8	184	J-8	J-7	500	HDPE	295,4	1,5	2.702
P-10	191	J-11	J-12	500	HDPE	295,4	1,5	2.702
P-120	157	J-11	J-10	500	HDPE	295,4	1,5	2.702
P-121	159	J-10	J-7	500	HDPE	295,4	1,5	2.702
P-119	112	J-107	J-8	500	HDPE	295,8	1,51	2.708
P-22	137	J-23	J-24	450	HDPE	241	2	3.091
P-21	146	J-22	J-23	450	HDPE	246	2	3.210
P-118	132	J-6	J-107	500	HDPE	308	2	2.915
P-4	313	J-9	J-4	500	HDPE	308,1	1,57	2.921
P-5	156	J-4	J-5	500	HDPE	308,1	1,57	2.921
P-6	148	J-5	J-6	500	HDPE	308,1	1,57	2.921
P-3	287	J-3	J-9	500	HDPE	308	2	2.922
P-19	381	J-19	J-21	450	HDPE	250,8	1,58	3.332
P-20	202	J-21	J-22	450	HDPE	250,8	1,58	3.332
P-2	468	J-2	J-3	500	HDPE	318	2	3.100
P-116	257	J-104	J-2	500	HDPE	320	2	3.140
P-129	45	J-111	J-104	500	HDPE	320,4	1,63	3.140
P-128	5	Alas Malang	J-111	450	HDPE	320,4	2,01	5.246
P-131	11	R-1	Alas Malang	400	HDPE	320,4	2,55	9.311

Tabel 15 Data Pompa pada Analisis Daerah Perencanaan dengan Penggantian Pipa *Food Grade*

Label	Elevasi (m)	Jenis Pompa	Status	Flow (L/s)	Pump Head (m)
Pakuwon 1	22,39	Grundfos NK65x200	On	87	18,93
Pakuwon 2	22,35	Grundfos NK65x200	Off	0	0
Pakuwon 3	22,31	Grundfos NK65x200	Off	0	0
Pakuwon 4	22,28	Grundfos NK65x200	Off	0	0
Alas Malang	23,06	Thorisima CMDV 450x350 HN	On	320,4	41,79

Tabel 16 Data *Junction* pada Analisis Daerah Perencanaan dengan Penggantian Pipa *Food Grade* pada Debit Rata – Rata

Label	Elevasi (m)	Zona	Kebutuhan Air (L/s)	Head (m H ₂ O)
J-29	17,14	532	5,1	36
J-40	6,44	520	4	46
J-47	10,74	520	4	42
J-95	7,59	520	4	45
J-97	6,84	520	4	46
J-33	10	516	6,7	43
J-34	9,8	516	6,7	43
J-35	10,03	516	6,7	42
J-36	14,86	516	6,7	37
J-37	12,17	516	2,2	40
J-56	15	516	6,7	38
J-66	27,86	540	6,7	24
J-69	20,02	540	6,7	31
J-76	30	540	12	21
J-77	30,05	540	1,7	21

Label	Elevasi (m)	Zona	Kebutuhan Air (L/s)	Head (m H₂O)
J-80	24,89	540	1,3	25
J-82	18,75	541	3,3	30
J-84	31,18	541	6,7	18
J-86	26,5	541	6,7	23
J-88	21,62	541	3,3	27
J-91	17,55	541	3	31
J-51	12,62	533	2,9	39
J-53	8,77	533	2,9	44
J-1	21,34	534	1,5	41
J-3	24,99	534	6,7	37
J-107	26,18	534	8	34
J-13	25	535	1,3	34
J-18	20,73	535	13,3	37
J-22	14,98	535	3,3	41
J-23	15,82	535	3,3	40
J-24	14,99	535	3,3	41
J-25	12,95	535	3,3	42
J-26	14,99	535	3,3	40
J-20	17,14	536	1,8	39
J-28	14,26	537	6,7	40
J-32	12,16	537	6,7	41
J-54	15	537	6,7	38
J-61	22,75	537	6,7	30
J-99	19,85	537	3,3	34
J-101	16,3	537	3,3	38
J-102	16,82	537	3,3	37
J-12	20	538	3,3	39
J-17	20,05	538	3,3	38

Label	Elevasi (m)	Zona	Kebutuhan Air (L/s)	Head (m H₂O)
J-19	14,66	538	6,7	42
J-6	22,02	539	0,2	39
J-8	27,87	539	0,3	32
J-9	25	539	0,1	36
J-2	20,31	<None>	0	42
J-4	24,99	<None>	0	36
J-5	20,04	<None>	0	41
J-7	25,02	<None>	0	35
J-10	20,02	<None>	0	40
J-11	20	<None>	0	40
J-14	25	<None>	0	34
J-15	20	<None>	0	39
J-16	20	<None>	0	38
J-21	12,52	<None>	0	44
J-27	11,63	<None>	0	42
J-30	14,99	<None>	0	38
J-38	12,07	<None>	0	41
J-39	12,22	<None>	0	40
J-41	14,71	<None>	0	38
J-42	10,02	<None>	0	43
J-43	9,77	<None>	0	43
J-44	10	<None>	0	43
J-46	12,7	<None>	0	40
J-48	15,04	<None>	0	38
J-49	16,98	<None>	0	35
J-50	14,13	<None>	0	38
J-52	10,02	<None>	0	43
J-55	16,66	<None>	0	36

Label	Elevasi (m)	Zona	Kebutuhan Air (L/s)	Head (m H₂O)
J-57	15	<None>	0	38
J-58	15,06	<None>	0	38
J-59	17,8	<None>	0	35
J-60	20	<None>	0	33
J-62	24,99	<None>	0	28
J-63	27,77	<None>	0	25
J-64	30,01	<None>	0	23
J-65	29,21	<None>	0	23
J-67	24,91	<None>	0	27
J-68	22,29	<None>	0	29
J-70	20	<None>	0	31
J-71	20	<None>	0	31
J-72	22,35	<None>	0	29
J-73	24,98	<None>	0	26
J-74	26,65	<None>	0	24
J-75	30	<None>	0	21
J-78	31,31	<None>	0	20
J-79	29,99	<None>	0	21
J-81	19,99	<None>	0	29
J-83	30,39	<None>	0	20
J-85	29,95	<None>	0	20
J-87	24,95	<None>	0	24
J-89	20	<None>	0	28
J-90	18,31	<None>	0	30
J-93	22,18	<None>	0	30
J-96	10,82	<None>	0	42
J-98	12,01	<None>	0	42
J-104	22,65	<None>	0	40

Label	Elevasi (m)	Zona	Kebutuhan Air (L/s)	Head (m H ₂ O)
J-108	11,82	<None>	0	41
J-111	23,02	<None>	0	40

Tabel 17 Data Pipa pada Analisis Daerah Perencanaan dengan Penggantian Pipa *Food Grade* pada Debit Rata – Rata

