



TUGAS AKHIR – RC 18-4803

**PERENCANAAN PENGEMBANGAN JARINGAN PERPIPAAN
DISTRIBUSI KECAMATAN RUNGKUT PDAM KOTA SURABAYA**

ALDO RAVENDY ZOLA H
NRP. 031 115 4000 0045

Dosen Pembimbing I :
Dr. Ir. Wasis Wardoyo, M.Sc.

Dosen Pembimbing II :
Dr. Mahendra Andiek Maulana, ST, MT.

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2019



TUGAS AKHIR – RC 18-4803

**PERENCANAAN PENGEMBANGAN JARINGAN PERPIPAAN
DISTRIBUSI KECAMATAN RUNGKUT PDAM KOTA SURABAYA**

ALDO RAVENDY ZOLA H
NRP. 031 115 4000 0045

Dosen Pembimbing I :
Dr. Ir. Wasis Wardoyo, M.Sc.

Dosen Pembimbing II :
Dr. Mahendra Andiek Maulana, ST, MT.

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2019

**PERENCANAAN PENGEMBANGAN JARINGAN
PERPIPAAN DISTRIBUSI KECAMATAN RUNGKUT
PDAM KOTA SURABAYA
TUGAS AKHIR**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada

Bidang Studi Hidroteknik
Program Studi S-1 Reguler Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan , dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

ALDO RAVENDY ZOFA H

NRP. 0311154000045

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir

1. Dr. Ir. Wasis Wardoyo, (.....)
2. Dr. Mahendra Andiek Maulana, ST, MT (.....)



SURABAYA, JULI 2019

**PERENCANAAN PENGEMBANGAN JARINGAN
PERPIPAAN DISTRIBUSI KECAMATAN RUNGKUT
PDAM KOTA SURABAYA**

Nama Mahasiswa : Aldo Ravendy Zola H
Nrp : 0311154000045
Jurusan : Teknik Sipil
Pembimbing : Dr.Wasis Wardoyo, Ir., M.Sc.
Dr. Mahendra Andiek Maulana, ST, MT.

ABSTRAK

Kecamatan Rungkut menurut peta pembagian distribusi layanan air oleh PDAM adalah zona 1 subzona 112,113,114,115,116 dan 118 Pada zona tersebut. Menurut BAPEKKO Kota Surabaya, pada ke-6 subzona tersebut akan dikembangkan banyak fasilitas umum seperti apartemen, mall, dan lain-lain. Kecamatan tersebut juga akan dilalui oleh MERR (Middle East Ring Road) dan OERR (Outer East Ring Road) dua jalan kota yang direncanakan oleh PEMKOT Surabaya. Seiring dengan dibangunnya infrastruktur jalan, suatu perekonomian dan pertumbuhan penduduk di daerah tersebut juga akan mengalami kenaikan dengan adanya toko-toko dan perumahan baru. Dikarenakan hal tersebut, kebutuhan akan adanya air bersih juga meningkat. Oleh karena itu, perlu dikembangkannya jaringan pipa distribusi di Kecamatan Rungkut melihat perkembangan yang signifikan kedepannya terutama pada subzona yang terpengaruh langsung oleh MERR yaitu subzona 112,113,114, dan 115. Perencanaan pengembangan jaringan distribusi ini ditujukan agar tidak terjadinya kekurangan pemenuhan air bersih akibat tingginya pertumbuhan penduduk dan perkembangan fasilitas umum.

Perencanaan pengembangan jaringan distribusi mempertimbangkan permasalahan kehilangan energi major dikarenakan gaya gesek dan kehilangan minor yang diakibatkan oleh aksesoris pada pipa. sepanjang pipa distribusi air bersih. Analisa menggunakan program bantu Epanet 2.0 untuk

mendapatkan jaringan pipa distribusi proyeksi pada tahun 2034, dengan menyesuaikan. Perkembangan fasilitas umum menurut rencana tata ruang kota dan jumlah kebutuhan air masyarakat pada tahun 2034. Dalam hal ini perencanaan pengembangan jaringan distribusi meliputi perhitungan proyeksi perkembangan penduduk dan fasilitas umum, analisa kebutuhan air, analisa sistem jaringan distribusi meliputi profil pipa yang digunakan, kebutuhan pompa, dan tekanan pada ujung jaringan menggunakan program bantu Epanet 2.0. Beberapa data yang dibutuhkan untuk menghitung perencanaan pengembangan yaitu : Data jaringan pipa eksisting, data pertumbuhan penduduk, data perkembangan fasilitas umum,

Berdasarkan hasil perencanaan pengembangan menggunakan program Epanet 2.0 didapatkan bahwa pada tahun 2034 dibutuhkan pengembangan jaringan distribusi terutama pada subzona 113 dan 115. Bentuk pengembangan mempertimbangkan kebutuhan domestik dan non domestik air proyeksi pada tahun 2034. Pada subzona 113 dan 115 perlu adanya pengembangan dikarenakan kedua subzona tersebut tidak dapat mengalirkan kebutuhan air pada tahun 2034. Bentuk pengembangan pada subzona 113 dan 115 berupa perbesaran diameter pipa primer pada subzona 112 dan 114 yang terhubung pada kedua subzona terkait.

Kata Kunci : Pipa Distrubusi, PDAM, Epanet, Rungkut

**DISTRIBUTION NETWORK DEVELOPMENT
PLANNING OF KECAMATAN RUNGKUT PDAM KOTA
SURABAYA**

Name : Aldo Ravendy Zola H
ID : 0311154000045
Department : Teknik Sipil
Supervisors : Dr.Wasis Wardoyo, Ir., M.Sc.
Mahendra Andiek Maulana, ST.MT.

ABSTRACT

Rungkut sub-district according to the map of the distribution of water services by the PDAM is zone 1 subzona 112,113,114,115,116 and 118 in the zone. According to BAPEKKO Surabaya City, in the 6 sub-zones there will be many public facilities such as apartments, malls, and so on. The district will also be traversed by MERR (Middle East Ring Road) and OERR (Outer East Ring Road) two city roads planned by PEMKOT Surabaya. Along with the construction of road infrastructure, an economy and population growth in the area will also increase with the presence of shops and new housing. Because of this, the need for clean water has also increased. Therefore, it is necessary to develop a distribution pipeline network in Rungkut Subdistrict to see significant developments going forward, especially in the sub-zones directly affected by MERR, namely subzona 112, 113, 114 and 115. Planning for the development of distribution networks is intended to avoid shortages of clean water due to high population growth and development of public facilities.

Distribution network development planning considers the problem of major energy loss due to friction and minor loss caused by accessories on the pipe. as long as clean water distribution pipes. Analysis uses the Epanet 2.0 help program to obtain a projected distribution pipeline network by 2034, by adjusting. Development of public facilities according to the city spatial plan and the amount of community water demand in 2034. In this case the distribution

network development plan includes the calculation of projections of population development and public facilities, analysis of water requirements, analysis of distribution network systems including pipe profiles used, pump requirements, and pressure on the end of the network using the Epanet 2.0 auxiliary program. Some data needed to calculate development planning are: Existing pipeline data, population growth data, public facilities development data, Based on the results of the development planning using the Epanet 2.0 program, it was found that in 2034 the development of a distribution network is needed, especially in subzone 113 and 115. The development takes into account the domestic and non-domestic needs of water projections in 2034. In subzone 113 and 115 there is a need to develop because of the two unable to drain water needs in 2034. The form of development in subzone 113 and 115 is in the form of enlargement of primary pipe diameters in sub-zones 112 and 114 which are connected to the two related sub-zones.

Keywords: Distribution Pipe, PDAM, Epanet, Rungkut

KATA PENGANTAR

Puji syukur kita panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini dengan judul “Perencanaan Pengembangan Jaringan Distribusi Kecamatan Rungkut”. Dalam kesempatan ini penulis bermaksud mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang mendukung dan membantu atas terselesaikannya Laporan Tugas Akhir ini, yaitu:

1. Allah SWT, yang telah memudahkan hamba-Nya dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.
2. Orang tua penulis, Papa Ridy Hartawan dan Mama Yayuk Pudjowati serta adik penulis Figo, dan Lila yang tiada hentinya selalu mendukung dan mendoakan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
3. Bapak Dr. Ir. Wasis Wardoyo, M.Sc. dan Bapak Mahendra Andiek Maulana, ST.MT. selaku Dosen Pembimbing yang luar biasa telah memberikan arahan, motivasi serta bimbingannya dalam proses penyusunan Laporan Tugas Akhir ini
4. Seluruh dosen pengajar di Jurusan Teknik Sipil yang telah memberikan ilmu serta bimbingannya selama masa perkuliahan penulis
5. Teman-teman Jurusan Teknik Sipil khususnya angkatan S58 yang memberikan motivasi dan bantuan selama proses penyusunan Laporan Tugas Akhir ini.

Dalam penulisan Laporan Tugas Akhir ini penulis menyadari bahwa Laporan Tugas Akhir yang penulis buat masih sangat jauh dari kesempurnaan. Jadi dengan rasa hormat penulis mohon saran dan kritiknya.

Surabaya, Mei 2019

Penulis

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN. **Error! Bookmark not defined.**

ABSTRAK	iii
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL.....	xxi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Manfaat.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	4
1.6 Lokasi Perencanaan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	9
2.1 Umum	9
2.2 Definisi dan Persyaratan Air Bersih	9
2.2.1 Definisi Air Bersih.....	9
2.2.2 Persyaratan Air Bersih.....	10
2.2.2.1 Persyaratan Kualitas.....	10
2.2.2.2 Persyaratan Kuantitas.....	10
2.2.2.3 Persyaratan Kontinuitas.....	11

2.3 Kebutuhan Air Bersih dan Fluktuasi	12
2.3.1 Umum	12
2.3.2 Standar Kebutuhan Air	14
2.3.2.1 Standar kebutuhan air domestik	14
2.3.2.2 Standar kebutuhan air non domestik	14
2.3.3 Fluktuasi Kebutuhan Air.....	16
2.3.4 Kehilangan Air.....	19
2.4 Proyeksi Kebutuhan Air Bersih.....	20
2.4.1 Angka Pertumbuhan Penduduk.....	20
2.4.2 Proyeksi Jumlah Penduduk	21
2.4.2.1 Model Aritmatik.....	22
2.4.2.2 Model Geometrik.....	24
2.4.2.3 Model Eksponensial.....	25
2.5 Teori Hidrolika dalam Perencanaan	26
2.5.1 Prinsip Aliran dalam Pipa Bertekanan	26
2.5.2 Sistem Hidrolika dalam Distribusi	31
2.5.3 Mekanisme Aliran dalam Pipa.....	32
2.5.3.1 Pipa yang dihubungkan Seri	32
2.5.3.2 Pipa yang dihubungkan paralel	33
2.6 Sistem Distribusi Air	35
2.7 Sistem jaringan Induk Distribusi Air.....	36
2.8 Sistem Pengaliran dan Perpiaan Distribusi Air	39
2.8. Jaringan Pipa Distribusi Sekunder, Tersier.....	41

2.8.1.1 Kapasitas Desain	41
2.8.1.2 Diameter Pipa	41
2.8.1.3 Tekanan	42
2.8.1.4 Kemiringan Pipa.....	43
2.9 Jenis Pipa	43
2.9.1 Cast Iron Pipe (CIP).....	43
2.9.2 Ductile Iron Pipe (DIP)	44
2.9.3 Galvanized Iron Pipe (GIP)	44
2.9.4 Steel Pipe	44
2.9.5 Asbestos Cement Pipe (ACP)	44
2.9.6 Polivinil Chloride (PVC)	45
2.10 Perlengkapan Pipa	48
2.11 Sambungan Pipa dan Perlengkapannya.....	58
2.12 Permodelan dengan <i>Epanet 2.0</i>	60
2.12.1 Komponen Fisik Epanet.....	62
BAB III METODOLOGI.....	69
3.1 Umum	69
3.2 Studi Literatur.....	69
3.3 Pengumpulan Data.....	69
3.4 Identifikasi Permasalahan.....	70
3.5 Tahap Analisis Perencanaan	71
3.5.1 Penetapan Daerah Perencanaan.....	71

3.5.2 Perhitungan Proyeksi Penduduk dan Kebutuhan Air	71
3.5.3 Identifikasi Kondisi Eksisting Perencanaan.....	71
3.5.4 Analisa Perencanaan Pengembangan Jaringan Distribusi	72
3.6 Flowchart	73
3.7 Kesimpulan	75
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN.....	77
4.1.1 Proyeksi Kepadatan Penduduk	77
4.1.1.1 Metode Berganda (<i>Geometric</i>).....	79
4.1.1.2 Metode Grafik	82
4.1.2 Proyeksi Fasilitas Umum	88
4.1.3 Proyeksi Kebutuhan Air Bersih	95
4.1.3.1 Kebutuhan Domestik.....	95
4.1.3.2 Kebutuhan Non Domestik.....	98
4.1.4 Kebutuhan Air Bersih Total.....	103
4.2 Analisa Hidrolis Jaringan Perpipaan	105
4.2.1 Konfigurasi Program Epanet 2.0.....	105
4.2.2 Analisa Program Epanet 2.0	107
4.2.3 Penyebaran Nilai Debit atau <i>Base Demand</i>	115
4.2.4 Input nilai Demand Pattern	117
4.2.5 Analisa Kondisi Eksisting Pipa terhadap Proyeksi Kebutuhan pada Tahun 2034	120

4.2.5.1 Analisa Kondisi Eksisting Subzona 112	120
4.2.5.2 Analisa Kondisi Eksisting Subzona 113	122
4.2.5.3 Analisa Kondisi Eksisting Subzona 114	124
4.2.5.3 Analisa Kondisi Eksisting Subzona 115	127
4.2 Solusi Pengembangan Jaringan Perpipaan Distribusi	129
4.2.1 Pengembangan Jaringan Distribusi Subzona 114	131
4.2.2 Pengembangan Jaringan Distribusi Subzona 115	133
4.2.3 Kontrol Kapasitas Pompa terhadap Kebutuhan Tahun 2034	135
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	137
5.1 Kesimpulan	137
5.2 Saran	138
DAFTAR PUSTAKA	139
LAMPIRAN I.....	140
LAMPIRAN 2	140
LAMPIRAN 3	140

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.2 Lokasi Perencanaan Pengembangan Jaringan Pipa zona 1 Subzona 112	6
Gambar 1.3 Lokasi Perencanaan Pengembangan Jaringan Pipa zona 1 Subzona 113	6
Gambar 1.4 Lokasi Perencanaan Pengembangan Jaringan Pipa zona 1 Subzona 114	7
Gambar 1.5 Lokasi Perencanaan Pengembangan Jaringan Pipa zona 1 Subzona 115	7
Gambar 2.1 Sket Aliran <i>Isothermal</i> dan <i>Incompressible</i> Melalui Pipa	26
Gambar 2.2 Nilai Koefisien Minor akibat aksesoris dalam pipa	30
Gambar 2.3 Aliran Pipa yang Dihubungkan Seri.....	32
Gambar 2.4 Aliran Pipa yang dihubungkan Pararel.....	33
.....	38
Gambar 2.5 Sistem Jaringan Bercabang	38
Gambar 2.6 Sistem Jaringan <i>Loop</i>	39
Gambar 2.7 Katup kupu-kupu (<i>butterfly valve</i>)	49
Gambar 2.10 Simbol Katup.....	52
Gambar 2.11 Katup Angin (<i>air release valve</i>).....	53
Gambar 2.12 Katup Globe	54
Gambar 2.13 Katup Pembuang Lumpur	55
Gambar 2.14 Talang Pipa.....	57

Gambar 2.15 Gorong-gorong Pipa Air Bersih melintasi Jalan raya, Rel KA	57
Gambar. 3.1 Bagan Alir/ Flowchart Pengerjaan Tugas Akhir	74
Gambar 4.1 Grafik Penduduk pada Tahun 2011-2017 di Kelurahan Rungkut Kidul Kecamatan Rungkut.....	82
(<i>Sumber : Hasil Perhitungan, 2019</i>)	82
Gambar 4.2 Grafik Penduduk pada Tahun 2011-2017 di Kelurahan Medokan Ayu Kecamatan Rungkut	83
(<i>Sumber : Hasil Perhitungan, 2019</i>)	83
.....	83
Gambar 4.3 Grafik Penduduk pada Tahun 2011-2017 di Kelurahan Wonorejo Kecamatan Rungkut	83
Gambar 4.4 Grafik Penduduk pada Tahun 2011-2017 di Kelurahan Penjaringan Sari Kecamatan Rungkut.....	84
Gambar 4.5 Grafik Penduduk pada Tahun 2011-2017 di Kelurahan Kedung Baruk Kecamatan Rungkut	84
.....	85
Gambar 4.6 Grafik Penduduk pada Tahun 2011-2017 di Kelurahan Kalirungkut Kecamatan Rungkut	85
Gambar 4.6 Mengkonfigurasi Satuan pada Epanet 2.0 menjadi Meters	105
Gambar 4.7 Mengkonfigurasi <i>Headloss Formula</i> pada Epanet 2.0.....	106

Gambar 4.8 Mengkonfigurasi <i>Times Options</i> pada Epanet 2.0.....	107
Gambar 4.9 Memasukkan Peta <i>study</i> pada program Epanet 2.0.....	108
Gambar 4.10 Peta Perencanaan Pengembangan Subzona	112
.....	108
Gambar 4.11 Kalibrasi Ukuran Peta Perencanaan Pengembangan Subzona 112.....	109
Gambar 4.12 Jaringan Perencanaan Pengembangan Subzona 112.....	109
Gambar 4.13 Memasukkan Data pada Properti Reservoir	112
Gambar 4.14 Memasukkan Data pada Properti <i>Node</i> atau <i>Junction</i>	112
Gambar 4.15 Memasukkan Data pada Properti Pipa	113
Gambar 4.16 Memasukkan Data pada Properti Pompa ...	113
Gambar 4.17 Memasukkan Data pada <i>Pump Curve</i> Pompa	114
Gambar 4.18 Pembagian Luas untuk Penyebaran Debit pada Subzona 112	115
Gambar 4.19 Input Nilai Demand Pattern pada Program Epanet 2.0.....	119
Gambar 4.20 Skema Pengaliran Air Jaringan Pipa Distribusi di Kecamatan Rungkut pada Subzona 112,113,114, dan 115	120

Gambar 4.21 Jaringan Eksisting Perpipaan Distribusi Subzona 112 PDAM Kota Surabaya.....	121
Gambar 4.22 Gambar Perhitungan Berhasil pada Subzona 112 Kondisi Eksisting	121
Gambar 4.23 Grafik Tekanan pada Node atau <i>Junction</i> terjauh Subzona 112 dalam 1 hari atau 24 jam	122
Gambar 4.24 Jaringan Eksisting Perpipaan Distribusi Subzona 113 PDAM Kota Surabaya.....	123
Gambar 4.25 Grafik Tekanan pada Node atau <i>Junction</i> terjauh Subzona 113 dalam 1 hari atau 24 jam	123
Gambar 4.26 Jaringan Eksisting Perpipaan Distribusi Subzona 114 PDAM Kota Surabaya.....	125
Gambar 4.27 Gambar Perhitungan Mengalami Kegagalan pada Subzona 114 Kondisi Eksisting	125
Gambar 4.28 Gambar <i>Status Report</i> kegagalan perhitungan pada Subzona 114 Kondisi Eksisting	126
Gambar 4.29 Gambar <i>Grafik Tekanan pada Node</i> atau <i>Junction</i> terjauh Subzona 114 dalam 1 hari atau 24 jam..	126
(Sumber : Program Epanet 2.0, 2019).....	126
Gambar 4.30 Jaringan Eksisting Perpipaan Distribusi Subzona 115 PDAM Kota Surabaya.....	127
Gambar 4.31 Gambar Perhitungan Mengalami Kegagalan pada Subzona 115 Kondisi Eksisting	128
Gambar 4.32 Gambar <i>Status Report</i> kegagalan perhitungan pada Subzona 115 Kondisi Eksisting	128

Gambar 4.33 Gambar <i>Grafik Tekanan pada Node</i> atau <i>Junction</i> terjauh Subzona 114 dalam 1 hari atau 24 jam..	129
(Sumber : Program Epanet 2.0, 2019).....	129
Gambar 4.34 Ukuran Diameter Pipa Primer Kondisi Eksisting Subzona 114 (Ukuran dalam mm).....	131
Gambar 4.35 Ukuran Diameter Pengembangan Pipa Primer Subzona 114 (Ukuran dalam mm)	131
Gambar 4.36 Gambar Perhitungan Berhasil pada Subzona 114 Setelah dilakukan Pengembangan Pada Jaringan Pipa Primer	132
Gambar 4.38 Ukuran Diameter Pipa Primer Kondisi Eksisting Subzona 115 (Ukuran dalam mm).....	133
Gambar 4.39 Ukuran Diameter Pengembangan Pipa Primer Subzona 115 (Ukuran dalam mm)	133
Gambar 4.40 Gambar Perhitungan Berhasil pada Subzona 115 Setelah dilakukan Pengembangan Pada Jaringan Pipa Primer	134
Gambar 4.41 Gambar <i>Grafik Tekanan pada Node</i> atau <i>Junction</i> terjauh Subzona 114 dalam 1 hari atau 24 jam..	134

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kebutuhan Air Domestik	14
Tabel 2.2 Kebutuhan Air Non Domestik	15
Tabel 2.3 Tabel Nilai Fluktuasi Air	18
Tabel 2.4 Tabel Penyambungan Pipa PVC dari Berbagai Standar.....	46
Tabel 2.5 Senyawa Organik yang dapat merusak Pipa PVC	48
Tabel 4.1 Data Penduduk Kecamatan Rungkut Tahun 2011-2017	78
Tabel 4.2 Hasil Perhitungan Proyeksi Penduduk Menggunakan Metode Proyeksi Berganda (<i>gemetric</i>).....	81
Tabel 4.3 Hasil Perhitungan Proyeksi Penduduk Menggunakan Metode Proyeks Grafik	86
Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Proyeksi Penduduk Tahun 2034 di Kecamatan Rungkut	87
Tabel 4.5 Data Fasilitas Pendidikan di Kecamatan Rungkut Tahun 2011-2017	88
Tabel 4.6 Data Fasilitas Kesehatan di Kecamatan Rungkut Tahun 2011-2017	89
.....	90
Tabel 4.7 Data Institusi Lain-lain di Kecamatan Rungkut Tahun 2011-2017	92
Tabel 4.8 Proyeksi Fasilitas Umum pada Tahun 2034 di Kecamatan Rungkut	94

Tabel 4.10 Kebutuhan Air Bersih per Fasilitas Umum	98
.....	98
Tabel 4.11 Perkiraan Jumlah Pengguna Fasilitas Umum di Kecamatan Rungkut	99
.....	99
Tabel 4.12 Proyeksi Kebutuhan Non Domestik Kecamatan Rungkut pada Tahun 2034	101
Tabel 4.13 Nilai Faktor Maksimum (fp) dan Faktor Puncak (fp).....	103
Tabel 4.14 Kebutuhan Air Total di Kecamatan Rungkut pada Tahun 2034	104
Tabel 4.15 Kapasitas <i>Pump Curve</i> pompa PDAM Kota Surabaya	110
Tabel 4.16 Kapasitas <i>Pump Curve</i> pompa PDAM Kota Surabaya	111
Tabel 4.17 Nilai Faktor <i>Demand Pattern</i>	118

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kota Surabaya adalah ibu kota Provinsi Jawa Timur, sekaligus kota metropolitan terbesar di Provinsi Jawa Timur. Dengan memiliki luas sekitar 350,54 km², Kota Surabaya adalah kota terbesar kedua di Indonesia yang penduduknya berjumlah 2.892.200 jiwa (2018). Kecamatan Rungkut- adalah kecamatan terbesar yang berada di Surabaya Timur. Pada tahun 2016 tercatat terdapat 113.217 jiwa yang bertempat tinggal di kecamatan tersebut. Air bersih adalah salah satu kebutuhan manusia untuk bertahan hidup, tanpa adanya air bersih berbagai kegiatan manusia tidak dapat dilaksanakan. Untuk memenuhi kebutuhan manusia akan air, PDAM Kota Surabaya menyediakan jaringan perpipaan distribusi. Namun pada penerapannya, jaringan perpipaan distribusi harus terus dikembangkan dikarenakan permintaan dan penggunaan air yang terus bertambah.

Kecamatan Rungkut menurut peta pembagian distribusi layanan air oleh PDAM terbagi menjadi 6 bagian subzona distribusi PDAM, yaitu : 112,113,114,115,116,118. Menurut BAPEKKO Kota Surabaya, pada 6 subzona tersebut akan dikembangkannya banyak fasilitas umum seperti apartemen, mall, dan lain-lain. Kecamatan Rungkut juga akan dilalui oleh *MERR (Middle East Ring Road)* dan *OERR (Outer East Ring Road)* dua jalan kota yang direncanakan oleh PEMKOT Surabaya. Seiring dengan dibangunnya infrastruktur jalan, suatu perekonomian dan pertumbuhan penduduk di daerah tersebut juga akan mengalami kenaikan dengan adanya toko-toko dan perumahan baru. Dikarenakan hal tersebut, kebutuhan akan adanya air bersih juga meningkat. Oleh karena itu, perlu dikembangkannya jaringan pipa distribusi Kecamatan Rungkut melihat perkembangan yang signifikan kedepannya.

Dalam Tugas Akhir ini akan dibahas perencanaan pengembangan jaringan pipa distribusi akibat pertumbuhan penduduk yang terjadi dengan mempertimbangkan kehilangan

tekanan air dikarenakan *Major Losses*. Kecamatan Rungkut terutama subzona 112,113,114 dan 115 daerah pada kecamatan tersebut yang terpengaruh langsung oleh MERR menjadi target perencanaan pengembangan dikarenakan banyaknya pemukiman dan fasilitas umum yang akan dibangun di daerah tersebut. Menurut BAPPEKO Surabaya, Kecamatan Rungkut akan dikembangkan menjadi salah satu wilayah yang akan mengalami pertumbuhan penduduk yang sangat pesat. Perencanaan pengembangan direncanakan untuk memperhitungkan kebutuhan air pada tahun 2034. Dengan menggunakan program bantu *Epanet 2.0* akan didapatkan kebutuhan panjang, diameter, tekanan awal dan akhir pada pipa, serta kebutuhan tekanan pompa untuk dapat memenuhi kebutuhan air pada tahun 2034 setelah diperhitungkan kebutuhan air bersih dengan mempertimbangkan pertumbuhan penduduk dan perkembangan fasilitas umum.

1.2 Perumusan Masalah

Permasalahan yang akan direncanakan dalam Tugas Akhir ini adalah :

1. Berapa jumlah kebutuhan air bersih pada tahun 2034 dengan memperhitungkan pertumbuhan penduduk dan perkembangan fasilitas umum di Kecamatan Rungkut ?
2. Berapa profil jaringan pipa distribusi eksisting di Zona 1 Subzona 112,113,114, dan 115 yang dapat digunakan untuk mengalirkan proyeksi kebutuhan air pada tahun 2034 ?
3. Berapa kebutuhan diameter pipa, panjang pipa, dan kebutuhan pompa yang harus dikembangkan untuk dapat memenuhi pendistribusian air pada tahun 2034, setelah memperhitungkan pertumbuhan penduduk dan perkembangan fasilitas umum ?
4. Bagaimana hasil perencanaan pengembangan jaringan pipa distribusi proyeksi tahun 2034 setelah memperhitungkan pertumbuhan penduduk dan perkembangan fasilitas umum ?

1.3 Tujuan

Tujuan Tugas Akhir ini adalah :

1. Memperhitungkan kebutuhan air pada tahun 2034 dengan memperhitungkan pertumbuhan penduduk dan perkembangan fasilitas umum di Kecamatan Rungkut
2. Mengetahui profil pipa eksisting di Kecamatan Rungkut, yang masih dapat mengalirkan kebutuhan air proyeksi tahun 2034
3. Memperhitungkan kebutuhan diameter pipa, panjang pipa, tekanan pada titik awal dan titik akhir pada node dan kebutuhan pompa untuk mendistribusikan kebutuhan air proyeksi tahun 2034
4. Menggambarkan secara umum hasil perencanaan pengembangan jaringan distribusi proyeksi tahun 2034

1.4 Manfaat

Manfaat yang diharapkan didalam perencanaan pengembangan ini adalah :

1. Dapat menentukan perencanaan pengembangan jaringan perpipaan yang efektif dan efisien untuk memenuhi kebutuhan air proyeksi pada tahun 2034 dengan memperhitungkan pertumbuhan penduduk dan perkembangan fasilitas umum di Kecamatan Rungkut .
2. Memberikan solusi perencanaan pengembangan jaringan perpipaan distribusi proyeksi pada tahun 2034, dengan mengoptimalkan SDAM melalui diameter pipa dan pompa air, dengan mempertimbangkan kondisi eksisting agar pengembangan dapat di minimalisir

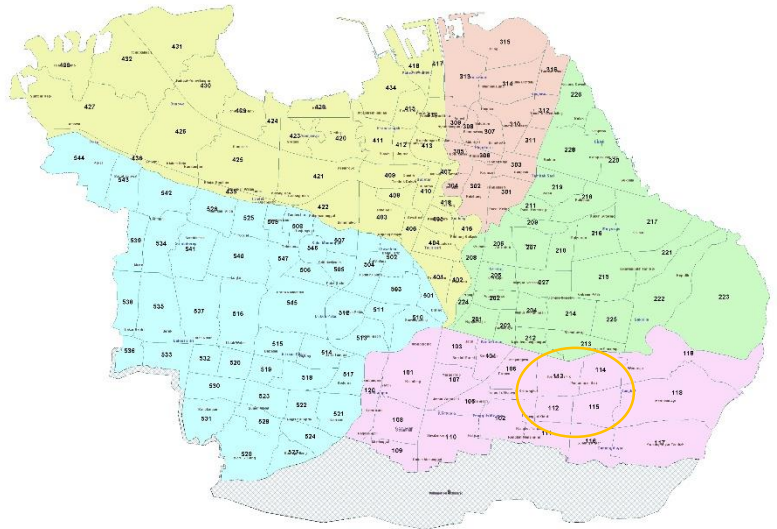
1.5 Batasan Masalah

Didalam tugas akhir ini, diperlukan batasan-batasan pekerjaan, yaitu:

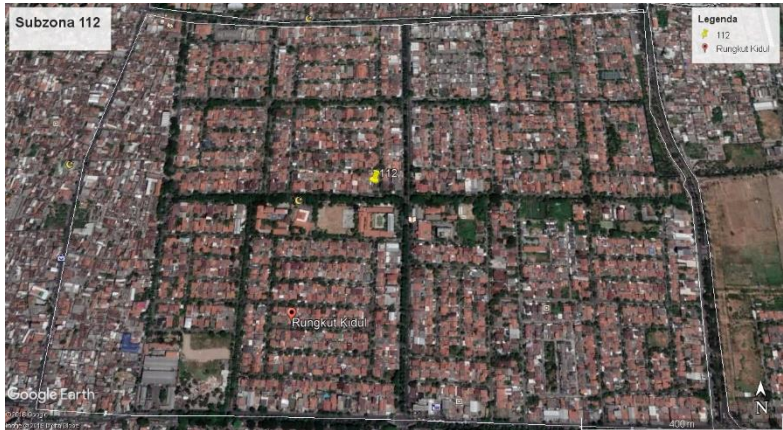
1. Tidak diperhitungkan debit air yang masuk kedalam Kecamatan Rungkut, debit air yang masuk kedalam zona dianggap cukup.
2. Analisa jaringan menggunakan model perhitungan simulasi jaringan, dimana pada model perhitungan ini memperhitungkan perubahan dinamis dalam sistem pada jangka waktu tertentu
3. Analisa jaringan menggunakan *software* Epanet, analisa manual dengan metode *Hardy Cross* tidak digunakan
4. Analisa jaringan dimulai pada awal subzona 112 dan 113, sehingga tekanan sisa dari IPAM Ngangel tidak diperhitungkan

1.6 Lokasi Perencanaan

Didalam tugas akhir ini direncanakan pengembangan jaringan distribusi di Kecamatan Rungkut terutama pada subzona yang terpengaruhi langsung oleh jalan MERR. Subzona 112,113, 114 dan 115 merupakan subzona yang akan direncanakan pengembangannya.



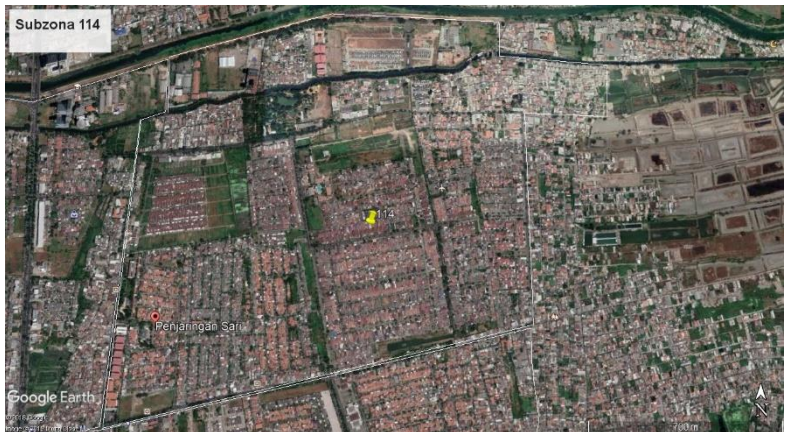
Gambar 1.1 Pembagian Subzona Menurut Peta Pelayanan PDAM Kota Surabaya
(Sumber: PDAM Kota Surabaya)



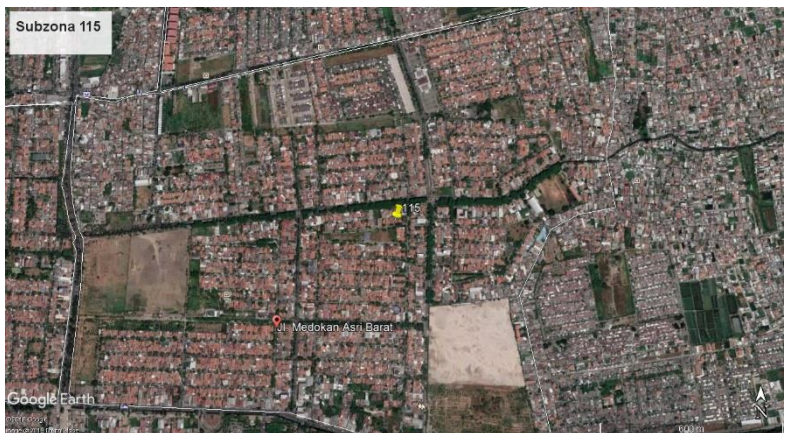
Gambar 1.2 Lokasi Perencanaan Pengembangan Jaringan
Pipa zona 1 Subzona 112
(Sumber: Google Earth, 2019)



Gambar 1.3 Lokasi Perencanaan Pengembangan Jaringan
Pipa zona 1 Subzona 113
(Sumber: Google Earth, 2019)



**Gambar 1.4 Lokasi Perencanaan Pengembangan Jaringan
Pipa zona 1 Subzona 114**
(Sumber: Google Earth, 2019)



**Gambar 1.5 Lokasi Perencanaan Pengembangan Jaringan
Pipa zona 1 Subzona 115**
(Sumber: Google Earth, 2019)

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Dalam pekerjaan perencanaan suatu jaringan pipa distribusi, diperlukan bidang-bidang ilmu pengetahuan yang saling mendukung demi kesempurnaan hasil perencanaan. Setiap daerah pengaliran air bersih mempunyai sifat-sifat khusus yang berbeda, hal ini memerlukan kecermatan dalam menerapkan suatu teori yang cocok untuk mendapatkan hasil perencanaan yang baik. Oleh karena itu, sebelum memulai perencanaan pengembangan jaringan pipa distribusi, perlu adanya tinjauan pustaka untuk menentukan spesifikasi-spesifikasi yang akan menjadi acuan dalam perencanaan pekerjaan pengembangan. Dalam tinjauan pustaka ini dipaparkan secara singkat mengenai definisi air bersih, proyeksi penduduk, kebutuhan air domestik.

