



**TUGAS AKHIR - RE 184804**

**PERENCANAAN SISTEM DISTRIBUSI AIR MINUM  
KECAMATAN BENJENG KABUPATEN GRESIK**

**AVICENNA MUHAMMAD ANDIYA**  
0321164000021

**DOSEN PEMBIMBING:**  
Alfan Purnomo, S.T., M.T.

Departemen Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan dan Kebumian  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2020





**TUGAS AKHIR - RE 184804**

**PERENCANAAN SISTEM DISTRIBUSI AIR MINUM  
KECAMATAN BENJENG KABUPATEN GRESIK**

AVICENNA MUHAMMAD ANDIYA  
03211640000021

DOSEN PEMBIMBING:  
Alfan Purnomo, S.T., M.T.

Departemen Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2020





FINAL PROJECT - RE 184804

## DESIGN OF DRINKING WATER DISTRIBUTION SYSTEM OF BENJENG DISTRICT, GRESIK REGENCY

AVICENNA MUHAMMAD ANDIYA  
03211640000021

SUPERVISOR  
Alfan Purnomo, S.T., M.T.

Department of Environmental Engineering  
Faculty of Civil, Planning and Geo Engineering  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya, 2020





## LEMBAR PENGESAHAN

### PERENCANAAN SISTEM DISTRIBUSI AIR MINUM KECAMATAN BENJENG KABUPATEN GRESIK

#### TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
pada  
Program Studi S-1 Departemen Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**AVICENNA MUHAMMAD ANDIYA**

NRP : 03211640000021

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir



**Alfian Purnomo, S.T., M.T**  
**NIP 19830304 200604 1 002**

SURABAYA  
AGUSTUS 2020





# **PERENCANAAN SISTEM DISTRIBUSI AIR MINUM KECAMATAN BENJENG KABUPATEN GRESIK**

Nama Mahasiswa : Avicenna Muhammad Andiya  
NRP : 03211640000021  
Departemen : Teknik Lingkungan FTSPK ITS  
Dosen Pembimbing : Alfian Purnomo S.T., M.T.

## **ABSTRAK**

Pengembangan SPAM Regional merupakan salah satu alternatif untuk meningkatkan operasional PDAM dengan memanfaatkan sumber air baku yang tersedia dengan lebih efektif dan efisien. Salah satu pengembangan SPAM Regional di Jawa Timur adalah SPAM Regional Mojolagres. Kabupaten Gresik dapat memperoleh distribusi air dari SPAM regional Mojolagres sebesar 100 L/detik secara bertahap. Maka direncanakan sistem distribusi air minum oleh PDAM di Kecamatan Benjeng yang airnya diperoleh dari SPAM regional Mojolagres.

Perencanaan wilayah pelayanan memperhatikan perkembangan penduduk serta rencana pembangunan khususnya di bidang SPAM hingga tahun 2030. Langkah awal perencanaan ini dengan melakukan proyeksi pertumbuhan penduduk dan dilanjutkan dengan proyeksi kebutuhan air hingga tahun 2030 untuk wilayah yang dilayani. Sehingga dapat direncanakan jaringan pipa distribusi air minum dari PDAM yang bersumber dari SPAM regional Mojolagres. Hal ini sebagai upaya untuk meningkatkan pelayanan pada akses air minum.

Hasil pada perencanaan ini yaitu, terpetakannya wilayah pelayanan SPAM di Kecamatan Benjeng. Kecamatan Benjeng mendapat debit rata-rata sebesar 38,94 L/s dari SPAM Regional Mojolagres. Pengaliran air SPAM Regional Mojolagres di Kecamatan Benjeng melayani 44 dusun dalam 16 desa. Pipa baru terpasang dan mengalirkan air dari Kecamatan Balongpanggang menuju Kecamatan Benjeng dan Cerme menggantikan pipa lama yang alirannya dari Kecamatan Cerme menuju Kecamatan Benjeng dan Balongpanggang. Pipa yang digunakan adalah pipa HDPE. Biaya yang dibutuhkan untuk pengembangan ini sebesar

Rp13.273.615.982. Hasil perencanaan ini diharapkan dapat memenuhi kebutuhan air bersih untuk masyarakat dan menunjang program pemerintah di sektor air bersih.

**Kata Kunci:** Distribusi Air, Kecamatan Benjeng, PDAM Kabupaten Gresik, dan SPAM Regional Mojolagres.

# **DESIGN OF DRINKING WATER DISTRIBUTION SYSTEM OF BENJENG DISTRICT, GRESIK REGENCY**

Name : Avicenna Muhammad Andiya  
NRP : 03211640000021  
Department: Environmental Engineering CIVPLAN ITS  
Supervisor : Alfian Purnomo S.T., M.T.

## **ABSTRACT**

Regional drinking water distribution system development is one alternative to improve PDAM operations by using raw water sources that are available more effectively and efficiently. One of the regional SPAM developments in East Java is the Mojolagres regional drinking water distribution system. Gresik regency will receive water distribution from the Mojolagres regional drinking water distribution system up to 100 L/s gradually. Therefore the drinking water distribution system will be planned by the PDAM in Benjeng district where the water is obtained from Mojolagres regional drinking water distribution system.

The plan determines the service area by taking into account population development and development plans, especially in the drinking water distribution system sector until 2030. The initial step of this plan is to make a projection of population growth and continued with water demand projections until 2030 for the area served. So that the drinking water distribution pipeline can be planned from the PDAM sourced from the Mojolagres regional drinking water distribution system. This is an effort to improve services on access to drinking water.

The results of this plan are the mapping of SPAM service areas in Benjeng District. Benjeng District received an average debit of 38.94 L/s from the Mojolagres Regional SPAM. Mojolagres Regional SPAM water drainage in Benjeng District serves 44 hamlets in 16 villages. A new pipe was installed and drained water from Balongpanggang District to Benjeng and Cerme Districts replacing the old pipes that flow from Cerme District to Benjeng and Balongpanggang Districts. The pipe used is HDPE pipe. Costs required for this development amounted to Rp13,273,615,982. The

results of this planning are expected to meet the needs of clean water for the community and support government programs in the clean water sector.

**Keywords:** Water Distribution, Mojolagres regional drinking water distribution system, PDAM Kabupaten Gresik, and Benjeng District

## **KATA PENGANTAR**

Puji dan syukur dipanjatkan atas kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul “Perencanaan Sistem Distribusi Air Minum Kecamatan Benjeng Kabupaten Gresik” tepat pada waktunya. Sholawat serta salam senantiasa penulis haturkan kepada Nabi Muhammad SAW sebagai penyampai risalah-Nya, dan teladan untuk peradaban dan budaya pemikiran. Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Alfian Purnomo, S.T., M.T selaku dosen pembimbing tugas akhir, terima kasih atas bimbingan, saran, dan kesabaran dalam penyusunan tugas akhir ini.
2. Bapak Dr. Abdu Fadli Assomadi S.Si., M.T, Ibu Bieby Voijant Tangahu, S.T., M.T., Ph.D., Ibu Ir. Atiek Moesriati, MKes, Bapak Dr. Ali Masduqi S.T., M.T, Bapak Ir. Eddy Setiadi Soedjono, M.Sc., Ph.D., dan Bu Susi Agustina Wilujeng, ST, MT selaku dosen penguji pada rangkaian sidang tugas akhir, terima kasih atas saran dan bimbingan yang diberikan.
3. Bapak Ir. Agus Slamet, M.Sc selaku dosen wali, terima kasih atas perhatian dan bimbingan mulai dari perwalian di semester I hingga pengerjaan tugas akhir.
4. Segenap dosen pengajar di Teknik Lingkungan yang telah mengajarkan ilmunya.
5. Kedua orangtua, kakak, dan segenap keluarga atas doa dan dukungan.
6. PT. Air Bersih Jawa Timur (Perseroda) atas izin dan bantuan dalam pengambilan data teknis pada jaringan transmisi SPAM Mojolagres.
7. PDAM Giri Tirta Kabupaten Gresik atas izin dan bantuan dalam perencanaan pelayanan SPAM Mojolagres di wilayah Kabupaten Gresik.
8. Pemerintah Kabupaten Gresik terutama Badan Perencanaan Pembangunan Daerah dan Dinas Pekerjaan Umum dan Tata Ruang Kabupaten Gresik atas izin dan bantuan dalam proses pengerjaan Tugas Akhir ini.
9. Ajeng Dwi Andaresta, Fitria Indaryani, Firdha Rachma Pengestika, Bernadet serta teman-teman Teknik

Lingkungan angkatan 2016 yang membantu dan mendukung penulis selama proses penyusunan Tugas Akhir ini.

10. Seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu atas dukungan dan kerjasama yang diberikan.

Semoga laporan ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca ataupun untuk penelitian selanjutnya.

Surabaya, Agustus 2020

Penyusun

## DAFTAR ISI

<b>ABSTRAK .....</b>	<b>i</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1    Latar Belakang.....	1
1.2    Rumusan Masalah.....	3
1.3    Tujuan.....	3
1.4    Ruang Lingkup.....	4
1.5    Manfaat .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
2.1    Sistem Penyediaan Air Minum .....	5
2.2    Sistem Jaringan Distribusi .....	5
2.3    Air Minum .....	6
2.4    Proyeksi Jumlah Penduduk .....	6
2.5    Kebutuhan Air .....	7
2.5.1    Kebutuhan Air Domestik .....	8
2.5.2    Kebutuhan Air Non Domestik.....	9
2.5.3    Kebutuhan Air Rata-Rata.....	9
2.5.4    Fluktuasi Kebutuhan Air.....	9
2.6    Akses Air Bersih .....	10

2.7	Kegiatan Program PAMSIMAS dan HIPHAM.....	12
2.8	Penyediaan ( <i>Supply</i> ) Air Bersih Masyarakat .....	13
2.9	Gambaran Umum Wilayah Studi .....	13
2.9.1	Gambaran Umum Kabupaten Gresik.....	13
2.9.2	Pengembangan SPAM Kabupaten Gresik .....	17
2.9.3	SPAM Regional Mojolagres (Gresik) .....	40
2.9.4	Gambaran Umum Kecamatan Benjeng.....	43
2.10	Analisis Hidrolika Dalam Sistem Distribusi Air Minum ..	51
2.10.1	Prinsip Pengukuran Debit Air.....	51
2.10.2	Hukum Bernoulli .....	51
2.10.3	Hukum Hazen-Williams.....	52
2.10.4	Hukum Kontinuitas .....	53
2.10.5	Sisa Tekan .....	54
2.11	Kehilangan Air.....	55
2.12	Aplikasi EPANET 2.0.....	55
2.13	Blok Pelayanan .....	56
2.14	Pompa .....	56
2.15	Perpipaan .....	58
<b>BAB III</b>	<b>METODE PERENCANAAN.....</b>	<b>63</b>
3.1	Kerangka Perencanaan.....	63
3.2	Uraian Tahapan Kegiatan Perencanaan.....	64
3.2.1	Ide Studi .....	64
3.2.2	Pengumpulan Data.....	64
3.2.3	Analisis Data .....	66
3.2.4	Perancangan SPAM.....	69



3.2.5	Perhitungan Biaya .....	69
3.2.6	Ide StudiKesimpulan dan Saran.....	69
<b>BAB IV HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>71</b>
4.1	Penentuan Wilayah Pelayanan Kecamatan Benjeng..	71
4.1.1	Tingkat Pelayanan SPAM Eksisting.....	71
4.1.2	Pengembangan SPAM Kecamatan Benjeng .....	72
4.1.3	Pembagian Debit Pelayanan .....	74
4.2	Pengembangan Pipa PDAM di Kecamatan Benjeng...	93
4.2.1	Pengambilan Data Elevasi .....	93
4.2.2	Pemetaan Rencana Jaringan.....	93
4.2.3	Simulasi EPANET .....	93
4.2.4	Hasil Simulasi EPANET .....	99
4.3	Perhitungan Rancangan Anggaran Biaya .....	130
4.3.1	Pembelian Pipa dan Aksesoris Pipa.....	130
4.3.2	Pemasangan Pipa.....	143
4.3.3	Total Biaya.....	146
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>147</b>
5.1	Kesimpulan .....	147
5.2	Saran .....	147
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>		<b>149</b>
<b>LAMPIRAN A.....</b>		<b>152</b>
<b>LAMPIRAN B.....</b>		<b>180</b>
<b>BIOGRAFI PENULIS.....</b>		<b>216</b>

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Batas Administrasi Kabupaten Gresik .....	15
Gambar 2.2	Peta Jaringan Induk Eksisting Kabupaten Gresik dan Jaringan Pipa KPS .....	21
Gambar 2.3	Peta Pelayanan PDAM Kabupaten Gresik.....	23
Gambar 2.4	Peta Rencana Daerah Pelayanan Perpipaan PDAM dengan Sistem Zonasi (Tahap 1) Kabupaten Gresik .....	25
Gambar 2.5	Peta Rencana Daerah Pelayanan Perpipaan PDAM dengan Sistem Zonasi (Tahap 2) Kabupaten Gresik .....	27
Gambar 2.6	Peta Rencana Daerah Pelayanan Perpipaan PDAM dengan Sistem Zonasi (Tahap 3) Kabupaten Gresik .....	29
Gambar 2.7	Peta overlay pelayanan SPAM Kabupaten Gresik .....	31
Gambar 2.8	Peta Rencana SPAM Kecamatan Cerme .....	33
Gambar 2.9	Peta Rencana SPAM Kecamatan Benjeng .....	35
Gambar 2.10	Peta Rencana SPAM Kecamatan Balongpanggang .....	37
Gambar 2.11	Peta Skema Jaringan Pipa Distribusi Utama SPAM Mojolagres .....	39
Gambar 2.12	Wilayah Kecamatan Benjeng .....	49
Gambar 3.1	Kerangka Perencanaan .....	63

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Tingkat Konsumsi/Pemakaian Air Rumah Tangga Sesuai Kategori Kota.....	8
Tabel 2.2	Tingkat Layanan Air Bersih.....	11
Tabel 2.3	Rencana Wilayah Desa Pelayanan SPAM Mojolagres.....	40
Tabel 2.4	Rencana Pengembangan Pembentukan Himpunan Penduduk Pemakai Air Minum (HIPPAM) di Kabupaten Gresik.....	42
Tabel 2.5	Jumlah Penduduk Hasil Registrasi di Kecamatan Benjeng Tahun 2011-2018.....	44
Tabel 2.6	Persebaran Penduduk di Kecamatan Benjeng.....	44
Tabel 2.7	Jumlah Curah Hujan, Hari Hujan dan Rata-rata Curah Hujan per Hari di Kecamatan Benjeng 2018.....	47
Tabel 2.8	Kondisi SPAM PDAM Eksisting di Kecamatan Benjeng .....	48
Tabel 2.9	Nilai koefisien kekasaran pipa $C_{hw}$ (Hazen-William) .....	53
Tabel 2.10	Distribusi Angka Non Revenue Water .....	55
Tabel 4.1	Kategori Desa Berdasarkan Pelayanan SPAM Eksisting.....	72
Tabel 4.2	Rekap Nilai Korelasi pada Kecamatan Cerme .....	76
Tabel 4.3	Rekap Nilai Korelasi pada Kecamatan Benjeng.....	76
Tabel 4.4	Rekap Nilai Korelasi pada Kecamatan Balongpanggang.....	76
Tabel 4.5	Perhitungan Nilai $r$ untuk Metode Geometrik .....	77
Tabel 4.6	Persentase Penduduk Setiap Desa di Kecamatan Cerme Tahun 2018 .....	78
Tabel 4.7	Perhitungan Nilai $a$ dan $b$ untuk Metode Least Square.....	79
Tabel 4.8	Persentase Penduduk Setiap Desa di Kecamatan Benjeng Tahun 2018 .....	80
Tabel 4.9	Perhitungan Nilai $r$ untuk Metode Aritmatik.....	81
Tabel 4.10	Persentase Penduduk Setiap Desa di Kecamatan Balongpanggang Tahun 2018.....	82
Tabel 4.11	Data SPAM Eksisting Wilayah Pelayanan Mojolagres.....	85
Tabel 4.12	Pembagian Debit SPAM Mojolagres Wilayah Gresik .....	88
Tabel 4.13	Perencanaan Pelayanan SPAM Mojolagres Wilayah Gresik.....	89
Tabel 4.14	Pembagian Debit SPAM Mojolagres Wilayah Benjeng.....	91
Tabel 4.15	Time Pattern Simulasi Fluktuasi Debit.....	94
Tabel 4.16	Hasil Simulasi pada Node pada Jam Puncak .....	99
Tabel 4.17	Hasil Simulasi pada Node pada Pemakaian Rata-Rata.....	106
Tabel 4.18	Hasil Simulasi pada Jaringan Pipa pada Jam Puncak.....	114
Tabel 4.19	Hasil Simulasi pada Jaringan Pipa pada Pemakaian Rata-Rata .....	122

Tabel 4.20 Pipa di Kecamatan Benjeng .....	131
Tabel 4.21 Penggolongan Pipa di Kecamatan Benjeng Berdasarkan Diameter .....	139
Tabel 4.22 Perhitungan Pembelian Pipa dan Aksesoris .....	143
Tabel 4.23 Pekerjaan Pemasangan Pipa.....	145

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Kabupaten Gresik merupakan kawasan yang berpotensi berkembang pesat dalam *Surabaya Metropolitan Area*. Posisi strategis Kabupaten Gresik tercantum dalam Peraturan Pemerintah No. 26 Tahun 2010 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Nasional (RTRWN) dan Peraturan Daerah Provinsi Jawa Timur Nomor 5 Tahun 2012 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Provinsi Jawa Timur 2011 - 2031 tentang Kawasan Perkotaan GERBANGKERTOSUSILA (Gresik – Bangkalan – Mojokerto – Surabaya – Sidoarjo - Lamongan). Berdasarkan posisi geografis, Kabupaten Gresik berada pada lokasi yang sangat strategis bagi perekonomian nasional, karena terletak di selat Madura dan memiliki wilayah pesisir sepanjang 140 km. Sektor unggulan Kabupaten Gresik antara lain industri, perdagangan dan jasa, pertanian, perikanan, dan pariwisata, sehingga diharapkan kawasan tersebut menjadi pusat pertumbuhan ekonomi bahkan dapat memacu pertumbuhan ekonomi bagi daerah-daerah yang ada disekitarnya. Keadaan permukaan air tanah di Kabupaten Gresik pada umumnya relatif dalam, hanya pada daerah tertentu di sekitar sungai atau rawa-rawa saja yang memiliki permukaan air tanah agak dangkal. Pola aliran sungai di Kabupaten Gresik memperlihatkan wilayah Gresik merupakan daerah muara Sungai Bengawan Solo dan Kali Lamong serta dilalui oleh Kali Surabaya (BPBD Gresik, 2016 dalam RKPD Gresik, 2018). Pemenuhan kebutuhan air, sebagian besar masyarakat masih mengandalkan sumur yang sangat bergantung pada musim. Hal tersebut menyebabkan sumber air (sumur) di Kabupaten Gresik tidak cukup memadai apabila digunakan untuk kebutuhan sehari-hari. Bahkan air sumur di daerah pesisir cukup payau (Aslamiyah dkk, 2014).

Pemanfaatan potensi air baku suatu wilayah kabupaten/kota yang dapat dipergunakan bersama sekaligus dapat membantu kabupaten/kota yang memiliki keterbatasan air baku. Pengembangan SPAM Regional merupakan salah satu alternatif untuk meningkatkan operasional lebih efisien dan efektif, memperbesar pemanfaatan potensi air baku di wilayah provinsi.

SPAM Regional adalah SPAM yang pengambilan air baku dilakukan pada salah satu kota/kabupaten, tetapi pemanfaatan air hasil pengolahannya diperuntukkan untuk lebih dari satu kota/kabupaten. Salah satu daerah yang memiliki potensi pengembangan SPAM secara regional di Jawa Timur adalah wilayah Kab. Mojokerto bersama dengan Kab. Lamongan dan Kab. Gresik dan dikenal pada awalnya dengan nama SPAM Regional Mojolagres. Namun, Kabupaten Gresik mundur dalam pengembangan SPAM Regional ini, sehingga SPAM Regional ini sempat berganti nama menjadi SPAM Regional Mojolamong (Kab. Mojokerto dan Kab. Lamongan). SPAM ini mengambil sumber air baku dari Sungai Brantas dengan kapasitas produksi rata-rata 300 L/s. SPAM Regional ini memiliki pengolahan unit air baku hingga menjadi air minum dilaksanakan dan dikelola oleh Perusahaan Daerah Air Bersih (PDAB) Jawa Timur. Sedangkan pendistribusian air minum ke masyarakat tetap dilakukan oleh Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Kabupaten Mojokerto dan PDAM Kabupaten Lamongan untuk masing-masing wilayah (Wijayanti, 2018).

Pada bulan Juli 2019, PDAM Giri Tirta Kabupaten Gresik kembali bekerja sama dengan PDAB Jawa Timur sebagai upaya mewujudkan pemerataan akses air bersih untuk wilayah Kabupaten Gresik. Kabupaten Gresik kembali masuk dalam program SPAM Regional Mojolamong sehingga berubah nama menjadi SPAM Regional Mojolagres. Rencananya Kabupaten Gresik akan memperoleh distribusi air dari SPAM Regional Mojolagres sebesar 100 L/detik secara bertahap dengan debit awal 25 L/s untuk masyarakat Balongpanggang, Benjeng hingga ke Cerme. IPA Mojolagres berada di Desa Sidoharjo, Kec. Gedeg, Kab. Mojokerto (<http://pdam.gresikkab.go.id/>).

Cakupan pelayanan PDAM Giri Tirta Kabupaten Gresik pada tahun 2017 sebesar 60,2% (BPPSPAM, 2018). Berdasarkan kondisi pendistribusian air baik melalui PDAM dan HIPAM pada tahun 2015 di 3 kecamatan yang akan dilayani oleh SPAM Mojolagres, Kecamatan Benjeng memiliki kondisi pelayanan paling kecil. Kecamatan Cerme memiliki pelayanan SPAM sebesar 74,3%. Kecamatan Balongpanggang memiliki pelayanan SPAM sebesar 8,34%. Kecamatan Benjeng memiliki pelayanan SPAM sebesar 6,6% dengan rincian 0,7% untuk SPAM PDAM dan 5,95%



untuk SPAM HIPPAM (BAPPEDA Gresik, 2015 dalam Nanhidayah dan Purnomo, 2017). Penduduk Kecamatan Benjeng pada tahun 2018 berjumlah 67.821 jiwa dengan luas wilayah 6.126 ha. Berdasarkan kondisi tersebut, Kecamatan Benjeng memiliki kepadatan penduduk sebesar 1.107,10 jiwa/km<sup>2</sup>. Rata-rata anggota keluarga di Kecamatan Benjeng adalah 5 (BPS Gresik, 2019). Pemerintah Kabupaten Gresik menetapkan lokasi darurat kekeringan pada saat musim kemarau melanda. Salah satunya adalah Kecamatan Benjeng yang telah mengalami bencana kekeringan sejak tahun 2012 (BPBD Gresik, 2016 dalam RKPd Gresik, 2018).

Oleh karena itu, sebagai upaya untuk meningkatkan pelayanan pada akses air bersih, maka akan direncanakan Sistem Pendistribusian Air Minum di Kecamatan Benjeng, Kabupaten. Perencanaan akan berpedoman dengan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 27/Prt/M/2016 Tentang Penyelenggaraan Sistem Penyediaan Air Minum dan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 122 Tahun 2015 Tentang Sistem Penyediaan Air Minum. Dengan perencanaan ini, diharapkan dapat memenuhi kebutuhan air bersih untuk masyarakat dan menunjang program pemerintah di sektor air bersih.

## 1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang dibahas dalam tugas ini adalah:

1. Dimana saja wilayah Kecamatan Benjeng yang akan dilayani oleh PDAM?
2. Bagaimana perencanaan pengembangan pipa distribusi PDAM di Kecamatan Benjeng?
3. Berapa biaya yang dibutuhkan untuk pengembangan pipa distribusi PDAM di Kecamatan Benjeng?

## 1.3 Tujuan

Tujuan dari tugas ini adalah:

1. Menentukan wilayah pelayanan PDAM di Kecamatan Benjeng.
2. Menentukan rencana pengembangan pipa distribusi PDAM di Kecamatan Benjeng.

3. Menghitung biaya yang dibutuhkan untuk pengembangan pipa distribusi PDAM di Kecamatan Benjeng.

#### 1.4 Ruang Lingkup

Ruang lingkup dari perencanaan ini adalah:

1. Lokasi perencanaan adalah di Kecamatan Benjeng, Kabupaten Gresik
2. Perencanaan dilakukan dengan durasi perencanaan hingga tahun 2030
3. Desain perpipaan menggunakan Pedoman dan Petunjuk Teknis Perencanaan Kegiatan Tingkat Masyarakat 2018 Kementerian PUPR, Peraturan Pemerintah Nomor 122 Tahun 2015 tentang Sistem Penyediaan Air Minum, dan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 1 Tahun 2009
4. Perencanaan dilakukan dengan bantuan aplikasi EPANET 2.0
5. Pengukuran elevasi akan menggunakan bantuan alat *Global Positioning System* (GPS) dan aplikasi *Google Earth*
6. Perencanaan jaringan distribusi yang akan direncanakan adalah SPAM PDAM

#### 1.5 Manfaat

Manfaat dari perencanaan ini adalah:

1. Sebagai bentuk dukungan kepada pemerintah Kabupaten Gresik dalam pembangunan berkelanjutan khususnya di bidang aksesibilitas air bersih bagi masyarakat di Kecamatan Benjeng.
2. Dapat menjadi rekomendasi rencana pengembangan sistem distribusi air minum PDAM Kabupaten Gresik di Kecamatan Benjeng hingga tahun 2030.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Sistem Penyediaan Air Minum**

Sistem penyediaan air adalah kesatuan sistem yang terdiri dari berbagai elemen sistem yang saling terkait satu dengan lainnya. Proses produksi sistem penyediaan air merupakan suatu sistem yang sangat sederhana yaitu masukan proses-keluaran atau dengan mengolah air baku dari sumber air menjadi air bersih sesuai dengan standar air minum dan kemudian mendistribusikannya ke masyarakat (Joko, 2010 dalam Luthfansa, 2017). Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam menentukan sistem transmisi adalah:

- Tipe pengaliran jaringan pipa transmisi
- Menentukan tempat bak pelepas tekan
- Menghitung panjang dan diameter pipa
- Jalur pipa sebaiknya mengikuti jalan raya dan dipilih jalur yang tidak memerlukan banyak perlengkapan
- Perlengkapan yang ada pada sistem transmisi perpipaan air bersih antara lain *Wash out, Air valve, Blow off, Gate valve, Pompa*

(Nelwan dkk, 2013)

#### **2.2 Sistem Jaringan Distribusi**

Menurut Rosadi (2011), pada dasarnya ada 2 sistem jaringan distribusi yaitu:

##### **A. Jaringan Terbuka**

Jaringan terbuka adalah jaringan pipa yang tidak saling berhubungan, dimana air akan mengalir dalam satu arah dan area pelayanan didistribusikan melalui satu jalur pipa utama.

##### **B. Jaringan Tertutup**

Jaringan tertutup adalah jaringan pipa yang saling berhubungan, dimana air mengalir melalui beberapa jalur pipa utama sehingga konsumen menerima air dari beberapa jalur pipa.

### 2.3 Air Minum

Air bersih sangatlah vital bagi kehidupan manusia. Menurut Peraturan Menteri Kesehatan nomor 492 tahun 2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum, air minum adalah air yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum.

### 2.4 Proyeksi Jumlah Penduduk

Proyeksi jumlah penduduk dan fasilitas-fasilitas yang ada sangat diperlukan untuk kepentingan perencanaan dan perancangan serta evaluasi penyediaan air bersih. Kebutuhan air bersih semakin lama semakin meningkat sesuai dengan semakin berkembangnya jumlah penduduk pada masa mendatang. Data penduduk tahun sebelumnya sangat penting untuk menentukan proyeksi penduduk pada tahun yang akan datang. Jadi pada dasarnya proyeksi penduduk pada masa yang akan datang sangat bergantung pada data penduduk saat sekarang dan masa lampau. Dalam menghitung proyeksi penduduk, terdapat tiga metode, yaitu:

- Metode Rata-rata Aritmatik

Metode ini sesuai untuk daerah dengan perkembangan penduduk yang selalu naik secara konstan, dan dalam kurun waktu yang pendek. Rumus yang digunakan:

$$P_n = P_o [1 + r \cdot (dn)] \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana:

$P_n$  = penduduk tahun  $n$

$P_o$  = jumlah penduduk mula-mula

$r$  = rata-rata persentase tambahan penduduk

$dn$  = kurun waktu proyeksi

- Metode Berganda (Geometrik)

Proyeksi dengan metoda ini menganggap bahwa perkembangan penduduk secara otomatis berganda, dengan pertambahan penduduk. Rumus yang digunakan:

$$P_n = P_o * (1 + r)^{dn} \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana:

Po = jumlah penduduk mula-mula

Pn = penduduk tahun n

dn = kurun waktu proyeksi

r = rata-rata persentase tambahan penduduk

- Metode Selisih Kuadrat Minimum (*Least Square*)

Metode ini digunakan untuk garis regresi linier yang berarti bahwa data perkembangan penduduk masa lalu menggambarkan kecenderungan garis linier, meskipun perkembangan penduduk tidak selalu bertambah. Rumus yang digunakan:

$$P_n = a + (bn) \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana:

n = tambahan tahun terhitung dari tahun dasar

a =  $\{(\sum Y)(\sum X^2) - (\sum X)(\sum X.Y)\} / \{n(\sum X^2) - (\sum X)^2\}$

b =  $\{n(\sum X.Y) - (\sum X)(\sum Y)\} / \{n(\sum X^2) - (\sum X)^2\}$

Penentuan metode yang dipakai untuk proyeksi penduduk, terlebih dahulu dicari nilai koefisien korelasi (r) untuk tiap - tiap metode. Sesuai atau tidaknya analisis yang akan dipilih ditentukan dengan menggunakan nilai koefisien korelasi yang berkisar antara 0 (nol) sampai 1 (satu). Untuk metode yang mempunyai nilai koefisien korelasi yang mendekati nilai 1 (satu), maka metode itu yang dipakai untuk memproyeksikan penduduk. Persamaan yang dipakai adalah sebagai berikut:

$$r = \frac{n(\sum xy) - (\sum y)(\sum x)}{\sqrt{\{n(\sum y^2) - (\sum y)^2\}\{n(\sum x^2) - (\sum x)^2\}}} \dots\dots\dots(2.4)$$

(Kalensun, 2016)

## 2.5 Kebutuhan Air

Kebutuhan air diperlukan dalam perencanaan distribusi air minum. Tingkat konsumsi air dipengaruhi berbagai faktor antara lain kondisi geografis, iklim, tingkat ekonomi, dan kelas sosial. Kebutuhan air erat kaitannya dengan jumlah penduduk suatu wilayah yang akan dilayani (Prayuda dkk, 2017).

### 2.5.1 Kebutuhan Air Domestik

Menurut Lubis dan Azizah (2014) kebutuhan air domestik berasal dari rumah tangga. Standar konsumsi pemakaian domestik ditentukan berdasarkan rata-rata pemakaian air perhari yang diperlukan oleh setiap orang. Adapun tingkat konsumsi pemakaian air domestik kategori kota dapat dilihat pada **Tabel 2.1**.

Tabel 2.1 Tingkat Konsumsi/Pemakaian Air Rumah Tangga Sesuai Kategori Kota

No	Kategori Kota	Jumlah Penduduk	Tingkat Pemakaian Air (L/detik)
1	Metropolitan	>1.000.000	150-200
2	Kota besar	500.000-1.000.000	120-150
3	Kota sedang	100.000-500.000	100-125
4	Kota kecil	20.000-100.000	90-110
5	Semi Urban (desa)	3.000-20.000	60-90

Sumber: SNI 6728:1, 2015

Kebutuhan air untuk rumah tangga (domestik) dihitung berdasarkan jumlah penduduk tahun perencanaan. Kebutuhan air minum untuk daerah domestik ini dilayani dengan sambungan rumah (SR) dan sosial umum. Kebutuhan air minum untuk daerah domestik ini dapat dihitung berdasarkan persamaan berikut:

$$\text{Kebutuhan air} = \% \text{ pelayanan} \times a \times b \dots\dots\dots(2.5)$$

Dimana:

Kebutuhan air domestik = (L/detik)

a = jumlah pemakaian air (L/orang/hari)

b = jumlah penduduk daerah terlayani (jiwa)

### 2.5.2 Kebutuhan Air Non Domestik

Kebutuhan air non domestik merupakan air selain untuk keperluan rumah tangga dan sambungan kran umum, seperti penyediaan air untuk sarana sosial maupun keperluan komersil. Beberapa tempat yang termasuk dalam kategori ini adalah tempat ibadah, sekolah, rumah sakit, hotel, industri, dan pusat perdagangan (Pardosi, 2018). Kriteria kebutuhan air non domestik tercantum dalam SNI 6728.1:2015 tentang Penyusunan Neraca Spasial Sumber Daya Alam Bagian Sumber Daya Air. Kebutuhan air non-domestik, yaitu untuk komersil dan sosial diasumsikan sebesar 15% - 30% dari total pemakaian air domestik. Semakin besar dan padat penduduk, kebutuhan air non domestik juga semakin tinggi. Dalam perencanaan studi kebutuhan air Indonesia untuk wilayah perkotaan diasumsikan sebesar 30% dari kebutuhan air domestik, dengan nilai konstan dari setiap tahun perencanaan.

### 2.5.3 Kebutuhan Air Rata-Rata

Kebutuhan air rata-rata harian adalah banyaknya air yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan domestik, non domestik dan ditambah dengan kehilangan air (Rosyid dan Nurhayati, 2013). Rumus kebutuhan air rata-rata adalah sebagai berikut:

$$Q_r = Q_d + Q_n + Q_a \dots\dots\dots(2.6)$$

Dimana:

$Q_r$  = kebutuhan air rata - rata (L/s)

$Q_d$  = kebutuhan air domestik (L/s)

$Q_n$  = kebutuhan air non domestik (L/s)

$Q_a$  = kehilangan air (L/s)

Berdasarkan Permen PU nomor 18 Tentang Penyelenggaraan Pengembangan SPAM tahun 2007 kehilangan air karena faktor teknis maksimal 15% dan faktor non teknis mendekati nol.

### 2.5.4 Fluktuasi Kebutuhan Air

Pada umumnya, masyarakat Indonesia melakukan aktivitas penggunaan air pada pagi dan sore hari dengan konsumsi air yang lebih banyak dibanding waktu lainnya. Berdasarkan

keseluruhan konsumsi air selama sehari dapat diketahui pemakaian rata-rata (Pardosi, 2018).

- a. Kebutuhan air rata-rata harian  
Banyaknya air yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan domestik, non domestik dan ditambah dengan kehilangan air.
- b. Kebutuhan air hari maksimum  
Banyaknya air yang diperlukan terbesar pada suatu hari pada satu tahun dan berdasarkan pada debit air rata-rata harian. Untuk menghitung  $Q_{hm}$  diperlukan faktor fluktuasi kebutuhan air maksimum.

$$Q_{hm} = F_{hm} \times Q_r \dots\dots\dots(2.7)$$

Keterangan:

$Q_{hm}$  = kebutuhan air harian maksimum ( $m^3/hari$ )

$F_{hm}$  = faktor harian maksimum (1,15 – 1,2)

$Q_r$  = kebutuhan air rata - rata ( $m^3/hari$ )

(Kalensun, 2016)

- c. Kebutuhan air jam puncak  
Banyaknya kebutuhan air terbesar pada saat jam tertentu dalam satu hari.

$$Q_{jp} = F_{jp} \times Q_r \dots\dots\dots(2.8)$$

Keterangan:

$Q_{jp}$  = kebutuhan air jam puncak ( $m^3/jam$ )

$F_{jp}$  = faktor jam puncak (1,15 – 3)

$Q_r$  = kebutuhan air rata - rata ( $m^3/hari$ )

(Permen PU No. 18 tahun 2007)

## 2.6 Akses Air Bersih

Rumah tangga dikatakan mempunyai akses air minum yang layak apabila sumber air minum yang digunakan rumah tangga berasal dari air ledeng (keran), hidran umum, keran umum, terminal air, penampungan air hujan (PAH) atau mata air dan



sumur terlindung, sumur bor atau sumur pompa, yang jaraknya minimal 10 meter dari tempat pembuangan kotoran, penampungan limbah dan pembuangan sampah. Tidak termasuk air kemasan, air dari penjual keliling, air yang dijual melalui tanki, serta air sumur dan mata air tidak terlindung (Luthfansa dan Yuniarto, 2017).

Pelayanan air bersih yang optimal merupakan pelayanan dengan tingkat akses air bersih yang tinggi dimana air harus langsung dialirkan ke rumah masyarakat. Pada **Tabel 2.2** dapat dilihat tingkat pelayanan air bersih. Pada setiap level tingkat pelayanan terlihat adanya perbedaan kuantitas air bersih yang dibutuhkan. Ada hubungan yang saling terkait antara jarak dan waktu tempuh mendapatkan air terhadap volume air yang digunakan berkaitan dengan tingkat pemenuhan kebutuhan seperti higienitas dan konsumsi.

Tabel 2.2 Tingkat Layanan Air Bersih

<b>Tingkat Akses</b>	<b>Ukuran Akses</b>	<b>Pemenuhan Kebutuhan</b>
Tidak ada akses, kuantitas air yang dikumpulkan dibawah 5 liter/org/hari	Lebih dari 1000 m, atau 30 menit total waktu mengumpulkannya	Konsumsi: tidak terjamin, Higienitas: tidak mungkin kecuali di sumber air
Akses dasar, rata-rata kuantitas air tidak lebih dari 20 liter/org/hari	Antara 100-1000 m, atau 5-30 menit total waktu mengumpulkannya	Konsumsi: seharusnya terjamin, Higienitas: kemungkinan hanya untuk makanan dan cuci tangan, mencuci dan mandi tidak dapat dilakukan kecuali di sumber air
Akses menengah, rata-rata kuantitas air sekitar 50 liter/org/hari	Air didistribusikan melalui kran ke halaman rumah (kurang dari 100 m atau 5 menit	Konsumsi: terjamin, Higienitas: semua kebutuhan dasar personal dan makanan terjamin,

<b>Tingkat Akses</b>	<b>Ukuran Akses</b>	<b>Pemenuhan Kebutuhan</b>
	total waktu mengumpulkannya	dan seharusnya mencuci dan mandi juga terjamin
Akses optimal, rata-rata kuantitas air lebih besar atau sama dengan 100 liter/org/hari	Air tersedia melalui sambungan rumah dan terus mengalir.	Konsumsi: semua kebutuhan terpenuhi, Higienitas: semua kebutuhan seharusnya terpenuhi.

*Sumber: Howard dan Bartram, 2003 dalam Hakim, 2010*

## 2.7 Kegiatan Program PAMSIMAS dan HIPPAAM

Program Penyediaan Air Minum dan Sanitasi Berbasis Masyarakat (PAMSIMAS) yang dilaksanakan berupa kegiatan fisik dan non fisik, yang keduanya berbasis masyarakat. Sesuai dengan prinsipnya yang berbasis masyarakat, maka peran serta aktif masyarakat itu sendiri yang menjadi faktor kunci keberhasilan dalam pelaksanaan program tersebut (Afriadi dan Hadi, 2012).

Program pengelolaan air bersih berbasis masyarakat pedesaan contohnya adalah pembentukan Himpunan Pemakai Air Minum (HIPPAAM) selaku Badan Pengelola Sistem Penyediaan Air Minum di wilayah pedesaan sesuai Instruksi Gubernur Kepala Daerah Tingkat I Jawa Timur Nomor 11 Tahun 1985 Tentang Pembentukan Himpunan Penduduk Pemakai Air Minum Pedesaan di Jawa Timur. Pembentukan HIPPAAM ini dikarenakan tidak teralirinya daerah tersebut oleh pipa distribusi Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM). Sebagian besar dilakukan sepenuhnya oleh pemerintahan desa baik dari segi teknis perencanaan, pembiayaan hingga pengelolaannya (Pujangga dan Niswah, 2016). Kabupaten Gresik memiliki sejumlah HIPPAAM antara lain di Desa Kesamben Wetan Kecamatan Driyorejo, Desa Doudo Kecamatan Panceng, Desa Sumberejo Kecamatan Manyar, Desa Karangrejo Kecamatan Manyar, Desa Jogodalu

Kecamatan Benjeng, Desa Prupuh Kecamatan Panceng (sumber: gresikkab.go.id ).

## 2.8 Penyediaan (*Supply*) Air Bersih Masyarakat

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 122 Tahun 2015 tentang Penyediaan Air Minum bahwa Penyediaan air bersih yang dilakukan PDAM dilakukan dengan dua cara yaitu:

1. Penyediaan Air Bersih dengan Perpipaan  
Sistem perpipaan dimana air sampai pada tujuan dengan memakai pipa, meliputi sambungan langsung, hidran umum, dan hidran kebakaran.
2. Penyediaan Air Bersih Non-perpipaan  
Sistem non perpipaan, dimana air didapatkan melalui sumur dangkal, sumur pompa, bak penampungan air hujan, terminal air, dan bangunan penangkap mata air.

## 2.9 Gambaran Umum Wilayah Studi

Gambaran umum wilayah studi pada perencanaan ini akan meliputi kondisi SPAM Regional Mojolagres, Kabupaten Gresik, Wilayah Gresik Tengah, dan berfokus pada Kecamatan Benjeng.

### 2.9.1 Gambaran Umum Kabupaten Gresik

Lokasi Kabupaten Gresik terletak di sebelah barat laut Kota dengan luas wilayah 1.191,25 km<sup>2</sup> yang terdiri dari 18 Kecamatan dan terdiri dari 330 Desa dan 26 Kelurahan. Secara geografis wilayah Kabupaten Gresik terletak antara 112° sampai 113° Bujur Timur dan 7° sampai 8° Lintang Selatan dan merupakan dataran rendah dengan ketinggian 2 sampai 12 meter diatas permukaan air laut kecuali Kecamatan Panceng yang mempunyai ketinggian 25 meter diatas permukaan air laut. Wilayah Kabupaten Gresik sebelah utara berbatasan dengan Laut Jawa, sebelah timur berbatasan dengan Selat Madura dan Kota Surabaya, sebelah selatan berbatasan dengan Kabupaten Sidoarjo, Kabupaten Mojokerto, dan sebelah barat berbatasan dengan Kabupaten Lamongan.

Penduduk Kabupaten Gresik berdasarkan proyeksi penduduk tahun 2018 sebanyak 1.299.769 jiwa yang terdiri atas 644.490 jiwa penduduk laki-laki dan 655.279 jiwa penduduk perempuan.

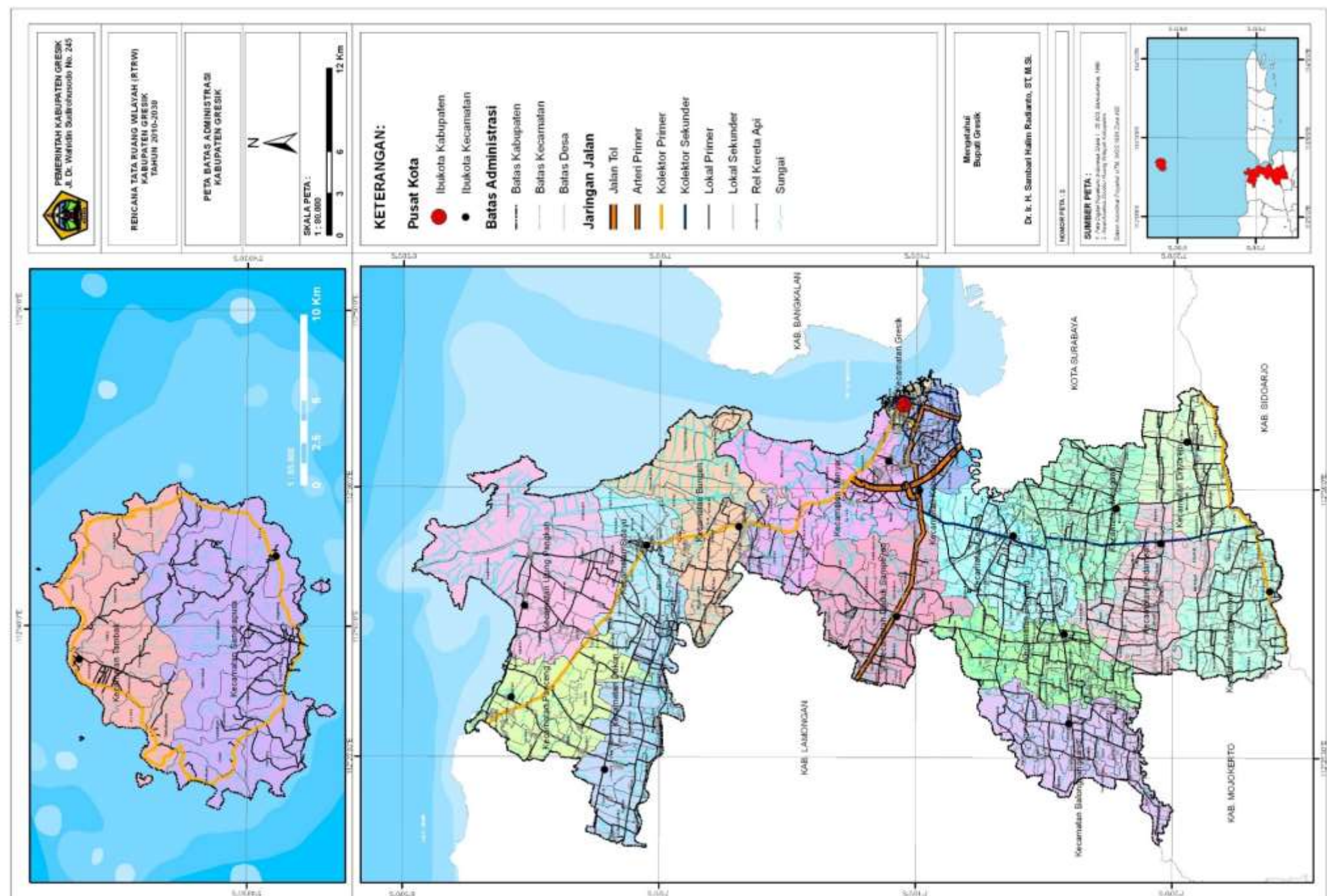
Sedangkan menurut Dinas Kependudukan dan Catatan Sipil Kabupaten Gresik mencatat penduduk Kabupaten Gresik pada tahun 2018 sebanyak 1.336.371 jiwa. Kepadatan penduduk di Kabupaten Gresik tahun 2018 mencapai 1.122 jiwa/km<sup>2</sup> dengan rata-rata jumlah penduduk per rumah tangga 3 - 4 orang. Kepadatan penduduk tertinggi berada di kecamatan Gresik dengan kepadatan sebesar 15.087 jiwa/km<sup>2</sup> dan terendah di Kecamatan Tambak sebesar 497 jiwa/km<sup>2</sup> (BPS Gresik, 2019). Peta batas administrasi Kabupaten Gresik dapat dilihat pada **Gambar 2.1**.

Keadaan permukaan air tanah di Kabupaten Gresik pada umumnya relatif dalam, hanya pada daerah tertentu di sekitar sungai atau rawa-rawa saja yang mempunyai permukaan air tanah agak dangkal. Pola aliran sungai di Kabupaten Gresik memperlihatkan wilayah Gresik merupakan daerah muara Sungai Bengawan Solo dan Kali Lamong dan juga dilalui oleh Kali Surabaya. Pola aliran sungai di Kabupaten Gresik merupakan daerah muara Sungai Bengawan Solo dan Kali Lamong serta dilalui oleh Kali Surabaya di Wilayah Selatan.

Iklim Kabupaten Gresik termasuk tropis dengan temperatur rata-rata 28,5°C dan kelembapan udara rata-rata 2.245 mm per tahun. Radiasi matahari terbesar 84 % terjadi pada bulan Maret, kecepatan angin berkisar antara 4-6 per detik dengan arah rata-rata ke Selatan. Iklim daerah Kabupaten Gresik dibedakan menjadi:

- a. Musim kering terjadi pada bulan Juni sampai dengan Bulan September;
- b. Musim penghujan basah terjadi pada bulan Desember sampai dengan bulan Maret;
- c. Musim peralihan dari musim kemarau sampai musim penghujan terjadi pada bulan Oktober dan November; dan
- d. Musim peralihan dari musim penghujan ke musim kemarau terjadi pada bulan April dan Mei

(BPBD Gresik, 2016 dalam RKPD Gresik, 2018).



Gambar 2.1 Batas Administrasi Kabupaten Gresik

Sumber RISPAM 2015-2030 Kabupaten Gresik

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**

### 2.9.2 Pengembangan SPAM Kabupaten Gresik

Berdasarkan Rencana Induk Sistem Penyediaan Air Minum (RISPAM) Kabupaten Gresik tahun 2015-2030, pengembangan SPAM PDAM Kabupaten Gresik akan dilakukan dengan pembagian wilayah atau zonasi. Rencana pengembangan pembentukan HIPPAM di Kabupaten Gresik dapat dilihat pada **Tabel 2.3**. Berikut adalah rencana pengembangan SPAM PDAM Kabupaten Gresik:

#### 1. Zona 1 – Gresik Kota

- Sistem Produksi

Pelayanan Zona 1 ini akan tetap memanfaatkan unit produksi yang ada sekarang yaitu:

- IPA Legundi
- IPA PT. Dewata
- Air Curah PDAM Surabaya
- Air Bawah Tanah
- Bendung Gerak Sembayat

Kapasitas produksi eksisting sampai saat ini sebesar 741 L/detik. Pengembangan pada zona 1 dengan memanfaatkan SPAM Regional Umbulan dengan rencana debit sampai dengan 1000 L/detik dan BGS sebesar 600 L/detik.

- Sistem Transmisi-Distribusi

Sistem transmisi dengan pemanfaatan air curah dari Umbulan ini direncanakan akan masuk pada reservoir baru yaitu reservoir Giri Baru dengan kapasitas penampungan sebesar 9.000 m<sup>3</sup>. Sistem perpipaan transmisi akan menggunakan sistem terbuka dengan arah jaringan perpipaan ke daerah Kecamatan Manyar. Sistem pengaliran akan menggunakan sistem pemompaan.

- Sistem Pelayanan

Sistem pelayanan di Zona 1 ini akan melayani daerah Kecamatan Kebomas, Kecamatan Gresik, Kecamatan Manyar dan Kecamatan Duduksampeyan.

## 2. Zona 2 – Gresik Tengah

- Sistem Produksi

Pelayanan Zona 2 ini akan tetap memanfaatkan unit produksi yang ada sekarang yaitu:

- IPA Krikilan
- IPA PT. Drupadi
- IPA Perumnas

Kapasitas produksi eksisting sampai saat ini sebesar 100 L/detik. Pengembangan pada zona 2 dengan memanfaatkan kapasitas yang masih ada (*idle capacity*) dari KPS IPA PT. Drupadi yaitu sebesar 150 L/detik. Selain itu direncanakan juga adanya pembangunan ROUT IPA Krikilan dari kapasitas 150 liter/detik menjadi 400 L/detik. Untuk sistem reservoir terdapat Reservoir Morowudi dengan kapasitas 300 m<sup>3</sup> dan reservoir Mojosarirojo dengan kapasitas 500 m<sup>3</sup>.

- Sistem Transmisi-Distribusi

Sistem transmisi dari KPS IPA PT. Drupadi akan mengikuti jaringan perpipaan yang telah disepakati untuk pelayanan. Sedangkan untuk pengembangan IPA direncanakan dengan penambahan booster di Mojosarirojo untuk wilayah Driyorejo dan di Morowudi untuk pelayanan wilayah Cerme.

- Sistem Pelayanan

Sistem pelayanan di Zona 2 ini akan melayani daerah Kecamatan Kedamean, Menganti, Cerme, Benjeng dan Kecamatan Balongpanggang.

## 3. Zona 3 – Gresik Selatan

- Sistem Produksi

Pelayanan Zona 3 ini akan memanfaatkan unit produksi yang ada sekarang yaitu dari IPA Krikilan dengan kapasitas 150 L/detik. Kapasitas produksi eksisting sampai saat ini sebesar 96 L/detik. Selain itu pada zona ini telah terdapat IPA Perumnas dengan kapasitas 100 L/detik untuk melayani daerah perumahan di kawasan tersebut yang termasuk dalam kecamatan Driyorejo dan Rencan IPA di Kecamatan Wringinanom kapasitas 100 L/detik.



- Sistem Transmisi-Distribusi

Sistem transmisi dari KPS IPA PT. Drupadi akan mengikuti jaringan perpipaan yang telah disepakati untuk pelayanan. Sedangkan untuk pengembangan IPA direncanakan dengan penambahan booster di daerah Perumnas.

- Sistem Pelayanan

Sistem pelayanan di Zona 3 ini akan melayani daerah Kecamatan Driyorejo dan Kecamatan Wringinanom.

#### 4. Zona 4 – Gresik Utara

- Sistem Produksi

Pelayanan Zona 4 ini merupakan daerah pengembangan baru dari jaringan perpipaan PDAM. Rencana produksi adalah pemanfaatan Bendung Gerak Sembayat dengan pembangunan WTP kapasitas 200 L/detik.

- Sistem Transmisi-Distribusi

Sistem transmisi dan distribusi jaringan perpipaan ini akan dilakukan dengan sistem pengaliran terbuka dengan perpompaan. Oleh karena itu diperlukan adanya penempatan titik-titik booster yang tepat sehingga pengaliran dapat dilakukan sesuai dengan minimal tekanan.

- Sistem Pelayanan

Sistem pelayanan di Zona 4 ini akan melayani daerah Kecamatan Panceng, Ujungpangkah, Sidayu, Dukun dan Bungah.

#### 5. Zona 5 – Pulau Bawean

Pelayanan SPAM PDAM di Pulau Bawean ini merupakan rencana pengembangan opsional. Saat ini terdapat sumber alternatif yang dapat dikelola sebagai sumber air baku untuk sistem SPAM PDAM. Namun, pelaksanaannya tergantung dari kebijakan Pemerintah Daerah.

- Sistem Produksi

Pulau Bawean merupakan daerah kepulauan di Kabupaten Gresik. Sampai saat ini belum ada pelayanan SPAM PDAM yang ada di daerah tersebut. Rencana pelayanan dengan jaringan perpipaan SPAM di Pulau Bawean ini akan dilakukan dengan memanfaatkan alternatif sumber air baku yang ada yaitu Danau Kastoba. Sistem produksi dengan pembangunan SIPAS.