Label	Panjang (m)	Node Awal	Node Akhir	Diameter (mm)	Bahan	Flow (L/s)	Kecepatan (m/s)	Headloss Gradient (m/km)
P-36	228	J-38	J-39	100	HDPE	0	0	0
P-100	42	Paku won 4	J-61	450	HDPE	0	0	0
P-98	33	Paku won 3	J-61	450	HDPE	0	0	0
P-95	29	Paku won 2	J-61	450	HDPE	0	0	0
P-93	25	Paku won 1	J-61	450	HDPE	0	0	0
P-99	42	J-93	Paku won 4	450	HDPE	0	0	0
P-97	34	J-93	Paku won 3	450	HDPE	0	0	0
P-94	27	J-93	Paku won 2	450	HDPE	0	0	0
P-92	23	J-93	Paku won 1	450	HDPE	0	0	0
P-155	8	TCV-3	R-1	450	HDPE	0	0	0
P-154	8	J-111	TCV-3	450	HDPE	0	0	0
P-123	78	J-108	J-46	200	HDPE	6,9	0,22	0,225
P-37	698	J-39	J-40	150	HDPE	4	0,23	0,33
P-44	131	J-46	J-47	150	HDPE	4	0,23	0,33
P-101	402	J-43	J-95	150	HDPE	4	0,23	0,33
P-104	388	J-96	J-97	150	HDPE	4	0,23	0,33
P-38	404	J-39	J-41	150	HDPE	4	0,23	0,33

Label	Panjang (m)	Node Awal	Node Akhir	Diameter (mm)	Bahan	Flow (L/s)	Kecepatan (m/s)	Headloss Gradient (m/km)
P-102	404	J-41	J-96	150	HDPE	4	0,23	0,33
P-40	75	J-42	J-43	200	HDPE	8	0,25	0,293
P-103	85	J-96	J-42	200	HDPE	8	0,25	0,293
P-77	643	J-79	J-80	150	HDPE	4,7	0,26	0,439
P-81	41	J-83	J-79	150	HDPE	4,7	0,26	0,439
P-35	631	J-36	J-37	100	HDPE	2,2	0,28	0,786
P-34	506	J-35	J-36	200	HDPE	8,9	0,28	0,355
P-108	480	J-98	J-101	200	HDPE	10	0,32	0,443
P-59	136	J-61	J-62	450	HDPE	51,3	0,32	0,177
P-60	109	J-62	J-63	450	HDPE	51,3	0,32	0,177
P-61	89	J-63	J-64	450	HDPE	51,3	0,32	0,177
P-62	559	J-64	J-65	450	HDPE	51,3	0,32	0,177
P-1	283	J-1	J-2	75	HDPE	1,5	0,33	1.505
P-85	225	J-86	J-87	150	HDPE	6,3	0,36	0,772
P-86	335	J-87	J-88	150	HDPE	6,3	0,36	0,772
P-111	24	J-93	TCV-1	450	HDPE	58	0,36	0,221
P-112	24	TCV-1	J-61	450	HDPE	58	0,36	0,221
P-54	280	J-56	J-57	450	HDPE	58	0,36	0,221
P-55	165	J-57	J-58	450	HDPE	58	0,36	0,221
P-56	91	J-58	J-59	450	HDPE	58	0,36	0,221
P-57	73	J-59	J-60	450	HDPE	58	0,36	0,221
P-90	144	J-60	J-93	450	HDPE	58	0,36	0,221
P-45	274	J-46	J-48	100	HDPE	2,9	0,37	1.338
P-46	241	J-48	J-49	100	HDPE	2,9	0,37	1.338
P-47	253	J-49	J-50	100	HDPE	2,9	0,37	1.338
P-48	95	J-50	J-51	100	HDPE	2,9	0,37	1.338

Label	Panjang (m)	Node Awal	Node Akhir	Diameter (mm)	Bahan	Flow (L/s)	Kecepatan (m/s)	Headloss Gradient (m/km)
P-49	250	J-28	J-52	100	HDPE	2,9	0,37	1.338
P-50	785	J-52	J-53	100	HDPE	2,9	0,37	1.338
P-67	126	J-69	J-70	200	HDPE	12	0,38	0,621
P-68	146	J-70	J-71	200	HDPE	12	0,38	0,621
P-69	61	J-71	J-72	200	HDPE	12	0,38	0,621
P-70	60	J-72	J-73	200	HDPE	12	0,38	0,621
P-71	286	J-73	J-74	200	HDPE	12	0,38	0,621
P-72	212	J-74	J-75	200	HDPE	12	0,38	0,621
P-73	129	J-75	J-76	200	HDPE	12	0,38	0,621
P-87	165	J-88	J-89	100	HDPE	3	0,38	1.395
P-88	156	J-89	J-90	100	HDPE	3	0,38	1.395
P-89	79	J-90	J-91	100	HDPE	3	0,38	1.395
P-41	57	J-43	J-44	200	HDPE	12	0,38	0,621
P-122	161	J-44	J-108	200	HDPE	12	0,38	0,621
P-18	356	J-19	J-20	75	HDPE	1,8	0,4	2.110
P-52	211	J-54	J-55	450	HDPE	64,7	0,41	0,271
P-53	195	J-55	J-56	450	HDPE	64,7	0,41	0,271
P-83	81	J-84	J-85	200	HDPE	13	0,41	0,721
P-84	490	J-85	J-86	200	HDPE	13	0,41	0,721
P-78	724	J-80	J-81	100	HDPE	3,3	0,42	1.696
P-79	87	J-81	J-82	100	HDPE	3,3	0,42	1.696
P-109	108	J-101	J-99	100	HDPE	3,3	0,42	1.696
P-110	142	J-101	J-102	100	HDPE	3,3	0,42	1.696
P-51	565	J-32	J-54	450	HDPE	71,3	0,45	0,325
P-33	66	J-34	J-35	200	HDPE	15,5	0,49	1.002
P-64	256	J-66	J-67	200	HDPE	18,7	0,59	1.408
P-65	73	J-67	J-68	200	HDPE	18,7	0,59	1.408