2.2 Definisi dan Persyaratan Air Bersih

2.2.1 Definisi Air Bersih

Air bersih adalah air yang digunakan untuk kebutuhan sehari-hari dan akan menjadi air minum setelah diolah terlebih dahulu. Sebagai batasannya, air bersih adalah air yang memenuhi persyaratan bagi sistem penyediaan air minum. Adapun persyaratan yang dimaksud adalah peryarata dari segi kualitas air yang meliputi kualitas fisik, kimia, biologi dan radiologis, sehingga apabila dikonsumsi tidak menimbulkan efek samping
(Sumber : (Ketentuan) Umum Pemenkes No.416/Menkes/PER/IX/1990)

2.2.2 Persyaratan Air Bersih

2.2.2.1 Persyaratan Kualitas

Persyaratan kualitas menggambarkan mutu dari air bersih yang didistribusikan ke pelanggan, adapun persyaratan kualitas air bersih adalah sebagai berikut :

1. Persyaratan Fisik

Secara fisik air bersih harus jernih, tidak berbau dan tidak berasa. Selain itu juga suhu air bersih sebaiknya sama dengan suhu udara atau kurang lebih 25°C dan apabila terjadi perbedaan maka batas yang diperbolehkan adalah $25^{\circ}\text{C}\pm 32^{\circ}\text{C}$

2. Persyaratan Kimiawi

Air bersih tidak boleh mengandung bahan-bahan kimia dalam jumlah yang melampaui batas. Beberapa persyaratan kimia antara lain adalah : pH, total solid, zat organik, CO_2 agresif, kesadahan, kalsium (Ca), besi(Fe), Mangan (Mg) dan lain-lain

3. Persyaratan Bakteriologis

Air bersih tidak boleh mengandung kuman patogen dan parasitik yang mengganggu kesehatan. Persyaratan bakteriologis ini ditandai dengan tidak adanya bakteri *E.Coli* atau *fecal coli* dalam air

4. Persyaratan Radioaktif

Persyaratan radiaktif mensyaratkan bahwa air bersih tidak boleh mengandung zat menghasilkan bahan-bahan yang mengandung radioaktif seperti sinar *alfa*, *beta* dan *gamma*

2.2.2.2 Persyaratan Kuantitas

Persyaratan kuantitas dalam penyediaan air bersih adalah ditinjau dari standar debit air bersih yang dialirkan ke pelanggan sesuai dengan jumlah kebutuhan air bersih. Kebutuhan air bersih masyarakat bervariasi, tergantung pada letak geografis, kebudayaan, tingkat ekonomi, dan skala perkotaan tempat tinggalnya.

2.2.2.3 Persyaratan Kontinuitas

Kontinuitas air bersih dapat diartikan bahwa air bersih harus tersedia 24jam per hari, atau setiap saat diperlukan kebutuhan air tersedia. Akan tetapi kondisi ideal tersebut belum dapat dipenuhi pada setiap wilayah di Indonesia.

Kontinuitas aliran sangat penting ditinjau dari dua aspek. Pertama adalah kebutuhan konsumen. Sebagian besar konsumen memerlukan air untuk kehidupan dan pekerjaannya, dalam jumlah yang tidak ditentukan. Karena itu, diperlukan reservoir pelayanan dan fasilitas energi yang siap setiap saat.

Kedua adalah sistem jaringan perpipaan didesain untuk membawa suatu kecepatan aliran tertentu. Ukuran pipa harus tidak melebihi dimensi yang diperlukan dan juga tekanan dalam sistem harus tercukupi. Dengan analisis jaringan pipa distribusi, dapat ditentukan dimensi atau ukuran pipa yang diperlukan sesuai dengan tekanan minimum yang diperbolehkan agar kuantitas aliran terpenuhi.

Menurut standar DP, air yang dialirkan ke pelanggan melalui pipa transmisi dan pipa distribusi, dirancang untuk dapat melayani konsumen hingga yang terjauh, dengan tekanan air minimum sebesar 10mka atau 1atm. Angka tekanan ini harus dijaga, idealnya merata pada setiap pipa distribusi.

Jika tekanan terlalu tinggi akan menyebabkan pecahnya pipa, serta rusaknya alat-alat plambing (kloset, *urinoir*, *caucet*, *lavatory*, dll). Tekanan juga dijaga agar tidak terlalu rendah, karena jika tekanan terlalu rendah maka akan menyebabkan terjadinya kontaminasi air selama pendistribusian air bersih.

2.3 Kebutuhan Air Bersih dan Fluktuasi

2.3.1 Umum

Kebutuhan air (*Water requirement*) merupakan jumlah air yang diperlukan bagi kebutuhan dasar atau suatu unit konsumsi air dimana kehilangan air dan kebutuhan air untuk pemadam kebakaran juga ikut dipertimbangkan. Kebutuhan dasar dan kehilangan air tersebut berfluktuasi dari waktu ke waktu, dengan skala jam, hari, bulan, selama kurun waktu satu tahun. Sedangkan untuk pemadam kebakaran, tidak berfluktuasi, karena penggunaannya hanya secara insidental untuk kondisi yang tidak terduga.

Besarnya air yang digunakan untuk berbagai jenis penggunaan tersebut dikenal dengan pemakaian air. Besarnya konsumsi air yang digunakan, dipengaruhi oleh factor-faktor sebagai berikut :

- **Populasi**
Populasi atau penduduk merupakan target utama dalam pemenuhan kebutuhan air. Oleh karena kapasitas pelayanan dialokasikan untuk pemenuhan kebutuhan mendatang, maka perlu dibuat suatu estimasi jumlah penduduk.
- **Kondisi Iklim**
Kebutuhan air dimusim kemarau lebih besar daripada saat musim penghujan. Meningkatnya kebutuhan ini terutama untuk mengganti penggunaan air yang biasanya dipenuhi dari air hujan, seperti menyiram tanaman.
- **Kebiasaan dan cara hidup**
Besarnya penggunaan air juga banyak dipengaruhi oleh kebiasaan dan cara hidup dari masyarakat setempat. Misalnya : seperti kebiasaan mandi dua kali sehari atau tiga kali sehari, penggunaan air untuk beribadah berwudhu, keperluan untuk mencuci mobil pada masyarakat yang cara hidupnya mewah, dan yang lainnya.

- Fasilitas perpipaan
Semakin baik fasilitas perpipaan maka masyarakat akan semakin mudah dalam memperoleh air sehingga, penggunaan air juga akan meningkat. Sebaliknya jika fasilitas perpipaan dalam kondisi yang tidak baik, maka penggunaan air juga akan lebih sedikit karena pendistribusian air tidak lancar.
- Sistem sewer
Seperti halnya fasilitas perpipaan, sistem sewer yang baik akan meningkatkan tingkat penggunaan air yaitu untuk penggelontoran kotoran. Jika sistem sewer kurang baik maka penggunaan air akan lebih kecil.
- Industri
Adanya suatu industri cenderung menaikkan kebutuhan air, baik untuk proses industri itu sendiri maupun untuk konsumsi pekerjanya. Semakin banyak jumlah industri yang ada maka penggunaan air akan meningkat.
- Harga air
Semakin murah harga air maka masyarakat akan semakin mudah dalam menggunakan air sehingga, konsumsi air akan semakin meningkat. Hal yang sebaliknya akan terjadi jika harga air mahal.

2.3.2 Standar Kebutuhan Air

Standar kebutuhan air ada 2 (dua) macam yaitu :
(Ditjen Cipta Karya, 2000)

2.3.2.1 Standar kebutuhan air domestik

Standar kebutuhan air domestik yaitu kebutuhan air yang digunakan pada

tempat-tempat hunian pribadi untuk memenuhi keperluan sehari-hari seperti memasak, minum, mencuci dan keperluan rumah tangga lainnya. Satuan yang dipakai adalah liter/orang/hari.

Jumlah penduduk di suatu kota sangat mempengaruhi kebutuhan air perseorangan, hal ini dapat dilihat pada Tabel 2.1 :

Tabel 2.1 Kebutuhan Air Domestik

Kategori	Jenis Kota	Jumlah Penduduk	Kebutuhan air (lt/org/hr)	Hydrant Umum (lt/org/hr)	Kehilangan Air
I	Metropolitan	>2000000	>210	30	20%
II	Metropolitan	1000000-2000000	150-210	30	20%
III	Besar	500000-1000000	120-150	30	20%
IV	Besar	100000-500000	100-150	30	20%
V	Sedang	20000-100000	90-100	30	20%
VI	Kecil	3000-20000	60-100	30	20%

(Sumber: Penyediaan air pelita V menurut PU. Cipta Karya, 2005)

2.3.2.2 Standar kebutuhan air non domestik

Standar kebutuhan air non domestik adalah kebutuhan air bersih diluar keperluan rumah tangga. Kebutuhan air non domestik antara lain :

1. Penggunaan komersil dan industri
Yaitu penggunaan air oleh badan-badan komersil dan industri.

2. Penggunaan umum

Yaitu penggunaan air untuk bangunan-bangunan pemerintah, rumah sakit, sekolah-sekolah dan tempat-tempat ibadah.

Berikut adalah besar nilai kebutuhan non domestik :

Tabel 2.2 Kebutuhan Air Non Domestik

NO	SEKTOR	NILAI	SATUAN
1	Sekolah	10	Liter/murid/hari
2	Rumah sakit	200	Liter/bed/hari
3	Puskesmas	2000	Liter/hari
4	Masjid	3000	Liter/hari
5	Kantor	10	Liter/pegawai/hari
6	Pasar	12000	Liter/hektar/hari
7	Hotel	150	Liter/bed/hari
8	Rumah makan	100	Liter/tempat duduk/hari
9	Kompleks militer	60	Liter/orang/hari
10	Kawasan industri	0,2-0,8	Liter/detik/hari
11	Kawasan pariwisata	0,1-0,3	Liter/detik/hari

Sumber : Ditjen Cipta Karya Dep PU, 2000

NO	SEKTOR	NILAI	SATUAN
1	Lapangan terbang	10	Liter/det
2	Pelabuhan	50	Liter/det
3	Stasiun KA-Terminal bus	1200	Liter/det
4	Kawasan industri	0,75	Liter/det/ha

Sumber : Ditjen Cipta Karya Dep PU, 2000

(Sumber: Ditjen Cipta Karya Dep PU, 2000)

2.3.3 Fluktuasi Kebutuhan Air

Pada umumnya masyarakat Indonesia melakukan aktivitas penggunaan air pada pagi dan sore hari dengan konsumsi lebih banyak daripada waktu-waktu lainnya. Dari keseluruhan aktivitas dan konsumsi sehari itu dapat diketahui pemakai rata-rata air. Dengan memasukkan besarnya faktor kehilangan air kedalam kebutuhan dasar, maka selanjutnya dapat disebut sebagai fluktuasi kebutuhan air. Dan didalam sistem distribusi air minum, tolak ukur yang digunakan dalam perencanaan maupun evaluasinya ialah kebutuhan air harian maksimum dan kebutuhan air jam maksimum, dengan mengacu pada kebutuhan air rata-rata.

- **Kebutuhan air untuk kebocoran**
Kebutuhan air untuk kebocoran ini digunakan untuk mengatasi kehilangan air pada sistem distribusi air minum. Besarnya $Q_{kebocoran}$ biasanya bervariasi antara 20 – 30 % dari kebutuhan air total. Tergantung pada wilayah perencanaan.
- **Kebutuhan air rata-rata harian (Q_{rh})**
Adalah banyaknya air yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan domestik, non domestik dan ditambah dengan kehilangan air.

Rumus yang digunakan :

$$Q_{th} = Q_{dom} + Q_{non\ dom} + Q_{kebocoran} \quad (Rumus\ 2.1)$$

- **Kebutuhan air hari maksimum (Q_{hm})**
Adalah banyaknya air yang diperlukan terbesar pada suatu hari pada satu tahun dan berdasarkan pada Q_{rh} . Untuk menghitung Q_{hm} diperlukan faktor fluktuasi kebutuhan air maksimum.

Rumus yang digunakan :

$$Q_{hm} = F_{hm} + Q_{rata-rata\ harian} \quad (Rumus\ 2.2)$$

Dimana

$$F_{hm} = \text{faktor harian maksimum (110)\%}$$

Untuk perencanaan ini diambil $F_{hm} = 110\%$

- Kebutuhan air jam maksimum (Q_{jm})
Adalah banyaknya kebutuhan air terbesar pada saat jam tertentu dalam satu hari. Pada dasarnya nilai F_{jm} akan semakin kecil bila penduduk disuatu kota akan semakin padat

Rumus yang digunakan :

$$Q_{jm} = F_{jm} + Q_{rata-rata\ harian} \quad (Rumus\ 2.3)$$

Dimana :

$$F_{jm} = \text{faktor jam maksimum (110 – 150)\%}$$

Untuk perencanaan ini diambil $F_{jm} = 120\%$

Berikut adalah jumlah nilai fluktuasi air menurut Ditjen Cipta Karya,2000 :

Tabel 2.3 Tabel Nilai Fluktuasi Air

N O	URAIAN	KATEGORI KOTA BERDASARKAN JUMLAH JIWA				
		>1.000.000	500.000	100.000	20.000	<20.000
			S/D 1.000.000	S/D 500.000	S/D 100.000	
	METRO	BESAR	SEDANG	KECIL	DESA	
1	Konsumsi unit sambungan rumah (SR) l/o/h	190	170	130	100	80
2	Konsumsi unit hidran umum (HU) l/o/h	30	30	30	30	30
3	Konsumsi unit non domestik l/o/h (%)	20-30	20-30	20-30	20-30	20-30
4	Kehilangan air (%)	20-30	20-30	20-30	20-30	20-30
5	Faktor hari maksimum	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
6	Faktor jam puncak	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
7	Jumlah jiwa per SR	5	5	5	5	5
8	Jumlah jiwa per HU	100	100	100	100	100
9	Sisa tekan di penyediaan distribusi (mka)	10	10	10	10	10
10	Jam operasi	24	24	24	24	24
11	Volume reservoir (% max day demand)	20	20	20	20	20
12	SR : HR	50:50 s/d 80:20	50:50 s/d 80:20	80:20	70:30	70:30
13	Cakupan pelayanan (%)	*) 90	90	90	90	**) 70

*) 60% perpipaan, 30% non perpipaan

Sumber : Ditjen Cipta Karya, tahun 2000

**) 25% perpipaan, 45% non perpipaan

(Sumber: Ditjen Cipta Karya Dep PU,2000)

2.3.4 Kehilangan Air

Kehilangan air adalah selisih antara banyaknya air yang disediakan (*water supply*) dengan air yang dikonsumsi (*water consumption*). Dalam kenyataannya, kehilangan air dalam suatu perencanaan sistem distribusi selalu ada. Kehilangan air tersebut dapat bersifat teknis maupun non teknis. Misalnya kebocoran pipa itu sendiri. Sedangkan yang bersifat non teknis misalnya pencurian air dalam pipa distribusi.

Dalam merencanakan sistem distribusi air minum harus juga diperhitungkan kebutuhan air untuk kebocoran dengan maksud agar titik-titik pelayanan tetap dapat terpenuhi kebutuhan airnya.

Pengertian mengenai kehilangan air ada tiga macam, yaitu :

- Kehilangan air rencana
Kehilangan air rencana dialokasikan untuk kelancaran operasi dan pemeliharaan fasilitas penyediaan air bersih. Kehilangan air ini akan diperhitungkan dalam penetapan harga air, dimana biayanya akan dibebankan pada pemakai air (konsumen).
- Kehilangan air percuma.
Kehilangan air percuma menyangkut aspek penggunaan fasilitas penyediaan air bersih dan pengelolaannya. Hal ini sangat tidak diharapkan, dan harus diusahakan untuk ditekan dengan cara penggunaan dan pengelolaan fasilitas air bersih secara baik dan benar. Kehilangan air percuma ini terbagi dua, yaitu leakage dan wastage. Leakage adalah kehilangan air percuma pada komponen fasilitas yang tidak dikendalikan dengan baik oleh pengelola, sedangkan wastage adalah kehilangan air percuma pada saat pemakaian fasilitas oleh konsumen.
- Kehilangan air insidental
Kehilangan air insidental adalah kehilangan air diluar kekuasaan manusia, seperti bencana alam.

Dalam perhitungan perencanaan penyediaan air bersih, dipakai istilah kehilangan air rencana dengan anggapan bahwa kehilangan air percuma dan insidental telah termasuk di dalamnya. Besarnya kehilangan air rencana ini diperkirakan sebanyak 15 % sampai 25 % dari total kebutuhan air domestik. Dalam perencanaan ini besarnya kehilangan air diambil sebanyak 20 % dari kebutuhan air total (kebutuhan domestik + kebutuhan non-domestik).

2.4 Proyeksi Kebutuhan Air Bersih

Proyeksi kebutuhan air bersih dapat ditentukan dengan memperhatikan pertumbuhan penduduk untuk diproyeksikan terhadap kebutuhan air bersih sampai dengan lima puluh tahun mendatang atau tergantung dari proyeksi yang dikehendaki (Soemarto, 1999). Adapun yang berkaitan dengan proyeksi kebutuhan tersebut adalah :

2.4.1 Angka Pertumbuhan Penduduk

Angka pertumbuhan penduduk dihitung dengan prosentase memakai rumus

$$\text{Angka Pertumbuhan (\%)} = \frac{\sum \text{Penduduk}_n - \sum \text{Penduduk}_{n-1}}{\sum \text{Penduduk}_{n-1}} \times (100\%)$$

(Rumus 2.4)

2.4.2 Proyeksi Jumlah Penduduk

Proyeksi penduduk (*population projections*) dan peramalan penduduk (*population forecast*) sering dipergunakan sebagai dua istilah yang sering dipertukarkan. Meskipun demikian, kedua istilah ini sebenarnya memiliki perbedaan yang sangat mendasar. Berbagai literatur menyatakan proyeksi penduduk sebagai prediksi atau ramalan yang didasarkan pada asumsi rasional tertentu yang dibangun untuk kecenderungan masa yang akan datang dengan menggunakan peralatan statistik atau perhitungan matematik. Di sisi lain, peramalan penduduk (*population forecast*) bisa saja dengan/tanpa asumsi dan atau kalkulasi tanpa kondisi, syarat dan pendekatan tertentu (*Smith, 2001*). Oleh karena itu, dapat dikatakan bahwa peramalan adalah proyeksi, tetapi tidak semua proyeksi membutuhkan peramalan.

Proyeksi Penduduk adalah perhitungan kondisi masa depan yang mungkin terjadi dengan menggunakan beberapa asumsi, seperti bila angka kelahiran, kematian, dan migrasi saat ini tidak berubah.

Manfaat proyeksi penduduk, yaitu:

1. Mengetahui keadaan penduduk pada masa kini, yaitu berkaitan dengan penentuan kebijakan kependudukan serta perbandingan tingkat pelayanan yang diterima penduduk saat ini dengan tingkat pelayanan yang ideal
2. Mengetahui dinamika dan karakteristik kependudukan di masa mendatang, yaitu berkaitan dengan penyediaan sarana dan prasarana
3. Mengetahui pengaruh berbagai kejadian terhadap keadaan penduduk di masa lalu, masa kini, dan masa yang akan datang.

Terdapat bermacam-macam metode yang dapat digunakan untuk memproyeksikan penduduk, dimana metode-metode tersebut memiliki asumsi serta kelebihan dan kelemahan masing-masing. Akan tetapi, dalam memilih metode yang akan digunakan untuk proyeksi penduduk perlu mempertimbangkan beberapa hal, antara lain cakupan wilayah studi dan wilayah perencanaan, jangka waktu proyeksi, dinamika perkembangan wilayah studi, presisi dan tujuan penggunaan, ketersediaan data.

Berikut ini metode-metode yang dapat digunakan untuk memproyeksikan penduduk :

2.4.2.1 Model Aritmatik

Model linear Aritmatik menurut Klosterman (1990) adalah teknik proyeksi yang paling sederhana dari seluruh model trend. Model ini menggunakan persamaan derajat pertama (*first degree equation*). Berdasarkan hal tersebut, penduduk diproyeksikan sebagai fungsi dari waktu, dengan persamaan:

$$P_t = P_0 (1 + r.t) \quad (\text{Rumus 2.5})$$

Keterangan :

P_t : Jumlah penduduk tahun ke t (jiwa)

P_0 : Jumlah penduduk tahun ke 0 (jiwa)

r : Laju pertumbuhan penduduk (%
pertahun)

t : Rentang waktu antara P_0 dan P_t (tahun)

Hasil proyeksi akan berbentuk suatu garis lurus. Model ini berasumsi bahwa penduduk akan bertambah/berkurang sebesar jumlah absolute yang sama/tetap (β) pada masa yang akan datang sesuai dengan kecenderungan yang terjadi pada masa lalu. Ini berarti bahwa, jika P_{t+1} dan P_t adalah jumlah populasi dalam tahun yang berurutan, $P_{t+1} - P_t$ yang adalah perbedaan pertama yang selalu tetap (konstan). Klosterman (1990), mengacu pada Pittengar (1976), mengemukakan bahwa model ini hanya digunakan jika data yang tersedia relatif terbatas, sehingga tidak memungkinkan untuk menggunakan model lain.

Selanjutnya, Isserman (1977) mengemukakan bahwa model ini hanya dapat diaplikasikan untuk wilayah kecil dengan pertumbuhan yang lambat, dan tidak tepat untuk proyeksi pada wilayah-wilayah yang lebih luas dengan pertumbuhan penduduk yang tinggi.

2.4.2.2 Model Geometrik

Asumsi dalam model ini adalah penduduk akan bertambah/berkurang pada suatu tingkat pertumbuhan (persentase) yang tetap. Misalnya, jika P_{t+1} dan P_t adalah jumlah penduduk dalam tahun yang berurutan, maka penduduk akan bertambah atau berkurang pada tingkat pertumbuhan yang tetap (yaitu sebesar P_{t+1}/P_t) dari waktu ke waktu. Menurut Klosterman (1990), proyeksi dengan tingkat pertumbuhan yang tetap ini umumnya dapat diterapkan pada wilayah, dimana pada tahun-tahun awal observasi penambahan absolut penduduknya sedikit dan menjadi semakin banyak pada tahun-tahun akhir.

Metode geometrik dalam proyeksi penduduk dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$P_t = P_0 (1 + r)^t$$

(Rumus 2.6)

Keterangan :

P_t : Jumlah penduduk tahun ke t (Jiwa)

P_0 : Jumlah penduduk tahun ke 0 (Jiwa)

r : Laju pertumbuhan penduduk (%)

2.4.2.3 Model Eksponensial

Metode eksponensial memiliki asumsi bahwa persentase pertumbuhan penduduk sama setiap hari. Hasil proyeksi penduduk dengan menggunakan metode eksponensial akan berbentuk garis lengkung yang lebih terjal daripada garis lengkung pada metode geometrik.

Metode eksponensial dalam proyeksi penduduk dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$P_t = P_0 (2,7182818)^{r \cdot t}$$

(Rumus 2.7)

Keterangan :

P_t : Jumlah penduduk tahun ke t (jiwa)

P_0 : Jumlah penduduk tahun ke 0 (jiwa)

r : Laju pertumbuhan penduduk (% pertahun)

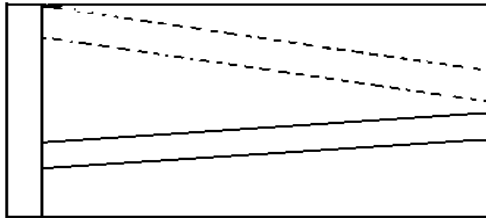
t : Rentang waktu antara P_0 dan P_t (tahun)

Kelebihan dari metode eksponensial, antara lain rumus yang digunakan sederhana, data yang diperlukan mudah dipenuhi, mudah dilakukan, dan model yang digunakan sudah mendekati dinamika yang tidak linear. Sedangkan kelemahan dari metode ini, yaitu mengabaikan rincian komponen dinamika kependudukan.

2.5 Teori Hidrolika dalam Perencanaan

2.5.1 Prinsip Aliran dalam Pipa Bertekanan

Program bentuk materik tersedia bagi *engineer* untuk dirangkai dalam pemecahan problem aliran dalam pipa. Beberapa diperoleh dari rumus-rumus dasar yang sudah ada, sebagian lagi diperoleh dari informasi-informasi yang ada yang berhubungan dengan variabel-variabel yang dalam persamaan tersebut



Gambar 2.1 Sket Aliran *Isothermal* dan *Incompressible* Melalui Pipa

Gambar 2.1 diatas adalah sket aliran *Isothermal* dan *Incompressible* melalui pipa, dimana terjadi gesekan tetapi tidak ada penambahan kerja atau panas. Dengan menggunakan notasi-notasi dalam gambar, persamaan mekanis dituliskan sebagai berikut:

$$Z_1 + \frac{P_1}{\rho g} + \frac{V_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{\rho g} + \frac{V_2^2}{2g} - hf - hm$$

Dimana :

(Rumus 2.8)

Z_1 = Elevasi *head* diatas datum

$\frac{P_1}{\rho g}$ = Preassure Head

$\frac{V^2}{2g}$ = Velocity Head

$$\frac{P_2}{\rho} = \text{Headloss akibat gesekan}$$

Kehilangan energi P/ρ berasal dari konversi energi mekanis ke energi panas oleh gesekan. Dalam sistem *isothermal* ini diartikan kehilangan tetap didalam total energi dari sistem. Notasi *Pressure drop* karena gesekan P , dipakai untuk menunjukkan perbedaan tekanan akibat faktor-faktor lain. Sehingga untuk menghindari kebingungan digunakan notasi hf untuk P/ρ perhitungan aliran pipa biasanya juga meliputi perhitungan hf .

Dalam pengaliran air pada saluran seringkali terjadi kehilangan tekanan atau *headloss* akibat perubahan dimensi saluran relatif kecil bila dibandingkan dengan kehilangan energi akibat gesekan sepanjang saluran. Oleh karena itu dalam perhitungan biasanya hanya penurunan tekanan karena perubahan dimensi saluran sering diabaikan.

Adapun beberapa rumus untuk menghitung kehilangan tekanan akibat gesekan sepanjang saluran ini, antara lain :

- Persamaan *Darcy Weisbach*

$$hf = f \frac{L.V^2}{D.2g} \quad (\text{Rumus 2.9})$$

Dimana :

f = Faktor Gesekan

L = Panjang Saluran

D = Diameter Saluran

V = Kecepatan rata – rata

- Persamaan *Hazen Williams*

$$hf = \frac{L}{(0,00155xCxD^{2,63})^{1,85}} x Q^{1,85} \quad (\text{Rumus 2.10})$$

Dimana :

Q = Debit Aliran

C = Koefisien kekasaran pipa

D = Diameter saluran

L = Panjang pipa

Selain dipengaruhi oleh kehilangan energi akibat gesekan, sistem pada perpipaan juga terpengaruhi kehilangan energi dikarenakan oleh aksesoris pada pipa tersebut. Digunakan rumus untuk kehilangan minor seperti berikut :

$$hm = K \frac{v^2}{2g} \quad (\text{Rumus 2.11})$$

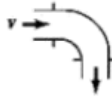

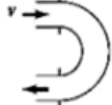
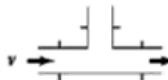
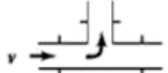

Dimana :

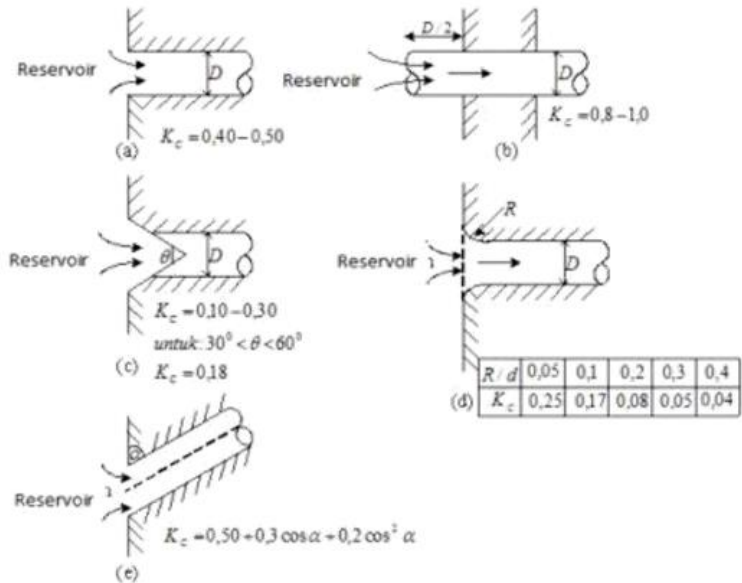
K = Koefisien kehilangan minor

V = Kecepatan aliran (m/s)

g = kecepatan gravitasi bumi = 9,81 m/s²

Berikut adalah nilai kofisien minor menurut Manual Epanet 2.0 :

Component	K_L	
a. Elbows		
Regular 90°, flanged	0.3	
Regular 90°, threaded	1.5	
Long radius 90°, flanged	0.2	
Long radius 90°, threaded	0.7	
Long radius 45°, flanged	0.2	
Regular 45°, threaded	0.4	
b. 180° return bends		
180° return bend, flanged	0.2	
180° return bend, threaded	1.5	
c. Tees		
Line flow, flanged	0.2	
Line flow, threaded	0.9	
Branch flow, flanged	1.0	
Branch flow, threaded	2.0	
d. Union, threaded		
	0.08	
e. Valves		
Globe, fully open	10	
Angle, fully open	2	
Gate, fully open	0.15	
Gate, $\frac{1}{4}$ closed	0.26	
Gate, $\frac{1}{2}$ closed	2.1	
Gate, $\frac{3}{4}$ closed	17	
Swing check, forward flow	2	
Swing check, backward flow	∞	
Ball valve, fully open	0.05	
Ball valve, $\frac{1}{2}$ closed	5.5	
Ball valve, $\frac{3}{4}$ closed	210	



Gambar 2.2 Nilai Koefisien Minor akibat aksesoris dalam pipa
(Sumber: Manual Epanet 2.0, 2000)

2.5.2 Sistem Hidrolika dalam Distribusi

Untuk mendistribusikan air minum dapat dipilih salah satu sistem diantara tiga sistem pengaliran yaitu :

- Sistem pengaliran gravitasi

Sistem ini digunakan bila elevasi sumber air baku atau pengolahan berada jauh di atas elevasi daerah pelayanan dan sistem ini dapat memberikan energi potensial yang cukup tinggi hingga pada daerah pelayanan terjauh. Sistem ini merupakan sistem yang paling menguntungkan karena pengoperasian dan pemebeliharanya mudah

- Sistem pengaliran dengan menggunakan pompa

Sistem ini digunakan bila beda elevasi antara sumber air atau instalasi dengan daerah pelayanan tidak dapat memberi tekanan air yang cukup, sehingga air yang akan didistribusikan dipompa langsung ke jaringan pipa distribusi

- Sistem Kombinasi

Sistem ini merupakan sistem pengaliran dimana air minum dari sumber air atau instalasi pengolahan dialirkan ke jaringan pipa distribusi baik dioperasikan secara bergantian atau bersama-sama, disesuaikan dengan keadaan topografi dari daerah pelayanan. Sistem ini digunakan apabila didaerah pelayanan tekanan yang tersedia tidak sepenuhnya mencukupi batas tekanan minimal diseluruh daerah pelayanan.

(Sumber : Hudson, H.E., and R.Hazen, "droughts and low streamflow ", Handbook of Applied Hydrology, Ven Te Chow, E.d, Mc. Graw Hill, New York 1964)

2.5.3 Mekanisme Aliran dalam Pipa

2.5.3.1 Pipa yang dihubungkan Seri

Jika dua buah pipa atau lebih dihubungkan secara seri maka semua pipa akan dialiri oleh aliran yang sama. Total kerugian *head* pada seluruh sistem adalah jumlah kerugian pada setiap pipa dan perlengkapan pipa yang menurut *Frank M.White 1986*. Mekanika Fluida Jilid 1 dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$Q_0 = Q_1 = Q_2 = Q_3 = \text{tetap}$$

(Rumus 2.12)

$$Q_0 = A_1 \times V_1 = A_2 \times V_2 = A_3 \times V_3$$

$$\Sigma hl = h \times l_1 = h \times l_2 = h \times l_3$$

Dimana :

Q_0 = Debit awal pada pipa

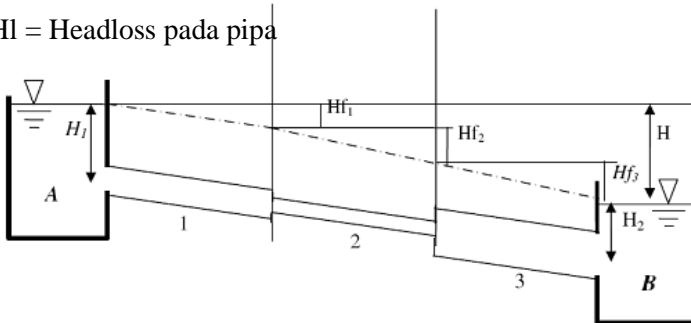
V_1 = Kecepatan awal di dalam pipa

A_1 = Luas penampang saluran pada awal pipa

V_3 = Kecepatan Akhir didalam pipa

A_3 = Luas penampang saluran pada akhir pipa

Hl = Headloss pada pipa



Gambar 2.3 Aliran Pipa yang Dihubungkan Seri
(Sumber : *Fluids Mechanic, 2011*)

Keterangan gambar :

H_1 = Tinggi muka air pada kolom A

H_2 = Tinggi muka air pada kolom B

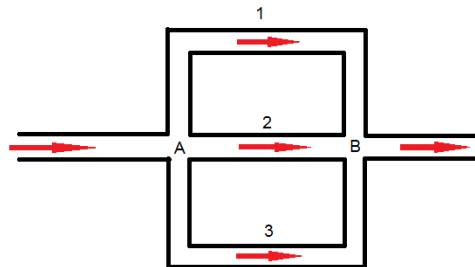
H = Perbedaan tinggi muka air kolam A dan B

H_f = *Headloss* flow pada pipa

Persoalan yang menyangkut pipa seri sering dapat diselesaikan dengan menggunakan pipa ekuivalen, yaitu dengan menggantikan pipa seri dengan diameter yang berbeda-beda dengan satu pipa ekuivalen tunggal. Dalam hal ini, pipa tunggal tersebut memiliki kerugian *Head* yang sama dengan sistem yang digantikannya untuk laju yang spesifik.

2.5.3.2 Pipa yang dihubungkan paralel

Jika dua buah pipa atau lebih dihubungkan secara paralel, total laju aliran sama dengan jumlah laju aliran yang melalui setiap cabang dan rugi *head* pada sebuah cabang sama dengan pada yang lain



Gambar 2.4 Aliran Pipa yang dihubungkan Pararel

Menurut *Frank M. White (1986)*, dapat dirumuskan sebagai :

$$Q_0 = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

$$Q_0 = A_1 \times V_1 = A_2 \times V_2 = A_3 \times V_3 \quad (\text{Rumus 2.13})$$

$$\Delta h_l = \Delta h_1 = \Delta h_2 + \Delta h_3$$

Hal lain yang perlu diperhatikan adalah bahwa persentase aliran yang melalui setiap cabang adalah sama tanpa memperhitungkan kerugian *head* pada cabang tersebut.

Rugi *head* pada setiap cabang boleh dianggap sepenuhnya terjadi akibat gesekan atau akibat katup dan perlengkapan pipa atau koefisien losses kali head kecepatan dalam pipa. Hal tersebut menurut *Frank M. White (1986)*, dapat dirumuskan :

$$\left(f_1 \frac{L_1}{d_1} + \Sigma K_{L1}\right) \cdot \frac{V^2}{2g} = \left(f_2 \frac{L_2}{d_2} + \Sigma K_{L2}\right) \cdot \frac{V^2}{2g} = \left(f_3 \frac{L_3}{d_3} + \Sigma K_{L1}\right) \cdot \frac{V^2}{2g}$$

(Rumus 2.14)

Diperoleh Hubungan :

$$\frac{V_2}{V_1} = \sqrt{\frac{\frac{f_1 \cdot L_1}{d_1} + \Sigma k L_1}{\frac{f_2 \cdot L_2}{d_2} + \Sigma k L_2}} \quad (\text{Rumus 2.15})$$

2.6 Sistem Distribusi Air

Sistem distribusi adalah sistem yang langsung berhubungan dengan pelanggan, yang mempunyai fungsi pokok mendistribusikan air yang telah memenuhi syarat ke seluruh daerah pelayanan seperti syarat kuantitas, kualitas dan kontinuitas

Sistem distribusi air minum terdiri atas perpipaan, katup-katup, pompa yang membawa air yang telah diolah dari instalasi penjernihan air menuju pemukiman, perkantoran, industri serta para pelanggan lain yang mengkonsumsi air. Juga termasuk dalam sistem ini adalah fasilitas penampung air yang telah diolah, yang digunakan saat kebutuhan air lebih besar dari suplai instalasi, meter air untuk menentukan banyak air yang digunakan

Air yang disuplai melalui pipa akan didistribusikan melalui dua alternatif sistem ,yaitu :

- *Continous system* (Sistem berkelanjutan)

Dalam sistem ini, air minum yang ada akan disuplai dan didistribusikan kepada konsumen secara terus menerus selama 24 jam. Sistem ini biasanya diterapkan bila pada setiap waktu kuantitas air baku dapat mensuplai kebutuhan konsumen di daerah tersebut.