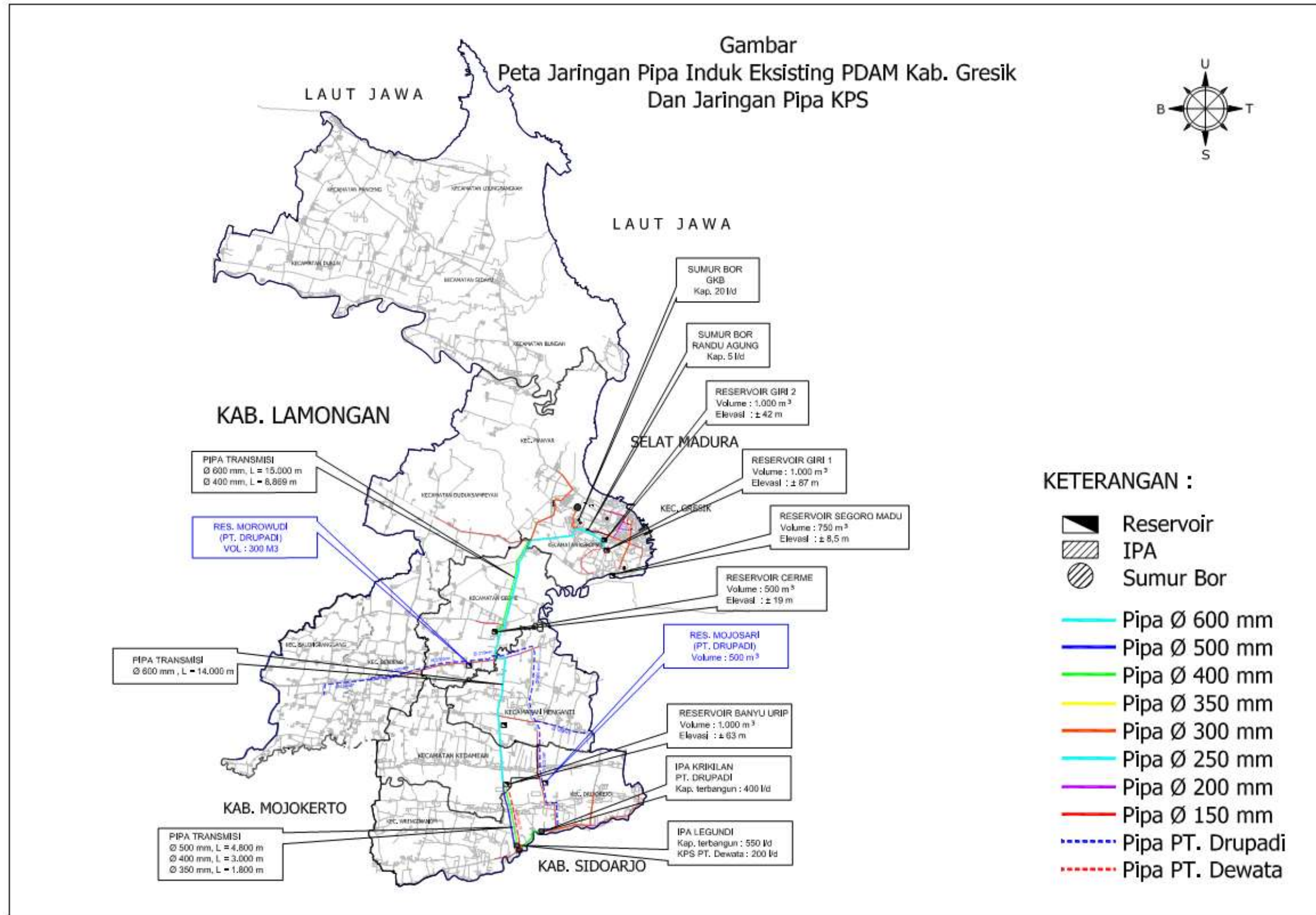
- Sistem Transmisi-Distribusi

Sistem transmisi dan distribusi jaringan perpipaan ini akan dilakukan dengan sistem pengaliran terbuka dengan perpompaan. Oleh karena itu diperlukan adanya penempatan titik-titik *booster* yang tepat sehingga pengaliran dapat dilakukan sesuai dengan minimal tekanan.

- Sistem Pelayanan

Sistem pelayanan ini akan melayani daerah Kecamatan Tambak dan Kecamatan Sangkapura.

Peta jaringan pipa induk eksisting SPAM Kabupaten Gresik serta peta pelayanan PDAM Kabupaten Gresik dapat dilihat pada **Gambar 2.2** dan **Gambar 2.3**. Peta rencana pengembangan wilayah pelayanan SPAM Kabupaten Gresik dapat dilihat pada **Gambar 2.4** hingga **Gambar 2.6**. Berdasarkan **Gambar 2.7**, dapat dilihat bahwa pengembangan yang diprioritaskan untuk pelayanan di Kecamatan Benjeng adalah dengan jaringan perpipaan PDAM. Pada **Gambar 2.8** hingga **Gambar 2.10** dapat dilihat kondisi eksisting SPAM pada Kecamatan Cerme, Benjeng, dan Balongpanggang. Air hasil produksi IPA Regional Mojolagres, didistribusikan ke wilayah Gresik melalui Kecamatan Balongpanggang, dengan lokasi meter induk di Desa Kedungpring. Peta rencana SPAM Regional Mojolagres dapat dilihat pada **Gambar 2.11**.



Gambar 2.2 Peta Jaringan Induk Eksisting Kabupaten Gresik dan Jaringan Pipa KPS

Sumber RISPAM 2015-2030 Kabupaten Gresik

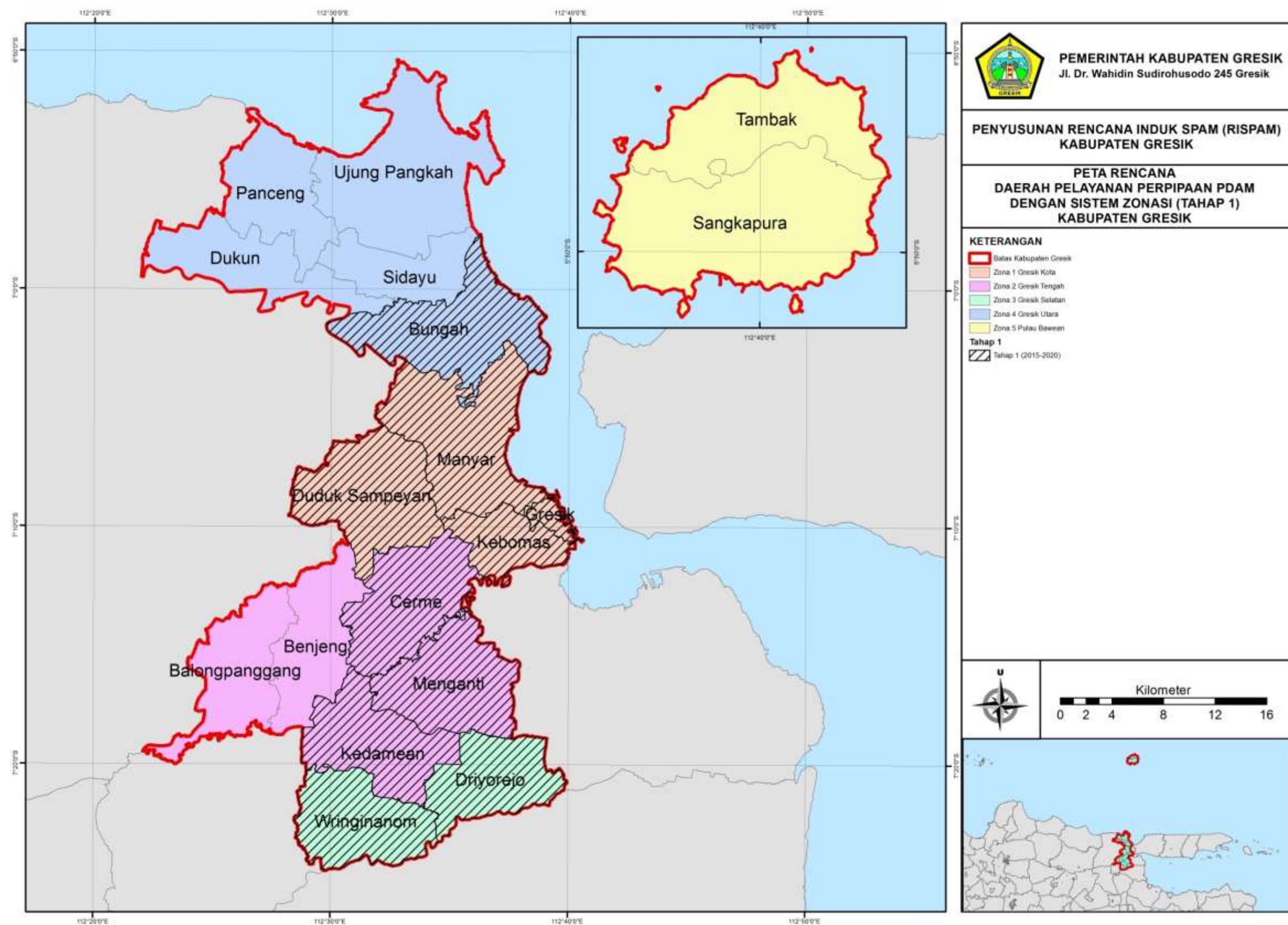
**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**





**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**



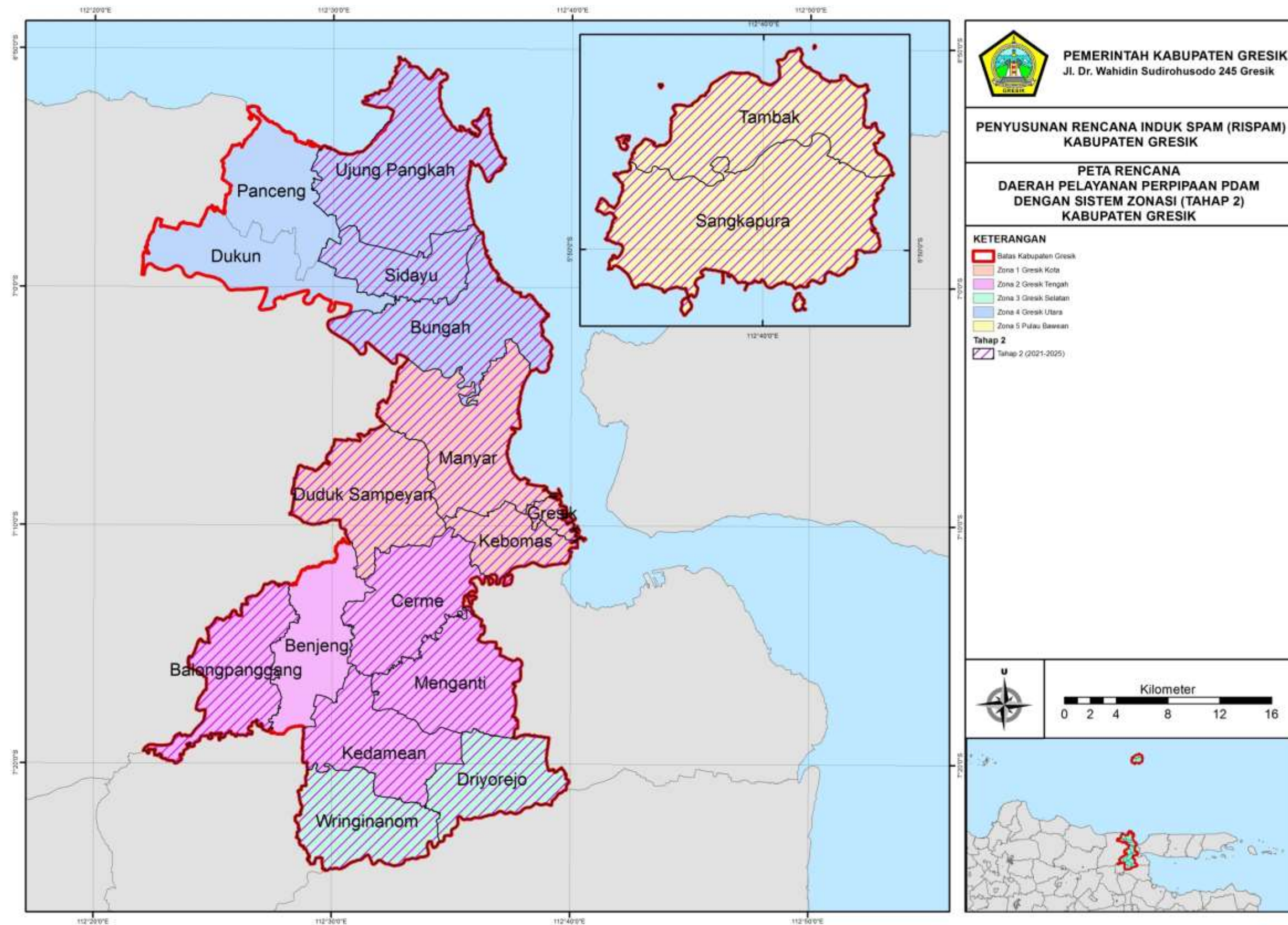


Gambar 2.4 Peta Rencana Daerah Pelayanan Perpipaan PDAM dengan Sistem Zonasi (Tahap 1) Kabupaten Gresik

Sumber RISPAM 2015-2030 Kabupaten Gresik

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**



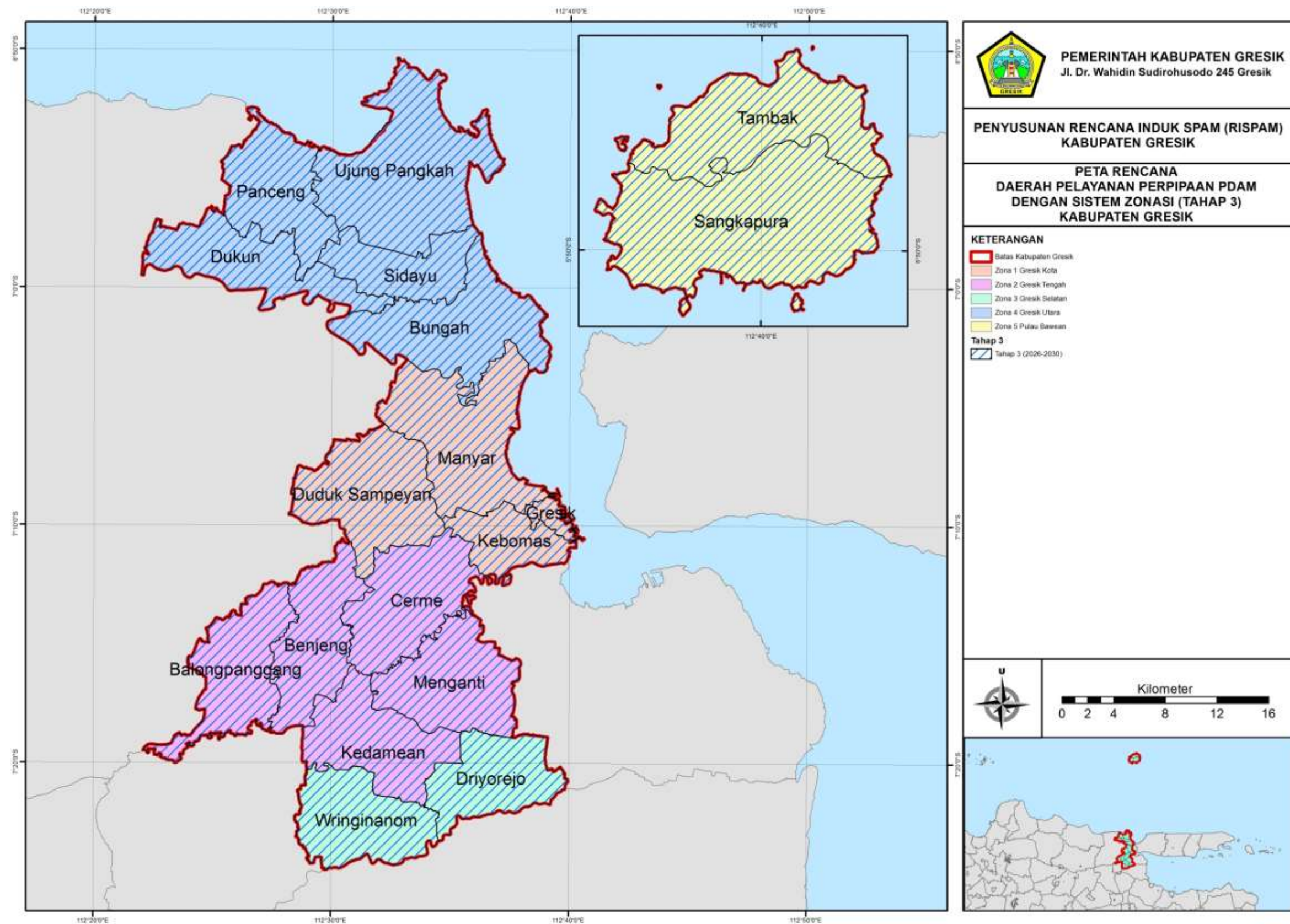


Gambar 2.5 Peta Rencana Daerah Pelayanan Perpipaan PDAM dengan Sistem Zonasi (Tahap 2) Kabupaten Gresik

Sumber RISPAM 2015-2030 Kabupaten Gresik

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**



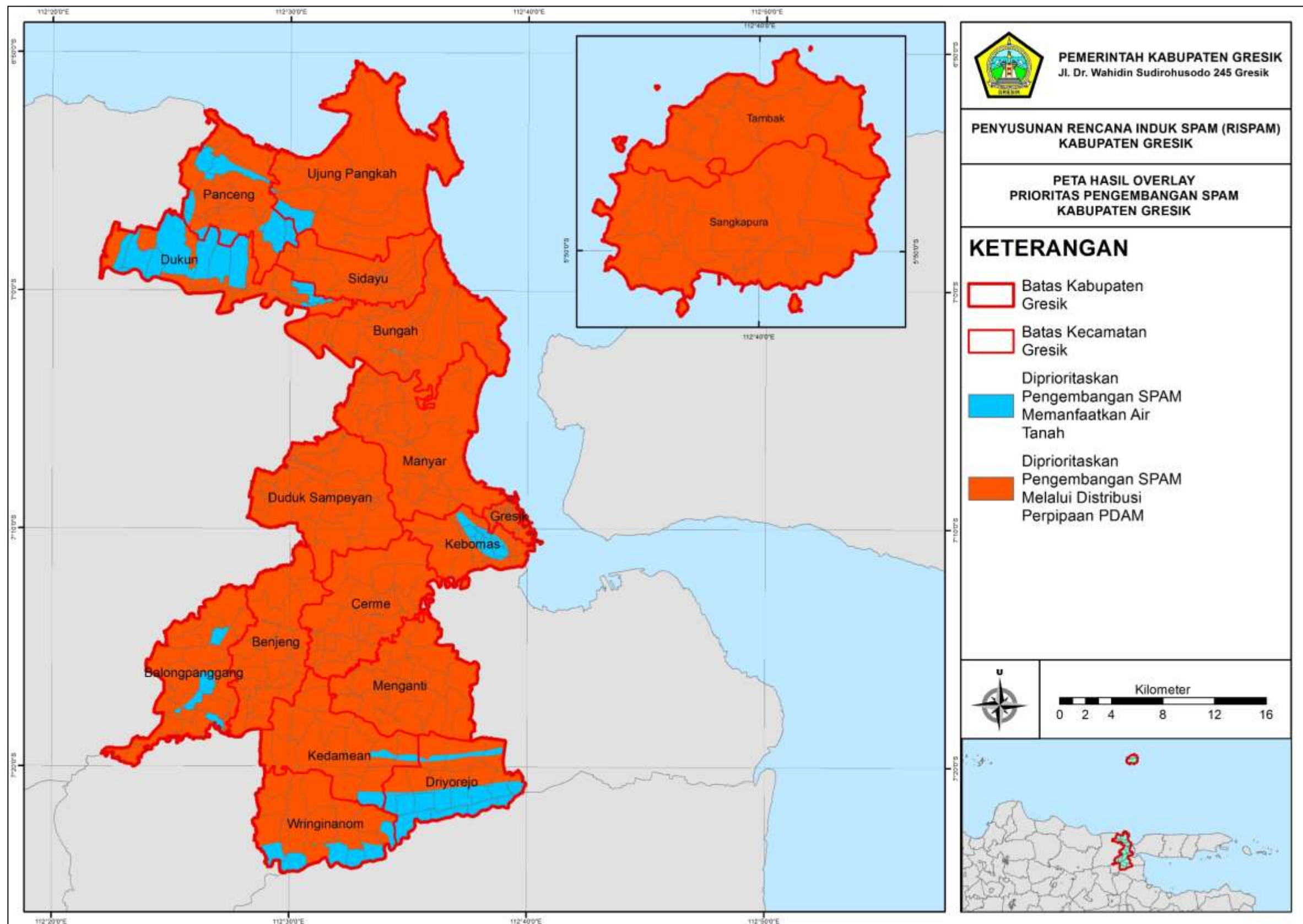


Gambar 2.6 Peta Rencana Daerah Pelayanan Perpipaan PDAM dengan Sistem Zonasi (Tahap 3) Kabupaten Gresik

Sumber RISPAM 2015-2030 Kabupaten Gresik

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**





Gambar 2.7 Peta overlay pelayanan SPAM Kabupaten Gresik

Sumber RISPAM 2015-2030 Kabupaten Gresik

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**







**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**





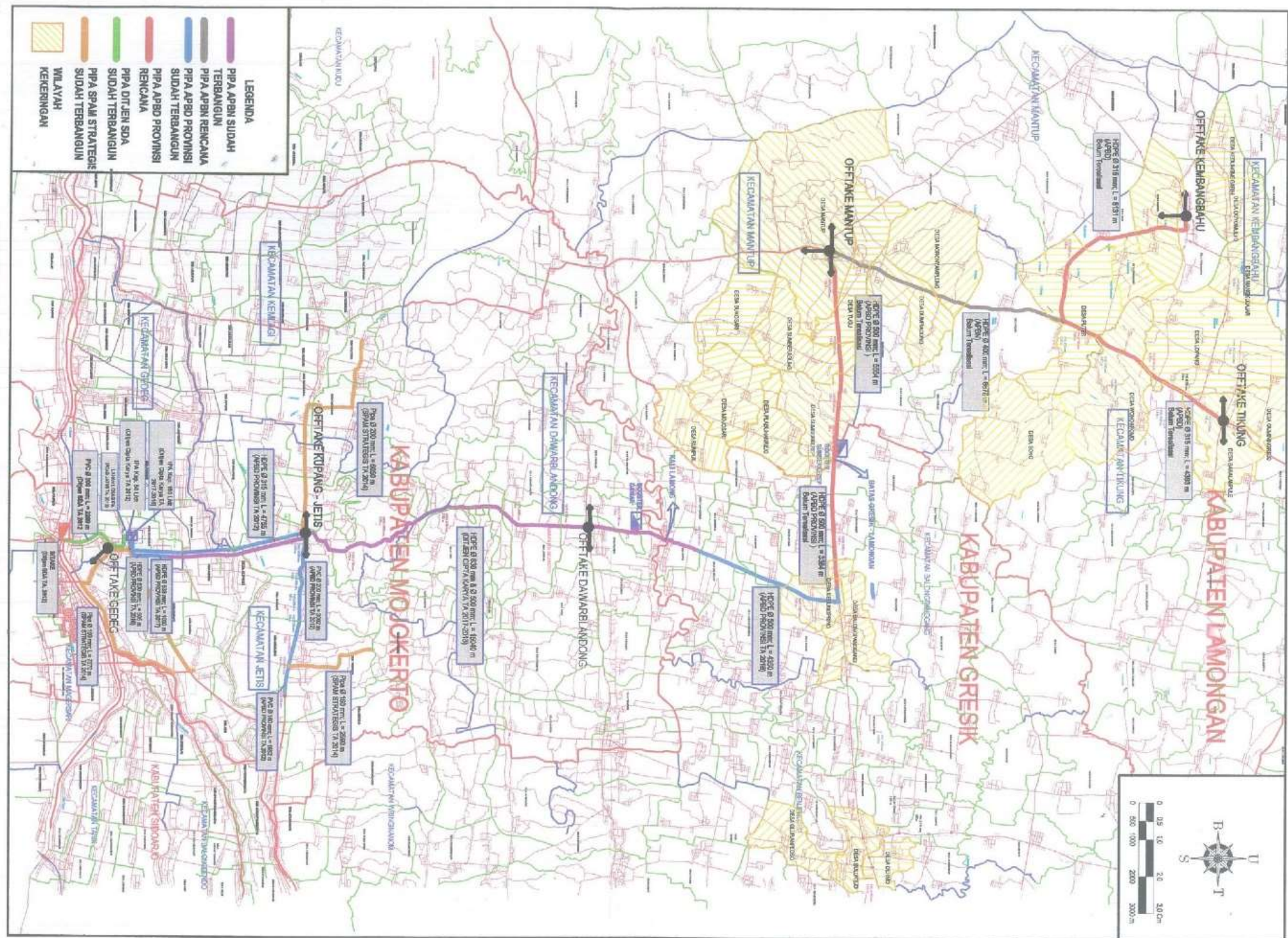
**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**





**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**





Gambar 2.11 Peta Skema Jaringan Pipa Distribusi Utama SPAM Mojolagres

Sumber PT. AB Jawa Timur (Perseroda)

### 2.9.3 SPAM Regional Mojolagres (Gresik)

Wilayah tiap desa yang akan dilayani oleh PDAM Kabupaten Gresik menggunakan sumber SPAM Mojolagres dapat dilihat pada **Tabel 2.3**.

Tabel 2.3 Rencana Wilayah Desa Pelayanan SPAM Mojolagres

Nama Kecamatan	Nama Desa
Cerme	Dadapkuning
	Ngembung
	Sukoanyar
	Morowudi
	Guranganyar
	Dampaan
	Dooro
	Lekong
	Kandangan
	Ikeriker
Benjeng	Deliksumber
	Kedungrukem
	Munggugianti
	Bulurejo
	Dermo
	Kedungsekar
	Klampok
	Sirnoboyo
	Kalipadang
	Karangankidul
	Mungguembang
	Banter
	Metatu

Nama Kecamatan	Nama Desa
	Jogodalu
	Punduttrate
	Jatirembe
Balongpanggang	Sekarputih
	Karangsemanding
	Wahas
	Mojogede
	Kedungpring
	Balongpanggang
	Kedung Sumber
	Pacuh
	Pinggir
	Klotok
	Ganggang
	Ngasin

Sumber PDAM Kabupaten Gresik, 2020

Berdasarkan data ini diketahui jumlah rencana pelayanan SPAM Regional Mojolagres untuk wilayah Kabupaten Gresik. Terdapat 10 desa di Kecamatan Cerme, 16 desa di Kecamatan Benjeng, dan 12 desa di Kecamatan Balongpanggang. Banyak dari desa pada rencana program pelayanan SPAM Regional Mojolagres ini termasuk dalam golongan daerah yang rawan kekeringan. Pada kondisi sebelum memperoleh air dari SPAM Regional Mojolagres, air PDAM dialirkan dari wilayah Gresik Selatan menuju Kecamatan Cerme dahulu kemudian berlanjut ke Kecamatan Benjeng dan Balongpanggang. Setelah bekerja sama dengan PT. AB Jawa Timur, air masuk dari Kabupaten Mojokerto menuju Kecamatan Balongpanggang dahulu lalu setelah itu mengalir ke Kecamatan Benjeng dan Cerme. Tahapan perencanaan HIPPAM dapat dilihat pada **Tabel 2.4**.



Tabel 2.4 Rencana Pengembangan Pembentukan Himpunan Penduduk Pemakai Air Minum (HIPPAM) di Kabupaten Gresik

<b>Tahapan</b>	<b>Rencana Daerah Pelayanan</b>	<b>Program</b>
Tahap 1 (2015-2020)	HIPPAM yang ada di tiap desa/kelurahan seluruh kabupaten Gresik Sasaran: Optimalisasi HIPPAM yang ada	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Evaluasi kondisi HIPPAM</li> <li>2. Pembuatan program usulan</li> <li>3. Pelaksanaan proposal pengajuan usulan</li> </ol>
Tahap 2 (2021 – 2025)	<ol style="list-style-type: none"> <li>(1) Kec. Sidayu</li> <li>(2) Kec. Ujungpangkah</li> <li>(3) Kec. Bungah</li> <li>(4) Kec. Kedamean</li> <li>(5) Kec. Wringinanom</li> <li>(6) Kec. Balongpanggang</li> <li>(7) Kec. Duduksampean</li> <li>(8) Kec. Benjeng</li> </ol> Sasaran: Daerah yang belum memiliki HIPPAM dan sudah ada tes geolistrik	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Identifikasi desa layak pendirian HIPPAM</li> <li>2. Sosialisasi Pendirian HIPPAM</li> <li>3. Pelaksanaan pendirian HIPPAM</li> </ol>
Tahap 3 (2026 – 2030)	Daerah yang belum mempunyai HIPPAM dan diusulkan untuk menjadi HIPPAM baru, bisa dipilih 2 – 3 desa setiap kecamatan  Sasaran: Daerah yang belum memiliki HIPPAM	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Identifikasi desa layak pendirian HIPPAM</li> <li>2. Sosialisasi Pendirian HIPPAM</li> <li>3. Pelaksanaan pendirian HIPPAM</li> </ol>

Sumber: RISPAM Kabupaten Gresik



#### 2.9.4 Gambaran Umum Kecamatan Benjeng

Secara geografis Kecamatan Benjeng terletak pada ketinggian 4-11 meter di atas permukaan laut. Seluruh wilayahnya merupakan dataran rendah, terdiri atas 23 desa dan memiliki luas wilayah 61,26 km<sup>2</sup>. Desa Jogodalu adalah desa yang memiliki wilayah paling luas dari desa lainnya, yaitu sebesar 7,99 km<sup>2</sup>, sedangkan desa dengan wilayah terkecil adalah Desa Dermo, yaitu sebesar 0,94 km<sup>2</sup>. Peta batas administrasi Kecamatan Benjeng dapat dilihat pada **Gambar 2.12**. Kecamatan Benjeng berbatasan dengan Kecamatan Duduksampeyan dan Kabupaten Lamongan di sebelah utara, Kecamatan Cerme di sebelah timur, Kecamatan Balongpanggang di sebelah barat, dan Kecamatan Kedamean serta Kabupaten Mojokerto di sebelah selatan.

Penduduk Kecamatan Benjeng pada tahun 2018 berjumlah 67.821 jiwa. Dengan kondisi tersebut, Kecamatan Benjeng memiliki kepadatan sebesar 1.107,10 jiwa/km<sup>2</sup>. Data jumlah penduduk Kecamatan Benjeng dari tahun 2011 dapat dilihat pada **Tabel 2.5**. Persebaran penduduk di Kecamatan Benjeng pada tiap dusun dapat dilihat pada **Tabel 2.6**. Pemerintah Kabupaten Gresik menetapkan lokasi darurat kekeringan pada saat musim kemarau melanda. Salah satunya adalah Kecamatan Benjeng yang telah mengalami bencana kekeringan sejak tahun 2012 (BPBD Gresik, 2016 dalam RKPD Gresik, 2018). Saat ini telah ada 4 desa di Kecamatan Benjeng yang telah memperoleh pelayanan dari PDAM Kabupaten Gresik dan dapat dilihat pada **Tabel 2.7**.

Pada tahun 2018, Kecamatan Benjeng hanya memiliki 55 hari hujan dengan rata-rata per hari sebesar 29,42 mm. Data curah hujan di Kecamatan Benjeng pada tahun 2018 dapat dilihat pada **Tabel 2.8**. Akses pelayanan air bersih masih sangat sulit di Kecamatan Benjeng. Pendistribusian air baik melalui PDAM dan HIPPAM pada tahun 2015 di Kecamatan Benjeng masih sangat kecil, yaitu 0,7% untuk pelayanan SPAM PDAM dan 5,95% pelayanan SPAM HIPPAM (BAPPEDA Gresik, 2015 dalam Nanhidayah dan Purnomo, 2017).

Tabel 2.5 Jumlah Penduduk Hasil Registrasi di Kecamatan Benjeng Tahun 2011-2018

Tahun	Jumlah
2011	62.301
2012	61.930
2013	64.160
2014	64.189
2015	64.221
2016	66.271
2017	66.892
2018	67.821

Sumber: Kecamatan Benjeng Dalam Angka 2019

Tabel 2.6 Persebaran Penduduk di Kecamatan Benjeng

Desa	Dusun	Rasio Penduduk
Lundo	Telbek	18%
	Ngegot	15%
	Lundo	21%
	Jemek	16%
	Patuk	14%
	Gempal	16%
Balungtungjung	Balungtungjung	42%
	Balungkepuh	27%
	Balongmojo Kidul	31%
Balongmojo	Balongmojo Kulon	43%
	Balongmojo Krajan	37%

Desa	Dusun	Rasio Penduduk
	Balongmojo Sawahan	20%
Bulangkulon	Bulangkulon	55%
	Mergayu	30%
	Prambon	15%
Sedapurklagen	Sedapurklagen	39%
	Lumpang	43%
	Kedungploso	18%
Deliksumber	Bulang	25%
	Sumber	30%
	Delikwetan	27%
	Delikkulon	18%
Kedungrukem	Kedungglugu	21%
	Kedungrukem	30%
	Bulakploso	22%
	Ngablak	27%
Munggugianti	Munggu	70%
	Gianti	30%
Bengkelolor	Boro	17%
	Bengkelo	40%
	Batokan	43%
Gluranploso	Gluran	42%
	Lepit	14%
	Bengkelokidul	18%
	Ploso	26%
Bulurejo	Nyayat	18%
	Rayung	15%
	Bulurejo	19%

Desa	Dusun	Rasio Penduduk
	Benjeng	17%
	Balongwangon	18%
	Kacangan	13%
Dermo	Dermo	100%
Kedungsekar	Kedungkakap	15%
	Kedungsambi	25%
	Kedungsekar Lor	40%
	Kedungsekar Kidul	20%
Klampok	Klampok	30%
	Ngepung	17%
	Karangploso	35%
	Kalipang	18%
Sirnoboyo	Sirnoboyo	22%
	Karangasem	19%
	Paras	23%
	Setran	19%
	Wonokerto	17%
Kalipadang	Kalipadang	37%
	Gesing	18%
	Kalimoro	7%
	Kalisari	15%
	Ploso	22%
Karangankidul	Kricak	33%
	Karangan	37%
	Kalanganyar	30%
Munggugebang	Munggusoli	37%
	Munggugebang	42%

Desa	Dusun	Rasio Penduduk
Banter	Ngemplak	21%
	Bareng	60%
	Banter	40%
Metatu	Metatu	52%
	Purworejo	19%
	Medangan	29%
Jogodalu	Gempol	20%
	Jogodalu	50%
	Wonosari	30%
Punduttrate	Pundut	37%
	Karangpundut	30%
	Trate	33%
Jatirembe	Jatirembe	100%

Sumber: Nanhidayah dan Purnomo, 2017

Tabel 2.7 Jumlah Curah Hujan, Hari Hujan dan Rata-rata Curah Hujan per Hari di Kecamatan Benjeng 2018

Bulan	Curah Hujan (mm)	Hari Hujan	Rata-rata per hari (mm)
Januari	311	14	22,21
Februari	255	15	17,00
Maret	282	10	28,20
April	64	6	10,70
Mei	-	-	-
Juni	8	1	8,00
Juli	-	-	-

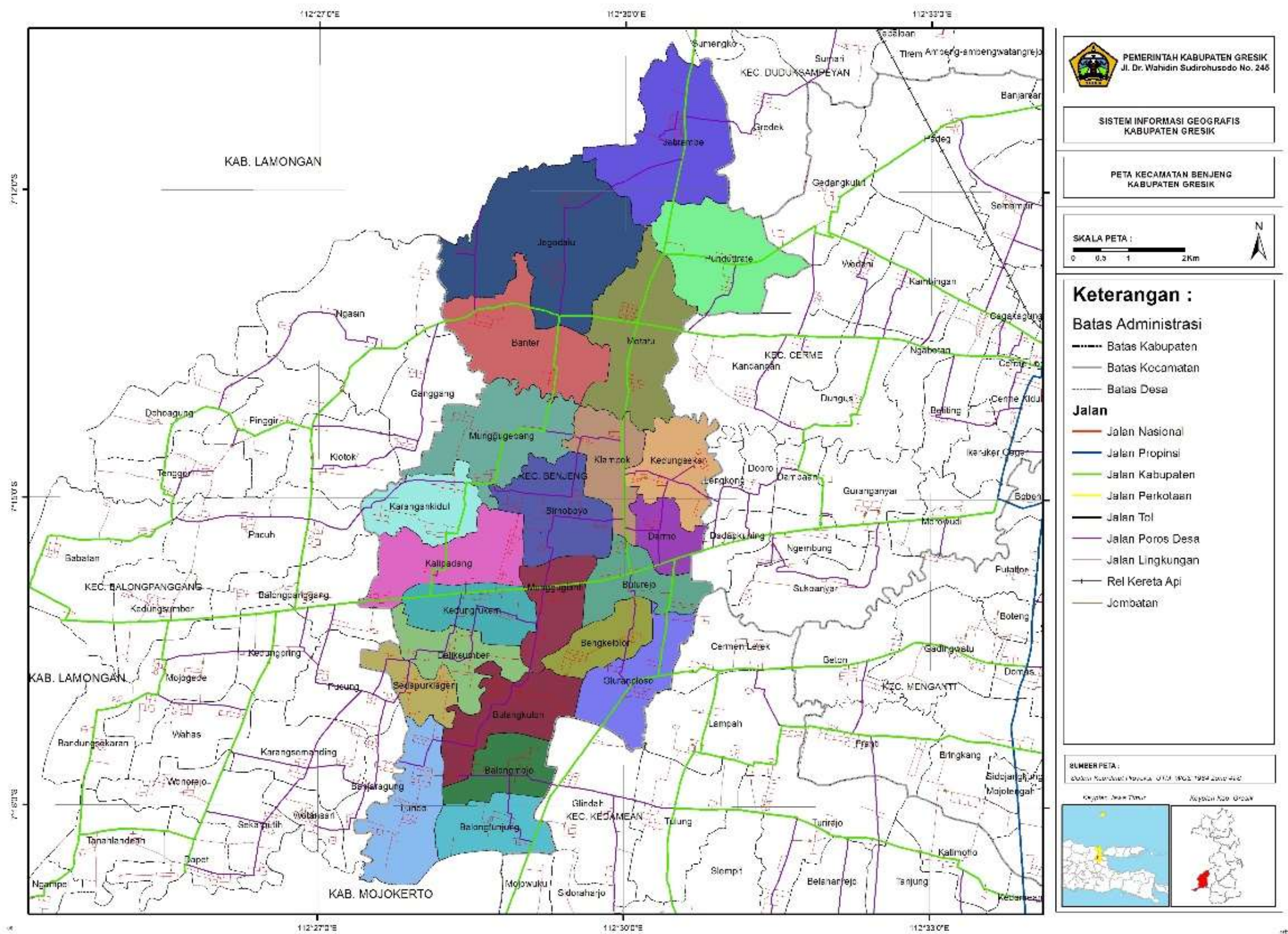
Bulan	Curah Hujan (mm)	Hari Hujan	Rata-rata per hari (mm)
Agustus	-	-	-
September	-	-	-
Oktober	-	-	-
November	415	9	46,11
Desember	287	12	23,92
<b>Jumlah</b>	<b>1.618</b>	<b>55</b>	<b>29,42</b>

Sumber: Kecamatan Benjeng Dalam Angka 2019

Tabel 2.8 Kondisi SPAM PDAM Eksisting di Kecamatan Benjeng

Desa	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Jumlah KK	Jumlah KK Terlayani
Kedungrukem	2.949	590	4
Munggugianti	2.124	425	75
Bulurejo	4.224	845	58
Dermo	1.589	318	81

Sumber: Dinas Pekerjaan Umum dan Tata Ruang Kabupaten Gresik, 2020



Gambar 2.12 Wilayah Kecamatan Benjeng

Sumber <http://gresikkab.go.id/media/023ec4a83aaa975050b3d5d20af95669.jpg> diakses pada 13 Januari 2020 pukul 08.00 WIB

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**



## 2.10 Analisis Hidrolika Dalam Sistem Distribusi Air Minum

Dalam perencanaan perpipaan jaringan distribusi air minum akan dibutuhkan beberapa persamaan terkait hukum fluida dan hidrolika. Analisis jaringan pipa distribusi antara lain memenuhi ketentuan sebagai berikut:

1. Jika jaringan pipa tidak lebih dari empat loop, perhitungan dengan metode Hardy-Cross masih diijinkan secara manual. Jika lebih dari empat loop harus dianalisis dengan bantuan program komputer.
2. Perhitungan kehilangan tekanan dalam pipa dapat dihitung dengan rumus Hazen-Williams.

(Ibrahim dkk, 2011).

### 2.10.1 Prinsip Pengukuran Debit Air

Prinsip pengukuran adalah mengukur luas penampang basah, kecepatan aliran dan tinggi muka air. Debit dapat dihitung dengan rumus (Sulistiyono dkk, 2013):

$$Q = V.A \dots\dots\dots(2.9)$$

Dimana:

$Q$  = Debit ( $m^3/s$ )

$V$  = Kecepatan aliran ( $m/s$ )

$A$  = Luas penampang basah ( $m^2$ )

### 2.10.2 Hukum Bernoulli

Kehilangan energi akibat gesekan dengan aliran dalam pipa memiliki tiga macam energi yang bekerja didalamnya, yaitu:

1. Energi Ketinggian
2. Energi Tekanan
3. Energi Kecepatan

Hal tersebut dikenal dengan prinsip Bernoulli bahwa energi total pada sebuah penampang pipa adalah jumlah energi kecepatan, energi tekanan dan energi ketinggian yang dapat ditulis sebagai berikut (Pardosi, 2018):

$$E_{\text{Tot}} = E. \text{ ketinggian} + E. \text{ kecepatan} + E. \text{ Tekanan} \dots\dots\dots(2.10)$$

$$E_{\text{Tot}} = Z + \frac{P}{\gamma_w} + \frac{V^2}{2} \dots\dots\dots(2.11)$$

Dimana:

$Z$  = Elevasi (m)

$\frac{P}{\gamma_w}$  = Tinggi tekan (m)

$\frac{V^2}{2}$  = Tinggi energi (m)

### 2.10.3 Hukum Hazen-Williams

Dalam pendistribusian air minum, akan terjadi kehilangan energi pada aliran akibat gesekan dengan dinding pipa. Kehilangan energi tersebut dapat dihitung dengan persamaan Hazen-Williams (Ibrahim dkk, 2011). Variasi nilai koefisien kekasaran untuk jenis pipa yang berbeda dapat dilihat pada **Tabel 2.9**. Persamaan sebagai berikut:

$$H_f = k. Q^{1,85} \dots\dots\dots(2.12)$$

$$Q = 0,8492. C_{hw}. R^{0,63}. S^{0,54} \dots\dots\dots(2.13)$$

$$k = \frac{10,67 L}{C_{hw}^{1,85} \times D^{4,87}} \dots\dots\dots(2.14)$$

Dimana:

$Q$  = Debit aliran pada pipa ( $m^3/s$ )

$C_{hw}$  = koefisien kekasaran Hazen-Williams

$R$  = Jari-jari hidrolis (m)

$S$  = kemiringan garis energi (m/m)

$H_f$  = kehilangan tinggi tekan mayor (m)

$D$  = Diameter pipa (m)

$k$  = koefisien karakteristik pipa

$L$  = panjang pipa (m)

Tabel 2.9 Nilai koefisien kekasaran pipa  $C_{hw}$  (Hazen-William)

Jenis Pipa	Nilai "C" Perencanaan
Asbes Cement (ACP)	120
UPVC	120
High HDPE	130
Medium DPE	130
Ductile (DCIP)	110
PVC	150
GIP	110
Baja	110
Pre-streessm	120

Sumber: Pardosi, 2018

#### 2.10.4 Hukum Kontinuitas

Dalam 1 pipa yang sama, maka berlaku hukum kontinuitas. Yang bermakna, selama tidak ada kebocoran atau titik keluarnya air, maka debit dalam 1 pipa yang sama akan selalu sama. Hukum kontinuitas dituliskan:

$$Q_1 = Q_2 \dots\dots\dots(2.15)$$

$$A_1.V_1 = A_2.V_2 \dots\dots\dots(2.16)$$

Dimana:

$Q_1$  = debit pada pipa sebelum perubahan ukuran pipa ( $m^3/s$ )

$Q_2$  = debit pada pipa setelah perubahan ukuran pipa ( $m^3/s$ )

$A_1$  = luas penampang segmen pertama pipa ( $m^2$ )

$A_2$  = luas penampang segmen kedua pipa ( $m^2$ )

$V_1$  = kecepatan pada pipa sebelum perubahan ukuran pipa  
( $m/s$ )

$V_2$  = kecepatan pada pipa setelah perubahan ukuran pipa ( $m/s$ )

Pada aliran percabangan pipa juga berlaku hukum kontinuitas dimana debit yang masuk pada suatu pipa sama dengan debit yang keluar pipa. Hal tersebut dibuat dalam persamaan sebagai berikut:

$$Q_1 = Q_2 + Q_3 \dots\dots\dots(2.17)$$

Dimana:

$Q_1$  = debit pada pipa sebelum percabangan ( $m^3/s$ )

$Q_2$  = debit pada cabang pipa 1 ( $m^3/s$ )

$Q_3$  = debit pada cabang pipa 2 ( $m^3/s$ )

(Ibrahim dkk, 2011)

#### 2.10.5 Sisa Tekan

Menurut SNI 7509-2011, tekanan air diukur dari permukaan tanah dan tekanan air pada sambungan pelanggan diukur pada sambungan pipa pelayanan. Besarnya tekanan minimum pada jaringan pipa distribusi diatur pada SNI 7509 – 2011 dengan ketentuan sebagai berikut:

- a. Jaringan distribusi utama : 15 m
- b. Jaringan ditribusi pembagi : 11 m
- c. Sambungan pelanggan : 7,5 m

Panjang pipa pelayanan dibatasi oleh kehilangan tekanan pada pemakaian jam puncak. Kehilangan tekanan maksimum adalah 3,5 meter dari distribusi pembagi hingga ke sambungan rumah.

### 2.11 Kehilangan Air

Kehilangan air terdiri dari kehilangan air secara teknis dan non-teknis. Kehilangan air non fisik/teknis antara lain terdiri dari konsumsi tak resmi, ketidakakuratan meter pelanggan, dan kesalahan penanganan data. Kehilangan air fisik/teknis antara lain terdiri dari kebocoran pada jaringan distribusi, kebocoran dan luapan pada reservoir, kebocoran pada pipa dinas, dan kurangnya akurasi meter pelanggan. Nilai angka air tak berekening dapat dilihat pada **Tabel 2.10**.

Tabel 2.10 Distribusi Angka *Non Revenue Water*

No	Komponen NRW	Nilai
1	Kebocoran pada sistem distribusi (sambungan, katup, dsb)	5%
2	Ketelitian pengukuran meter air	3-5%
3	Kebocoran pipa konsumen	5%
4	Pemakaian untuk operasi dan pemeliharaan, sosial, dan hidran kebakaran	3%
5	Kehilangan air non fisik lain (kesalahan administrasi, pembacaan meter, sambungan liar, dsb)	2%

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2018

### 2.12 Aplikasi EPANET 2.0

EPANET adalah program komputer yang menggambarkan simulasi hidrolis dan kecenderungan kualitas air yang mengalir di dalam jaringan pipa. Jaringan itu sendiri terdiri dari Pipa, *Node* (titik koneksi pipa), pompa, katup, dan tangki air atau reservoir. EPANET memperkirakan aliran air di tiap segmen pipa, kondisi tekanan air di tiap titik, dan kondisi konsentrasi bahan kimia yang mengalir di dalam pipa selama dalam periode pengaliran. Sebagai tambahan, usia air (*water age*) dan pelacakan sumber dapat juga disimulasikan. EPANET dirancang sebagai alat untuk mencapai dan mewujudkan pemahaman tentang pergerakan dan nasib kandungan air minum dalam jaringan distribusi. Selain itu, EPANET juga dapat digunakan untuk berbagai analisa jaringan distribusi. Sebagai contoh untuk pembuatan design, kalibrasi model hidrolis, analisa sisa khlor, dan analisa pelanggan. EPANET

dapat membantu dalam memanage strategi untuk merealisasikan kualitas air dalam suatu sistem (Rossman, 2000).

### 2.13 Blok Pelayanan

Blok pelayanan merupakan jaringan distribusi yang terdapat di dalam jaringan induk. Blok pelayanan dibuat berdasarkan hasil survey lapangan dan pertimbangan sebagai berikut:

1. Kepadatan penduduk

Dalam menentukan pembentukan blok, jumlah pelanggan perlu diperhatikan agar persebaran pelanggan dapat merata pada tiap blok. Khusus untuk wilayah dalam kota, masing-masing blok terdiri dari 1000-5000 konsumen dengan menggunakan peta pipa distribusi skala kecil.

2. Topografi

Kondisi geografis yang ada di lapangan dapat menjadi batasan dalam membentuk suatu blok. Biasanya satu blok dibatasi dengan bentang alam seperti sungai, danau, waduk, gunung, dan lain-lain.

3. Tata guna lahan

Kondisi penggunaan lahan pada suatu daerah dapat dijadikan sebagai batas pembentukan blok seperti, jalan raya, rel kereta api, sawah, maupun kawasan perumahan. (Ditjen Cipta Karya, 1988).

### 2.14 Pompa

Dalam permasalahan distribusi air minum, tidak terlepas dari kemungkinan penggunaan pompa. Penggunaan pompa akan menjadi prioritas utama apabila kondisi lapangan wilayah perencanaan tidak memenuhi persyaratan. Pompa mempunyai dua komponen penting yaitu kapasitas dan head. Kapasitas zat cair yang dimaksud disini berkaitan dengan perencanaan distribusi air minum, maka harus memperhitungkan kebutuhan harian dan jam maksimum.

Besarnya head sistem adalah head yang diperlukan untuk mengalirkan zat cair melalui sistem pipa adalah sama dengan head untuk mengatasi kerugian gesek ditambah head statis

sistem. Head statis ini adalah head potensial dari beda ketinggian permukaan dan beda tekanan statis pada kedua permukaan zat cair di pipa hisap dan di pipa keluar. Bila kebutuhan pompa bervariasi akan lebih ekonomis untuk memasang beberapa unit pompa yang kecil secara paralel dibandingkan dengan pemasangan satu unit pompa yang berkapasitas besar. Bila kebutuhan menurun, satu pompa atau lebih dapat diberhentikan operasinya. Dengan demikian pompa yang lain dapat beroperasi dengan efisiensi maksimumnya. Apabila menggunakan unit-unit pompa yang ukurannya kecil (jumlahnya banyak) akan mempermudah dalam hal penyesuaian debit permintaan apabila terjadi penurunan dan juga dapat mempermudah pada saat dilakukan pemeliharaan (Pratama dan Purnomo, 2017).

Efisiensi pompa adalah perbandingan antara daya hidrolis pompa dengan daya poros pompa.

$$\eta = \frac{P_h}{P_s} \dots\dots\dots(2.18)$$

Dimana:

$\eta$  = Efisiensi pompa

$P_h$  = daya hidrolis

$P_s$  = daya shaft/poros pompa

Daya hidrolis adalah daya yang diperlukan oleh pompa untuk mengangkat sejumlah zat cair pada ketinggian tertentu. Daya hidrolis dapat dicari dengan persamaan berikut:

$$P_h = \frac{\rho \cdot g \cdot H \cdot Q}{1000} \dots\dots\dots(2.19)$$

Dimana:

$P_h$  = daya hidrolis (kW)

$\rho$  = massa jenis air ( $\text{kg/m}^3$ )

$g$  = gaya gravitasi ( $9,81 \text{ m/s}^2$ )



$Q$  = Debit ( $\text{m}^3/\text{s}$ )

## 2.15 Perpipaan

Ada beberapa dari jenis pipa yang dapat digunakan dalam pendistribusian air. Berikut dijelaskan tentang jenis-jenis pipa beserta perlengkapannya. Jenis pipa yang digunakan pada pipa distribusi air bersih adalah:

a. Cast Iron (CI)

Jenis pipa ini dibuat dari bahan *grey cast iron* dan merupakan logam kuat dan tahan terhadap korosi. Keuntungan pipa ini adalah kuat serta tidak mudah bocor. Kerugian pipa ini adalah berat dan tidak praktis dalam pengerjaannya.

b. Ductile Iron (DI)

Pipa jenis ini tersedia hingga diameter 1500 mm dan terbuat dari logam sehingga kuat dan berat. Pipa ini jarang digunakan karena harganya mahal dan memerlukan perlindungan yang tidak murah. Pipa ini juga tidak dianjurkan pada daerah yang memiliki air tanah tinggi dan asin.

c. Galvanized Steel (GS)

Bahan yang digunakan adalah *mild carbon* baik berupa *welded pipe* maupun *stainless pipe*. Keuntungan pipa ini adalah murah dan tidak mudah rusak akibat pengangkutan kasar serta tahan terhadap tegangan.

d. Polivinil Chloride (PVC)

Karakteristik PVC adalah bebas dari korosi dan ringan sehingga mempermudah dalam pengangkutan, mudah dalam penyambungan, dan mempunyai umur relatif lama.

e. Poly Ethylene (PE)

Ada dua jenis pipa PE yaitu berwarna biru dan berwarna hitam. Pipa PE berwarna biru tidak tahan terhadap sinar ultraviolet sehingga harus dilindungi dari pemaparan. Sedangkan pipa PE hitam tahan terhadap pengaruh ultraviolet, sehingga dapat dipasang diatas tanah.

Kelebihan pipa PE adalah:

- Ringan dan tahan korosi
- Pipa yang berukuran kecil lebih fleksibel
- Tahan terhadap benturan dan tidak mudah pecah atau retak
- Elastisitas tinggi, sehingga dinding pipa mampu menyerap gelombang tekanan dinamis
- Mempunyai daya tahan tinggi terhadap bahan kimia.

Kelemahan pipa PE adalah:

- Dapat mengalami pembesaran dan kerusakan struktur oleh senyawa organik dan anorganik tertentu
- Dapat rusak karena bahan pengoksidasi pada konsentrasi tertentu.

Sedangkan dalam penggunaannya, pipa-pipa ini selalu membutuhkan perlengkapan lain yang menyempurnakan fungsinya. Perlengkapan pipa yang digunakan adalah:

#### 1. *Gate valve*

Berfungsi untuk mengontrol aliran dalam pipa dengan menutup suplai air atau membagi aliran ke bagian lain.

#### 2. *Air release Valve* (Katup Angin)

Berfungsi untuk melepaskan udara yang ada dalam aliran air yang dipasang pada setiap jalur pipa tertinggi dan mempunyai tekanan lebih dari 1 atm, karena udara cenderung akan terakumulasi pada daerah itu.

#### 3. *Wash Out Valve* (katup pembuang lumpur)

Merupakan *gate valve* yang dipasang pada setiap titik mati atau titik terendah jalur pipa. Fungsinya untuk mengeluarkan kotoran-kotoran yang mengendap dalam pipa serta mengeluarkan air bila akan dilakukan perbaikan.

#### 4. *Check Valve*

*Check valve* dipasang bila pengaliran air didalam pipa diinginkan hanya menuju satu arah. Biasanya dipasang pada pipa tekan diantara pompa dan *gate valve* dengan tujuan menghindari pukulan balik akibat arus balik.

#### 5. *Manhole/Valve Chamber*

Berfungsi sebagai tempat pemeriksaan atau perbaikan bila terjadi gangguan pada *valve*. Penempatannya pada tempat aksesoris yang penting dan jalur pipa setiap jarak 200-600 meter, terutama pada pipa dengan diameter besar.

#### 6. Bangunan Perlintasan Pipa

Bangunan ini diperlukan bila jalur pipa memotong sungai, rel kereta api, dan jalan untuk memberi keamanan pipa.

#### 7. Thrust Block (angker blok beton)

Diperlukan pada pipa yang mengalami beban hidrolik yang tidak seimbang, misal pada pergantian diameter, akhir pipa, dan belokan.

#### 8. Meter Tekanan

Meter tekanan dipasang pada pompa agar dapat diketahui besarnya tekanan pompa.

#### 9. Meter Air

Berfungsi untuk mengetahui besarnya jumlah pemakaian air dan juga sebagai alat pendeteksi kebocoran.