Label	Panjang (m)	Node Awal	Node Akhir	Diameter (mm)	Bahan	Flow (L/s)	Kecepatan (m/s)	Headloss Gradient (m/km)
P-66	59	J-68	J-69	200	HDPE	18,7	0,59	1.408
P-124	4	J-32	J-108	200	HDPE	18,9	0,6	1.446
P-82	721	J-83	J-84	200	HDPE	19,7	0,63	1.551
P-32	49	J-33	J-34	200	HDPE	22,2	0,71	1.941
P-75	280	J-77	J-78	200	HDPE	24,3	0,77	2.301
P-80	56	J-78	J-83	200	HDPE	24,3	0,77	2.301
P-28	252	J-29	J-30	450	HDPE	125,8	0,79	0,929
P-30	341	J-30	J-32	450	HDPE	125,8	0,79	0,929
P-63	232	J-65	J-66	200	HDPE	25,3	0,81	2.479
P-27	251	J-28	J-29	450	HDPE	130,9	0,82	1.000
P-74	379	J-65	J-77	200	HDPE	26	0,83	2.601
P-106	158	J-98	J-28	450	HDPE	140,5	0,88	1.140
P-17	332	J-18	J-19	500	HDPE	175,6	0,89	1.031
P-31	162	J-32	J-33	200	HDPE	28,9	0,92	3.157
P-25	390	J-26	J-27	450	HDPE	150,5	0,95	1.295
P-105	68	J-27	J-98	450	HDPE	150,5	0,95	1.295
P-16	464	J-17	J-18	500	HDPE	189	0,96	1.181
P-24	393	J-25	J-26	450	HDPE	153,9	0,97	1.348
P-12	352	J-13	J-14	500	HDPE	192,3	0,98	1.220
P-13	181	J-14	J-15	500	HDPE	192,3	0,98	1.220
P-14	144	J-15	J-16	500	HDPE	192,3	0,98	1.220
P-15	268	J-16	J-17	500	HDPE	192,3	0,98	1.220
P-11	224	J-12	J-13	500	HDPE	193,6	0,99	1.235
P-23	454	J-24	J-25	450	HDPE	157,2	0,99	1.403
P-8	184	J-8	J-7	500	HDPE	197	1	1.275
P-10	191	J-11	J-12	500	HDPE	197	1	1.275

Label	Panjang (m)	Node Awal	Node Akhir	Diameter (mm)	Bahan	Flow (L/s)	Kecepatan (m/s)	Headloss Gradient (m/km)
P-120	157	J-11	J-10	500	HDPE	197	1	1.275
P-121	159	J-10	J-7	500	HDPE	197	1	1.275
P-119	112	J-107	J-8	500	HDPE	197,2	1	1.278
P-22	137	J-23	J-24	450	HDPE	160,5	1,01	1.458
P-21	146	J-22	J-23	450	HDPE	163,9	1,03	1.515
P-118	132	J-6	J-107	500	HDPE	205,2	1,05	1.376
P-4	313	J-9	J-4	500	HDPE	205,4	1,05	1.378
P-5	156	J-4	J-5	500	HDPE	205,4	1,05	1.378
P-6	148	J-5	J-6	500	HDPE	205,4	1,05	1.378
P-3	287	J-3	J-9	500	HDPE	205,5	1,05	1.379
P-19	381	J-19	J-21	450	HDPE	167,2	1,05	1.573
P-20	202	J-21	J-22	450	HDPE	167,2	1,05	1.573
P-2	468	J-2	J-3	500	HDPE	212,2	1,08	1.463
P-116	257	J-104	J-2	500	HDPE	213,6	1,09	1.482
P-129	45	J-111	J-104	500	HDPE	213,6	1,09	1.482
P-128	5	Alas Malang	J-111	450	HDPE	213,6	1,34	2.476
P-131	11	R-1	Alas Malang	400	HDPE	213,6	1,7	4.394

Tabel 16 Data Pompa pada Analisis Daerah Perencanaan dengan Penggantian Pipa *Food Grade* pada Debit Rata – Rata

Label	Elevasi (m)	Jenis Pompa	Status	Flow (L/s)	Pump Head (m)
Pakuwon 1	22,39	Grundfos NK65x200	Off	0	0
Pakuwon 2	22,35	Grundfos NK65x200	Off	0	0

Label	Elevasi (m)	Jenis Pompa	Status	Flow (L/s)	Pump Head (m)
Pakuwon 3	22,31	Grundfos NK65x200	Off	0	0
Pakuwon 4	22,28	Grundfos NK65x200	Off	0	0
Alas Malang	23,06	Thorisima CMDV 450x350 HN	On	216	40

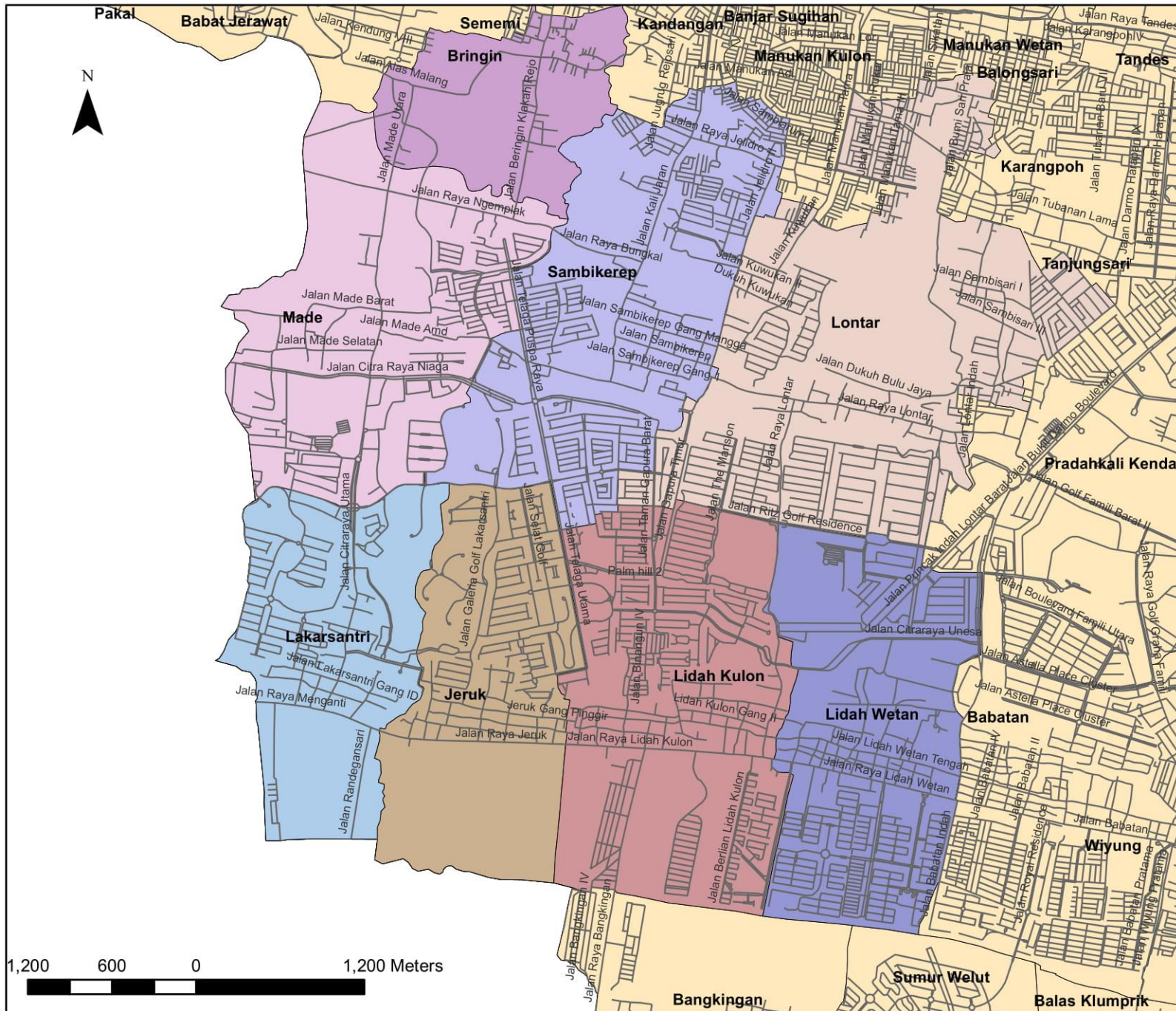
“Halaman ini sengaja dikosongkan”