Keuntungan :

1. Konsumen akan mendapatkan air minum setiap saat
2. Air minum yang diambil dari titik pengambilan di dalam jaringan pipa distribusi selalu didapatkan dalam keadaan segar

Kerugian :

1. Pemakaian air cenderung lebih boros
2. Bila ada sedikit kebocoran saja, jumlah air yang terbuang besar

- *Intermittent System*

Dalam sistem ini, air minum yang ada akan disuplai dan didistribusikan kepada konsumen hanya selama beberapa jam dalam satu harinya, biasanya 2 sampai 4 jam pada pagi hari dan 2 sampai 4 jam pada sore hari. Sistem ini biasanya diterapkan bila kuantitas dan tekanan air yang cukup tidak tersedia dalam sistem.

Keuntungan :

1. Pemakaian cenderung lebih hemat
2. Bila ada kebocoran maka air yang terbuang relatif kecil

Kerugian :

1. Bila terjadi kebakaran pada saat tidak beroperasi maka air untuk memadam kebakaran tidak tersedia
2. Setiap rumah perlu menyediakan tempat penyimpanan air yang cukup agar kebutuhan air dalam sehari dapat disimpan
3. Dimensi pipa yang dipakai akan cenderung lebih besar karena kebutuhan air yang akan disuplai dan didistribusikan dalam sehari hanya ditempuh dalam jangka waktu pendek.

2.7 Sistem jaringan Induk Distribusi Air

Sistem jaringan induk distribusi yang dipakai dalam pendistribusian air bersih ada dua macam, yaitu :

- Sistem Cabang atau *Branch*

Pada sistem ini air hanya mengalir dari satu arah dan pada setiap ujung pipa akhir daerah pelayanan terdapat titik akhir (*dead end*), serta pipa distribusi tidak saling berhubungan. Area konsumen disuplai air melalui satu jalur pipa utama.

Sistem ini biasanya digunakan pada daerah dengan sifat-sifat sebagai berikut

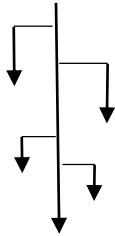
1. Perkembangan kota ke arah memanjang
2. Sarana jaringan tidak saling berhubungan
3. Keadaan topografi dengan kemiringan medan yang menuju satu arah

Keuntungan :

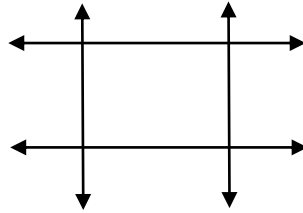
1. Jaringan distribusi relatif lebih sederhana
2. Pemasangan pipa lebih murah
3. Penggunaan pipa-pipa lebih sedikit karena pipa distribusi hanya dipasang pada daerah yang paling padat penduduknya

Kerugian :

1. Kemungkinan terjadinya penumbunan kotoran dan pengendapat diujung pipa tidak dapat dihindari, sehingga dilakukan pembersihan (*flushing*) yang intensif untuk mencegah timbulnya pengendapan sedimen didalam pipa.
2. Bila terjadi kerusakan dan kebakaran pada salah satu bagian sistem, suplai air akan terganggu
3. Kemungkinan tekanan air yang diperlukan tidak cukup bila ada jaringan baru
4. Keseimbangan sistem pengaliran kurang terjamin terutama saat terjadinya tekanan kritis pada bagian pipa yang terjauh



Struktur
Cabang



Struktur Radial

Gambar 2.5 Sistem Jaringan Bercabang

- Sistem Melingkar atau Loop

Pada sistem ini jaringan pipa induk distribusi saling berhubungan satu dengan yang lain membentuk lingkaran-lingkaran, sehingga pada pipa induk tidak ada titik mati (*dead end*) dan air akan mengalir kesuatu titik yang dapat melalui beberapa arah.

Sistem ini diterapkan pada :

1. Daerah dengan jaringan jalan saling berhubungan
2. Daerah dengan perkembangan kota cenderung ke segala arah
3. Keadaan topografi yang relatif dasar

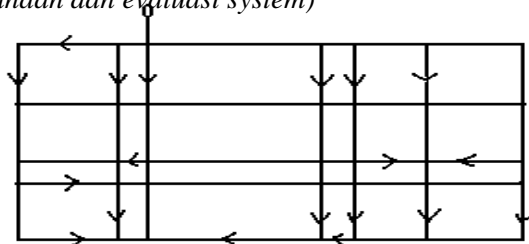
Keuntungan sistem jaringan induk ini :

1. Kemungkinan terjadinya penumbunan kotoran lumpur dapat dihindari
2. Bila terjadi kerusakan, perbaikan atau pengambilan air untuk pemadam kebakaran pada bagian tertentu, maka suplai air pada sistem bagian lainnya tidak terganggu.

Kerugian sistem jaringan induk ini :

1. Sistem jaringan pipa rumit
2. Perlengkapan pipa yang digunakan sangat banyak

(Sumber : Sarwoko M, *Penyediaan air bersih II dasar-dasar perencanaan dan evaluasi system*)



Gambar 2.6 Sistem Jaringan Loop

2.8 Sistem Pengaliran dan Perpipaan Distribusi Air

Untuk mengalirkan air minum kepada pelanggan dengan kualitas, kuantitas dan kontinuitas yang cukup diperlukan sistem perpipaan yang baik, reservoir, pompa dan peralatan lain yang menunjang. Didalam sistem transmisi ada beberapa cara pengaliran yang dapat dilakukan antara lain:

- Sistem Saluran Terbuka

Sistem ini hanya memperhatikan ketinggian tanah dan konstruksi saluran untuk dapat mengalirkan air dengan kapasitas besar sehingga biaya pembuatan dan operasionalnya ekonomis. Saluran yang terbuka sensitif terhadap faktor *eksternal* yang dapat mempengaruhi kualitas air yang dialirkan

- Sistem Saluran Tertutup

Sistem ini mampu membawa air dengan kapasitas besar dan memungkinkan kehilangan air kecil bila dibandingkan dengan debitnya

- Sistem Pipa

Pada sistem ini aliran tidak tergantung profil tanah. Kualitas air tidak mudah dipengaruhi oleh faktor luar, selain itu

operasi dan pemeliharanya mudah, walaupun biaya pembuatannya lebih mahal dibandingkan dengan sistem terbuka dan sistem tertutup.

Macam-macam pipa yang pada umumnya ada dan akan dipakai dalam perencanaan sistem distribusi air minum adalah sebagai berikut:

1. Pipa Primer atau Pipa Induk (*Supply Main Pipe*)

Pipa primer merupakan pipa yang berfungsi membawa air minum dari induk instalasi pengolahan dari reservoir distribusi ke suatu daerah pelayanan. Pipa primer ini mempunyai diameter relatif besar

2. Pipa Sekunder (*Arterial Main Pipe*)

Pipa sekunder merupakan pipa yang disambungkan langsung pada pipa primer dan mempunyai diameter yang sama atau kurang dengan diameter pipa primer.

3. Pipa Tersier

Pemasangan langsung pipa servis pada pipa primer tidak menguntungkan mengingat dapat terganggunya pengaliran air dalam pipa dan lalu lintas di daerah pemasangan. Pipa tersier dapat disambungkan langsung pada pipa sekunder dan digunakan untuk melayani pipa servis, dalam hal ini tapping dalam pipa primer tidak diperkenankan dalam perencanaan SDAM

4. Pipa Servis (*Service Connection*)

Pipa servis merupakan pipa yang dihubungkan langsung pada pipa sekunder atau pipa tersier, yang kemudian dihubungkan pada sambungan rumah (konsumen). Pipa servis ini memiliki diameter yang relatif kecil.

2.8. Jaringan Pipa Distribusi Sekunder, Tersier

2.8.1.1 Kapasitas Desain

Pipa induk tersebut harus didesain agar dapat menampung aliran jam maksimum yang besarnya 1,5 kali kebutuhan harian rata-rata

2.8.1.2 Diameter Pipa

Diameter pipa yang dipakai dalam zona 118 ini berkisar antara 75mm sampai 200mm kecepatan antara aliran yang diijinkan dalam pipa adalah 0,3 – 30 m/s pada kebutuhan jam maksimum. Kecepatan yang terlalu kecil menyebabkan endapan yang ada dalam pipa, sedangkan kecepatan yang terlalu besar dapat menyebabkan pipa cepat aus dan mempunyai *headloss* yang tinggi. Untuk menentukan kecepatan aliran dalam pipa dapat digunakan rumus :

$$Q = AxV = \frac{1}{4}\pi D^2V \quad (\text{Rumus 2.16})$$

Atau dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$V = 0,38464xCxD^{0,63}xS^{0,54} \quad (\text{Rumus 2.17})$$

Dimana :

Q = Debit aliran dalam pipa (m³/dt)

V = Kecepatan aliran dalam pipa (m/dt)

A = Luas penampang pipa (m²)

D = Diameter pipa (m)

C = Koefisien kekasaran pipa

S = Kemiringan Hidrolis

2.8.1.3 Tekanan

Tekanan minimum dalam pipa tersier adalah 10 m kolom air. Agar sisa tekannya 10m kolom air, maka diusahakan dengan mengatur nilai-nilai kecepatan aliran dalam pipa serta *headloss* pompa Untuk mengatur kehilangan tekanan dapat diusahakan pemilihan diameter. Untuk mengetahui tekanan dan kecepatan aliran yang ada dalam pipa, selain besarnya debit aliran dan panjang pipa, diperlukan pula penentuan elevasi tanah dari daerah pelayanan. Untuk mengetahui tekanan dan kecepatan aliran dalam pipa, diperlukan pula penentuan elevasi tanah pada titik-titik tertentu/node selain besarnya debit dan panjang pipa

Cara penentuan kontur disini dengan interpolasi kontur yang terdapat dalam peta topografi

$$Dx = Da + \left(\frac{Tx-Ta}{Tr-Ta} x Da - r \right) \quad (\text{Rumus 2.18})$$

Dimana :

Dx = jarak titik yang dicari terhadap titik awal di peta (m)

Da = Letak titik awal/ titik acuan perhitungan interpolasi (m)

Tx = ketinggian titik yang dicari (m)

Ta = Ketinggian titik awal/ titik acuan (m)

Tr = Ketinggian titik akhir (m)

Da-r = Jarak antara titik awal dan akhir

Dari rumus 2.17, maka untuk menghitung ketinggian yang dicari pada perencanaan ini, D_a diasumsikan nol ($D_a=0$) sehingga dapat diturunkan sebagai berikut :

$$Tx = \left[\frac{Dx}{D_a - r} x(Tr - Ta) \right] + Ta \quad (\text{Rumus 2.19})$$

Sedangkan untuk mencari slope dihitung dengan cara sebagai berikut :

$$S = \frac{ET - ER}{P_{12}} \quad (\text{Rumus 2.20})$$

Dimana :

S = Slope

ET = Elevasi muka tanah 1 (m)

ER = Elevasi muka tanah 2 (m)

P_{12} = Jarak antara titik 1 dan 2

2.8.1.4 Kemiringan Pipa

Pipa distribusi dipasang dengan kemiringan tertentu terutama pada pipa-pipa yang diameternya berkisar antara 200mm sampai 400mm.

2.9 Jenis Pipa

Beberapa jenis pipa yang umumnya digunakan dalam pekerjaan sistem distribusi air bersih antara lain:

2.9.1 Cast Iron Pipe (CIP)

Sifatnya kuat, tahan lama, tahan terhadap karat. Salah satu kelemahannya, tidak kuat melawan guncangan. Pipa ini sering dipergunakan untuk transmisi dan pipa induk berdiameter besar. Penggunaannya pada daerah-daerah yang tanahnya korosif, karena salah satu sifatnya mudah pecah maka harus diperhatikan benar-benar pelayanan pada waktu pemasangan.

2.9.2 Ductile Iron Pipe (DIP)

Sifatnya kuat, tidak tahan panas dan tekanan luar. Jenis ini tidak beda jauh dengan CIP, dimana mempunyai sifat yang lebih ulet dari CIP karena adanya penambahan kecil sejumlah magnesium dalam pembuatannya. Pemasangan dilakukan dengan semen lining terlebih dahulu untuk sebelah dalam pipa. Untuk jenis ini tidak dapat menggunakan sambungan las. Biasanya pipa ini warnanya hitam dan permukaannya seperti kulit jeruk dan ulet sehingga sulit untuk dipotong.

2.9.3 Galvanized Iron Pipe (GIP)

Pipa *Galvanized Iron* adalah pipa yang biasa digunakan untuk instalasi air dingin dan tidak dianjurkan untuk air panas. Pipa galvanis umum dijumpai di rumah-rumah tua dan jalur transmisi perpipaan. Pipa galvanis termasuk pipa yang kuat dan dapat berumur 50 tahun

2.9.4 Steel Pipe

Sifatnya relatif ringan, dapat dilas, relatif tak tahan korosi serta kuat melawan gaya internal. Eksternal, guncangan serta vibrasi. Biasanya dipergunakan untuk keperluan pipa berdiameter besar, dapat dibuat ditempat dengan cara pengelasan dari beberapa plat baja. Karena sifatnya yang ulet maka biasa dipergunakan untuk pipa-pipa yang tidak tertimbun dalam tanah untuk pengganti *Cast Iron* yang mudah pecah oleh kekuatan luar. Dikenal pula dengan pipa steel dengan semen lining sebelah dalam pipa dan coating dengan bitumen disebalah dalam. Pipa besi ini tidak tahan terhadap korosi, tetapi dapat diatasi dengan pembalutan untuk menghindari kontak langsung dengan lingkungan

2.9.5 Asbestos Cement Pipe (ACP)

Pipa ini terbuat dari asbes, karakteristik ACP sangat ringan sehingga mudah dalam transportasi serta mudah dalam pemotongan dan penyambungan pipa. Tetapi ACP mudah retak dan bersifat karsinogenik yang diduga dapat menyebabkan kanker.

2.9.6 Polivinil Chloride (PVC)

Pipa PVC merupakan jenis pipa yang sensitif terhadap goresan, karena itu harus ditangani secara hati-hati untuk menghindari kerusakan permukaannya karena goresan yang dalam. Dianjurkan untuk menolak pipa yang memiliki goresan pada permukaan luar dengan kedalaman lebih dari 10% tebal dinding pipa

Warna pipa PVC adalah abu-abu, permukaan luar dan dalam halus dan rata, tidak berbau dan tidak berasa. Sekarang ini warna pipa PVC juga tersedia dalam warna biru. Dalam pemakaiannya antara pipa PVC warna abu-abu dengan biru belum ada pembagiannya, kedua warna tersebut dapat dipakai untuk pipa air bersih atau air buangan.

Kelebihan pipa PVC adalah :

- a. Relatif lebih ringan
- b. Mudah penanganan dan pemasangannya
- c. Penyambungannya sederhana
- d. Tahan terhadap korosi

Kelemahan pipa PVC adalah :

- a. Pipa PVC tahan terhadap serangan korosi dalam semua kondisi tanah dan air, namun pipa ini tidak dapat ditanam didaerah yang secara ekstensif terkontaminasi secara kimiawi (khususnya larutan organik) atau tempat dimana terdapat kemungkinan resiko tertumpah oleh bahan kimia yang dapat merusak struktur pipa. Senyawa kimia yang dapat merusak pipa PVC dapat dilihat pada Tabel 2.5
- b. Pipa PVC dapat rusak karena degradasi ultraviolet, maka harus dilindungi dari paparan sinar matahari yang berkepanjangan selama penyimpanan atau pemasangannya. Hal ini berarti pula bahwa pipa PVC tidak boleh dipakai diatas tanah, kecuali mendapat perlindungan yang memadai.

Fitting, Coupling, Mur dan baut dari logam yang digunakan pada pipa PVC harus dilindungi dari korosi secara internal. ISO pipa PVC dan pemakaiannya.

Standar ISO untuk pipa PVC adalah ISO 4065 tentang pipa PVC dan fittingnya. Standar ISO 4065 untuk pipa PVC digunakan sebagai acuan dalam penyusunan SII-0344-82, sehingga spesifikasi dan penjelasannya dapat dilihat pada standar SII-0344-82.

Standar SII untuk pipa PVC mengambil acuan ISO-4065-78. Dalam mengambil ukuran, tidak semua dimensi dalam ISO dipakai untuk SII. SII untuk pipa PVC hanya mengambil seri pipa S-6,3 sampai S-16, sedangkan standar ISO memiliki seri pipa mulai dari S-2,5 sampai S-6,3. Jadi semua ukuran pipa PVC dari standar SII dapat disambungkan dengan standar ISO, tetapi tidak semua pipa PVC dari standar ISO dapat disambungkan dengan pipa PVC dari standar SII. Penyambungan pipa PVC dari berbagai standar dapat dilihat pada tabel 2.4 dibawah ini.

Tabel 2.4 Tabel Penyambungan Pipa PVC dari Berbagai Standar

Standar	SII	JIS	ISO	BS	AWWA
SII	++	--	+-	+-	-
JIS	+-	++	+-	--	-
ISO	+-	--	++	+-	-
BS	+-	--	+-	++	-
AWWA	-	-	-	-	++

Keterangan :

- ++ : Semua ukuran dapat disambungkan dengan baik
- +- : Hanya beberapa ukuran yang dapat disambungkan

- : Semua ukuran tidak dapat disambungkan
 - : Tidak ada keterangan, karena belum didapat standar
 - SII : Standar Industri Indonesia
 - JIS : *Japan Industrial Standart*
 - ISO : *International Standart Organization*
 - BS : *British Standart*
 - AWWA: American Water Work Association Standart.
- (Sumber : Basuki, S., 1993. *Macam-macam pipa dan aksesoris dalam pemakaian di Bidang Teknik Lingkungan*)

Ukuran pipa PVC yang dapat disambungkan dari standar SII dengan BS hanya ada satu ukuran yaitu pada SII 140mm, sedang pada BS 139,7 mm. Walaupun berbeda 0,3 mm ini masih memungkinkan untuk dapat disambung, karena toleransi SII $\pm 0,2$ mm sampai dengan $\pm 0,4$ mm.

Selain sambungan yang dapat digunakan untuk menghubungkan dua jenis pipa PVC yang berlainan standar adalah dengan menggunakan sambungan socket, coupling, dan sambungan mekanik.

Tabel 2.5 Senyawa Organik yang dapat merusak Pipa PVC

Senyawa organik yang menyebabkan perembesan berat	Senyawa organik yang menyebabkan perembesan sedang	Senyawa organik yang menyebabkan perembesan ringan
> Chlorinated hydrocarbon > Keton > Nitrobenze > Ester (misal methyl, ethyl, asetat)	> Benzena > Toluene > Alkylbenzena	> Alkohol > Alphatic dan Alicylyc hydrocarbon > Solid halogenated benzena

(Sumber : Basuki, S., 1993. *Macam-macam pipa dan accessories dalam pemakaian di Bidang Teknik Lingkungan*)

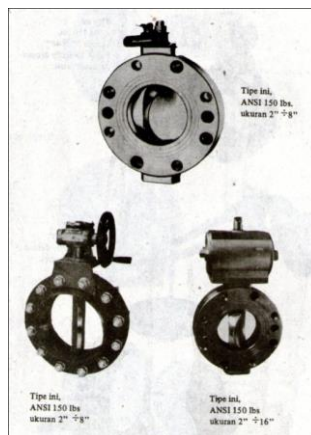
2.10 Perlengkapan Pipa

Salah satu komponen yang penting dalam perpipaan adalah katup. Disini hanya akan dibicarakan mengenai katup yang umum dipergunakan pada suatu sistem perpipaan.

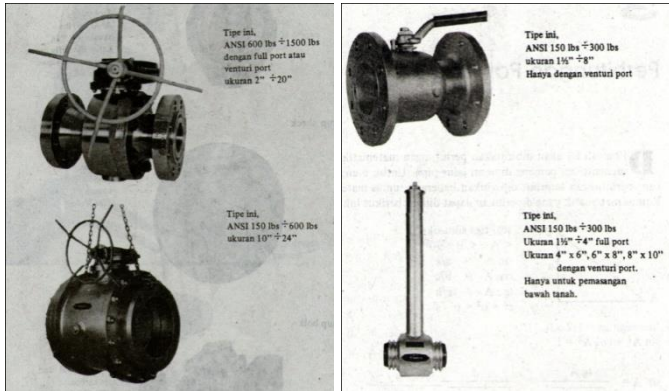
Katup pintu dan katup bola dioperasikan dengan memutar sebuah roda. Ada tiga variasi pemutaran katup pintu yang bekerja cepat dan katup-katup tersebut mempunyai kegunaan khusus yaitu :

- Katup kupu-kupu (*butterfly valve*), dengan katup tipis ringan dipakai untuk fluida air.
- *Ball Valve*, dipakai untuk fluida gas.
- *Plug valve*, dipakai untuk minyak dan pelumas kental. Dari masing-masing katup tersebut diatas mempunyai variasi dalam bentuk dan cara kerjanya.

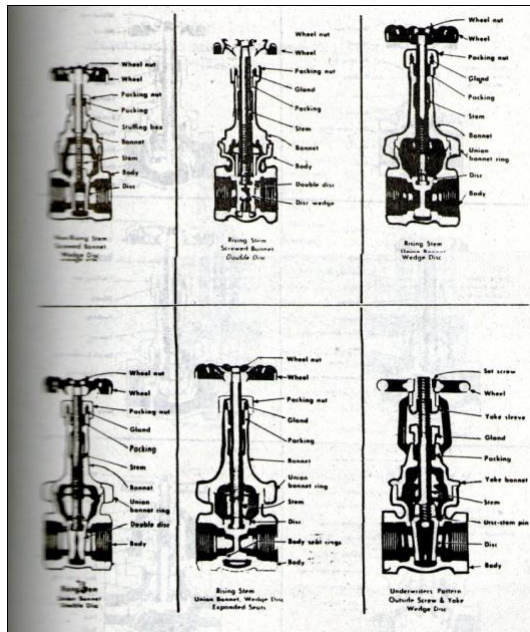
Berikut contoh gambar katup :



Gambar 2.7 Katup kupu-kupu (*butterfly valve*)



Gambar 2.8 Katup bola (ball valve)



Gambar 2.9 Katup pintu (gate valve)

Bahan dan Material Katup

Suatu hal yang penting dalam pemakaian katup adalah memilih material katup yang sesuai dengan perencanaan.

Bahan yang dipakai dalam pembuatan katup adalah :

a. Kuningan (*brass*)

Katup dengan bahan ini digunakan untuk temperatur dibawah 450° F, bila temperaturnya lebih besar dari 550° F maka digunakan material perunggu (*bronze*) yang biasanya mempunyai diameter minimum 3 inch, dan tekanan dapat lebih besar dari 30 psi.

b. Besi (*Iron*)

Macam-macamnya adalah mulai dari *cost iron* yang biasa digunakan untuk katup kecil sampai kepada *high strength metal alloy cast* yang digunakan katup besar. *Cast iron* tidak boleh digunakan untuk temperatur lebih besar dari 450° F.

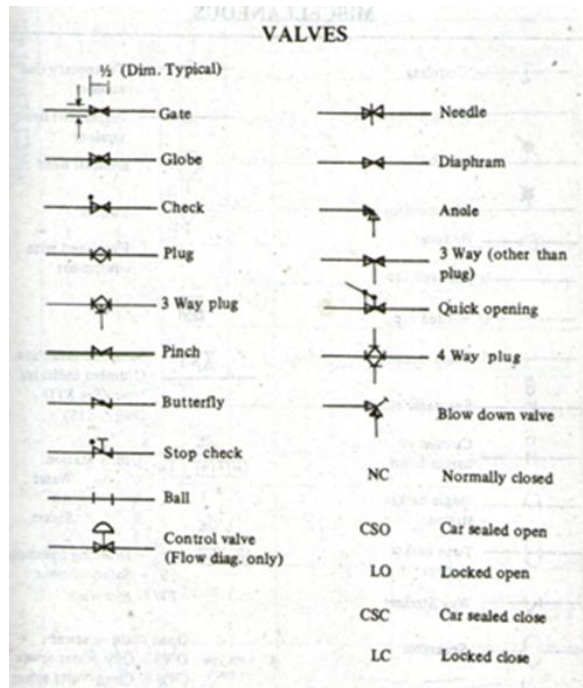
c. Baja (*Steel*)

Material ini dipakai untuk katup yang memerlukan tekanan dan temperatur tinggi.

d. *Stainless Steel*

Material ini dipakai untuk katup yang memerlukan temperatur rendah atau aliran korosif.

Dibawah ini dapat dilihat beberapa contoh simbol katup (*valve*):



Gambar 2.10 Simbol Katup

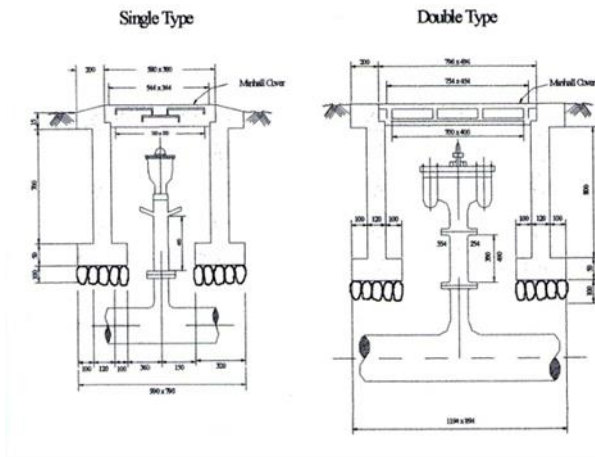
Beberapa perlengkapan pipa yang umumnya dipasang dalam sistem distribusi air minum antara lain :

- *Gate Valve* (Katup Pintu)

Berfungsi untuk mengontrol aliran dalam pipa. *Gate Valve* ini dapat menutup suplai air bila diinginkan dan dapat membagi aliran ke bagian lainnya di dalam jaringan distribusi. *Gate Valve* diletakkan pada :

- Setiap titik persilangan atau cabang pipa (dua valve untuk tee dan tiga valve untuk *cross*).
- Sistem pengurasan (sebagai *blow off valve*).
- Pipa tekan setelah pompa dan *check valve* (untuk melindungi pompa terhadap *back flow*).
- **Air Release Valve (Katup Angin)**

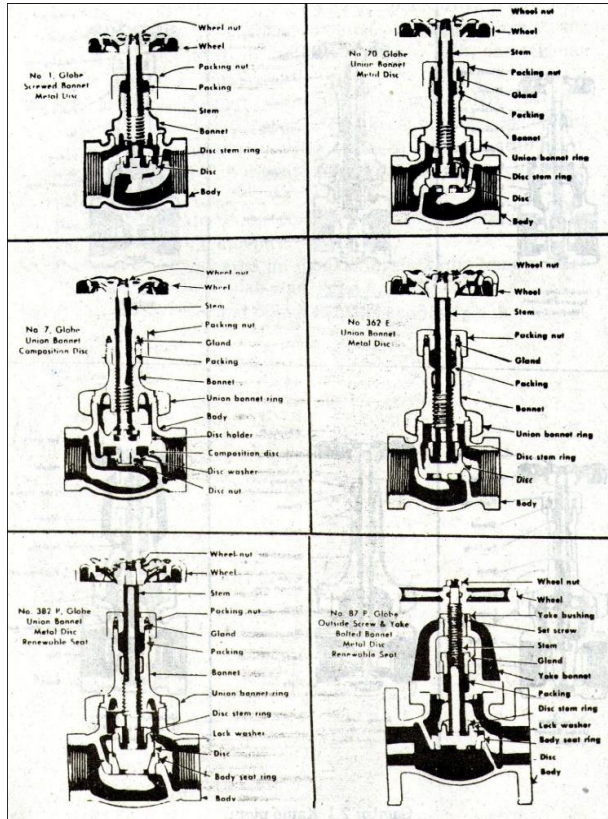
Berfungsi untuk melepaskan udara yang selalu ada dalam aliran. Air release valve ini dipasang pada setiap bagian jalur pipa tertinggi dan mempunyai tekanan lebih dari 1 atm, karena udara cenderung akan terakumulasi pada tempat tersebut



Gambar 2.11 Katup Angin (*air release valve*)

- *Globe Valve*

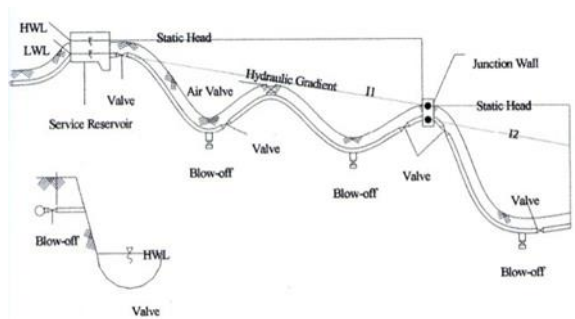
Berfungsi untuk membuka seluruhnya atau menutup sama sekali alirannya. Biasanya di tempatkan sebelum meter induk pada tiap zona yang ada, untuk mengecek *input* dan *output* dalam analisa kehilangan air.



Gambar 2.12 Katup Globe

- *Blow off Valve* (katup pembuang Lumpur)

Blow Off Valve ini sebenarnya merupakan gate valve yang dipasang pada setiap titik mati atau titik terendah dari suatu jalur pipa. Berfungsi untuk mengeluarkan kotoran–kotoran yang mengendap dalam pipa (*flashing*) serta untuk mengeluarkan air bila ada perbaikan.



Gambar 2.13 Katup Pembuang Lumpur

- *Check Valve (Non Return Valve)*

Check valve dipasang bila pengaliran air didalam pipa diinginkan menuju satu arah. Biasanya check valve dipasang pada pipa tekan diantara pompa dan gate valve, dengan tujuan menghindari pukulan akibat arus balik (*back flow*) yang dapat merusak pompa saat pompa dalam keadaan mati.

- *Fire Hidrant*

Berfungsi untuk menyuplai air bila terjadi kebakaran. Alat ini ditempatkan pada area yang berkecenderungan mempunyai frekuensi kebakaran tinggi, dengan pertimbangan sebagai berikut :

- Mudah dicapai dan terlihat dari arah manapun
- Kepadatan penduduk dan aktifitasnya.
- Luas daerah.
- Kemudahan dilakukannya pemadaman kebakaran misal dipersimpangan jalan.

Ada dua tipe fire hydrant, antara lain :

- *Post Hydrant*

Yaitu type hydrant yang diletakkan sekitar satu meter diatas permukaan tanah.

- *Flush Hidrant*

Yaitu type hydrant yang diletakkan didalam kotak besi dan ditanam didalam tanah dengan tinggi permukaan kotak sama dengan tinggi permukaan jalan.

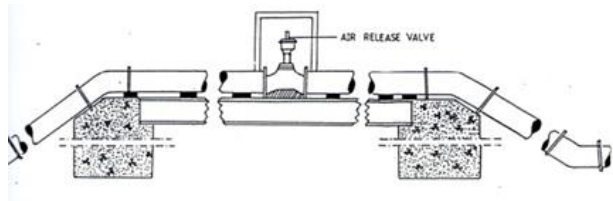
▪ *Thrust Block* (Angker Blok Beton)

Thrust Block ini diperlukan pada pipa yang mengalami beban hidrolik yang tidak seimbang, misalnya pada pergantian diameter, diakhir pipa atau belokan. Dimana gaya yang terjadi harus ditahan oleh *Thrust Block* untuk menjaga agar fitting tidak bergerak.

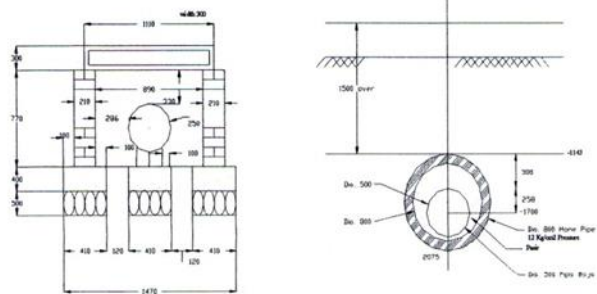
Umumnya lebih praktis memasang *Thrust Block* setelah saluran ditimbun dengan tanah dan dipadatkan, sehingga dijamin mampu menahan getaran atau gaya hidrolik atau beban lainnya. *Thrust Block* hendaknya dipasang pada sisi parit, maka dari itu diperlukan perataan sisi parit atau menggali sebuah lubang masuk ke dalam dinding parit untuk menahan gaya gesek.

- Bangunan Pelintasan Pipa

Bangunan ini diperlukan bila jalur pipa memotong sungai, rel kereta api, dan jalan untuk memberi keamanan pada pipa, bangunan dapat direncanakan melewati atas (jalan raya, jembatan) ataupun melewati bawah tanah.



Gambar 2.14 Talng Pipa



Gambar 2.15 Gorong-gorong Pipa Air Bersih melintasi Jalan raya, Rel KA

- Manhole

Berfungsi sebagai tempat pemeriksaan atau perbaikan bila terjadi gangguan pada valve. Manhole biasanya ditempatkan pada tempat aksesoris yang penting dan pada jalur pipa pada setiap jarak 300 sampai 600 meter, terutama pada pipa berdiameter besar.

- **Meter Tekanan.**
Alat ini dipasang pada pompa agar dapat diketahui besarnya tekanan pompa. Kontrol ini dilakukan untuk :
 - Menjaga keamanan distribusi dari tekanan kerja pipa.
 - Menjaga kontinuitas air.

- **Meter Air.**
Berfungsi untuk mengetahui besarnya jumlah pemakaian air dan dapat dipakai sebagai alat pendeteksi ada atau tidaknya kebocoran. Meter air ini, dipasang pada setiap sambungan yang dipakai secara kontinu.

- ***Clamp Saddle (Saddle Tapping).***
Alat ini berfungsi untuk tapping air sehingga pengaturan debit dapat dilakukan sepanjang pipa distribusi. *Clamp saddle* ini, tidak boleh langsung dipasang pada pipa primer, dimaksudkan untuk menjaga pemerataan pemakaian air dan tekanan air yang tersedia.
Sumber : Rich , 1973

2.11 Sambungan Pipa dan Perlengkapannya

Sambungan dan perlengkapan pipa yang sering digunakan dalam pekerjaan penyambungan pada sistem distribusi air antara lain :

- ***Bell dan Spigot***
Spigot dari suatu pipa dimasukkan ke dalam *bell (Socket)* pipa lainnya. Untuk menghindari kebocoran dan untuk menahan pipa serta memungkinkan terjadinya defleksi (berubahnya sudut sambungan), maka sambungan biasanya dilengkapi dengan gasket.