#### 10. Sambungan pipa dan perlengkapannya:

##### a. *Bell* dan Spigot

Spigot dari suatu pipa dimasukkan ke dalam *bell* (*socket*)

##### b. *Flange Joint*

Biasanya dipakai untuk pipa bertekanan tinggi untuk sambungan dekat dengan instalasi pipa. Sebelum kedua *flange* disatukan dengan mur dan baut, maka diantara *flange* disisipkan *packing* untuk mencegah kebocoran.

##### c. *Ball Joint*

Digunakan pada sambungan dua pipa dalam air.

d. *Increaser* dan *Reducer*

*Increaser* digunakan untuk menyambung pipa dari diameter kecil ke diameter besar. Sedangkan *reducer* digunakan untuk menyambung pipa dari diameter besar ke diameter kecil.

e. *Bend*

Merupakan aksesoris untuk belokan pipa. Sudut belokan pipa adalah  $90^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $22\frac{1}{2}^\circ$ , dan  $11\frac{1}{4}^\circ$ .

f. *Tee*

Untuk menyambung pipa pada percabangan dengan diameter tertentu.

g. *Tapping bend*

Dipasang pada tempat yang perlu di *tapping* untuk dialirkan ke tempat lain.

(Pratama dan Purnomo, 2017).

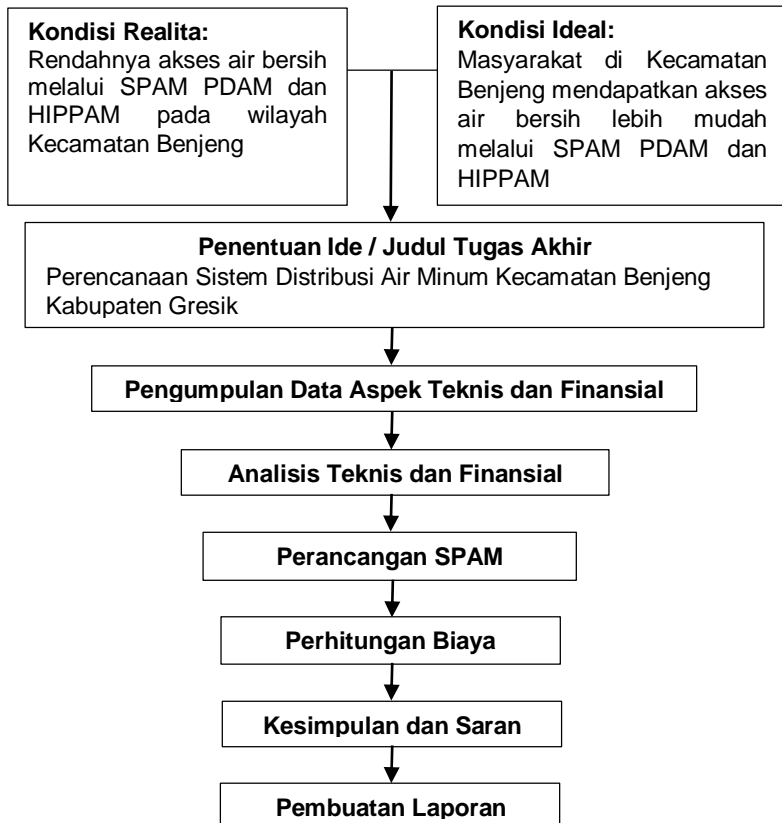
**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**

### BAB III

## METODE PERENCANAAN

#### 3.1 Kerangka Perencanaan

Kerangka perencanaan merupakan rangkaian kegiatan dalam perencanaan berupa tahapan yang harus dikerjakan. Kerangka alur perencanaan ini diharapkan dapat membantu proses pengerjaan dan dapat mencapai tujuan yang direncanakan.



Gambar 3.1 Kerangka Perencanaan

### 3.2 Uraian Tahapan Kegiatan Perencanaan

Rangkaian kegiatan perancangan yang terdapat dalam kerangka perancangan dapat diuraikan sebagai berikut:

#### 3.2.1 Ide Studi

Ide penyusunan tugas akhir ini adalah merencanakan SPAM di Kecamatan Benjeng untuk memetakan wilayah pelayanan SPAM dalam rangka peningkatan pelayanan dalam untuk pendistribusian air minum. Latar belakang perencanaan ini adalah masih rendahnya tingkat pelayanan SPAM serta kekeringan pada Kecamatan Benjeng. Tersedianya sumber distribusi air minum dari SPAM Mojolagres dapat membantu dalam peningkatan pelayanan distribusi air minum untuk wilayah Kecamatan Benjeng.

#### 3.2.2 Pengumpulan Data

Survei lokasi bertujuan agar dapat merancang jalur perpipaan sesuai dengan kondisi di Kecamatan Benjeng. Dalam perencanaan perpipaan SPAM akan lebih baik dengan mengetahui kawasan yang akan dilayani. Pengetahuan tentang kawasan pelayanan akan membantu dalam memperkirakan jalur pipa. Hal ini berkaitan dengan jalur yang akan dilewati pipa serta elevasi pada beberapa titik perpipaan.

Proses perizinan dilakukan dengan pembuatan proposal dan surat pengantar dari Departemen Teknik Lingkungan ITS yang ditujukan kepada pihak terkait. Pihak yang dimaksudkan antara lain PDAM Kabupaten Gresik, BAPPEDA Kabupaten Gresik, Dinas PU Kabupaten Gresik, dan PT. AB Jawa Timur. Perizinan dilakukan dalam rangka pengumpulan data sekunder yang dapat menunjang perencanaan distribusi air minum di Kecamatan Benjeng.

Studi literatur merupakan tinjauan pustaka sebagai kegiatan mengumpulkan informasi yang berguna, memahami konsep perancangan dan mendapatkan data penunjang untuk kegiatan perancangan yang berasal dari literatur. Sumber studi literatur adalah jurnal, buku, peraturan perundangan, tugas akhir, website hingga makalah seminar yang mendukung dan terkait dengan ide penelitian. Studi literatur yang dilakukan terkait perancangan perpipaan distribusi air minum.



Data yang di gunakan dalam perancangan SPAM di Kecamatan Benjeng ini antara lain:

a. Data Sekunder

Data sekunder yang di perlukan dalam kegiatan perancangan, antara lain:

- Data jumlah penduduk dan fasilitas umum di Kecamatan Benjeng yang diperoleh dari BPS Kabupaten Gresik, digunakan untuk proyeksi kebutuhan air minum.
- Data RTRW dan RDTR Kabupaten Gresik yang dikeluarkan oleh BAPPEDA Kabupaten Gresik, digunakan untuk referensi dalam pembuatan jalur pipa distribusi.
- Data RPJMD serta SPAM terpasang dan rencana pengembangan SPAM hingga tahun 2030 yang diperoleh dari BAPPEDA Kabupaten Gresik, digunakan untuk menentukan pembagian wilayah pelayanan sistem distribusi air minum kepada masyarakat.
- Data kondisi eksisting SPAM PDAM di Kecamatan Benjeng serta rencana pengembangan pelayanan hingga tahun 2030 yang diperoleh dari PDAM Kabupaten Gresik, digunakan untuk perencanaan perpipaan dan perkiraan pengembangan pelayanan hingga tahun 2030.
- Data rencana serta titik lokasi pengembangan SPAM HIPPAM di Kecamatan Benjeng hingga tahun 2030 yang diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum dan Tata Ruang Kabupaten Gresik, digunakan untuk menentukan pembagian wilayah pelayanan sistem distribusi air minum kepada masyarakat.
- Data ketersediaan potensi air baku di Kecamatan Benjeng yang diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum dan Tata Ruang Kabupaten Gresik, digunakan sebagai analisis prioritas penyediaan air minum kepada masyarakat Kecamatan Benjeng.
- Data teknis pada titik *tapping* SPAM Mojolagres pelayanan Kabupaten Gresik dari PT. AB Jawa Timur, digunakan untuk merencanakan sistem perpipaan dan wilayah pelayanan mulai dari titik *tapping* wilayah Gresik hingga wilayah Kecamatan Benjeng.

b. Data Primer

Data primer yang diperlukan dalam kegiatan perancangan, antara lain:

- Kondisi terkini jalur yang akan dilewati pipa pada lokasi perancangan meliputi kondisi jalan, bentang alam, dan penggunaan lahan yang memengaruhi pipa distribusi untuk mempertimbangkan jalur perpipaan yang akan dipilih dan perhitungan biaya pemasangan dan pembelian pipa.
- Elevasi pada beberapa titik sepanjang pipa distribusi untuk menghitung kebutuhan energi pada distribusi air.

### 3.2.3 Analisis Data

Data primer dan sekunder yang terkumpul digunakan dalam perhitungan dan analisis data sebagai dasar dari perancangan.

- Kebutuhan air pada tahun proyeksi.

Kebutuhan air proyeksi diperoleh dari proyeksi kebutuhan air domestik dan non domestik. Untuk dapat memproyeksikan kebutuhan air diperlukan data jumlah penduduk serta fasilitas umum di Kecamatan Benjeng. Metode yang digunakan dalam proyeksi jumlah penduduk hingga tahun 2030 adalah dengan metode aritmatik, geometrik, dan *least square*. Pemilihan salah satu dari ketiga metode tersebut adalah dengan mencari nilai koefisien korelasi ( $r$ ) untuk tiap - tiap metode. Untuk metode yang mempunyai nilai koefisien korelasi yang mendekati nilai 1 (satu), maka metode itulah yang dipakai untuk memproyeksikan penduduk. Kebutuhan air untuk sistem distribusi ini, dengan menggunakan debit jam puncak. Kebutuhan air yang diperhitungkan adalah kebutuhan air domestik, non domestik dan estimasi kebocoran. Kebutuhan air domestik didapatkan dari proyeksi penduduk. Kebutuhan air non domestik didapatkan dari presentase kebutuhan air domestik sesuai dengan SNI 6728.1:2015 tentang Penyusunan Neraca Spasial Sumber Daya Alam Bagian Sumber Daya Air. Tingkat kebocoran air didasarkan pada presentase rata-rata kebocoran SPAM PDAM Kabupaten Gresik.

- Penetapan wilayah pelayanan SPAM PDAM.

Penetapan wilayah pelayanan diperoleh dari potensi pelayanan dari sumber SPAM Mojolagres, rencana pengembangan SPAM PDAM di Kecamatan Benjeng, serta rencana pengembangan HIPPAM di Kecamatan Benjeng. Dengan menetapkan pembagian SPAM PDAM dan SPAM HIPPAM serta target pelayanan akses air minum pada Kecamatan Benjeng dapat ditentukan wilayah Kecamatan Benjeng yang akan dilayani oleh SPAM Mojolagres hingga tahun 2030. Pertimbangan dalam prioritas pelayanan SPAM PDAM di Kecamatan Benjeng meliputi persebaran penduduk, jarak permukiman terhadap jaringan distribusi, dan potensi pengembangan pembangunan untuk ekonomi. Pemasangan pada kelompok permukiman yang lebih padat dapat diprioritaskan dengan alasan keuntungan secara ekonomis dengan lebih besarnya peluang penambahan pelanggan. Pemasangan pipa dengan jarak yang lebih pendek dapat mengurangi biaya penggalian dan pemasangan pipa, sehingga permukiman yang lebih dekat dengan jalur pipa distribusi dapat diprioritaskan dibanding permukiman yang relatif lebih jauh dari jalur pipa distribusi. Daerah yang direncanakan untuk pengembangan ekonomi dapat diprioritaskan sebagai bentuk dukungan dan percepatan pertumbuhan ekonomi sekitar.

- Perhitungan panjang jalur, debit, dan energi pada pipa distribusi.

Observasi meliputi kondisi jalan, pola atau kondisi permukiman, pengukuran jaringan pipa eksisting dan juga elevasi kondisi wilayah perencanaan. Data kondisi topografi dapat diperoleh menggunakan alat bantu berupa *Global Positioning System* (GPS). Data elevasi diambil pada *node* / titik – titik percabangan jaringan. Tujuannya adalah untuk mengetahui beda tinggi dan jarak antar titik. GPS memberikan informasi tentang koordinat lokasi pengamatan. Hal tersebut memberikan kemudahan bagi perencana untuk menggambarkan kondisi lapangan pada peta maupun membuat permodelan jaringan PDAM. GPS dapat diperoleh dari laboratorium Teknik Lingkungan ITS. Panjang jalur pipa distribusi diperoleh dari pengolahan data

penetapan pembagian wilayah Kecamatan Benjeng yang akan dilayani oleh SPAM Mojolagres dan dengan analisis prioritas pelayanan hingga tahun 2030. Panjang jalur pipa dan data potensi debit untuk pelayanan Kecamatan Benjeng akan digunakan dalam perhitungan *head* pipa mulai dari titik *tapping* Kabupaten Gresik hingga ke wilayah pelayanan di Kecamatan Benjeng. Data debit air untuk Kabupaten Gresik dan khususnya Kecamatan Benjeng akan digunakan dalam penentuan diameter pipa terpasang. Perhitungan *head* akan menggunakan metode Hazen-Williams.

Dalam perancangan ini akan dibantu dengan aplikasi EPANET 2.0. Garis besar tahap pengoperasian aplikasi EPANET 2.0 adalah sebagai berikut:

- a. Menggambar jaringan yang menjelaskan sistem distribusi atau mengambil dasar jaringan sebagai *file text*
- b. Mengedit *properties* dari *object*
- c. Menggambarkan bagaimana sistem beroperasi
- d. Memilih tipe analisis
- e. Menjalankan (*run*) analisis hidrolis/kualitas air
- f. Melihat dan mengevaluasi hasil dari analisis

Berdasarkan hasil proyeksi dari kebutuhan air dan penetapan wilayah pelayanan PDAM hingga tahun 2030, maka dapat dilakukan pemodelan sistem distribusi dengan menggunakan Epanet 2.0. Tujuan dari pemodelan ini, untuk melihat kondisi sistem distribusi. Hasil *running* yang akan ditampilkan ini adalah hasil dari *node* dan pipa. *Node* pada *running* ini menunjukkan hasil dari *pressure*, *base demand*, *demand*, dan *head*. *Pressure* adalah sisa tekan setelah melewati beberapa friksi, baik yang disebabkan oleh kekasaran pipa maupun panjang pipa. *Base demand* adalah kebutuhan air atau debit yang diinput pada tiap blok. *Demand* adalah kebutuhan air atau debit pada saat jam puncak, yang didapat dengan cara *base demand* dikalikan dengan faktor pengali jam puncak.

#### 3.2.4 Perancangan SPAM

Pengembangan SPAM PDAM ini dilakukan berdasarkan beberapa pertimbangan yang meliputi tata guna lahan, pengamatan kondisi lapangan yang ada dan hasil analisis data yang sesuai dengan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 122 Tahun 2015 Tentang Sistem Penyediaan Air Minum, SNI 7509.2011 tentang Tata Cara Perencanaan Teknik Jaringan Distribusi dan Unit Pelayanan Sistem Penyediaan Air Minum, dan SNI 6728.1:2015 Penyusunan Neraca Spasial Sumber Daya Alam Bagian 1: Sumber Daya Air. Perancangan pengembangan ini sendiri, diupayakan untuk tidak mengubah kondisi eksisting yang telah ada. Hal tersebut dikarenakan pertimbangan teknis dan juga ekonomi. Aplikasi EPANET 2.0 digunakan untuk membuat skema rencana pengembangan dikarenakan hasilnya yang akurat dan mudah diaplikasikan.

#### 3.2.5 Perhitungan Biaya

Kelayakan ekonomi digunakan dalam menganalisis dalam segi finansial pada pembangunan Rancangan Anggaran Biaya pengembangan pipa distribusi SPAM PDAM di Kecamatan Benjeng. RAB mengacu pada SNI dan Harga Satuan Pokok Kegiatan (HSPK) Kota Surabaya. Aspek yang diperhitungkan meliputi penggalian jalur pipa, harga pembelian pipa, harga aksesoris pipa, dan penimbunan jalur pipa.

#### 3.2.6 Ide Studi Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan dibuat setelah melakukan semua proses metode perencanaan, dan kesimpulan ini bertujuan untuk mendapatkan suatu kalimat singkat, padat, dan jelas yang dapat memberikan gambaran yang jelas terhadap detail perancangan ini. Kesimpulan pada perencanaan ini adalah peta wilayah pelayanan SPAM di Kecamatan Benjeng, rencana pengembangan jaringan pipa SPAM PDAM di Kecamatan Benjeng dengan masuknya distribusi air melalui SPAM Mojolagres, dan biaya yang dibutuhkan dalam pemasangan pipa distribusi yang bersumber dari SPAM Mojolagres. Saran yang dibuat dalam perancangan ini bertujuan untuk memberikan masukan dalam rangka penyediaan air minum Kecamatan Benjeng dengan memanfaatkan sumber air yang ada khususnya dari SPAM Mojolagres.

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**

## **BAB IV**

### **HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1 Penentuan Wilayah Pelayanan Kecamatan Benjeng**

Kecamatan Benjeng memiliki 23 desa dan hingga akhir tahun 2019 telah ada 4 desa yang terlayani oleh PDAM Kabupaten Gresik. Desa yang terlayani oleh PDAM yaitu, Desa Kedungrukem, Desa Munggugianti, Desa Bulurejo, dan Desa Dermo. Pengembangan pelayanan berdasarkan dari wilayah rencana pengembangan yang telah ditetapkan oleh PDAM. Penambahan debit pelayanan air di Kecamatan Benjeng melalui SPAM Regional Mojolagres akan dibagi terlebih dahulu dengan Kecamatan Balongpanggang dan Cerme. Kemudian dari desa yang telah ditetapkan untuk dilayani dapat dibuat rencana jaringan pipa SPAM sesuai dengan debit yang tersedia.

##### **4.1.1 Tingkat Pelayanan SPAM Eksisting**

Penentuan tingkat kebutuhan air pada tugas akhir ini dihitung berdasarkan panduan SNI 6728:1, 2015 tentang Penyusunan Neraca Spasial Sumber Daya Alam Bagian Sumber Daya Air dan Buku RISPAM 2015-2030 Kabupaten Gresik. Untuk kebutuhan air per liter per orang per hari pada Buku RISPAM 2015-2030 Kabupaten Gresik, sesuai dengan data pemakaian air di PDAM Kabupaten Gresik, rata-rata pemakaiannya adalah 102 L/orang/hari. Oleh karena itu untuk perencanaan kebutuhan air minum ini digunakan 120-150 L/orang/hari untuk daerah perkotaan dan 80-100 L/orang/hari untuk wilayah pengembangan PDAM sampai dengan perencanaan tahun 2030. Sedangkan untuk tingkat pelayanan non domestik, untuk daerah perkotaan diperkirakan sebesar 15-25% dari kebutuhan domestik dan untuk wilayah pengembangan sebesar 15-20%. Perhitungan proyeksi kebutuhan air disesuaikan dengan proyeksi penduduk, yaitu tahun 2019 hingga tahun 2030. Tujuan dari perhitungan proyeksi kebutuhan air adalah untuk memperkirakan kebutuhan air di tahun mendatang, sehingga dapat direncanakan pelayanan air yang harus disiapkan.

Berdasarkan jumlah penduduk, Kecamatan Benjeng dapat dikategorikan sebagai kota kecil dengan kebutuhan air berkisar antara 90 hingga 110 L/orang/hari. Untuk menentukan kebutuhan



air non-domestik, yaitu untuk komersil dan sosial diasumsikan sebesar 15-30% dari total pemakaian air domestik. Pada tugas akhir ini, digunakan nilai pemakaian air domestik sebesar 90 L/orang/hari dan air non-domestik adalah 15% dari total kebutuhan air domestik di Kecamatan Benjeng. Pada perencanaan ini, angka kebutuhan air untuk industri tidak diperhitungkan sebab, menurut RTRW Kecamatan Benjeng tidak dimasukkan sebagai wilayah strategis pengembangan industri. Pada perencanaan tugas akhir ini, digunakan nilai 20% sebagai tingkat kehilangan air di Kecamatan Benjeng dengan pertimbangan, jaringan pipa distribusi yang direncanakan merupakan jaringan baru sehingga kehilangan air fisik dapat diminimalkan. Faktor jam puncak berkisar antara 1,15-3. Pada perencanaan ini digunakan 1,5 sebagai nilai faktor jam puncak.

#### 4.1.2 Pengembangan SPAM Kecamatan Benjeng

Proyeksi kebutuhan air bertujuan untuk memperkirakan kebutuhan air di Kecamatan Benjeng selama rentang proyeksi. Kemudian direncanakan pemenuhan kebutuhan sesuai dengan hasil proyeksi kebutuhan air dan pengembangan kapasitas pemenuhan air. Ada 3 bentuk penyediaan air minum bagi masyarakat Kecamatan Benjeng yaitu, pelayanan SPAM jaringan perpipaan PDAM, pelayanan SPAM jaringan perpipaan non PDAM, dan pelayanan SPAM bukan jaringan perpipaan. Kategori pelayanan SPAM dapat dilihat pada **Tabel 4.1**.

Tabel 4.1 Kategori Desa Berdasarkan Pelayanan SPAM Eksisting

Jenis Pelayanan	Nama Desa
Terlayani PDAM	Kedungrukem
	Munggugianti
	Bulurejo
	Dermo
Terlayani HIPPAM	Sedapur Klagen
	Sirnoboyo
	Kalipadang
	Metatu
	Jogodalu
	Jatirembe

Jenis Pelayanan	Nama Desa
Pengembangan PDAM 2020-2023	Kalipadang
	Karangankidul
	Munggucebang
	Sirnoboyo
	Deliksumber
	Metatu
	Kedungsekar
	Klampok
	Jogodalu
	Jatirembe
	Punduttrate
	Banter
Bukan Jaringan Perpipaian	Lundo
	Balungtungjung
	Balongmojo
	Bulangkulon
	Bengkelolor
	Gluranploso

Berdasarkan rencana pengembangan PDAM, ada beberapa desa di Kecamatan Benjeng yang akan memiliki dua pelayanan SPAM (SPAM PDAM dan SPAM non PDAM) yaitu, Kalipadang, Sirnoboyo, Metatu, Jogodalu, dan Jatirembe.

Kecamatan Benjeng berada pada wilayah pelayanan Gresik Tengah bersama dengan Kecamatan Balongpanggang, Cerme, Menganti, dan Kedamean. Berdasarkan buku RISPAM Kabupaten Gresik 2015-2030, Kecamatan Benjeng masuk pada tahap 3 rencana daerah pelayanan perpipaian PDAM dengan sistem zonasi. Target pelayanan pada akhir tahun 2030 adalah sebesar 50%.

Pada jaringan perpipaian eksisting, air PDAM masuk Kecamatan Benjeng melalui Kecamatan Cerme. Sumber air berasal dari IPA di Gresik Selatan. Air dari IPA Legundi dan Dewata dipompa menuju *booster* Banyuurip terlebih dahulu, lalu dipompa menuju *booster* Cerme. Sedangkan, air dari IPA Drupadi

dipompa menuju *booster* Mojosarirejo dilanjutkan menuju *booster* Cerme. Pada *booster* Cerme, air sebagian air digunakan untuk melayani ke arah Gresik Kota, sebagian lainnya untuk dialirkan ke arah *booster* Morowudi untuk didistribusikan pada sebagian wilayah Cerme, Benjeng, dan Balongpanggang.

Sedangkan, pada air SPAM Mojolagres, meter induk untuk Kabupaten Gresik berada pada Desa Kedungpring, Kecamatan Balongpanggang. Air yang selama ini melayani sebagian wilayah Cerme, Benjeng, dan Balongpanggang yang berasal dari Gresik Selatan akan difokuskan pada pelayanan wilayah lainnya. Oleh karena, arah aliran air SPAM Mojolagres yang melayani Kecamatan Benjeng masuk melalui Kecamatan Balongpanggang, ukuran pipa eksisting perlu disesuaikan. Sebab, ada perbedaan arah aliran dan debit pelayanan. Sehingga, pada perencanaan pelayanan SPAM dari Mojolagres ini akan direncanakan jaringan pipa baru untuk wilayah yang telah dilayani SPAM eksisting dan jaringan pengembangan pelayanan.

#### 4.1.3 Pembagian Debit Pelayanan

Pada penentuan pembagian debit antara Kecamatan Cerme, Benjeng, dan Balongpanggang, digunakan aspek pertimbangan ketersediaan sumber air lainnya serta banyaknya jumlah wilayah yang akan dilayani. Setelah itu, dilakukan penentuan pembagian debit pelayanan per desa pada tiap kecamatan dengan acuan capaian pelayanan menurut Buku RISPAM 2015-2030 Kabupaten Gresik. Wilayah tiap desa yang akan dilayani oleh PDAM Kabupaten Gresik menggunakan sumber SPAM Mojolagres dapat dilihat pada **Tabel 2.3**.

Pembagian debit dilakukan dari wilayah terbesar ke wilayah pelayanan terkecil. Pembagian debit antara Kabupaten Mojokerto, Kabupaten Lamongan, dan Kabupaten Gresik, sebesar 100 L/s untuk masing-masing kabupaten. Setelah itu, untuk wilayah Gresik, debit 100 L/s tersebut didistribusikan di tiga kecamatan yaitu, Kecamatan Cerme, Kecamatan Benjeng, dan Kecamatan Balongpanggang. Metode pembagian debit pada tiga Kecamatan tersebut dilakukan dengan memproyeksikan jumlah penduduk pada tiga kecamatan tersebut. Kemudian diketahui kebutuhan air tiap kecamatan pada akhir tahun proyeksi sesuai dengan wilayah

yang telah direncanakan oleh PDAM Kabupaten Gresik. Setelah diketahui kebutuhan air pada Kecamatan Benjeng, maka dilakukan pembagian debit air pada dusun yang terdapat pada desa yang telah ditetapkan PDAM Kabupaten Gresik untuk memperoleh pelayanan dari SPAM Regional Mojolagres.

Proyeksi penduduk bertujuan untuk mengetahui perkiraan jumlah penduduk di masa yang akan datang. Periode proyeksi penduduk Kecamatan Cerme, Benjeng, dan Balongpanggang dimulai dari tahun 2019 hingga tahun 2030.

Perhitungan proyeksi penduduk menggunakan 3 metode proyeksi. Lalu dipilih satu sebagai metode proyeksi yang akan digunakan. Metode tersebut antara lain, metode aritmatik, geometrik, dan *least square*. Metode yang dipilih adalah metode yang memiliki nilai korelasi yang paling mendekati angka 1. Pengujian metode yang digunakan dilakukan perhitungan di Kecamatan Cerme, Benjeng, dan Balongpanggang. Data pertumbuhan tiap penduduk ditunjukkan pada **Lampiran A.1 hingga A.3**.

Data *time series* yang digunakan adalah data penduduk dari tahun 2011 hingga 2018. Diketahui data penduduk di tiap desa, kemudian dilakukan perhitungan untuk mencari nilai korelasi ( $r$ ) pada ketiga metode. Persamaan yang dilakukan untuk menghitung nilai korelasi ( $r$ ) berdasarkan **Rumus (2.4)**, yaitu:

$$r = \frac{n(\sum xy) - (\sum y)(\sum x)}{\sqrt{\{n(\sum y^2) - (\sum y)^2\}\{n(\sum x^2) - (\sum x)^2\}}}$$

Perhitungan nilai korelasi pada setiap metode yang ditunjukkan pada **Lampiran A.4 hingga A.12**. Dari perhitungan nilai korelasi ( $r$ ) ketiga metode proyeksi, dapat dilihat nilai korelasi ( $r$ ) yang dihasilkan pada **Tabel 4.2 hingga Tabel 4.4**.

Tabel 4.2 Rekap Nilai Korelasi pada Kecamatan Cerme

Wilayah	METODE	NILAI KORELASI (r)
Kecamatan Cerme	Aritmatik	0,2013
	Geometrik	0,8170
	<i>Least Square</i>	0,8164

Tabel 4.3 Rekap Nilai Korelasi pada Kecamatan Benjeng

Wilayah	METODE	NILAI KORELASI (r)
Kecamatan Benjeng	Aritmatik	0,3243
	Geometrik	0,9638
	<i>Least Square</i>	0,9640

Tabel 4.4 Rekap Nilai Korelasi pada Kecamatan Balongpanggang

Wilayah	METODE	NILAI KORELASI (r)
Kecamatan Balongpanggang	Aritmatik	-0,3365
	Geometrik	0,5370
	<i>Least Square</i>	0,5346

Berdasarkan nilai korelasi yang dihasilkan, nilai korelasi yang mendekati angka 1 adalah metode geometrik untuk Kecamatan Cerme, *least square* untuk Kecamatan Benjeng, dan aritmatik untuk Kecamatan Balongpanggang.

Proyeksi penduduk Kecamatan Cerme dapat diperoleh dengan menggunakan **Rumus (2.2)**, yaitu:

$$P_n = P_o * (1 + r)^{dn} \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana:

- P<sub>o</sub> = Jumlah Penduduk mula-mula
- P<sub>n</sub> = Penduduk tahun n

$dn$  = kurun waktu  
 $R$  = rata-rata prosentase tambahan penduduk  
 pertahun

Hasil perhitungan untuk metode geometrik dapat dilihat pada **Tabel 4.5**.

Tabel 4.5 Perhitungan Nilai  $r$  untuk Metode Geometrik

Tahun	Jumlah Penduduk	Pertumbuhan		Rasio Pertumbuhan
		Jiwa	Persen	
2011	76.830			
2012	77.485	655	0,85	0,00853
2013	78.980	1495	1,93	0,01929
2014	78.730	-250	-0,32	-0,00317
2015	78.483	-247	-0,31	-0,00314
2016	78.333	-150	-0,19	-0,00191
2017	78.861	528	0,67	0,00674
2018	80.386	1.525	1,93	0,01934
<b>Jumlah</b>		<b>3.556</b>	<b>4,568</b>	<b>0,046</b>
<b>Rata-Rata Pertumbuhan Penduduk</b>		<b>508</b>	<b>0,653</b>	<b>0,0065</b>
<b>Standar Deviasi</b>				<b>0,010</b>
<b>Standar Atas Data</b>				<b>0,016</b>
<b>Standar Bawah Data</b>				<b>-0,007</b>

Berikut contoh perhitungan proyeksi dengan metode geometrik pada tahun 2019:

$$\begin{aligned}
 P_n &= P_0 [(1 + r)^{dn}] \\
 P_{2019} &= P_{2011} [(1 + 0,0065)^{(2019-2011)}] \\
 P_{2019} &= 76.830 \times (1,0065^8) \\
 P_{2019} &= 80.934
 \end{aligned}$$

Kemudian untuk mendapatkan jumlah penduduk tiap desa, digunakan perbandingan antara jumlah penduduk tiap desa dibanding dengan jumlah penduduk Kecamatan Cerme. Sehingga, diperoleh persentase persebaran penduduk setiap desa sebagai acuan proyeksi pertumbuhan penduduk setiap desa di Kecamatan

Cerme. Persentase persebaran penduduk setiap desa di Kecamatan Cerme yang dapat dilihat pada **Tabel 4.6**.

Tabel 4.6 Persentase Penduduk Setiap Desa di Kecamatan Cerme Tahun 2018

Desa	Jumlah Penduduk	Persen Penduduk
Dadapkuning	1.823	2,27%
Ngembung	2.475	3,08%
Sukoanyar	3.871	4,82%
Morowudi	4.046	5,03%
Guranganyar	2.566	3,19%
Dampaan	1.469	1,83%
Dooro	988	1,23%
Lekong	1.129	1,40%
Kandangan	4.328	5,38%
Dungus	3.111	3,87%
Ngabetan	3.807	4,74%
Betiting	4.593	5,71%
Ikeriker	2.415	3,00%
Cerme Kidul	6.086	7,57%
Pandu	2.182	2,71%
Jono	1.740	2,16%
Tambakberas	2.007	2,50%
Cerme Lor	4.181	5,20%
Cagak Agung	2.187	2,72%
Semampir	2.618	3,26%
Kambingan	2.859	3,56%
Wedani	3.979	4,95%
Kedangkulud	5.431	6,76%
Padeg	2.630	3,27%
Banjarsari	7.865	9,78%
	80.386	100,00%

Hasil perhitungan proyeksi penduduk Kecamatan Cerme dapat dilihat pada **Lampiran A.13**.

Proyeksi penduduk Kecamatan Benjeng hingga tahun 2030 menggunakan metode *least square*. Langkah untuk memperoleh proyeksi dengan metode *least square* adalah menghitung nilai a dan nilai b sesuai **Rumus (2.3)**, yaitu:

$$P_n = a + (bt)$$

N = tambahan tahun terhitung dari tahun dasar

$$a = \frac{(\sum Y)(\sum X^2) - (\sum X)(\sum X.Y)}{\{n(\sum X^2) - (\sum X)^2\}} \\ = \frac{\{517.785 \times 204\} - \{36 \times 2.364.940\}}{\{8(204) - (36^*36)\}} \\ = 60.983$$

$$b = \frac{\{n(\sum X.Y) - (\sum X)(\sum Y)\}}{\{n(\sum X^2) - (\sum X)^2\}} \\ = \frac{\{8 \times 2.364.940 - 36 \times 517.785\}}{\{8(204) - (36^*36)\}} \\ = 831$$

Hasil perhitungan untuk metode *least square* dapat dilihat pada **Tabel 4.7**.

Tabel 4.7 Perhitungan Nilai a dan b untuk Metode Least Square

Tahun	Jumlah Penduduk	No. Data Tiap Tahun (X)	Jumlah Penduduk Per Tahun (Y)	XY	X <sup>2</sup>
2011	62.301	1	62.301	62.301	1
2012	61.930	2	61.930	123.860	4
2013	64.160	3	64.160	192.480	9
2014	64.189	4	64.189	256.756	16
2015	64.221	5	64.221	321.105	25
2016	66.271	6	66.271	397.626	36
2017	66.892	7	66.892	468.244	49
2018	67.821	8	67.821	542.568	64
<b>Jumlah</b>		<b>36</b>	<b>517785</b>	<b>2.364.940</b>	<b>204</b>

Berikut contoh perhitungan proyeksi dengan metode *least square* pada tahun 2019:

$$P_{2019} = 60.983 + 831 (2019-2011) \\ = 60.983 + 831 (8) \\ = 67.631$$



Kemudian untuk mendapatkan jumlah penduduk tiap desa, digunakan perbandingan antara jumlah penduduk tiap desa dibanding dengan jumlah penduduk Kecamatan Benjeng. Sehingga, diperoleh persentase persebaran penduduk setiap desa sebagai acuan proyeksi pertumbuhan penduduk setiap desa di Kecamatan Benjeng. Persentase persebaran penduduk setiap desa di Kecamatan Benjeng yang dapat dilihat pada **Tabel 4.8**.

Tabel 4.8 Persentase Penduduk Setiap Desa di Kecamatan Benjeng Tahun 2018

Desa	Jumlah Penduduk	Persen Penduduk
Lundo	2.787	4,1%
Balungtungung	1.207	1,77%
Balongmojo	1.884	2,77%
Bulangkulon	2.713	4%
Sedapurklagen	1.685	2,48%
Deliksumber	2.834	4,17%
Kedungrukem	2.957	4,36%
Munggugianti	2.130	3,14%
Bengkelolor	1.433	2,11%
Gluranploso	1.879	2,77%
Bulurejo	4.236	6,24%
Dermo	1.593	2,34%
Kedungsekar	3.650	5,38%
Klampok	3.351	4,94%
Sirnoboyo	5.436	8,01%
Kalipadang	3.357	4,94%
Karangankidul	3.087	4,55%
Munggugebang	2.946	4,34%
Banter	2.719	4%
Metatu	5.268	7,76%
Jogodalu	4.293	6,32%
Punduttrate	3.173	4,67%
Jatirembe	3.203	4,72%
Jumlah	67.821	100,00%

Hasil perhitungan proyeksi penduduk Kecamatan Benjeng dapat dilihat pada **Lampiran A.14**.

Proyeksi penduduk Kecamatan Balongpanggang dapat diperoleh dengan menggunakan **Rumus (2.1)**, yaitu:

$$P_n = P_o [1 + r(dn)] \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana:

$P_n$  = jumlah penduduk pada akhir tahun periode

$P_o$  = jumlah penduduk pada awal proyeksi

$r$  = rata-rata pertambahan penduduk tiap tahun

$dn$  = kurun waktu proyeksi

Hasil perhitungan untuk metode aritmatik dapat dilihat pada **Tabel 4.9**.

Tabel 4.9 Perhitungan Nilai  $r$  untuk Metode Aritmatik

Tahun	Jumlah Penduduk	Pertumbuhan		Rasio Pertumbuhan
		Jiwa	Persen	
2011	54.289			
2012	58.673	4.384	8,08	0,08075
2013	59.696	1.023	1,74	0,01744
2014	58.990	-706	-1,18	-0,01183
2015	58.585	-405	-0,69	-0,00687
2016	58.243	-342	-0,58	-0,00584
2017	58.714	471	0,81	0,00809
2018	59.373	659	1,12	0,01122
<b>Jumlah</b>		<b>5.084</b>	<b>9,297</b>	<b>0,093</b>
<b>Rata-Rata Pertumbuhan Penduduk</b>		<b>726.285</b>	<b>1,328</b>	<b>0,0133</b>
<b>Standar Deviasi</b>				<b>0,032</b>
<b>Standar Atas Data</b>				<b>0,045</b>
<b>Standar Bawah Data</b>				<b>-0,013</b>

Berikut contoh perhitungan proyeksi dengan metode aritmatik pada tahun 2019:

$$P_n = P_0 [1 + (r.n)]$$

$$P_{2019} = P_{2011} [1 + (0.0133 \times (2019-2011))]$$

$$P_{2019} = 54289 \times (1 + 0.1062509)$$

$$P_{2019} = 60057$$

Kemudian untuk mendapatkan jumlah penduduk tiap desa, digunakan perbandingan antara jumlah penduduk tiap desa dibanding dengan jumlah penduduk Kecamatan Balongpanggang. Sehingga, diperoleh persentase persebaran penduduk setiap desa sebagai acuan proyeksi pertumbuhan penduduk setiap desa di Kecamatan Balongpanggang. Persentase persebaran penduduk setiap desa di Kecamatan Balongpanggang yang dapat dilihat pada **Tabel 4.10**.

Tabel 4.10 Persentase Penduduk Setiap Desa di Kecamatan Balongpanggang Tahun 2018

Desa	Jumlah Penduduk	Persen Penduduk
Jombangdelik	1.473	2,48%
Brangkal	1.848	3,11%
Ngampel	1.732	2,92%
Tanahlandean	1.808	3,05%
Dapet	2.900	4,88%
Wonorejo	1.456	2,45%
Sekarputih	2.021	3,4%
Wotansari	1.545	2,6%
Banjaragung	2.056	3,46%
Karangsemanding	2.809	4,73%
Wahas	1.719	2,9%
Bandungsekarang	1.808	3,05%
Mojogede	2.057	3,46%
Kedungpring	2.731	4,6%
Pucung	2.111	3,56%
Balongpanggang	5.631	9,48%

Desa	Jumlah Penduduk	Persen Penduduk
Kedung Sumber	2.908	4,9%
Babatan	3.272	5,51%
Pacuh	4.065	6,85%
Tenggor	2.061	3,47%
Dohoagung	2.062	3,47%
Pinggir	2.338	3,94%
Klotok	2.051	3,45%
Ganggang	1.823	3,07%
Ngasin	3.088	5,2%
	59.373	100,00%

Hasil perhitungan proyeksi penduduk Kecamatan Balongpanggang dapat dilihat pada **Lampiran A.15**.

Setelah diperoleh proyeksi jumlah penduduk tiap desa, diambil data proyeksi dari desa yang dilayani SPAM Mojolagres untuk dilakukan pembagian debit. Data SPAM eksisting dari desa yang akan dilayani SPAM Mojolagres dapat dilihat pada **Tabel 4.11**.

Pembagian debit dilakukan dengan menggunakan hasil proyeksi pada tahun 2030 sebagai tahun akhir perencanaan. Daerah Ibukota Kecamatan yaitu, Desa Bulurejo di Kecamatan Benjeng dan Desa Balongpanggang di Kecamatan Balongpanggang diprioritaskan memperoleh debit lebih besar. Pada target pelayanan sesuai Buku RISPAM 2015-2030 Kabupaten Gresik, target pelayanan pada tahap 1, 2, dan 3 secara berurutan adalah 35%, 40%, dan 50% untuk wilayah Gresik Tengah. Pada perencanaan ini, wilayah Benjeng akan menjadi prioritas, sebab wilayah Balongpanggang masih memiliki potensi sumber air lebih baik dibanding Benjeng dan sebagian wilayah Cerme masih memperoleh distribusi air dari Gresik Selatan.

Wilayah desa yang sudah terpasang SPAM PDAM ditargetkan minimal memperoleh 55-80% pelayanan dari total jumlah penduduk tiap desa. Kemudian, untuk wilayah desa memiliki potensi sumber air lainnya atau belum memiliki sambungan SPAM PDAM, diberikan minimal 50% pelayanan dari total jumlah penduduk. Jika, pelayanan non-SPAM PDAM sudah cukup tinggi (65%-70%), maka pelayanan SPAM Mojolagres hanya untuk memenuhi sisa penduduk yang belum terlayani.

Pada perencanaan ini, pengembangan HIPPAM tidak diperhitungkan sebab, daerah yang direncanakan memperoleh pelayanan dari SPAM Regional Mojolagres merupakan wilayah yang rawan kekeringan. Selain itu, belum ada data pasti untuk perencanaan pengembangan sebab, berdasarkan Buku RISPAM 2015-2030, pada tahun 2020, masih berada pada tahap pengajuan proposal pendirian HIPPAM dan pada tahun 2021-2025 pendirian HIPPAM baru akan dikerjakan ketika telah dilakukan tes geolistrik dan hasilnya layak untuk didirikan HIPPAM. Pembagian debit pada Kecamatan Cerme, Benjeng, dan Balongpanggang dapat dilihat pada **Tabel 4.12** dan **Tabel 4.13**.

Pada pembagian debit tingkat desa, dusun yang tidak memiliki HIPPAM atau tidak memiliki sumber air untuk pemenuhan kebutuhan air sehari-hari lebih diprioritaskan. Sehingga, dusun yang telah memiliki HIPPAM yang telah cukup melayani penduduk di daerah tersebut atau sumber air yang cukup seperti sumur atau embung tidak diprioritaskan pada perencanaan ini. Jika tingkat kehilangan air dapat diturunkan serta ada peningkatan debit produksi pada IPA Mojolagres di masa yang akan datang, maka jaringan SPAM dapat dikembangkan pada wilayah dusun yang belum terlayani pada perencanaan ini. Hasil pembagian debit tiap dusun pada desa yang direncanakan dilayani menggunakan SPAM Regional Mojolagres dapat dilihat pada **Tabel 4.14**.

Tabel 4.11 Data SPAM Eksisting Wilayah Pelayanan Mojolagres

Tahun		2019			*Selain PDAM (KK)	*Jumlah SR PDAM	*Terakses PDAM (Jiwa)	*Jumlah Terakses (Jiwa)	Total Jumlah Terakses PDAM (Jiwa)	Total Jumlah Terakses SAM (Jiwa)	Total Terakses PDAM (Jiwa)	Total Terakses SAM (Jiwa)	Total Belum Terakses SAM (Jiwa)
Kecamatan	Desa	*** Jumlah Penduduk (Jiwa)	**Rasio KK	***Total Jumlah Penduduk									
Cerme	Dadapkuning	1.835	3	25.281	0	83	248	248	2.780	3.791	13,53%	13,53%	86,47%
	Ngembung	2.492	4		0	111	444	444			17,82%	17,82%	82,18%
	Sukoanyar	3.897	3		0	128	383	383			9,83%	9,83%	90,17%
	Morowudi	4.074	4		0	208	833	833			20,45%	20,45%	79,55%
	Guranganyar	2.583	4		0	140	561	561			21,71%	21,71%	78,29%
	Dampaan	1.479	3		337	0	0	1.011			0,00%	68,36%	31,64%
	Dooro	995	4		0	0	0	0			0,00%	0,00%	100,00%
	Lekong	1.137	3		0	0	0	0			0,00%	0,00%	100,00%
	Kandangan	4.358	3		0	0	0	0			0,00%	0,00%	100,00%
	Ikeriker	2.431	4		0	78	310	310			12,75%	12,75%	87,25%
Benjeng	Deliksumber	2.826	5	54.082	0	0	0	0	1.090	5.047	0,00%	0,00%	100,00%
	Kedungrukem	2.949	5		0	4	20	20			0,68%	0,68%	99,32%
	Munggugianti	2.124	5		0	75	375	375			17,65%	17,65%	82,35%
	Bulurejo	4.224	5		0	58	290	290			6,87%	6,87%	93,13%
	Dermo	1.589	5		0	81	405	405			25,49%	25,49%	74,51%
	Kedungsekar	3.640	5		0	0	0	0			0,00%	0,00%	100,00%
	Klampok	3.342	4		0	0	0	0			0,00%	0,00%	100,00%
	Sirnoboyo	5.421	4		10	0	0	40			0,00%	0,74%	99,26%
	Kalipadang	3.348	5		213	0	0	1.065			0,00%	31,81%	68,19%
	Karangankidul	3.078	5		0	0	0	0			0,00%	0,00%	100,00%
	Munggugebang	2.938	5		0	0	0	0			0,00%	0,00%	100,00%
	Banter	2.711	5		0	0	0	0			0,00%	0,00%	100,00%
	Metatu	5.253	5		200	0	0	1.000			0,00%	19,04%	80,96%
	Jogodalu	4.281	4		28	0	0	112			0,00%	2,62%	97,38%
	Punduttrate	3.164	5		0	0	0	0			0,00%	0,00%	100,00%
	Jatirembe	3.194	5		348	0	0	1.740			0,00%	54,48%	45,52%
Balongpanggang	Sekarputih	1.992	3	32.866	100	0	0	300	357	9.802	0,00%	15,06%	84,94%
	Karangsemanding	2.786	3		357	0	0	1.071			0,00%	38,44%	61,56%
	Wahas	1.672	4		399	0	0	1.596			0,00%	95,45%	4,55%
	Mojogede	2.028	3		390	0	0	1.170			0,00%	57,69%	42,31%
	Kedungpring	2.720	4		437	0	0	1.748			0,00%	64,26%	35,74%
	Balongpanggang	5.581	3		0	119	357	357			6,40%	6,40%	93,60%
	Kedung Sumber	2.878	3		84	0	0	252			0,00%	8,76%	91,24%
	Pacuh	4.012	3		46	0	0	138			0,00%	3,44%	96,56%
	Pinggir	2.300	3		220	0	0	660			0,00%	28,70%	71,30%
	Klotok	2.056	3		618	0	0	1.854			0,00%	90,18%	9,82%
	Ganggang	1.810	3		0	0	0	0			0,00%	0,00%	100,00%
	Ngasin	3.031	4		164	0	0	656			0,00%	21,64%	78,36%

Sumber: \*Dinas Pekerjaan Umum dan Tata Ruang Kabupaten Gresik

\*\*Kecamatan Cerme Dalam Angka, Kecamatan Benjeng Dalam Angka, Kecamatan Balongpanggang Dalam Angka

\*\*\*Hasil proyeksi penduduk

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**

Data perencanaan pembagian debit digunakan unruk menerapkan jumlah penduduk yang dilayani pada tahun 2030 untuk Kecamatan Balongpanggang sebanyak 19.279 jiwa, Kecamatan Benjeng sebanyak 32.513 jiwa, dan Kecamatan Cerme sebanyak 14.683 jiwa. Sehingga dapat dihitung debit pelayanan pada tiap kecamatan. Berikut contoh perhitungan debit pelayanan Kecamatan Benjeng:

Kebutuhan air harian = 90 L/orang/hari

Kebutuhan air non domestik = 15% dari total kebutuhan air harian

Faktor jam puncak = 1,5

Tingkat kehilangan air = 20%

Q domestik = Jumlah penduduk x Kebutuhan air harian

$$= 32.513 \text{ orang} \times 90 \text{ L/orang/hari}$$

$$= 2.926.170 \text{ L/hari}$$

Q non domestik = 15% x 2.926.170 L/hari

$$= 438.926 \text{ L/hari}$$

Q total rata-rata = Kebutuhan air domestik + Kebutuhan air non domestik

$$= 3.365.096 \text{ L/hari}$$

$$= 38,94 \text{ L/s}$$

Q peak = Total kebutuhan air rata-rata x faktor jam puncak

$$= 38,94 \text{ L/s} \times 1,5$$

$$= 58,42 \text{ L/s}$$

Q loss = 20% x Debit rata-rata SPAM Mojolagres Wilayah Gresik



$$= 20\% \times 100 \text{ L/s}$$

$$= 20 \text{ L/s}$$

Q pelayanan diterima = Debit rata-rata SPAM Mojolagres  
Wilayah Gresik – Jumlah Kehilangan air

$$= 100 \text{ L/s} - 20 \text{ L/s}$$

$$= 80 \text{ L/s}$$

Penggunaan sistem *booster* dengan tanki sebagai reservoar dapat menjadi solusi dari fluktuasi debit pemakaian di wilayah pelayanan. Sehingga, dalam perencanaan ini kebutuhan air yang digunakan adalah kebutuhan air rata-rata. Fluktuasi penggunaan air diperhitungkan dalam simulasi EPANET. Debit pelayanan dari SPAM Mojolagres yang dapat digunakan pada wilayah pelayanan diperkirakan 80 L/s dengan perkiraan 20 L/s merupakan kehilangan air khususnya yang disebabkan pada jaringan SPAM. Debit pelayanan ini dapat ditingkatkan dengan cara mengurangi kehilangan air pada jaringan.

Tabel 4.12 Pembagian Debit SPAM Mojolagres Wilayah Gresik

Kecamatan	Cerme	Benjeng	Balongpanggang
Penduduk dilayani (jiwa)	14.683	32.513	19.279
Q Domestik (L/hari)	1.321.470	2.926.170	1.735.110
Q Non Domestik (L/hari)	198.221	438.926	260.267
Q Total rata-rata (L/hari)	1.519.691	3.365.096	1.995.377
Total kebutuhan air rata-rata (L/s)	17,58	38,94	23,09
Q kebutuhan pelayanan (L/s)	79,63		

Tabel 4.13 Perencanaan Pelayanan SPAM Mojolagres Wilayah Gresik

Tahun		2030			*Selain PDAM (KK)	*Jumlah SR PDAM	*Terakses PDAM (Jiwa)	*Jumlah Terakses (Jiwa)	Total Jumlah Terakses PDAM (Jiwa)	Total Jumlah Terakses SAM (Jiwa)	Total Terakses PDAM (Jiwa)	Total Terakses SAM (Jiwa)	Total Belum Terakses SAM (Jiwa)
Kecamatan	Desa	***Jumlah Penduduk (Jiwa)	**Rasio KK	***Total Jumlah Penduduk									
Cerme	Dadapkuning	1.972	3	27.157	0	394	1.183	1.183	14.683	15.694	60,00%	60,00%	40,00%
	Ngembung	2.677	4		0	402	1.606	1.606			60,00%	60,00%	40,00%
	Sukoanyar	4.186	3		0	837	2.512	2.512			60,00%	60,00%	40,00%
	Morowudi	4.376	4		0	656	2.625	2.625			60,00%	60,00%	40,00%
	Guranganyar	2.775	4		0	347	1.388	1.388			50,00%	50,00%	50,00%
	Dampaan	1.589	3		337	193	578	1.589			36,36%	100,00%	0,00%
	Dooro	1.069	4		0	134	534	534			50,00%	50,00%	50,00%
	Lekong	1.221	3		0	204	611	611			50,00%	50,00%	50,00%
	Kandangan	4.681	3		0	780	2.340	2.340			50,00%	50,00%	50,00%
	Ikeriker	2.612	4		0	326	1.306	1.306			50,00%	50,00%	50,00%
Benjeng	Deliksumber	3.208	5	61.393	0	321	1.604	1.604	32.513	36.470	50,00%	50,00%	50,00%
	Kedungrukem	3.347	5		0	368	1.841	1.841			55,00%	55,00%	45,00%
	Munggugianti	2.411	5		0	265	1.326	1.326			55,00%	55,00%	45,00%
	Bulurejo	4.795	5		0	767	3.836	3.836			80,00%	80,00%	20,00%
	Dermo	1.803	5		0	198	992	992			55,00%	55,00%	45,00%
	Kedungsekar	4.132	5		0	413	2.066	2.066			50,00%	50,00%	50,00%
	Klampok	3.793	4		0	474	1.897	1.897			50,00%	50,00%	50,00%
	Sirnoboyo	6.154	4		10	769	3.077	3.117			50,00%	50,65%	49,35%
	Kalipadang	3.800	5		213	380	1.900	2.965			50,00%	78,02%	21,98%
	Karangankidul	3.495	5		0	349	1.747	1.747			50,00%	50,00%	50,00%
	Munggugebang	3.335	5		0	333	1.667	1.667			50,00%	50,00%	50,00%
	Banter	3.078	5		0	308	1.539	1.539			50,00%	50,00%	50,00%
	Metatu	5.963	5		200	596	2.982	3.982			50,00%	66,77%	33,23%
	Jogodalu	4.860	4		28	607	2.430	2.542			50,00%	52,30%	47,70%
	Punduttrate	3.592	5		0	359	1.796	1.796			50,00%	50,00%	50,00%
	Jatirembe	3.626	5		348	363	1.813	3.553			50,00%	97,99%	2,01%
Balongpanggang	Sekarputih	2.314	3	38.065	100	386	1.157	1.457	19.279	28.724	50,00%	62,96%	37,04%
	Karangsemanding	3.217	3		357	536	1.608	2.679			50,00%	83,30%	16,70%
	Wahas	1.968	4		399	93	372	1.968			18,92%	100,00%	0,00%
	Mojogede	2.355	3		390	393	1.178	2.348			50,00%	99,67%	0,33%
	Kedungpring	3.127	4		437	469	1.876	3.624			44,11%	0,00%	0,00%
	Balongpanggang	3.536	3		0	943	2.829	2.829			94,00%	94,00%	6,00%
	Kedung Sumber	6.448	3		84	1075	3.224	3.476			50,00%	53,91%	46,09%
	Pacuh	3.330	3		46	555	1.665	1.803			50,00%	54,14%	45,86%
	Pinggir	4.655	3		220	776	2.327	2.987			50,00%	64,18%	35,82%
	Klotok	2.677	3		618	274	823	2.677			30,75%	100,00%	0,00%
	Ganggang	2.349	3		0	391	1.174	1.174			50,00%	50,00%	50,00%
	Ngasin	2.088	4		164	261	1.044	1.700			50,00%	81,42%	18,58%

Sumber: \*Dinas Pekerjaan Umum dan Tata Ruang Kabupaten Gresik

\*\*Kecamatan Cerme Dalam Angka, Kecamatan Benjeng Dalam Angka, Kecamatan Balongpanggang Dalam Angka

\*\*\*Hasil proyeksi penduduk

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**

Tabel 4.14 Pembagian Debit SPAM Mojolagres Wilayah Benjeng

Nama Desa	Nama Dusun	Penyebaran penduduk	Persen pelayanan Mojolagres	Pembagian persen pelayanan desa	Titik Tapping	Debit Air Rata-rata (L/s)
Deliksumber	Bulang	25%	50% penduduk	13%	Tap Bulang	0,49
	Sumber	30%		16%	Tap Sumber	0,61
	Delikwetan	27%		21%	Tap Delikwetan	0,80
	Delikkulon	18%		0%		0
Kedungrukem	Kedungglugu	21%	55% penduduk	11%	Tap Kedungglugu	0,44
	Kedungrukem	30%		20%	Tap Kedungrukem	0,80
	Bulakploso	22%		11%	Tap Bulakploso	0,44
	Ngablak	27%		13%	Tap Ngablak	0,52
Munggugianti	Munggu	70%	55% penduduk	35%	Tap Munggu	1,01
	Gianti	30%		20%	Tap Gianti	0,57
Bulurejo	Nyayat	18%	80% penduduk	14%	Tap Nyayat	0,80
	Rayung	15%		11%	Tap Rayung, Bulurejo	1,43
	Bulurejo	19%		14%		
	Benjeng	17%		14%	Tap Benjeng	0,80
	Balongwangon	18%		14%	Tap Balongwangon	0,80
	Kacangan	13%		13%	Tap Kacangan	0,74
Dermo	Dermo	100%	55%	55%	Tap Dermo	1,18
Kedungsekar	Kedungkakap	15%	50% penduduk	5%	Tap Kedungkakap	0,24
	Kedungsambi	25%		10%	Tap Kedungsambi	0,49
	Kedungsekar Lor	40%		30%	Tap Kedungsekar Lor	1,48
	Kedungsekar Kidul	20%		5%	Tap Kedungsekar Kidul	0,24
Klampok	Klampok	30%	50% penduduk	15%	Tap Klampok	0,68
	Ngepung	17%		10%	Tap Ngepung	0,45
	Karangploso	35%		15%	Tap Karangploso	0,68
	Kalipang	18%		10%	Tap Kalipang	0,45
Sirnobojo	Sirnobojo	22%	50% penduduk	22%	Tap Sirnobojo	1,62
	Karangasem	19%		19%	Tap Karangasem	1,4
	Paras	23%		9%	Tap Paras	0,66
	Setran	19%		0%		0
	Wonokerto	17%		0%		0
Kalipadang	Kalipadang	37%	50% penduduk	20%	Tap Kalipadang	0,91
	Gesing	18%		15%	Tap Gesing	0,68
	Kalimoro	7%		0%		0
	Kalisari	15%		5%	Tap Kalisari	0,22
	Ploso	22%		10%	Tap Ploso Kalipadang	0,45
Karangankidul	Kricak	33%	50% penduduk	25%	Tap Kricak	1,04
	Karangan	37%		25%	Tap Karangan	1,04
	Kalanganyar	30%		0%		0
Munggugebang	Munggusoli	37%	50% penduduk	25%	Tap Munggusoli	0,99
	Munggugebang	42%		25%	Tap Munggugebang	0,99
	Ngemplak	21%		0%		0
Banter	Bareng	60%	50% penduduk	30%	Tap Bareng	1,1
	Banter	40%		20%	Tap Banter	0,73
Metatu	Metatu	52%	50% penduduk	0%		0
	Purworejo	19%		19%	Tap Purworejo-Medangan	3,21
	Medangan	29%		26%		
Jogodalu	Gempol	20%	50% penduduk	0%		0
	Jogodalu	50%		20%	Tap Jogodalu	1,16
	Wonosari	30%		30%	Tap Wonosari	1,74
Punduttrate	Pundut	37%	50% penduduk	0%		0
	Karangpundut	30%		30%	Tap Karangpundut	1,29
	Trate	33%		20%	Tap Trate	0,86
Jatirembe	Jatirembe	100%	50%	50%	Tap Jatirembe	2,17

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**

## 4.2 Pengembangan Pipa PDAM di Kecamatan Benjeng

### 4.2.1 Pengambilan Data Elevasi

Data elevasi dibutuhkan dalam perhitungan sisa tekan pada jaringan pipa. Pengambilan data dilakukan dengan bantuan alat GPS dari Laboratorium Pengendalian Pencemaran Udara dan Perubahan Iklim Teknik Lingkungan ITS. Penelusuran dilakukan mulai dari IPA Mojolagres, Kecamatan Gedeg, Kabupaten Mojokerto hingga meter induk wilayah Gresik di Desa Kedungpring, Kecamatan Balongpanggang, Kabupaten Gresik. Pengambilan data elevasi dilakukan setiap tapal penanda pipa SPAM Mojolagres. Sedangkan, elevasi pada Kecamatan Benjeng diambil dengan bantuan *Google Earth Pro*. Data elevasi jaringan SPAM dapat dilihat pada **Lampiran A.16**.