**LAMPIRAN V
GAMBAR DAN PETA**

Daftar Gambar dan Peta

No. Gambar	Judul Gambar
1	Peta Kelurahan di Daerah Perencanaan
2	Sub Zona Pelayanan
3	Peta Kontur
4	Peta Pipa Eksisting
5	Peta Pipa Perencanaan dengan Pipa Eksisting
6	Peta Pipa Perencanaan dengan Pipa <i>Food Grade</i>

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN DAN
 KEBUMIHAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 SURABAYA

TUGAS AKHIR - RE 184804

Perencanaan Distribusi Air Minum
 dengan Pemanfaatan Air Umbulan
 di Surabaya Barat

JUDUL GAMBAR

Peta Kelurahan di Daerah
 Perencanaan

LEGENDA

- Jalan
- Kelurahan
 - Bringin
 - Jeruk
 - Lakarsantri
 - Lidah Kulon
 - Lidah Wetan
 - Lontar
 - Made
 - Sambikerep
 - Kota Surabaya

MAHASISWA

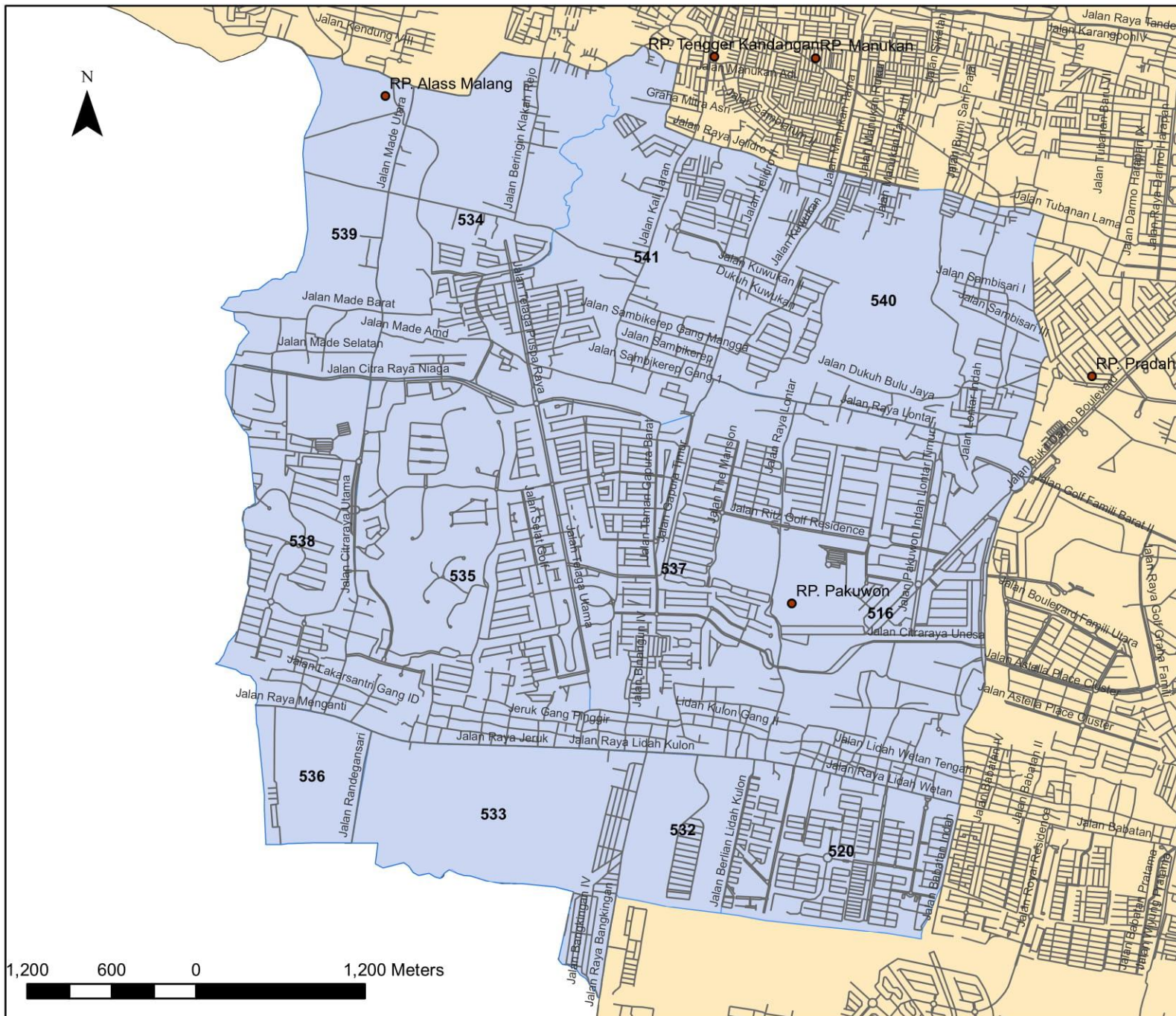
Yohanes Candra Kurniawan
 NRP. 0321154000089

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Bowo Djoko Marsono, M. Eng.
 NIP. 19650317 199102 1 001

NOMOR GAMBAR

1



DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN DAN
 KEBUMIHAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 SURABAYA

TUGAS AKHIR - RE 184804

Perencanaan Distribusi Air Minum
 dengan Pemanfaatan Air Umbulan
 di Surabaya Barat