- *Flange Joint.*
Biasanya dipakai pada pipa bertekanan tinggi serta untuk sambungan yang dekat dengan instalasi pompa . Sebelum kedua flange disatukan mur dan baut, maka diantara flange disisipkan packing untuk mencegah kebocoran.
- *Bend*
Merupakan belokan pipa, dengan sudut belokan 90° , 45° , $22,5^\circ$, $11,5^\circ$. Aksesoris ini digunakan untuk menghubungkan pipa-pipa dengan tujuan untuk merubah arah aliran.
- *Increase dan Reducer.*
Increacer digunakan untuk menyambung pipa berdiameter kecil ke diameter besar (dimana arah aliran dari diameter kecil ke diameter besar), sedangkan reducer digunakan untuk menyambung pipa berdiameter besar kepipa berdiameter kecil.
- *Tee dan Cross*
Tee digunakan untuk aliran bercabang pada persimpangan pipa dimana dua diantaranya berada pada satu garis lurus dan yang ketiga tegak lurus dengan yang pertama. Cross digunakan untuk percabangan pipa berupa perempatan.
- *Tapping Band*
Dipasang pada tempat yang perlu disadap, untuk dialirkan ke tempat lain dengan debit tertentu. Dalam hal ini pipa distribusi dibor dan tapping band dipasang dengan baut disekeliling pipa dengan memeriksa agar cincin melingkar penuh pada sekeliling lubang dan tidak menutupi lubang tapping.
- *Nipples*
Nipples digunakan untuk menggabungkan dua pipa sama-sama berulir dalam.
(Sumber: American Society For Testing Materials, 1978)

2.12 Permodelan dengan *Epanet 2.0*

EPANET di desain sebagai alat untuk mencapai dan mewujudkan pemahaman tentang pergerakan dan nasib kandungan air minum dalam jaringan distribusi. Epanet juga dapat digunakan untuk berbagai analisa aplikasi jaringan distribusi. Sebagai contoh untuk pembuatan desain, kalibrasi model hidrolis, analisa sisa chlor, dan analisa pelanggan.

EPANET dapat membantu dalam *manage* strategi untuk merealisasikan kualitas air dalam suatu sistem. Semua itu mencakup :

- Alternatif penggunaan berbagai sumber dalam satu sistem.
- Alternatif pemompaan dalam penjadwalan pengisian/pengosongan tangki.
- Penggunaan *treatment*, misal khlorinasi pada tangki penyimpanan.
- Pen-target-an pembersihan pipa dan pengantiannya.

Dijalankan dalam lingkungan windows, EPANET dapat terintegrasi untuk melakukan *editing* dalam pemasukan data, *running* simulasi dan melihat hasil *running* dalam berbagai bentuk (format), sudah termasuk kode-kode yang berwarna pada peta, tabel data-data, grafik serta citra kontur.

Dalam penulisan Tugas Akhir ini, analisa epanet lebih ditekankan pada pemodelan hidrolis pada jaringan distribusi Kecamatan Rungkut. Fasilitas yang lengkap serta pemodelan hidrolis yang akurat adalah salah satu langkah yang efektif dalam membuat model tentang pengaliran serta kualitas air. EPANET adalah alat bantu analisis hidrolis yang didalamnya terkandung kemampuan seperti :

- Kemampuan analisa yang tidak terbatas pada penempatan jaringan.
- Perhitungan harga kekasaran pipa menggunakan persamaan *Hazen-Williams*, *Darcy-Weisbach*, *Chezy-Manning*.
- Termasuk juga *minor head losses* untuk *bend*, *fitting* dsb.
- Pemodelan terhadap variasi tipe valve termasuk *shut off*, *check*, *pressure regulating*, dan *flow control valve*.
- Tersedia tangki penyimpanan dengan berbagai bentuk (seperti diameter yang bervariasi terhadap tingginya).
- Memungkinkan dimasukkannya kategori kebutuhan (*demand*) ganda pada *node*, masing masing dengan pola tersendiri yang bergantung pada variasi waktu.
- Model *pressure* yang bergantung pada pengeluaran aliran dari emitter (*sprinkler head*).
- Dapat dioperasikan dengan sistem dasar pada tangki sederhana atau kontrol waktu, dan pada kontrol waktu yang lebih kompleks.

- Program Epanet memodelkan sistem distribusi air sebagai kumpulan garis yang menghubungkan *node-node*. Garis tersebut menggambarkan pipa, pompa dan katup kontrol

2.12.1 Komponen Fisik Epanet

Komponen fisik adalah komponen pada epanet yang akan membangun suatu sistem perpipaan. Berikut adalah komponen fisik penting yang ada dalam program epanet :

a. Sambungan (*junctions*)

Sambungan (*junction*) adalah titik pada jaringan dimana garis-garis bertemu dan dimana air memasuki atau meninggalkan jaringan. Input dasar yang dibutuhkan bagi sambungan (*junction*) adalah :

- Elevasi pada semua referensi (biasanya rata-rata muka air laut).
- Kebutuhan air.
- Kualitas air saat ini.

Hasil komputasi untuk sambungan (*junction*) pada seluruh periode waktu simulasi adalah :

- *Head* hidrolis (energi internal per satuan berat dari fluida).
- Tekanan (*pressure*).
- Kualitas air.

Sambungan (*junction*) juga dapat :

- Mengandung kebutuhan air (*demand*) yang bervariasi terhadap waktu.
- Memiliki kategori kebutuhan air secara ganda.
- Memiliki harga kebutuhan negatif yang mengindikasikan air memasuki jaringan.
- Menjadi sumber kualitas air dimana terdapat kandungan yang memasuki jaringan.
- Memiliki lubang pengeluaran (atau *sprinkler*) yang menjadikan laju aliran bergantung kepada *pressure*.

b. Reservoir (*reservoirs*)

Reservoir (*reservoirs*) adalah node yang menggambarkan sumber eksternal yang terus menerus mengalir ke jaringan. Digunakan untuk menggambarkan koneksi dari sistem lain. Reservoir juga dijadikan titik sumber kualitas air. Input utama untuk reservoir adalah *head* hidrolis (sebanding dengan elevasi permukaan air jika bukan reservoir bertekanan) dan inisial kualitas air untuk analisa kualitas air. Karena sebuah reservoir adalah sebagai poin pembatas dalam jaringan, tekanan dan kualitas airnya tidak dapat dipengaruhi oleh apa yang terjadi didalam jaringan. Namun tekanan dapat dibuat bervariasi terhadap waktu yang ditandai dengan pola.

c. Tangki (*tank*)

Tangki (*tank*) adalah alat penampung air, tangki membutuhkan node dengan data kapasitas, dimana volume air yang tersimpan dapat bervariasi berdasar waktu selama simulasi berlangsung. Input data yang dibutuhkan untuk *node tank* adalah :

- *Elevation*, ketinggian permukaan tanah pada titik node tank berada.
- *Initial level*, tinggi level air pada *tank* pada saat awal simulasi dilakukan.
- Minimum level, tinggi muka air minimum yang diizinkan untuk dapat digunakan pada simulasi.
- Maximum level, tinggi muka air maksimum yang diizinkan untuk dapat digunakan pada simulasi.
- Diameter, diameter tangki untuk tangki yang berbentuk *silindris*. Untuk tangki yang berbentuk *non silindris* penyesuaian bentuk tangki dapat dilakukan dengan mengatur minimum volume, *volume curve* (dengan menentukan kurva hubungan volume air pada *tank* dengan ketinggian muka air.)

Data lain yang dapat ditambahkan antara lain adalah :

- *Mixing model*, menunjukkan tipe atau model pencampuran yang terjadi didalam *tank*. Model pencampuran yang dapat digunakan antara lain : *fully mixed* (Mixed), *two compartment mixing* (2COMP), *first-in-first-out plug flow* (FIFO), *last-in-first-out plug flow* (LIFO).
- *Reaction Coefficient*, merupakan koefisien reaksi untuk reaksi kimia di dalam *tank*. Satuan yang digunakan adalah liter/hari. Nilai positif untuk reaksi pertumbuhan dan nilai negatif untuk reaksi pengurangan atau kehilangan.
- *Initial Quality dan Source Quality*, merupakan input untuk memodelkan parameter kualitas air misalnya konsentrasi chlorine.

Adapun *output* dari *node tank* adalah adalah *net inflow* (debit *netto* aliran pada *tank*), *elevation* (tinggi muka air), *pressure* (tekanan hidrolis air) dan *Quality* (kualitas atau konsentrasi parameter air).

d. *Emitter*

Emitter adalah peralatan yang berkaitan dengan *junction* yang merupakan model dari aliran yang melalui *nozzle* atau *orifice* yang dilepaskan ke udara bebas. *Emitter* biasa digunakan untuk memodelkan aliran melalui sistem sprinkler dan jaringan irigasi. Bisa juga digunakan untuk simulasi kebocoran pada pipa. Epanet membaca *emitter* sebagai *property* dari *junction*, bukan sebagai komponen jaringan tersendiri.

e. *Valve*

Valve adalah *link* yang membatasi tekanan atau *flow* pada titik yang spesifik pada jaringan. Parameternya termasuk :

- *Node* awal dan akhir
- Diameter
- Pengaturan
- Status

Output yang dihitung bagi *valve* adalah laju aliran dan *headloss*. Perbedaan tipe *valve* dalam EPANET adalah :

- *Pressure Reducing Valve* (PRV)
- *Pressure Sustaining Valve* (PSV)
- *Pressure Breaker Valve* (PBV)
- *Flow Control Valve* (FCV)
- *Trottle Control Valve* (TCV)
- *General Purpose Valve* (GPV)

PRV membatasi tekanan pada jaringan pipa. Epanet menghitung tiga perbedaan status dari PRV, yaitu :

- Terbuka sebagian (aktif) untuk mencapai tekanan itu pengaturan pada sisi hilir ketika sisi hulu diatas pengaturan.
- Terbuka penuh jika tekanan di hulu dibawah pengaturan.
- Tertutup jika tekanan di sisi hilir melebihi dari sisi hulu (aliran kebalikan tidak dibolehkan).

PSV menjaga pengaturan tekanan pada titik yang spesifik pada jaringan pipa, EPANET menghitung tiga kondisi yang ditetapkan untuk PSV, yaitu :

- Sebagian terbuka (aktif) untuk menjaga pengaturan *pressure* pada bagian sisi hulu ketika tekanan dibagian hilir dibawah nilainya.
- Terbuka penuh jika tekanan di hilir diatas pengaturan.
- Tertutup jika tekanan pada hilir melebihi pada hulu (misal aliran kebalikannya tidak dibolehkan).

PBV memaksa tekanan yang spesifik yang hilang supaya muncul melalui *valve*. Aliran melalui *valve* dapat dari arah sebaliknya. PBV tidak berupa alat yang nyata, tapi dapat menggunakan situasi model dimana penurunan tekanan yang terpisah diketahui dan nyata.

FCV membatasi aliran dalam harga yang spesifik. Program membuat pesan peringatan jika aliran tidak dapat dijaga tanpa menambah tekanan pada *valve* (aliran tidak dapat menjaga jika *valve* dibuka penuh).

TCV mensimulasikan tertutup sebagian dengan mengatur koefisien kehilangan minor dari *valve*. Hubungan antara derajat ketika *valve* tertutup dan akibat koefisien *head loss* biasanya tersedia dari pabrik *valve*.

GPV digunakan untuk mempresentasikan *link* dimana pengguna mensuplai aliran khusus – hubungan *head loss* selain dari formula standard hidrolis. Dapat digunakan untuk memodelkan turbin, sumur bor atau pengurangan / *valve* pencegah aliran balik.

Setiap tipe *valve* memiliki perbedaan dari pengaturan parameternya yang menjelaskan titik operasi (tekanan untuk PRV, PSV, dan PBV; aliran untuk FCV; koefisien *loss* untuk TCV, dan kurva *head loss* untuk GPV).

Valve dapat dikontrol operasionalnya, pengaturan status selama simulasi diatur dalam *statemen*. Ada beberapa aturan dalam menambahkan jenis *valve* dalam jaringan pipa :

- PRV dan PSV atau FCV tidak dapat secara langsung dihubungkan ke *reservoir* atau tangki (gunakan pipa untuk membaginya menjadi dua).
- PRV tidak dapat dibagi ke *node* yang sama di hilirnya atau dalam rangkaian seri.
- PSV tidak dapat digabungkan ke *node* PRV di hilirnya.

f. Pipa (*Pipes*)

Pipa (*Pipes*) adalah penghubung yang membawa air dari satu poin ke poin lainnya dalam jaringan. EPANET mengasumsikan bahwa semua pipa adalah penuh berisi air setiap waktunya. Arah aliran adalah dari titik dengan tekanan hidrolik tertinggi menuju titik dengan tekanan rendah. Input data utama yang perlu diisikan adalah :

1. *Start node*, merupakan titik awal atau pangkal pipa.
2. *End node*, merupakan titik akhir pipa atau ujung pipa.
3. *Length*, merupakan panjang pipa dalam meter atau *feet*
4. *Diameter*, merupakan diameter atau garis tengah pipa. Satuan yang digunakan adalah inchi atau milimeter.
5. *Roughness*, koefisien kekasaran pipa untuk menghitung *head loss*.

Input data lain yang dapat ditambahkan sebagai pelengkap adalah:

1. *Loss Coefficient*, koefisien untuk menghitung *minor losses* karena perlengkapan pipa seperti *valve*, *bends*, *elbow* dan sebagainya.
2. *Initial status*, status aliran dalam pipa. Misalnya : *open* (aliran dua arah), *closed* (tertutup), dan *CV* atau *check valve* (aliran satu arah).
3. *Bulk and Wall Coefficient*, koefisien reaksi yang terjadi didalam pipa. Biasanya diterapkan untuk aliran yang memiliki parameter kualitas air, seperti konsentrasi chlorine.

Data *output* dari *junction* pipa adalah :

1. *Flow* (debit aliran)
2. *Velocity* (kecepatan aliran)
3. *Unit head loss* (*head loss* aliran dalam pipa)
4. *Friction factor Darcy-weisbach*
5. *Reaction rate*
6. *Quality*, kualitas parameter didalam aliran seperti konsentrasi chlorine.
7. *Status*, status atau keadaan aliran dalam pipa.

BAB III METODOLOGI

3.1 Umum

Metodologi perencanaan disusun untuk mempermudah pelaksanaan perencanaan, guna memperoleh hasil pemecahan perencanaan ulang sesuai dengan tujuan perencanaan yang telah ditetapkan. Dengan prosedur kerja yang sistematis, dan teratur sehingga didapatkan hasil yang dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah.

3.2 Studi Literatur

Analisa teori-teori dari berbagai literatur mengenai perencanaan distribusi air bersih dan permodelan jaringan distribusi menggunakan program bantu *Epanet 2.0*, teori-teori hidrolika jaringan pipa, dan teori mengenai pipa tersebut, seperti asesoris, pompa, serta persyaratan dalam permodelan jaringan.

3.3 Pengumpulan Data

Pengumpulan data diperoleh dari berbagai macam sumber, untuk memudahkan pembagiannya, dibagi menjadi 2 jenis data yaitu data yang didapat langsung dari lapangan dan data yang sudah ada (data dari instansi tertentu) :

Data yang didapat dari lapangan secara langsung meliputi

- Peta pembagian zona distribusi PDAM Surabaya dari PDAM Surabaya
- Wawancara dengan petugas perencanaan pengembangan distribusi untuk mengetahui kondisi eksisting zona distribusi di Kecamatan Rungkut

Data yang sudah ada atau bisa didapatkan di instansi tertentu meliputi :

- Data penduduk dan data fasilitas umum yang berada di Kecamatan Rungkut yang didapatkan dari BPS Kota Surabaya
- Peta rencana perkembangan pola ruang dan tata kota yang akan terjadi di Kecamatan Rungkut dari Bappeko Kota Surabaya
- Data profil pipa eksisting dari PDAM Kota Surabaya

3.4 Identifikasi Permasalahan

Sistem jaringan pipa distribusi yang terdiri dari instalasi pengolahan air, pipa transmisi, pompa, pipa distribusi, *reservoir*, dan *valve* merupakan suatu sistem yang sangat kompleks. Data yang digunakan untuk pembuatan model eksisting pada umumnya tidak diketahui secara tepat, seperti contohnya harga kekasaran pipa, jenis dan diameter pipa yang digunakan, dan lain-lain sangat diperlukan agar dapat mewakili kondisi eksisting yang sesungguhnya, model yang sudah dikalibrasi dapat digunakan untuk mengembangkan dan merencanakan sistem distribusi yang sudah ada untuk keperluan seperti :

- Merencanakan sistem jaringan distribusi baru atau pengembangan/ perluasan sistem jaringan yang sudah ada

3.5 Tahap Analisis Perencanaan

Langkah-langkah perencanaan diuraikan sebagai berikut :

3.5.1 Penetapan Daerah Perencanaan

Pembagian distribusi air di kota Surabaya terbagi menjadi beberapa daerah distribusi. Daerah perencanaan perlu ditetapkan untuk membatasi area yang akan direncanakan untuk memberikan arahan yang jelas terhadap perencanaan dan pekerjaan yang harus dikerjakan

3.5.2 Perhitungan Proyeksi Penduduk dan Kebutuhan Air

Tahap ini dimaksudkan untuk mendapat debit kebutuhan air minum yang akan digunakan untuk menghitung perencanaan pengembangan dari kondisi eksisting. Perhitungan meliputi : proyeksi penduduk dan proyeksi fasilitas umum lalu dikalkulasikan dengan kebutuhan air bersih pada tahun 2034

3.5.3 Identifikasi Kondisi Eksisting Perencanaan

Penjelasan ini memberikan gambaran umum tentang keadaan dan kondisi nyata eksisting tentang sistem distribusi air minum PDAM kota Surabaya. Gambaran serta data-data sangat dibutuhkan dalam melakukan perencanaan karena dapat digunakan sebagai dasar pengembangan sistem distribusi air minum di daerah tersebut. Identifikasi kondisi eksisting menggunakan program bantu *Epanet 2.0*

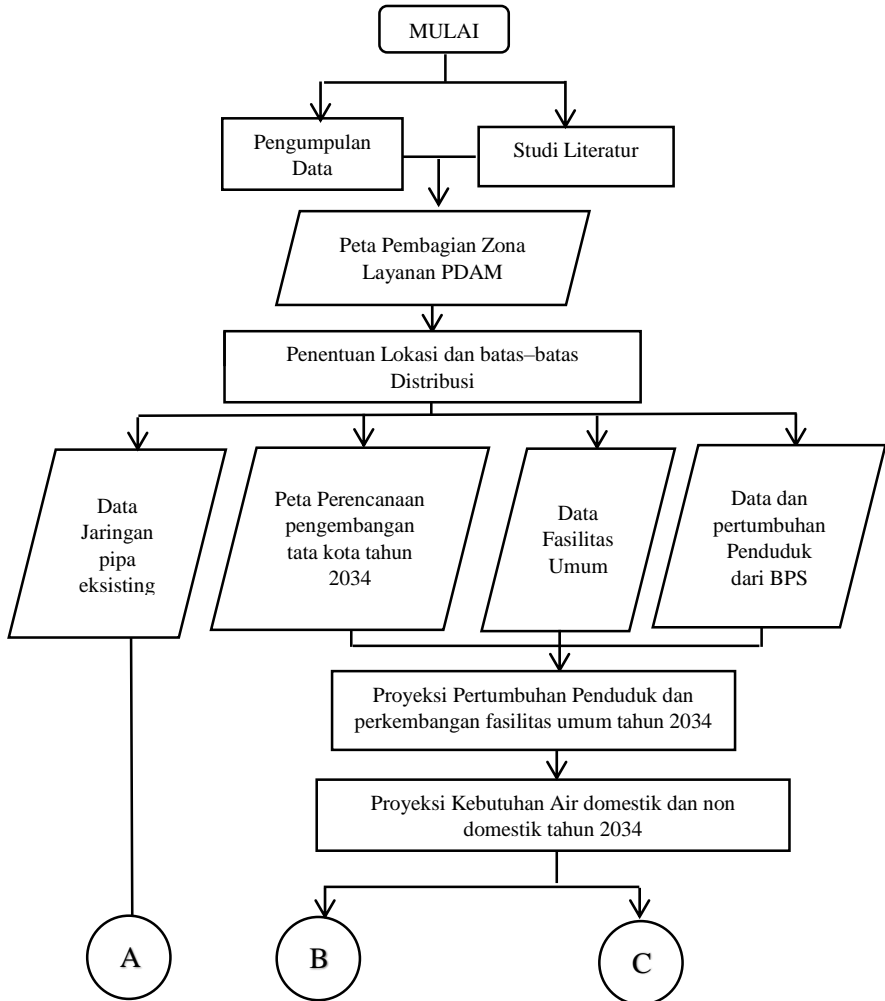
3.5.4 Analisa Perencanaan Pengembangan Jaringan Distribusi

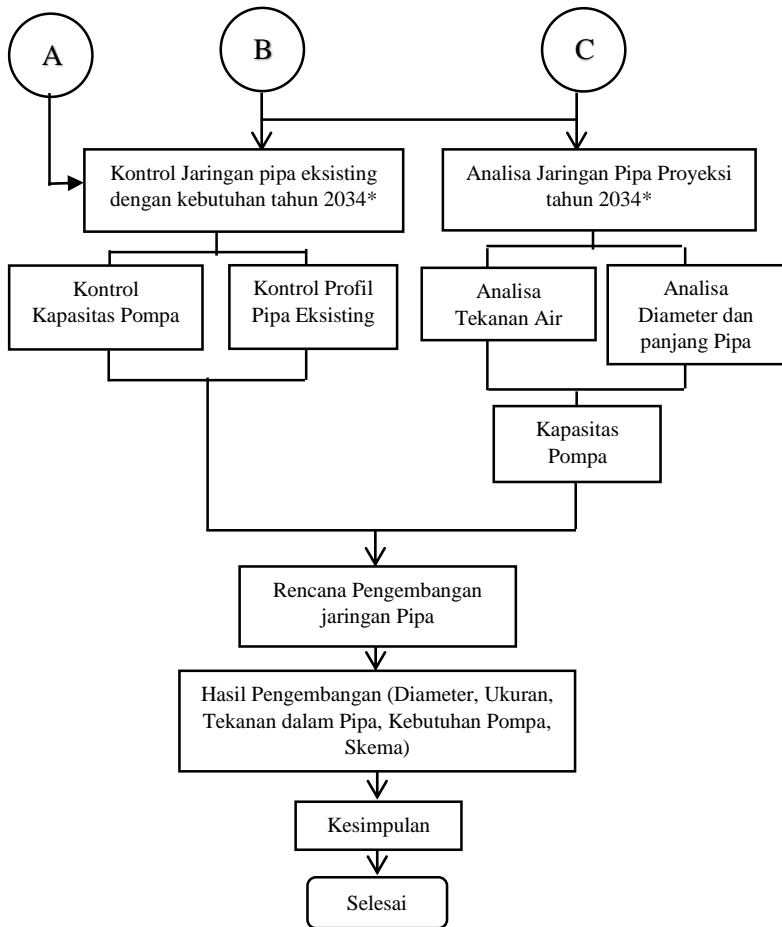
Analisa sistem jaringan pipa distribusi adalah proses pembuatan model sistem perencanaan jaringan pipa distribusi proyeksi pada tahun 2034 dan menggunakan model tersebut untuk mengetahui dan merencanakan hubungan kompleks antara aliran, tekanan, pemakaian air. Analisa terkait menggunakan program bantu *Epanet*.

Sistem jaringan pipa distribusi terdiri dari instalasi pengolahan, pipa transmisi, reservoir, pompa dan valve. Data yang digunakan untuk pembuatan model pada kondisi eksisting umumnya tidak diketahui secara tepat sehingga diperlukan kalibrasi model agar kondisi eksisting yang dimodelkan cukup mewakili kondisi sebenarnya. Permodelan pengembangan jaringan distribusi menggunakan program bantu *Epanet 2.0*

3.6 Flowchart

Berikut adalah runtutan pengerjaan untuk perencanaan pengembangan jaringan distribusi pipa di Kecamatan Rungkut :





Gambar. 3.1 Bagan Alir/ Flowchart Pengerjaan Tugas Akhir

Keterangan : (*) Menggunakan program bantu Epanet 2.0

3.7 Kesimpulan

Kesimpulan adalah sederet proses dan prosedur-prosedur metodologi perencanaan diatas dilakukan sehingga didapatkan kalimat singkat yang memuat proses dan prosedur secara kessluruhan yang akan memberikan suartu arahan jelas terhadap detail perencanaan pengembembangan ini.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB IV

ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Perhitungan Proyeksi Kebutuhan Air Bersih

Pada pengembangan jaringan distribusi penyediaan air minum atau bersih diperlukan beberapa kriteria yang harus diperhitungkan guna mendapatkan kebutuhan air bersih yang sesuai. Beberapa kriteria yang diperhitungkan guna mendapatkan hasil perencanaan yang sesuai dengan kebutuhan adalah :

- Kepadatan penduduk pada awal perencanaan dan proyeksi perkembangan penduduk kota dalam waktu perencanaan *study*
- Data perkembangan kota dan tata guna lahan pada awal perencanaan dan proyeksi berdasarkan kondisi kota pada masa yang akan datang
- Perhitungan kebutuhan air bersih domestik dan non domestik
- Kehilangan air bersih akibat kebocoran
- Penyediaan air bersih untuk kebutuhan hidran
- Penyediaan air bersih pada kebutuhan jam maksimum dan kebutuhan jam puncak

4.1.1 Proyeksi Kepadatan Penduduk

Jumlah penduduk merupakan faktor utama dalam penentuan pengembangan perencanaan sistem distribusi air bersih. Dari jumlah kepadatan penduduk dapat diperhitungkan kebutuhan air bersih domestik suatu area pelayanan. Hasil proyeksi penduduk dikalikan dengan kebutuhan air bersih domestik menurut peraturan akan menghasilkan proyeksi kebutuhan air bersih disuatu zona layanan.

Pada perencanaan pengembangan sistem distribusi ditargetkan dapat memenuhi kebutuhan air minum pada tahun 2034. Untuk

mendapatkan jumlah kebutuhan air bersih dilakukan proyeksi penduduk dengan menggunakan data pada tahun 2011-2017. Berikut adalah data jumlah penduduk tercatat pada tahun 2011-2017 pada kecamatan Rungkut :

Tabel 4.1 Data Penduduk Kecamatan Rungkut
Tahun 2011-2017

Tahun	Rungkut Kidul			Penjaringan Sari		
	Laki-Laki	Perempuan	Jumlah	Laki-Laki	Perempuan	Jumlah
2011	6452	6537	12989	8737	8731	17468
2012	6739	6826	13565	9141	9152	18293
2013	6942	7039	13981	9422	9413	18835
2014	6411	6527	12938	8713	8804	17517
2015	7193	7213	14406	9322	9404	18726
2016	7224	7193	14417	9322	9404	18726
2017	6849	6940	13789	9400	9644	19044

Tahun	Medokan Ayu			Kedung Baru		
	Laki-Laki	Perempuan	Jumlah	Laki-Laki	Perempuan	Jumlah
2011	9441	9320	18761	7891	7959	15850
2012	10343	10321	20664	8239	8272	16511
2013	10956	10982	21938	8409	8441	16850
2014	10776	10707	21483	7834	7816	15650
2015	11569	11563	23132	8615	8593	17208
2016	12152	12215	24367	8630	8631	17261
2017	12808	12915	25723	8262	8264	16526

Tahun	Wonorejo			Kalirungkut		
	Laki-Laki	Perempuan	Jumlah	Laki-Laki	Perempuan	Jumlah
2011	6981	6790	13771	11726	11631	23357
2012	7421	7259	14680	12223	12140	24363
2013	7757	7604	15361	12542	12438	24980
2014	7146	6979	14125	11208	11091	22299
2015	7627	7495	15122	11825	11753	23579
2016	7894	7814	15708	11406	11332	22738
2017	8267	8355	16622	11846	11888	23734

(Sumber : BPS Kota Surabaya 2011-2017)

Data BPS Kota Surabaya pada tahun 2011-2017 selanjutnya dapat diproyeksikan untuk mendapatkan jumlah penduduk pada tahun 2034 dengan menggunakan 2 metode, yaitu metode Geometri, dan metode Grafik

4.1.1.1 Metode Berganda (*Geometric*)

Rumus yang digunakan :

$$P_n = P_o[1 + r]^n$$

Dimana :

P_n = Jumlah penduduk pada akhir tahun periode

P_o = Jumlah Penduduk pada awal proyeksi

r = Rata-rata pertambahan penduduk tiap tahun

n = Kurun waktu proyeksi

Didapatkan bahwa nilai r :

$$r = \sqrt[n]{\frac{P_n}{P_o}} - 1$$

Contoh perhitungan nilai r pada kelurahan Rungkut Kidul

Diketahui :

P_n = 16526

P_o = 17261

n = 1 tahun (2016-2017)

Maka didapatkan hasil nilai $r =$

$$\sqrt[2017-2016]{\frac{16526}{17261}} - 1 = -0.04$$

Kemudian nilai r dimasukkan kedalam rumus proyeksi geometrik untuk mendapatkan proyeksi pada tahun 2018, didapatkan :

$$16526 [1 + -0.04258]^1 = 1582$$

Tabel 4.2 Hasil Perhitungan Proyeksi Penduduk Menggunakan Metode Proyeksi Berganda (*gemetric*)

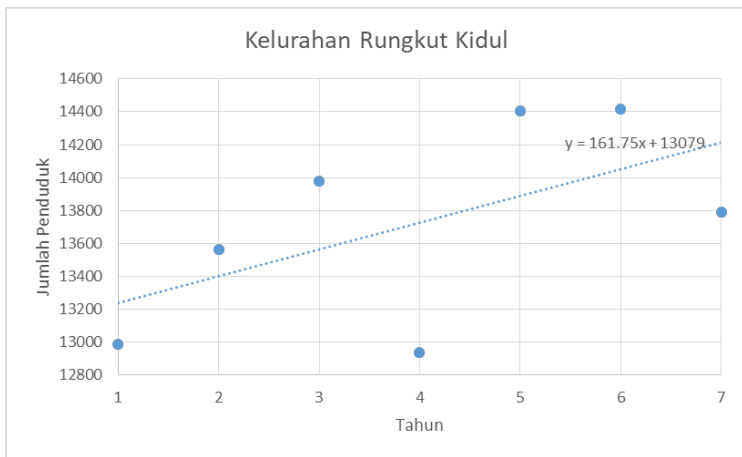
Nilai R	Kelurahan	Tahun									
		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	
-0.04	Rungkut Kidul	13789	13189	12614	12065	11539	11037	10556	10096	9656	
0.06	Medokan Ayu	25723	27155	28666	30261	31945	33723	35600	37581	39672	
0.06	Wonorejo	16622	17590	18613	19696	20842	22055	23338	24696	26133	
0.02	Penjaringan Sari	19044	19368	19697	20031	20371	20717	21069	21427	21791	
-0.04	Kedung Baruk	16526	15823	15149	14504	13886	13295	12729	12187	11668	
0.01	Kalirungkut	23734	23965	24198	24434	24671	24911	25154	25398	25645	
	Jumlah	115438	117090	118937	120991	123254	125738	128446	131385	134565	

Nilai R	Kelurahan	Tahun									
		2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	
-0.04	Rungkut Kidul	9236	8834	8449	8081	7729	7392	7070	6762	6468	
0.06	Medokan Ayu	41880	44210	46670	49268	52009	54903	57959	61184	64589	
0.06	Wonorejo	27654	29263	30965	32767	34674	36691	38826	41085	43476	
0.02	Penjaringan Sari	22161	22537	22920	23309	23705	24107	24517	24933	25357	
-0.04	Kedung Baruk	11171	10696	10240	9804	9387	8987	8604	8238	7887	
0.01	Kalirungkut	25895	26146	26401	26657	26917	27178	27443	27710	27979	
	Jumlah	137997	141686	145645	149886	154421	159258	164419	169912	175756	

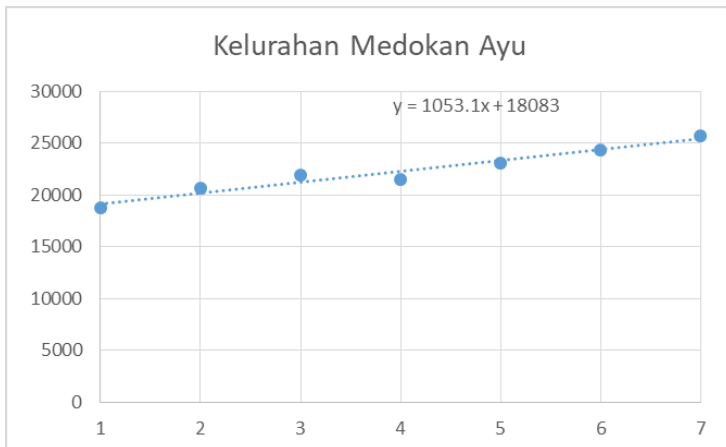
(Sumber : Hasil Perhitungan, 2019)

4.1.1.2 Metode Grafik

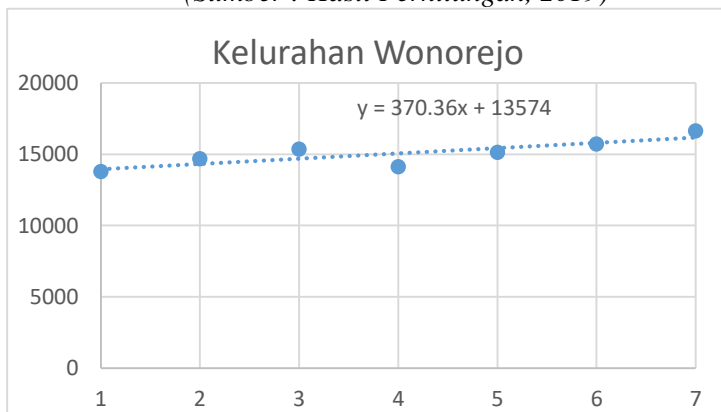
Metode grafik digunakan untuk mendapatkan nilai *trendline* kenaikan penduduk dari data BPS yang tersedia. Nilai *trendline* akan digunakan untuk menjadi pengali proyeksi penduduk pada masa yang akan datang. Didapatkan grafik dari data BPS pada tahun 2011-2017 pada tiap kelurahan sebagai berikut :



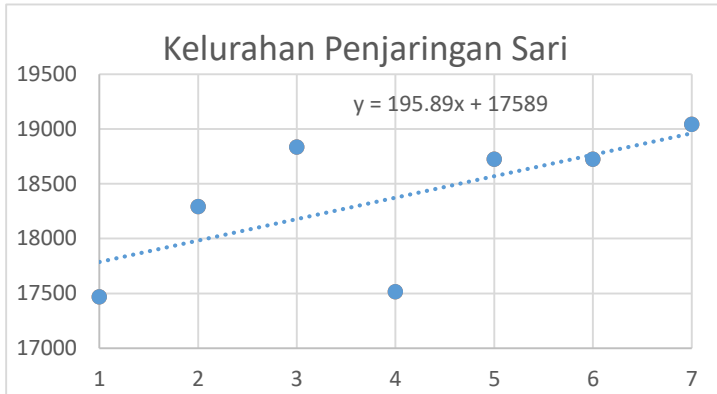
Gambar 4.1 Grafik Penduduk pada Tahun 2011-2017 di Kelurahan Rungkut Kidul Kecamatan Rungkut
(Sumber : Hasil Perhitungan, 2019)



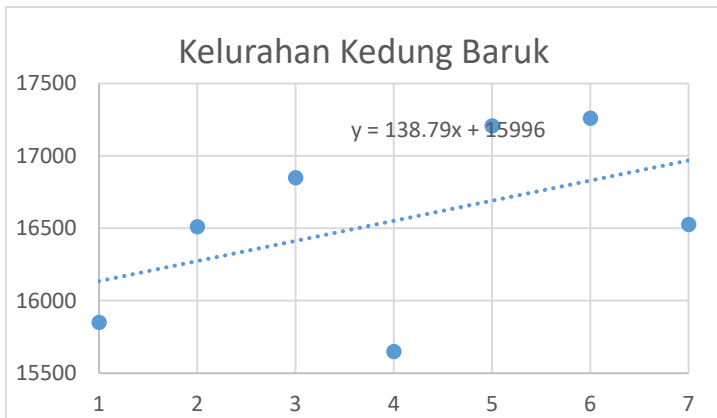
Gambar 4.2 Grafik Penduduk pada Tahun 2011-2017 di Kelurahan Medokan Ayu Kecamatan Rungkut
(Sumber : Hasil Perhitungan, 2019)



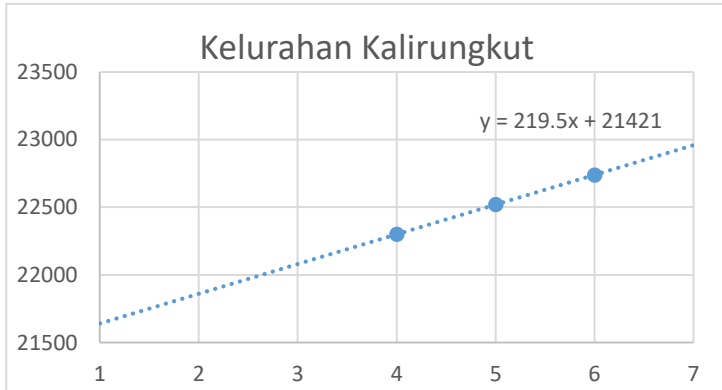
Gambar 4.3 Grafik Penduduk pada Tahun 2011-2017 di Kelurahan Wonorejo Kecamatan Rungkut
(Sumber : Hasil Perhitungan, 2019)



Gambar 4.4 Grafik Penduduk pada Tahun 2011-2017 di
Kelurahan Penjaringan Sari Kecamatan Rungkut
(Sumber : Hasil Perhitungan, 2019)



Gambar 4.5 Grafik Penduduk pada Tahun 2011-2017 di
Kelurahan Kedung Baruk Kecamatan Rungkut
(Sumber : Hasil Perhitungan, 2019)



Gambar 4.6 Grafik Penduduk pada Tahun 2011-2017 di Kelurahan Kalirungkut Kecamatan Rungkut
(Sumber : Hasil Perhitungan, 2019)

Keterangan :

1. Tertulis pada bagian tahun yaitu 1-7, tahun tersebut mewakili tahun data yaitu tahun 2011 hingga 2017
2. Pada Kelurahan Kalirungkut digunakan data pada tahun ke 4-6 dikarenakan data yang didapatkan dari BPS acak sehingga bila semua data dimasukkan mengakibatkan perkembangan penduduk negatif sehingga tidak dapat dikembangkan.