### 4.2.2 Pemetaan Rencana Jaringan

Pemetaan rencana jaringan SPAM Mojolagres mengikuti rencana induk dari PT. AB Jawa Timur seperti pada **Gambar 2.11**. Pemetaan rencana di Kecamatan Benjeng dilakukan dengan mengikuti jalur jalan yang ada di *Google Earth Pro*.

### 4.2.3 Simulasi EPANET

Pada simulasi EPANET 2.0 dibuat model jaringan mendekati dengan kondisi asli di lapangan mulai dari segi panjang pipa, diameter pipa, spesifikasi pompa, dan besaran fisik lainnya. Posisi maupun percabangan pada jalur SPAM Mojolagres disesuaikan dengan kondisi yang ada dan untuk jalur perencanaan di Kecamatan Benjeng akan disesuaikan dengan posisi jalan dan pemukiman. Hal ini dilakukan agar hasil simulasi mendekati karakteristik pengaliran asli di lapangan.

Pengerjaan simulasi ini akan menggunakan bantuan program EPANET 2.0. Berikut langkah-langkah dalam pengerjaan simulasi model jaringan SPAM Mojolagres hingga ke Kecamatan Benjeng:

#### 1. Membuat Jaringan Induk

Meletakkan *node*, menghubungkan dengan pipa, meletakkan reservoir, meletakkan pompa, meletakkan tanki untuk *booster*, serta aksesoris lainnya yang dibutuhkan pada jaringan.

2. Memasukkan data *node (Junction/Tapping)* berupa nilai elevasi tanah dan *base demand*.
3. Memasukkan data pipa yang terdiri dari panjang pipa dalam meter, diameter pipa dalam millimeter, dan nilai kekasaran pipa. Nilai kekasaran pipa yang digunakan adalah 130 untuk pipa jenis HDPE.
4. Memasukkan *time pattern* sebagai bentuk permodelan fluktuasi air akibat perbedaan *demand* saat jam puncak, jam rata-rata, dan jam minimum. *Time pattern* yang dimasukkan menggunakan asumsi penggunaan air dan dapat dilihat pada **Tabel 4.15**.

Tabel 4.15 *Time Pattern* Simulasi Fluktuasi Debit

Waktu	Faktor debit
00.00 - 01.00	0,35
01.00 - 02.00	0,35
02.00 - 03.00	1,05
03.00 - 04.00	1,35
04.00 - 05.00	1,4
05.00 - 06.00	1,5
06.00 - 07.00	1,4
07.00 - 08.00	1,35
08.00 - 09.00	1
09.00 - 10.00	1
10.00 - 11.00	0,9
11.00 - 12.00	1,05
12.00 - 13.00	1,05
13.00 - 14.00	1,05
14.00 - 15.00	1,1
15.00 - 16.00	1,2
16.00 - 17.00	1,3
17.00 - 18.00	1,4

Waktu	Faktor debit
18.00 -19.00	1,3
19.00 - 20.00	1,1
20.00 - 21.00	0,65
21.00 - 22.00	0,35
22.00 - 23.00	0,35
23.00 - 24.00	0,35

5. Menghitung kebutuhan data untuk pompa dan *booster*.  
Perhitungan ini sangat dibutuhkan agar simulasi jaringan dapat berhasil.

Pada simulasi ini reservoir di IPA Mojolagres diasumsikan menerima produksi air dengan debit stabil. *Tank* 1 merupakan unit tanki *booster* di dekat Kali Lamong dengan tipe *FIFO (First In First Out)*. Tanki *booster* bertujuan untuk membantu menstabilkan fluktuasi debit kemudian diteruskan ke unit pompa *booster* untuk menambah tekanan pada jaringan ke wilayah Gresik dan ke unit *booster* wilayah pelayanan Kabupaten Lamongan.

Pompa PM1, PM2, dan PM3 merupakan unit pompa pada IPA Mojolagres. Spesifikasinya yaitu debit 100 L/s dengan head sebesar 90 meter. Pada IPA Mojolagres terdapat 1 pompa cadangan. Sehingga, ada 4 unit pompa pada IPA Mojolagres untuk jalur Gresik-Lamongan. Pengaturan pada pompa di IPA menggunakan bantuan SCADA.

Pompa PM4, PM5, dan PM6 merupakan unit pompa yang direncanakan dibuat pada *booster* Dawarblandong dekat dengan Kali Lamong. *Booster* ini akan dibangun ketika jaringan SPAM Mojolagres telah selesai (mencapai *offtake*/meter induk di Kecamatan Tikung, Kabupaten Lamongan). Berdasarkan dari PT. AB Jawa Timur, spesifikasi pompa pada *booster* ini yaitu, debit 85 L/s dengan head 50 meter.



Data ini dapat digunakan dalam perhitungan kebutuhan head jaringan berdasarkan **Rumus (2.18)**. Pompa IPA Mojolagres direncanakan bekerja dengan *constant power*. Perhitungan daya pompa untuk pompa IPA Mojolagres sebagai berikut:

$$\eta = 75\%$$

$$\rho = 997,004 \text{ kg/m}^3 \text{ (suhu } 25^\circ \text{ C)}$$

$$H = 90$$

$$Q = 100 \text{ L/s}$$

$$Ph = \frac{\rho \cdot g \cdot H \cdot Q}{1000}$$

$$Ph = 88,02548 \text{ kW}$$

$$Ps = 117,3673 \text{ kW}$$

Fluktuasi debit pemakaian digunakan untuk perencanaan tanki reservoir untuk unit *booster*. Bentuk yang direncanakan yaitu silindris/tabung. Penggunaan tanki *booster* dilakukan sebagai upaya mengatasi fluktuasi debit pemakaian. Pengaruh fluktuasi debit pada perhitungan tanki dapat dilihat pada **Lampiran A.17**. Berikut perhitungan tanki untuk *booster* Dawarblandong:

$$\text{Persen surplus debit} = 15,01\%$$

$$\text{Persen defisit debit} = 15,01\%$$

$$\text{Debit masuk (Inflow)} = 200 \text{ L/s}$$

$$\text{Safety factor} = 10\%$$

$$\begin{aligned} Z &= \frac{\text{Persen surplus} + \text{Persen defisit}}{2} \\ &= \frac{15,01\% + 15,01\%}{2} \\ &= 15,01\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume tanki } \textit{booster} &= Z \times \text{debit rata-rata masuk} \\
 &= 15,01\% \times 0,2 \text{ m}^3/\text{detik} \times 86400 \text{ detik/hari} \\
 &= 2.594,1 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume pengaman} &= 10\% \times \text{Volume tanki } \textit{booster} \\
 &= 259,4 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume tanki digunakan} &= \text{Volume tanki } \textit{booster} + \text{Volume pengaman} \\
 &= 2.594,1 \text{ m}^3 + 259,4 \text{ m}^3 \\
 &= 2.853,5 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Perencanaan *booster* merupakan sistem kombinasi dari dari *elevated* reservoir. Hal ini disebabkan percabangan jaringan untuk wilayah Gresik dan Lamongan.

$$\text{Tinggi tower} = 25 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi rencana tanki} = 5 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Luas permukaan tanki} &= \text{Volume/tinggi} \\
 &= 2.853 \text{ m}^3 / 5 \text{ m} \\
 &= 570,7 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 R \text{ (jari-jari) tanki} &= \sqrt{\frac{L}{\pi}} \\
 &= \sqrt{\frac{570,7}{3,14}} \\
 &= 13,5 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\text{Diameter} = 27 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume baru} &= \text{Luas} \times \text{tinggi} \\
 &= 2.861,325 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Penggunaan pompa pada *booster* Dawarblandong direncanakan bekerja dengan sistem *shift* harian dari ketiga pompa. Pada *booster* Dawarblandong sebaiknya tetap menyertakan 1 pompa cadangan apabila sewaktu-waktu ada salah satu dari ketiga pompa perlu perawatan rutin atau mengalami kerusakan. Sistem *shift* harian yang digunakan pada perencanaan ini adalah sebagai berikut:

“LINK PM4 CLOSED AT CLOCKTIME 9 PM”

“LINK PM4 CLOSED AT CLOCKTIME 12 AM”

“LINK PM4 OPEN AT CLOCKTIME 2 AM”

“LINK PM5 CLOSED AT CLOCKTIME 9 PM”

“LINK PM5 CLOSED AT CLOCKTIME 12 AM”

“LINK PM5 OPEN AT CLOCKTIME 2 AM”

“LINK PM6 0.75 AT CLOCKTIME 9 PM”

“LINK PM6 0.75 AT CLOCKTIME 12 AM”

“LINK PM6 1 AT CLOCKTIME 2 AM”

Terdapat 2 pompa yang direncanakan dimatikan pada pukul 21.00 WIB hingga jam 01.59 WIB. Kemudian kedua pompa tersebut akan dinyalakan mulai pukul 02.00 WIB hingga pukul 20.59 WIB. Sedangkan, 1 pompa lainnya akan bekerja dengan kecepatan 0,75 (asumsi kurva efisiensi pompa paling rendah adalah 75%) mulai pukul 21.00 WIB hingga jam 01.59 WIB. Setelah itu, pompa tersebut akan kembali bekerja dengan kecepatan normal dari pukul 02.00 WIB hingga 20.59 WIB. Pengistirahatan pompa dilakukan untuk menghindari tekanan berlebih pada jam minimum yang dapat menyebabkan kerusakan pada jaringan. Pengaturan pengistirahatan ini dapat terus berubah seiring dengan perkembangan jaringan SPAM. Pompa pada *booster* dapat diatur pada *constant power* untuk memaksimalkan head pada jaringan yang lebih besar (pelayanan maksimum).

#### 4.2.4 Hasil Simulasi EPANET

Setelah seluruh kebutuhan data untuk simulasi dimasukkan, maka hasil simulasi dapat dilihat. Data terkait *node* yang dimasukkan dapat dilihat pada **Tabel 4.16** hingga **Tabel 4.17**. Data terkait pipa yang dimasukkan dapat dilihat pada **Tabel 4.18** hingga **Tabel 4.19**.

Tabel 4.16 Hasil Simulasi pada *Node* pada Jam Puncak

	Elevation	Demand	Pressure
Node ID	m	LPS	m
Resvr R1	55	-454,08	0,00
Junc IPA1	21	0,00	0,99
Junc IPA2	21	0,00	0,97
Junc IPA3	21	0,00	80,08
Junc J1	21	0,00	80,06
Junc J2	20	0,00	80,92
Junc J3	21	0,00	79,69
Junc J4	20	0,00	79,55
Junc J5	26	0,00	72,21
Junc J6	25	0,00	72,46
Junc J7	22	0,00	75,23
Junc J8	25	0,00	71,90
Junc J9	25	0,00	71,78
Junc J10	24	0,00	72,70
Junc J11	21	0,00	75,31
Junc J12	22	0,00	73,35
Junc J13	20	0,00	73,93
Junc J14	21	0,00	72,78
Junc J15	25	0,00	67,83
Junc J16	25	0,00	67,50
Junc J17	26	0,00	65,07
Junc J18	24	0,00	65,65
Junc J19	30	37,50	58,25
Junc J20	34	0,00	54,22
Junc J21	36	0,00	52,04
Junc J22	37	0,00	50,19
Junc J23	40	0,00	47,01

	Elevation	Demand	Pressure
Junc J24	41	0,00	45,76
Junc J25	40	0,00	46,52
Junc J26	39	0,00	47,28
Junc J27	43	0,00	43,03
Junc J28	49	0,00	36,79
Junc J29	55	0,00	30,55
Junc J30	61	0,00	24,30
Junc J31	67	0,00	18,06
Junc J32	70	0,00	14,82
Junc J33	76	0,00	8,57
Junc J34	82	0,00	2,33
Junc J35	87	0,00	-2,91
Junc J36	81	0,00	2,84
Junc J37	82	0,00	1,60
Junc J38	83	0,00	0,36
Junc J39	79	0,00	4,11
Junc J40	81	0,00	1,87
Junc J41	84	0,00	-1,37
Junc J42	80	0,00	2,38
Junc J43	75	0,00	7,14
Junc J44	72	0,00	9,90
Junc J45	79	0,00	2,65
Junc J46	92	0,00	-10,59
Junc J47	94	0,00	-12,83
Junc J48	90	0,00	-9,07
Junc J49	90	0,00	-9,32
Junc J50	91	0,00	-10,56
Junc J51	92	0,00	-11,80
Junc J52	87	0,00	-7,05
Junc J53	88	0,00	-8,29
Junc J54	86	0,00	-6,53
Junc J55	90	0,00	-10,78
Junc J56	92	0,00	-13,02
Junc J57	90	0,00	-11,26
Junc J58	92	0,00	-13,51

	Elevation	Demand	Pressure
Junc J59	91	0,00	-12,75
Junc J60	90	0,00	-11,99
Junc J61	92	0,00	-14,24
Junc J62	90	0,00	-12,48
Junc J63	88	0,00	-10,72
Junc J64	89	0,00	-11,97
Junc J65	86	0,00	-9,21
Junc J66	84	0,00	-7,45
Junc J67	79	0,00	-2,70
Junc J68	80	0,00	-3,94
Junc J69	81	0,00	-5,18
Junc J70	80	0,00	-4,43
Junc J71	76	0,00	-0,67
Junc J72	73	0,00	2,09
Junc J73	71	0,00	3,84
Junc J74	70	0,00	4,60
Junc J75	69	0,00	5,36
Junc J76	68	0,00	6,11
Junc J77	65	0,00	8,87
Junc J78	64	0,00	9,63
Junc J79	66	0,00	7,38
Junc J80	70	0,00	3,14
Junc J81	74	0,00	-1,10
Junc J82	77	0,00	-4,35
Junc J83	79	0,00	-6,59
Junc J84	61	0,00	10,19
Junc J85	58	0,00	11,98
Junc J86	57	0,00	11,76
Junc J87	51	0,00	16,54
Junc J88	55	0,00	11,89
Junc J89	61	37,50	5,45
Junc J90	63	0,00	3,13
Junc J91	54	0,00	11,51
Junc J92	49	0,00	14,44
Junc J93	48	0,00	14,99

	Elevation	Demand	Pressure
Junc J94	33	0,00	26,84
Junc InletBooster1	30	0,00	28,17
Tank 1	22	111,54	3,11
Junc OnBooster	30	0,00	28,09
Junc OutletBooster1	30	0,00	76,41
Junc J95	29	0,00	76,68
Junc J96	29	0,00	75,20
Junc J97	29	0,00	75,03
Junc J98	28	0,00	75,32
Junc J99	26	0,00	76,38
Junc J100	25	0,00	74,96
Junc J101	29	0,00	69,31
Junc J102	26	0,00	70,66
Junc J103	25	0,00	70,01
Junc J104	21	0,00	72,36
Junc J105	24	0,00	67,71
Junc J106	23	0,00	67,05
Junc J107	21	0,00	67,40
Junc J108	20	0,00	67,28
Junc J109	20	0,00	67,26
Junc J110	19	34,64	60,99
Junc J111	18	0,00	59,95
Junc J112	20	0,00	57,51
Junc J113	18	0,00	55,92
Junc J114	18	0,00	53,99
Junc J115	18	0,00	46,10
Junc J116	17	0,00	46,38
Junc J117	16	0,00	37,16
Junc J118	16	0,00	33,83
Junc J119	15	0,00	32,76
Junc J120	15	0,00	31,49
Junc J121	15	0,00	30,90
Junc J122	15	0,00	29,53
Junc J123	14	0,00	28,64
Junc J124	14	0,00	28,49

	Elevation	Demand	Pressure
Junc J125	13	0,00	25,29
Junc J126	13	0,00	23,40
Junc J127	12	0,00	24,37
Junc J128	10	0,00	24,34
Junc J129	10	26,38	23,81
Junc BJG1	16	0,00	36,08
Junc BJG2	14	0,00	37,82
Junc OTKalisari	15	0,34	36,48
Junc BJG3	14	0,00	37,07
Junc BJG4	14	0,00	36,76
Junc BJG5	14	0,00	35,74
Junc BJG6	15	0,00	34,38
Junc OTKricak	14	1,57	35,11
Junc BJG7	14	0,00	34,58
Junc BJG8	14	0,00	34,32
Junc BJG9	13	0,00	34,78
Junc BJG10	12	0,00	35,22
Junc BJG11	12	0,00	35,10
Junc BJG12	12	0,00	35,00
Junc OTKarangan	14	1,57	32,21
Junc OTMunggusoyi	12	1,50	33,55
Junc BJG13	12	0,00	33,12
Junc BJG14	12	0,00	32,78
Junc BJG15	11	0,00	33,52
Junc BJG16	11	0,00	33,29
Junc BJG17	12	0,00	32,20
Junc BJG18	11	0,00	33,04
Junc BJG19	12	0,00	31,41
Junc BJG20	11	0,00	32,10
Junc BJG21	12	0,00	30,89
Junc OTMungguembang	11	1,50	30,98
Junc BJG22	11	0,00	30,66
Junc BJG23	11	0,00	30,13
Junc BJG24	11	0,00	30,06
Junc BJG25	10	0,00	30,99



	Elevation	Demand	Pressure
Junc BJG26	11	0,00	29,86
Junc BJG27	11	0,00	29,61
Junc OTBareng	11	1,66	29,09
Junc BJG28	11	0,00	28,79
Junc BJG29	11	0,00	28,48
Junc BJG30	13	0,00	22,94
Junc BJG31	12	0,00	21,50
Junc OTBanter	13	1,11	13,56
Junc OTJogodalu	14	1,75	18,77
Junc BJG32	16	0,00	15,73
Junc BJG33	15	0,00	14,91
Junc OTWonosari	17	2,62	10,11
Junc BJG34	16	0,00	19,13
Junc BJG35	17	0,00	16,94
Junc BJG36	15	0,00	18,57
Junc BJG37	13	0,00	19,42
Junc BJG38	12	0,00	19,64
Junc OTKarangpundut	14	1,94	15,76
Junc OTTrate	13	1,29	13,58
Junc BJG39	14	0,00	15,54
Junc BJG40	13	0,00	14,15
Junc OTJatirembe	14	3,26	12,17
Junc BJG41	12	0,00	20,79
Junc OTPurworejoMedangan	11	4,82	21,52
Junc BJG42	12	0,00	20,62
Junc BJG43	10	0,00	22,70
Junc JembatanMetatu	10	0,00	22,97
Junc JembatanKlampok	10	0,00	23,02
Junc BJG44	10	0,00	23,08
Junc BJG45	10	0,00	23,11
Junc BJG46	11	0,00	22,26
Junc OTKarangploso	11	1,02	22,30
Junc OTKalipang	10	0,68	21,78
Junc BJG47	11	0,00	22,93

	Elevation	Demand	Pressure
Junc BJJ48	12	0,00	20,92
Junc BJJ49	12	0,00	20,68
Junc OTKedungkakap	11	0,37	21,00
Junc BJJ50	11	0,00	20,61
Junc BJJ51	10	0,00	21,27
Junc OTKedungsekarKidul	11	0,37	19,47
Junc BJJ52	11	0,00	17,96
Junc OTKedungsekarLor	10	2,23	13,53
Junc BJJ53	10	0,00	17,46
Junc OTKedungsambi	10	0,74	16,14
Junc BJJ54	12	0,00	22,39
Junc OTKlampok	13	1,02	21,78
Junc BJJ55	12	0,00	22,87
Junc BJJ56	11	0,00	23,76
Junc OTParas	11	1,00	23,63
Junc OTKarangasem	13	2,10	20,83
Junc BJJ57	11	0,00	24,27
Junc OTNgepung	12	0,68	23,15
Junc OTDermo	11	1,78	23,91
Junc BJJ58	12	0,00	23,56
Junc BJJ59	12	0,00	23,73
Junc OTNyayat	12	1,21	23,86
Junc OTRayungBulurejo	12	2,15	24,23
Junc BJJ60	14	0,00	21,62
Junc OTBalongwangon	12	1,21	23,37
Junc BJJ61	11	0,00	22,04
Junc OTKacangan	12	1,21	20,53
Junc OTBenjeng	14	1,12	23,34
Junc BJJ62	13	0,00	28,98
Junc BJJ63	12	0,00	29,77
Junc OTSirnobojo	13	2,43	27,87
Junc OTMunggu	15	0,15	27,53
Junc BJJ64	15	0,00	25,01
Junc BJJ65	15	0,00	24,85

	Elevation	Demand	Pressure
Junc BJG66	15	0,00	24,21
Junc BJG67	13	0,00	25,76
Junc OTGianti	15	0,87	22,20
Junc BJG68	13	0,00	30,36
Junc BJG69	14	0,00	28,19
Junc OTNgablak	15	0,78	26,93
Junc OTKedungglugu	14	0,66	31,56
Junc OTGesing	14	1,02	31,33
Junc OTKalipadang	13	1,37	31,24
Junc OTKedungrukem	14	1,20	33,71
Junc BJG70	15	0,00	32,58
Junc BJG71	16	0,00	31,54
Junc OTSumber	15	0,92	30,70
Junc BJG72	15	0,00	30,32
Junc BJG73	14	0,00	31,01
Junc OTBulang	15	0,75	28,92
Junc OTBulakploso	15	0,66	33,59
Junc OTDelikwetan	16	1,21	31,08
Junc OTPloso	18	0,68	45,02
Junc BoosterLMN	44	150,00	38,87

Tabel 4.17 Hasil Simulasi pada *Node* pada Pemakaian Rata-Rata

	Elevation	Demand	Pressure
Node ID	m	LPS	m
Resvr R1	22	-446,77	0,00
Junc IPA1	21	0,00	0,99
Junc IPA2	21	0,00	0,97
Junc IPA3	21	0,00	81,37
Junc J1	21	0,00	81,36
Junc J2	20	0,00	82,22
Junc J3	21	0,00	81,00
Junc J4	20	0,00	80,89
Junc J5	26	0,00	73,59
Junc J6	25	0,00	73,86

	Elevation	Demand	Pressure
Junc J7	22	0,00	76,64
Junc J8	25	0,00	73,32
Junc J9	25	0,00	73,20
Junc J10	24	0,00	74,12
Junc J11	21	0,00	76,75
Junc J12	22	0,00	74,82
Junc J13	20	0,00	75,43
Junc J14	21	0,00	74,29
Junc J15	25	0,00	69,37
Junc J16	25	0,00	69,05
Junc J17	26	0,00	66,66
Junc J18	24	0,00	67,28
Junc J19	30	25,00	59,92
Junc J20	34	0,00	55,90
Junc J21	36	0,00	53,71
Junc J22	37	0,00	51,84
Junc J23	40	0,00	48,65
Junc J24	41	0,00	47,40
Junc J25	40	0,00	48,16
Junc J26	39	0,00	48,91
Junc J27	43	0,00	44,66
Junc J28	49	0,00	38,41
Junc J29	55	0,00	32,16
Junc J30	61	0,00	25,91
Junc J31	67	0,00	19,66
Junc J32	70	0,00	16,41
Junc J33	76	0,00	10,16
Junc J34	82	0,00	3,92
Junc J35	87	0,00	-1,33
Junc J36	81	0,00	4,42
Junc J37	82	0,00	3,17
Junc J38	83	0,00	1,92
Junc J39	79	0,00	5,67
Junc J40	81	0,00	3,42
Junc J41	84	0,00	0,17

	Elevation	Demand	Pressure
Junc J42	80	0,00	3,92
Junc J43	75	0,00	8,68
Junc J44	72	0,00	11,43
Junc J45	79	0,00	4,18
Junc J46	92	0,00	-9,07
Junc J47	94	0,00	-11,32
Junc J48	90	0,00	-7,57
Junc J49	90	0,00	-7,82
Junc J50	91	0,00	-9,07
Junc J51	92	0,00	-10,32
Junc J52	87	0,00	-5,57
Junc J53	88	0,00	-6,81
Junc J54	86	0,00	-5,06
Junc J55	90	0,00	-9,31
Junc J56	92	0,00	-11,56
Junc J57	90	0,00	-9,81
Junc J58	92	0,00	-12,06
Junc J59	91	0,00	-11,31
Junc J60	90	0,00	-10,56
Junc J61	92	0,00	-12,81
Junc J62	90	0,00	-11,05
Junc J63	88	0,00	-9,30
Junc J64	89	0,00	-10,55
Junc J65	86	0,00	-7,80
Junc J66	84	0,00	-6,05
Junc J67	79	0,00	-1,30
Junc J68	80	0,00	-2,55
Junc J69	81	0,00	-3,80
Junc J70	80	0,00	-3,05
Junc J71	76	0,00	0,71
Junc J72	73	0,00	3,46
Junc J73	71	0,00	5,21
Junc J74	70	0,00	5,96
Junc J75	69	0,00	6,71
Junc J76	68	0,00	7,46

	Elevation	Demand	Pressure
Junc J77	65	0,00	10,21
Junc J78	64	0,00	10,96
Junc J79	66	0,00	8,71
Junc J80	70	0,00	4,47
Junc J81	74	0,00	0,22
Junc J82	77	0,00	-3,03
Junc J83	79	0,00	-5,28
Junc J84	61	0,00	11,47
Junc J85	58	0,00	13,23
Junc J86	57	0,00	12,98
Junc J87	51	0,00	17,74
Junc J88	55	0,00	13,07
Junc J89	61	25,00	6,62
Junc J90	63	0,00	4,28
Junc J91	54	0,00	12,59
Junc J92	49	0,00	15,34
Junc J93	48	0,00	15,85
Junc J94	33	0,00	27,42
Junc InletBooster1	30	0,00	28,61
Tank 1	55	218,41	3,54
Junc OnBooster	30	0,00	28,53
Junc OutletBooster1	30	0,00	87,05
Junc J95	29	0,00	87,70
Junc J96	29	0,00	87,00
Junc J97	29	0,00	86,92
Junc J98	28	0,00	87,59
Junc J99	26	0,00	89,14
Junc J100	25	0,00	89,00
Junc J101	29	0,00	84,22
Junc J102	26	0,00	86,44
Junc J103	25	0,00	86,66
Junc J104	21	0,00	89,89
Junc J105	24	0,00	86,11
Junc J106	23	0,00	86,33
Junc J107	21	0,00	87,55

	Elevation	Demand	Pressure
Junc J108	20	0,00	88,02
Junc J109	20	0,00	88,01
Junc J110	19	23,09	85,58
Junc J111	18	0,00	85,61
Junc J112	20	0,00	83,41
Junc J113	18	0,00	83,71
Junc J114	18	0,00	82,80
Junc J115	18	0,00	79,08
Junc J116	17	0,00	79,74
Junc J117	16	0,00	75,92
Junc J118	16	0,00	74,35
Junc J119	15	0,00	74,37
Junc J120	15	0,00	73,77
Junc J121	15	0,00	73,49
Junc J122	15	0,00	72,84
Junc J123	14	0,00	72,95
Junc J124	14	0,00	72,88
Junc J125	13	0,00	71,90
Junc J126	13	0,00	71,01
Junc J127	12	0,00	71,99
Junc J128	10	0,00	73,03
Junc J129	10	17,59	72,78
Junc BJG1	16	0,00	75,40
Junc BJG2	14	0,00	77,28
Junc OTKalisari	15	0,23	76,12
Junc BJG3	14	0,00	76,93
Junc BJG4	14	0,00	76,78
Junc BJG5	14	0,00	76,30
Junc BJG6	15	0,00	75,13
Junc OTKricak	14	1,05	76,00
Junc BJG7	14	0,00	75,76
Junc BJG8	14	0,00	75,63
Junc BJG9	13	0,00	76,37
Junc BJG10	12	0,00	77,11
Junc BJG11	12	0,00	77,05

	Elevation	Demand	Pressure
Junc BJG12	12	0,00	77,01
Junc OTKarangan	14	1,05	74,64
Junc OTMunggusoyi	12	1,00	76,32
Junc BJG13	12	0,00	76,12
Junc BJG14	12	0,00	75,96
Junc BJG15	11	0,00	76,84
Junc BJG16	11	0,00	76,73
Junc BJG17	12	0,00	75,69
Junc BJG18	11	0,00	76,61
Junc BJG19	12	0,00	75,32
Junc BJG20	11	0,00	76,17
Junc BJG21	12	0,00	75,07
Junc OTMunggugebang	11	1,00	75,64
Junc BJG22	11	0,00	75,49
Junc BJG23	11	0,00	75,24
Junc BJG24	11	0,00	75,21
Junc BJG25	10	0,00	76,17
Junc BJG26	11	0,00	75,11
Junc BJG27	11	0,00	74,99
Junc OTBareng	11	1,11	74,75
Junc BJG28	11	0,00	74,60
Junc BJG29	11	0,00	74,46
Junc BJG30	13	0,00	70,79
Junc BJG31	12	0,00	70,64
Junc OTBanter	13	0,74	66,36
Junc OTJogodalu	14	1,16	68,29
Junc BJG32	16	0,00	65,80
Junc BJG33	15	0,00	65,94
Junc OTWonosari	17	1,75	62,62
Junc BJG34	16	0,00	67,41
Junc BJG35	17	0,00	65,85
Junc BJG36	15	0,00	67,67
Junc BJG37	13	0,00	69,13
Junc BJG38	12	0,00	69,76
Junc OTKarangpundut	14	1,29	66,87



	Elevation	Demand	Pressure
Junc OTTrate	13	0,86	66,37
Junc BJB39	14	0,00	66,77
Junc BJB40	13	0,00	66,64
Junc OTJatirembe	14	2,17	65,18
Junc BJB41	12	0,00	70,30
Junc OTPurworejoMedangan	11	3,21	71,17
Junc BJB42	12	0,00	70,22
Junc BJB43	10	0,00	72,26
Junc JembatanMetatu	10	0,00	72,39
Junc JembatanKlampok	10	0,00	72,41
Junc BJB44	10	0,00	72,44
Junc BJB45	10	0,00	72,45
Junc BJB46	11	0,00	71,52
Junc OTKarangploso	11	0,68	71,54
Junc OTKalipang	10	0,45	71,83
Junc BJB47	11	0,00	71,84
Junc BJB48	12	0,00	70,36
Junc BJB49	12	0,00	70,25
Junc OTKedungkakap	11	0,25	70,93
Junc BJB50	11	0,00	70,74
Junc BJB51	10	0,00	71,59
Junc OTKedungsekarKidul	11	0,25	70,21
Junc BJB52	11	0,00	69,49
Junc OTKedungsekarLor	10	1,48	67,93
Junc BJB53	10	0,00	69,79
Junc OTKedungsambi	10	0,49	69,16
Junc BJB54	12	0,00	71,06
Junc OTKlampok	13	0,68	70,24
Junc BJB55	12	0,00	71,28
Junc BJB56	11	0,00	72,23
Junc OTParas	11	0,66	72,17
Junc OTKarangasem	13	1,40	69,79
Junc BJB57	11	0,00	72,47

	Elevation	Demand	Pressure
Junc OTNgepung	12	0,45	71,42
Junc OTDermo	11	1,19	72,30
Junc BJG58	12	0,00	71,61
Junc BJG59	12	0,00	71,69
Junc OTNyayat	12	0,80	71,75
Junc OTRayungBulurejo	12	1,44	71,92
Junc BJG60	14	0,00	69,64
Junc OTBalongwangon	12	0,80	71,52
Junc BJG61	11	0,00	71,42
Junc OTKacangan	12	0,80	70,18
Junc OTBenjeng	14	0,75	70,45
Junc BJG62	13	0,00	73,64
Junc BJG63	12	0,00	74,54
Junc OTSirnobojo	13	1,62	73,11
Junc OTMunggu	15	0,10	71,90
Junc BJG64	15	0,00	70,71
Junc BJG65	15	0,00	70,63
Junc BJG66	15	0,00	70,33
Junc BJG67	13	0,00	72,12
Junc OTGianti	15	0,58	69,39
Junc BJG68	13	0,00	74,29
Junc BJG69	14	0,00	72,74
Junc OTNgablak	15	0,52	71,62
Junc OTKedungglugu	14	0,44	74,33
Junc OTGesing	14	0,68	74,22
Junc OTKalipadang	13	0,91	74,70
Junc OTKedungrukem	14	0,80	75,34
Junc BJG70	15	0,00	74,28
Junc BJG71	16	0,00	73,26
Junc OTSumber	15	0,61	73,39
Junc BJG72	15	0,00	73,22
Junc BJG73	14	0,00	74,07
Junc OTBulang	15	0,50	72,55
Junc OTBulakploso	15	0,44	74,76
Junc OTDelikwetan	16	0,81	73,04

	Elevation	Demand	Pressure
Junc OTPloso	18	0,46	78,57
Junc BoosterLMN	44	100,00	61,94

Tabel 4.18 Hasil Simulasi pada Jaringan Pipa pada Jam Puncak

	L	D	Chw	Q	V	Unit Headloss
Link ID	m	mm		L/s	m/s	m/km
Pipe IPA1	5	630	130	454,08	1,46	2,85
Pipe IPA2	5	630	130	454,08	1,46	2,85
Pump PM1	#N/A	#N/A	#N/A	151,36	0,00	-79,10
Pump PM2	#N/A	#N/A	#N/A	151,36	0,00	-79,10
Pump PM3	#N/A	#N/A	#N/A	151,36	0,00	-79,10
Pipe IPA3	5	630	130	454,08	1,46	2,85
Pipe P1	50	630	130	454,08	1,46	2,85
Pipe P2	80	630	130	454,08	1,46	2,85
Pipe P3	400	630	130	454,08	1,46	2,85
Pipe P4	470	630	130	454,08	1,46	2,85
Pipe P5	263	630	130	454,08	1,46	2,85
Pipe P6	81	630	130	454,08	1,46	2,85
Pipe P7	115	630	130	454,08	1,46	2,85
Pipe P8	41	630	130	454,08	1,46	2,85
Pipe P9	30	630	130	454,08	1,46	2,85
Pipe P10	134	630	130	454,08	1,46	2,85
Pipe P11	336	630	130	454,08	1,46	2,85
Pipe P12	500	630	130	454,08	1,46	2,85
Pipe P13	53	630	130	454,08	1,46	2,85
Pipe P14	331	630	130	454,08	1,46	2,85
Pipe P15	116	630	130	454,08	1,46	2,85
Pipe P16	500	630	130	454,08	1,46	2,85
Pipe P17	500	630	130	454,08	1,46	2,85
Pipe P18	490	630	130	454,08	1,46	2,85
Pipe P19	10	630	130	416,58	1,34	2,43
Pipe P20	74	630	130	416,58	1,34	2,43
Pipe P21	350	630	130	416,58	1,34	2,43

	L	D	Chw	Q	V	Unit Headloss
Pipe P22	76	630	130	416,58	1,34	2,43
Pipe P23	100	630	130	416,58	1,34	2,43
Pipe P24	100	630	130	416,58	1,34	2,43
Pipe P25	100	630	130	416,58	1,34	2,43
Pipe P26	100	630	130	416,58	1,34	2,43
Pipe P27	100	630	130	416,58	1,34	2,43
Pipe P28	100	630	130	416,58	1,34	2,43
Pipe P29	100	630	130	416,58	1,34	2,43
Pipe P30	100	630	130	416,58	1,34	2,43
Pipe P31	100	630	130	416,58	1,34	2,43
Pipe P32	100	630	130	416,58	1,34	2,43
Pipe P33	100	630	130	416,58	1,34	2,43
Pipe P34	100	630	130	416,58	1,34	2,43
Pipe P35	100	630	130	416,58	1,34	2,43
Pipe P36	100	630	130	416,58	1,34	2,43
Pipe P37	100	630	130	416,58	1,34	2,43
Pipe P38	100	630	130	416,58	1,34	2,43
Pipe P39	100	630	130	416,58	1,34	2,43
Pipe P40	100	630	130	416,58	1,34	2,43
Pipe P41	100	630	130	416,58	1,34	2,43
Pipe P42	100	630	130	416,58	1,34	2,43
Pipe P43	100	630	130	416,58	1,34	2,43
Pipe P44	100	630	130	416,58	1,34	2,43
Pipe P45	100	630	130	416,58	1,34	2,43
Pipe P46	100	630	130	416,58	1,34	2,43
Pipe P47	100	630	130	416,58	1,34	2,43
Pipe P48	100	630	130	416,58	1,34	2,43
Pipe P49	100	630	130	416,58	1,34	2,43
Pipe P50	100	630	130	416,58	1,34	2,43
Pipe P51	100	630	130	416,58	1,34	2,43
Pipe P52	100	630	130	416,58	1,34	2,43
Pipe P53	100	630	130	416,58	1,34	2,43
Pipe P54	100	630	130	416,58	1,34	2,43

	L	D	Chw	Q	V	Unit Headloss
Pipe P55	100	630	130	416,58	1,34	2,43
Pipe P56	100	630	130	416,58	1,34	2,43
Pipe P57	100	630	130	416,58	1,34	2,43
Pipe P58	100	630	130	416,58	1,34	2,43
Pipe P59	100	630	130	416,58	1,34	2,43
Pipe P60	100	630	130	416,58	1,34	2,43
Pipe P61	100	630	130	416,58	1,34	2,43
Pipe P62	100	630	130	416,58	1,34	2,43
Pipe P63	100	630	130	416,58	1,34	2,43
Pipe P64	100	630	130	416,58	1,34	2,43
Pipe P65	100	630	130	416,58	1,34	2,43
Pipe P66	100	630	130	416,58	1,34	2,43
Pipe P67	100	630	130	416,58	1,34	2,43
Pipe P68	100	630	130	416,58	1,34	2,43
Pipe P69	100	630	130	416,58	1,34	2,43
Pipe P70	100	630	130	416,58	1,34	2,43
Pipe P71	100	630	130	416,58	1,34	2,43
Pipe P72	100	630	130	416,58	1,34	2,43
Pipe P73	100	630	130	416,58	1,34	2,43
Pipe P74	100	630	130	416,58	1,34	2,43
Pipe P75	100	630	130	416,58	1,34	2,43
Pipe P76	100	630	130	416,58	1,34	2,43
Pipe P77	100	630	130	416,58	1,34	2,43
Pipe P78	100	630	130	416,58	1,34	2,43
Pipe P79	100	630	130	416,58	1,34	2,43
Pipe P80	100	630	130	416,58	1,34	2,43
Pipe P81	100	630	130	416,58	1,34	2,43
Pipe P82	100	630	130	416,58	1,34	2,43
Pipe P83	500	630	130	416,58	1,34	2,43
Pipe P84	500	630	130	416,58	1,34	2,43
Pipe P85	500	630	130	416,58	1,34	2,43
Pipe P86	500	630	130	416,58	1,34	2,43
Pipe P87	268	630	130	416,58	1,34	2,43

	L	D	Chw	Q	V	Unit Headloss
Pipe P88	182	630	130	416,58	1,34	2,43
Pipe P89	50	500	130	379,08	1,93	6,30
Pipe P90	100	500	130	379,08	1,93	6,30
Pipe P91	328	500	130	379,08	1,93	6,30
Pipe P92	72	500	130	379,08	1,93	6,30
Pipe P93	500	500	130	379,08	1,93	6,30
Pipe P94	265	500	130	379,08	1,93	6,30
Pipe Booster1	10	500	130	379,08	1,93	6,30
Pipe Booster2	5	500	130	267,55	1,36	3,30
Pump PM4	#N/A	#N/A	#N/A	89,18	0,00	-48,32
Pump PM5	#N/A	#N/A	#N/A	89,18	0,00	-48,32
Pump PM6	#N/A	#N/A	#N/A	89,18	0,00	-48,32
Pipe P95	220	500	130	267,55	1,36	3,30
Pipe P96	450	500	130	267,55	1,36	3,30
Pipe P97	50	500	130	267,55	1,36	3,30
Pipe P98	216	500	130	267,55	1,36	3,30
Pipe P99	284	500	130	267,55	1,36	3,30
Pipe P100	732	500	130	267,55	1,36	3,30
Pipe P101	500	500	130	267,55	1,36	3,30
Pipe P102	500	500	130	267,55	1,36	3,30
Pipe P103	500	500	130	267,55	1,36	3,30
Pipe P104	500	500	130	267,55	1,36	3,30
Pipe P105	500	500	130	267,55	1,36	3,30
Pipe P106	500	500	130	267,55	1,36	3,30
Pipe P107	500	500	130	267,55	1,36	3,30
Pipe P108	340	500	130	267,55	1,36	3,30
Pipe P109	28	500	130	117,55	0,60	0,72
Pipe P110	345	250	130	117,55	2,39	21,07
Pipe P111	185	250	130	82,90	1,69	11,04
Pipe P112	40	250	130	82,90	1,69	11,04
Pipe P113	325	250	130	82,90	1,69	11,04
Pipe P114	175	250	130	82,90	1,69	11,04

	L	D	Chw	Q	V	Unit Headloss
Pipe P115	715	250	130	82,90	1,69	11,04
Pipe P116	65	250	130	82,90	1,69	11,04
Pipe P117	940	250	130	82,22	1,67	10,87
Pipe P118	560	250	130	59,35	1,21	5,94
Pipe P119	370	250	130	57,48	1,17	5,60
Pipe P120	250	250	130	54,61	1,11	5,09
Pipe P121	126	250	130	52,22	1,06	4,69
Pipe P122	299	250	130	51,55	1,05	4,58
Pipe P123	425	250	130	50,77	1,03	4,45
Pipe P124	35	250	130	49,75	1,01	4,29
Pipe P125	1.075	250	130	47,32	0,96	3,91
Pipe P126	505	250	130	46,20	0,94	3,74
Pipe P127	20	250	130	28,80	0,59	1,56
Pipe P128	1.530	250	130	26,38	0,54	1,32
Pipe P129	400	250	130	26,38	0,54	1,32
Pipe P130	360	200	130	22,87	0,73	3,01
Pipe P131	85	200	130	22,87	0,73	3,01
Pipe P132	113	200	130	22,87	0,73	3,01
Pipe P133	139	200	130	22,53	0,72	2,93
Pipe P134	108	200	130	22,53	0,72	2,93
Pipe P135	349	200	130	22,53	0,72	2,93
Pipe P136	120	200	130	22,53	0,72	2,93
Pipe P137	94	200	130	22,53	0,72	2,93
Pipe P138	205	200	130	20,96	0,67	2,56
Pipe P139	103	200	130	20,96	0,67	2,56
Pipe P140	212	200	130	20,96	0,67	2,56
Pipe P141	216	200	130	20,96	0,67	2,56
Pipe P142	48	200	130	20,96	0,67	2,56
Pipe P143	40	200	130	20,96	0,67	2,56
Pipe P144	305	200	130	20,96	0,67	2,56
Pipe P145	300	200	130	19,39	0,62	2,22
Pipe P146	222	200	130	17,89	0,57	1,91
Pipe P147	180	200	130	17,89	0,57	1,91

	L	D	Chw	Q	V	Unit Headloss
Pipe P148	135	200	130	17,89	0,57	1,91
Pipe P149	120	200	130	17,89	0,57	1,91
Pipe P150	49	200	130	17,89	0,57	1,91
Pipe P151	83	200	130	17,89	0,57	1,91
Pipe P152	328	200	130	17,89	0,57	1,91
Pipe P153	166	200	130	17,89	0,57	1,91
Pipe P154	105	200	130	17,89	0,57	1,91
Pipe P155	478	200	130	17,89	0,57	1,91
Pipe P156	196	200	130	16,39	0,52	1,63
Pipe P157	330	200	130	16,39	0,52	1,63
Pipe P158	40	200	130	16,39	0,52	1,63
Pipe P159	43	200	130	16,39	0,52	1,63
Pipe P160	80	200	130	16,39	0,52	1,63
Pipe P161	155	200	130	16,39	0,52	1,63
Pipe P162	321	200	130	16,39	0,52	1,63
Pipe P163	76	160	130	14,73	0,73	3,96
Pipe P164	76	160	130	14,73	0,73	3,96
Pipe P165	897	160	130	14,73	0,73	3,96
Pipe P166	481	160	130	9,26	0,46	1,67
Pipe P167	709	160	130	9,26	0,46	1,67
Pipe P168	220	160	130	9,26	0,46	1,67
Pipe P169	708	110	130	2,77	0,29	1,12
Pipe P170	242	110	130	2,77	0,29	1,12
Pipe P171	158	110	130	-2,05	0,22	0,63
Pipe P172	136	110	130	-2,05	0,22	0,63
Pipe P173	422	110	130	-2,05	0,22	0,63
Pipe P174	78	110	130	-2,05	0,22	0,63
Pipe P175	100	110	130	-2,05	0,22	0,63
Pipe P176	42	110	130	-2,05	0,22	0,63
Pipe P177	234	110	130	-2,05	0,22	0,63
Pipe P178	71	110	130	-2,05	0,22	0,63
Pipe P179	596	125	130	-3,75	0,31	1,05
Pipe P180	413	160	130	-7,46	0,37	1,12



	L	D	Chw	Q	V	Unit Headloss
Pipe P181	349	160	130	-7,46	0,37	1,12
Pipe P182	61	160	130	-8,49	0,42	1,42
Pipe P183	158	160	130	-11,58	0,58	2,53
Pipe P184	235	200	130	-14,05	0,45	1,22
Pipe P185	142	200	130	-14,05	0,45	1,22
Pipe P186	104	200	130	-14,05	0,45	1,22
Pipe P187	260	200	130	-15,25	0,49	1,42
Pipe P188	95	200	130	-17,41	0,55	1,82
Pipe P189	793	63	130	1,11	0,35	3,07
Pipe P190	735	50	130	1,11	0,56	9,45
Pipe P191	461	90	130	4,37	0,69	6,86
Pipe P192	390	90	130	2,62	0,41	2,66
Pipe P193	684	90	130	2,62	0,41	2,66
Pipe P194	433	75	130	2,62	0,59	6,47
Pipe P195	402	125	130	6,48	0,53	2,88
Pipe P196	268	125	130	6,48	0,53	2,88
Pipe P197	653	125	130	6,48	0,53	2,88
Pipe P198	781	63	130	1,29	0,41	4,08
Pipe P199	150	110	130	3,26	0,34	1,50
Pipe P200	1.594	110	130	3,26	0,34	1,50
Pipe P202	395	50	130	0,68	0,35	3,86
Pipe P201	245	90	130	3,26	0,51	3,99
Pipe P203	198	90	130	3,71	0,58	5,08
Pipe P204	47	90	130	3,71	0,58	5,08
Pipe P205	135	90	130	3,71	0,58	5,08
Pipe P206	93	90	130	3,34	0,53	4,18
Pipe P207	80	90	130	3,34	0,53	4,18
Pipe P208	192	90	130	3,34	0,53	4,18
Pipe P209	185	75	130	2,97	0,67	8,17
Pipe P210	484	63	130	2,23	0,71	11,21
Pipe P211	332	50	130	0,74	0,38	4,52
Pipe P212	293	50	130	0,74	0,38	4,52
Pipe P213	155	125	130	3,10	0,25	0,73

	L	D	Chw	Q	V	Unit Headloss
Pipe P214	169	125	130	3,10	0,25	0,73
Pipe P215	455	90	130	2,10	0,33	1,77
Pipe P216	128	110	130	2,46	0,26	0,89
Pipe P217	187	90	130	1,78	0,28	1,31
Pipe P218	326	90	130	2,41	0,38	2,29
Pipe P219	110	90	130	2,41	0,38	2,29
Pipe P220	647	63	130	1,21	0,39	3,60
Pipe P221	143	63	130	1,21	0,39	3,60
Pipe P222	98	50	130	1,12	0,57	9,67
Pipe P223	220	90	130	2,43	0,38	2,32
Pipe P224	88	90	130	2,43	0,38	2,32
Pipe P225	390	90	130	2,43	0,38	2,32
Pipe P226	40	63	130	1,02	0,33	2,63
Pipe P227	419	50	130	0,87	0,44	6,01
Pipe P228	27	50	130	0,87	0,44	6,01
Pipe P229	107	50	130	0,87	0,44	6,01
Pipe P230	74	50	130	0,87	0,44	6,01
Pipe P231	259	50	130	0,87	0,44	6,01
Pipe P232	235	50	130	0,78	0,40	4,97
Pipe P233	235	50	130	0,78	0,40	4,97
Pipe P234	53	50	130	0,78	0,40	4,97
Pipe P235	93	50	130	0,66	0,34	3,65
Pipe P236	212	75	130	2,39	0,54	5,46
Pipe P237	564	75	130	1,37	0,31	1,94
Pipe P238	45	110	130	2,87	0,30	1,19
Pipe P239	107	90	130	1,67	0,26	1,16
Pipe P240	37	90	130	1,67	0,26	1,16
Pipe P241	655	75	130	1,67	0,38	2,82
Pipe P242	82	50	130	0,75	0,38	4,59
Pipe P243	67	50	130	0,75	0,38	4,59
Pipe P244	238	50	130	0,75	0,38	4,59
Pipe P245	358	75	130	1,87	0,42	3,48
Pipe P246	418	63	130	1,21	0,39	3,62

	L	D	Chw	Q	V	Unit Headloss
Pipe P247	94	50	130	0,68	0,35	3,87
Pipe P248	3.900	500	130	150,00	0,76	1,13

Tabel 4.19 Hasil Simulasi pada Jaringan Pipa pada Pemakaian Rata-Rata

	L	D	Chw	Q	V	Unit Headloss
Link ID	m	mm		L/s	m/s	m/km
Pipe IPA1	5	630	130	446,77	1,43	2,77
Pipe IPA2	5	630	130	446,77	1,43	2,77
Pump PM1	#N/A	#N/A	#N/A	148,92	0,00	-80,40
Pump PM2	#N/A	#N/A	#N/A	148,92	0,00	-80,40
Pump PM3	#N/A	#N/A	#N/A	148,92	0,00	-80,40
Pipe IPA3	5	630	130	446,77	1,43	2,77
Pipe P1	50	630	130	446,77	1,43	2,77
Pipe P2	80	630	130	446,77	1,43	2,77
Pipe P3	400	630	130	446,77	1,43	2,77
Pipe P4	470	630	130	446,77	1,43	2,77
Pipe P5	263	630	130	446,77	1,43	2,77
Pipe P6	81	630	130	446,77	1,43	2,77
Pipe P7	115	630	130	446,77	1,43	2,77
Pipe P8	41	630	130	446,77	1,43	2,77
Pipe P9	30	630	130	446,77	1,43	2,77
Pipe P10	134	630	130	446,77	1,43	2,77
Pipe P11	336	630	130	446,77	1,43	2,77
Pipe P12	500	630	130	446,77	1,43	2,77
Pipe P13	53	630	130	446,77	1,43	2,77
Pipe P14	331	630	130	446,77	1,43	2,77
Pipe P15	116	630	130	446,77	1,43	2,77
Pipe P16	500	630	130	446,77	1,43	2,77
Pipe P17	500	630	130	446,77	1,43	2,77
Pipe P18	490	630	130	446,77	1,43	2,77

	L	D	Chw	Q	V	Unit Headloss
Pipe P19	10	630	130	421,77	1,35	2,49
Pipe P20	74	630	130	421,77	1,35	2,49
Pipe P21	350	630	130	421,77	1,35	2,49
Pipe P22	76	630	130	421,77	1,35	2,49
Pipe P23	100	630	130	421,77	1,35	2,49
Pipe P24	100	630	130	421,77	1,35	2,49
Pipe P25	100	630	130	421,77	1,35	2,49
Pipe P26	100	630	130	421,77	1,35	2,49
Pipe P27	100	630	130	421,77	1,35	2,49
Pipe P28	100	630	130	421,77	1,35	2,49
Pipe P29	100	630	130	421,77	1,35	2,49
Pipe P30	100	630	130	421,77	1,35	2,49
Pipe P31	100	630	130	421,77	1,35	2,49
Pipe P32	100	630	130	421,77	1,35	2,49
Pipe P33	100	630	130	421,77	1,35	2,49
Pipe P34	100	630	130	421,77	1,35	2,49
Pipe P35	100	630	130	421,77	1,35	2,49
Pipe P36	100	630	130	421,77	1,35	2,49
Pipe P37	100	630	130	421,77	1,35	2,49
Pipe P38	100	630	130	421,77	1,35	2,49
Pipe P39	100	630	130	421,77	1,35	2,49
Pipe P40	100	630	130	421,77	1,35	2,49
Pipe P41	100	630	130	421,77	1,35	2,49
Pipe P42	100	630	130	421,77	1,35	2,49
Pipe P43	100	630	130	421,77	1,35	2,49
Pipe P44	100	630	130	421,77	1,35	2,49
Pipe P45	100	630	130	421,77	1,35	2,49
Pipe P46	100	630	130	421,77	1,35	2,49
Pipe P47	100	630	130	421,77	1,35	2,49
Pipe P48	100	630	130	421,77	1,35	2,49
Pipe P49	100	630	130	421,77	1,35	2,49
Pipe P50	100	630	130	421,77	1,35	2,49
Pipe P51	100	630	130	421,77	1,35	2,49