JUDUL GAMBAR

Sub Zona Pelayanan

LEGENDA

- Rumah Pompa
- Jalan
- Sub Zona Pelayanan
- Kota Surabaya

MAHASISWA

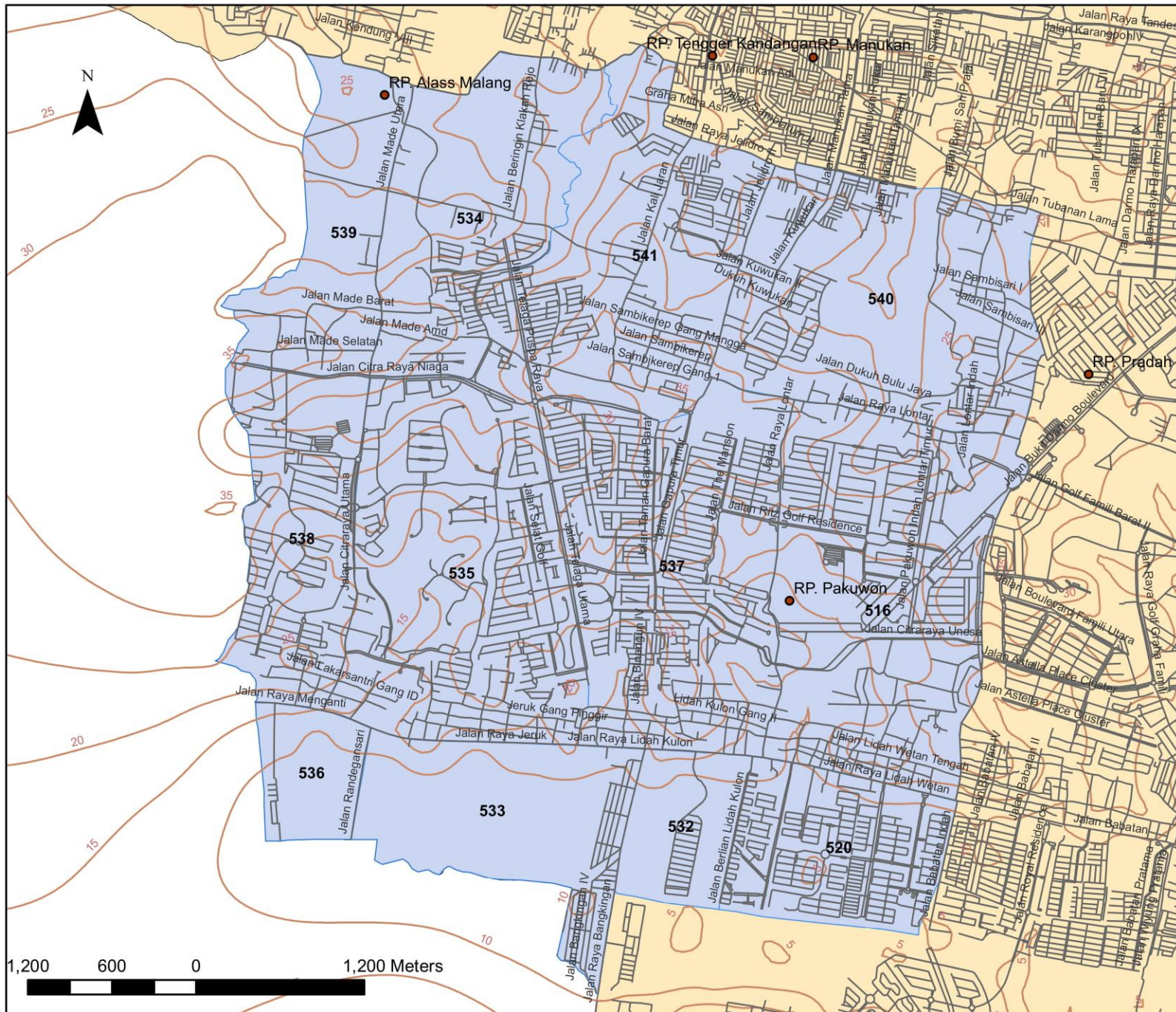
Yohanes Candra Kurniawan
 NRP. 03211540000089

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Bowo Djoko Marsono, M. Eng.
 NIP. 19650317 199102 1 001

NOMOR GAMBAR

2



DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN DAN
 KEBUMIHAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 SURABAYA

TUGAS AKHIR - RE 184804

Perencanaan Distribusi Air Minum
 dengan Pemanfaatan Air Umbulan
 di Surabaya Barat

JUDUL GAMBAR

Peta Kontur

LEGENDA

- Rumah Pompa
- Jalan
- Garis Kontur
- Sub Zona Pelayanan
- Kota Surabaya

MAHASISWA

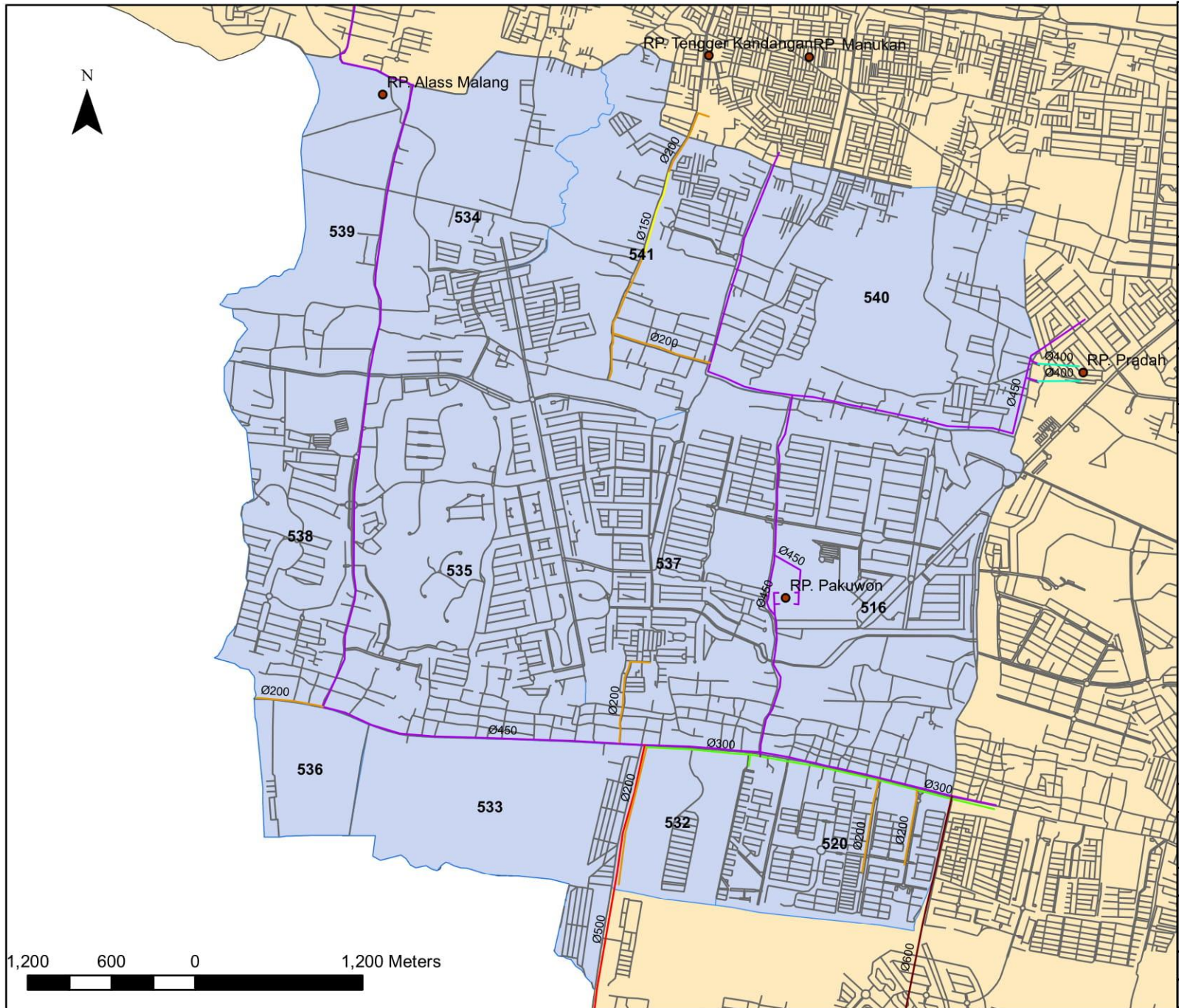
Yohanes Candra Kurniawan
 NRP. 0321154000089