Dari grafik didapatkan bahwa nilai trendline pada kelurahan Rungkut Kidul :

$$y = 161.75x - 312038$$

Untuk mendapatkan nilai penduduk pada tahun berikutnya, nilai x diganti dengan nilai tahun yang akan diproyeksikan :

$$X = 2018, \text{ maka : } 161.75 \times 2018 - 312038 = 14373$$

Tabel 4.3 Hasil Perhitungan Proyeksi Penduduk Menggunakan Metode Proyeksi Grafik

Kelurahan	Tahun									
	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	
Rungkut Kidul	13789	14373	14535	14697	14859	15020	15182	15344	15506	
Medokan Ayu	25723	26508	27561	28614	29668	30721	31774	32827	33880	
Wonorejo	16622	16537	16908	17278	17648	18019	18389	18760	19130	
Penjaringan Sari	19044	19157	19353	19548	19744	19940	20136	20332	20528	
Kedung Baruk	16526	17107	17246	17384	17523	17662	17801	17940	18078	
Kalirungkut	23734	23177	23397	23616	23836	24055	24275	24494	24714	
Jumlah	115438	116859	119000	121137	123278	125417	127557	129697	131836	

Kelurahan	Tahun									
	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	
Rungkut Kidul	15667	15829	15991	16153	16314	16476	16638	16800	16961	
Medokan Ayu	34933	35986	37039	38092	39145	40199	41252	42305	43358	
Wonorejo	19500	19871	20241	20611	20982	21352	21722	22093	22463	
Penjaringan Sari	20724	20920	21116	21311	21507	21703	21899	22095	22291	
Kedung Baruk	18217	18356	18495	18634	18772	18911	19050	19189	19327	
Kalirungkut	24933	25153	25372	25592	25811	26031	26250	26470	26689	
Jumlah	133974	136115	138254	140393	142531	144672	146811	148952	151089	

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2019)

Dari Kedua metode proyeksi penduduk, digunakan metode grafik sebagai hasil proyeksi penduduk untuk kebutuhan domestik air bersih, dikarenakan pada proyeksi penduduk menggunakan metode Aritmatika dan metode Geometrik ditemukan beberapa nilai rasio bernilai negatif, sehingga mengakibatkan nilai pertumbuhan penduduk berkurang. Hal ini diakibatkan karena kecamatan Rungkut adalah kecamatan yang memiliki penduduk padat sedangkan lahan yang tetap sehingga mengakibatkan fluktuatif penduduk yang tidak tentu. Sehingga menggunakan metode grafik untuk mendapatkan nilai *trendline* untuk proyeksi pertumbuhan penduduk sangatlah cocok melihat pertumbuhan penduduk di kecamatan Rungkut yang fluktuatif. Maka didapatkan hasil proyeksi penduduk pada tahun 2034 di Kecamatan Rungkut sebagai berikut :

Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Proyeksi Penduduk Tahun 2034 di Kecamatan Rungkut

Kelurahan	Tahun
	2034
Rungkut Kidul	16961
Medokan Ayu	43358
Wonorejo	22463
Penjaringan Sari	22291
Kedung Baruk	19327
Kalirungkut	20156
Jumlah	144556

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2019)

4.1.2 Proyeksi Fasilitas Umum

Proyeksi fasilitas merupakan faktor lain dalam memperhitungkan kebutuhan air bersih selain kebutuhan domestik yang diperhitungkan menggunakan jumlah penduduk. Proyeksi fasilitas mempengaruhi kebutuhan air bersih atau sering disebut kebutuhan non domestik seiring dengan perkembangan penduduk setiap tahunnya.

Untuk mendapatkan proyeksi fasilitas umum pada tahun 2034 dibutuhkan jumlah fasilitas umum pada tahun tercatat sebelumnya. Dari BPS kota Surabaya didapatkan data fasilitas umum yaitu fasilitas Pendidikan, fasilitas kesehatan, tempat ibadah, dan institusi lain-lain. Berikut adalah data-data fasilitas umum tercatat dari BPS kota Surabaya :

Tabel 4.5 Data Fasilitas Pendidikan di Kecamatan Rungkut Tahun 2011-2017

Fasilitas Pendidikan		
No	Tahun	Jumlah
1	2011	86
2	2012	86
3	2013	79
4	2014	72
5	2015	65
6	2016	84
7	2017	37

(Sumber : BPS Kota Surabaya 2011-2017)

Tabel 4.6 Data Fasilitas Kesehatan di Kecamatan Rungkt Tahun 2011-2017

No	Tahun	Fasilitas Kesehatan										
		Rumah Sakit	Rumah Bersalin	Poliklinik	Puskesmas	P.Pembantu	Lab. Medis	Praktek Dokter	Apotek	Toko Jamu	Total	
1	2011	0	9	9	9	2	7	5	36	27	15	110
2	2012	0	9	10	10	2	7	6	40	27	17	118
3	2013	0	2	6	6	2	4	2	48	22	20	106
4	2014	0	3	6	6	2	6	2	50	24	20	113
5	2015	0	0	6	6	3	3	2	102	44	0	160
6	2016	0	0	6	6	3	3	2	123	42	0	179
7	2017	0	4	4	4	2	4	3	30	25	18	90

(Sumber : BPS Kota Surabaya 2011-2017)

Tabel 4.6 Data Tempat Ibadah di Kecamatan Rungkut Tahun 2011-2017

Tempat Ibadah									
No	Tahun	Rungkut Kidul			Wonorejo				
		Masjid	Langgar	Gereja	Katolik	Masjid	Langgar	Gereja	Katolik
1	2011	4	22	0	0	4	8	0	0
2	2012	4	21	0	0	5	9	0	0
3	2013	4	19	1	0	6	10	3	0
4	2014	4	19	1	0	6	10	3	0
5	2015	26	4	0	0	13	6	0	0
6	2016	28	4	0	0	14	6	0	0
7	2017	20	4	0	0	16	6	0	0

No	Tahun	Medokan Ayu			Penjaringan Sari				
		Masjid	Langgar	Gereja	Katolik	Masjid	Langgar	Gereja	Katolik
1	2011	9	22	0	0	9	12	0	0
2	2012	10	23	0	0	9	24	0	0
3	2013	11	23	0	0	9	36	0	0
4	2014	11	24	0	0	9	36	0	0
5	2015	17	4	0	0	23	3	0	0
6	2016	18	4	0	0	23	3	0	0
7	2017	20	4	0	0	25	3	0	0

Lanjutan Data Tempat Ibadah di Kecamatan Rungkut Tahun 2011-2017

No	Tahun	Tempat Ibadah			
		Masjid	Langgar	Gereja	Katolik
1	2011	5	13	0	0
2	2012	6	16	0	0
3	2013	6	19	0	0
4	2014	6	19	0	0
5	2015	17	2	0	0
6	2016	18	2	0	0
7	2017	19	2	0	0

No	Tahun	Kalirungkut			
		Masjid	Langgar	Gereja	Katolik
1	2011	9	17	0	2
2	2012	9	27	0	0
3	2013	9	36	4	2
4	2014	9	36	4	2
5	2015	29	10	1	0
6	2016	36	10	1	0
7	2017	35	10	1	0

(Sumber : BPS Kota Surabaya 2011-2017)

Tabel 4.7 Data Institusi Lain-lain di Kecamatan Rungkut
Tahun 2011-2017

Rungkut Kidul				Wonorejo					
No	Tahun	Hotel		Restoran dan Ruang Makan	Tahun	Hotel		Restoran dan Ruang Makan	
		Bintang	Melati			Bintang	Melati		
1	2011	0	1	14	1	2011	0	0	3
2	2012	0	1	15	2	2012	0	1	4
3	2013	0	1	16	3	2013	0	1	4
4	2014	0	1	16	4	2014	0	0	5
5	2015	0	2	4	5	2015	0	0	0
6	2016	0	3	4	6	2016	0	0	0
7	2017	1	5	8	7	2017	0	1	0

Medokan Ayu				Penjaringan Sari					
No	Tahun	Hotel		Restoran dan Ruang Makan	Tahun	Hotel		Restoran dan Ruang Makan	
		Bintang	Melati			Bintang	Melati		
1	2011	0	1	6	1	2011	0	0	3
2	2012	0	1	7	2	2012	0	0	0
3	2013	0	0	8	3	2013	0	0	10
4	2014	0	1	12	4	2014	0	0	10
5	2015	0	2	0	5	2015	0	1	3
6	2016	0	2	0	6	2016	0	1	3
7	2017	0	1	0	7	2017	0	0	3

Lanjutan Data Institusi Lain-lain di Kecamatan Rungkut Tahun 2011-2017

No	Tahun	Kedung Baruk		Restoran dan Ruang Makan	
		Bintang	Hotel Melati	Restoran	Makan
1	2011	0	0	2	0
2	2012	0	0	0	0
3	2013	0	0	4	0
4	2014	0	0	4	0
5	2015	0	0	0	0
6	2016	0	0	0	0
7	2017	2	0	0	0

No	Tahun	Kairungkut		Restoran dan Ruang Makan	
		Bintang	Hotel Melati	Restoran	Makan
1	2011	0	1	16	0
2	2012	0	1	0	0
3	2013	0	1	16	0
4	2014	0	1	17	0
5	2015	0	1	16	0
6	2016	0	2	2	0
7	2017	1	2	3	0

(Sumber : BPS Kota Surabaya 2011-2017)

Dari data-data yang terkumpul selanjutnya akan dilakukan proyeksi menggunakan metode berganda (*geometric*) dan didapatkan hasil proyeksi seperti berikut :

Tabel 4.8 Proyeksi Fasilitas Umum pada Tahun 2034 di Kecamatan Rungkut

No	Fasilitas Kesehatan	Kecamatan Rungkut
1	Rumah Sakit	0
2	Rumah Bersalin	9
3	Poliklinik	10
4	Puskesmas	3
5	Puskesmas Pembantu	7
6	Laboratorium Medis	6
7	Tempat Praktek Dokter	123
8	Apotek	44
9	Toko Jamu	20
10	Fasilitas Pendidikan	86

Tempat Ibadah						
No	Kelurahan	Masjid	Langgar	Gereja	Katolik	Total
1	Rungkut Kidul	28	22	1	0	51
2	Medokan Ayu	20	24	0	0	44
3	Wonorejo	16	10	3	0	29
4	Penjaringan Sari	25	36	0	0	61
5	Kedung Baruk	19	19	0	0	38
6	Kalirungkut	36	36	4	2	78

Institusi					
No	Kelurahan	Hotel		Restoran dan Ruang Makan	Total
		Bintang	Melati		
1	Rungkut Kidul	1	5	16	22
2	Medokan Ayu	0	2	12	14
3	Wonorejo	0	1	5	6
4	Penjaringan Sari	0	1	10	11
5	Kedung Baruk	2	0	4	6
6	Kalirungkut	1	2	17	20

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2019)

4.1.3 Proyeksi Kebutuhan Air Bersih

Perhitungan kebutuhan air bersih pada perencanaan pengembangan jaringan perpipaan distribusi sangat penting diperhatikan dikarenakan akan mempengaruhi seluruh aspek pada jaringan distribusi tersebut. Kebutuhan air bersih dikelompokkan menjadi 2 macam yaitu : kebutuhan domestik dan kebutuhan non domestik. Setelah memperhitungkan proyeksi pertumbuhan penduduk dan proyeksi fasilitas umum kebutuhan air bersih dapat diperhitungkan

4.1.3.1 Kebutuhan Domestik

Kebutuhan air domestik adalah jumlah kebutuhan air bersih untuk kebutuhan rumah tangga. Kebutuhan domestik diperhitungkan terhadap jumlah penduduk pada suatu wilayah. Pada perencanaan pengembangan jaringan distribusi, direncanakan 95 % dari jumlah proyeksi penduduk dapat terlayani. Untuk kebutuhan air domestik beberapa fasilitas perpipaan yang harus diperhitungkan selain kebutuhan terhadap proyeksi penduduk, yaitu :

- **Sambungan Rumah**
Sambungan rumah ditempatkan didaerah dengan mempertimbangkan pola tingkat sosial dan ekonomi masyarakat. Kebutuhan air pada kota Surabaya yang merupakan kota metropolitan (jumlah penduduk >2000000) adalah 210 lt/org/hari, dengan 1 unit sambungan untuk 4 unit rumah
- **Hidran**
Hidran adalah suatu alat yang dilengkapi dengan selang dan mulut pancar untuk mengalirkan air bertekanan yang biasanya digunakan untuk keperluan pemadaman kebakaran. Pada umumnya jumlah pemakaian hidran adalah 20% dari total jiwa. Konsumsi air pada hidran adalah 30 ltr/org/hari

Contoh perhitungan kebutuhan air domestik di kelurahan rungkut kidul pada tahun 2034 :

1. Persentase Terlayani = 95 %
2. Jumlah Penduduk = 16961 Jiwa
3. Penduduk Terlayani = 95 % x 16961
= 16113 Jiwa
4. Jumlah penduduk per sambungan = 4 orang
5. Jumlah sambungan rumah = 16113/4
= 4029 Unit
6. Jumlah konsumsi per orang = 210 ltr/org/hr
7. Jumlah konsumsi air domestik
16113 x 210 ltr/org/hari : 86400 = 39.16 ltr/dt
8. Jumlah pemakaian hidran umum (20%) = 20% x 16113
= 3223 unit
9. Jumlah Konsumsi air per Hidran = 30 ltr/org/hari
10. Pemakaian sambungan per hidran
3223 x 30 ltr/org/hari : 86400 = 1.12 ltr/dt
11. Pemakaian rata-rata domestik =
Jumlah konsumsi air domestik + Jumlah konsumsi air per hidran
39.16 ltr/dt + 1.12 ltr/dt = 40.28 ltr/dt

Tabel 4.9 Proyeksi Kebutuhan Domestik pada Tahun 2034 di Kecamatan Rungkut

No	Uraian	Satuan	Proyeksi Kebutuhan Domestik Tahun 2034						
			Rungkut Kidul	Medokan Ayu	Wonorejo	Penjaringan Sari	Kedung Baruk	Kalirungkut	Kelurahan
1	Persentase Terlay	%	95	95	95	95	95	95	95
2	Penduduk	Jiwa	16961	43358	22463	22291	19327	26689	26689
3	Penduduk Terlaya	Jiwa	16113	41191	21340	21177	18361	25355	25355
4	Penduduk persam	Jiwa	4	4	4	4	4	4	4
5	Jumlah Rumah	Unit	4029	10298	5335	5295	4591	6339	6339
7	Jumlah Konsumsi per orang	ltr/org/hr	210	210	210	210	210	210	210
8	Jumlah Konsumsi	ltr/dt	39.16	100.12	51.87	51.47	44.63	61.63	61.63
9	Jumlah Pemakaian	Unit	3223	8239	4268	4236	3673	5071	5071
9	Jumlah Konsumsi	ltr/org/hr	30	30	30	30	30	30	30
10	Pemakaian Sambi	ltr/dt	1.12	2.87	1.49	1.48	1.28	1.77	1.77
11	Pemakaian Rata-rata	ltr/dt	40.28	102.99	53.36	52.95	45.91	63.40	63.40

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2019)

4.1.3.2 Kebutuhan Non Domestik

Kebutuhan air non domestik adalah jumlah kebutuhan air bersih untuk kebutuhan fasilitas umum pada suatu wilayah. Untuk memperhitungkan kebutuhan non domestik pada kecamatan Rungkut, pada tabel 4.10 akan disebutkan dasar pemakaian air tiap fasilitas berdasarkan peraturan :

Tabel 4.10 Kebutuhan Air Bersih per Fasilitas Umum

No	Sektor	Nilai	Satuan
1	Sekolah	10	Ltr/murid/hari
2	Rumah Sakit	200	Ltr/bed/hari
3	Puskesmas	2000	Ltr/hari
4	Masjid	3000	Ltr/hari
5	Kantor	10	Ltr/pegawai/hari
6	Pasar	12000	Ltr/hektas/hari
7	Hotel	150	Ltr/bed/hari
8	Rumah Makan	100	Ltr/tempat duduk/hari
9	Kompleks Militer	60	Ltr/org/hari
10	Kawasan Industri	0.2-0.8	Ltr/detik/hari
11	Kawasan Pariwisata	0.1-0.3	Ltr/detik/hari

(Sumber : Ditjen Cipta Karya Dep PU,2000)

Untuk memperhitungkan kebutuhan air non domestik, pada tabel 4.10 dijelaskan beberapa satuan menggunakan satuan jumlah pengguna, jadi perlu diasumsikan berapa pengguna pada kecamatan Rungkut untuk mendapatkan nilai kebutuhan air non domestik. Asumsi pengguna berdasarkan rata-rata jumlah pengguna fasilitas umum pada kecamatan Rungkut.

Tabel 4.11 Perkiraan Jumlah Pengguna Fasilitas Umum di Kecamatan Rungkut

No	Jenis Fasilitas	Asumsi Jumlah Pengguna	Satuan
1	Pendidikan	750	Murid
2	Rumah Sakit	100	Bed
3	Puskesmas, dan Rumah Bersalin	1	Unit
4	Praktek Dokter, Poliklinik, Lab Medis, dan Apotek	10	Ltr/org/hari
5	Hotel	100	Bed
6	Rumah Makan	50	Tempat Duduk
7	Masjid	1	Unit
8	Gereja	100	Ltr/org/hari

Selanjutnya dari asumsi pengguna fasilitas umum, dapat diperoleh nilai kebutuhan non domestik di Kecamatan Rungkut dengan mengkalikan jumlah asumsi pengguna dengan kebutuhan air non domestik yang tercantum pada tabel 4.10. Contoh perhitungan :

1. Pendidikan :

Asumsi Jumlah Pengguna = 750 Murid

Kebutuhan Air = 10 Ltr/murid/hari

Total Kebutuhan

750 Murid x 10 Ltr/murid/hari = 7500 Ltr/hari

Jumlah Fasilitas Pendidikan di Kelurahan Rungkut Kidul
= 14

Kebutuhan Air Total

7500 Ltr/hari x 14 : 86400 = 1.22 Ltr/dt

2. Rumah Sakit :
- | | |
|---|-----------------------------|
| Asumsi Jumlah Pengguna | = 100 <i>Bed</i> |
| Kebutuhan Air | = 200 Ltr/ <i>bed</i> /hari |
| Total Kebutuhan | |
| 100 <i>Bed</i> x 200 Ltr/ <i>bed</i> /hari | = 20000 Ltr/hari |
| Jumlah Fasilitas Rumah Sakit di Kelurahan Rungkut Kidul | = 0 |
| Kebutuhan Air Total | |
| 20000 Ltr/hari x 0 : 86400 | = 0 Ltr/dt |
3. Masjid
- | | |
|--|-----------------|
| Asumsi Jumlah Pengguna | = 1 Unit |
| Kebutuhan Air | = 3000 Ltr/hari |
| Total Kebutuhan | |
| 1 Unit x 3000 Ltr/hari | = 3000 Ltr/hari |
| Jumlah Fasilitas Masjid di Kelurahan Rungkut Kidul | = 28 Unit |
| Kebutuhan Air Total | |
| 3000 Ltr/hari x 28 Unit : 86400 | = 0.98 Ltr/dt |
4. Hotel :
- | | |
|---|-----------------------------|
| Asumsi Jumlah Pengguna | = 100 <i>Bed</i> |
| Kebutuhan Air | = 150 Ltr/ <i>bed</i> /hari |
| Total Kebutuhan | |
| 100 <i>bed</i> x 150 Ltr/ <i>bed</i> /hari | = 15000 Ltr/hari |
| Jumlah Fasilitas Hotel di Kelurahan Rungkut Kidul | = 6 Unit |
| Kebutuhan Air Total | |
| 15000 Ltr/hari x 6 unit :86400 | = 1.05 Ltr/dt |

Tabel 4.12 Proyeksi Kebutuhan Non Domestik Kecamatan Rungkut pada Tahun 2034

No	Uraian	Satuan	Rungkut Kidul	Medokan Ayu	Wonorejo	Penjaringan Sari	Kedung Baruk	Kalirungkut
I	Tempat Ibadah							
1	Masjid							
	Jumlah	Unit	28	20	16	25	19	36
	Kebutuhan Air	Ltr/Hari	3000	3000	3000	3000	3000	3000
	Kebutuhan Air Total	Ltr/dt	0.98	0.7	0.56	0.87	0.66	1.25
2	Gereja							
	Jumlah	Unit	1	0	3	0	0	6
	Kebutuhan Air	Ltr/Hari	1000	1000	1000	1000	1000	1000
	Kebutuhan Air Total	Ltr/dt	0.02	0	0.04	0	0	0.07
3	Pura							
	Jumlah	Unit	0	0	0	0	0	0
	Kebutuhan Air	Ltr/Hari	1000	1000	1000	1000	1000	1000
	Kebutuhan Air Total	Ltr/dt	0	0	0	0	0	0
II	Institusi							
1	Hotel dan Apartemen							
	Jumlah	Unit	6	2	1	1	2	3
	Kebutuhan Air	Ltr/Hari	15000	15000	15000	15000	15000	15000
	Kebutuhan Air Total	Ltr/dt	1.05	0.35	0.18	0.18	0.35	0.53
2	Restoran dan Rumah Makan							
	Jumlah	Unit	16	12	5	10	4	17
	Kebutuhan Air	Ltr/Hari	5000	5000	5000	5000	5000	5000
	Kebutuhan Air Total	Ltr/dt	0.93	0.7	0.29	0.58	0.24	0.99

Lanjutan Proyeksi Kebutuhan Non Domestik Kecamatan Rungkut pada Tahun 2034

III		Kesehatan									
1		Rumah Sakit									
	Jumlah	Unit	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Kebutuhan Air	Ltr/Hari	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000
	Kebutuhan Air Total	Ltr/dt	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2		Puskesmas dan Puskesmas Pembantu									
	Jumlah	Unit	1	2	2	2	2	2	2	2	1
	Kebutuhan Air	Ltr/Hari	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
	Kebutuhan Air Total	Ltr/dt	0.03	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.03
3		Rumah Bersalin									
	Jumlah	Unit	1	2	2	2	2	2	2	1	1
	Kebutuhan Air	Ltr/Hari	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
	Kebutuhan Air Total	Ltr/dt	0.03	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.03	0.03
4		Praktek Dokter, Poliklinik, Lab Medis, dan Apotek									
	Jumlah	Unit	30	31	31	31	31	31	30	30	30
	Kebutuhan Air	Ltr/Hari	200	200	200	200	200	200	200	200	200
	Kebutuhan Air Total	Ltr/dt	0.07	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.07	0.07	0.07
IV		Pendidikan									
	Jumlah	Unit	14	15	14	14	14	14	14	14	15
	Kebutuhan Air	Ltr/Hari	7500	7500	7500	7500	7500	7500	7500	7500	7500
	Kebutuhan Air Total	Ltr/dt	1.22	1.31	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	1.31
	Total	Ltr/dt	4.33	3.24	2.47	3.03	2.62	3.03	2.62	4.28	4.28

(Sumber : Hasil Perhitungan 2019)

4.1.4 Kebutuhan Air Bersih Total

Setelah memperhitungkan kebutuhan air domestik dan kebutuhan air non domestik, kebutuhan air total Kecamatan Rungkut pada tahun 2034 dapat di perhitungkan. Selain memperhitungkan kebutuhan air domestik dan non domestik, perlu diperhatikan kebocoran air. Diperkirakan akan terjadi kebocoran air sebanyak 20% dari total kebutuhan domestik dan non domestik. Faktor lain yang mempengaruhi kebutuhan air bersih adalah fluktuasi kebutuhan air yaitu jam air maksimum (fm) dan jam air puncak (fp). Berikut faktor air maksimum dan faktor puncak menurut DPU Cipta Karya :

Tabel 4.13 Nilai Faktor Maksimum (fm) dan Faktor Puncak (fp)

Kategori Kota	Jumlah Penduduk	Faktor Maksimum (fm)	Faktor Puncak (fp)
Metro	>1000000	1.1	1.2
Besar	500000-1000000	1.1	1.5
Sedang	100000-500000	1.1	1.5
Desa	<20000	1.1	2

(Sumber : DPU Cipta Karya, 2000)

Contoh perhitungan kebutuhan air bersih total di Kelurahan Rungkut Kidul pada tahun 2034 :

$$Q_{\text{domestik}} = 40.28 \text{ lt/dt}$$

$$Q_{\text{non domestik}} = 4.33 \text{ lt/dt}$$

$$\text{Kebocoran Air} = 20 \% \times (40.28 + 4.33) = 8.93 \text{ lt/dt}$$

$$\text{Total Kebutuhan Air} = 53.54 \text{ lt/dt}$$

Kebutuhan air harian maksimum

$$1.1 \times 53.54 \text{ lt/dt} = 58.9 \text{ lt/dt}$$

Kebutuhan air puncak

$$1.2 \times 53.54 \text{ lt/dt} = 65.86 \text{ lt/dt}$$

Tabel 4.14 Kebutuhan Air Total di Kecamatan Rungkut pada Tahun 2034

No	Uraian	Satuan	112	113	114	115
1	Sub Zona Rencana Pengembangan	-	112	113	114	115
2	Kecamatan Tercakup	-	Rungkut Kidul (100%)	Kedung Baruk (100%) Penjaringan Sari (10%)	Penjaringan Sari (90%) Wonorejo (20%)	Medokan Ayu (80%)
3	Kebutuhan Domestik tiap Sub Zona	Ltr/dt	40.28	51.21	58.33	82.39
4	Kebutuhan Non Domestik tiap Sub Zona	Ltr/dt	4.33	2.93	3.23	2.6
5	Kebocoran Air (20 %)	Ltr/dt	8.93	10.83	12.32	17
6	Total Kebutuhan Air Harian	Ltr/dt	53.54	64.97	73.88	101.99
7	Kebutuhan Air Harian Maximum (1.1)	Ltr/dt	58.9	71.47	81.27	112.19
8	Kebutuhan Air Puncak (1.2)	Ltr/dt	65.86	79.92	90.88	125.45

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2019)

4.2 Analisa Hidrolis Jaringan Perpipaan

Analisa perencanaan pengembangan jaringan distribusi di Kecamatan Rungkut menggunakan bantuan program Epanet 2.0. *Software* terkait bersifat *Public Domain* (gratis) dan efisien untuk mensimulasikan jaringan perpipaan air bersih.

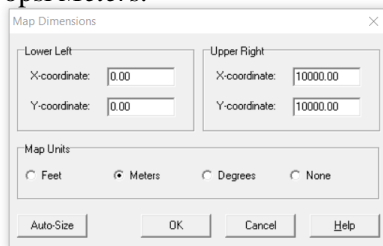
Analisa jaringan pipa dilakukan untuk mendapatkan kebutuhan diameter pipa, dan kebutuhan pompa untuk mendapatkan tekanan minimum yang ditargetkan oleh PDAM Kota Surabaya yaitu 0.7 bar atau setara dengan 7 m.

4.2.1 Konfigurasi Program Epanet 2.0

Sebelum melakukan analisa dimensi dengan menggunakan program Epanet 2.0 beberapa pengaturan harus dikonfigurasi agar apa yang diperhitungkan dapat menghasilkan *output* yang sesuai, berikut adalah beberapa hal yang perlu dikonfigurasi pada program Epanet 2.0 :

- a. Mengubah satuan Epanet 2.0 menjadi meter

Program Epanet 2.0 pada dasarnya menggunakan satuan *feet* dikarenakan program terkait di keluarkan oleh negara Amerika. Untuk merubah satuan menjadi meter, pada Epanet 2.0 dapat dilakukan dengan mengklik bar *view* lalu *dimensions* lalu pilih opsi *Meters*.

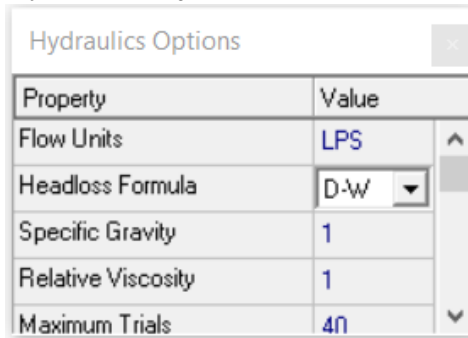


Gambar 4.6 Mengkonfigurasi Satuan pada Epanet 2.0 menjadi Meters

(Sumber : Program Epanet 2.0, 2019)

- b. Merubah rumus dasar pada Epanet 2.0 menjadi *Darcy-weisbach*

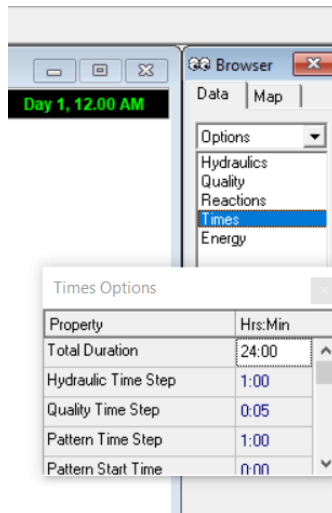
Pada perencanaan pengembangan jaringan perpipaan Kecamatan Rungkut, rumus kehilangan tekanan pada pipa menggunakan rumus *Darcy-weisbach* sedangkan *default* yang digunakan pada program Epanet 2.0 adalah rumus *Hazen-williams*. Untuk itu perlu dilakukan konfigurasi terlebih dahulu. Pada Epanet 2.0 dapat dikonfigurasi melalui *tab project* lalu klik opsi *run analysis*. Ubah pada *tab Headloss Formula* yang pada awalnya H-W menjadi D-W



Gambar 4.7 Mengkonfigurasi *Headloss Formula* pada Epanet 2.0
(Sumber : Program Epanet 2.0, 2019)

c. Mengkonfigurasi *Times Options*

Perencanaan pengembangan jaringan perpipaan distribusi harus dijalankan selama 1 hari atau 24 jam, sehingga kita harus mengganti opsi waktu menjadi 24 jam. Untuk mengkonfigurasi hal tersebut, dapat dilakukan dengan mengklik *options* lalu klik *times*, lalu pada pada tabel *total duration* ubah menjadi 24:00

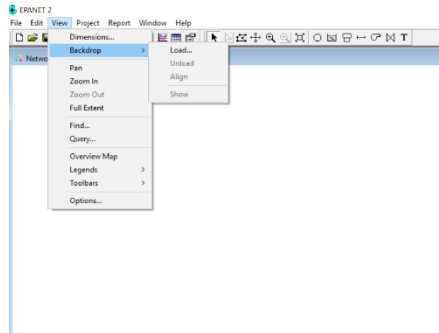


Gambar 4.8 Mengkonfigurasi *Times Options* pada Epanet 2.0
(Sumber : Program Epanet 2.0, 2019)

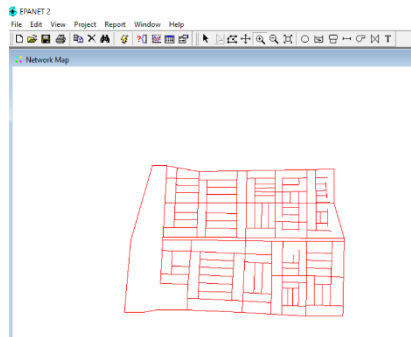
4.2.2 Analisa Program Epanet 2.0

Setelah melakukan konfigurasi pada program Epanet 2.0, berikutnya akan dijelaskan cara penggunaan dan beberapa *input* yang harus dimasukkan agar program terkait dapat berjalan dan mendapatkan hasil yang diinginkan. Berikut cara penggunaanya :

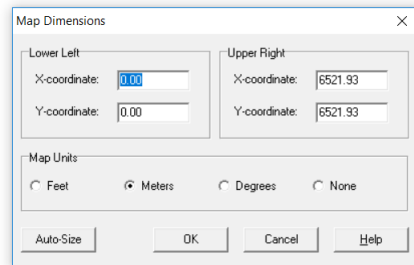
- a. Memasukkan peta daerah *study* perencanaan melalui perintah *backdrop* kemudian melakukan kalibrasi skala untuk mendapatkan ukuran peta 1:1 terhadap daerah *study* sebenarnya



Gambar 4.9 Memasukkan Peta *study* pada program Epanet 2.0
(Sumber : Program Epanet 2.0, 2019)



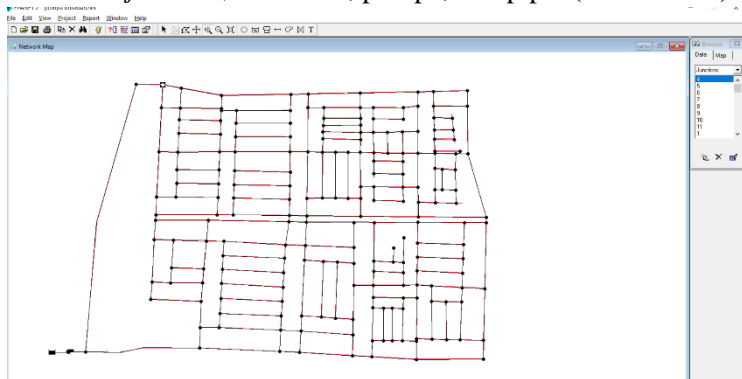
Gambar 4.10 Peta Perencanaan Pengembangan Subzona 112
(Sumber : Program Epanet 2.0, 2019)



Gambar 4.11 Kalibrasi Ukuran Peta Perencanaan Pengembangan Subzona 112

(Sumber : Program Epanet 2.0, 2019)

- b. Membuat jaringan pipa distribusi dengan memasang properti *node* atau *junction*, reservoir, pompa, dan pipa. (Gambar 4.6)



Gambar 4.12 Jaringan Perencanaan Pengembangan Subzona 112

(Sumber : Program Epanet 2.0, 2019)

- c. Setelah membuat properti jaringan pada program Epanet 2.0, masukkan data-data pada properti terkait :
- Pada properti *Node* atau *junction* perlu diisi data mengenai elevasi dan kebutuhan air

- Pada properti pipa perlu diisi data mengenai panjang pipa, diameter pipa, kekasaran pada pipa, dan koefisien kehilangan minor akibat aksesoris pada pipa. Khusus pada panjang pipa, dikarenakan ukuran pada peta perencanaan berskala 1:1, pada program Epanet 2.0 dapat menggunakan opsi *auto length* untuk mempermudah mendapatkan panjang pipa sesuai dengan peta perencanaan. Nilai kekasaran pipa dalam perencanaan pengembangan jaringan perpipaan dengan rumus *Headloss Darcy-weisbach* dan jenis pipa HDPE didapatkan :

Tabel 4.15 Kapasitas *Pump Curve* pompa PDAM Kota Surabaya

<i>Piping Material</i>	<i>Roughness (mm)</i>
<i>Cast Iron</i>	0.26
<i>Commercial Steel and Wrought Iron</i>	0.045
<i>Concrete</i>	0.3-3.0
<i>Drawn Tubing</i>	0.0015
<i>Galvanized Iron</i>	0.15
<i>Plastic, (and glass)</i>	0.0 (<i>smooth</i>)
<i>Riveted Steel</i>	0.9-9.0