	L	D	Chw	Q	V	Unit Headloss
Pipe P52	100	630	130	421,77	1,35	2,49
Pipe P53	100	630	130	421,77	1,35	2,49
Pipe P54	100	630	130	421,77	1,35	2,49
Pipe P55	100	630	130	421,77	1,35	2,49
Pipe P56	100	630	130	421,77	1,35	2,49
Pipe P57	100	630	130	421,77	1,35	2,49
Pipe P58	100	630	130	421,77	1,35	2,49
Pipe P59	100	630	130	421,77	1,35	2,49
Pipe P60	100	630	130	421,77	1,35	2,49
Pipe P61	100	630	130	421,77	1,35	2,49
Pipe P62	100	630	130	421,77	1,35	2,49
Pipe P63	100	630	130	421,77	1,35	2,49
Pipe P64	100	630	130	421,77	1,35	2,49
Pipe P65	100	630	130	421,77	1,35	2,49
Pipe P66	100	630	130	421,77	1,35	2,49
Pipe P67	100	630	130	421,77	1,35	2,49
Pipe P68	100	630	130	421,77	1,35	2,49
Pipe P69	100	630	130	421,77	1,35	2,49
Pipe P70	100	630	130	421,77	1,35	2,49
Pipe P71	100	630	130	421,77	1,35	2,49
Pipe P72	100	630	130	421,77	1,35	2,49
Pipe P73	100	630	130	421,77	1,35	2,49
Pipe P74	100	630	130	421,77	1,35	2,49
Pipe P75	100	630	130	421,77	1,35	2,49
Pipe P76	100	630	130	421,77	1,35	2,49
Pipe P77	100	630	130	421,77	1,35	2,49
Pipe P78	100	630	130	421,77	1,35	2,49
Pipe P79	100	630	130	421,77	1,35	2,49
Pipe P80	100	630	130	421,77	1,35	2,49
Pipe P81	100	630	130	421,77	1,35	2,49
Pipe P82	100	630	130	421,77	1,35	2,49
Pipe P83	500	630	130	421,77	1,35	2,49
Pipe P84	500	630	130	421,77	1,35	2,49

	L	D	Chw	Q	V	Unit Headloss
Pipe P85	500	630	130	421,77	1,35	2,49
Pipe P86	500	630	130	421,77	1,35	2,49
Pipe P87	268	630	130	421,77	1,35	2,49
Pipe P88	182	630	130	421,77	1,35	2,49
Pipe P89	50	500	130	396,77	2,02	6,85
Pipe P90	100	500	130	396,77	2,02	6,85
Pipe P91	328	500	130	396,77	2,02	6,85
Pipe P92	72	500	130	396,77	2,02	6,85
Pipe P93	500	500	130	396,77	2,02	6,85
Pipe P94	265	500	130	396,77	2,02	6,85
Pipe Booster1	10	500	130	396,77	2,02	6,85
Pipe Booster2	5	500	130	178,36	0,91	1,56
Pump PM4	#N/A	#N/A	#N/A	59,45	0,00	-58,51
Pump PM5	#N/A	#N/A	#N/A	59,45	0,00	-58,51
Pump PM6	#N/A	#N/A	#N/A	59,45	0,00	-58,51
Pipe P95	220	500	130	178,36	0,91	1,56
Pipe P96	450	500	130	178,36	0,91	1,56
Pipe P97	50	500	130	178,36	0,91	1,56
Pipe P98	216	500	130	178,36	0,91	1,56
Pipe P99	284	500	130	178,36	0,91	1,56
Pipe P100	732	500	130	178,36	0,91	1,56
Pipe P101	500	500	130	178,36	0,91	1,56
Pipe P102	500	500	130	178,36	0,91	1,56
Pipe P103	500	500	130	178,36	0,91	1,56
Pipe P104	500	500	130	178,36	0,91	1,56
Pipe P105	500	500	130	178,36	0,91	1,56
Pipe P106	500	500	130	178,36	0,91	1,56
Pipe P107	500	500	130	178,36	0,91	1,56
Pipe P108	340	500	130	178,36	0,91	1,56
Pipe P109	28	500	130	78,36	0,40	0,34
Pipe P110	345	250	130	78,36	1,60	9,94
Pipe P111	185	250	130	55,27	1,13	5,21

	L	D	Chw	Q	V	Unit Headloss
Pipe P112	40	250	130	55,27	1,13	5,21
Pipe P113	325	250	130	55,27	1,13	5,21
Pipe P114	175	250	130	55,27	1,13	5,21
Pipe P115	715	250	130	55,27	1,13	5,21
Pipe P116	65	250	130	55,27	1,13	5,21
Pipe P117	940	250	130	54,81	1,12	5,13
Pipe P118	560	250	130	39,57	0,81	2,81
Pipe P119	370	250	130	38,32	0,78	2,64
Pipe P120	250	250	130	36,40	0,74	2,40
Pipe P121	126	250	130	34,81	0,71	2,21
Pipe P122	299	250	130	34,37	0,70	2,16
Pipe P123	425	250	130	33,85	0,69	2,10
Pipe P124	35	250	130	33,17	0,68	2,02
Pipe P125	1.075	250	130	31,55	0,64	1,84
Pipe P126	505	250	130	30,80	0,63	1,76
Pipe P127	20	250	130	19,20	0,39	0,73
Pipe P128	1.530	250	130	17,59	0,36	0,62
Pipe P129	400	250	130	17,59	0,36	0,62
Pipe P130	360	200	130	15,25	0,49	1,42
Pipe P131	85	200	130	15,25	0,49	1,42
Pipe P132	113	200	130	15,25	0,49	1,42
Pipe P133	139	200	130	15,02	0,48	1,38
Pipe P134	108	200	130	15,02	0,48	1,38
Pipe P135	349	200	130	15,02	0,48	1,38
Pipe P136	120	200	130	15,02	0,48	1,38
Pipe P137	94	200	130	15,02	0,48	1,38
Pipe P138	205	200	130	13,97	0,44	1,21
Pipe P139	103	200	130	13,97	0,44	1,21
Pipe P140	212	200	130	13,97	0,44	1,21
Pipe P141	216	200	130	13,97	0,44	1,21
Pipe P142	48	200	130	13,97	0,44	1,21
Pipe P143	40	200	130	13,97	0,44	1,21
Pipe P144	305	200	130	13,97	0,44	1,21

	L	D	Chw	Q	V	Unit Headloss
Pipe P145	300	200	130	12,92	0,41	1,05
Pipe P146	222	200	130	11,93	0,38	0,90
Pipe P147	180	200	130	11,93	0,38	0,90
Pipe P148	135	200	130	11,93	0,38	0,90
Pipe P149	120	200	130	11,93	0,38	0,90
Pipe P150	49	200	130	11,93	0,38	0,90
Pipe P151	83	200	130	11,93	0,38	0,90
Pipe P152	328	200	130	11,93	0,38	0,90
Pipe P153	166	200	130	11,93	0,38	0,90
Pipe P154	105	200	130	11,93	0,38	0,90
Pipe P155	478	200	130	11,93	0,38	0,90
Pipe P156	196	200	130	10,93	0,35	0,77
Pipe P157	330	200	130	10,93	0,35	0,77
Pipe P158	40	200	130	10,93	0,35	0,77
Pipe P159	43	200	130	10,93	0,35	0,77
Pipe P160	80	200	130	10,93	0,35	0,77
Pipe P161	155	200	130	10,93	0,35	0,77
Pipe P162	321	200	130	10,93	0,35	0,77
Pipe P163	76	160	130	9,82	0,49	1,87
Pipe P164	76	160	130	9,82	0,49	1,87
Pipe P165	897	160	130	9,82	0,49	1,87
Pipe P166	481	160	130	6,17	0,31	0,79
Pipe P167	709	160	130	6,17	0,31	0,79
Pipe P168	220	160	130	6,17	0,31	0,79
Pipe P169	708	110	130	1,85	0,19	0,53
Pipe P170	242	110	130	1,85	0,19	0,53
Pipe P171	158	110	130	-1,36	0,14	0,30
Pipe P172	136	110	130	-1,36	0,14	0,30
Pipe P173	422	110	130	-1,36	0,14	0,30
Pipe P174	78	110	130	-1,36	0,14	0,30
Pipe P175	100	110	130	-1,36	0,14	0,30
Pipe P176	42	110	130	-1,36	0,14	0,30
Pipe P177	234	110	130	-1,36	0,14	0,30



	L	D	Chw	Q	V	Unit Headloss
Pipe P178	71	110	130	-1,36	0,14	0,30
Pipe P179	596	125	130	-2,50	0,20	0,49
Pipe P180	413	160	130	-4,98	0,25	0,53
Pipe P181	349	160	130	-4,98	0,25	0,53
Pipe P182	61	160	130	-5,66	0,28	0,67
Pipe P183	158	160	130	-7,72	0,38	1,20
Pipe P184	235	200	130	-9,36	0,30	0,58
Pipe P185	142	200	130	-9,36	0,30	0,58
Pipe P186	104	200	130	-9,36	0,30	0,58
Pipe P187	260	200	130	-10,17	0,32	0,67
Pipe P188	95	200	130	-11,60	0,37	0,86
Pipe P189	793	63	130	0,74	0,24	1,45
Pipe P190	735	50	130	0,74	0,38	4,46
Pipe P191	461	90	130	2,91	0,46	3,24
Pipe P192	390	90	130	1,75	0,27	1,26
Pipe P193	684	90	130	1,75	0,27	1,26
Pipe P194	433	75	130	1,75	0,40	3,06
Pipe P195	402	125	130	4,32	0,35	1,36
Pipe P196	268	125	130	4,32	0,35	1,36
Pipe P197	653	125	130	4,32	0,35	1,36
Pipe P199	150	110	130	2,17	0,23	0,71
Pipe P198	781	63	130	0,86	0,28	1,93
Pipe P200	1.594	110	130	2,17	0,23	0,71
Pipe P201	245	90	130	2,17	0,34	1,88
Pipe P202	395	50	130	0,45	0,23	1,82
Pipe P203	198	90	130	2,47	0,39	2,40
Pipe P204	47	90	130	2,47	0,39	2,40
Pipe P205	135	90	130	2,47	0,39	2,40
Pipe P206	93	90	130	2,23	0,35	1,97
Pipe P207	80	90	130	2,23	0,35	1,97
Pipe P208	192	90	130	2,23	0,35	1,97
Pipe P209	185	75	130	1,98	0,45	3,85
Pipe P210	484	63	130	1,48	0,48	5,29

	L	D	Chw	Q	V	Unit Headloss
Pipe P211	332	50	130	0,49	0,25	2,13
Pipe P212	293	50	130	0,49	0,25	2,13
Pipe P213	155	125	130	2,06	0,17	0,35
Pipe P214	169	125	130	2,06	0,17	0,35
Pipe P215	455	90	130	1,40	0,22	0,84
Pipe P216	128	110	130	1,64	0,17	0,42
Pipe P217	187	90	130	1,19	0,19	0,62
Pipe P218	326	90	130	1,61	0,25	1,08
Pipe P219	110	90	130	1,61	0,25	1,08
Pipe P220	647	63	130	0,80	0,26	1,70
Pipe P221	143	63	130	0,80	0,26	1,70
Pipe P222	98	50	130	0,75	0,38	4,57
Pipe P223	220	90	130	1,62	0,25	1,10
Pipe P224	88	90	130	1,62	0,25	1,10
Pipe P225	390	90	130	1,62	0,25	1,10
Pipe P226	40	63	130	0,68	0,22	1,24
Pipe P227	419	50	130	0,58	0,29	2,84
Pipe P228	27	50	130	0,58	0,29	2,84
Pipe P229	107	50	130	0,58	0,29	2,84
Pipe P230	74	50	130	0,58	0,29	2,84
Pipe P231	259	50	130	0,58	0,29	2,84
Pipe P232	235	50	130	0,52	0,27	2,35
Pipe P233	235	50	130	0,52	0,27	2,35
Pipe P234	53	50	130	0,52	0,27	2,35
Pipe P235	93	50	130	0,44	0,22	1,72
Pipe P236	212	75	130	1,59	0,36	2,58
Pipe P237	564	75	130	0,91	0,21	0,91
Pipe P238	45	110	130	1,92	0,20	0,56
Pipe P239	107	90	130	1,11	0,18	0,55
Pipe P240	37	90	130	1,11	0,18	0,55
Pipe P241	655	75	130	1,11	0,25	1,33
Pipe P242	82	50	130	0,50	0,25	2,17
Pipe P243	67	50	130	0,50	0,25	2,17

	L	D	Chw	Q	V	Unit Headloss
Pipe P244	238	50	130	0,50	0,25	2,17
Pipe P245	358	75	130	1,25	0,28	1,64
Pipe P246	418	63	130	0,81	0,26	1,71
Pipe P247	94	50	130	0,46	0,23	1,83
Pipe P248	3.900	500	130	100,00	0,51	0,53

Berdasarkan hasil simulasi, pada jam puncak terdapat 57 titik dengan tekanan dibawah 10. Titik tersebut yaitu R1, IPA 1, IPA 2, J33 hingga J83, J89, J90, dan Tank 1. Sedangkan, pada wilayah pelayanan Kecamatan Benjeng, tekanannya sudah di atas 10 m. Selain data terkait tekanan, pada jam puncak terdapat 18 pipa dengan kecepatan kurang dari 0,3 m/s. Pipa tersebut yaitu P169 hingga P178, P213, P214, P216, P217, P239, dan P240. Pada jam rata-rata terdapat 59 pipa dengan kecepatan kurang dari 0,3 m/s. Namun, dari keseluruhan kecepatan pipa yang dibawah 0,3 m/s tidak ada yang kurang dari 0,1 m/s. Fluktuasi kecepatan pada titik wilayah pelayanan Kecamatan Benjeng disebabkan oleh fluktuasi debit dan diameter pipa yang direncanakan. Gambar hasil simulasi dapat dilihat pada **Lampiran B.1** hingga **Lampiran B.4**.

Peta wilayah Kecamatan Benjeng yang direncanakan terlayani oleh SPAM Regional Mojolagres dapat dilihat pada **Lampiran B.5** dan **Lampiran B.6**. Kemudian, jaringan pipa pada tiap dusun dapat dilihat pada **Lampiran B.7** hingga **Lampiran B.22**. Beberapa detail *junction* dapat dilihat pada **Lampiran B.23** hingga **Lampiran B.31**. Contoh *cross section* dapat dilihat pada **Lampiran B.32** dan **Lampiran B.34**.

#### 4.3 Perhitungan Rancangan Anggaran Biaya

##### 4.3.1 Pembelian Pipa dan Aksesoris Pipa

Pembelian pipa yang dihitung adalah seluruh jaringan pipa yang masuk dalam wilayah administrasi Kecamatan Benjeng. Seluruh pipa merupakan pipa HDPE (PE-100). Harga pipa dapat dilihat pada **Lampiran A.18**.

Tabel 4.20 Pipa di Kecamatan Benjeng

Start Node	Pipe	End Node	L	D
			m	mm
J116	Pipe P117	J117	940	250
J117	Pipe P118	J118	560	250
J118	Pipe P119	J119	370	250
J119	Pipe P120	J120	250	250
J120	Pipe P121	J121	126	250
J121	Pipe P122	J122	299	250
J122	Pipe P123	J123	425	250
J123	Pipe P124	J124	35	250
J124	Pipe P125	J125	1075	250
J125	Pipe P126	J126	505	250
J126	Pipe P127	J127	20	250
J117	Pipe P130	BJG 1	360	200
BJG 1	Pipe P131	BJG 2	85	200
BJG 2	Pipe P132	OT Kalisari	113	200
OT Kalisari	Pipe P133	BJG 3	139	200

Start Node	Pipe	End Node	L	D
BJG 3	Pipe P134	BJG 4	108	200
BJG 4	Pipe P135	BJG 5	349	200
BJG 5	Pipe P136	BJG 6	120	200
BJG 6	Pipe P137	OT Kricak	94	200
OT Kricak	Pipe P138	BJG 7	205	200
BJG 7	Pipe P139	BJG 8	103	200
BJG 8	Pipe P140	BJG 9	212	200
BJG 9	Pipe P141	BJG 10	216	200
BJG 10	Pipe P142	BJG 11	48	200
BJG 11	Pipe P143	BJG 12	40	200
BJG 12	Pipe P144	OT Karangan	305	200
OT Karangan	Pipe P145	OT Mungkusoyi	300	200
OT Mungkusoyi	Pipe P146	BJG 13	222	200
BJG 13	Pipe P147	BJG 14	180	200
BJG 14	Pipe P148	BJG 15	135	200
BJG 15	Pipe P149	BJG 16	120	200
BJG 16	Pipe P150	BJG 17	49	200

Start Node	Pipe	End Node	L	D
BJG 17	Pipe P151	BJG 18	83	200
BJG 18	Pipe P152	BJG 19	328	200
BJG 19	Pipe P153	BJG 20	166	200
BJG 20	Pipe P154	BJG 21	105	200
BJG 21	Pipe P155	OT Mungguembang	478	200
OT Mungguembang	Pipe P156	BJG 22	196	200
BJG 22	Pipe P157	BJG 23	330	200
BJG 23	Pipe P158	BJG 24	40	200
BJG 24	Pipe P159	BJG 25	43	200
BJG 25	Pipe P160	BJG 26	80	200
BJG 26	Pipe P161	BJG 27	155	200
BJG 27	Pipe P162	OT Bareng	321	200
OT Bareng	Pipe P163	BJG 28	76	160
BJG 28	Pipe P164	BJG 29	76	160
BJG 29	Pipe P165	BJG 30	897	160
BJG 30	Pipe P166	BJG 34	481	160
BJG 34	Pipe P167	BJG 35	709	160

Start Node	Pipe	End Node	L	D
BJG 35	Pipe P168	BJG 36	220	160
BJG 36	Pipe P169	BJG 41	708	110
BJG 41	Pipe P170	OT Purworejo-Medangan	242	110
OT Purworejo-Medangan	Pipe P171	BJG 42	158	110
BJG 42	Pipe P172	BJG 43	136	110
BJG 43	Pipe P173	Jembatan Metatu	422	110
Jembatan Metatu	Pipe P174	Jembatan Klampok	78	110
Jembatan Klampok	Pipe P175	BJG 44	100	110
BJG 44	Pipe P176	BJG 45	42	110
BJG 45	Pipe P177	BJG 46	234	110
BJG 46	Pipe P178	OT Karangploso	71	110
OT Karangploso	Pipe P179	BJG 47	596	125
BJG 47	Pipe P180	BJG 54	413	160
BJG 54	Pipe P181	OT Klampok	349	160
OT Klampok	Pipe P182	BJG 55	61	160
BJG 55	Pipe P183	BJG 57	158	160
BJG 57	Pipe P184	BJG 58	235	200

Start Node	Pipe	End Node	L	D
BJG 58	Pipe P185	BJG 59	142	200
BJG 59	Pipe P186	OT Nyayat	104	200
OT Nyayat	Pipe P187	OT Rayung-Bulurejo	260	200
OT Rayung-Bulurejo	Pipe P188	J126	95	200
BJG 30	Pipe P189	BJG 31	793	63
BJG 31	Pipe P190	OT Banter	735	50
BJG 30	Pipe P191	OT Jogodalul	461	90
OT Jogodalul	Pipe P192	BJG 32	390	90
BJG 32	Pipe P193	BJG 33	684	90
BJG 33	Pipe P194	OT Wonosari	433	75
BJG 36	Pipe P195	BJG 37	402	125
BJG 37	Pipe P196	BJG 38	268	125
BJG 38	Pipe P197	OT Karangpundut	653	125
OT Karangpundut	Pipe P198	BJG 39	781	110
BJG 39	Pipe P199	BJG 40	150	110
BJG 40	Pipe P200	OT Jatirembel	1594	110



Start Node	Pipe	End Node	L	D
OT Karangpundut	Pipe P201	OT Trate	245	63
OT Karangploso	Pipe P202	OT Kalipang	395	50
BJG 47	Pipe P203	BJG 48	198	90
BJG 48	Pipe P204	BJG 49	47	90
BJG 49	Pipe P205	OT Kedungkakap	135	90
OT Kedungkakap	Pipe P206	BJG 50	93	90
BJG 50	Pipe P207	BJG 51	80	90
BJG 51	Pipe P208	OT Kedungsekarkidul	192	90
OT Kedungsekarkidul	Pipe P209	BJG 52	185	75
BJG 52	Pipe P210	OT Kedungsekarlor	484	63
BJG 52	Pipe P211	BJG 53	332	50
BJG 53	Pipe P212	OT Kedungsambi	293	50
BJG 55	Pipe P213	BJG 56	155	125
BJG 56	Pipe P214	OT Paras	169	125
OT Paras	Pipe P215	OT Karangasem	455	90

Start Node	Pipe	End Node	L	D
BJG 57	Pipe P216	OT Ngepung	128	110
OT Ngepung	Pipe P217	OT Dermo	187	90
J127	Pipe P218	BJG 60	326	90
BJG 60	Pipe P219	OT Balongwangon	110	90
OT Balongwangon	Pipe P220	BJG 61	647	63
BJG 61	Pipe P221	OT Kacangan	143	63
J125	Pipe P222	OT Benjeng	98	50
J124	Pipe P223	BJG 62	220	90
BJG 62	Pipe P224	BJG 63	88	90
BJG 63	Pipe P225	OT Sirnobojo	390	90
J123	Pipe P226	OT Munggu	40	63
OT Munggu	Pipe P227	BJG 64	419	50
BJG 64	Pipe P228	BJG 65	27	50
BJG 65	Pipe P229	BJG 66	107	50
BJG 66	Pipe P230	BJG 67	74	50

Start Node	Pipe	End Node	L	D
BJG 67	Pipe P231	OT Gianti	259	50
J122	Pipe P232	BJG 68	235	50
BJG 68	Pipe P233	BJG 69	235	50
BJG 69	Pipe P234	OT Ngablak	53	50
J121	Pipe P235	OT Kedungglugu	93	50
J120	Pipe P236	OT Gesing	212	75
OT Gesing	Pipe P237	OT Kalipadang	564	75
J119	Pipe P238	OT Kedungrukem	45	110
OT Kedungrukem	Pipe P239	BJG 70	107	90
BJG 70	Pipe P240	BJG 71	37	90
BJG 71	Pipe P241	OT Sumber	655	75
OT Sumber	Pipe P242	BJG 72	82	50
BJG 72	Pipe P243	BJG 73	67	50
BJG 73	Pipe P244	OT Bulang	238	50
J118	Pipe P245	OT Bulakploso	358	75

Start Node	Pipe	End Node	L	D
OT Bulakploso	Pipe P246	OT Delikwetan	418	63
J116	Pipe P247	OT Ploso	94	50

Tabel 4.21 Penggolongan Pipa di Kecamatan Benjeng Berdasarkan Diameter

	L	D
Name ID	(m)	(mm)
Pipe P117	940	250
Pipe P118	560	250
Pipe P119	370	250
Pipe P120	250	250
Pipe P121	126	250
Pipe P122	299	250
Pipe P123	425	250
Pipe P124	35	250
Pipe P125	1.075	250
Pipe P126	505	250
Pipe P127	20	250
Pipe P130	360	200
Pipe P131	85	200
Pipe P132	113	200
Pipe P133	139	200
Pipe P134	108	200
Pipe P135	349	200
Pipe P136	120	200
Pipe P137	94	200
Pipe P138	205	200
Pipe P139	103	200
Pipe P140	212	200

	L	D
Pipe P141	216	200
Pipe P142	48	200
Pipe P143	40	200
Pipe P144	305	200
Pipe P145	300	200
Pipe P146	222	200
Pipe P147	180	200
Pipe P148	135	200
Pipe P149	120	200
Pipe P150	49	200
Pipe P151	83	200
Pipe P152	328	200
Pipe P153	166	200
Pipe P154	105	200
Pipe P155	478	200
Pipe P156	196	200
Pipe P157	330	200
Pipe P158	40	200
Pipe P159	43	200
Pipe P160	80	200
Pipe P161	155	200
Pipe P162	321	200
Pipe P184	235	200
Pipe P185	142	200
Pipe P186	104	200
Pipe P187	260	200
Pipe P188	95	200
Pipe P163	76	160
Pipe P164	76	160
Pipe P165	897	160
Pipe P166	481	160
Pipe P167	709	160
Pipe P168	220	160
Pipe P180	413	160
Pipe P181	349	160

	L	D
Pipe P182	61	160
Pipe P183	158	160
Pipe P179	596	125
Pipe P195	402	125
Pipe P196	268	125
Pipe P197	653	125
Pipe P213	155	125
Pipe P214	169	125
Pipe P169	708	110
Pipe P170	242	110
Pipe P171	158	110
Pipe P172	136	110
Pipe P173	422	110
Pipe P174	78	110
Pipe P175	100	110
Pipe P176	42	110
Pipe P177	234	110
Pipe P178	71	110
Pipe P199	150	110
Pipe P200	1.594	110
Pipe P216	128	110
Pipe P238	45	110
Pipe P191	461	90
Pipe P192	390	90
Pipe P193	684	90
Pipe P201	245	90
Pipe P203	198	90
Pipe P204	47	90
Pipe P205	135	90
Pipe P206	93	90
Pipe P207	80	90
Pipe P208	192	90
Pipe P215	455	90
Pipe P217	187	90
Pipe P218	326	90

	L	D
Pipe P219	110	90
Pipe P223	220	90
Pipe P224	88	90
Pipe P225	390	90
Pipe P239	107	90
Pipe P240	37	90
Pipe P194	433	75
Pipe P209	185	75
Pipe P236	212	75
Pipe P237	564	75
Pipe P241	655	75
Pipe P245	358	75
Pipe P189	793	63
Pipe P198	781	63
Pipe P210	484	63
Pipe P220	647	63
Pipe P221	143	63
Pipe P226	40	63
Pipe P246	418	63
Pipe P190	735	50
Pipe P202	395	50
Pipe P211	332	50
Pipe P212	293	50
Pipe P222	98	50
Pipe P227	419	50
Pipe P228	27	50
Pipe P229	107	50
Pipe P230	74	50
Pipe P231	259	50
Pipe P232	235	50
Pipe P233	235	50
Pipe P234	53	50
Pipe P235	93	50
Pipe P242	82	50
Pipe P243	67	50

	L	D
Pipe P244	238	50
Pipe P247	94	50

Berdasarkan data tersebut, maka dapat dihitung keperluan pembelian pipa yang dibutuhkan pada wilayah administratif Kecamatan Benjeng. Selain itu, data ini digunakan untuk perencanaan detail *junction* dan kebutuhan aksesoris pipa lainnya.

Tabel 4.22 Perhitungan Pembelian Pipa dan Aksesoris

L	D	Harga Beli	Total Pembelian
(m)	(mm)	(Rp/6m)	Rp
4.605	250	5.164.500	3.963.753.750
6.664	200	3.314.100	3.680.860.400
1.600	160	2.126.400	567.040.000
750	125	1.299.900	162.487.500
1.540	110	1.001.700	257.103.000
4.445	90	675.900	500.729.250
2.407	75	466.200	187.023.900
3.306	63	333.900	183.978.900
3.836	50	211.200	135.027.200
Total Pembelian Pipa			9.638.003.900
Aksesoris Jaringan (10%)			963.800.390
Total Pembelian			10.601.804.290

#### 4.3.2 Pemasangan Pipa

Pekerjaan pemasangan pipa terdiri dari penggalian tanah, pengangkutan tanah, dan pengurugan tanah kembali. Harga Satuan Pokok Kegiatan (HSPK) yang digunakan adalah HSPK Kota Surabaya Tahun 2019. Pemasangan pipa akan diletakkan pada kedalaman 1,5 meter mengikuti Pedoman Penempatan Utilitas pada Daerah Milik Jalan tahun 2004 dari Kementerian Pekerjaan Umum. Berikut perhitungan untuk pemasangan pipa:



$$V. \text{ pipa} = 3,14 \times r \times r \times L \text{ total}$$

$$r = \text{jari-jari pipa (m)}$$

$$L = \text{panjang total pipa (m)}$$

$$V. \text{ penanaman} = 1,5 \times D \times L \text{ total}$$

$$D = \text{diameter pipa (m)}$$

$$L = \text{panjang total pipa (m)}$$

$$V. \text{ total galian} = V. \text{ pipa total} + V. \text{ penanaman total}$$

$$= 547,883 \text{ m}^3 + 5975,780 \text{ m}^3 = 6523,663 \text{ m}^3$$

Biaya Penggalian Tanah Biasa untuk Konstruksi:

$$\begin{aligned} \text{Nilai HSPK} \times V. \text{ total galian} &= \text{Rp}120.750/\text{m}^3 \times 6523,663 \text{ m}^3 \\ &= \text{Rp}787.732.295,370 \end{aligned}$$

Biaya Pengangkutan Tanah dari Lubang Galian Dalamnya Lebih dari 1 m:

$$\begin{aligned} \text{Nilai HSPK} \times V. \text{ total galian} &= \text{Rp}24.600/\text{m}^3 \times 6523,663 \text{ m}^3 \\ &= \text{Rp}160.482.107,380 \end{aligned}$$

Biaya Pengurugan Tanah Kembali untuk Konstruksi:

$$\begin{aligned} \text{Nilai HSPK} \times V. \text{ pengurugan} &= \text{Rp}86.500/\text{m}^3 \times 5975,780 \text{ m}^3 \\ &= \text{Rp}516.904.927 \end{aligned}$$

Tabel 4.23 Pekerjaan Pemasangan Pipa

V. Pipa	V. Penanaman 1,5 meter	Total Galian	Penggalian Tanah Biasa untuk Konstruksi	Pengangkutan Tanah dari Lubang Galian Dalamnya Lebih dari 1 m	Pengurugan Tanah Kembali untuk Konstruksi
(m <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> )	Rp120.750	Rp24.600	Rp86.500
225,93	1.726,88		(24.01.02.07) SNI 2835:2008 (6.1), Nilai HSPK 120750/m3	(24.01.02.04) Penggalian Tanah (A.9), Nilai HSPK 24600/m3	(24.01.02.13) SNI 03-28352002 (6.8), Nilai HSPK 86500/m3
209,25	1.999,20				
32,15	384,00				
9,20	140,63				
14,63	254,10				
28,26	600,08				
10,63	270,79				
10,30	312,42				
7,53	287,70				
547,883	5.975,780	6.523,663	Rp787.732.295,370	Rp160.482.107,380	Rp516.904.927
Total Biaya			Rp1.465.119.329,500		

#### 4.3.3 Total Biaya

Kebutuhan dana untuk pembelian pipa dan aksesoris pipa sebesar Rp10.601.804.290. Sedangkan, untuk pemasangan pipa dibutuhkan dana sebesar Rp1.465.119.330. Sehingga total biaya keduanya sebesar Rp12.066.923.620. Pengeluaran tak terduga sebesar 10% dari biaya proyek, yaitu sebesar Rp1.206.692.362. Sehingga biaya yang diperlukan dalam pengembangan SPAM PDAM di Kecamatan Benjeng melalui sumber air SPAM Regional Mojolagres sebesar Rp13.273.615.982.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Kesimpulan yang diperoleh pada Perencanaan Sistem Distribusi Air Minum Kecamatan Benjeng Kabupaten Gresik adalah sebagai berikut:

1. Kecamatan Benjeng memperoleh debit rata-rata sebesar 38,94 L/s dari SPAM Regional Mojolagres untuk mengalir Desa Deliksumber, Kedungrukem, Munggugianti, Bulurejo, Dermo, Kedungsekar, Klampok, Sirnobojo, Kalipadang, Karangankidul, Mungguembang, Banter, Metatu, Jogodalu, Punduttrate, dan Jatirembe.
2. Pengaliran air SPAM pada Mojolagres di Kecamatan Benjeng melayani 44 dusun dalam 16 desa. Pipa baru akan masuk melalui Kecamatan Balongpanggang, dengan sistem campuran (tertutup dan terbuka) lalu alirannya berlanjut menuju Kecamatan Cerme. Pipa baru akan menggantikan pipa eksisting yang arah alirannya dari Cerme menuju Balongpanggang. Pipa baru merupakan pipa HDPE dengan variasi ukuran diameter (mm) 250, 200, 160, 125, 110, 90, 75, 63 dan 50.
3. Biaya yang dibutuhkan untuk pengembangan SPAM PDAM di Kecamatan Benjeng yaitu sebesar Rp13.273.615.982. Terdiri atas biaya pembelian pipa dan aksesoris pipa serta pekerjaan penanaman pipa.

#### **5.2 Saran**

Saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

1. Perencanaan pipa SPAM Mojolagres di Kecamatan Benjeng sangat dipengaruhi oleh fluktuasi pemakaian di sepanjang jaringan, kontinuitas produksi dan distribusi IPA Mojolagres. Sehingga, untuk akurasi perhitungan, dibutuhkan perhitungan secara menyeluruh pada jaringan SPAM Regional Mojolagres.
2. Rencana pembagian debit tiap wilayah hingga tingkat dusun perlu disesuaikan lebih akurat dengan rencana

pengembangan HIPPAM Kabupaten Gresik. Sebab, pada tahap kedua (2021-2025) dan ketiga (2026-2030) direncanakan pendirian HIPPAM di beberapa desa termasuk desa yang berada di Kecamatan Benjeng.

3. Pelayanan SPAM di wilayah Kecamatan Benjeng masih dapat ditingkatkan dengan mengurangi tingkat kehilangan air pada jaringan SPAM serta memerlukan penggunaan sumber air lainnya seperti embung dan air tanah.
4. Pengaturan pompa IPA maupun pompa *booster* sangat penting untuk menjaga stabilitas debit dan head di sepanjang jalur SPAM. Diperlukan data *real demand survey* pada pelanggan PDAM agar hasil simulasi mendekati kondisi di lapangan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Afriadi, T. dan Hadi, W. 2012. *Partisipasi Masyarakat dalam Penyediaan Air Minum dan Sanitasi Berbasis Masyarakat (PAMSIMAS) di Kecamatan Simpur Kabupaten Hulu Sungai Selatan*. Jurnal Pembangunan Wilayah dan Kota Biro Penerbit Planologi Undip Vol. 8 No. 4 Hal 341-348.
- Aslamiyah, S., Haryono, B. S., dan Rozikin, M. 2014. *Model Partnership Sebagai Upaya Strategis Peningkatan Pelayanan Air Bersih (Studi terhadap Public Private Partnership di Perusahaan Daerah Air Minum Kabupaten Gresik)*. Jurnal Administrasi Publik Vol. 2 No. 1 Hal 89-94.
- Badan Perencanaan Pembangunan Daerah. 2015. *Rencana Induk Sistem Penyediaan Air Minum Kabupaten Gresik 2015-2030*.
- Badan Peningkatan Penyelenggaraan Sistem Penyediaan Air Minum. 2018. *Kinerja PDAM 2018*.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Gresik. 2019. *Gresik Dalam Angka 2019*.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Gresik. 2019. *Kecamatan Balongpanggang Dalam Angka 2019*.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Gresik. 2019. *Kecamatan Benjeng Dalam Angka 2019*.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Gresik. 2019. *Kecamatan Cerme Dalam Angka 2019*.
- Badan Standarisasi Nasional. 2011. SNI 7509.2011. *Tata Cara Perencanaan Teknik Jaringan Distribusi dan Unit Pelayanan Sistem Penyediaan Air Minum*.
- Badan Standarisasi Nasional. 2015. SNI 6728.1:2015. *Penyusunan Neraca Spasial Sumber Daya Alam Bagian 1: Sumber Daya Air*.
- Hakim, Didin L. 2010. *Aksesibilitas Air Bersih Bagi Masyarakat di Permukiman Linduk Kecamatan Pontang Kabupaten Serang*. Tesis Program Studi Magister Teknik Pembangunan Wilayah dan Kota Universitas Diponegoro.
- Haq, B. dan Masduqi, A. 2014. *Sistem Distribusi Air Siap Minum PDAM Kota Malang: Studi Kasus Kecamatan Blimbing*. Jurnal Teknik ITS 3 (2), D182-D187
- Ibrahim, M., Masrevaniah, A., dan Darmawan, V. 2011. *Analisa Hidrolis Pada Komponen Sistem Distribusi Air Bersih dengan Waternet dan Watercad Versi 8 (Studi Kasus Kampung*

- Digiouwa, Kampung Mawa dan Kampung Ikebo, Distrik Kamu, Kabupaten Dogiyai*). Jurnal Pengairan Vol. 2 No. 2 Universitas Brawijaya.
- Kalensun, H., Kawet, L., dan Halim, F. 2016. *Perencanaan Sistem Jaringan Distribusi Air Bersih di Kelurahan Pangolombian Kecamatan Tomohon Selatan*. Jurnal Sipil Statik Vol. 4 No. 2 (105-115) ISSN: 2337-6732.
- Kementerian Pekerjaan Umum Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah. 2004. *Pedoman Penempatan Utilitas pada Daerah Milik Jalan*.
- Keputusan Walikota Surabaya. 2019. *Daftar Harga Satuan Pokok Kegiatan Kota Surabaya 2019*.
- Lubis, Z. dan Affandy N. A. 2014. *Kebutuhan Air Bersih di Kecamatan Glagah Kabupaten Lamongan*. Jurnal Teknik Vol. 6 No. 2 Universitas Islam Lamongan.
- Luthfansa, Uridna M. dan Yuniarto, A. 2017. *Analisis Pemenuhan Kebutuhan Air Bersih Di Kecamatan Simokerto Dan Kecamatan Semampir Kota Surabaya*. Tugas Akhir Program Sarjana Departemen Teknik Lingkungan FTSLK ITS.
- Nanhidayah, A. dan Purnomo, A. 2017. *Sistem Penyediaan Air Bersih Desa Metatu dan Desa Kalipadang Kecamatan Benjeng Kabupaten Gresik*. JURNAL TEKNIK ITS Vol. 6, No. 2 (2017) ISSN: 2337-3539.
- Nelwan, F., Wuisan, E. M., dan Tanudjaja, L. 2013. *Perencanaan Jaringan Air Bersih Desa Kima Bajo Kecamatan Wori*. Jurnal Sipil Statik Vol.1 No.10 (678-684) ISSN: 2337-6732.
- Pardosi, Samuel Mangihut. 2018. *Perencanaan Sistem Jaringan Perpipaan Distribusi Air Minum di Perumahan Karyawan PTPN IV Pabatu*. Tugas Akhir Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara.
- Pekuwali, U.L., Indaryanto, H.W. dan Masduqi, A. 2005. *Evaluasi dan Rencana Pengembangan Sistem Distribusi Air Bersih di Kecamatan Kota Waingapu Kabupaten Sumba Timur*. Jurnal Purifikasi 6 (2), 109-114.
- Penandatanganan Perjanjian Kerjasama PDAM Giri Tirta - PDAB Jawa Timur, SPAM Mojolagres. (2019, 29 Juli). Diperoleh 27 Desember 2019, dari <http://pdam.gresikkab.go.id/>

- Penyusunan Rencana Pembangunan Infrastruktur Jangka Menengah (RPIJM) Bidang Cipta Karya Kabupaten Gresik Tahun 2019-2023.
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/Prt/M/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia Nomor 18/Prt/M/2007 tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 27/Prt/M/2016 tentang Penyelenggaraan Sistem Penyediaan Air Minum.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 122 Tahun 2015 Tentang Sistem Penyediaan Air Minum.
- Pratama, E. C. dan Purnomo, A. 2017. *Perencanaan Pengembangan Sistem Distribusi Air Minum Kota Probolinggo*. Tugas Akhir Program Sarjana Departemen Teknik Lingkungan FTSLK ITS.
- Prayuda, Rozaky C., Sumiadi, dan Prayogo, Tri B. 2017. *Studi Perencanaan Sistem Distribusi Air Bersih di Kecamatan Lawang, Kabupaten Malang Dengan Menggunakan Bantuan Aplikasi WaterCAD V8. i*. Thesis Teknik Pengairan Universitas Brawijaya
- Pujangga, Fardika W. dan Niswah, F. 2016. *Efektivitas Pengelolaan Air Bersih Oleh Himpunan Penduduk Pemakai Air Minum (HIPPA) Studi di Desa Kesamben Wetan Kecamatan Driyorejo Kabupaten Gresik*. Jurnal Publika Vol. 4 No. 10 Universitas Negeri Surabaya.
- Rencana Kerja Pemerintah Daerah Kabupaten Gresik. 2018.
- Rivai, Y., Masduqi, A., dan Marsono, B.D. 2006. *Evaluasi Sistem Distribusi dan Rencana Peningkatan Pelayanan Air Bersih PDAM Kota Gorontalo*. SMARTek 4 (2)
- Rosadi, M. I. 2011. *Perencanaan Pengembangan Sistem Jaringan Distribusi PDAM IKK Durenan Kabupaten Trenggalek*. Proyek Akhir Program Studi D-4 Teknik Perancangan Prasarana Lingkungan Permukiman FTSP ITS.
- Rosyid, M. A. Abdur dan Nurhayati, I. 2013. *Perencanaan Pengembangan Sistem Distribusi Instalasi Pengolahan Air (IPA) Kedunguling Kecamatan Candi Kabupaten Sidoarjo*



*Jawa Timur. Jurnal Teknik WAKTU* Volume 11 Nomor 1 ISSN : 1412-1867.

- Sulistiyono, Sugiri, A. dan R., A. Yudi E. 2013. *Studi Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) di Sungai Cikawat Desa Talang Mulia Kecamatan Padang Cermin Kabupaten Pesawaran Provinsi Lampung*. Jurnal FEMA, Volume 1, Nomor 1 Universitas Lampung.
- Tuames, Gaspar Y. K., Bunganaen, W., dan Utomo, S. 2015. *Perencanaan Teknis Jaringan Perpipaan Air Bersih Dengan Sistem Pengaliran Pompa di Desa Susulaku A Kecamatan Insana Kabupaten Timor Tengah Utara*. Jurnal Teknik Sipil Vol. IV No. 1 Universitas Nusa Cendana.
- Wijayanti, Riska D. 2018. *Analisa Pembangunan Spam Regional Mojolamong Terhadap Pengembangan Wilayah*. Mata Kuliah: Sistem Wilayah, Hukum Dan Pertanahan Program Pasca Sarjana (S2) Manajemen Aset Infrastruktur Departemen Perencanaan Wilayah Kota ITS.

## **LAMPIRAN A**

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**

Tabel A.1 Data Pertumbuhan Penduduk Cerme

Tahun	Jumlah Penduduk	Pertumbuhan		Rasio Pertumbuhan
		Jiwa	Persen	
2011	76.830			
2012	77.485	655	0,85	0,00853
2013	78.980	1.495	1,93	0,01929
2014	78.730	-250	-0,32	-0,00317
2015	78.483	-247	-0,31	-0,00314
2016	78.333	-150	-0,19	-0,00191
2017	78.861	528	0,67	0,00674
2018	80.386	1.525	1,93	0,01934
<b>Jumlah</b>		<b>3.556</b>	<b>4,568</b>	<b>0,046</b>
<b>Rata-Rata Pertumbuhan Penduduk</b>		<b>508</b>	<b>0,653</b>	<b>0,0065</b>
<b>Standar Deviasi</b>				<b>0,010</b>
<b>Standar Atas Data</b>				<b>0,016</b>
<b>Standar Bawah Data</b>				<b>-0,007</b>

Tabel A.2 Data Pertumbuhan Penduduk Benjeng

Tahun	Jumlah Penduduk	Pertumbuhan		Rasio Pertumbuhan
		Jiwa	Persen	
2011	62.301			
2012	61.930	-371	-0,60	-0,00595
2013	64.160	2.230	3,60	0,03601
2014	64.189	29	0,05	0,00045
2015	64.221	32	0,05	0,00050
2016	66.271	2.050	3,19	0,03192
2017	66.892	621	0,94	0,00937
2018	67.821	929	1,39	0,01389
<b>Jumlah</b>		<b>5.520</b>	<b>8,618</b>	<b>0,086</b>
<b>Rata-Rata Pertumbuhan Penduduk</b>		<b>788,57</b>	<b>1,231</b>	<b>0,0123</b>
<b>Standar Deviasi</b>				<b>0,016</b>
<b>Standar Atas Data</b>				<b>0,028</b>
<b>Standar Bawah Data</b>				<b>-0,012</b>

Tabel A.3 Data Pertumbuhan Penduduk Balongpanggang

Tahun	Jumlah Penduduk	Pertumbuhan		Rasio Pertumbuhan
		Jiwa	Persen	
2011	54.289			
2012	58.673	4384	8,08	0,08075
2013	59.696	1023	1,74	0,01744
2014	58.990	-706	-1,18	-0,01183
2015	58.585	-405	-0,69	-0,00687
2016	58.243	-342	-0,58	-0,00584
2017	58.714	471	0,81	0,00809
2018	59.373	659	1,12	0,01122
<b>Jumlah</b>		<b>5.084</b>	<b>9,297</b>	<b>0,093</b>
<b>Rata-Rata Pertumbuhan Penduduk</b>		<b>726,286</b>	<b>1,328</b>	<b>0,0133</b>
<b>Standar Deviasi</b>				<b>0,032</b>
<b>Standar Atas Data</b>				<b>0,045</b>
<b>Standar Bawah Data</b>				<b>-0,013</b>

Tabel A.4 Perhitungan Nilai Korelasi Aritmatika Cerme

Tahun	Jumlah Penduduk	Selisih Tahun (X)	Selisih Jumlah Penduduk Tiap Tahun (Y)	XY	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>
2011	76.830	0	0	0	0	0
2012	77.485	1	655	655	1	429.025
2013	78.980	2	1.495	2.990	4	2.235.025
2014	78.730	3	-250	-750	9	62.500
2015	78.483	4	-247	-988	16	61.009
2016	78.333	5	-150	-750	25	22.500
2017	78.861	6	528	3.168	36	278.784
2018	80.386	7	1.525	10.675	49	2.325.625
<b>Jumlah</b>		<b>28</b>	<b>3.556</b>	<b>15.000</b>	<b>140</b>	<b>5.414.468</b>
<b>r</b>						<b>0,201</b>

Tabel A.5 Perhitungan Nilai Korelasi Geometrik Cerme

Tahun	Jumlah Penduduk	No. Data Tiap Tahun (X)	LN Jumlah Penduduk Per Tahun (Y)	XY	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>
2011	76.830	1	11,249	11,24935	1	126,548
2012	77.485	2	11,258	22,51568	4	126,739
2013	78.980	3	11,277	33,83085	9	127,170
2014	78.730	4	11,274	45,09512	16	127,098
2015	78.483	5	11,271	56,35319	25	127,027
2016	78.333	6	11,269	67,61235	36	126,984
2017	78.861	7	11,275	78,92809	49	127,136
2018	80.386	8	11,295	90,35676	64	127,568
<b>Jumlah</b>		<b>36</b>	<b>90,167</b>	<b>405,9414</b>	<b>204</b>	<b>1016,269</b>
<b>r</b>						<b>0,817</b>

Tabel A.6 Perhitungan Nilai Korelasi *Least Square* Cerme

Tahun	Jumlah Penduduk	No. Data Tiap Tahun (X)	Jumlah Penduduk Per Tahun (Y)	XY	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>
2011	76.830	1	76.830	76.830	1	5.902.848.900
2012	77.485	2	77.485	154.970	4	6.003.925.225
2013	78.980	3	78.980	236.940	9	6.237.840.400
2014	78.730	4	78.730	314.920	16	6.198.412.900
2015	78.483	5	78.483	392.415	25	6.159.581.289
2016	78.333	6	78.333	469.998	36	6.136.058.889
2017	78.861	7	78.861	552.027	49	6.219.057.321
2018	80.386	8	80.386	643.088	64	6.461.908.996
<b>Jumlah</b>		<b>36</b>	<b>628.088</b>	<b>2.841.188</b>	<b>204</b>	<b>49.319.633.920</b>
<b>r</b>						<b>0,816</b>



Tabel A.7 Perhitungan Nilai Korelasi Aritmatika Benjeng

Tahun	Jumlah Penduduk	Selisih Tahun (X)	Selisih Jumlah Penduduk Tiap Tahun (Y)	XY	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>
2011	62.301	0	0	0	0	0
2012	61.930	1	-371	-371	1	137.641
2013	64.160	2	2.230	4.460	4	4.972.900
2014	64.189	3	29	87	9	841
2015	64.221	4	32	128	16	1.024
2016	66.271	5	2.050	10.250	25	4.202.500
2017	66.892	6	621	3.726	36	385.641
2018	67.821	7	929	6.503	49	863.041
<b>Jumlah</b>		<b>28</b>	<b>5.520</b>	<b>24.783</b>	<b>140</b>	<b>10.563.588</b>
<b>r</b>						<b>0,324</b>

Tabel A.8 Perhitungan Nilai Korelasi Geometrik Benjeng

Tahun	Jumlah Penduduk	No. Data Tiap Tahun (X)	LN Jumlah Penduduk Per Tahun (Y)	XY	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>
2011	62.301	1	11,040	11,03973	1	121,876
2012	61.930	2	11,034	22,06752	4	121,744
2013	64.160	3	11,069	33,20741	9	122,526
2014	64.189	4	11,070	44,27835	16	122,536
2015	64.221	5	11,070	55,35043	25	122,547
2016	66.271	6	11,102	66,60905	36	123,243
2017	66.892	7	11,111	77,77584	49	123,451
2018	67.821	8	11,125	88,99702	64	123,757
<b>Jumlah</b>		<b>36</b>	<b>88,619</b>	<b>399,3253</b>	<b>204</b>	<b>981,679</b>
<b>r</b>						<b>0,964</b>

Tabel A.9 Perhitungan Nilai Korelasi *Least Square* Benjeng

Tahun	Jumlah Penduduk	No. Data Tiap Tahun (X)	Jumlah Penduduk Per Tahun (Y)	XY	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>
2011	62.301	1	62.301	62.301	1	3.881.414.601
2012	61.930	2	61.930	123.860	4	3.835.324.900
2013	64.160	3	64.160	192.480	9	4.116.505.600
2014	64.189	4	64.189	256.756	16	4.120.227.721
2015	64.221	5	64.221	321.105	25	4.124.336.841
2016	66.271	6	66.271	397.626	36	4.391.845.441
2017	66.892	7	66.892	468.244	49	4.474.539.664
2018	67.821	8	67.821	542.568	64	4.599.688.041
<b>Jumlah</b>		<b>36</b>	<b>517.785</b>	<b>2.364.940</b>	<b>204</b>	<b>33.543.882.809</b>
<b>r</b>						<b>0,964</b>

Tabel A.10 Perhitungan Nilai Korelasi Aritmatika Balongpanggang

Tahun	Jumlah Penduduk	Selisih Tahun (X)	Selisih Jumlah Penduduk Tiap Tahun (Y)	XY	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>
2011	54.289	0	0	0	0	0
2012	58.673	1	4.384	4.384	1	19.219.456
2013	59.696	2	1.023	2.046	4	1.046.529
2014	58.990	3	-706	-2.118	9	498.436
2015	58.585	4	-405	-1.620	16	164.025
2016	58.243	5	-342	-1.710	25	116.964
2017	58.714	6	471	2.826	36	221.841
2018	59.373	7	659	4.613	49	434.281
<b>Jumlah</b>		<b>28</b>	<b>5.084</b>	<b>8.421</b>	<b>140</b>	<b>21.701.532</b>
<b>r</b>						<b>-0,337</b>

Tabel A.11 Perhitungan Nilai Korelasi Geometrik Balongpanggang

Tahun	Jumlah Penduduk	No. Data Tiap Tahun (X)	LN Jumlah Penduduk Per Tahun (Y)	XY	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>
2011	54.289	1	10,902	10,90208	1	118,855
2012	58.673	2	10,980	21,95947	4	120,555
2013	59.696	3	10,997	32,99106	9	120,934
2014	58.990	4	10,985	43,94049	16	120,673
2015	58.585	5	10,978	54,89117	25	120,522
2016	58.243	6	10,972	65,83428	36	120,393
2017	58.714	7	10,980	76,86303	49	120,570
2018	59.373	8	10,992	87,93276	64	120,815
<b>Jumlah</b>		<b>36</b>	<b>87,787</b>	<b>395,3143</b>	<b>204</b>	<b>963,317</b>
<b>r</b>						<b>0,537</b>

Tabel A.12 Perhitungan Nilai Korelasi *Least Square* Balongpanggang

Tahun	Jumlah Penduduk	No. Data Tiap Tahun (X)	Jumlah Penduduk Per Tahun (Y)	XY	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>
2011	54.289	1	54.289	54.289	1	2.947.295.521
2012	58.673	2	58.673	117.346	4	3.442.520.929
2013	59.696	3	59.696	179.088	9	3.563.612.416
2014	58.990	4	58.990	235.960	16	3.479.820.100
2015	58.585	5	58.585	292.925	25	3.432.202.225
2016	58.243	6	58.243	349.458	36	3.392.247.049
2017	58.714	7	58.714	410.998	49	3.447.333.796
2018	59.373	8	59.373	474.984	64	3.525.153.129
<b>Jumlah</b>		<b>36</b>	<b>466.563</b>	<b>2.115.048</b>	<b>204</b>	<b>27.230.185.165</b>
<b>r</b>						<b>0,535</b>