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Bowo Djoko Marsono, M. Eng.
 NIP. 19650317 199102 1 001

NOMOR GAMBAR

3



DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN DAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN DAN
KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA

TUGAS AKHIR - RE 184804

Perencanaan Distribusi Air Minum
dengan Pemanfaatan Air Umbulan
di Surabaya Barat

JUDUL GAMBAR

Peta Pipa Eksisting

LEGENDA

- Rumah Pompa
- Pipa Eksisting
 - Ø150
 - Ø200
 - Ø300
 - Ø400
 - Ø450
 - Ø500
 - Ø600
- Jalan
- Sub Zona Pelayanan
- Kota Surabaya

MAHASISWA

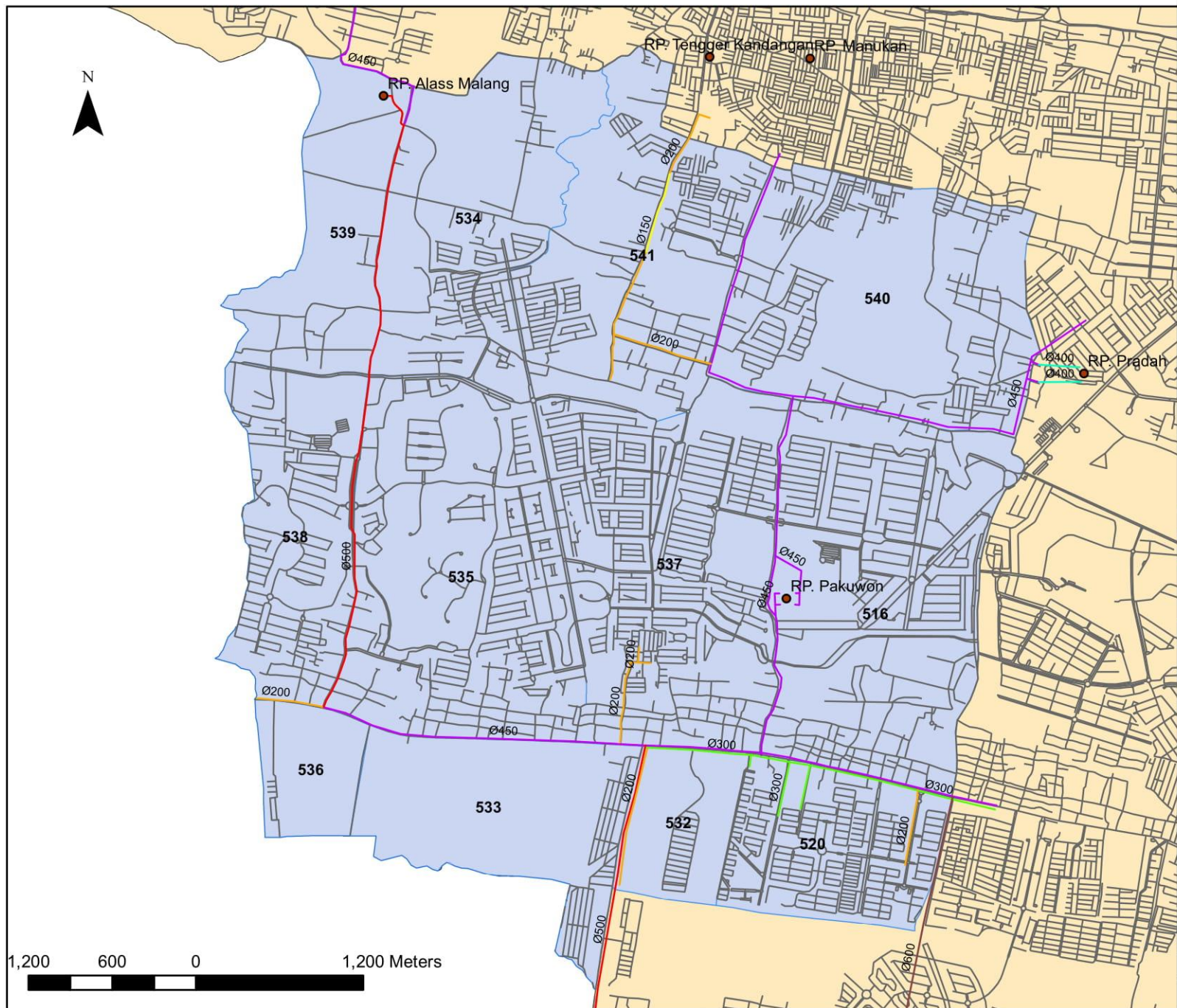
Yohanes Candra Kurniawan
NRP. 0321154000089

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Bowo Djoko Marsono, M. Eng.
NIP. 19650317 199102 1 001

NOMOR GAMBAR

4



DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN DAN
 KEBUMIHAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 SURABAYA

TUGAS AKHIR - RE 184804

Perencanaan Distribusi Air Minum
 dengan Pemanfaatan Air Umbulan
 di Surabaya Barat

JUDUL GAMBAR

Peta Pipa Perencanaan dengan Pipa
 Eksisting

LEGENDA

- Rumah Pompa
- Perencanaan dengan Pipa Eksisting
- Ø150
- Ø200
- Ø300
- Ø400
- Ø450
- Ø500
- Ø600
- Jalan
- Sub Zona Pelayanan
- Kota Surabaya