(*sumber : Diktat Jaringan Perpipaan Umboro Lasminto,2018*)

Didapatkan nilai kekasaran pipa HDPE adalah 0.0015

Untuk nilai koefisien kehilangan minor, berikut dicantumkan contoh perhitungan nilai koefisien minor pada salah satu junction di subzona 112 yang akan diinput pada program epanet 2.0 :

Junction terdiri dari :

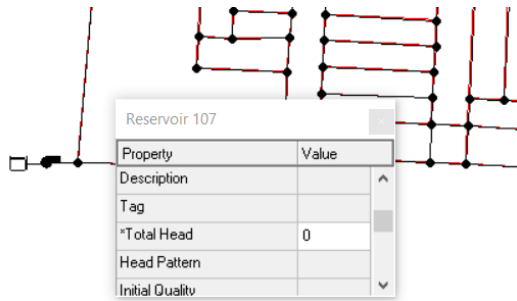
1. Transisi antar Pipa diameter 200 – 100 (Nilai K = 0.8)
 2. 1 belokan 45° (Nilai K = 0.4)
 3. 1 Valve (Nilai K 0.15)
 4. 1 Tee (Nilai K = 1)
- Total nilai kofisien minor pada junction = 1.55

- Pada properti reservoir perlu diisi data mengenai *total head* namun pada perencanaan pengembangan pipa Kecamatan Rungkut nilai *total head* diisi dengan nilai 0 dikarenakan reservoir pada PDAM Kota Surabaya menggunakan *ground* reservoir.
- Pada properti pompa perlu diisi data mengenai *pump curve*. *Pump curve* pada pompa didapatkan dari profil pompa yang akan digunakan. Pada perencanaan pengembangan jaringan perpipaan di Kecamatan Rungkut pompa yang akan digunakan adalah pompa umum yang digunakan oleh PDAM Kota Surabaya dengan nilai *pump curve* seperti yang akan ditampilkan pada tabel 4.15

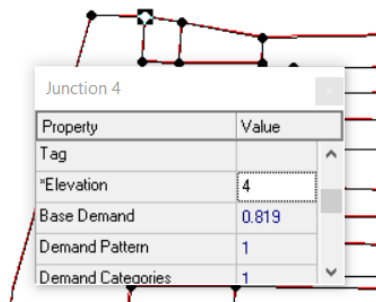
Tabel 4.16 Kapasitas *Pump Curve* pompa PDAM Kota Surabaya

Pompa IPAM		Pompa Booster	
Q	H	Q	H
2	55	38	40
30	50	71	37
60	1	141	5

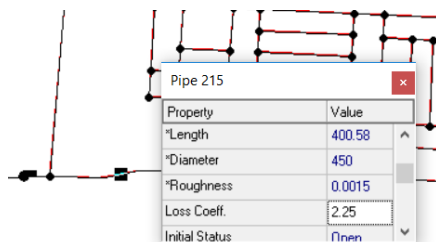
(sumber : PDAM Kota Surabaya, 2019)



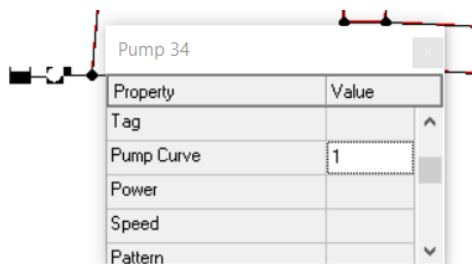
Gambar 4.13 Memasukkan Data pada Properti Reservoir
(Sumber : Program Epanet 2.0, 2019)



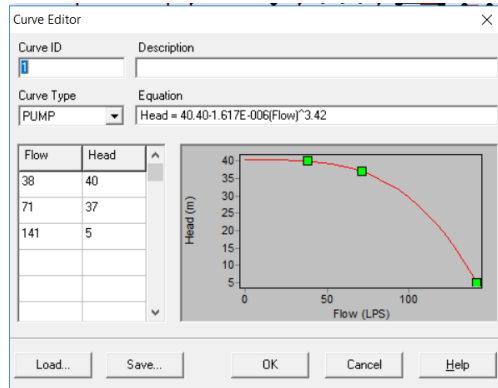
Gambar 4.14 Memasukkan Data pada Properti *Node* atau
Junction
(Sumber : Program Epanet 2.0, 2019)



Gambar 4.15 Memasukkan Data pada Properti Pipa
(Sumber : Program Epanet 2.0, 2019)



Gambar 4.16 Memasukkan Data pada Properti Pompa
(Sumber : Program Epanet 2.0, 2019)



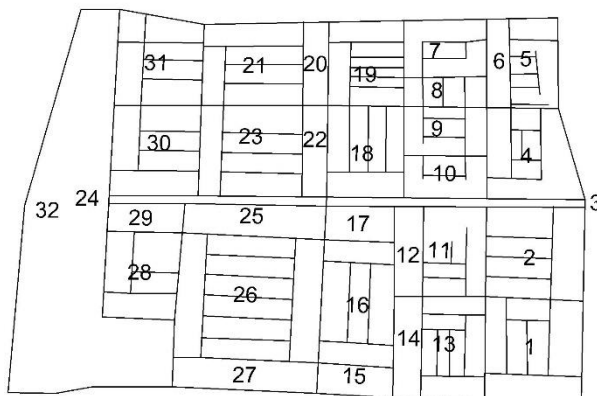
Gambar 4.17 Memasukkan Data pada *Pump Curve* Pompa
(Sumber : Program Epanet 2.0, 2019)

4.2.3 Penyebaran Nilai Debit atau *Base Demand*

Setelah memperhitungkan kebutuhan domestik dan non domestik serta beberapa faktor yang mempengaruhi jumlah kebutuhan air, nilai kebutuhan air perlu disebarikan ke titik-titik node atau *junction* untuk mendapatkan permintaan air pada suatu titik di dalam suatu jaringan.

Pada umumnya penyebaran kebutuhan air lebih mudah didapatkan bila memiliki data penggunaan air di tiap-tiap node penyebaran air. Namun dikarenakan data tersebut tidak didapatkan, penyebaran air dapat dilakukan dengan alternatif perbandingan luas antara luas total subzona dengan luas node terkait. Pada sub bab akan dijelaskan cara perhitungan penyebaran nilai debit proyeksi tahun 2034. Contoh Perhitungan penyebaran nilai debit pada subzona 112:

- Luas Total = 1227339.835 m²
- Total Kebutuhan Air = 53.54 Lt/dt



Gambar 4.18 Pembagian Luas untuk Penyebaran Debit pada Subzona 112

- Luas Blok 1 = 61139.79 m²
- Jumlah Junction pada Blok 1 = 15 Unit

Jumlah Kebutuhan Air pada Blok 1

$$= \frac{\text{Total Kebutuhan Air x Luas Blok 1}}{\text{Luas Total}}$$

$$= \frac{53.54 \times 61139.79}{1227339.84} = 2.667 \text{ lt/dt}$$

- Debit Per Junction/Node = 2.667 lt/dt : 15
= 0.178 lt/dt

Hasil perhitungan total dapat dilihat pada Lampiran I

4.2.4 Input nilai Demand Pattern

Demand Pattern pada Epanet 2.0 adalah suatu *label ID* dari pola waktu yang digunakan untuk mengkarakteristikkan variasi waktu pada *demand*. Pola pengaplikasiannya dengan mengkalikan nilai *demand pattern* dengan kebutuhan dasar atau *base demand* yang menyatakan kebutuhan aktual yang diberikan terhadap periode waktu.

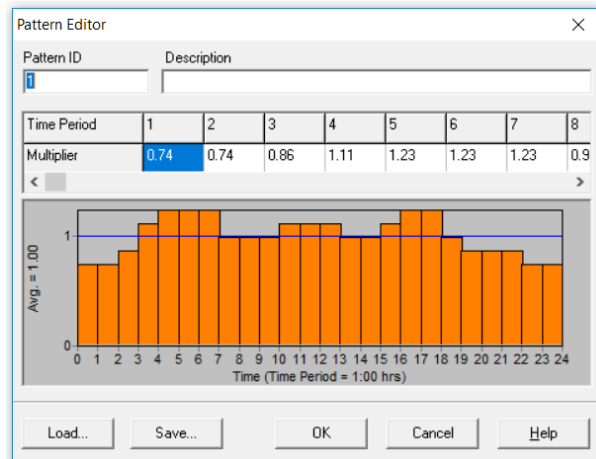
Dalam rumus kontinuitas disebutkan bahwa nilai $Q_{input} = Q_{output}$ sehingga meskipun kebutuhan aktual terhadap periode jam berbeda-beda namun jumlah kebutuhan air harus sama dengan jumlah air yang di *supply* oleh PDAM. Berikut perhitungan nilai *demand pattern* :

- Nilai maksimum *Demand Pattern* = Faktor Jam Puncak
= 1.23
- Untuk mempermudah perhitungan *Demand Pattern*, dalam 24 jam dibagi menjadi 5 waktu penggunaan air, yaitu :
 1. Air jarang digunakan = 01.00 ; 02.00 ; 23.00 ; 24.00
 2. Air sedikit digunakan = 03.00 ; 20.00 ; 21.00 ; 22.00
 3. Air digunakan normal = 04.00 ; 11.00 ; 12.00 ; 13.00
; 16.00
 4. Jam air puncak = 05.00 ; 06.00 ; 07.00 ; 17.00
; 18.00
 5. Lepas jam air puncak = 08.00 ; 09.00 ; 10.00 ; 19.00
- Dengan menggunakan rumus $Q_{output} = Q_{input}$, maka pada subzona 112 dengan nilai kebutuhan air (Q_{input}) = 53.54 lt/dt maka didapatkan :

Tabel 4.17 Nilai Faktor *Demand Pattern*

Pukul	Faktor <i>Demand Pattern</i>	Debit Output (ltr/s)	Debit Input (Ltr/s)	Kumulatif Output (Ltr/s)	Kumulatif Input (ltr/s)
1	0.74	39.54	53.54	39.54	53.54
2	0.74	39.54	53.54	79.07	107.08
3	0.86	46.13	53.54	125.20	160.62
4	1.11	59.31	53.54	184.51	214.16
5	1.23	65.90	53.54	250.40	267.70
6	1.23	65.90	53.54	316.30	321.24
7	1.23	65.90	53.54	382.19	374.78
8	0.98	52.72	53.54	434.91	428.32
9	0.98	52.72	53.54	487.63	481.86
10	0.98	52.72	53.54	540.34	535.40
11	1.11	59.31	53.54	599.65	588.94
12	1.11	59.31	53.54	658.95	642.48
13	1.11	59.31	53.54	718.26	696.02
14	0.98	52.72	53.54	770.98	749.56
15	0.98	52.72	53.54	823.69	803.10
16	1.11	59.31	53.54	883.00	856.64
17	1.23	65.90	53.54	948.89	910.18
18	1.23	65.90	53.54	1014.79	963.72
19	0.98	52.72	53.54	1067.51	1017.26
20	0.86	46.13	53.54	1113.63	1070.80
21	0.86	46.13	53.54	1159.76	1124.34
22	0.86	46.13	53.54	1205.89	1177.88
23	0.74	39.54	53.54	1245.42	1231.42
24	0.74	39.54	53.54	1284.96	1284.96

(sumber : Hasil Perhitungan, 2019)

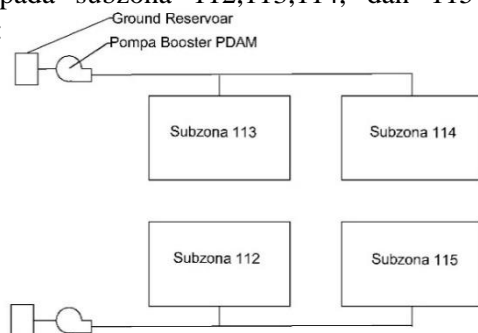


Gambar 4.19 Input Nilai Demand Pattern pada Program Epanet 2.0
(Sumber : Program Epanet 2.0, 2019)

4.2.5 Analisa Kondisi Eksisting Pipa terhadap Proyeksi Kebutuhan pada Tahun 2034

Sebelum melakukan pengembangan terhadap jaringan perpipaan di Kecamatan Rungkut, perlu ditinjau dahulu kondisi eksisting terhadap proyeksi kebutuhan air pada tahun 2034. Hal ini dilakukan agar dapat diketahui properti pada jaringan perpipaan yang harus dikembangkan.

Berikut adalah skema pengaliran air di Kecamatan Rungkut pada subzona 112,113,114, dan 115 PDAM Kota Surabaya :



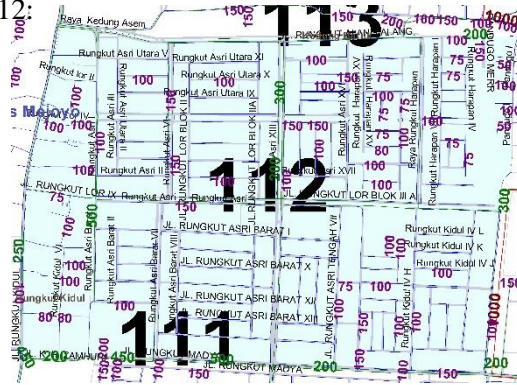
Gambar 4.20 Skema Pengaliran Air Jaringan Pipa Distribusi di Kecamatan Rungkut pada Subzona 112,113,114, dan 115

4.2.5.1 Analisa Kondisi Eksisting Subzona 112

Total *input* pada peta jaringan distribusi subzona 112 kondisi eksisting adalah :

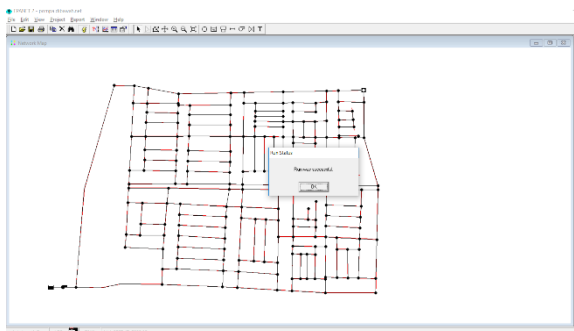
- Jumlah node atau *Junction* = 210
- Jumlah *reservoir* = 1
- Jumlah pipa = 322
- Jumlah Pompa = 1 (*Booster PDAM*)
- Formula *Headloss* = *Darcy-Weisbach*
- Satuan Aliran = LPS (Ltr/dt)

Lalu masukkan properti sesuai dengan kondisi eksisting PDAM subzona 112, berikut adalah gambar kondisi eksisting subzona 112:

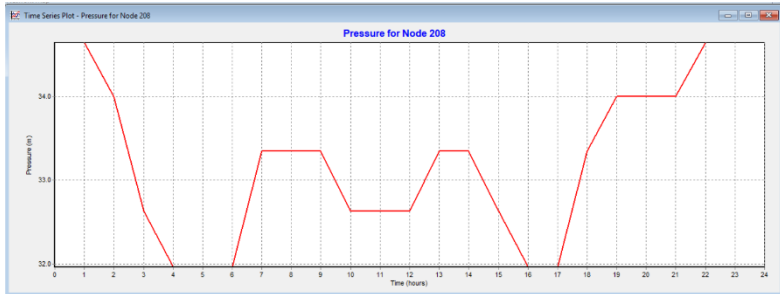


Gambar 4.21 Jaringan Eksisting Perpipaan Distribusi Subzona 112 PDAM Kota Surabaya
(Sumber : PDAM Kota Surabaya, 2019)

Ketika semua properti telah dimasukkan, lalu klik *run*. Pada proses perhitungan di aplikasi Epanet 2.0 proses perhitungan berhasil dan didapatkan nilai tekanan di node atau *junction* terjauh seperti berikut :



Gambar 4.22 Gambar Perhitungan Berhasil pada Subzona 112 Kondisi Eksisting



Gambar 4.23 Grafik Tekanan pada Node atau *Junction* terjauh Subzona 112 dalam 1 hari atau 24 jam
(Sumber : Program Epanet 2.0, 2019)

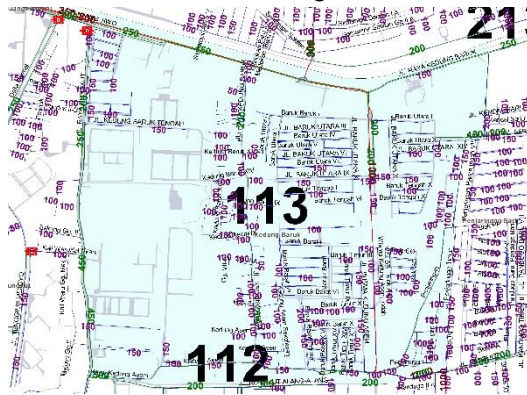
Dapat terbaca pada grafik tekanan pada node terjauh masih dalam angka 32 m – 40 m sehingga dapat memenuhi target minimum tekanan di titik terjauh pada PDAM yaitu 7 m. Jadi dapat disimpulkan kondisi eksisting pada jaringan perpipaan di subzona 112 dapat digunakan kembali pada proyeksi kebutuhan air pada tahun 2034.

4.2.5.2 Analisa Kondisi Eksisting Subzona 113

Total *input* pada peta jaringan distribusi subzona 113 kondisi eksisting adalah :

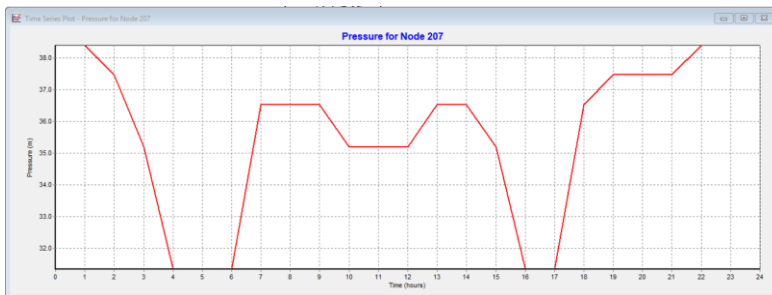
- Jumlah node atau *Junction* = 309
- Jumlah *reservoir* = 1
- Jumlah pipa = 446
- Jumlah Pompa = 1 (*Booster PDAM*)
- Formula *Headloss* = *Darcy-Weisbach*
- Satuan Aliran = LPS (Ltr/dt)

Lalu masukkan properti sesuai dengan kondisi eksisting PDAM subzona 113, berikut adalah gambar kondisi eksisting subzona 113:



Gambar 4.24 Jaringan Eksisting Perpipaan Distribusi Subzona 113 PDAM Kota Surabaya
(Sumber : PDAM Kota Surabaya, 2019)

didapatkan nilai tekanan di node atau *junction* terjauh seperti berikut :



Gambar 4.25 Grafik Tekanan pada Node atau *Junction* terjauh Subzona 113 dalam 1 hari atau 24 jam
(Sumber : Program Epanet 2.0, 2019)

Dapat terbaca pada grafik tekanan pada node terjauh masih dalam angka 32 m – 38 m sehingga dapat memenuhi target minimum tekanan di titik terjauh pada PDAM yaitu 7 m. Jadi dapat disimpulkan kondisi eksisting pada jaringan perpipaan di subzona 113 dapat digunakan kembali pada proyeksi kebutuhan air pada tahun 2034.

4.2.5.3 Analisa Kondisi Eksisting Subzona 114

Total *input* pada peta jaringan distribusi subzona 114 kondisi eksisting adalah :

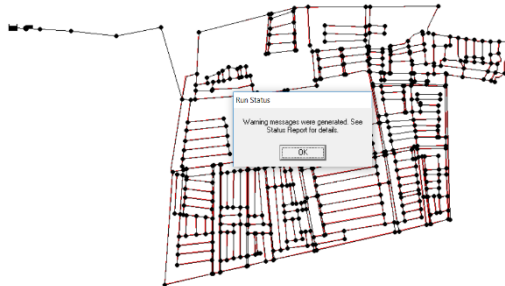
- Jumlah node atau *Junction* = 485
- Jumlah *reservoir* = 1
- Jumlah pipa = 724
- Jumlah Pompa = 0
- Formula *Headloss* = *Darcy-Weisbach*
- Satuan Aliran = LPS (Ltr/dt)
- Pada Subzona 114 tidak mendapat tekanan langsung dari booster PDAM melainkan mendapatkan tekanan limpahan dari subzona sebelumnya yaitu 113

Lalu masukkan properti sesuai dengan kondisi eksisting PDAM subzona 114, berikut adalah gambar kondisi eksisting subzona 114 :

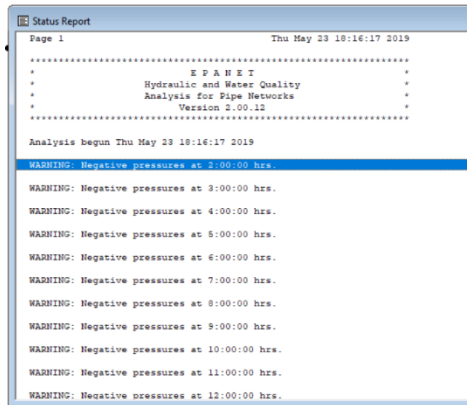


Gambar 4.26 Jaringan Eksisting Perpipaan Distribusi Subzona 114 PDAM Kota Surabaya
(Sumber : PDAM Kota Surabaya, 2019)

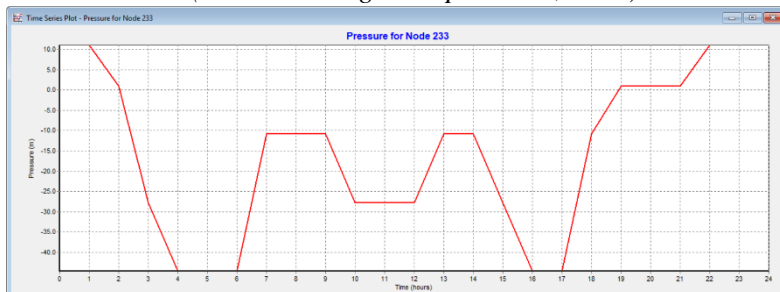
Ketika semua properti telah dimasukkan, lalu klik *run*. Pada proses perhitungan di aplikasi Epanet 2.0 proses perhitungan mengalami kegagalan dikarenakan di beberapa node didapatkan nilai tekanan negatif sehingga jaringan tidak bisa berjalan, didapatkan nilai tekanan di titik terjauh sebagai berikut :



Gambar 4.27 Gambar Perhitungan Mengalami Kegagalan pada Subzona 114 Kondisi Eksisting
(Sumber : Program Epanet 2.0, 2019)



Gambar 4.28 Gambar *Status Report* kegagalan perhitungan pada Subzona 114 Kondisi Eksisting
(Sumber : Program Epanet 2.0, 2019)



Gambar 4.29 Gambar *Grafik Tekanan pada Node* atau *Junction* terjauh Subzona 114 dalam 1 hari atau 24 jam
(Sumber : Program Epanet 2.0, 2019)

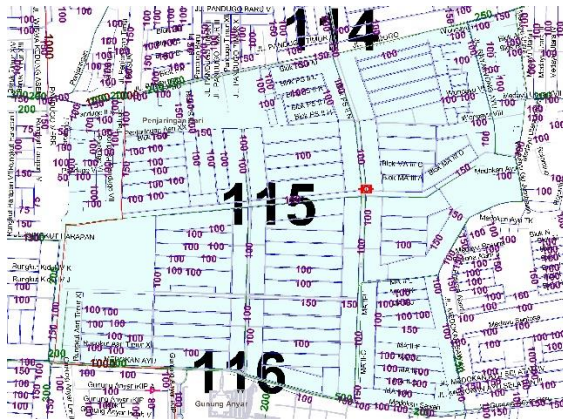
Dari gambar 4.21 terlihat bahwa jaringan perpipaan eksisting subzona 114 tidak dapat mengalirkan kebutuhan air proyeksi tahun 2034 dikarenakan pada pukul 02.00 – 21.00 beberapa tekanan pada node bernilai negatif dapat dilihat pada gambar 4.22. Dapat dibaca tekanan pada pukul 05.00 (jam puncak) sebesar -40 m Sehingga pada subzona 114 diperlukan pengembangan jaringan perpipaan untuk dapat mengalirkan kebutuhan air proyeksi tahun 2034

4.2.5.3 Analisa Kondisi Eksisting Subzona 115

Total *input* pada peta jaringan distribusi subzona 114 kondisi eksisting adalah :

- Jumlah node atau *Junction* = 307
- Jumlah *reservoir* = 1
- Jumlah pipa = 458
- Jumlah Pompa = 0
- Formula *Headloss* = *Darcy-Weisbach*
- Satuan Aliran = LPS (Ltr/dt)
- Pada Subzona 115 tidak mendapat tekanan langsung dari booster PDAM melainkan mendapatkan tekanan limpahan dari subzona sebelumnya yaitu 112

Lalu masukkan properti sesuai dengan kondisi eksisting PDAM subzona 115, berikut adalah gambar kondisi eksisting subzona 115 :



Gambar 4.30 Jaringan Eksisting Perpipaan Distribusi Subzona 115 PDAM Kota Surabaya
(Sumber : PDAM Kota Surabaya, 2019)

Ketika semua properti telah dimasukkan, lalu klik *run*. Pada proses perhitungan di aplikasi Epanet 2.0 proses perhitungan mengalami kegagalan dikarenakan di beberapa node didapatkan nilai tekanan negatif sehingga jaringan tidak bisa berjalan sama halnya dengan subzona 114, didapatkan nilai tekanan di titik terjauh sebagai berikut :



Gambar 4.31 Gambar Perhitungan Mengalami Kegagalan pada Subzona 115 Kondisi Eksisting
(Sumber : Program Epanet 2.0, 2019)

```

Status Report
*****
*                               *
*           E P A N E T         *
*   Hydraulic and Water Quality *
*   Analysis for Pipe Networks  *
*           Version 2.00.12     *
*****

Analysis begun Thu May 23 18:49:13 2019

WARNING: Negative pressures at 3:00:00 hrs.

WARNING: Negative pressures at 4:00:00 hrs.

WARNING: Negative pressures at 5:00:00 hrs.

WARNING: Negative pressures at 6:00:00 hrs.

WARNING: Negative pressures at 10:00:00 hrs.

WARNING: Negative pressures at 11:00:00 hrs.

WARNING: Negative pressures at 12:00:00 hrs.

WARNING: Negative pressures at 15:00:00 hrs.

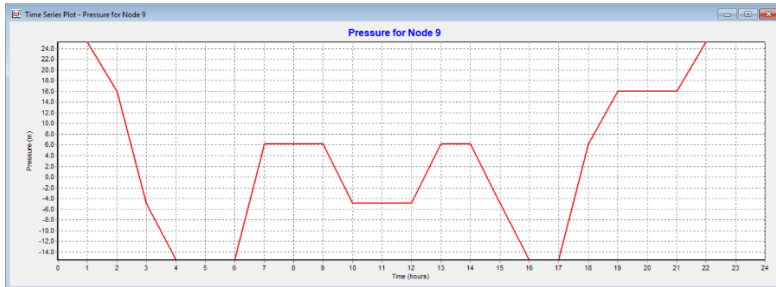
WARNING: Negative pressures at 16:00:00 hrs.

WARNING: Negative pressures at 17:00:00 hrs.

Analysis ended Thu May 23 18:49:13 2019

```

Gambar 4.32 Gambar *Status Report* kegagalan perhitungan pada Subzona 115 Kondisi Eksisting
(Sumber : Program Epanet 2.0, 2019)



Gambar 4.33 Gambar Grafik Tekanan pada Node atau Junction terjauh Subzona 114 dalam 1 hari atau 24 jam
(Sumber : Program Epanet 2.0, 2019)

Dari gambar 4.25 terlihat bahwa jaringan perpipaan eksisting subzona 115 tidak dapat mengalirkan kebutuhan air proyeksi tahun 2034 dikarenakan pada pukul 03.00 – 17.00 beberapa tekanan pada node bernilai negatif dapat dilihat pada gambar 4.26. Dapat dibaca tekanan pada pukul 05.00 (jam puncak) sebesar -14 m sehingga pada subzona 114 diperlukan pengembangan jaringan perpipaan untuk dapat mengalirkan kebutuhan air proyeksi tahun 2034

4.2 Solusi Pengembangan Jaringan Perpipaan Distribusi

Pada analisa kondisi eksisting, pada subzona 114 dan 115 ditemukan bahwa kondisi eksisting tidak dapat memenuhi kebutuhan tekanan untuk mendistribusikan kebutuhan air pada proyeksi tahun 2034. Untuk itu perlu diperhitungkan pengembangan pada jaringan distribusi untuk dapat mendistribusikan kebutuhan air.

Pengembangan jaringan perpipaan untuk mendapatkan nilai tekanan yang tinggi dapat dipenuhi melalui 2 alternatif yaitu :

1. Memperbesar tekanan pada pompa
2. Mempebesar ukuran pipa distribusi

Pada perencanaan pengembangan jaringan perpipaan pada Kecamatan Rungkut, alternatif yang digunakan adalah memperbesar ukuran pipa distribusi. Dengan menggunakan rumus persamaan energi :

$$Z_1 + \frac{P_1}{\rho g} + \frac{V_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{\rho g} + \frac{V_2^2}{2g} - hf - hm$$

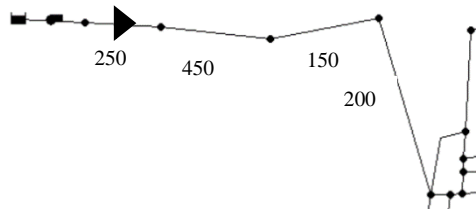
Dengan nilai *Headloss Friction (hf)* menggunakan rumus *Darcy-weisbach*

$$hf = f \frac{L \cdot V^2}{D \cdot 2g}$$

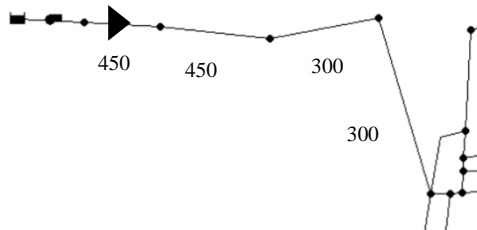
Didapatkan bahwa memperbesar diameter pipa akan mengurangi nilai kehilangan energi pada rumus persamaan energi dikarenakan nilai diameter berbanding terbalik dengan nilai *hf* sehingga didapatkan nilai *hf* yang semakin kecil.

4.2.1 Pengembangan Jaringan Distribusi Subzona 114

Setelah melakukan beberapa trial pengembangan perbesaran pipa pada Subzona 114, didapatkan bahwa memperbesar pipa primer pada subzona 113 dapat mengakibatkan tekanan minimum PDAM (7 m) dapat terpenuhi. Berikut adalah perubahan diameter pipa pada pengembangan jaringan perpipaan distribusi subzona 114:

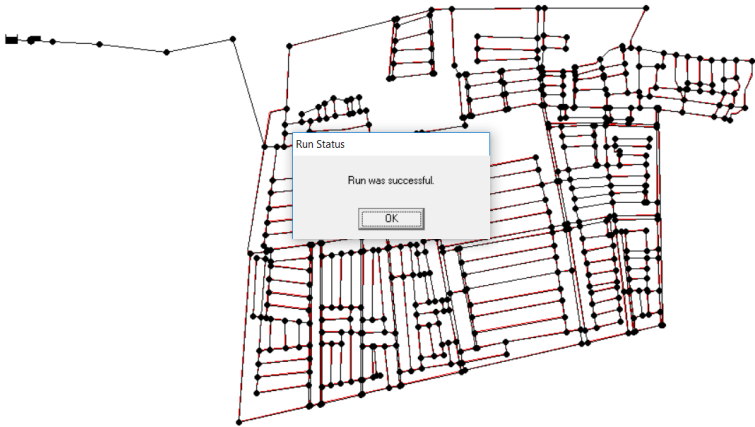


Gambar 4.34 Ukuran Diameter Pipa Primer Kondisi Eksisting Subzona 114 (Ukuran dalam mm)
(Sumber : Program Epanet 2.0, 2019)

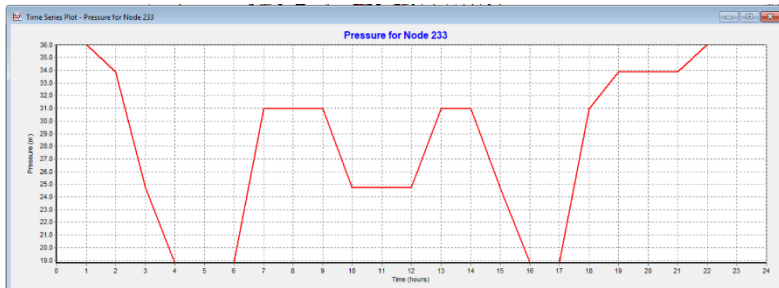


Gambar 4.35 Ukuran Diameter Pengembangan Pipa Primer Subzona 114 (Ukuran dalam mm)
(Sumber : Program Epanet 2.0, 2019)

Setelah melakukan perubahan pada pipa primer, dilakukan perhitungan ulang menggunakan program Epanet 2.0 dan didapatkan proses perhitungan berhasil.



Gambar 4.36 Gambar Perhitungan Berhasil pada Subzona 114 Setelah dilakukan Pengembangan Pada Jaringan Pipa Primer
(Sumber : Program Epanet 2.0, 2019)



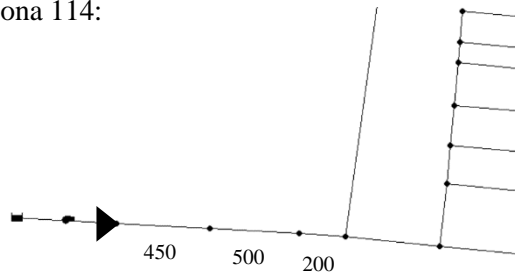
Gambar 4.37 Gambar Grafik Tekanan pada Node atau *Junction* terjauh Subzona 114 dalam 1 hari atau 24 jam
(Sumber : Program Epanet 2.0, 2019)

Dapat terlihat pada Gambar 4.30 bahwa tekanan pada node terjauh di angka 19 m – 36 m memenuhi minimal keperluan tekanan PDAM di titik terjauh sebesar 7 m setelah mengganti diameter pipa

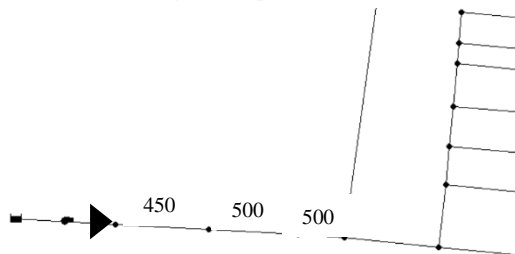
250 mm menjadi 450 mm sepanjang 518,44 m dan diameter pipa 150 mm dan 200 mm menjadi 300 mm sepanjang 714,3 m

4.2.2 Pengembangan Jaringan Distribusi Subzona 115

Setelah melakukan beberapa trial pengembangan perbesaran pipa pada Subzona 115, didapatkan bahwa memperbesar pipa primer pada subzona 112 dapat mengakibatkan tekanan minimum PDAM (7 m) dapat terpenuhi. Berikut adalah perubahan diameter pipa pada pengembangan jaringan perpipaan distribusi subzona 114:

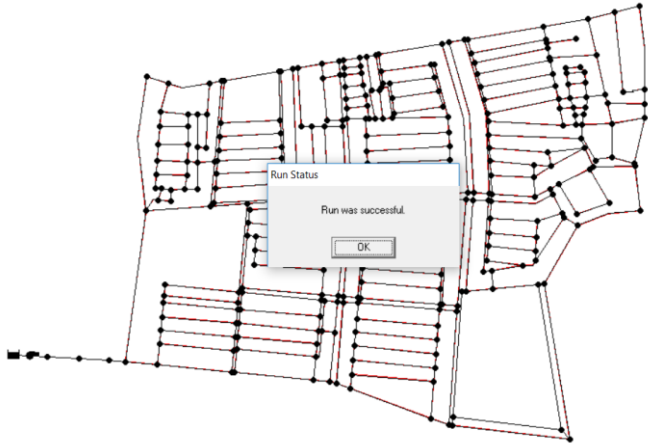


Gambar 4.38 Ukuran Diameter Pipa Primer Kondisi Eksisting Subzona 115 (Ukuran dalam mm)
(Sumber : Program Epanet 2.0, 2019)

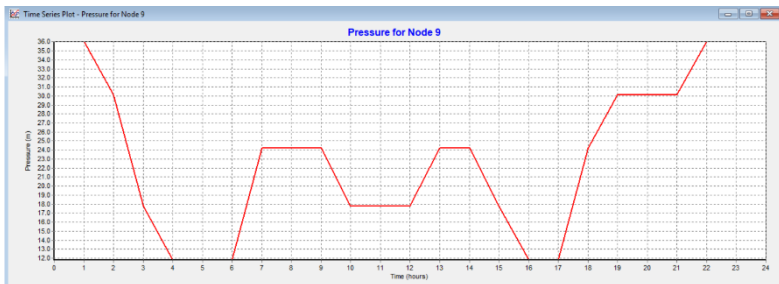


Gambar 4.39 Ukuran Diameter Pengembangan Pipa Primer Subzona 115 (Ukuran dalam mm)
(Sumber : Program Epanet 2.0, 2019)

Setelah melakukan perubahan pada pipa primer, dilakukan perhitungan ulang menggunakan program Epanet 2.0 dan didapatkan proses perhitungan berhasil.