Tabel A.13 Hasil Perhitungan Proyeksi Penduduk Kecamatan Cerme

Desa	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Dadapkuning	1.823	1.835	1.847	1.859	1.872	1.884	1.896	1.908	1.921	1.933	1.946	1.959	1.972
Ngembung	2.475	2.492	2.508	2.525	2.541	2.558	2.574	2.591	2.608	2.625	2.642	2.659	2.677
Sukoanyar	3.871	3.897	3.923	3.948	3.974	4.000	4.026	4.053	4.079	4.106	4.132	4.159	4.186
Morowudi	4.046	4.074	4.100	4.127	4.154	4.181	4.208	4.236	4.263	4.291	4.319	4.347	4.376
Guranganyar	2.566	2.583	2.600	2.617	2.634	2.652	2.669	2.686	2.704	2.722	2.739	2.757	2.775
Dampaan	1.469	1.479	1.489	1.498	1.508	1.518	1.528	1.538	1.548	1.558	1.568	1.578	1.589
Dooro	3.988	995	1.001	1.008	1.014	1.021	1.028	1.034	1.041	1.048	1.055	1.062	1.069
Lekong	1.129	1.137	1.144	1.152	1.159	1.167	1.174	1.182	1.190	1.197	1.205	1.213	1.221
Kandangan	4.328	4.358	4.386	4.415	4.443	4.472	4.502	4.531	4.561	4.590	4.620	4.650	4.681
Dungus	3.111	3.132	3.153	3.173	3.194	3.215	3.236	3.257	3.278	3.300	3.321	3.343	3.365
Ngabetan	3.807	3.833	3.858	3.883	3.908	3.934	3.960	3.986	4.012	4.038	4.064	4.091	4.117
Betiting	4.593	4.624	4.654	4.685	4.715	4.746	4.777	4.808	4.840	4.871	4.903	4.935	4.967
Ikeriker	2.415	2.431	2.447	2.463	2.479	2.496	2.512	2.528	2.545	2.561	2.578	2.595	2.612
Cerme Kidul	6.086	6.127	6.167	6.208	6.248	6.289	6.330	6.371	6.413	6.455	6.497	6.539	6.582
Pandu	2.182	2.197	2.211	2.226	2.240	2.255	2.270	2.284	2.299	2.314	2.329	2.345	2.360
Jono	1.740	1.752	1.763	1.775	1.786	1.798	1.810	1.822	1.833	1.845	1.857	1.870	1.882
Tambakberas	2.007	2.021	2.034	2.047	2.061	2.074	2.087	2.101	2.115	2.129	2.143	2.157	2.171
Cerme Lor	4.181	4.210	4.237	4.265	4.292	4.320	4.349	4.377	4.406	4.434	4.463	4.492	4.522
Cagak Agung	2.187	2.202	2.216	2.231	2.245	2.260	2.275	2.290	2.304	2.320	2.335	2.350	2.365
Semampir	2.618	2.636	2.653	2.670	2.688	2.705	2.723	2.741	2.759	2.777	2.795	2.813	2.831
Kambingan	2.859	2.878	2.897	2.916	2.935	2.954	2.974	2.993	3.013	3.032	3.052	3.072	3.092
Wedani	3.979	4.006	4.032	4.059	4.085	4.112	4.139	4.166	4.193	4.220	4.248	4.275	4.303
Kedangkulud	5.431	5.468	5.504	5.540	5.576	5.612	5.649	5.686	5.723	5.760	5.798	5.836	5.874
Padeg	2.630	2.648	2.665	2.683	2.700	2.718	2.735	2.753	2.771	2.789	2.808	2.826	2.844
Banjarsari	7.865	7.919	7.970	8.022	8.075	8.127	8.180	8.234	8.288	8.342	8.396	8.451	8.506
Jumlah	83.386	80.934	81.462	81.994	82.529	83.068	83.610	84.155	84.705	85.257	85.814	86.374	86.938

Tabel A.14 Hasil Perhitungan Proyeksi Penduduk Kecamatan Benjeng

Desa	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Lundo	2.787	2.779	2.813	2.848	2.882	2.916	2.950	2.984	3.018	3.052	3.087	3.121	3.155
Balungtungjung	1.207	1.204	1.218	1.233	1.248	1.263	1.278	1.292	1.307	1.322	1.337	1.352	1.366
Balongmojo	1.884	1.879	1.902	1.925	1.948	1.971	1.994	2.017	2.040	2.063	2.087	2.110	2.133
Bulangkulon	2.713	2.705	2.739	2.772	2.805	2.838	2.872	2.905	2.938	2.971	3.005	3.038	3.071
Sedapurklagen	1.685	1.680	1.701	1.722	1.742	1.763	1.784	1.804	1.825	1.846	1.866	1.887	1.907
Deliksumber	2.834	2.826	2.861	2.896	2.930	2.965	3.000	3.034	3.069	3.104	3.139	3.173	3.208
Kedungrukem	2.957	2.949	2.985	3.021	3.057	3.094	3.130	3.166	3.202	3.239	3.275	3.311	3.347
Munggugianti	2.130	2.124	2.150	2.176	2.202	2.228	2.255	2.281	2.307	2.333	2.359	2.385	2.411
Bengkelolor	1.433	1.429	1.447	1.464	1.482	1.499	1.517	1.534	1.552	1.569	1.587	1.605	1.622
Gluranploso	1.879	1.874	1.897	1.920	1.943	1.966	1.989	2.012	2.035	2.058	2.081	2.104	2.127
Bulurejo	4236	4.224	4.276	4.328	4.380	4.432	4.484	4.536	4.588	4.639	4.691	4.743	4795
Dermo	1.593	1.589	1.608	1.628	1.647	1.667	1.686	1.706	1.725	1.745	1.764	1.784	1.803
Kedungsekar	3.650	3.640	3.685	3.729	3.774	3.819	3.863	3.908	3.953	3.998	4.042	4.087	4.132
Klampok	3.351	3.342	3.383	3.424	3.465	3.506	3.547	3.588	3.629	3.670	3.711	3.752	3.793
Sirnoboyo	5.436	5.421	5.487	5.554	5.621	5.687	5.754	5.821	5.887	5.954	6.020	6.087	6.154
Kalipadang	3.357	3.348	3.389	3.430	3.471	3.512	3.553	3.594	3.636	3.677	3.718	3.759	3.800
Karangankidul	3.087	3.078	3.116	3.154	3.192	3.230	3.268	3.305	3.343	3.381	3.419	3.457	3.495
Munggugebang	2.946	2.938	2.974	3.010	3.046	3.082	3.118	3.154	3.191	3.227	3.263	3.299	3.335
Banter	2.719	2.711	2.745	2.778	2.811	2.845	2.878	2.911	2.945	2.978	3.011	3.045	3.078
Metatu	5.268	5.253	5.318	5.382	5.447	5.512	5.576	5.641	5.705	5.770	5.834	5.899	5.963
Jogodalu	4.293	4.281	4.334	4.386	4.439	4.491	4.544	4.597	4.649	4.702	4.755	4.807	4.860
Punduttrate	3.173	3.164	3.203	3.242	3.281	3.320	3.359	3.397	3.436	3.475	3.514	3.553	3.592
Jatirembe	3.203	3.194	3.233	3.273	3.312	3.351	3.390	3.430	3.469	3.508	3.547	3.587	3.626
Jumlah	67.821	67.632	68.463	69.294	70.125	70.957	71.788	72.619	73.450	74.281	75.112	75.943	76.775



Tabel A.15 Hasil Perhitungan Proyeksi Penduduk Kecamatan Balongpanggang

Desa	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Jombangdelik	1.473	1.490	1.508	1.526	1.544	1.562	1.579	1.597	1.615	1.633	1.651	1.669	1.687
Brangkal	1.848	1.869	1.892	1.914	1.937	1.959	1.982	2.004	2.026	2.049	2.071	2.094	2.116
Ngampel	1.732	1.752	1.773	1.794	1.815	1.836	1.857	1.878	1.899	1.920	1.941	1.962	1.983
Tanahlandean	1.808	1.829	1.851	1.873	1.895	1.917	1.939	1.961	1.983	2.004	2.026	2.048	2.070
Dapet	2.900	2.933	2.969	3.004	3.039	3.074	3.110	3.145	3.180	3.215	3.250	3.286	3.321
Wonorejo	1.456	1.473	1.490	1.508	1.526	1.544	1.561	1.579	1.597	1.614	1.632	1.650	1.667
Sekarputih	2.021	2.044	2.069	2.093	2.118	2.142	2.167	2.192	2.216	2.241	2.265	2.290	2.314
Wotansari	1.545	1.563	1.582	1.600	1.619	1.638	1.657	1.675	1.694	1.713	1.732	1.750	1.769
Banjaragung	2.056	2.080	2.105	2.130	2.155	2.180	2.205	2.230	2.254	2.279	2.304	2.329	2.354
Karangsemanding	2.809	2.841	2.875	2.910	2.944	2.978	3.012	3.046	3.080	3.114	3.148	3.183	3.217
Wahas	1.719	1.739	1.760	1.781	1.801	1.822	1.843	1.864	1.885	1.906	1.927	1.948	1.968
Bandungsekarang	1.808	1.829	1.851	1.873	1.895	1.917	1.939	1.961	1.983	2.004	2.026	2.048	2.070
Mojogede	2.057	2.081	2.106	2.131	2.156	2.181	2.206	2.231	2.256	2.281	2.306	2.331	2.355
Kedungpring	2.731	2.762	2.796	2.829	2.862	2.895	2.928	2.961	2.995	3.028	3.061	3.094	3.127
Pucung	2.111	2.135	2.161	2.187	2.212	2.238	2.264	2.289	2.315	2.340	2.366	2.392	2.417
Balongpanggang	5.631	5.696	5.764	5.833	5.901	5.969	6.038	6.106	6.175	6.243	6.311	6.380	6.448
Kedung Sumber	2.908	2.942	2.977	3.012	3.047	3.083	3.118	3.153	3.189	3.224	3.259	3.295	3.330
Babatan	3.272	3.310	3.349	3.389	3.429	3.469	3.508	3.548	3.588	3.628	3.667	3.707	3.747
Pacuh	4.065	4.112	4.161	4.211	4.260	4.309	4.359	4.408	4.457	4.507	4.556	4.606	4.655
Tenggor	2.061	2.085	2.110	2.135	2.160	2.185	2.210	2.235	2.260	2.285	2.310	2.335	2.360
Dohoagung	2.062	2.086	2.111	2.136	2.161	2.186	2.211	2.236	2.261	2.286	2.311	2.336	2.361
Pinggir	2.338	2.365	2.393	2.422	2.450	2.479	2.507	2.535	2.564	2.592	2.620	2.649	2.677
Klotok	2.051	2.075	2.100	2.124	2.149	2.174	2.199	2.224	2.249	2.274	2.299	2.324	2.349
Ganggang	1.823	1.844	1.866	1.888	1.910	1.933	1.955	1.977	1.999	2.021	2.043	2.065	2.088
Ngasin	3.088	3.124	3.161	3.199	3.236	3.274	3.311	3.349	3.386	3.424	3.461	3.499	3.536
Jumlah	59.373	60.057	60.778	61.499	62.220	62.941	63.662	64.383	65.104	65.826	66.547	67.268	67.989

Tabel A.16 Data Elevasi Jaringan SPAM

	No	STA (m)	Elevasi	N			N	E			E	Delta Jarak (m)
				Derajat	Menit	Detik		Derajat	Menit	Detik		
IPA Gedeg ke Perempatan Kupang	J1	0	21	7	26	29,53	-7,44	112	25	51,67	112,43	0
	J2	50	20	7	26	27,78	-7,44	112	25	51,64	112,43	50
	J3	130	21	7	26	27,00	-7,44	112	25	54,40	112,43	80
	J4	530	20	7	26	14,50	-7,44	112	25	54,90	112,43	400
	J5	1.000	26	7	25	58,15	-7,43	112	25	55,52	112,43	470
	J6	1.263	25	7	25	49,72	-7,43	112	25	55,89	112,43	263
	J7	1.344	22	7	25	46,73	-7,43	112	25	55,87	112,43	81
	J8	1.459	25	7	25	43,43	-7,43	112	25	55,62	112,43	115
	J9	1.500	25	7	25	42,40	-7,43	112	25	55,60	112,43	41
	J10	1.530	24	7	25	40,74	-7,43	112	25	55,38	112,43	30
	J11	1.664	21	7	25	36,46	-7,43	112	25	55,00	112,43	134
	J12	2.000	22	7	25	25,64	-7,42	112	25	54,05	112,43	336
	J13	2.500	20	7	25	10,62	-7,42	112	25	52,65	112,43	500
	J14	2.553	21	7	25	8,32	-7,42	112	25	52,90	112,43	53
	J15	2.884	25	7	24	58,70	-7,42	112	25	51,90	112,43	331
	J16	3.000	25	7	24	53,47	-7,41	112	25	50,32	112,43	116
	J17	3.500	26	7	24	38,22	-7,41	112	25	46,40	112,43	500
	J18	4.000	24	7	24	22,63	-7,41	112	25	42,73	112,43	500
	J19	4.490	30	7	24	7,43	-7,40	112	25	39,02	112,43	490
Perempatan Kupang ke Koramil Dawarblandong	J20	4.500	34	7	24	6,73	-7,40	112	25	38,85	112,43	10
	J21	4.574	36	7	24	4,42	-7,40	112	25	38,31	112,43	74
	J22	4.924	37	7	23	53,16	-7,40	112	25	36,83	112,43	350
	J23	5.000	40	7	23	51,10	-7,40	112	25	38,39	112,43	76
	J24	5.100	41	7	23	49,49	-7,40	112	25	41,31	112,43	100
	J25	5.200	40	7	23	47,61	-7,40	112	25	43,31	112,43	100
	J26	5.300	39	7	23	44,37	-7,40	112	25	43,85	112,43	100
	J27	5.400	43	7	23	41,90	-7,39	112	25	44,81	112,43	100
	J28	5.500	49	7	23	41,40	-7,39	112	25	47,80	112,43	100
	J29	5.600	55	7	23	39,00	-7,39	112	25	49,70	112,43	100
	J30	5.700	61	7	23	37,70	-7,39	112	25	51,70	112,43	100
	J31	5.800	67	7	23	34,89	-7,39	112	25	52,32	112,43	100
	J32	5.900	70	7	23	31,79	-7,39	112	25	52,60	112,43	100

No	STA (m)	Elevasi	N			N	E			E	Delta Jarak (m)
			Derajat	Menit	Detik		Derajat	Menit	Detik		
J33	6.000	76	7	23	28,31	-7,39	112	25	52,89	112,43	100
J34	6.100	82	7	23	24,86	-7,39	112	25	52,96	112,43	100
J35	6.200	87	7	23	22,88	-7,39	112	25	51,33	112,43	100
J36	6.300	81	7	23	20,47	-7,39	112	25	49,17	112,43	100
J37	6.400	82	7	23	17,57	-7,39	112	25	48,10	112,43	100
J38	6.500	83	7	23	14,61	-7,39	112	25	46,73	112,43	100
J39	6.600	79	7	23	11,33	-7,39	112	25	46,10	112,43	100
J40	6.700	81	7	23	8,32	-7,39	112	25	45,82	112,43	100
J41	6.800	84	7	23	4,93	-7,38	112	25	47,32	112,43	100
J42	6.900	80	7	23	2,09	-7,38	112	25	48,05	112,43	100
J43	7.000	75	7	22	59,14	-7,38	112	25	48,12	112,43	100
J44	7.100	72	7	22	56,10	-7,38	112	25	46,80	112,43	100
J45	7.200	79	7	22	53,30	-7,38	112	25	45,33	112,43	100
J46	7.300	92	7	22	50,73	-7,38	112	25	43,32	112,43	100
J47	7.400	94	7	22	47,90	-7,38	112	25	41,72	112,43	100
J48	7.500	90	7	22	44,74	-7,38	112	25	42,94	112,43	100
J49	7.600	90	7	22	42,40	-7,38	112	25	41,40	112,43	100
J50	7.700	91	7	22	40,63	-7,38	112	25	38,79	112,43	100
J51	7.800	92	7	22	38,06	-7,38	112	25	36,67	112,43	100
J52	7.900	87	7	22	34,92	-7,38	112	25	35,89	112,43	100
J53	8.000	88	7	22	32,00	-7,38	112	25	34,40	112,43	100
J54	8.100	86	7	22	30,40	-7,38	112	25	31,60	112,43	100
J55	8.200	90	7	22	29,20	-7,37	112	25	28,70	112,42	100
J56	8.300	92	7	22	26,20	-7,37	112	25	28,09	112,42	100
J57	8.400	90	7	22	23,30	-7,37	112	25	27,68	112,42	100
J58	8.500	92	7	22	21,00	-7,37	112	25	25,54	112,42	100
J59	8.600	91	7	22	18,11	-7,37	112	25	24,03	112,42	100
J60	8.700	90	7	22	15,61	-7,37	112	25	22,16	112,42	100
J61	8.800	92	7	22	12,94	-7,37	112	25	20,40	112,42	100
J62	8.900	90	7	22	10,06	-7,37	112	25	18,74	112,42	100
J63	9.000	88	7	22	6,99	-7,37	112	25	17,52	112,42	100
J64	9.100	89	7	22	3,79	-7,37	112	25	16,68	112,42	100
J65	9.200	86	7	22	0,68	-7,37	112	25	16,12	112,42	100
J66	9.300	84	7	21	57,69	-7,37	112	25	15,01	112,42	100

	No	STA (m)	Elevasi	N			N	E			E	Delta Jarak (m)
				Derajat	Menit	Detik		Derajat	Menit	Detik		
	J67	9.400	79	7	21	54,88	-7,37	112	25	13,56	112,42	100
	J68	9.500	80	7	21	51,65	-7,36	112	25	13,25	112,42	100
	J69	9.600	81	7	21	48,55	-7,36	112	25	13,96	112,42	100
	J70	9.700	80	7	21	45,41	-7,36	112	25	13,76	112,42	100
	J71	9.800	76	7	21	42,21	-7,36	112	25	13,21	112,42	100
	J72	9.900	73	7	21	38,87	-7,36	112	25	13,56	112,42	100
	J73	10.000	71	7	21	35,52	-7,36	112	25	14,11	112,42	100
	J74	10.100	70	7	21	32,69	-7,36	112	25	13,65	112,42	100
	J75	10.200	69	7	21	29,46	-7,36	112	25	13,29	112,42	100
	J76	10.300	68	7	21	26,28	-7,36	112	25	13,18	112,42	100
	J77	10.400	65	7	21	23,08	-7,36	112	25	12,99	112,42	100
	J78	10.500	64	7	21	19,75	-7,36	112	25	12,71	112,42	100
	J79	10.600	66	7	21	16,52	-7,35	112	25	12,92	112,42	100
	J80	10.700	70	7	21	13,26	-7,35	112	25	12,93	112,42	100
	J81	10.800	74	7	21	9,92	-7,35	112	25	13,19	112,42	100
	J82	10.900	77	7	21	7,29	-7,35	112	25	15,42	112,42	100
	J83	11.000	79	7	21	5,12	-7,35	112	25	17,68	112,42	100
	J84	11.500	61	7	20	53,09	-7,35	112	25	28,17	112,42	500
	J85	12.000	58	7	20	37,05	-7,34	112	25	29,01	112,42	500
	J86	12.500	57	7	20	20,90	-7,34	112	25	29,45	112,42	500
	J87	13.000	51	7	20	4,80	-7,33	112	25	30,06	112,43	500
	J88	13.268	55	7	19	55,95	-7,33	112	25	30,46	112,43	268
	J89	13.450	61	7	19	49,99	-7,33	112	25	30,65	112,43	182
Koramil Dawarblandong ke Warkop Balongpanggang	J90	13.500	63	7	19	49,23	-7,33	112	25	30,59	112,43	50
	J91	13.600	54	7	19	43,85	-7,33	112	25	29,81	112,42	100
	J92	13.928	49	7	19	35,05	-7,33	112	25	31,05	112,43	328
	J93	14.000	48	7	19	32,52	-7,33	112	25	31,44	112,43	72
	J94	14.500	33	7	19	16,44	-7,32	112	25	34,04	112,43	500
	Inlet Boost	14.765	30	7	19	7,99	-7,32	112	25	35,28	112,43	265
	Outlet Boost	14.780	30	7	19	7,67	-7,32	112	25	35,29	112,43	15
	J95	15.000	29	7	19	0,11	-7,32	112	25	34,78	112,43	220
	J96	15.450	29	7	18	46,59	-7,31	112	25	38,45	112,43	450

	No	STA (m)	Elevasi	N			N	E			E	Delta Jarak (m)
				Derajat	Menit	Detik	Derajat	Derajat	Menit	Detik	Derajat	
	J97	15.500	29	7	18	45,02	-7,31	112	25	39,07	112,43	50
	J98	15.716	28	7	18	38,88	-7,31	112	25	41,21	112,43	216
	J99	16.000	26	7	18	26,70	-7,31	112	25	44,98	112,43	284
	J100	16.732	25	7	18	7,34	-7,30	112	25	52,36	112,43	732
	J101	17.232	29	7	17	49,07	-7,30	112	25	59,61	112,43	500
	J102	17.732	26	7	17	34,09	-7,29	112	26	5,82	112,43	500
	J103	18.232	25	7	17	19,17	-7,29	112	26	12,23	112,44	500
	J104	18.732	21	7	17	3,70	-7,28	112	26	17,99	112,44	500
	J105	19.232	24	7	16	48,82	-7,28	112	26	23,83	112,44	500
	J106	19.732	23	7	16	34,74	-7,28	112	26	31,35	112,44	500
	J107	20.232	21	7	16	17,80	-7,27	112	26	34,05	112,44	500
	J108	20.572	20	7	16	6,87	-7,27	112	26	34,67	112,44	340
	J109	20.600	20	7	16	6,50	-7,27	112	26	35,24	112,44	28
Balongpanggang	J110	20.945	19	7	16	4,85	-7,27	112	26	46,30	112,45	345
	J111	21.130	18	7	16	4,12	-7,27	112	26	52,38	112,45	185
	J112	21.170	20	7	16	4,02	-7,27	112	26	53,62	112,45	40
	J113	21.495	18	7	16	2,80	-7,27	112	27	4,15	112,45	325
	J114	21.670	18	7	16	2,12	-7,27	112	27	9,84	112,45	175
	J115	22.385	18	7	15	59,82	-7,27	112	27	33,02	112,46	715
Benjeng	J116	22.450	17	7	15	59,60	-7,27	112	27	35,08	112,46	65
	J117	23.390	16	7	15	56,87	-7,27	112	28	5,74	112,47	940
	J118	23.950	16	7	15	55,52	-7,27	112	28	23,86	112,47	560
	J119	24.320	15	7	15	54,50	-7,27	112	28	35,81	112,48	370
	J120	24.570	15	7	15	53,80	-7,26	112	28	44,00	112,48	250
	J121	24.696	15	7	15	53,51	-7,26	112	28	48,03	112,48	126
	J122	24.995	15	7	15	53,03	-7,26	112	28	57,80	112,48	299
	J123	25.420	14	7	15	51,74	-7,26	112	29	11,61	112,49	425
	J124	25.455	14	7	15	51,60	-7,26	112	29	12,75	112,49	35
	J125	26.530	13	7	15	47,55	-7,26	112	29	47,58	112,50	1.075
	J126	27.035	13	7	15	43,61	-7,26	112	30	3,55	112,50	505
Cerme	J127	27.055	12	7	15	43,47	-7,26	112	30	4,15	112,50	20
	J128	28.585	10	7	15	28,20	-7,26	112	30	51,65	112,51	1.530
	J129	28.985	10	7	15	24,63	-7,26	112	31	4,17	112,52	400

	No	STA (m)	Elevasi	N			N	E			E	Delta Jarak (m)
				Derajat	Menit	Detik		Derajat	Menit	Detik		
Lamongan	J108		20	7	16	6,87	-7,27	112	26	34,67	112,44	0
	Boost LMN		44	7	16	12,22	-7,27	112	24	27,83	112,41	3.900
	OT Mantup		70	7	16	17,62	-7,27	112	21	23,88	112,36	5.695
	OT Puter		39	7	12	50,87	-7,21	112	22	25,05	112,37	6.760
	OT Tikung		8	7	9	22,81	-7,16	112	24	34,8	112,41	7.630
	OT Puter		39	7	12	50,87	-7,21	112	22	25,05	112,37	0
	OT Kembangbahu		26	7	11	2,57	-7,18	112	21	3,89	112,35	5.105
Loop Utama Kecamatan Benjeng	J117		16	7	15	56,87	-7,27	112	28	5,74	112,47	0
	BJG 1		16	7	15	45,33	-7,26	112	28	6,91	112,47	360
	BJG 2		14	7	15	45,39	-7,26	112	28	9,68	112,47	85
	OT Kalisari		15	7	15	41,79	-7,26	112	28	10,02	112,47	113
	BJG 3		14	7	15	41,97	-7,26	112	28	14,54	112,47	139
	BJG 4		14	7	15	38,57	-7,26	112	28	14,94	112,47	108
	BJG 5		14	7	15	27,26	-7,26	112	28	15,15	112,47	349
	BJG 6		15	7	15	23,39	-7,26	112	28	14,64	112,47	120
	OT Kricak		14	7	15	20,41	-7,26	112	28	14,98	112,47	94
	BJG 7		14	7	15	20,68	-7,26	112	28	21,6	112,47	205
	BJG 8		14	7	15	17,32	-7,25	112	28	22,22	112,47	103
	BJG 9		13	7	15	10,7	-7,25	112	28	24,27	112,47	212
	BJG 10		12	7	15	3,82	-7,25	112	28	26,11	112,47	216
	BJG 11		12	7	15	2,24	-7,25	112	28	25,85	112,47	48
	BJG 12		12	7	15	1,05	-7,25	112	28	25,45	112,47	40
	OT Karang		14	7	14	51,15	-7,25	112	28	26,82	112,47	305
	OT Mungkusoyi		12	7	14	51,48	-7,25	112	28	36,59	112,48	300
	BJG 13		12	7	14	50,79	-7,25	112	28	43,73	112,48	222
	BJG 14		12	7	14	45,03	-7,25	112	28	44,74	112,48	180
	BJG 15		11	7	14	40,62	-7,24	112	28	45,09	112,48	135
	BJG 16		11	7	14	36,89	-7,24	112	28	46,15	112,48	120
	BJG 17		12	7	14	35,31	-7,24	112	28	46,16	112,48	49
	BJG 18		11	7	14	32,7	-7,24	112	28	46,93	112,48	83
	BJG 19		12	7	14	22,16	-7,24	112	28	48,56	112,48	328
	BJG 20		11	7	14	22,32	-7,24	112	28	53,95	112,48	166

No	STA (m)	Elevasi	N			N	E			E	Delta Jarak (m)
			Derajat	Menit	Detik		Derajat	Menit	Detik		
BJG 21		12	7	14	21,41	-7,24	112	28	57,2	112,48	105
OT Munggugebang		11	7	14	22,28	-7,24	112	29	12,66	112,49	478
BJG 22		11	7	14	15,93	-7,24	112	29	12,85	112,49	196
BJG 23		11	7	14	5,37	-7,23	112	29	14,93	112,49	330
BJG 24		11	7	14	4,31	-7,23	112	29	15,61	112,49	40
BJG 25		10	7	14	2,93	-7,23	112	29	15,93	112,49	43
BJG 26		11	7	14	0,54	-7,23	112	29	17,05	112,49	80
BJG 27		11	7	13	55,66	-7,23	112	29	18,18	112,49	155
OT Bareng		11	7	13	45,36	-7,23	112	29	19,63	112,49	321
BJG 28		11	7	13	42,91	-7,23	112	29	19,83	112,49	76
BJG 29		11	7	13	42,16	-7,23	112	29	17,50	112,49	76
BJG 30		13	7	13	13,12	-7,22	112	29	20,87	112,49	897
BJG 34		16	7	13	12,85	-7,22	112	29	36,56	112,49	481
BJG 35		17	7	13	16,37	-7,22	112	29	59,38	112,50	709
BJG 36		15	7	13	16,96	-7,22	112	30	6,58	112,50	220
BJG 41		12	7	13	39,4	-7,23	112	30	1,01	112,50	708
OT Purwerejo-Medangan		11	7	13	47,27	-7,23	112	30	0,65	112,50	242
BJG 42		12	7	13	52,4	-7,23	112	30	0,68	112,50	158
BJG 43		10	7	13	56,62	-7,23	112	30	1,82	112,50	136
Jembatan Metatu		10	7	14	10,06	-7,24	112	29	59,18	112,50	422
Jembatan Klampok		10	7	14	12,16	-7,24	112	30	0,43	112,50	78
BJG 44		10	7	14	14,9	-7,24	112	29	58,68	112,50	100
BJG 45		10	7	14	16,23	-7,24	112	29	58,29	112,50	42
BJG 46		11	7	14	23,8	-7,24	112	29	57,56	112,50	234
OT Karangploso		11	7	14	26,08	-7,24	112	29	57,58	112,50	71
BJG 47		11	7	14	45,41	-7,25	112	29	59,22	112,50	596
BJG 54		12	7	14	58,9	-7,25	112	30	0,18	112,50	413
OT Klampok		13	7	15	10,08	-7,25	112	29	58,31	112,50	349
BJG 55		12	7	15	12,02	-7,25	112	29	58,72	112,50	61
BJG 57		11	7	15	17,04	-7,25	112	29	59,97	112,50	158
BJG 58		12	7	15	24,44	-7,26	112	30	1,93	112,50	235
BJG 59		12	7	15	28,94	-7,26	112	30	0,81	112,50	142
OT Nyayat		12	7	15	32,26	-7,26	112	30	1,37	112,50	104
OT Rayung-Bulurejo		12	7	15	40,58	-7,26	112	30	2,99	112,50	260

	No	STA (m)	Elevasi	N			N	E			E	Delta Jarak (m)
				Derajat	Menit	Detik		Derajat	Menit	Detik		
	J126		13	7	15	43,61	-7,26	112	30	3,55	112,50	95
Jaringan SPAM PDAM Kec. Benjeng	BJG 30		13	7	13	13,12	-7,22	112	29	20,87	112,49	0
	BJG 31		12	7	13	6,36	-7,22	112	28	55,96	112,48	793
	OT Banter		13	7	13	9,94	-7,22	112	28	32,40	112,48	735
	BJG 30		13	7	13	13,12	-7,22	112	29	20,87	112,49	0
	OT Jogodalu		14	7	12	58,23	-7,22	112	29	22,87	112,49	461
	BJG 32		16	7	12	45,53	-7,21	112	29	24,3	112,49	390
	BJG 33		15	7	12	23,79	-7,21	112	29	23,26	112,49	684
	OT Wonosari		17	7	12	9,68	-7,20	112	29	23,64	112,49	433
	BJG 36		15	7	13	16,96	-7,22	112	30	6,58	112,50	0
	BJG 37		13	7	13	4,49	-7,22	112	30	10,67	112,50	402
	BJG 38		12	7	12	55,95	-7,22	112	30	12,95	112,50	268
	OT Karangpundut		14	7	12	36,67	-7,21	112	30	21,8	112,51	653
	BJG 39		14	7	12	31,93	-7,21	112	30	22,97	112,51	150
	BJG 40		13	7	11	41,01	-7,19	112	30	32,88	112,51	1.594
	OT Jatirembe		14	7	11	33,13	-7,19	112	30	34,35	112,51	245
	OT Karangpundut		14	7	12	36,67	-7,21	112	30	21,8	112,51	0
	OT Trate		13	7	12	38,41	-7,21	112	30	47,11	112,51	781
	OT Karangploso		11	7	14	26,08	-7,24	112	29	57,58	112,50	0
	OT Kalipang		10	7	14	24,06	-7,24	112	29	44,95	112,50	395
	BJG 47		11	7	14	45,41	-7,25	112	29	59,22	112,50	0
	BJG 48		12	7	14	44,98	-7,25	112	30	5,58	112,50	198
	BJG 49		12	7	14	43,55	-7,25	112	30	5,86	112,50	47
	OT Kedungkakap		11	7	14	43,44	-7,25	112	30	10,28	112,50	135
	BJG 50		11	7	14	43,41	-7,25	112	30	13,26	112,50	93
	BJG 51		10	7	14	44,77	-7,25	112	30	15,44	112,50	80
	OT Kedungsekarkidul		11	7	14	46,77	-7,25	112	30	21,37	112,51	192
	BJG 52		11	7	14	48,82	-7,25	112	30	27,02	112,51	185



No	STA (m)	Elevasi	N			N	E			E	Delta Jarak (m)
			Derajat	Menit	Detik		Derajat	Menit	Detik		
OT Kedungsekarlor		10	7	14	40,29	-7,24	112	30	40,24	112,51	484
BJG 52		11	7	14	48,82	-7,25	112	30	27,02	112,51	0
BJG 53		10	7	14	51,35	-7,25	112	30	37,48	112,51	332
OT Kedungsambi		10	7	14	56,89	-7,25	112	30	45,11	112,51	293
BJG 55		12	7	15	12,02	-7,25	112	29	58,72	112,50	0
BJG 56		11	7	15	12,11	-7,25	112	29	53,68	112,50	155
OT Paras		11	7	15	13,3	-7,25	112	29	48,3	112,50	169
OT Karangasem		13	7	15	11,73	-7,25	112	29	33,53	112,49	455
BJG 57		11	7	15	17,04	-7,25	112	29	59,97	112,50	0
OT Ngepung		12	7	15	18,14	-7,26	112	30	4,02	112,50	128
OT Dermo		11	7	15	18,11	-7,26	112	30	10,08	112,50	187
J127		12	7	15	43,47	-7,26	112	30	4,15	112,50	0
BJG 60		14	7	15	54,13	-7,27	112	30	2,79	112,50	326
OT Balongwangon		12	7	15	53,56	-7,26	112	30	6,31	112,50	110
BJG 61		11	7	15	55,14	-7,27	112	30	27,27	112,51	647
OT Kacangan		12	7	15	59,74	-7,27	112	30	26,78	112,51	143
J125		13	7	15	47,55	-7,26	112	29	47,58	112,50	0
OT Benjeng		14	7	15	44,48	-7,26	112	29	47,73	112,50	98
J124		14	7	15	51,60	-7,26	112	29	12,75	112,49	0
BJG 62		13	7	15	44,59	-7,26	112	29	13,84	112,49	220
BJG 63		12	7	15	41,9	-7,26	112	29	14,83	112,49	88
OT Sirnobooyo		13	7	15	29,59	-7,26	112	29	17,8	112,49	390
J123		14	7	15	51,74	-7,26	112	29	11,61	112,49	0
OT Munggu		15	7	15	53,09	-7,26	112	29	11,58	112,49	40
BJG 64		15	7	16	6,67	-7,27	112	29	10,62	112,49	419
BJG 65		15	7	16	6,83	-7,27	112	29	9,78	112,49	27
BJG 66		15	7	16	10,26	-7,27	112	29	8,94	112,49	107

No	STA (m)	Elevasi	N			N	E			E	Delta Jarak (m)
			Derajat	Menit	Detik		Derajat	Menit	Detik		
BJG 67		13	7	16	12,68	-7,27	112	29	8,68	112,49	74
OT Gianti		15	7	16	21,14	-7,27	112	29	7,74	112,49	259
J122		15	7	15	53,03	-7,26	112	28	57,80	112,48	0
BJG 68		13	7	16	0,84	-7,27	112	28	57,48	112,48	235
BJG 69		14	7	16	8,54	-7,27	112	28	56,63	112,48	235
OT Ngablak		15	7	16	10,2	-7,27	112	28	56,25	112,48	53
J121		15	7	15	53,51	-7,26	112	28	48,03	112,48	0
OT Kedunggglugu		14	7	15	56,59	-7,27	112	28	47,6	112,48	93
J120		15	7	15	53,80	-7,26	112	28	44,00	112,48	0
OT Gesing		14	7	15	46,99	-7,26	112	28	45,15	112,48	212
OT Kalipadang		13	7	15	29,27	-7,26	112	28	50,12	112,48	564
J119		15	7	15	54,50	-7,27	112	28	35,81	112,48	0
OT Kedungrukem		14	7	15	56,03	-7,27	112	28	35,46	112,48	45
BJG 70		15	7	15	59,48	-7,27	112	28	34,81	112,48	107
BJG 71		16	7	15	59,47	-7,27	112	28	33,63	112,48	37
OT Sumber		15	7	16	20,5	-7,27	112	28	30,15	112,48	655
BJG 72		15	7	16	23,2	-7,27	112	28	30,23	112,48	82
BJG 73		14	7	16	25,26	-7,27	112	28	30,88	112,48	67
OT Bulang		15	7	16	32,9	-7,28	112	28	29,69	112,47	238
BJG 74		15	7	16	35,75	-7,28	112	28	21,97	112,47	253
BJG 75		16	7	16	34,07	-7,28	112	28	19,13	112,47	103
BJG 76		16	7	16	33,48	-7,28	112	28	13,43	112,47	175
BJG 77		16	7	16	20,16	-7,27	112	28	16,74	112,47	424
OT Delikwetan		16	7	16	20,36	-7,27	112	28	18,74	112,47	60
OT Bulakploso		15	7	16	7,12	-7,27	112	28	21,52	112,47	418
J118		16	7	15	55,52	-7,27	112	28	23,86	112,47	358
J116		17	7	15	59,60	-7,27	112	27	35,08	112,46	0
OT Ploso		18	7	15	56,65	-7,27	112	27	35,32	112,46	94

Tabel A.17 Perhitungan Tanki *Booster* Dawarbalndong

Waktu	Faktor pemakaian	Supply air (m3/jam)	Pemakaian per jam (m3/jam)	Surplus (m3/jam)	Defisit (m3/jam)	Supply air per jam	Pemakaian per jam	Surplus	Defisit
00.00 - 01.00	0,35	720	252	468		4,17%	1,46%	2,71%	
01.00 - 02.00	0,35	720	252	468		4,17%	1,46%	2,71%	
02.00 - 03.00	1,05	720	756			4,17%	4,38%		-0,21%
03.00 - 04.00	1,35	720	972		-252	4,17%	5,63%		-1,46%
04.00 - 05.00	1,4	720	1.008		-288	4,17%	5,84%		-1,67%
05.00 - 06.00	1,5	720	1.080		-360	4,17%	6,26%		-2,09%
06.00 - 07.00	1,4	720	1.008		-288	4,17%	5,84%		-1,67%
07.00 - 08.00	1,35	720	972		-252	4,17%	5,63%		-1,46%
08.00 - 09.00	1	720	720			4,17%	4,17%		0,00%
09.00 - 10.00	1	720	720			4,17%	4,17%		0,00%
10.00 - 11.00	1	720	720			4,17%	4,17%		0,00%
11.00 - 12.00	1,05	720	756			4,17%	4,38%		-0,21%
12.00 -13.00	1,05	720	756			4,17%	4,38%		-0,21%
13.00 - 14.00	1,05	720	756			4,17%	4,38%		-0,21%
14.00 - 15.00	1,1	720	792		-72	4,17%	4,59%		-0,42%
15.00 - 16.00	1,2	720	864		-144	4,17%	5,00%		-0,83%
16.00 - 17.00	1,3	720	936		-216	4,17%	5,42%		-1,25%
17.00 - 18.00	1,4	720	1.008		-288	4,17%	5,84%		-1,67%
18.00 -19.00	1,3	720	936		-216	4,17%	5,42%		-1,25%
19.00 - 20.00	1,1	720	792			4,17%	4,59%		-0,42%
20.00 - 21.00	0,65	720	468	252		4,17%	2,71%	1,46%	
21.00 - 22.00	0,35	720	252	468		4,17%	1,46%	2,71%	
22.00 - 23.00	0,35	720	252	468		4,17%	1,46%	2,71%	
23.00 - 24.00	0,35	720	252	468		4,17%	1,46%	2,71%	
Jumlah	1,00	17.280	17.280	2.592	-2.376			15,01%	-15,01%

Tabel A.18 Harga Pipa HDPE Rucika – Kemasan Rol dan Batang SDR 11 (PN 16)

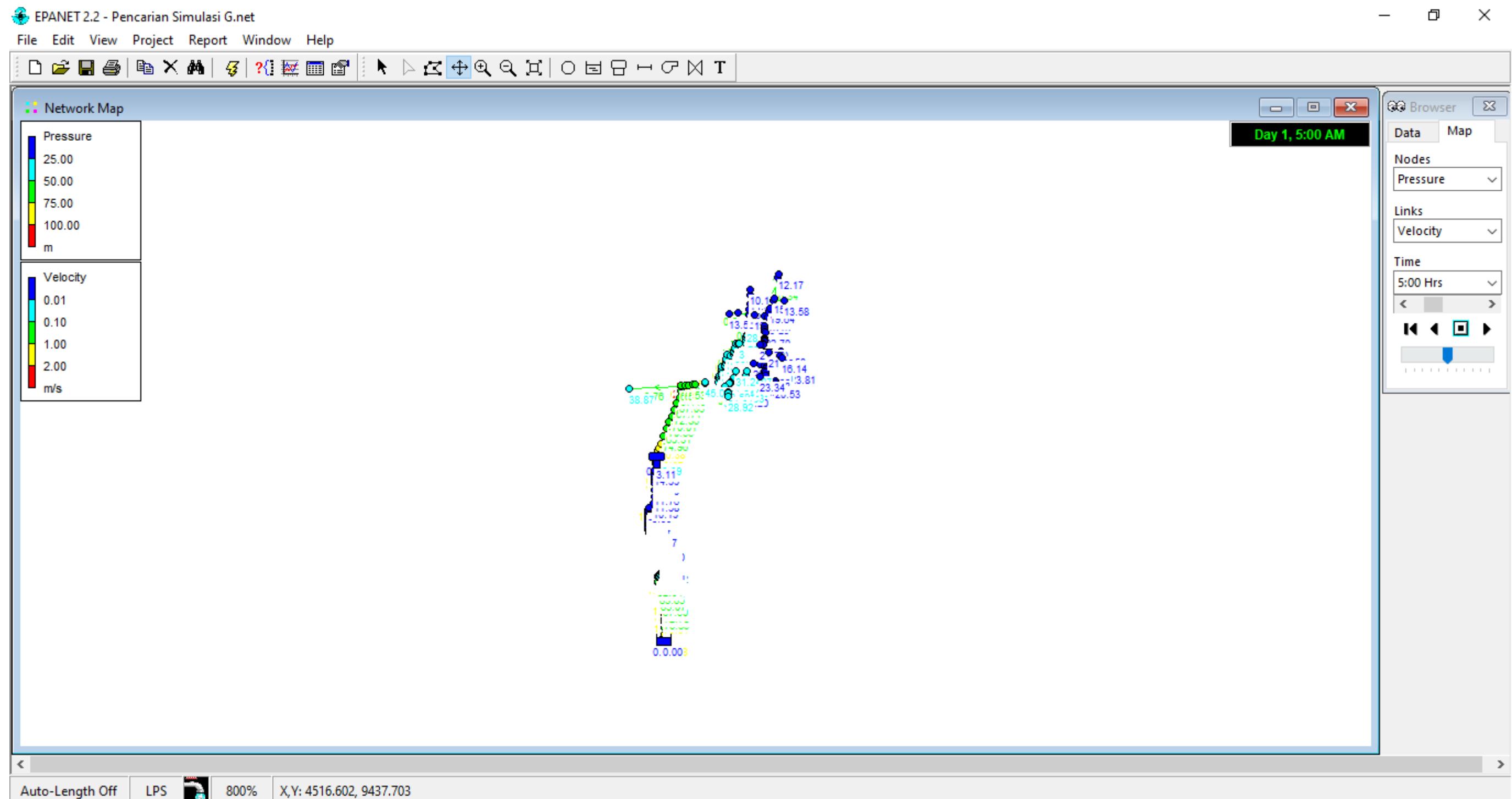
OD (mm)	Rp/m	Rp/100m	Rp/50m	Rp/6m
20	7.000	700.000		
25	9.000	900.000		
32	14.700	1.470.000		
40	22.700	2.270.000		
50	35.200	3.520.000		211.200
63	55.650	5.565.000		333.900
75	77.700	7.770.000		466.200
90	112.650		5.632.500	675.900
110	166.950		8.347.500	1.001.700
125	216.650			1.299.900
140	270.000			1.620.000
160	354.400			2.126.400
180	447.950			2.687.700
200	552.350			3.314.100
225	699.150			4.194.900
250	860.750			5.164.500
280	1.078.050			6.468.300
315	1.366.050			8.196.300
355	1.731.950			10.391.700
400	2.198.950			13.193.700
450	2.785.200			16.711.200
500	3.435.850			20.615.100
560	4.304.450			25.826.700
630	5.453.700			32.722.200

Sumber <https://pipawavin.info/harga-pipa-hdpe-harga-pipa-pe100-2020/> diakses pada 30 Juni 2020 pukul 08.00 WIB

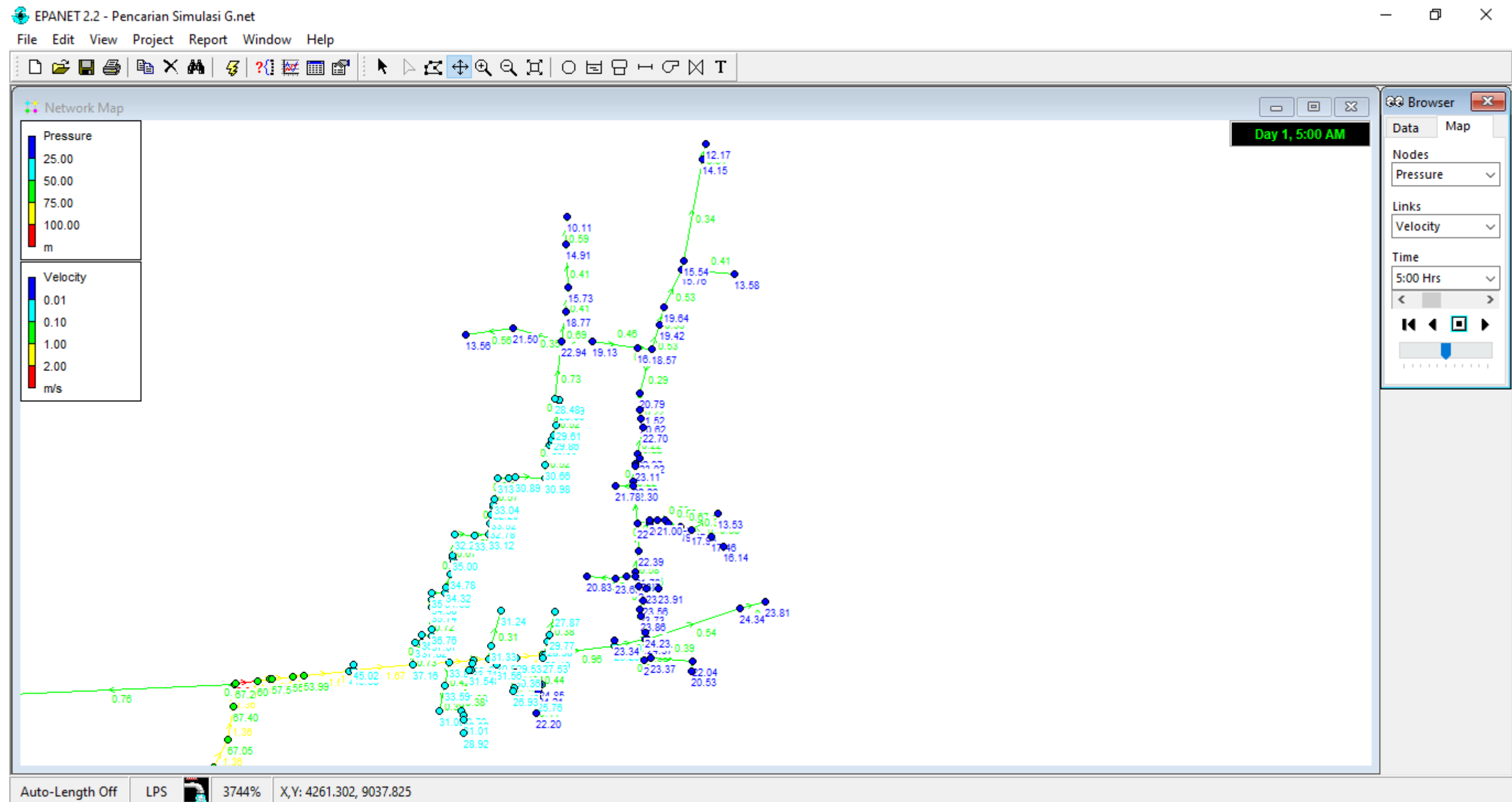
## LAMPIRAN B

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**

Gambar B.1 Hasil Keseluruhan Simulasi EPANET pada Jam Puncak

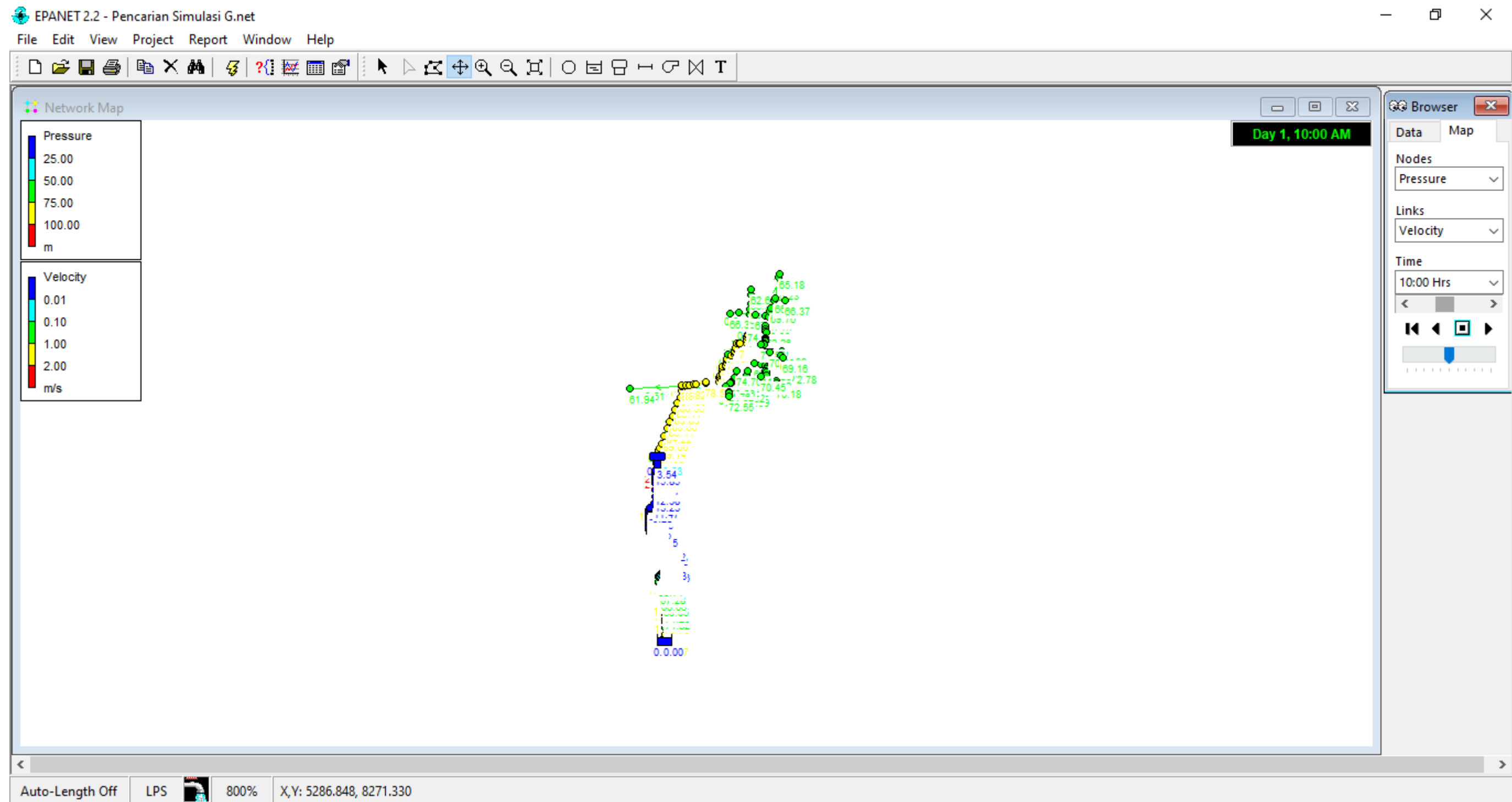


Gambar B.2 Hasil Simulasi EPANET pada Jam Puncak di Kecamatan Benjeng

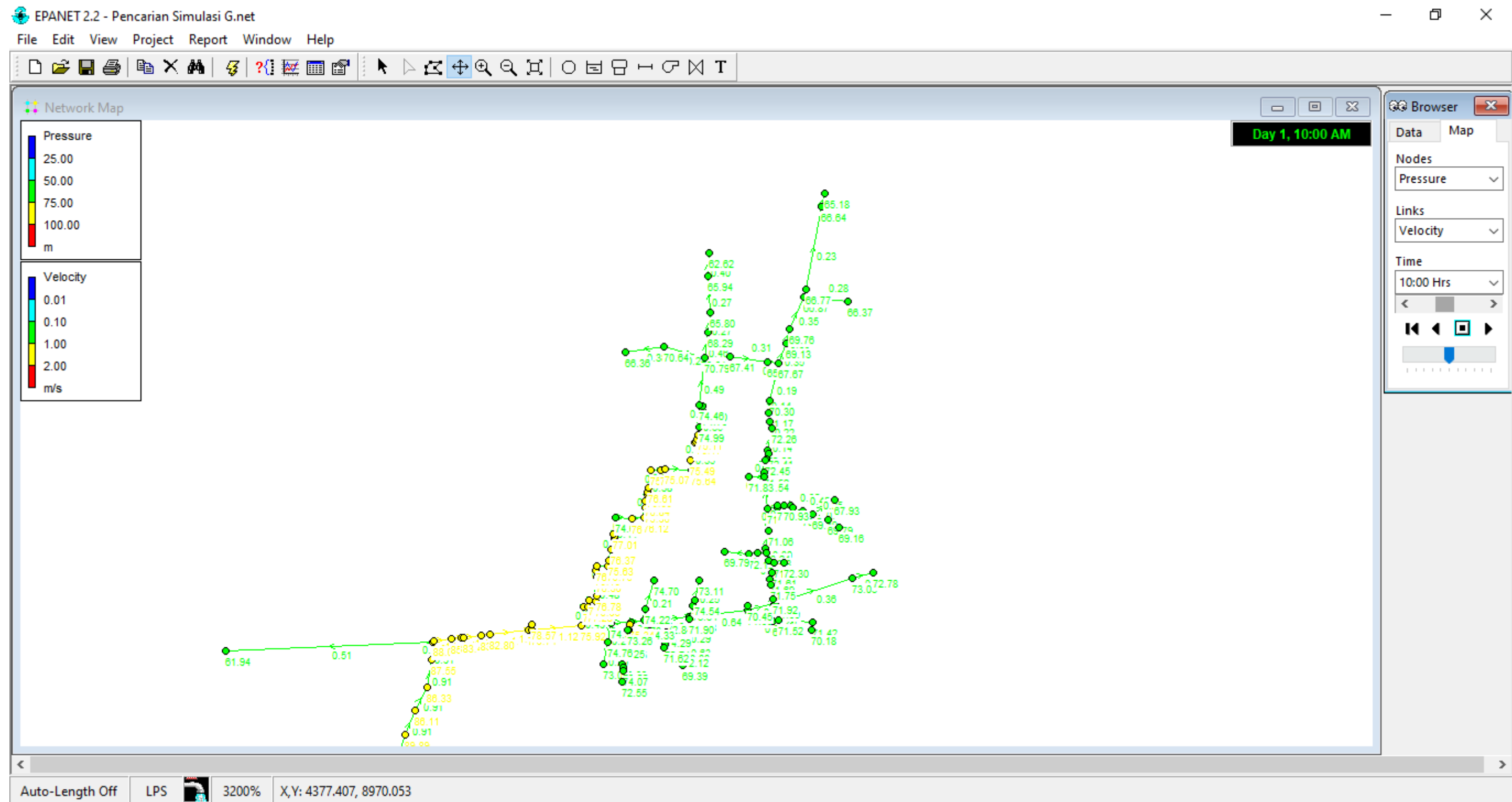




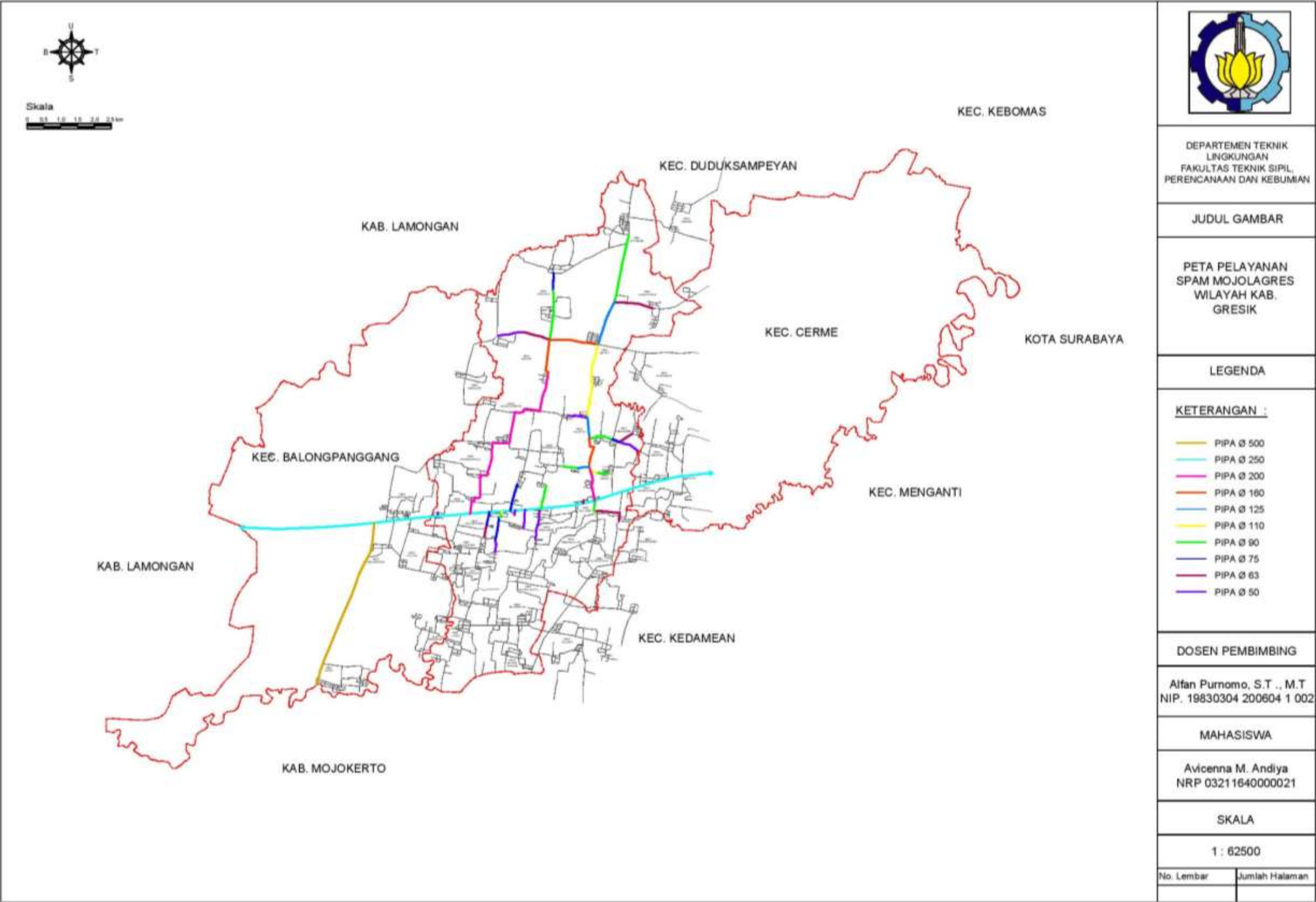
Gambar B.3 Hasil Keseluruhan Simulasi EPANET pada Pemakaian Rata-rata