MAHASISWA

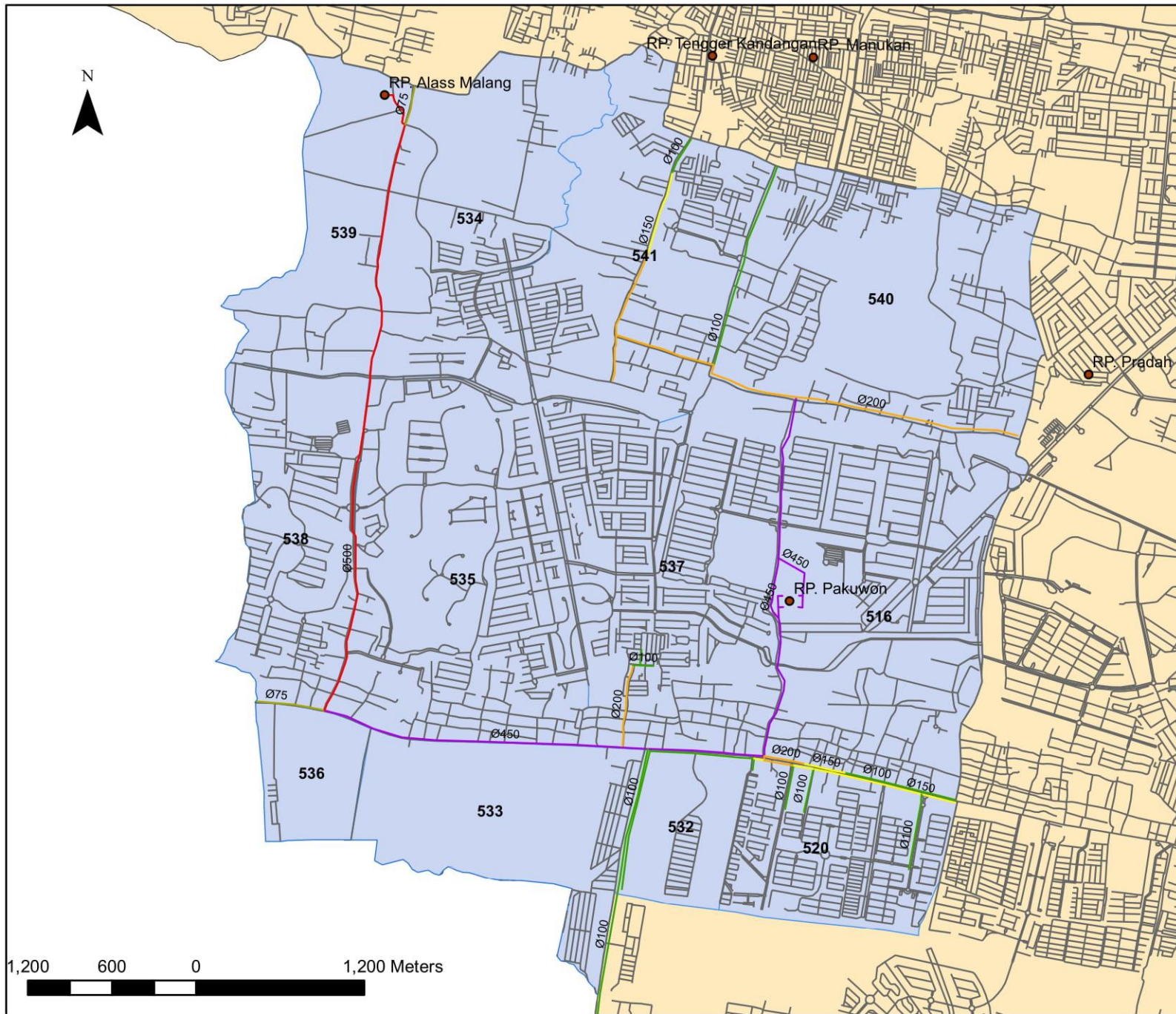
Yohanes Candra Kurniawan
 NRP. 03211540000089

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Bowo Djoko Marsono, M. Eng.
 NIP. 19650317 199102 1 001

NOMOR GAMBAR

5



DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN DAN
 KEBUMIHAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 SURABAYA

TUGAS AKHIR - RE 184804

Perencanaan Distribusi Air Minum
 dengan Pemanfaatan Air Umbulan
 di Surabaya Barat

JUDUL GAMBAR

Peta Pipa Perencanaan dengan Pipa
 HDPE

LEGENDA

- Rumah Pempa
- Perencanaan dengan Pipa HDPE
 - Ø100
 - Ø150
 - Ø200
 - Ø450
 - Ø500
 - Ø75
- Jalan
- Sub Zona Pelayanan
- Kota Surabaya

MAHASISWA

Yohanes Candra Kurniawan
 NRP. 0321154000089

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Bowo Djoko Marsono, M. Eng.
 NIP. 19650317 199102 1 001

NOMOR GAMBAR

6

LAMPIRAN VI
FORMULIR TUGAS AKHIR

Daftar Formulir Tugas Akhir

No. Urut	Formulir Tugas Akhir
1	Formulir Berita Acara Seminar Kemajuan TA (KTA-02)
2	Formulir Berita Acara Ujian Lisan TA (UTA-02)
3	Formulir Perbaikan Laporan TA (FTA-05)
4	Formulir Kegiatan Asistensi TA (FTA-03)

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



PROGRAM SARJANA DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN-ITS
Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111. Telp: 031-5948866, Fax: 031-5928367

KTA-S1-TL-03 TUGAS AKHIR
Periode: Genap 2018/2019

Kode/SKS : RE184804 (0/6/0)
No. Revisi: 01

FORMULIR TUGAS AKHIR KTA-02
Formulir Ringkasan dan Saran Dosen Pembimbing
Seminar Kemajuan Tugas Akhir

Hari, tanggal : Jumat, 10 Mei 2019
Pukul : 10.00
Lokasi : TL - 101
Judul : Perencanaan Distribusi Air Minum dengan Pemanfaatan Air Umbulan di Surabaya Barat
Nama : Yohanes Candra Kurniawan
NRP. : 032115400089
Topik : Perencanaan

Nilai TOEFL : 490

Tanda Tangan

No./Hal.	Ringkasan dan Saran Dosen Pembimbing Seminar Kemajuan Tugas Akhir
1	Gambar diperbaiki
2	Pemeliharaan Elcting, pada pemdaair air
3	Tambahkan dampak supply umbulan dan rekomendasinya
4	Cek bebacoran air (piste) -

25/5/2019
ff

Dosen Pembimbing akan menyerahkan formulir KTA-02 ke Sekretariat Program Sarjana
Formulir ini harus mahasiswa dibawa saat asistensi kepada Dosen Pembimbing
Formulir dikumpulkan bersama revisi buku setelah mendapat persetujuan Dosen Pembimbing

Berdasarkan hasil evaluasi Dosen Pengarah dan Dosen Pembimbing, dinyatakan mahasiswa tersebut:

1. Dapat melanjutkan ke Tahap Ujian Tugas Akhir
2. Tidak dapat melanjutkan ke Tahap Ujian Tugas Akhir

Dosen Pembimbing

In. Rowo Djoko Marseno, M. Eng.