Gambar 4.40 Gambar Perhitungan Berhasil pada Subzona 115 Setelah dilakukan Pengembangan Pada Jaringan Pipa Primer
(Sumber : Program Epanet 2.0, 2019)

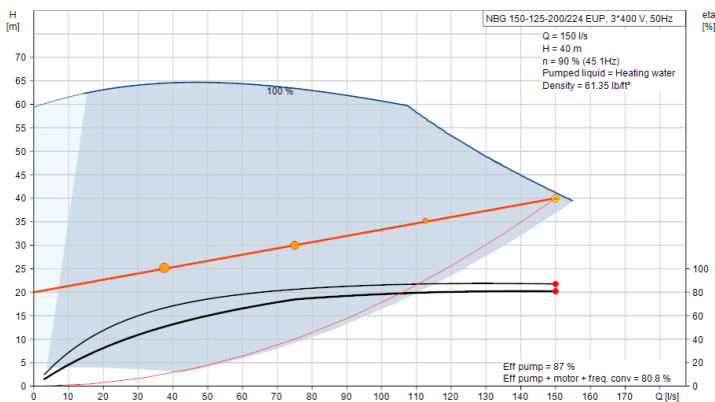


Gambar 4.41 Gambar Grafik Tekanan pada Node atau Junction terjauh Subzona 114 dalam 1 hari atau 24 jam
(Sumber : Program Epanet 2.0, 2019)

Dapat terlihat pada Gambar 4.30 bahwa tekanan pada node terjauh di angka 12 m – 36 m memenuhi minimal keperluan tekanan PDAM di titik terjauh sebesar 7 m setelah mengganti diameter pipa 200 mm menjadi 500 mm sepanjang 472.82 mm

4.2.3 Kontrol Kapasitas Pompa terhadap Kebutuhan Tahun 2034

Pada tahun 2034 kebutuhan air di Kecamatan Rungkut bertambah dikarenakan kebutuhan domestik dan non domestik, setelah memperhitungkan kebutuhan air, kapasitas pompa harus dikembangkan agar air dapat tersampaikan hingga titik terjauh dan tertinggi di subzona yang ditinjau. Didapatkan pada subzona 113 dan 114 membutuhkan pompa dengan kapasitas debit sebesar 145.78 ltr/dt, sedangkan pada subzona 112 dan 115 sebesar 216.33 ltr/dt. Didapatkan dengan menginput nilai kebutuhan debit pada pompa dengan merk *Grundfos* pompa yang cocok adalah pompa berjenis NBG 150-125-200/224 dengan kapasitas pompa seperti berikut :



Gambar 4.42 Gambar Kurva Pompa Pengembangan
Proyeksi Tahun 2034
(Sumber : Program Epanet 2.0, 2019)

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pekerjaan tugas akhir ini, maka dapat diambil kesimpulan seperti berikut :

1. Jumlah kebutuhan air bersih di Kecamatan Rungkut pada proyeksi tahun 2034 dengan memperhitungkan pertumbuhan penduduk dan perkembangan fasilitas umum adalah 454.65 Ltr/dt, terbagi menjadi 6 kelurahan yaitu :
 - Rungkut Kidul sebesar 53.54 Ltr/dt
 - Medokan Ayu sebesar 127.48 Ltr/dt
 - Wonorejo sebesar 67.00 Ltr/dt
 - Penjaringan Sari sebesar 67.18 Ltr/dt
 - Kedung Baruk sebesar 58.24 Ltr/dt
 - Kalirungkut sebesar 81.22 Ltr/dt
2. Jaringan pipa distribusi eksisting pada subzona 112 dan 113 dapat digunakan kembali pada proyeksi kebutuhan air pada tahun 2034, sedangkan pada subzona 114 dan 115 tidak dapat digunakan sehingga diperlukannya pengembangan jaringan distribusi
3. Pada subzona 114 dan 115 untuk dapat memenuhi kebutuhan distribusi air pada tahun 2034 diperlukan pengembangan jaringan pipa primer diantara lain :
 - a. Memperbesar diameter primer pada subzona 113 untuk mengurangi kehilangan tekanan pada subzona 114 dengan mengganti diameter pipa 250 mm menjadi 450 mm sepanjang 518,44 m dan diameter pipa 150 mm dan 200 mm menjadi 300 mm sepanjang 714,3 m
 - b. Memperbesar diameter primer pada subzona 112 untuk mengurangi kehilangan tekanan pada subzona 115 dengan mengganti diameter pipa 200 mm menjadi 500 mm sepanjang 472.82 mm

4. Secara umum perencanaan pengembangan jaringan distribusi di Kecamatan Rungkut mengalami pengembangan pada jaringan pipa primer pada subzona 113 dan 112. Hal ini diakibatkan diakarenakan pada subzona 114 dan 115 tekanan bernilai negatif saat menggunakan pipa eksisting.

5.2 Saran

Pada perencanaan tugas akhir pengembangan jaringan perpipaan di Kecamatan Rungkut beberapa analisa yang diperlukan namun tidak diperhitungkan seperti pengolahan air bersih, nilai debit air yang masuk kedalam jaringan, tekanan sisa dari IPAM Ngagel dan analisa terhadap segi ekonomi dalam perencanaan tugas akhir ini. Sehingga hal-hal tersebut dapat diperhitungkan kembali dalam menganalisa solusi untuk jaringan perpipaan distribusi Kecamatan Rungkut.

DAFTAR PUSTAKA

- Babbit, Harold E., James J. Doland, John L. Cleasby. 1962 *Water Supply Engineering*. Newyork, USA : McGraw-Hill Companies.
- Basuki, Sulistyو. 1993. **Macam-macam Pipa dan Aksesoris dalam Pemakaian Bidang Teknik Lingkungan**
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Cipta Karya. 1998 Volume IV. **Petunjuk Teknis Perencanaan Rancangan Teknik Sistem Penyediaan Air Minum Perkotaan.**
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Cipta Karya. 1998 Volume V. **Petunjuk Teknis Perencanaan Rancangan Teknik Sistem Penyediaan Air Minum Perkotaan.**
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Cipta Karya. 2000. **Buku Panduan Pengembangan Air Minum.**
- Hudson, H.E., and R.Hazen. 1964. *Droughts and Low Streamflow, Handbook of Applied Hydrology, Ven Te Chow, E.d.* Mc. Newyork, USA : Graw Hill.
- Klosterman, Richard E. 1990. *Community Analysis and Planning Techniques*. Maryland, USA : Rowman & Littlefield.
- Rossmann, Lewis A. 2000. *Epaney Users Manual*. Cincinnati, USA : U.S. Enviromental Protection Agency
- Soemarto, C.D. 1987. **Hidrologi Teknik**. Surabaya : Usaha Nasional.

White, Frank M. 2011. *Fluid Mechanics*. Newyork, USA :
McGraw-Hill Companies

LAMPIRAN I
Input Demand dan Bacaan Tekanan pada Node

Tabel *Input Demand* dan Bacaan Tekanan pada Node pada Subzona 112

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Juntion		
		Demand	Pressure
	Node ID	LPS	m
1	Junc 4	0.52	33.06
2	Junc 5	0.18	33.04
3	Junc 6	0.36	32.01
4	Junc 7	0.26	30.99
5	Junc 8	0.12	29.99
6	Junc 9	0.22	30.97
7	Junc 10	0.16	32.96
8	Junc 11	0.15	32.96
9	Junc 1	1.01	32
10	Junc 2	0.18	30.99
11	Junc 13	0.36	31.98
12	Junc 14	0.36	31.98
13	Junc 15	0.18	31.98
14	Junc 16	0.26	30.99
15	Junc 17	0.2	29.99
16	Junc 18	0.12	28.97
17	Junc 19	0.22	30.97
18	Junc 20	0.1	30.96
19	Junc 21	0.1	32.96
20	Junc 22	0.16	32.96
21	Junc 23	0.15	31.96
22	Junc 24	0.09	32.96
23	Junc 25	0.18	29.97

Lanjutan Tabel *Input Demand* dan Bacaan Tekanan pada Node pada Subzona 112

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Juntion		
		Demand	Pressure
	Node ID	LPS	m
24	Junc 26	0.36	31.97
25	Junc 27	0.18	31.98
26	Junc 28	0.26	31.99
27	Junc 29	0.12	29.97
28	Junc 30	0.22	30.97
29	Junc 31	0.1	30.96
30	Junc 32	0.1	32.96
31	Junc 33	0.15	32.96
32	Junc 34	0.09	31.96
33	Junc 35	0.18	29.96
34	Junc 36	0.36	31.96
35	Junc 37	0.18	30.98
36	Junc 38	0.26	31.99
37	Junc 39	0.12	29.97
38	Junc 40	0.22	29.97
39	Junc 41	0.18	31.96
40	Junc 42	0.18	31.95
41	Junc 43	0.18	32.95
42	Junc 44	0.24	32.96
43	Junc 45	0.15	31.95
44	Junc 46	0.09	32.95
45	Junc 47	0.12	30.97
46	Junc 48	0.3	30.97

Lanjutan Tabel *Input Demand* dan Bacaan Tekanan pada Node pada Subzona 112

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Juntion		
		Demand	Pressure
	Node ID	LPS	m
47	Junc 49	0.12	30.97
48	Junc 50	0.2	30.97
49	Junc 51	0.15	31.95
50	Junc 52	0.09	31.95
51	Junc 53	1.22	29.94
52	Junc 54	0.39	30.94
53	Junc 55	0.77	31.95
54	Junc 56	0.38	30.97
55	Junc 57	0.56	30.99
56	Junc 58	0.47	30.99
57	Junc 59	0.29	30.98
58	Junc 60	0.29	31.97
59	Junc 61	0.29	31.97
60	Junc 62	0.47	31.97
61	Junc 63	0.18	31.95
62	Junc 64	0.18	31.95
63	Junc 65	0.18	31.95
64	Junc 66	0.4	31.95
65	Junc 67	0.15	31.95
66	Junc 68	0.31	31.95
67	Junc 69	0.09	32.95
68	Junc 70	0.25	32.96
69	Junc 71	0.22	31.93

Lanjutan Tabel *Input Demand* dan Bacaan Tekanan pada Node pada Subzona 112

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Juntion		
		Demand	Pressure
	Node ID	LPS	m
70	Junc 72	0.42	32.93
71	Junc 73	0.2	30.97
72	Junc 74	0.29	30.99
73	Junc 75	0.1	30.95
74	Junc 76	0.1	30.95
75	Junc 77	0.1	30.95
76	Junc 78	0.1	29.95
77	Junc 79	0.16	31.95
78	Junc 80	0.16	32.95
79	Junc 81	0.16	32.95
80	Junc 82	0.16	31.95
81	Junc 83	0.16	32.95
82	Junc 84	0.16	33.95
83	Junc 85	0.26	30.95
84	Junc 86	0.22	29.95
85	Junc 87	0.22	29.95
86	Junc 88	0.39	30.97
87	Junc 89	0.29	30.99
88	Junc 90	0.2	30.97
89	Junc 91	0.42	30.92
90	Junc 92	0.22	31.92
91	Junc 93	1.04	31.91
92	Junc 94	0.22	31.92

Lanjutan Tabel *Input Demand* dan Bacaan Tekanan pada Node pada Subzona 112

No	Juntion		
		Demand	Pressure
	Node ID	LPS	m
93	Junc 95	0.42	30.92
94	Junc 96	0.2	30.97
95	Junc 97	0.29	31.99
96	Junc 98	0.27	31.99
97	Junc 99	0.17	31.98
98	Junc 100	0.17	31.97
99	Junc 101	0.17	30.97
100	Junc 102	0.29	29.97
101	Junc 103	0.11	29.95
102	Junc 104	0.11	29.95
103	Junc 105	0.27	29.95
104	Junc 106	0.16	31.95
105	Junc 108	1.11	30.9
106	Junc 109	0.48	30.93
107	Junc 110	0.26	30.95
108	Junc 111	0.36	32.99
109	Junc 112	0.31	31.99
110	Junc 113	0.36	29.97
111	Junc 114	0.34	30.95
112	Junc 115	0.23	32.96
113	Junc 116	1.03	30.9
114	Junc 117	0.41	30.92
115	Junc 118	0.54	31.99
116	Junc 119	0.37	29.97

Lanjutan Tabel *Input Demand* dan Bacaan Tekanan pada Node pada Subzona 112

No	Juntion		
		Demand	Pressure
	Node ID	LPS	m
117	Junc 120	0.3	29.95
118	Junc 121	0.42	30.94
119	Junc 122	0.3	32.97
120	Junc 123	1.18	30.88
121	Junc 124	0.35	31.89
122	Junc 125	0.82	31.91
123	Junc 126	0.47	31.98
124	Junc 127	0.47	31.03
125	Junc 128	0.89	30.03
126	Junc 129	0.53	36.99
127	Junc 130	0.12	30.94
128	Junc 131	0.12	30.94
129	Junc 132	0.35	31.94
130	Junc 133	0.23	31.94
131	Junc 134	0.3	31.95
132	Junc 135	0.21	31.89
133	Junc 136	0.47	30.9
134	Junc 137	0.26	31.02
135	Junc 138	0.26	31.05
136	Junc 139	0.49	31.06
137	Junc 140	0.32	30.04
138	Junc 141	0.23	30.02
139	Junc 142	0.33	30.99
140	Junc 143	0.23	31.95

Lanjutan Tabel *Input Demand* dan Bacaan Tekanan pada Node pada Subzona 112

No	Juntion		
		Demand	Pressure
	Node ID	LPS	m
141	Junc 144	0.12	31.94
142	Junc 145	0.12	31.94
143	Junc 146	0.35	31.94
144	Junc 147	0.23	31.94
145	Junc 148	1.04	30.88
146	Junc 149	0.47	30.9
147	Junc 150	0.26	31.05
148	Junc 151	0.26	31.08
149	Junc 152	0.23	31.95
150	Junc 153	0.12	31.94
151	Junc 154	0.35	31.94
152	Junc 155	0.23	31.94
153	Junc 156	0.26	30.07
154	Junc 157	0.26	31.12
155	Junc 158	1.04	31.88
156	Junc 159	1.3	31.92
157	Junc 160	0.26	31.09
158	Junc 161	0.26	31.15
159	Junc 162	0.26	31.1
160	Junc 163	0.26	31.2
161	Junc 164	1.3	32.11
162	Junc 165	0.47	30.11
163	Junc 166	0.47	31.24
164	Junc 167	0.49	37.2

Lanjutan Tabel *Input Demand* dan Bacaan Tekanan pada Node pada Subzona 112

No	Juntion		
		Demand	Pressure
	Node ID	LPS	m
165	Junc 168	0.23	31.08
166	Junc 169	0.23	32.05
167	Junc 170	0.33	32.04
168	Junc 171	0.43	30.99
169	Junc 172	0.45	31.96
170	Junc 173	0.24	30.94
171	Junc 174	0.69	30.94
172	Junc 175	0.44	31.94
173	Junc 176	0.44	32.97
174	Junc 177	0.44	30.94
175	Junc 178	0.22	31.96
176	Junc 179	0.12	31.96
177	Junc 180	0.34	31.95
178	Junc 181	0.22	30.94
179	Junc 182	0.22	32.94
180	Junc 183	0.22	31.94
181	Junc 184	0.22	32.98
182	Junc 185	0.12	31.98
183	Junc 186	0.12	31.97
184	Junc 187	0.12	31.97
185	Junc 188	0.88	31.24
186	Junc 189	0.52	32.07
187	Junc 190	0.22	32.05
188	Junc 191	0.12	32

Lanjutan Tabel *Input Demand* dan Bacaan Tekanan pada Node pada Subzona 112

No	Juntion		
		Demand	Pressure
	Node ID	LPS	m
189	Junc 192	0.12	31.98
190	Junc 193	0.12	31.98
191	Junc 194	0.34	31.98
192	Junc 195	0.34	31.97
193	Junc 196	0.22	31.95
194	Junc 197	0.22	31.95
195	Junc 198	0.22	31.95
196	Junc 199	0.22	30.97
197	Junc 200	0.83	30.45
198	Junc 201	1.03	31.37
199	Junc 202	0.39	31.33
200	Junc 203	0.29	32.16
201	Junc 204	0.22	31.11
202	Junc 205	0.34	31.04
203	Junc 206	0.22	31.98
204	Junc 207	0.21	30.89
205	Junc 12	0.27	32
206	Junc 209	0.02	31.33
207	Junc 208	0.09	31.96
208	Junc 210	0.25	32.95
209	Junc 212	0.16	32.95
210	Junc 3	0.49	33.14

Tabel *Input Demand* dan Bacaan Tekanan pada Node pada Subzona 113

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Juntion		
		Demand	Pressure
	Node ID	LPS	m
1	Junc 3	0.396	36.96
2	Junc 4	0.647	34.91
3	Junc 5	0.647	35.85
4	Junc 6	0.214	36.82
5	Junc 7	0.067	36.82
6	Junc 8	0.067	35.82
7	Junc 9	0.067	35.82
8	Junc 10	0.767	35.72
9	Junc 11	0.119	35.73
10	Junc 12	0.119	35.79
11	Junc 13	0.119	35.78
12	Junc 14	0.119	35.76
13	Junc 15	0.119	35.75
14	Junc 16	0.067	36.79
15	Junc 17	0.067	36.78
16	Junc 18	0.067	36.78
17	Junc 19	0.067	35.75
18	Junc 20	0.141	36.74
19	Junc 21	0.141	36.75
20	Junc 22	0.141	36.75
21	Junc 23	0.28	35.73
22	Junc 24	0.161	35.69
23	Junc 25	0.161	36.63

Lanjutan Tabel *Input Demand* dan Bacaan Tekanan pada Node pada Subzona 113

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Juntion		
		Demand	Pressure
	Node ID	LPS	m
24	Junc 26	0.108	36.68
25	Junc 27	0.108	36.67
26	Junc 28	0.161	36.6
27	Junc 29	0.161	36.6
28	Junc 30	0.034	36.65
29	Junc 31	0.034	36.67
30	Junc 32	0.108	36.67
31	Junc 33	0.108	36.67
32	Junc 34	0.108	36.66
33	Junc 35	0.108	36.66
34	Junc 36	0.227	36.59
35	Junc 37	0.227	36.63
36	Junc 38	0.227	35.63
37	Junc 39	0.153	35.63
38	Junc 40	0.108	35.64
39	Junc 41	0.108	35.66
40	Junc 42	0.095	34.56
41	Junc 43	0.095	34.54
42	Junc 44	0.196	34.54
43	Junc 45	0.101	34.53
44	Junc 46	0.101	35.53
45	Junc 47	0.101	35.53
46	Junc 48	0.074	35.5

Lanjutan Tabel *Input Demand* dan Bacaan Tekanan pada Node pada Subzona 113

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Juntion		
		Demand	Pressure
	Node ID	LPS	m
47	Junc 49	0.227	34.42
48	Junc 50	0.3	35.24
49	Junc 51	0.429	35.22
50	Junc 52	0.281	35.22
51	Junc 53	0.095	35.54
52	Junc 54	0.196	34.54
53	Junc 55	0.101	34.53
54	Junc 56	0.101	34.53
55	Junc 57	0.101	35.53
56	Junc 58	0.196	36.52
57	Junc 59	0.193	35.52
58	Junc 60	0.288	36.54
59	Junc 61	0.187	36.57
60	Junc 62	0.148	35.18
61	Junc 63	0.276	34.19
62	Junc 64	0.233	35.18
63	Junc 65	0.362	34.18
64	Junc 66	0.233	35.19
65	Junc 67	0.233	36.2
66	Junc 68	0.159	34.2
67	Junc 69	0.159	34.18
68	Junc 70	0.159	34.18
69	Junc 71	0.159	34.18

Lanjutan Tabel *Input Demand* dan Bacaan Tekanan pada Node pada Subzona 113

No	Juntion		
		Demand	Pressure
	Node ID	LPS	m
70	Junc 72	0.288	34.18
71	Junc 73	0.202	33.18
72	Junc 74	0.073	34.18
73	Junc 75	0.214	34.18
74	Junc 76	0.165	33.18
75	Junc 77	0.165	34.23
76	Junc 78	0.214	34.18
77	Junc 79	0.767	35.73
78	Junc 80	0.119	35.73
79	Junc 81	0.119	35.73
80	Junc 82	0.119	35.73
81	Junc 83	0.119	34.73
82	Junc 84	0.119	34.73
83	Junc 85	0.253	34.73
84	Junc 86	0.9	35.75
85	Junc 87	0.414	34.72
86	Junc 88	0.387	36.72
87	Junc 89	0.873	35.76
88	Junc 90	0.18	35.76
89	Junc 91	0.253	35.5
90	Junc 92	0.308	36.26
91	Junc 93	0.577	36.26
92	Junc 94	0.253	36.26

Lanjutan Tabel *Input Demand* dan Bacaan Tekanan pada Node pada Subzona 113

No	Juntion		
		Demand	Pressure
	Node ID	LPS	m
93	Junc 95	0.253	35.26
94	Junc 96	0.253	34.27
95	Junc 97	0.253	35.27
96	Junc 98	0.253	35.28
97	Junc 99	0.161	34.7
98	Junc 100	0.161	35.69
99	Junc 101	0.161	35.63
100	Junc 102	0.161	36.6
101	Junc 103	0.161	37.69
102	Junc 105	0.353	36.63
103	Junc 106	0.165	35.28
104	Junc 107	0.165	35.27
105	Junc 108	0.165	34.27
106	Junc 109	0.165	34.26
107	Junc 110	0.165	33.26
108	Junc 111	0.214	34.26
109	Junc 112	0.214	34.24
110	Junc 113	0.214	37.2
111	Junc 114	0.214	36.19
112	Junc 115	0.49	37.18
113	Junc 116	0.165	34.27
114	Junc 117	0.165	35.27
115	Junc 118	0.165	34.26

Lanjutan Tabel *Input Demand* dan Bacaan Tekanan pada Node pada Subzona 113

No	Juntion		
		Demand	Pressure
	Node ID	LPS	m
116	Junc 119	0.165	34.26
117	Junc 120	0.165	34.27
118	Junc 121	0.165	34.27
119	Junc 122	0.272	36.56
120	Junc 123	0.323	36.56
121	Junc 124	0.565	35.54
122	Junc 125	0.137	35.55
123	Junc 126	0.137	35.55
124	Junc 127	0.137	35.55
125	Junc 128	0.239	36.58
126	Junc 129	0.447	36.67
127	Junc 130	0.051	36.59
128	Junc 131	0.051	35.59
129	Junc 132	0.259	35.97
130	Junc 133	0.051	36.72
131	Junc 134	0.051	35.59
132	Junc 135	0.051	36.72
133	Junc 136	0.051	36.72
134	Junc 137	0.051	37.42
135	Junc 138	0.137	37.42
136	Junc 139	0.137	35.49
137	Junc 140	0.137	35.5
138	Junc 141	0.137	35.5

Lanjutan Tabel *Input Demand* dan Bacaan Tekanan pada Node pada Subzona 113

No	Juntion		
		Demand	Pressure
	Node ID	LPS	m
139	Junc 142	0.253	35.73
140	Junc 143	0.086	35.41
141	Junc 144	0.086	35.39
142	Junc 145	0.086	34.36
143	Junc 146	0.086	34.35
144	Junc 147	0.086	34.36
145	Junc 148	0.086	34.35
146	Junc 149	0.173	34.34
147	Junc 150	0.173	34.32
148	Junc 151	0.087	34.27
149	Junc 152	0.087	34.25
150	Junc 153	0.087	34.19
151	Junc 154	0.12	35.16
152	Junc 155	0.12	34.16
153	Junc 156	0.033	35.16
154	Junc 157	0.033	34.16
155	Junc 158	0.033	34.16
156	Junc 159	0.033	34.16
157	Junc 160	0.033	34.16
158	Junc 161	0.033	34.15
159	Junc 162	0.033	34.15
160	Junc 163	0.233	34.16
161	Junc 164	0.033	35.15

Lanjutan Tabel *Input Demand* dan Bacaan Tekanan pada Node pada Subzona 113

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Juntion		
		Demand	Pressure
	Node ID	LPS	m
162	Junc 165	0.033	34.15
163	Junc 166	0.033	34.15
164	Junc 167	0.033	34.15
165	Junc 168	0.214	34.14
166	Junc 169	0.033	34.14
167	Junc 170	0.033	34.14
168	Junc 171	0.214	34.14
169	Junc 172	0.098	35.13
170	Junc 173	0.098	35.13
171	Junc 174	0.211	34.13
172	Junc 175	0.211	34.13
173	Junc 176	0.065	35.14
174	Junc 177	0.152	35.14
175	Junc 178	0.152	35.14
176	Junc 179	0.152	35.14
177	Junc 180	0.152	35.13
178	Junc 181	0.382	34.13
179	Junc 182	0.087	35.14
180	Junc 183	0.317	35.13
181	Junc 184	0.317	35.13
182	Junc 185	0.087	35.15
183	Junc 186	0.087	35.15
184	Junc 187	0.087	35.16

Lanjutan Tabel *Input Demand* dan Bacaan Tekanan pada Node pada Subzona 113

No	Juntion		
		Demand	Pressure
	Node ID	LPS	m
185	Junc 188	0.087	34.16
186	Junc 189	0.087	34.16
187	Junc 190	0.087	34.16
188	Junc 191	0.087	34.16
189	Junc 192	0.185	33.17
190	Junc 193	0.185	33.16
191	Junc 194	0.415	34.14
192	Junc 195	0.098	32.18
193	Junc 196	0.098	33.17
194	Junc 197	0.098	33.16
195	Junc 198	0.347	33.17
196	Junc 199	0.098	33.17
197	Junc 200	0.098	33.16
198	Junc 201	0.347	33.16
199	Junc 202	0.347	32.15
200	Junc 203	0.214	33.09
201	Junc 204	0.43	34.69
202	Junc 205	0.43	35.63
203	Junc 206	0.43	35.54
204	Junc 207	0.347	32.14
205	Junc 208	0.347	33.13
206	Junc 209	0.323	35.12
207	Junc 210	0.323	35.13

Lanjutan Tabel *Input Demand* dan Bacaan Tekanan pada Node pada Subzona 113

No	Juntion		
		Demand	Pressure
	Node ID	LPS	m
208	Junc 211	0.401	34.14
209	Junc 212	0.152	34.14
210	Junc 213	0.074	35.11
211	Junc 214	0.326	35.23
212	Junc 215	0.078	35.23
213	Junc 216	0.268	33.13
214	Junc 217	0.19	34.11
215	Junc 218	0.19	34.11
216	Junc 219	0.116	33.11
217	Junc 220	0.116	33.11
218	Junc 221	0.193	34.13
219	Junc 222	0.116	34.11
220	Junc 223	0.274	34.11
221	Junc 224	0.352	34.14
222	Junc 225	0.2	35.1
223	Junc 226	0.074	34.1
224	Junc 227	0.074	34.11
225	Junc 228	0.316	34.1
226	Junc 229	0.19	34.1
227	Junc 230	0.19	34.11
228	Junc 231	0.241	34.1
229	Junc 232	0.241	33.1
230	Junc 233	0.241	33.1

Lanjutan Tabel *Input Demand* dan Bacaan Tekanan pada Node pada Subzona 113

No	Juntion		
		Demand	Pressure
	Node ID	LPS	m
231	Junc 234	0.4	33.1
232	Junc 235	0.126	34.1
233	Junc 236	0.126	35.1
234	Junc 237	0.284	34.1
235	Junc 238	0.284	34.09
236	Junc 239	0.232	35.1
237	Junc 240	0.232	35.1
238	Junc 241	0.31	35.11
239	Junc 242	0.31	34.1
240	Junc 243	0.38	35.08
241	Junc 244	0.36	35.08
242	Junc 245	0.36	35.08
243	Junc 246	0.214	35.08
244	Junc 247	0.196	35.08
245	Junc 248	0.196	35.08
246	Junc 249	0.214	35.08
247	Junc 250	0.354	34.08
248	Junc 251	0.36	35.08
249	Junc 252	0.36	34.08
250	Junc 253	0.36	34.09
251	Junc 254	0.43	35.1
252	Junc 255	0.404	35.1
253	Junc 256	0.229	35.09

Lanjutan Tabel *Input Demand* dan Bacaan Tekanan pada Node pada Subzona 113

No	Juntion		
		Demand	Pressure
	Node ID	LPS	m
254	Junc 257	0.229	34.08
255	Junc 258	0.214	34.08
256	Junc 259	0.313	35.11
257	Junc 260	0.488	35.11
258	Junc 261	0.313	36.12
259	Junc 262	0.356	36.13
260	Junc 263	0.48	37.13
261	Junc 264	0.186	35.11
262	Junc 265	0.418	35.11
263	Junc 266	0.214	34.13
264	Junc 267	0.391	34.12
265	Junc 268	0.278	34.11
266	Junc 269	0.382	34.13
267	Junc 270	0.214	35.14
268	Junc 271	0.232	35.1
269	Junc 272	0.232	35.1
270	Junc 273	0.232	35.1
271	Junc 274	0.278	35.11
272	Junc 275	0.2	34.16
273	Junc 276	0.2	39.16
274	Junc 277	0.2	35.18
275	Junc 278	0.214	35.14
276	Junc 279	0.279	34.15

Lanjutan Tabel *Input Demand* dan Bacaan Tekanan pada Node pada Subzona 113

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Juntion		
		Demand	Pressure
	Node ID	LPS	m
277	Junc 280	0.366	34.18
278	Junc 281	0.254	34.21
279	Junc 282	0.45	34.23
280	Junc 283	0.171	35.37
281	Junc 284	0.171	35.37
282	Junc 285	0.256	35.34
283	Junc 286	0.086	34.36
284	Junc 287	0.17	34.42
285	Junc 288	0.17	34.41
286	Junc 289	0.084	34.41
287	Junc 290	0.084	33.4
288	Junc 291	0.437	36.6
289	Junc 292	0.146	33.14
290	Junc 293	0.146	34.14
291	Junc 294	0.146	34.14
292	Junc 295	0.214	34.14
293	Junc 296	0.317	34.13
294	Junc 297	0.43	32.2
295	Junc 298	0.43	33.27
296	Junc 299	0.098	33.14
297	Junc 300	0.098	34.14
298	Junc 301	0.23	35.13
299	Junc 302	0.328	35.13

Lanjutan Tabel *Input Demand* dan Bacaan Tekanan pada Node pada Subzona 113

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Juntion		
		Demand	Pressure
	Node ID	LPS	m
300	Junc 303	0.17	34.2
301	Junc 304	0.214	34.2
302	Junc 305	0.328	34.16
303	Junc 306	0.108	36.66
304	Junc 307	0.034	36.67
305	Junc 308	0.336	35.36
306	Junc 2	0.378	36.15
307	Junc 104	0.188	36.94
308	Junc 309	0.208	36.97
309	Junc 310	0.43	36.01

Tabel *Input Demand* dan *Bacaan Tekanan* pada Node pada Subzona 114

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Juntion		
		Demand	Pressure
	Node ID	LPS	m
1	Junc 1	1.05	24.09
2	Junc 2	0.106	24
3	Junc 3	0.106	24.98
4	Junc 4	0.106	23.89
5	Junc 5	0.106	24.98
6	Junc 6	0.106	25.98
7	Junc 7	0.106	25.98
8	Junc 8	0.106	25.98
9	Junc 9	2	23.2
10	Junc 10	0.12	20.96
11	Junc 11	0.033	20.71
12	Junc 12	0.106	25.98
13	Junc 13	0.106	25.98
14	Junc 14	0.106	24.98
15	Junc 15	0.106	24.97
16	Junc 16	0.106	23.98
17	Junc 17	0.106	23.98
18	Junc 18	0.106	24.96
19	Junc 19	0.106	24.96
20	Junc 20	0	22.75
21	Junc 21	0.12	23.27
22	Junc 22	0.12	22.38
23	Junc 23	0.12	23.25

Lanjutan Tabel *Input Demand* dan Bacaan Tekanan pada Node pada Subzona 114

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Juntion		
		Demand	Pressure
	Node ID	LPS	m
24	Junc 24	0.12	22.25
25	Junc 25	0.12	23.23
26	Junc 26	0.12	22.17
27	Junc 27	0.033	22.35
28	Junc 28	0.033	22.27
29	Junc 29	0.033	22.3
30	Junc 30	0.033	23.32
31	Junc 31	1.93	20.77
32	Junc 32	0.066	18.7
33	Junc 33	0.053	18.7
34	Junc 34	0.12	19.7
35	Junc 35	0.066	19.68
36	Junc 36	0.118	20.66
37	Junc 37	0.052	20.65
38	Junc 38	0.114	21.65
39	Junc 39	0.063	21.65
40	Junc 40	0.063	22.65
41	Junc 41	0.132	21.64
42	Junc 42	0.069	21.64
43	Junc 43	0.069	20.64
44	Junc 44	0.069	21.64
45	Junc 45	0.132	22.64
46	Junc 46	0.063	22.65

Lanjutan Tabel *Input Demand* dan Bacaan Tekanan pada Node pada Subzona 114

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Juntion		
		Demand	Pressure
	Node ID	LPS	m
47	Junc 47	0.063	22.65
48	Junc 48	0.114	21.65
49	Junc 49	0.118	19.66
50	Junc 50	0.118	19.66
51	Junc 51	0.192	22.64
52	Junc 52	0.069	21.64
53	Junc 53	0.123	21.65
54	Junc 54	0.123	22.65
55	Junc 55	0	22.65
56	Junc 56	0.112	21.65
57	Junc 57	0.052	21.65
58	Junc 58	0.118	20.66
59	Junc 59	0.118	20.66
60	Junc 60	0.112	22.65
61	Junc 61	0.13	21.64
62	Junc 62	0.069	21.64
63	Junc 63	0	23.58
64	Junc 64	0	23.58
65	Junc 65	0.069	22.64
66	Junc 66	0.13	22.64
67	Junc 67	0.112	21.65
68	Junc 68	0.096	21.67
69	Junc 69	0.096	21.67

Lanjutan Tabel *Input Demand* dan Bacaan Tekanan pada Node pada Subzona 114

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Juntion		
		Demand	Pressure
	Node ID	LPS	m
70	Junc 70	0.096	21.67
71	Junc 71	0.215	19.67
72	Junc 72	0.171	19.67
73	Junc 73	0.12	20.67
74	Junc 74	0.12	19.69
75	Junc 75	0.066	19.67
76	Junc 76	0.12	19.7
77	Junc 77	0.12	18.7
78	Junc 78	0.106	20.71
79	Junc 79	0.106	20.71
80	Junc 80	0.106	20.71
81	Junc 81	0.106	19.7
82	Junc 82	0.106	19.7
83	Junc 83	0.106	19.7
84	Junc 84	0.053	20.73
85	Junc 85	0.053	20.73
86	Junc 86	0.091	20.75
87	Junc 87	0.053	20.72
88	Junc 88	0.053	20.72
89	Junc 89	0.053	19.72
90	Junc 90	0.174	19.74
91	Junc 91	0.097	19.73
92	Junc 92	0.15	19.7