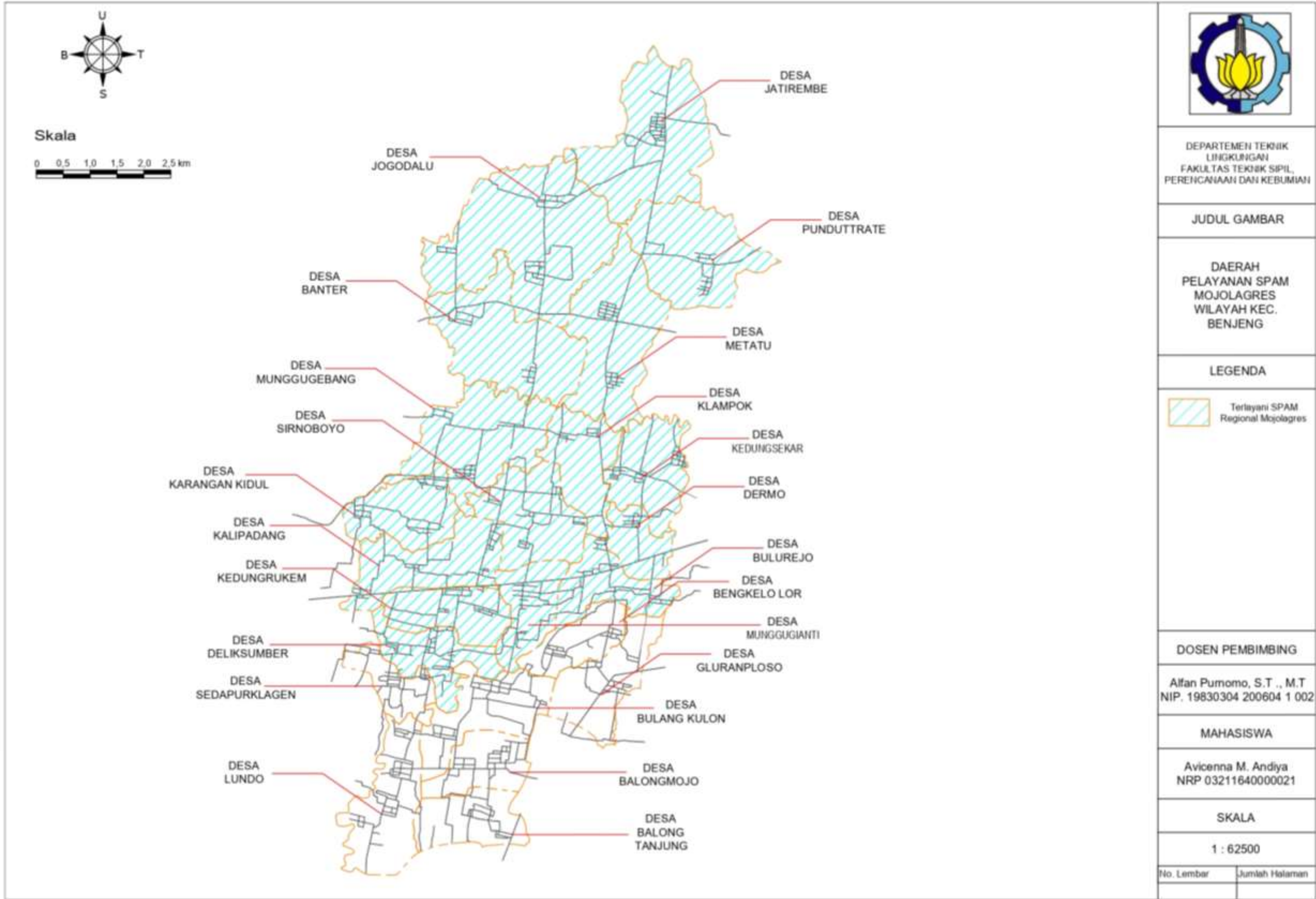
Gambar B.4 Hasil Simulasi EPANET pada Pemakaian Rata-rata di Kecamatan Benjeng



Gambar B.5 Jaringan SPAM Mojolagres di Wilayah Gresik

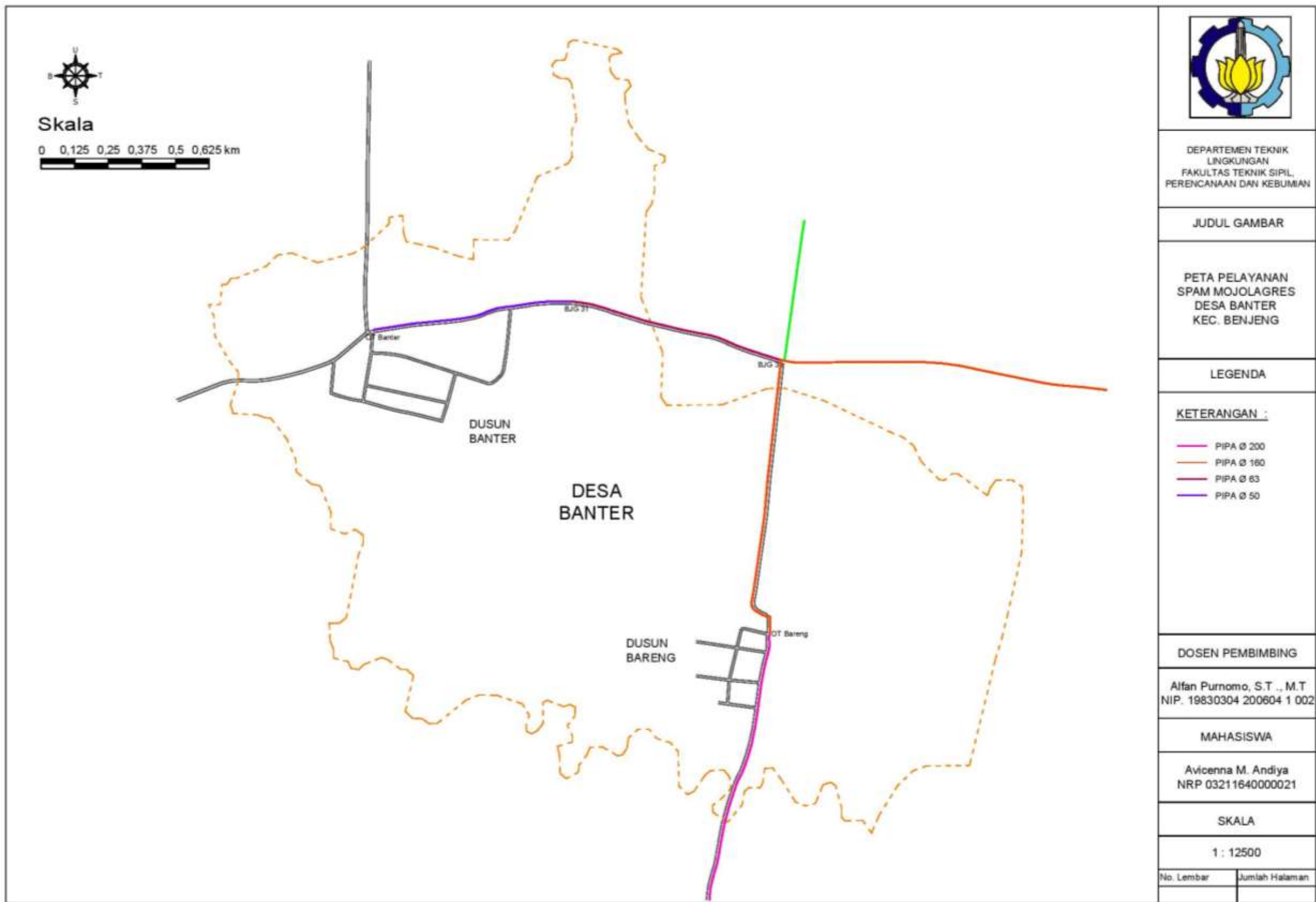


Gambar B.6 Wilayah Terlayani di Kecamatan Benjeng

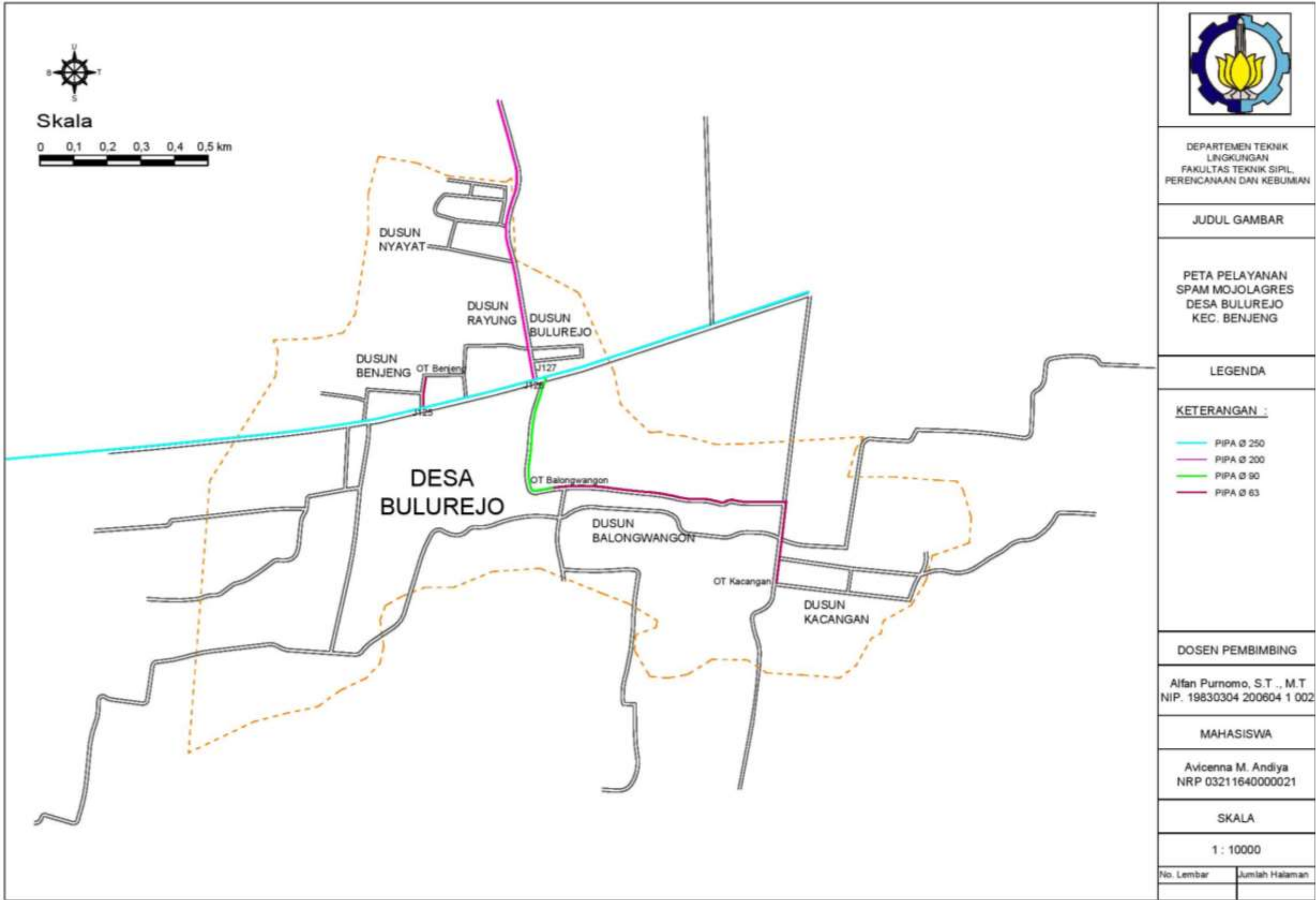




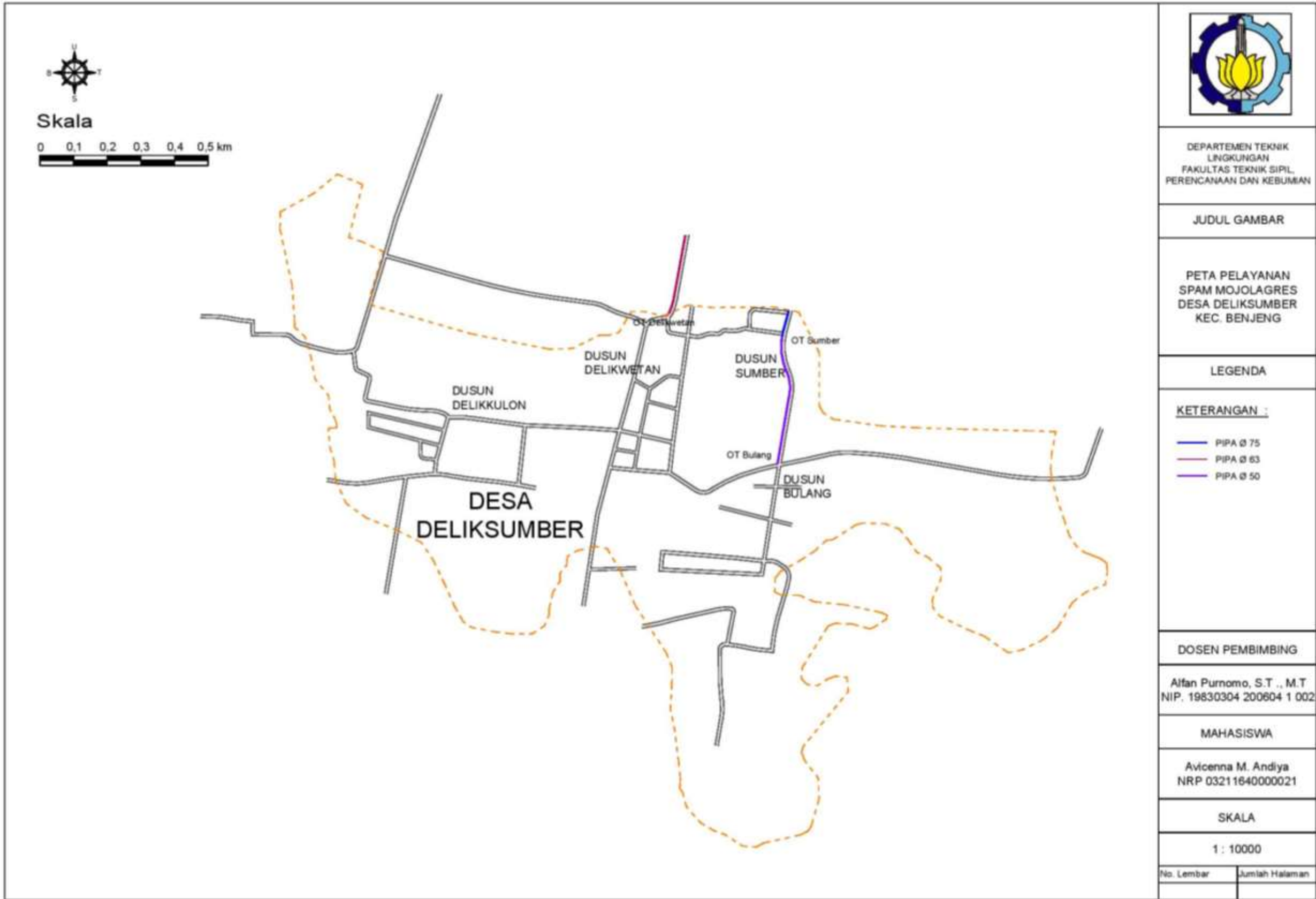
Gambar B.7 Jaringan SPAM Pelayanan Desa Banter Kecamatan Benjeng



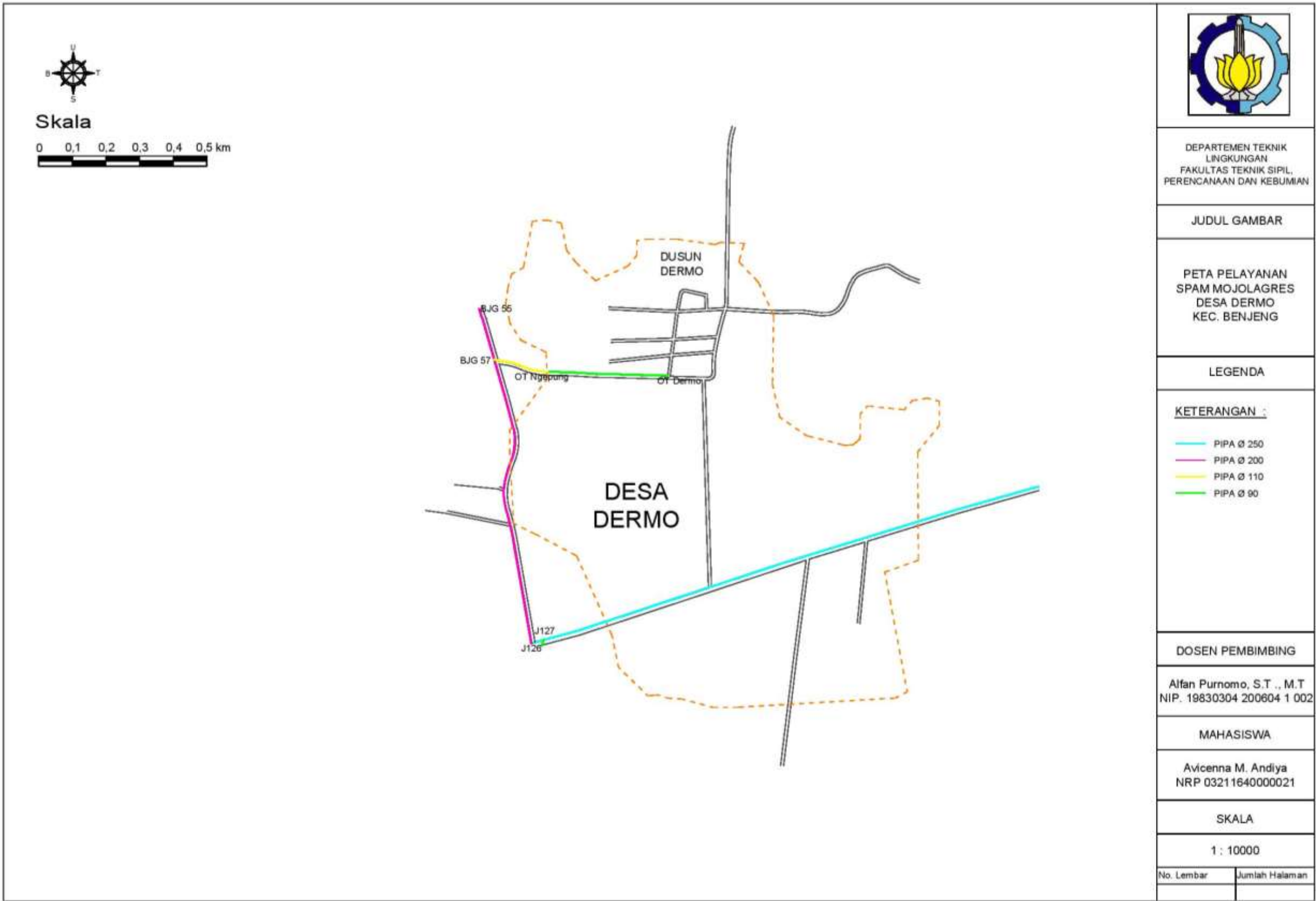
Gambar B.8 Jaringan SPAM Pelayanan Desa Bulurejo Kecamatan Benjeng



Gambar B.9 Jaringan SPAM Pelayanan Desa Deliksumber Kecamatan Benjeng



Gambar B.10 Jaringan SPAM Pelayanan Desa Dermo Kecamatan Benjeng

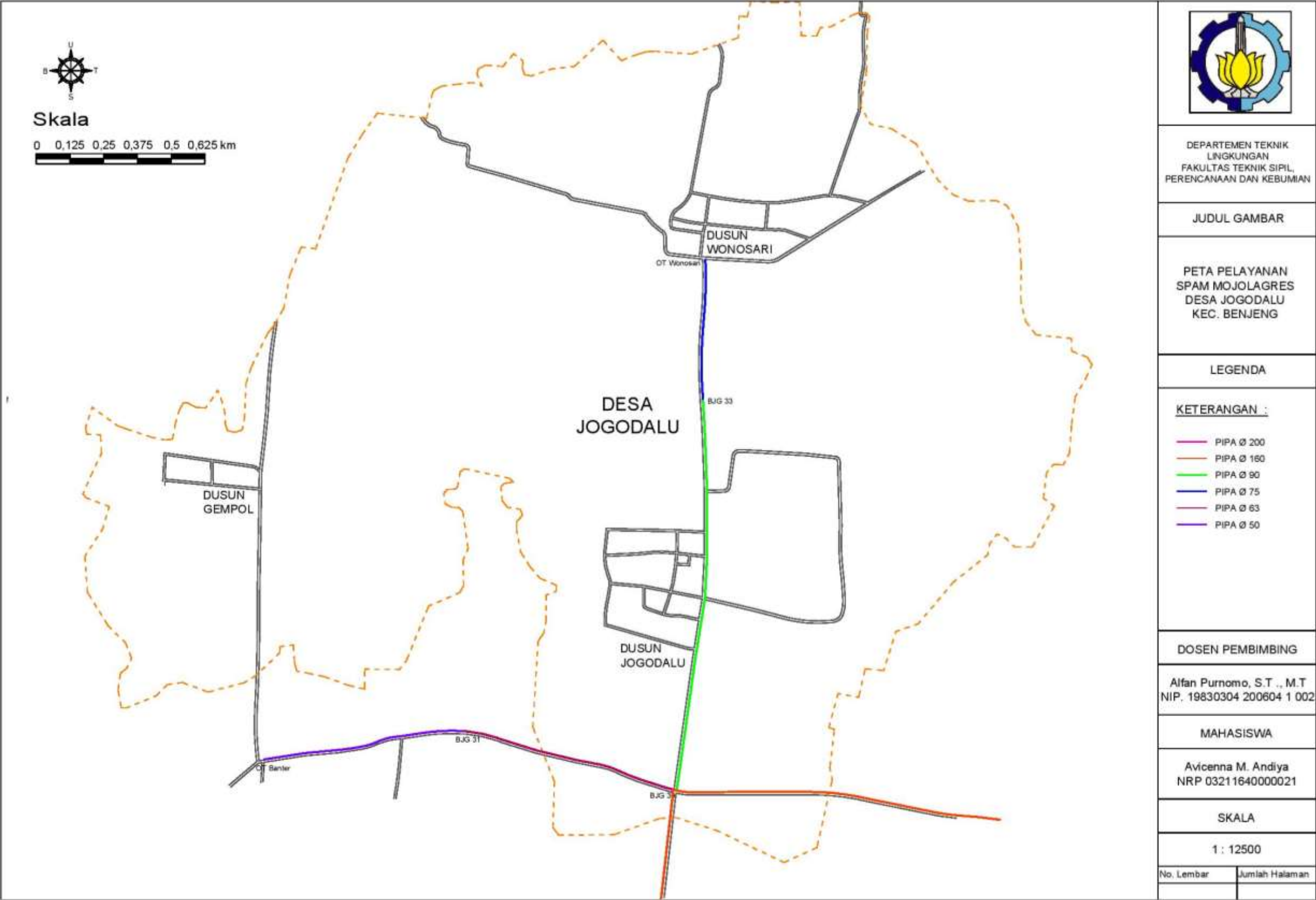




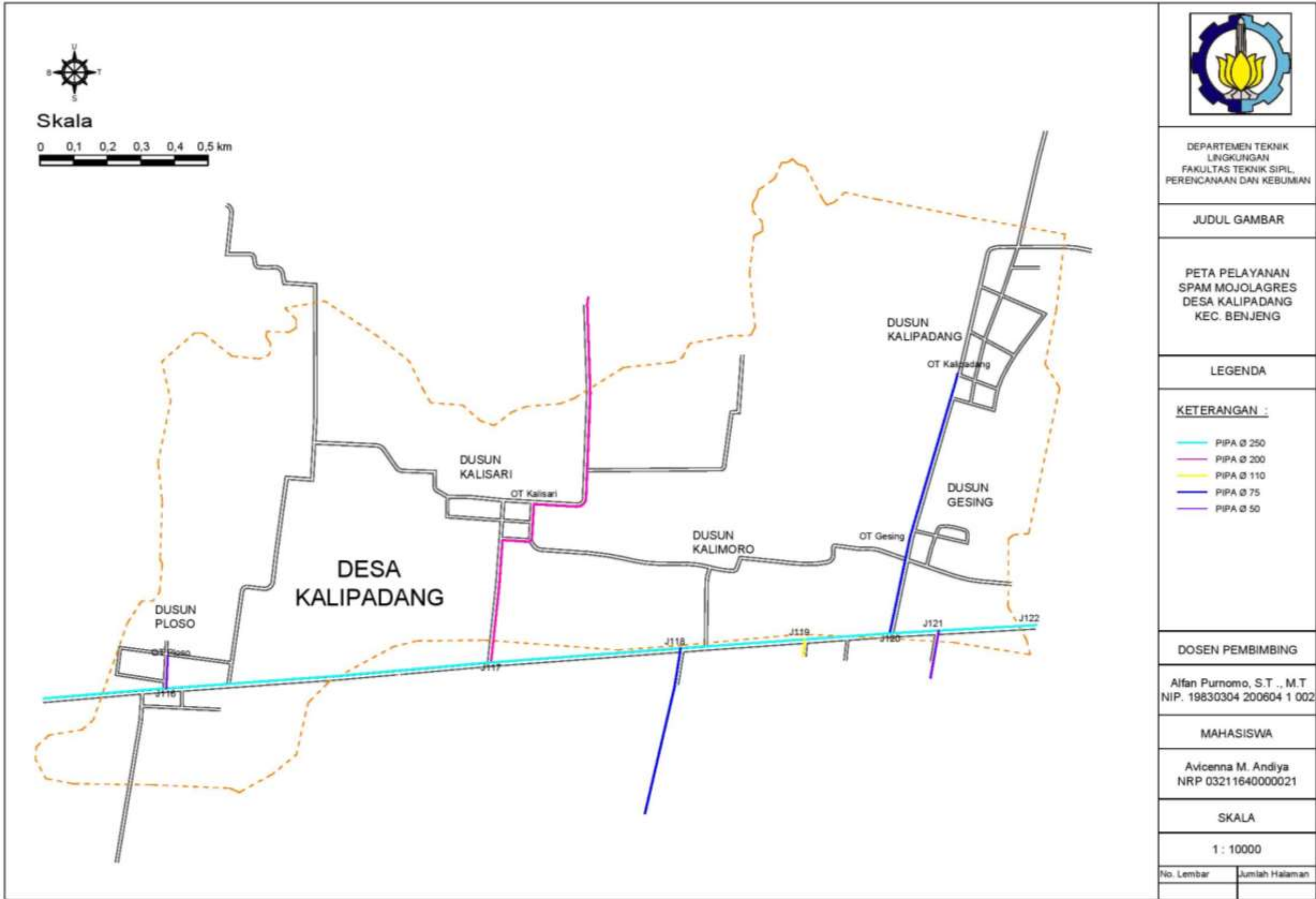
Gambar B.11 Jaringan SPAM Pelayanan Desa Jatirembé Kecamatan Benjeng



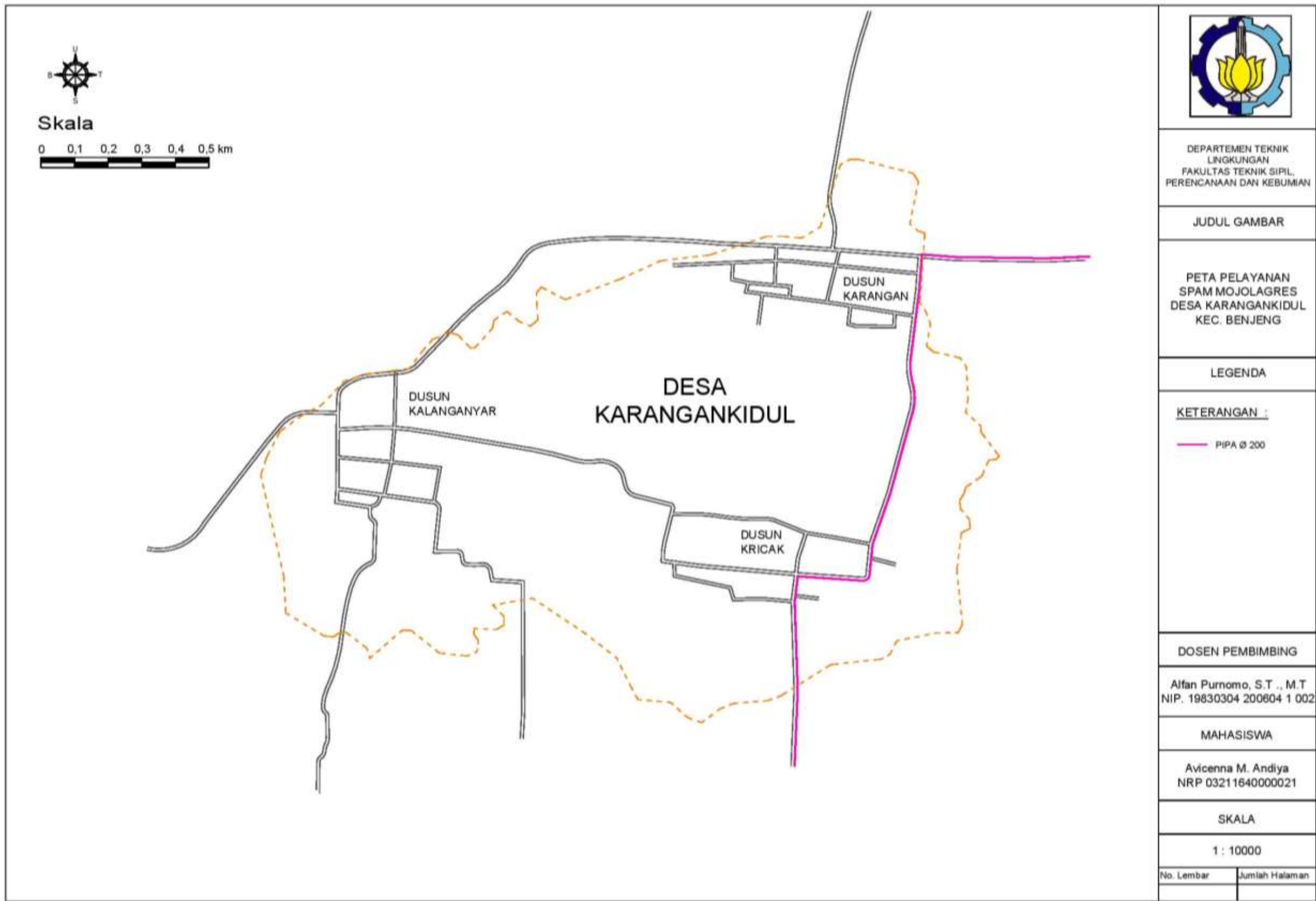
Gambar B.12 Jaringan SPAM Pelayanan Desa Jogodalu Kecamatan Benjeng



Gambar B.13 Jaringan SPAM Pelayanan Desa Kalipadang Kecamatan Benjeng

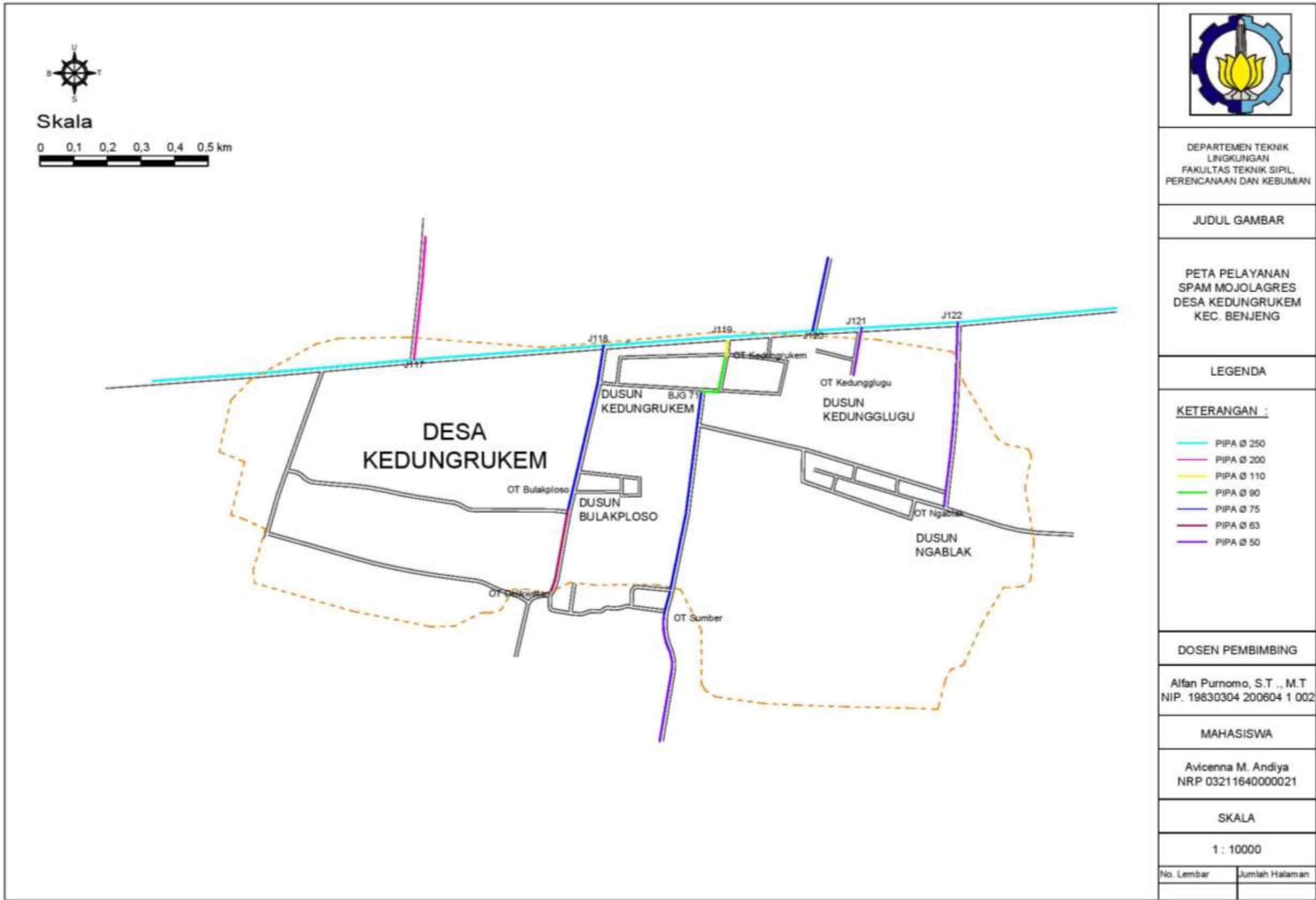


Gambar B.14 Jaringan SPAM Pelayanan Desa Karangankidul Kecamatan Benjeng

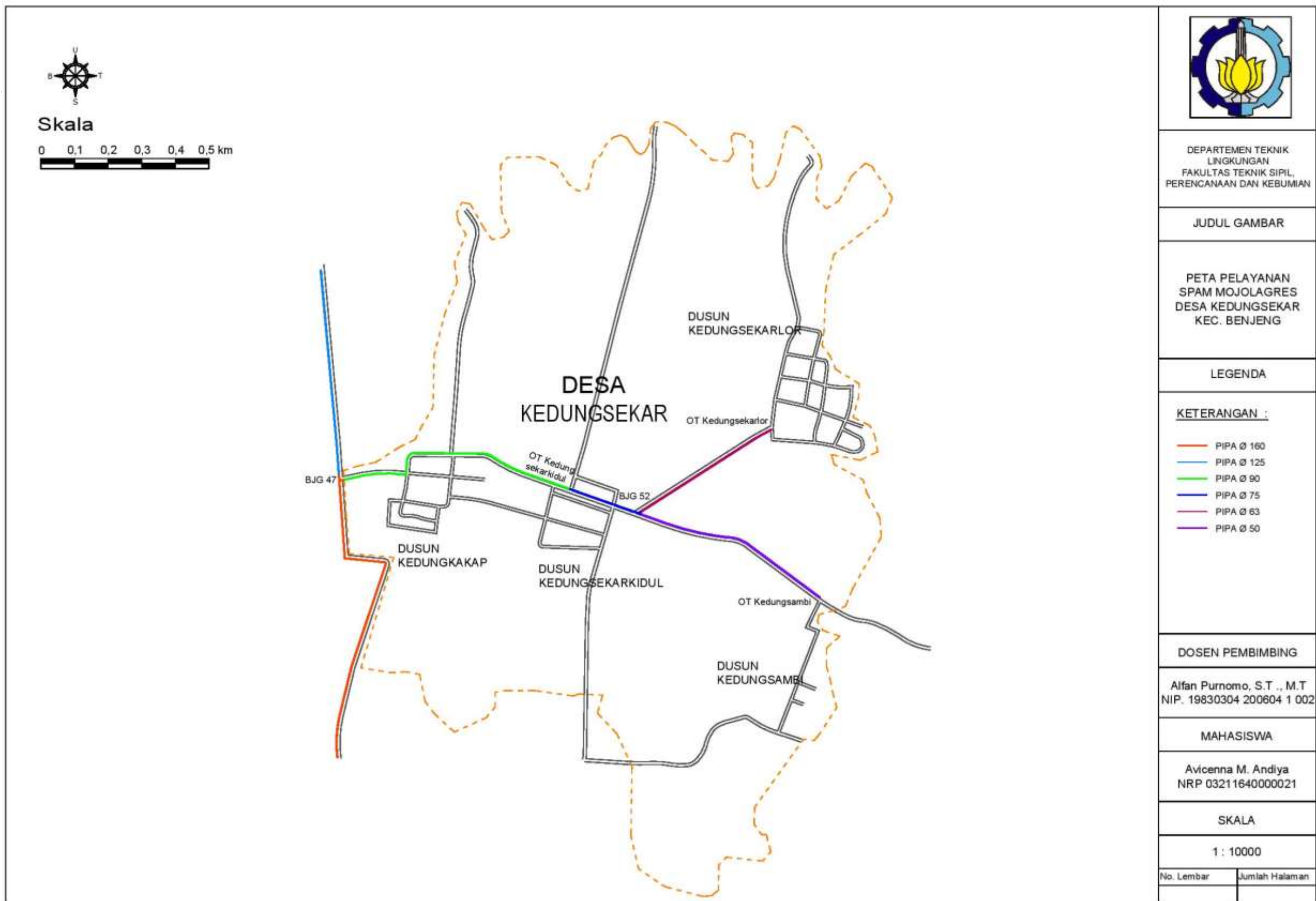




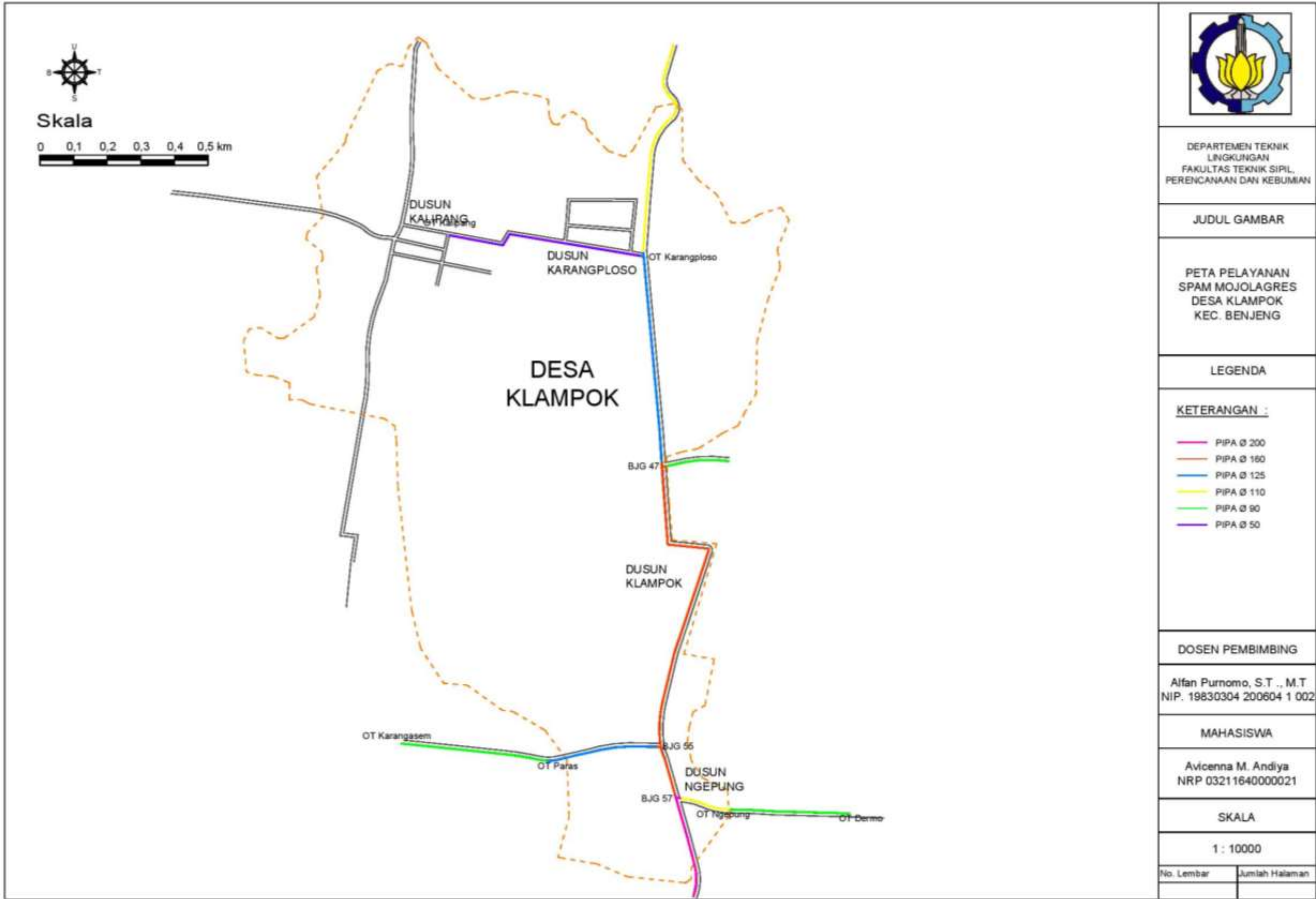
Gambar B.15 Jaringan SPAM Pelayanan Desa Kedungrukem Kecamatan Benjeng



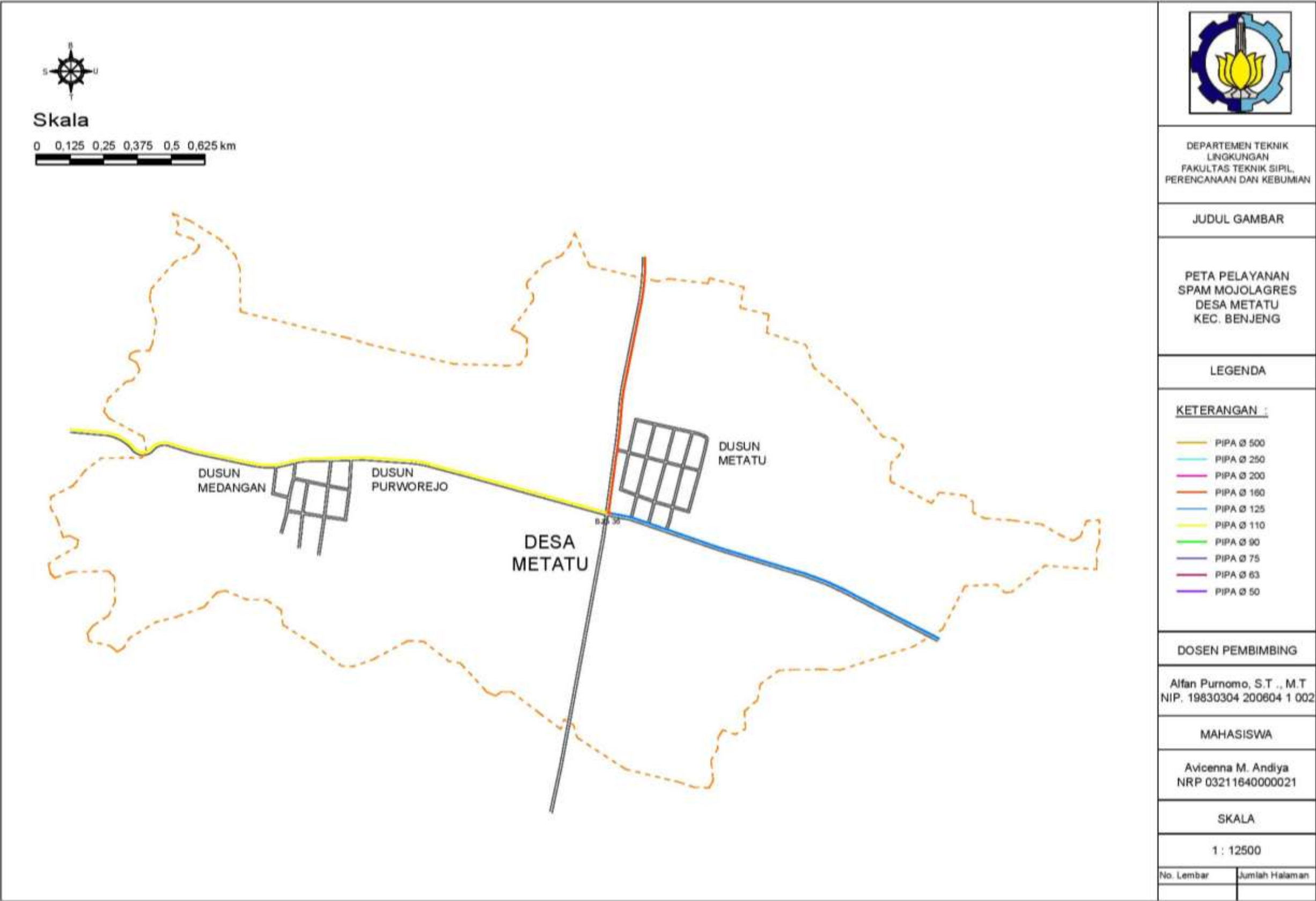
Gambar B.16 Jaringan SPAM Pelayanan Desa Kedungsekar Kecamatan Benjeng



Gambar B.17 Jaringan SPAM Pelayanan Desa Klampok Kecamatan Benjeng

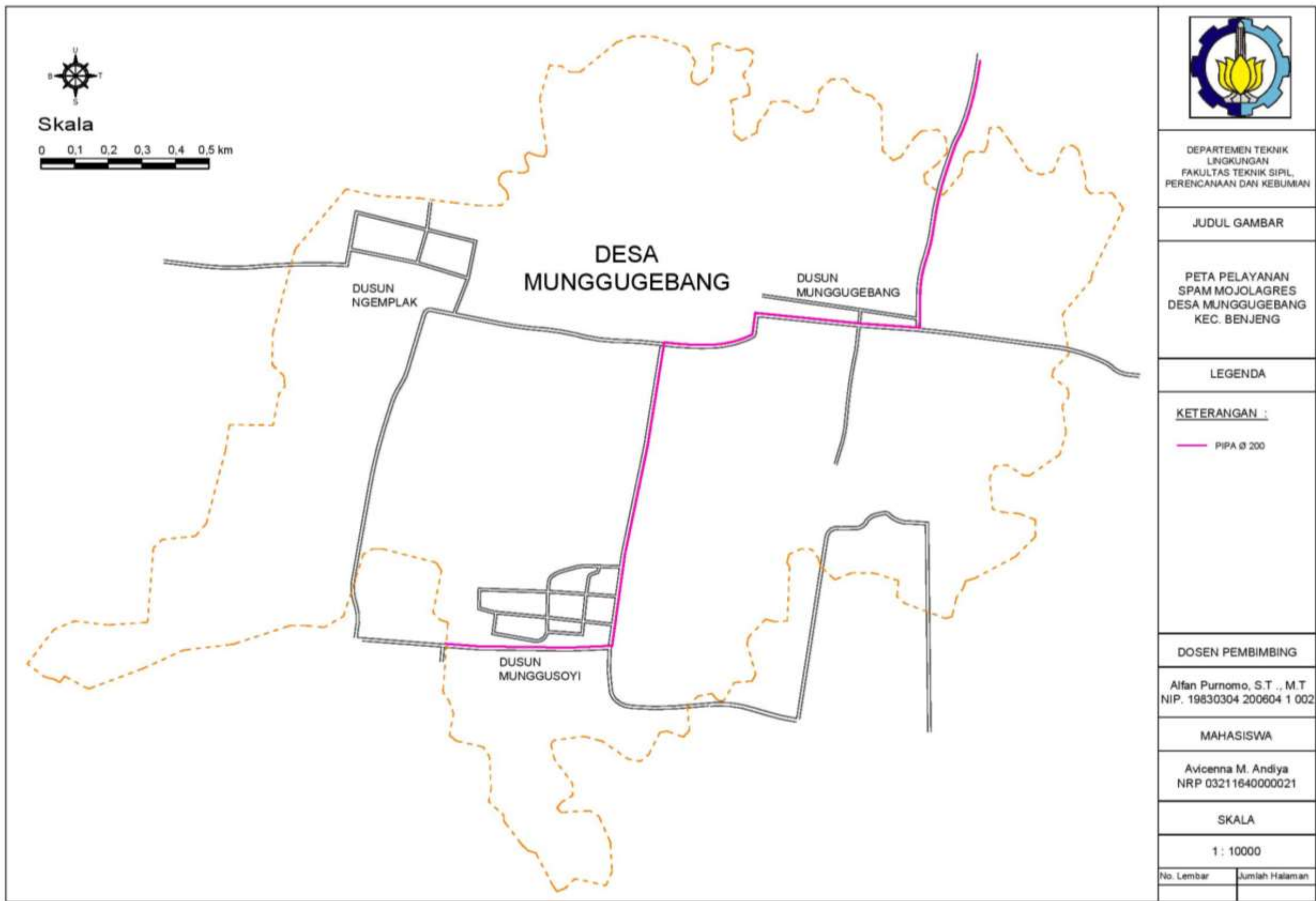


Gambar B.18 Jaringan SPAM Pelayanan Desa Metatu Kecamatan Benjeng

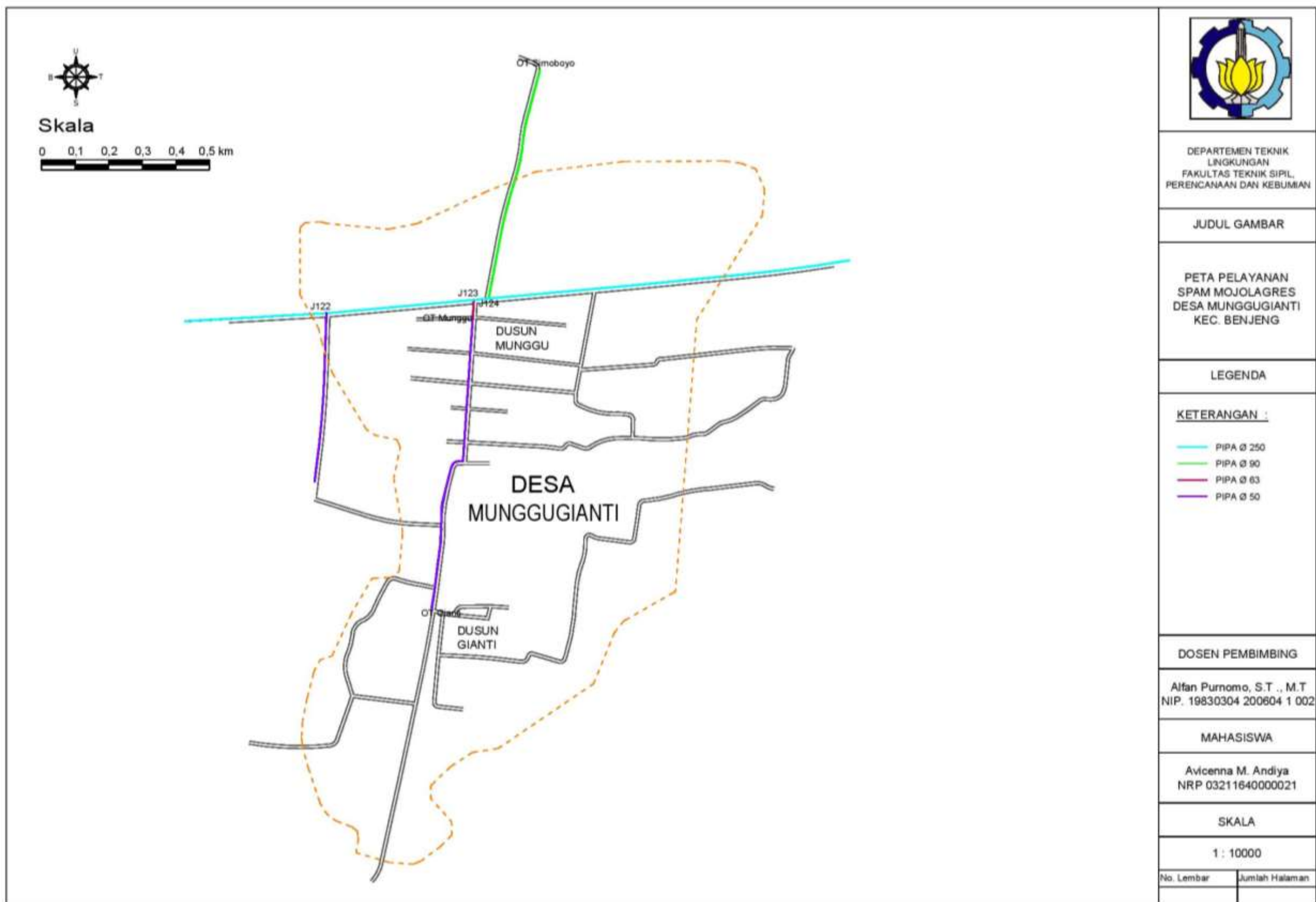




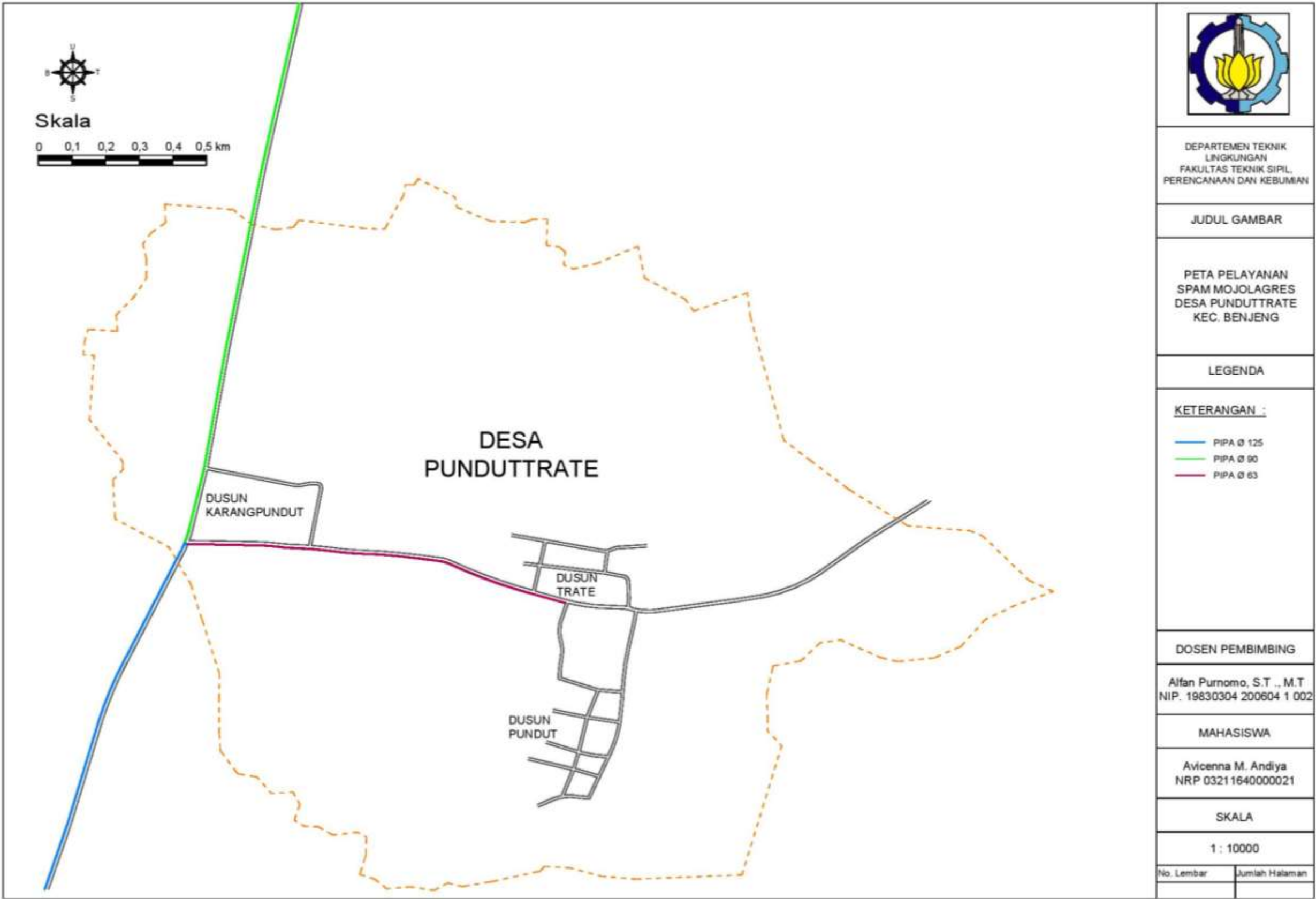
Gambar B.19 Jaringan SPAM Pelayanan Desa Munggugebang Kecamatan Benjeng