CamScanner

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



PROGRAM SARJANA DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN - ITS
 Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111. Telp: 031-5948886, Fax: 031-5928387

UTA-S1-TL-02 TUGAS AKHIR
 Periode: Genap 2018-2019

Kode/SKS : RE141581 (0/6/0)
 No. Revisi: 01

FORMULIR TUGAS AKHIR UTA-02
 Formulir Ringkasan dan Saran Dosen Pembimbing
 Ujian Tugas Akhir

Hari, tanggal : Selasa, 16 Juli 2019
 Pukul : 15.00
 Lokasi : TL-101
 Judul : Perencanaan Distribusi Air Minum dengan Pemanfaatan Air Umbulan di Surabaya Barat

Nilai TOEFL 490

Nama : Yohanes Candra Kurniawan
 NRP. : 0321154000089
 Topik : Perencanaan

Tanda Tangan

No./Hal.	Ringkasan dan Saran Dosen Pembimbing Ujian Tugas Akhir
Atas 1	apa saja belum standar TA.
2	apa saja komponen pompa
3	metode survey
Dasar 1	Konstruksi pemrosesan pipa besi
2	menyebutkan material, dan membandingkan kualitas dan air galon.
3	apakah bisa dibayar Rp nya.
4	
Evaluasi 1	Menentukan kerangka Rn dan pasta
2	Perjanjian tgl IPA Karang pilay → Survei
3	efektifitas watercad
4	Tugas akhir analisis survey sugi

OK
 25/7
 2019

Dosen Pembimbing akan menyerahkan formulir UTA-02 ke Sekretariat Program Sarjana
 Formulir ini harus dibawa mahasiswa saat asistensi kepada Dosen Pembimbing
 Formulir dikumpulkan bersama revisi buku setelah mendapat persetujuan Dosen Pembimbing

Berdasarkan hasil evaluasi Dosen Penguji dan Dosen Pembimbing, dinyatakan mahasiswa tersebut:

- 1) Lulus Ujian Tugas Akhir
2. harus mengulang Ujian Tugas Akhir semester berikutnya
3. Tugas Akhir dinyatakan gagal atau harus mengganti Tugas Akhir (lebih dari 2 semester)

Dosen Pembimbing
 Ir. Bowo Djoko Marsono, M. Eng

(Bjo)

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



FORMULIR PERBAIKAN LAPORAN TUGAS AKHIR

Nama : Yohanes Candra Kurniawan
NRP : 03211540000089
Judul Tugas Akhir : Perencanaan Distribusi Air Minum Dengan Pemantauan Air
Umbulan di Surabaya Barat

No	Saran Perbaikan (sesuai Form UTA-02)	Tanggapan / Perbaikan (bila perlu, sebutkan halaman)
1.	Peta belum standar TA	Dibuat kop gambar
2.	Operasional pompa	Disusuaikan lagi
3.	Justifikasi metode survey	Cari jurnal pendukung
4.	Perhitungan RAB	Dihitung secara umum. Asumsi ditetapkan 20% PIPA
5.	Marukkan permen PU No 18/2007 dan Permen PU No 29/2016	Bandingkan! Baca kembali
6.	Sesuaikan tujuan untung rugi	Rubah kata-kata. Surun kembali kalimat

Dosen Pembimbing,

Dr. Hono Wicaksono Marseno, M.Eng.

Mahasiswa Ybs.,

Yohanes Candra Kurniawan



“Halaman ini sengaja dikosongkan”



KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : Yohanes Candra Kurniawan
NRP : 03211540000089
Judul : Perencanaan Distribusi Air Minum Dengan Pemantauan
Air Umbulan di Surabaya Barat

No	Tanggal	Keterangan Kegiatan / Pembahasan	Paraf
1	19/03/2019	Pengambilan data PDAM.	
2	01/04/2019	Kuesioner dilanjutkan.	
3	11/04/2019	Kuesioner dibahas (hasil survey) Perhitungan waterCAD dilanjutkan. Mulai membuat laporan.	
4	25/04/2019	- Kurangi tekanan pompa - Paledi pipa HDPE - Lanjutkan perhitungan rant	
5	30/04/2019	- Lanjutkan gambar peta. Buat kesimpulan secepatnya. Persiapan seminar kemajuan.	
6	12/06/2019	- Perencanaan pipa toudgrade	
7	19/06/2019	- SOP flushing, titik flushing. - Alat flushing dimatikan 150a	
8	26/06/2019	- Lanjutkan membuat power poin	

Surabaya, 26 Juli 2019.
Dosen Pembimbing

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BIOGRAFI PENULIS



Penulis lahir dan dibesarkan di Kabupaten Blitar, Jawa Timur. Lahir pada tanggal 21 Maret 1997 di Kota Wlingi. Penulis menempuh pendidikan dasar di SDN 01 Semen dan melanjutkan pendidikan ke SMPN 01 Wlingi. Kemudian penulis melanjutkan sekolah menengah di SMA Pangudi Luhur Van Lith Muntilan. Penulis memulai pendidikan Sarjana Teknik Lingkungan di Institut Teknologi Sepuluh Nopember pada tahun 2015. Penulis terdaftar dengan nomor registrasi pokok 0321154000089. Penulis pernah mengikuti kerja praktik

di PDAM Giri Menang Mataram dengan topik evaluasi jaringan distribusi air minum.

Selama menempuh pendidikan sarjana, penulis juga aktif dalam kegiatan kemahasiswaan. Penulis aktif dalam berbagai kepanitiaan di Himpunan Mahasiswa Teknik Lingkungan (HMTL) ITS, BEM fakultas maupun institut dan Komunitas Pecinta dan Pemerhati Lingkungan (KPPL). Penulis pernah mengikuti pelatihan LKMM-TD dan LKMM-TM untuk mengembangkan ilmu manajerial. Penulis dipercaya untuk menjabat sebagai Kepala Divisi Pengembangan Sumber Daya Mahasiswa HMTL ITS periode 2018. Penulis juga aktif dalam dunia kepanitiaan ITS sebagai pemandu LKMM-TD FTSP. Penulis juga terlibat dalam amandemen KDKM HMTL ITS sebagai anggota tim pengkaji dan tim ad-hoc. Semua kegiatan kemahasiswaan diikuti penulis dalam rangka pengembangan diri dan sebagai bentuk aktualisasi diri. Penulis dapat dihubungi melalui alamat surat elektronik yohanes.candrak@gmail.com.