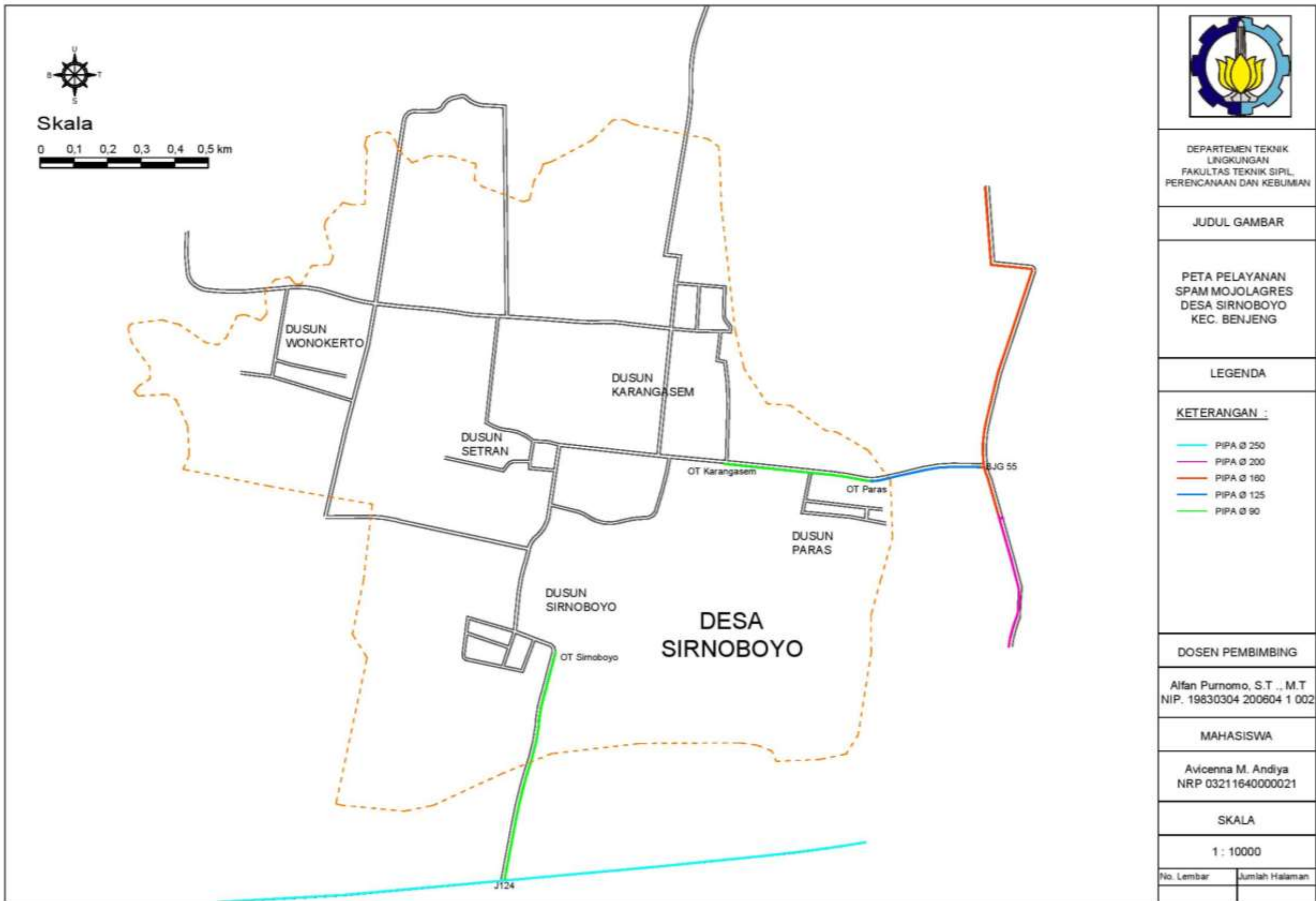
Gambar B.20 Jaringan SPAM Pelayanan Desa Munggugianti Kecamatan Benjeng



Gambar B.21 Jaringan SPAM Pelayanan Desa Punduttrate Kecamatan Benjeng

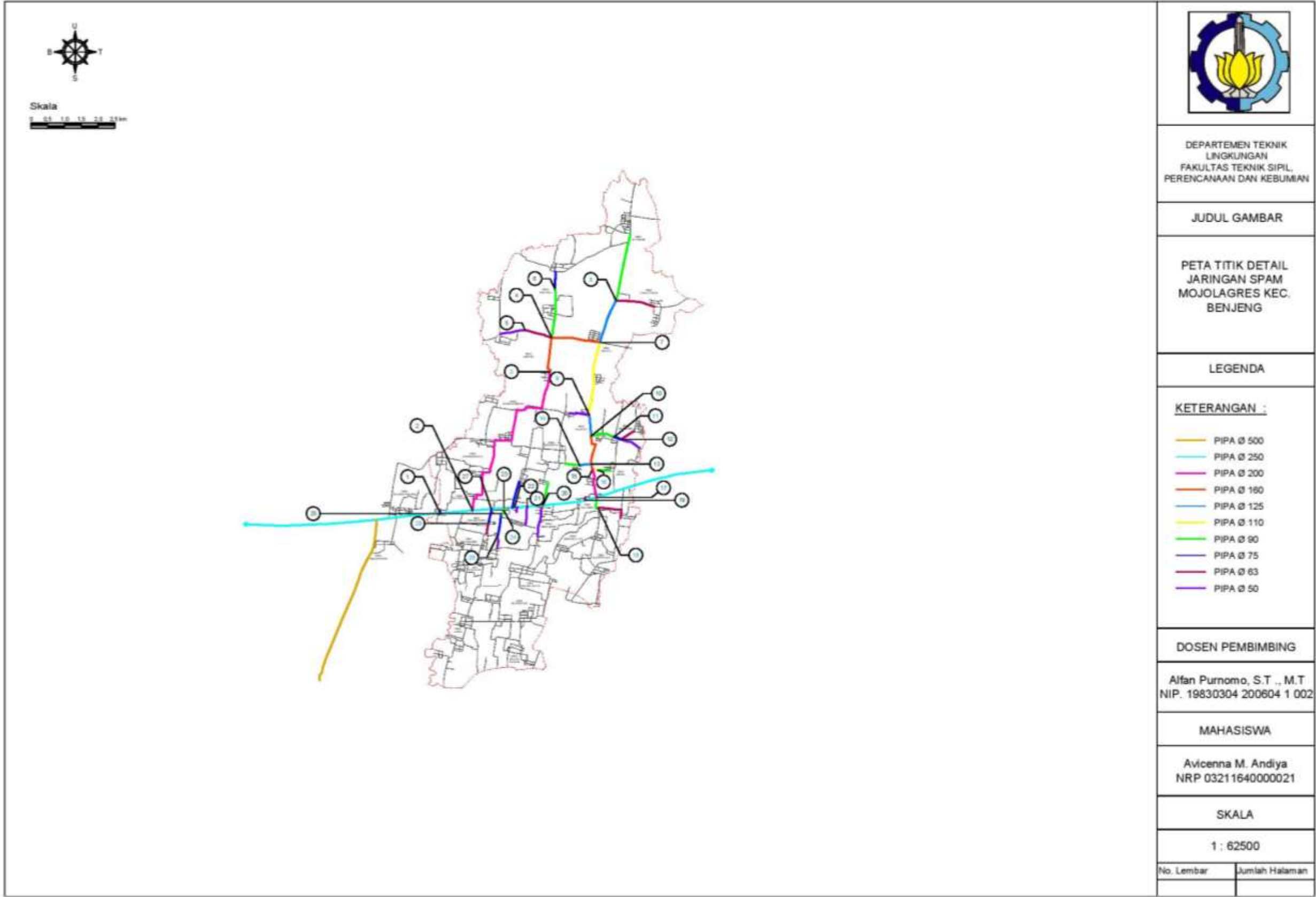


Gambar B.22 Jaringan SPAM Pelayanan Desa Sirnobojo Kecamatan Benjeng

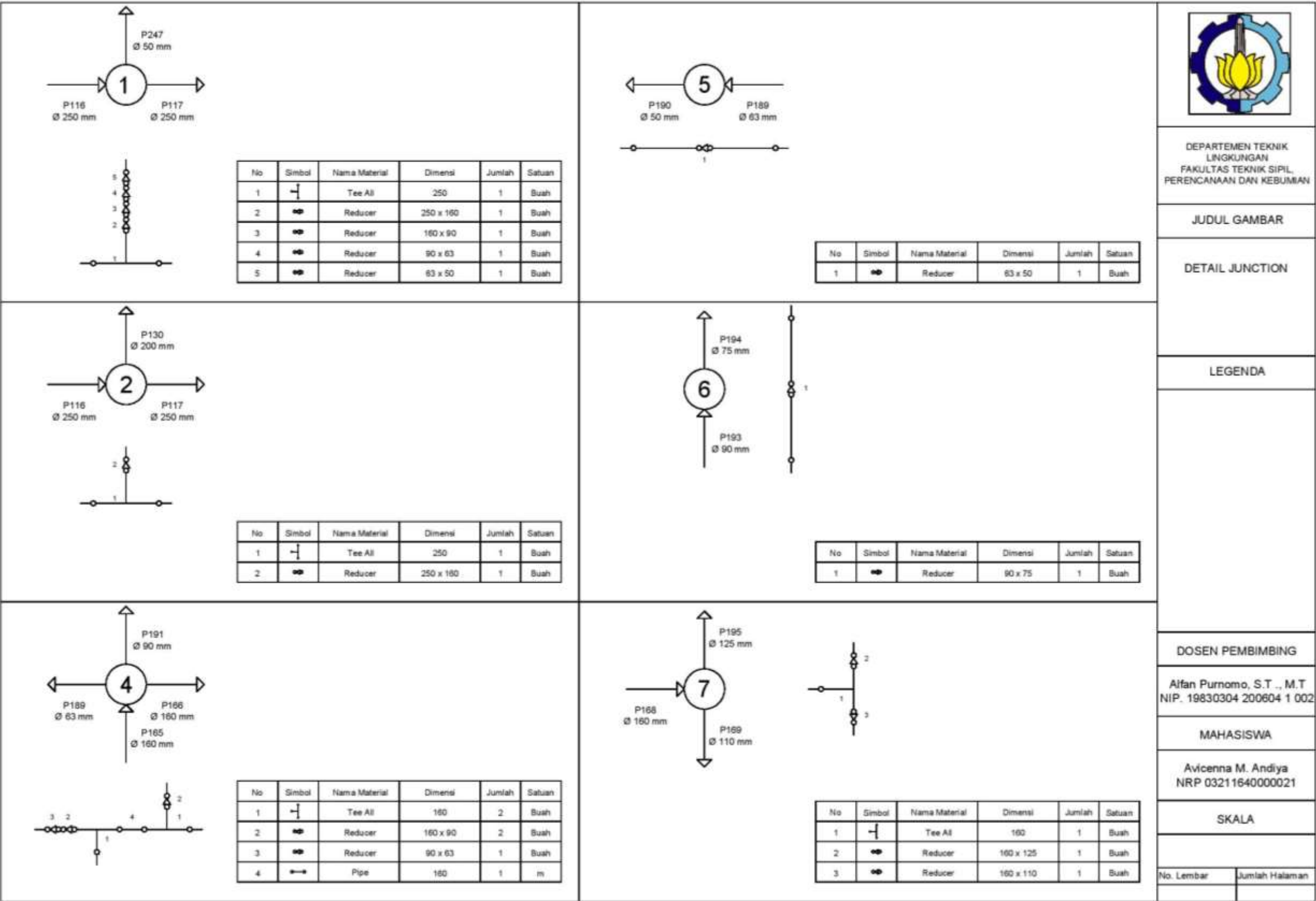




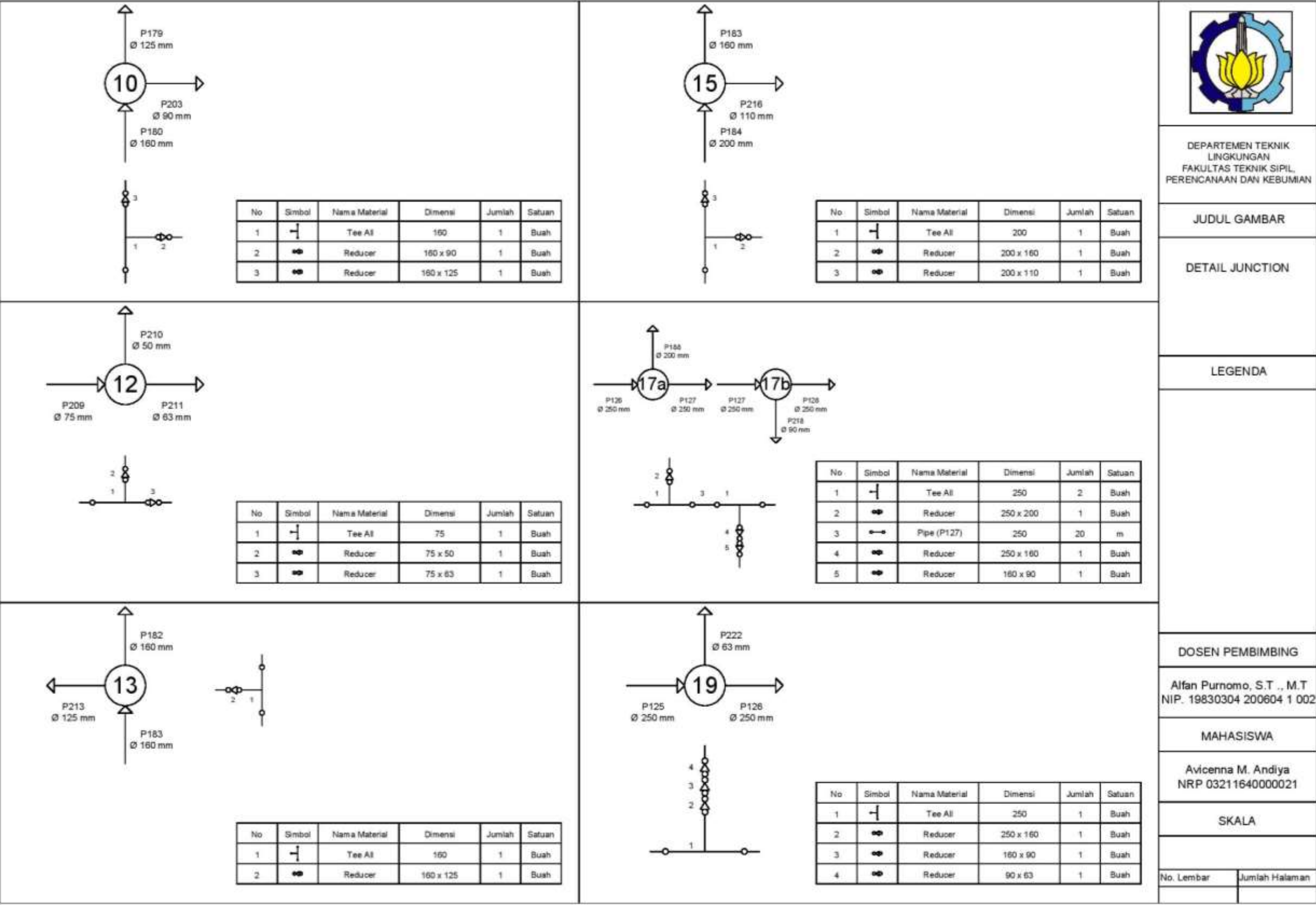
Gambar B.23 Peta Titik Detail *Junction*



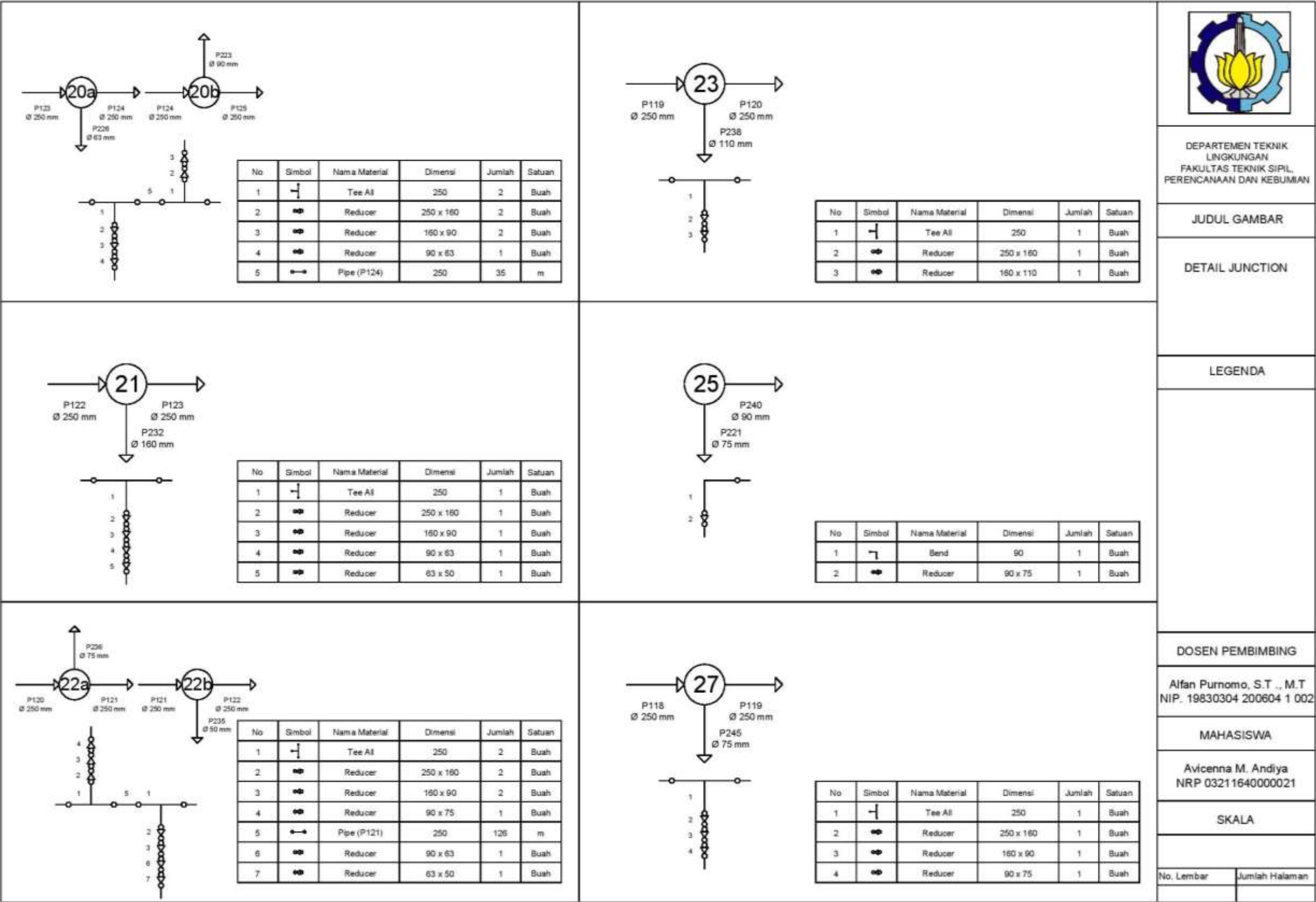
Gambar B.24 Titik Detail Junction I



Gambar B.25 Titik Detail *Junction II*

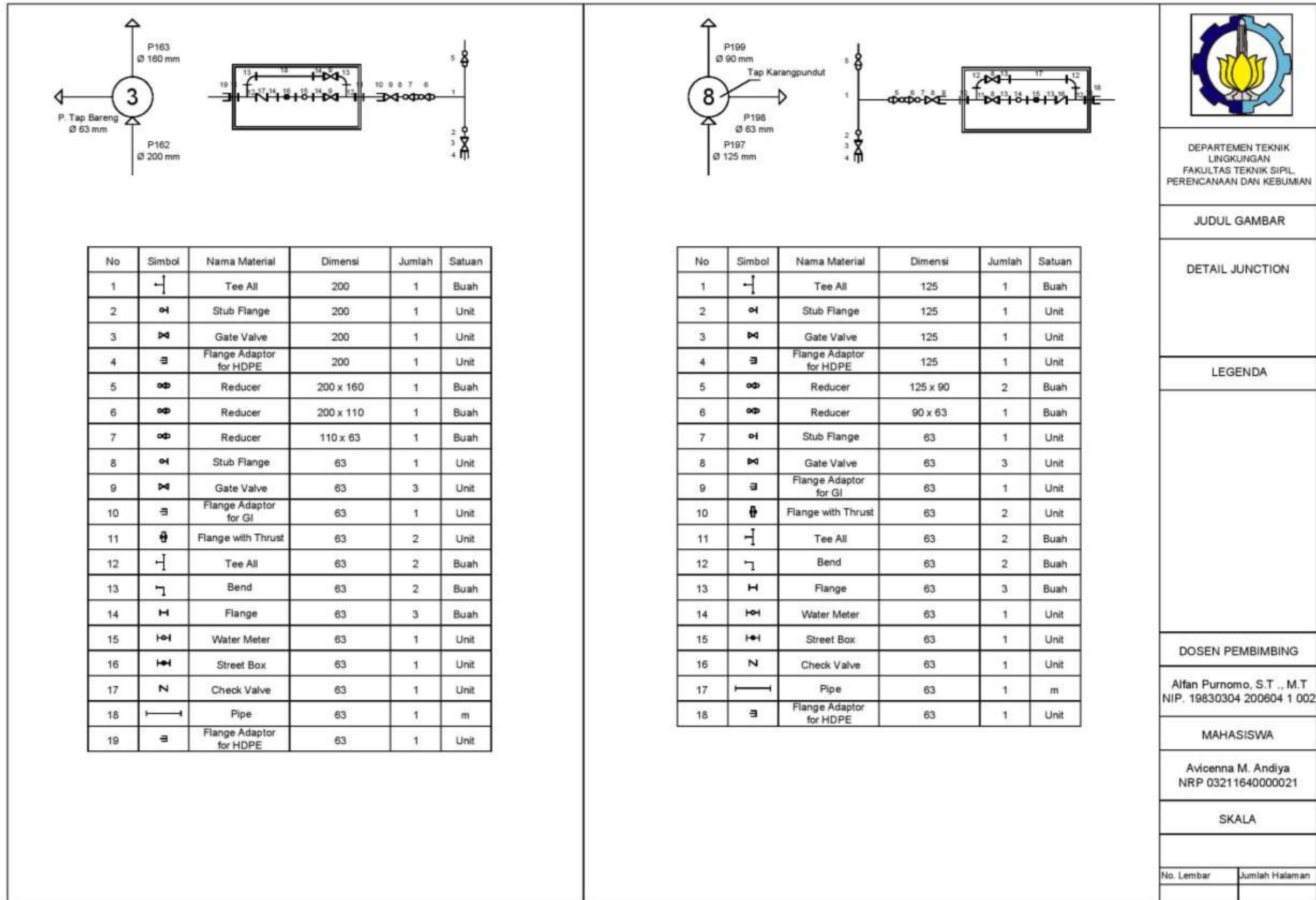


Gambar B.26 Titik Detail Junction III

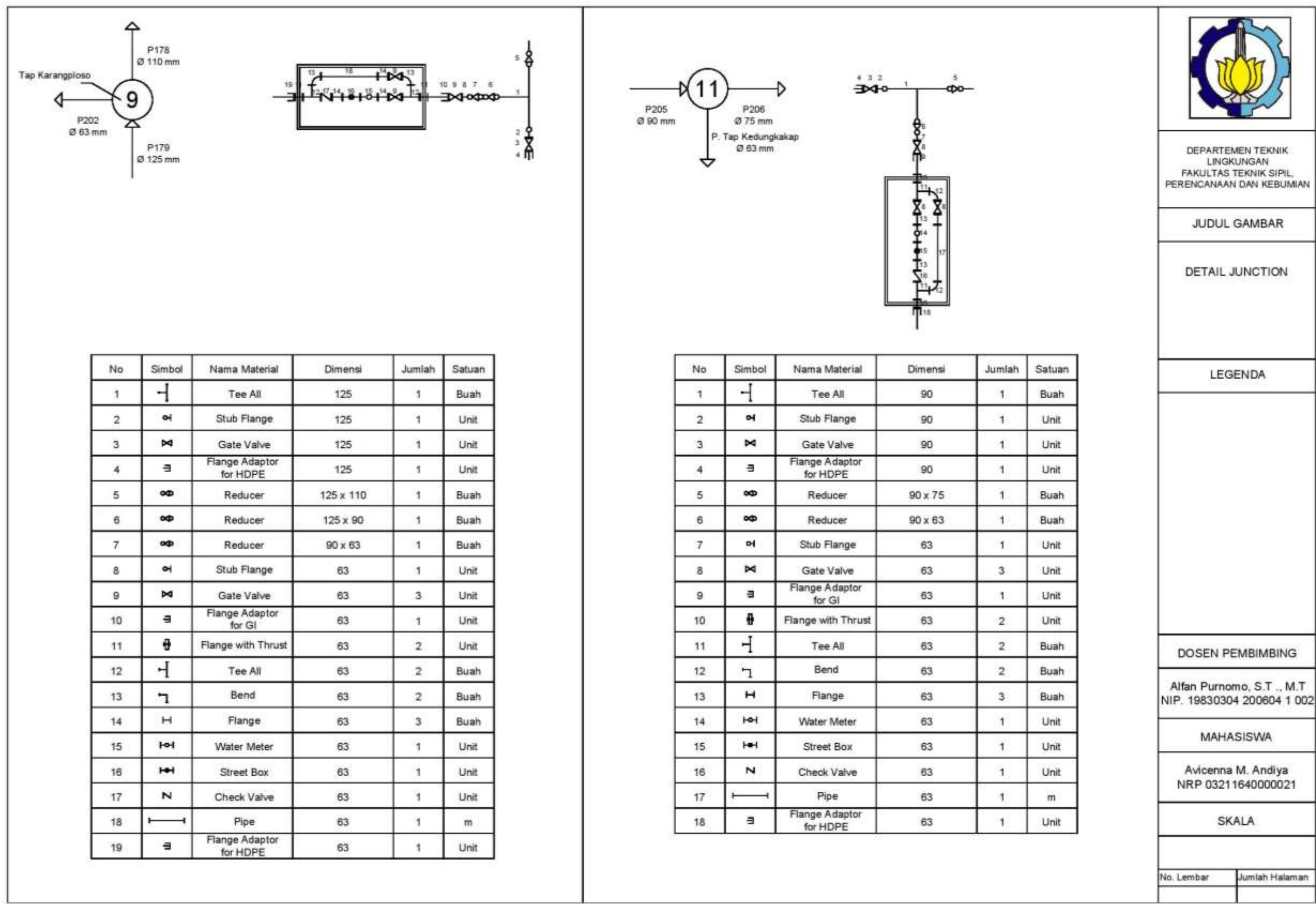




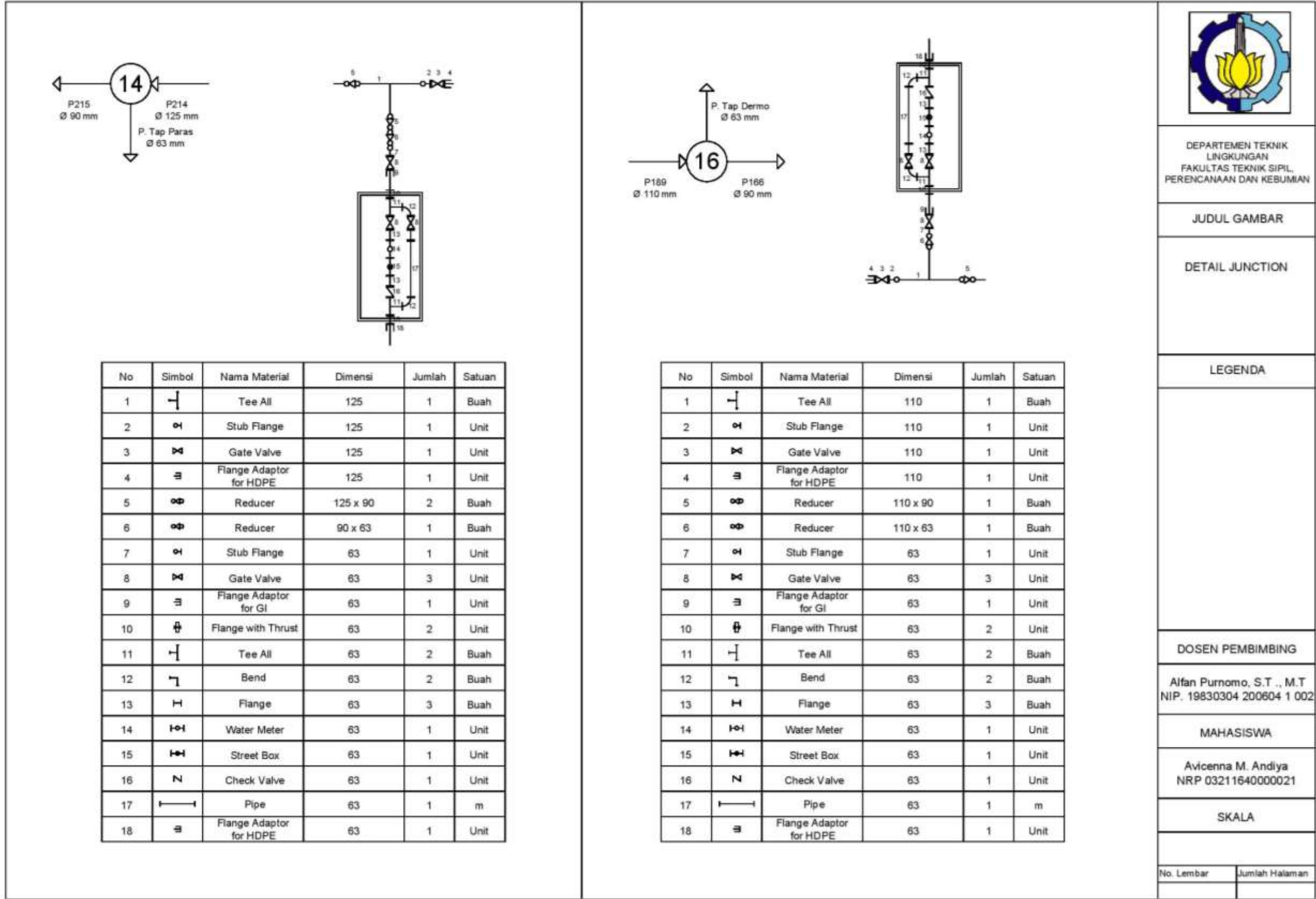
Gambar B.27 Titik Detail Junction IV



Gambar B.28 Titik Detail Junction V

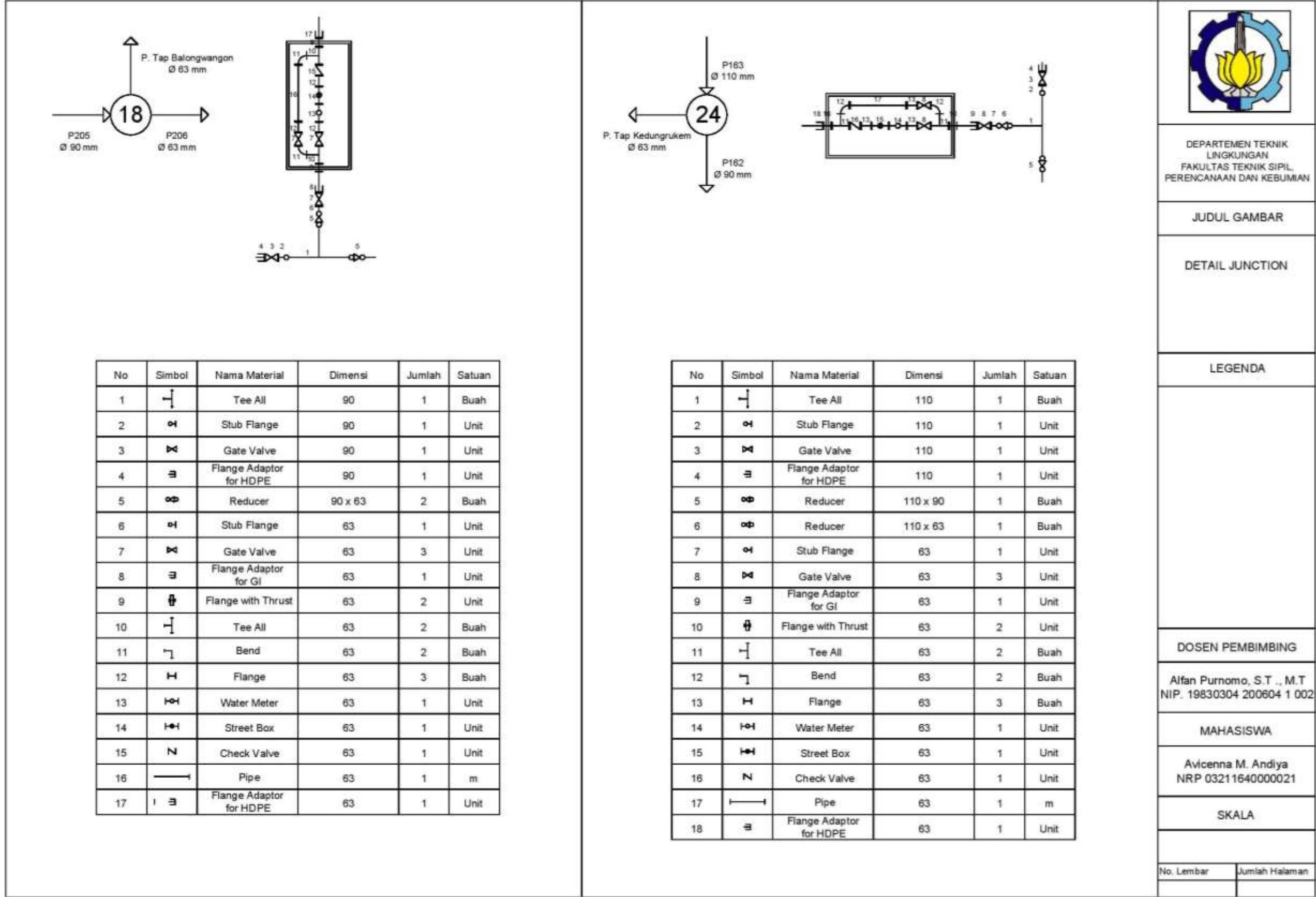


Gambar B.29 Titik Detail Junction VI

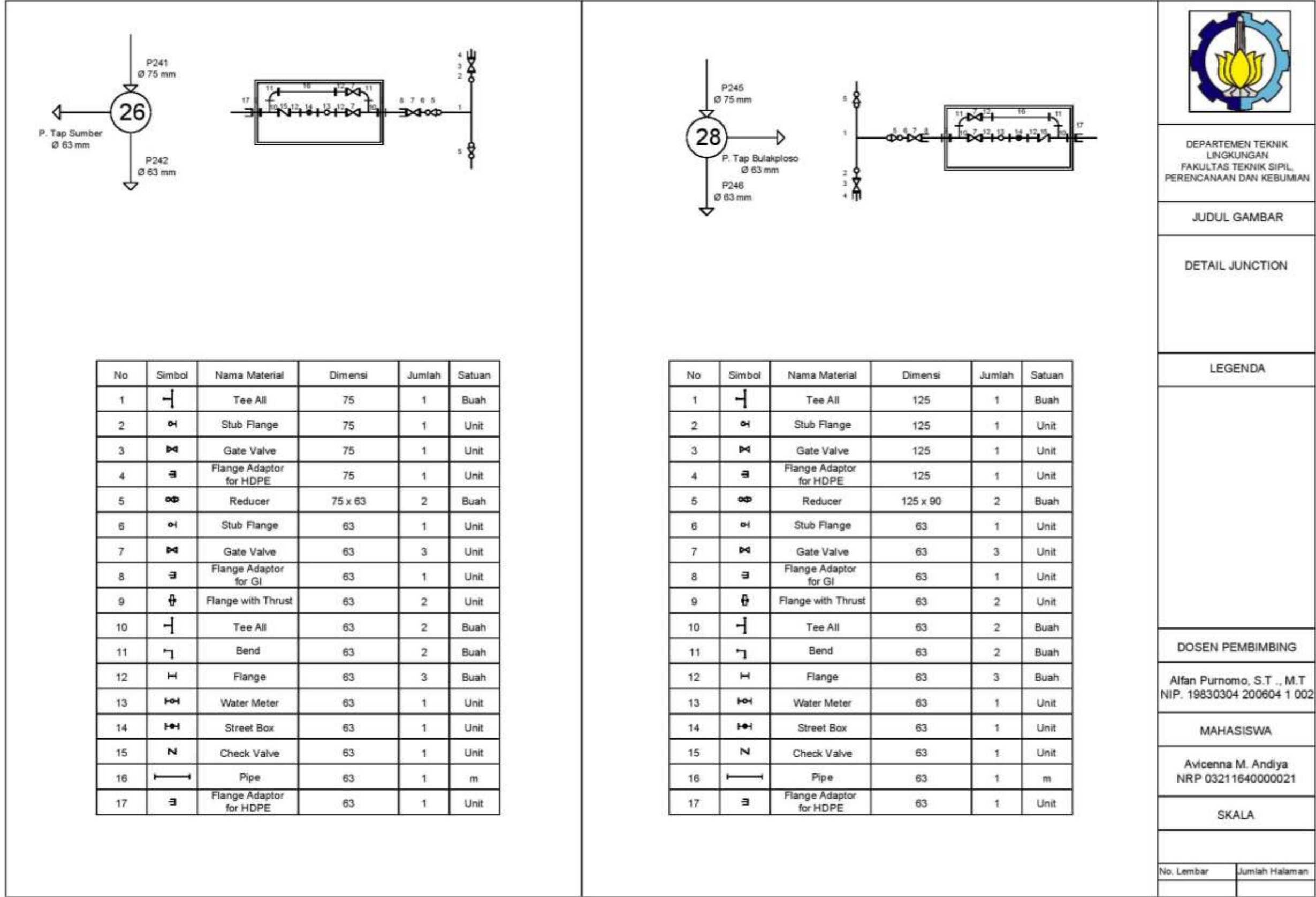




Gambar B.30 Titik Detail Junction VII



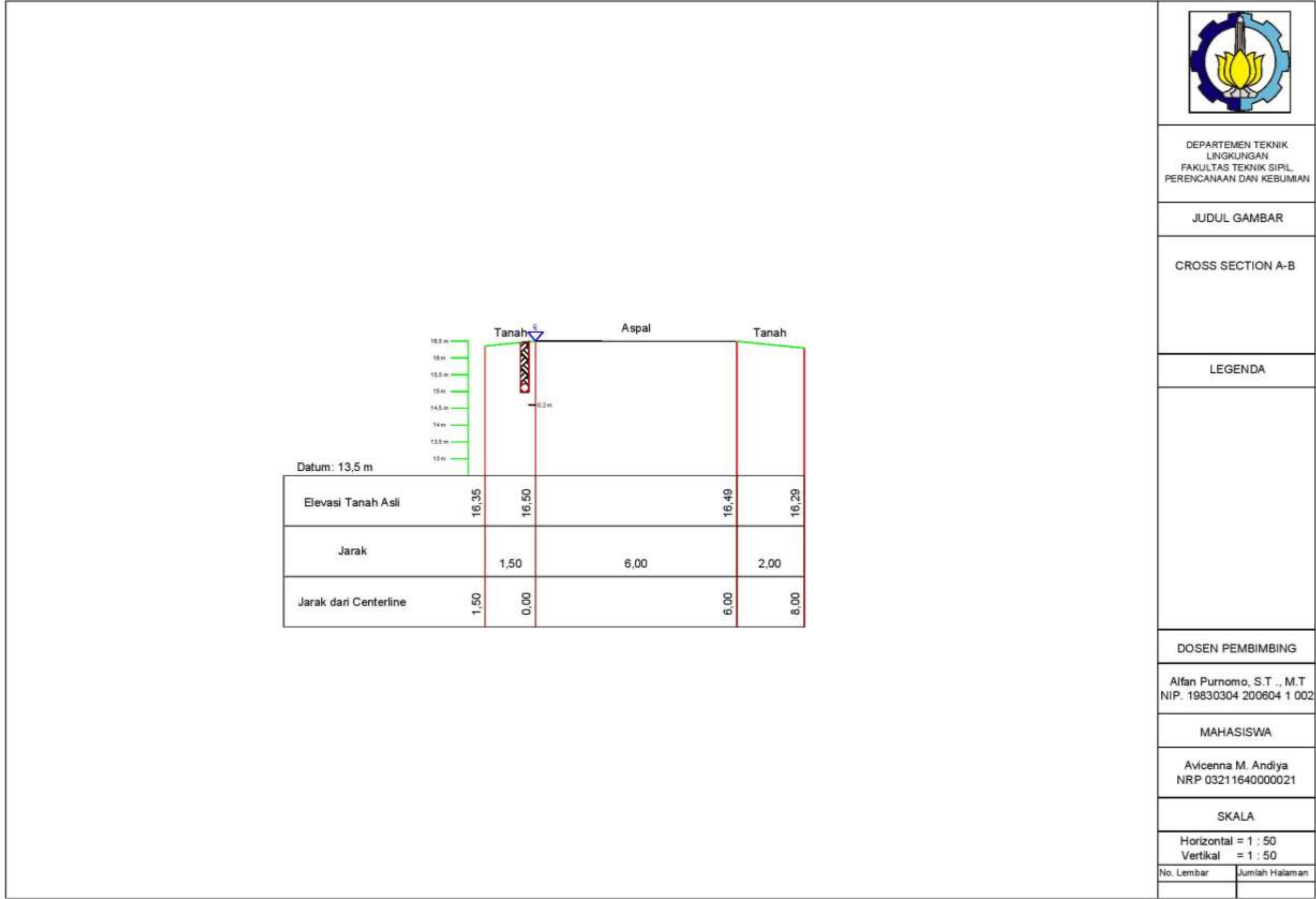
Gambar B.31 Titik Detail *Junction VIII*



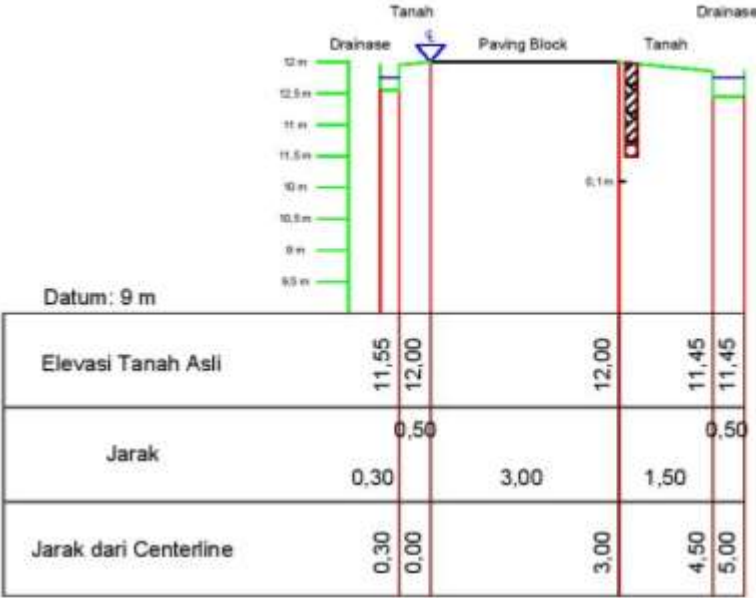
Gambar B.32 Keterangan Lokasi *Cross Section*



Gambar B.33 Cross Section A-B



Gambar B.34 Cross Section C-D



DEPARTEMEN TEKNIK  
LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL,  
PERENCANAAN DAN KEBUMIHAN

JUDUL GAMBAR

CROSS SECTION C-D

LEGENDA

DOSEN PEMBIMBING

Alfan Purnomo, S.T., M.T  
NIP. 19830304 200604 1 002

MAHASISWA

Avicenna M. Andiya  
NRP 03211640000021

SKALA

Horizontal = 1 : 50  
Vertikal = 1 : 50

No. Lembar      Jumlah Halaman



## BIOGRAFI PENULIS



Penulis bernama lengkap Avicenna Muhammad Andiya lahir di Balikpapan pada tanggal 9 Mei 1999 yang merupakan anak kedua dari dua bersaudara. Penulis menempuh pendidikan di SDN 009 Balikpapan Barat pada tahun 2005-2011. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan di SMPN 1 Balikpapan pada tahun 2011-2013 dan dilanjutkan pendidikan tingkat atas yang dilalui di SMAN 1

Balikpapan pada tahun 2013-2016. Penulis kemudian melanjutkan pendidikan S1 di Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan dan Kebumihan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya pada tahun 2016 dan terdaftar dengan NRP 03211640000021.

Selama perkuliahan, penulis aktif pada organisasi dan kepanitiaan pada lingkup departemen maupun institut. Pada tingkat departemen penulis pernah menjadi staf Divisi Dalam Negri Himpunan Mahasiswa Teknik Lingkungan periode 2017/2018, koordinator mentoring Lembaga Dakwah Jurusan Al-Kaun periode 2017/2018, dan anggota Komunitas Pecinta dan Pemerhati Lingkungan. Pada tingkat fakultas penulis pernah menjadi Kepala Badan Koordinasi Pemandu LKMM FTSLK periode 2019. Pada tingkat institut penulis pernah menjadi staf Kementerian Aksi dan Propaganda Badan Eksekutif Mahasiswa ITS periode 2018 serta menjadi Ketua Badan Kaderisasi Lembaga Dakwah Kampus Jama'ah Masjid Manarul Ilmi periode 2019. Penulis telah mengikuti Latihan Keterampilan Manajemen Mahasiswa Tingkat Lanjut tahun 2019. Penulis pernah menjadi asisten praktikum untuk mata kuliah Mikrobiologi Lingkungan, Kimia Lingkungan, dan Teknologi Remediasi. Berbagai pelatihan dan seminar terkait teknik lingkungan juga telah diikuti dalam rangka untuk pengembangan diri dan penambah wawasan. Bila ada pertanyaan terkait tugas akhir penulis, silahkan menghubungi penulis via email di [avicma123@gmail.com](mailto:avicma123@gmail.com).



**KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR**

Nama : Avicenna Muhammad Andiya  
NRP : 0321164000021  
Judul : Perencanaan Sistem Distribusi Air Minum  
Kecamatan Benjeng Kabupaten Gresik

No	Tanggal	Keterangan Kegiatan / Pembahasan	Check List
1	01-02-20	Asistensi revisi pasca sidang proposal.	V
2	24-02-20	Asistensi terkait perizinan ke PT. AB Jawa Timur serta pengambilan data elevasi.	V
3	28-02-20	Asistensi terkait hasil pengambilan data elevasi dari IPA Mojolagres hingga meter induk di Balongpanggang.	V
4	28-04-20	Asistensi terkait pembagian debit dengan data pengembangan SPAM dari PDAM Kabupaten Gresik..	V
5	03-05-20	Asistensi pembuatan peta rencana wilayah terlayani SPAM Mojolagres serta pemenuhan data untuk analisis.	V

6	06-05-20	Asistensi proyeksi kebutuhan air untuk Kecamatan Balongpanggang, Benjeng, dan Cerme.	V
7	18-05-20	Asistensi mengenai pembagian debit di Kecamatan Balongpanggang, Benjeng, dan Cerme.	V
8	19-05-20	Asistensi pemilihan wilayah dusun yang terlayani SPAM dan PDAM.	V
9	20-05-20	Asistensi terkait sistem jaringan campuran (terbuka dan tertutup)	V
10	23-05-20	Asistensi terkait pompa dan tanki pada unit booster.	V
11	24-05-20	Asistensi hasil simulasi EPANET sementara.	V
12	25-05-20	Asistensi terkait penggunaan reservoir dan fluktuasi debit pemakaian.	V
13	04-06-20	Asistensi terkait BOQ dan RAB serta penggunaan HSPK.	V
14	26-06-20	Asistensi terkait perencanaan elevated reservoir.	V
15	01-07-20	Asistensi terkait hasil simulasi EPANET pada jam puncak dan jam pemakaian rata-rata.	V
16	03-07-20	Asistensi terkait pembuatan PPT dan teknik presentasi.	V
17	05-07-20	Asistensi tentang penulisan dan isi kesimpulan pada laporan tugas akhir untuk pengumpulan syarat sidang lisan tugas akhir.	V

18	15-07-20	Asistensi terkait file PPT untuk sidang lisan tugas akhir.	V
19	17-07-20	Asistensi revisi dari penguji pasca sidang lisan tugas akhir.	V
20	29-07-20	Asistensi revisi pasca sidang lisan tugas akhir mengenai <i>detail junction</i> dan <i>cross section</i> (via zoom).	V
21	08-07-20	Asistensi mengenai jurnal dan laporan tugas akhir yang akan di <i>upload</i> (via zoom).	V

Surabaya, 6 Agustus 2020  
Dosen Pembimbing



Alfian Purnomo, S.T., M.T.

## Saran Perbaikan Ujian Lisan TA Genap 2019/2020

## Lisan Air

## Lab Teknologi Pengolahan Air

Input NRP anda (tanpa spasi,format: 3XXXXXXXXXX)

3211640000021

## Avicenna Muhammad Andiya (3211640000021)

Dosen Pembimbing: Alfian Rumondjo, ST, MT

Saran:

Lihat lebih lanjut ([https://drive.google.com/open?id=1yoT3dG6kTh5Jd4WtDDy6\\_nH58B3DQ](https://drive.google.com/open?id=1yoT3dG6kTh5Jd4WtDDy6_nH58B3DQ))

LULUS

Dosen Penguji 1: Ir. Kiddy Setiadi Soedjono, MSc., PhD:

Saran:

1. Karena sudah mendapatkan tugas PCDD/PCDF, sehingga ini TA harus lebih dibarengkan dengan tugas yang sudah diarahkan.
2. Diperlukan materi yang lebih sesuai dengan arahan diberikan oleh dosen.
3. Materi yang didapat dari jalan yang menjadi tidak baik pada paragraf tersebut.
4. Jelaskan dari awal, BMR dan lain-lain dengan berdasarkan pengolahan Air Minum Masyarakat.
5. Perbaiki dan pendahuluan tabel yang sangat sebagai matriks dan harus ada kaitannya.

LULUS

Dosen Penguji 2: Dr. Ali Masduki, ST., MT:

Saran:

1. Abstrak diperbaiki, padat. Tidak boleh ada citraan.

LULUS

Dosen Penguji 3: Suci Agustina Wujang, ST, MT

Saran:

1. Sesuai hasil rekam, perbaikan sudah baik dan sesuai dengan ya

LULUS

OK