Lanjutan Tabel *Input Demand* dan Bacaan Tekanan pada Node pada Subzona 114

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Juntion		
		Demand	Pressure
	Node ID	LPS	m
93	Junc 93	0.097	19.7
94	Junc 94	0.097	19.7
95	Junc 95	0.097	19.68
96	Junc 96	0.039	20.83
97	Junc 97	0.039	20.83
98	Junc 98	0.039	19.82
99	Junc 99	0.039	19.8
100	Junc 100	0.083	19.77
101	Junc 101	0.083	19.76
102	Junc 102	0.083	19.77
103	Junc 103	0.039	22.02
104	Junc 104	0.039	21.92
105	Junc 105	0.039	21.87
106	Junc 106	0.039	20.83
107	Junc 107	0.039	20.81
108	Junc 108	0.083	20.79
109	Junc 109	0.133	22.03
110	Junc 110	0.133	22
111	Junc 111	0.133	20.95
112	Junc 112	0.083	20.8
113	Junc 113	0.044	19.76
114	Junc 114	0.044	19.75
115	Junc 115	0.044	19.7

Lanjutan Tabel *Input Demand* dan Bacaan Tekanan pada Node pada Subzona 114

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Juntion		
		Demand	Pressure
	Node ID	LPS	m
116	Junc 116	0.044	19.69
117	Junc 117	0.044	19.69
118	Junc 118	0.044	19.69
119	Junc 119	0.044	19.7
120	Junc 120	0.044	19.71
121	Junc 121	0.132	19.71
122	Junc 122	0.132	19.69
123	Junc 123	0.132	19.68
124	Junc 124	0.132	19.68
125	Junc 125	0.239	19.67
126	Junc 126	0.044	19.69
127	Junc 127	0	19.67
128	Junc 128	0.151	19.67
129	Junc 129	0	19.67
130	Junc 130	0.107	19.67
131	Junc 131	0.107	20.67
132	Junc 132	0.107	20.67
133	Junc 133	0.107	19.67
134	Junc 134	0.107	19.67
135	Junc 135	0.107	19.67
136	Junc 136	0.107	19.67
137	Junc 137	0.107	19.67
138	Junc 138	0.107	19.67

Lanjutan Tabel *Input Demand* dan Bacaan Tekanan pada Node pada Subzona 114

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Juntion		
		Demand	Pressure
	Node ID	LPS	m
139	Junc 139	0	19.67
140	Junc 140	0.088	20.68
141	Junc 141	0.088	20.68
142	Junc 142	0.088	19.68
143	Junc 143	0.088	19.68
144	Junc 144	0.088	19.69
145	Junc 145	0.088	19.69
146	Junc 146	0.088	19.69
147	Junc 147	0.288	19.67
148	Junc 148	0.107	19.67
149	Junc 149	0.107	19.67
150	Junc 150	0.107	19.67
151	Junc 151	0.2	18.67
152	Junc 152	0.2	19.67
153	Junc 153	0.107	19.67
154	Junc 154	0.2	19.67
155	Junc 155	0.107	20.67
156	Junc 156	0.107	20.67
157	Junc 157	0.107	20.67
158	Junc 158	0.2	19.68
159	Junc 159	0.39	19.67
160	Junc 160	0.107	20.67
161	Junc 161	0.197	20.67

Lanjutan Tabel *Input Demand* dan Bacaan Tekanan pada Node pada Subzona 114

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Juntion		
		Demand	Pressure
	Node ID	LPS	m
162	Junc 162	0.191	19.67
163	Junc 163	0.09	19.67
164	Junc 164	0.09	19.67
165	Junc 165	0.09	20.67
166	Junc 166	0.09	19.67
167	Junc 167	0.09	20.67
168	Junc 168	0.09	20.67
169	Junc 169	0.09	20.67
170	Junc 170	0.09	20.67
171	Junc 171	0.09	20.67
172	Junc 172	0.09	19.67
173	Junc 173	0.09	20.67
174	Junc 174	0.09	19.67
175	Junc 175	0.09	20.67
176	Junc 176	0.191	19.67
177	Junc 177	0	19.67
178	Junc 178	0	19.67
179	Junc 179	0.09	20.67
180	Junc 180	0.09	20.67
181	Junc 181	0.09	20.67
182	Junc 182	0.09	20.67
183	Junc 183	0.09	20.67
184	Junc 184	0.09	20.67

Lanjutan Tabel *Input Demand* dan Bacaan Tekanan pada Node pada Subzona 114

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Juntion		
		Demand	Pressure
	Node ID	LPS	m
185	Junc 185	0.09	21.67
186	Junc 186	0.09	21.67
187	Junc 187	0.09	21.67
188	Junc 188	0.09	21.67
189	Junc 189	0.09	20.67
190	Junc 190	0.09	19.67
191	Junc 191	0.191	19.68
192	Junc 192	0.093	19.69
193	Junc 193	0.1	19.69
194	Junc 194	0.1	20.69
195	Junc 195	0.1	20.69
196	Junc 196	0.1	19.69
197	Junc 197	0.194	19.7
198	Junc 198	0.1	19.69
199	Junc 199	0.194	19.71
200	Junc 200	0.1	19.7
201	Junc 201	0.1	19.69
202	Junc 202	0.1	19.69
203	Junc 203	0.1	19.69
204	Junc 204	0	19.72
205	Junc 205	0.194	19.72
206	Junc 206	0.33	19.72
207	Junc 207	0.507	19.72

Lanjutan Tabel *Input Demand* dan Bacaan Tekanan pada Node pada Subzona 114

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Juntion		
		Demand	Pressure
	Node ID	LPS	m
208	Junc 208	0.177	18.72
209	Junc 209	0.1	19.69
210	Junc 210	0.1	19.69
211	Junc 211	0.1	19.69
212	Junc 212	0.1	20.69
213	Junc 213	0.1	20.69
214	Junc 214	0.1	20.69
215	Junc 215	0.1	20.69
216	Junc 216	0.1	19.69
217	Junc 217	0.1	20.7
218	Junc 218	0.1	19.69
219	Junc 219	0.1	20.71
220	Junc 220	0.177	20.71
221	Junc 221	0.328	19.72
222	Junc 222	0.328	18.72
223	Junc 223	0.328	19.71
224	Junc 224	0.328	19.72
225	Junc 225	0.328	19.72
226	Junc 226	0.328	19.72
227	Junc 227	0.237	19.77
228	Junc 228	0.237	19.77
229	Junc 229	0	19.74
230	Junc 230	0.565	19.72

Lanjutan Tabel *Input Demand* dan Bacaan Tekanan pada Node pada Subzona 114

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Juntion		
		Demand	Pressure
	Node ID	LPS	m
231	Junc 231	0.328	19.72
232	Junc 232	0.237	20.77
233	Junc 233	0.237	18.79
234	Junc 234	0.237	19.78
235	Junc 235	0.33	19.75
236	Junc 236	0.095	22.03
237	Junc 237	0.095	22.32
238	Junc 238	0.095	22.03
239	Junc 239	0.095	21.03
240	Junc 240	0.095	21.09
241	Junc 241	0.095	22.31
242	Junc 242	0.095	21.27
243	Junc 243	0.095	21.15
244	Junc 244	0.095	22.38
245	Junc 245	0.095	22.34
246	Junc 246	0.095	23.33
247	Junc 247	0.095	22.33
248	Junc 248	0.095	22.39
249	Junc 249	0.095	22.35
250	Junc 250	0.095	22.48
251	Junc 251	0.095	22.38
252	Junc 252	0.095	22.38
253	Junc 253	0	21.39

Lanjutan Tabel *Input Demand* dan Bacaan Tekanan pada Node pada Subzona 114

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Juntion		
		Demand	Pressure
	Node ID	LPS	m
254	Junc 254	1.091	25.78
255	Junc 255	0.091	25.78
256	Junc 256	0.091	25.02
257	Junc 257	0.091	23.91
258	Junc 258	0.091	23.72
259	Junc 259	0.091	23.61
260	Junc 260	0.091	22.46
261	Junc 261	0.091	22.26
262	Junc 262	0.091	22.16
263	Junc 263	0.091	20.85
264	Junc 264	0.091	20.59
265	Junc 265	0.091	22.85
266	Junc 266	0.091	23.25
267	Junc 267	0.091	23.28
268	Junc 268	0.091	23.46
269	Junc 269	0.091	23.61
270	Junc 270	0.091	23.71
271	Junc 271	0.091	24.92
272	Junc 272	0.091	26.15
273	Junc 273	0.091	24.03
274	Junc 274	0.091	23.93
275	Junc 275	0.091	20.01
276	Junc 276	0.091	18.4

Lanjutan Tabel *Input Demand* dan Bacaan Tekanan pada Node pada Subzona 114

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Juntion		
		Demand	Pressure
	Node ID	LPS	m
277	Junc 277	0.1	18.4
278	Junc 278	0.091	18.4
279	Junc 279	0.33	28.26
280	Junc 280	0.33	27.26
281	Junc 281	0.1	20.39
282	Junc 282	0	20.39
283	Junc 283	0.1	20.36
284	Junc 284	0.1	20.36
285	Junc 285	0.183	19.38
286	Junc 286	0.083	19.27
287	Junc 287	0.083	20.15
288	Junc 288	0.1	20.33
289	Junc 289	0.1	20.33
290	Junc 290	0.1	19.32
291	Junc 291	0.1	19.32
292	Junc 292	0.1	20.3
293	Junc 293	0.1	18.3
294	Junc 294	0.083	18.94
295	Junc 295	0.319	19.84
296	Junc 296	0.319	18.81
297	Junc 297	0.319	17.79
298	Junc 298	0.319	17.79
299	Junc 299	0.1	20.28

Lanjutan Tabel *Input Demand* dan Bacaan Tekanan pada Node pada Subzona 114

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Juntion		
		Demand	Pressure
	Node ID	LPS	m
300	Junc 300	0.1	19.29
301	Junc 301	0.1	21.25
302	Junc 302	0.1	20.29
303	Junc 303	0.1	21.2
304	Junc 304	0.1	21.29
305	Junc 305	0.337	21.36
306	Junc 306	0.337	19.89
307	Junc 307	0.42	20.82
308	Junc 308	0.319	18.79
309	Junc 309	0.319	19.81
310	Junc 310	0.216	21.16
311	Junc 311	0.216	20.17
312	Junc 312	0.331	20.9
313	Junc 313	0.1	20.16
314	Junc 314	0.186	20.87
315	Junc 315	0.423	20.88
316	Junc 316	0.237	20.81
317	Junc 317	0.23	21.14
318	Junc 318	0	20.9
319	Junc 319	0.215	20.89
320	Junc 320	0.3	20.88
321	Junc 321	0.186	20.87
322	Junc 322	0.186	21.87

Lanjutan Tabel *Input Demand* dan Bacaan Tekanan pada Node pada Subzona 114

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Juntion		
		Demand	Pressure
	Node ID	LPS	m
323	Junc 323	0.186	20.87
324	Junc 324	0.252	20.8
325	Junc 325	0.114	19.91
326	Junc 326	0.114	19.89
327	Junc 327	0.2	19.87
328	Junc 328	0.086	20.87
329	Junc 329	0.086	20.87
330	Junc 330	0.086	20.87
331	Junc 331	0.116	21.14
332	Junc 332	0.116	21.14
333	Junc 333	0.488	20.77
334	Junc 334	0.488	19.77
335	Junc 335	0.252	19.73
336	Junc 336	0.252	19.72
337	Junc 337	0.252	20.72
338	Junc 338	0.252	18.72
339	Junc 339	0.252	18.72
340	Junc 340	0.252	17.73
341	Junc 341	0.252	18.76
342	Junc 342	0.252	18.76
343	Junc 343	0.252	19.77
344	Junc 344	0.252	18.77
345	Junc 345	0.302	20.78

Lanjutan Tabel *Input Demand* dan Bacaan Tekanan pada Node pada Subzona 114

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Juntion		
		Demand	Pressure
	Node ID	LPS	m
346	Junc 346	0.252	20.8
347	Junc 347	0.252	18.81
348	Junc 348	0.252	18.82
349	Junc 349	0.252	18.82
350	Junc 350	0.315	18.84
351	Junc 351	0.315	18.85
352	Junc 352	0.315	19.85
353	Junc 353	0.252	20.86
354	Junc 354	0.401	20.86
355	Junc 355	0.15	20.86
356	Junc 356	0.15	20.86
357	Junc 357	0.15	20.86
358	Junc 358	0.064	20.86
359	Junc 359	0.064	20.86
360	Junc 360	0.064	20.86
361	Junc 361	0.064	23.86
362	Junc 362	0.064	18.85
363	Junc 363	0	18.85
364	Junc 364	0.064	18.86
365	Junc 365	0.064	18.86
366	Junc 366	0.064	19.86
367	Junc 367	0.264	19.86
368	Junc 368	0.178	20.86

Lanjutan Tabel *Input Demand* dan Bacaan Tekanan pada Node pada Subzona 114

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Juntion		
		Demand	Pressure
	Node ID	LPS	m
369	Junc 369	0.178	19.86
370	Junc 370	0.178	17.87
371	Junc 371	0.178	18.88
372	Junc 372	0.178	18.92
373	Junc 373	0.064	18
374	Junc 374	0.064	19.04
375	Junc 375	0.141	19.06
376	Junc 376	0.077	19.08
377	Junc 377	0.077	18.1
378	Junc 378	0.077	19.1
379	Junc 379	0.077	19.1
380	Junc 380	0.077	20.11
381	Junc 381	0.077	20.13
382	Junc 382	0.192	20.13
383	Junc 383	0.192	20.16
384	Junc 384	0.077	19.1
385	Junc 385	0.077	19.1
386	Junc 386	0.077	18.1
387	Junc 387	0.077	19.09
388	Junc 388	0.192	19.09
389	Junc 389	0.308	19.1
390	Junc 390	0.193	19.1
391	Junc 391	0.116	19.11

Lanjutan Tabel *Input Demand* dan Bacaan Tekanan pada Node pada Subzona 114

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Juntion		
		Demand	Pressure
	Node ID	LPS	m
392	Junc 392	0.116	19.11
393	Junc 393	0.116	19.11
394	Junc 394	0.193	19.11
395	Junc 395	0.431	19.16
396	Junc 396	0.116	22.15
397	Junc 397	0	22.15
398	Junc 398	0.239	22.15
399	Junc 399	0.239	22.16
400	Junc 400	0.239	19.16
401	Junc 401	0.123	21.16
402	Junc 402	0.123	19.16
403	Junc 403	0.123	19.17
404	Junc 404	0.123	21.17
405	Junc 405	0.123	21.17
406	Junc 406	0.123	20.17
407	Junc 407	0.123	20.18
408	Junc 408	0.123	21.18
409	Junc 409	0.193	21.2
410	Junc 410	0.123	20.18
411	Junc 411	0.123	19.17
412	Junc 412	0.238	19.17
413	Junc 413	0.115	19.18
414	Junc 414	0.238	19.17

Lanjutan Tabel *Input Demand* dan Bacaan Tekanan pada Node pada Subzona 114

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Juntion		
		Demand	Pressure
	Node ID	LPS	m
415	Junc 415	0.123	19.17
416	Junc 416	0.238	19.17
417	Junc 417	0.115	19.17
418	Junc 418	0.115	19.17
419	Junc 419	0.115	20.18
420	Junc 420	0.115	20.18
421	Junc 421	0.115	20.17
422	Junc 422	0.115	20.17
423	Junc 423	0.184	20.21
424	Junc 424	0.115	20.21
425	Junc 425	0.225	21.26
426	Junc 426	0.07	20.25
427	Junc 427	0.225	20.31
428	Junc 428	0.225	20.31
429	Junc 429	0.225	19.32
430	Junc 430	0.225	19.32
431	Junc 431	0.34	19.32
432	Junc 432	0.185	20.32
433	Junc 433	0.185	21.32
434	Junc 434	0.07	20.28
435	Junc 435	0.185	20.3
436	Junc 436	0.185	20.32
437	Junc 437	0.185	19.32

Lanjutan Tabel *Input Demand* dan Bacaan Tekanan pada Node pada Subzona 114

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Juntion		
		Demand	Pressure
	Node ID	LPS	m
438	Junc 438	0.185	20.32
439	Junc 439	0.115	21.42
440	Junc 440	0.115	20.38
441	Junc 441	0.115	20.37
442	Junc 442	0.115	20.36
443	Junc 443	0.115	19.35
444	Junc 444	0.115	20.35
445	Junc 445	0.34	20.35
446	Junc 446	0.34	20.34
447	Junc 447	0.34	20.33
448	Junc 448	0.34	20.32
449	Junc 449	0.115	20.57
450	Junc 450	0.115	20.59
451	Junc 451	0.115	20.46
452	Junc 452	0.34	20.36
453	Junc 453	0.115	20.37
454	Junc 454	0.115	20.44
455	Junc 455	0.115	22.31
456	Junc 456	0.239	27.21
457	Junc 457	0.239	20.57
458	Junc 458	0.239	29.21
459	Junc 459	0.239	28.23
460	Junc 460	0.239	28.22

Lanjutan Tabel *Input Demand* dan Bacaan Tekanan pada Node pada Subzona 114

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Juntion		
		Demand	Pressure
	Node ID	LPS	m
461	Junc 461	0.239	28.22
462	Junc 462	0.239	27.21
463	Junc 463	0.239	28.21
464	Junc 464	0.239	28.21
465	Junc 465	0.239	28.21
466	Junc 466	0.239	29.21
467	Junc 467	0.34	20.34
468	Junc 468	0	20.33
469	Junc 469	0	19.33
470	Junc 470	0.155	20.32
471	Junc 471	0.155	20.33
472	Junc 472	0.155	20.33
473	Junc 473	0.155	20.32
474	Junc 474	0.155	20.45
475	Junc 475	0.2	19.71
476	Junc 476	0.2	19.69

Lanjutan Tabel *Input Demand* dan Bacaan Tekanan pada Node pada Subzona 114

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Juntion		
		Demand	Pressure
	Node ID	LPS	m
477	Junc 477	0.093	19.7
478	Junc 478	0.093	19.69
479	Junc 479	0.093	19.69
480	Junc 480	0.093	19.69
481	Junc 481	0.42	19.9
482	Junc 482	0.177	20.71
483	Junc 483	0.1	20.71
484	Junc 484	0.088	19.71
485	Junc 486	0.95	28.26
486	Junc 487	1.17	31.63

Tabel *Input Demand* dan Bacaan Tekanan pada Node pada Subzona 115

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Juntion		
		Demand	Pressure
	Node ID	LPS	m
1	Junc 8	0.33	11.9
2	Junc 9	0.28	11.8
3	Junc 10	0.30	12.76
4	Junc 11	0.19	12.75
5	Junc 12	0.44	11.89
6	Junc 13	0.39	11.87
7	Junc 14	0.28	11.86
8	Junc 15	0.28	11.85
9	Junc 16	0.28	11.89
10	Junc 17	0.23	11.88
11	Junc 18	0.28	12.89
12	Junc 19	0.23	12.89
13	Junc 20	0.11	12.87
14	Junc 21	0.11	12.86
15	Junc 22	0.28	13.9
16	Junc 23	0.23	13.89
17	Junc 24	0.23	13.89
18	Junc 25	0.28	13.9
19	Junc 26	0.12	13.9
20	Junc 27	0.28	12.91
21	Junc 28	0.28	12.95
22	Junc 29	0.12	11.95
23	Junc 30	0.12	11.91

Lanjutan Tabel *Input Demand* dan Bacaan Tekanan pada Node pada Subzona 115

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Juntion		
		Demand	Pressure
	Node ID	LPS	m
24	Junc 31	0.12	11.9
25	Junc 32	0.19	12.68
26	Junc 33	0.19	13.66
27	Junc 34	0.19	13.66
28	Junc 35	0.30	13.89
29	Junc 36	0.19	13.65
30	Junc 37	0.19	13.65
31	Junc 38	0.19	11.65
32	Junc 39	0.28	13.04
33	Junc 40	0.12	12.99
34	Junc 41	0.16	13.43
35	Junc 42	0.19	12.97
36	Junc 43	0.19	12.65
37	Junc 44	0.25	12.81
38	Junc 45	0.38	12.62
39	Junc 46	0.32	12.63
40	Junc 47	0.24	13.99
41	Junc 48	0.56	11.82
42	Junc 49	0.24	13.03
43	Junc 50	0.24	10.97
44	Junc 51	0.24	13.07
45	Junc 52	0.24	11.06
46	Junc 53	0.24	12.21

Lanjutan Tabel *Input Demand* dan Bacaan Tekanan pada Node pada Subzona 115

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Juntion		
		Demand	Pressure
	Node ID	LPS	m
47	Junc 54	0.24	10.21
48	Junc 55	0.24	12.38
49	Junc 56	0.24	10.38
50	Junc 57	0.24	12.56
51	Junc 58	0.24	10.56
52	Junc 59	0.86	12.94
53	Junc 60	0.24	13.91
54	Junc 61	0.24	10.84
55	Junc 62	0.55	10.84
56	Junc 63	0.55	11.3
57	Junc 64	0.55	11.13
58	Junc 65	0.55	11.01
59	Junc 66	0.19	13.61
60	Junc 67	0.38	12.6
61	Junc 68	0.20	12.56
62	Junc 69	0.20	12.54
63	Junc 70	0.12	12.48
64	Junc 71	0.18	12.44
65	Junc 72	0.34	13.42
66	Junc 73	0.11	11.37
67	Junc 74	0.05	11.34
68	Junc 75	0.05	11.3
69	Junc 76	0.23	11.29

Lanjutan Tabel *Input Demand* dan Bacaan Tekanan pada Node pada Subzona 115

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Juntion		
		Demand	Pressure
	Node ID	LPS	m
70	Junc 77	0.12	12.46
71	Junc 78	0.18	12.45
72	Junc 79	0.06	12.42
73	Junc 80	0.11	11.4
74	Junc 81	0.06	12.42
75	Junc 82	0.11	11.4
76	Junc 83	0.06	12.42
77	Junc 84	0.11	12.4
78	Junc 85	0.23	11.15
79	Junc 86	0.71	11.13
80	Junc 87	0.75	12.09
81	Junc 88	0.34	12.08
82	Junc 89	0.27	12.04
83	Junc 90	0.27	12.02
84	Junc 91	0.27	12.01
85	Junc 92	0.27	12.01
86	Junc 93	0.27	12
87	Junc 94	0.27	12
88	Junc 95	0.23	12.28
89	Junc 96	0.23	12.28
90	Junc 97	0.23	12.27
91	Junc 98	0.41	12.26
92	Junc 99	0.23	12.26

Lanjutan Tabel *Input Demand* dan Bacaan Tekanan pada Node pada Subzona 115

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Juntion		
		Demand	Pressure
	Node ID	LPS	m
93	Junc 100	0.18	13.26
94	Junc 101	0.18	13.27
95	Junc 102	0.18	14.27
96	Junc 103	0.23	11.27
97	Junc 104	0.05	12.3
98	Junc 105	0.05	12.3
99	Junc 106	0.05	12.31
100	Junc 107	0.11	13.4
101	Junc 108	0.11	12.39
102	Junc 109	0.06	12.42
103	Junc 110	0.06	12.42
104	Junc 111	0.12	12.47
105	Junc 112	0.31	12.47
106	Junc 113	0.19	12.42
107	Junc 114	0.50	12.33
108	Junc 115	0.43	12.33
109	Junc 116	0.37	12.31
110	Junc 117	0.37	12.29
111	Junc 118	0.37	12.28
112	Junc 119	0.23	12.27
113	Junc 120	0.54	14.25
114	Junc 121	0.19	12.63
115	Junc 122	0.19	13.64

Lanjutan Tabel *Input Demand* dan Bacaan Tekanan pada Node pada Subzona 115

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Juntion		
		Demand	Pressure
	Node ID	LPS	m
116	Junc 123	0.19	13.64
117	Junc 124	0.19	13.64
118	Junc 125	0.19	13.65
119	Junc 126	0.19	12.65
120	Junc 127	0.38	12.6
121	Junc 128	0.19	12.65
122	Junc 129	0.25	12.65
123	Junc 130	0.44	12.64
124	Junc 131	0.20	12.53
125	Junc 132	0.40	12.52
126	Junc 133	0.12	12.51
127	Junc 134	0.33	11.47
128	Junc 135	0.20	12.56
129	Junc 136	0.40	12.55
130	Junc 137	0.40	12.54
131	Junc 138	0.12	12.53
132	Junc 139	0.26	12.53
133	Junc 140	0.46	12.56
134	Junc 141	0.39	12.5
135	Junc 142	0.19	16.48
136	Junc 143	0.50	13.39
137	Junc 144	0.44	13.27
138	Junc 145	0.44	13.26

Lanjutan Tabel *Input Demand* dan Bacaan Tekanan pada Node pada Subzona 115

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Juntion		
		Demand	Pressure
	Node ID	LPS	m
139	Junc 146	0.44	13.26
140	Junc 147	0.44	13.29
141	Junc 148	0.54	14.24
142	Junc 149	0.54	13.24
143	Junc 150	0.54	13.23
144	Junc 151	0.54	13.23
145	Junc 152	0.60	13.23
146	Junc 153	0.29	12.2
147	Junc 154	0.77	16.17
148	Junc 155	0.64	16.32
149	Junc 156	0.30	12.21
150	Junc 157	0.54	11.17
151	Junc 158	0.34	12.01
152	Junc 159	0.34	12.01
153	Junc 160	0.34	12.02
154	Junc 161	0.34	12.04
155	Junc 162	0.34	13.06
156	Junc 163	0.24	12.02
157	Junc 164	0.24	12.03
158	Junc 165	0.54	12.11
159	Junc 166	0.30	12.1
160	Junc 167	0.51	11.11
161	Junc 168	0.27	11.1

Lanjutan Tabel *Input Demand* dan Bacaan Tekanan pada Node pada Subzona 115

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Juntion		
		Demand	Pressure
	Node ID	LPS	m
162	Junc 169	0.46	12.05
163	Junc 170	0.43	13.07
164	Junc 171	0.40	13.04
165	Junc 172	0.42	13.99
166	Junc 173	0.42	13.99
167	Junc 174	0.15	12.98
168	Junc 175	0.42	13.98
169	Junc 176	0.42	13.97
170	Junc 177	0.37	13.97
171	Junc 178	0.37	13.97
172	Junc 179	0.37	12.97
173	Junc 180	0.44	12.96
174	Junc 181	0.17	13.95
175	Junc 182	0.10	12.95
176	Junc 183	0.10	12.95
177	Junc 184	0.10	12.95
178	Junc 185	0.10	12.95
179	Junc 186	0.10	12.95
180	Junc 187	0.10	12.95
181	Junc 188	0.17	13.95
182	Junc 189	0.07	13.95
183	Junc 190	0.34	12.95
184	Junc 191	0.31	12.95

Lanjutan Tabel *Input Demand* dan Bacaan Tekanan pada Node pada Subzona 115

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Juntion		
		Demand	Pressure
	Node ID	LPS	m
185	Junc 192	0.50	13.95
186	Junc 193	0.38	10.96
187	Junc 194	0.31	11.96
188	Junc 195	0.34	12.96
189	Junc 196	0.41	11.96
190	Junc 197	0.61	11.96
191	Junc 198	0.61	12.96
192	Junc 199	0.37	11.98
193	Junc 200	0.61	12.98
194	Junc 201	0.39	13.97
195	Junc 202	0.43	14.01
196	Junc 203	0.19	12.96
197	Junc 204	0.43	14.02
198	Junc 205	0.59	13.02
199	Junc 206	0.40	14.02
200	Junc 207	0.19	11.97
201	Junc 208	0.19	12
202	Junc 209	0.35	12.01
203	Junc 210	0.16	13.03
204	Junc 211	0.16	12.02
205	Junc 212	0.37	13.08
206	Junc 213	0.61	12.09
207	Junc 214	0.40	12.12

Lanjutan Tabel *Input Demand* dan Bacaan Tekanan pada Node pada Subzona 115

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Juntion		
		Demand	Pressure
	Node ID	LPS	m
208	Junc 215	0.16	12.09
209	Junc 216	0.21	11.09
210	Junc 217	0.21	10.09
211	Junc 218	0.21	10.09
212	Junc 219	0.21	10.09
213	Junc 220	0.45	12.1
214	Junc 221	0.45	12.09
215	Junc 222	0.21	12.08
216	Junc 223	0.21	12.08
217	Junc 224	0.21	12.08
218	Junc 225	0.83	12.21
219	Junc 226	0.38	13.57
220	Junc 227	0.72	12.53
221	Junc 228	0.40	12.53
222	Junc 229	0.32	12.59
223	Junc 230	0.32	12.6
224	Junc 231	0.32	12.6
225	Junc 232	0.32	11.62
226	Junc 233	0.32	13.65
227	Junc 234	0.32	11.64
228	Junc 235	0.34	13.64
229	Junc 236	0.34	13.64
230	Junc 237	0.32	11.66

Lanjutan Tabel *Input Demand* dan Bacaan Tekanan pada Node pada Subzona 115

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Juntion		
		Demand	Pressure
	Node ID	LPS	m
231	Junc 238	0.32	12.78
232	Junc 239	0.32	11.71
233	Junc 240	0.86	11.81
234	Junc 241	0.62	11.85
235	Junc 242	0.70	11.85
236	Junc 243	0.55	11.91
237	Junc 244	0.31	11.92
238	Junc 245	0.76	11.72
239	Junc 246	0.44	12.71
240	Junc 247	0.49	12.8
241	Junc 248	0.34	12.8
242	Junc 249	1.17	12.55
243	Junc 250	0.73	12.54
244	Junc 251	0.34	12.8
245	Junc 252	0.48	10.8
246	Junc 253	0.31	12.01
247	Junc 254	0.67	12.08
248	Junc 255	0.31	12.12
249	Junc 256	0.60	11.24
250	Junc 257	0.46	12.11
251	Junc 258	0.39	12.77
252	Junc 259	0.34	12.77
253	Junc 260	0.48	12.77

Lanjutan Tabel *Input Demand* dan Bacaan Tekanan pada Node pada Subzona 115

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Juntion		
		Demand	Pressure
	Node ID	LPS	m
254	Junc 261	0.48	12.39
255	Junc 262	0.48	13.15
256	Junc 263	0.48	11.97
257	Junc 264	0.48	11.85
258	Junc 265	0.69	11.42
259	Junc 266	0.93	10.36
260	Junc 267	0.34	11.4
261	Junc 268	0.34	11.42
262	Junc 269	0.34	11.39
263	Junc 270	0.34	11.4
264	Junc 271	0.34	10.42
265	Junc 272	0.34	11.41
266	Junc 273	0.34	11.42
267	Junc 274	0.34	10.43
268	Junc 275	0.34	11.46
269	Junc 276	0.34	11.44
270	Junc 277	1.10	11.45
271	Junc 278	0.37	11.45
272	Junc 279	0.52	11.47
273	Junc 280	0.52	11.68
274	Junc 281	0.52	11.82
275	Junc 282	0.52	11.97
276	Junc 283	0.52	13.14

Lanjutan Tabel *Input Demand* dan Bacaan Tekanan pada Node pada Subzona 115

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Juntion		
		Demand	Pressure
	Node ID	LPS	m
277	Junc 284	0.52	12.32
278	Junc 285	0.52	11.76
279	Junc 286	0.14	12.76
280	Junc 287	0.59	12.74
281	Junc 288	0.45	11.12
282	Junc 289	0.48	10.17
283	Junc 290	0.24	16.18
284	Junc 291	0.37	10.45
285	Junc 292	0.14	10.46
286	Junc 293	0.59	13.55
287	Junc 294	0.07	13.95
288	Junc 295	0.31	12.95
289	Junc 296	0.07	13.95
290	Junc 297	0.07	13.95
291	Junc 298	0.47	11.97
292	Junc 299	0.24	12.04
293	Junc 300	0.24	12.03
294	Junc 301	0.46	12.06
295	Junc 302	0.24	13.15
296	Junc 303	0.45	12.12
297	Junc 304	0.29	11.78
298	Junc 305	0.34	12.64
299	Junc 2	0.83	12.21

Lanjutan Tabel *Input Demand* dan Bacaan Tekanan pada Node pada Subzona 115

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Juntion		
		Demand	Pressure
	Node ID	LPS	m
300	Junc 3	0.59	13.37
301	Junc 4	0.59	12.31
302	Junc 5	0.39	11.96
303	Junc 6	0.42	13
304	Junc 1	0.26	12.97
305	Junc 306	0.00	12.12
306	Junc 307	0.00	12.45
307	Junc 308	0.00	13.41

LAMPIRAN 2
Input Panjang Pipa dan Diameter Pipa

Tabel *Input* Panjang Pipa dan Diameter Pipa pada Subzona 112

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Pipe		
	Link ID	Length	Diameter
		m	mm
1	Pipe 3	66.33	200
2	Pipe 5	80.09	150
3	Pipe 6	142.92	200
4	Pipe 7	70.5	100
5	Pipe 8	65.08	100
6	Pipe 9	154.05	150
7	Pipe 10	242.43	200
8	Pipe 11	45.4	100
9	Pipe 12	144.25	100
10	Pipe 13	7.4	100
11	Pipe 14	40.97	100
12	Pipe 15	46.42	100
13	Pipe 16	145.3	100
14	Pipe 17	7.4	100
15	Pipe 18	53.2	100
16	Pipe 19	36.06	100
17	Pipe 20	146.4	100
18	Pipe 21	46.26	100
19	Pipe 22	66.26	100
20	Pipe 23	62.24	100
21	Pipe 24	188.26	100
22	Pipe 25	55.88	300
23	Pipe 26	44.28	100

Lanjutan Tabel *Input* Panjang Pipa dan Diameter Pipa pada Subzona 112

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Pipe		
	Link ID	Length	Diameter
		m	mm
24	Pipe 27	189.39	100
25	Pipe 28	46.36	100
26	Pipe 29	44.54	100
27	Pipe 30	47.79	300
28	Pipe 31	65.67	100
29	Pipe 32	146.35	100
30	Pipe 35	52.78	100
31	Pipe 36	190.86	100
32	Pipe 37	53.05	300
33	Pipe 38	191.81	100
34	Pipe 39	158.11	150
35	Pipe 40	63.12	150
36	Pipe 41	18.72	150
37	Pipe 42	67.74	100
38	Pipe 43	147.22	100
39	Pipe 44	60.95	100
40	Pipe 45	61.24	100
41	Pipe 46	47.2	100
42	Pipe 47	67.85	100
43	Pipe 48	48.51	100
44	Pipe 49	147.31	100
45	Pipe 50	145.63	100
46	Pipe 51	63.1	100

Lanjutan Tabel *Input* Panjang Pipa dan Diameter Pipa pada Subzona 112

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Pipe		
	Link ID	Length	Diameter
		m	mm
47	Pipe 52	49.21	100
48	Pipe 53	46.97	100
49	Pipe 54	147.41	100
50	Pipe 55	54.17	100
51	Pipe 1	66.21	100
52	Pipe 2	194.58	100
53	Pipe 4	70.13	300
54	Pipe 56	48.84	100
55	Pipe 57	195.77	100
56	Pipe 58	47.58	300
57	Pipe 59	46.77	100
58	Pipe 60	59.37	100
59	Pipe 61	195.89	100
60	Pipe 62	48.8	300
61	Pipe 63	54.88	300
62	Pipe 64	214.87	100
63	Pipe 65	60.3	100
64	Pipe 66	196.96	100
65	Pipe 67	55.09	100
66	Pipe 74	48.13	300
67	Pipe 75	153.84	300
68	Pipe 76	61.54	300
69	Pipe 77	162.73	300

Lanjutan Tabel *Input* Panjang Pipa dan Diameter Pipa pada Subzona 112

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Pipe		
	Link ID	Length	Diameter
		m	mm
70	Pipe 78	61.14	300
71	Pipe 79	60.9	300
72	Pipe 80	54.92	100
73	Pipe 81	128.29	100
74	Pipe 82	51.82	150
75	Pipe 83	37.2	100
76	Pipe 84	32.66	100
77	Pipe 85	28.49	100
78	Pipe 86	24.28	100
79	Pipe 87	46.97	100
80	Pipe 88	52.28	150
81	Pipe 89	45.72	150
82	Pipe 91	43.75	150
83	Pipe 92	42.48	150
84	Pipe 93	36.43	150
85	Pipe 94	24.26	150
86	Pipe 95	25.98	150
87	Pipe 96	24.36	150
88	Pipe 97	45.49	150
89	Pipe 98	129.36	100
90	Pipe 99	129.89	100
91	Pipe 100	131.82	100
92	Pipe 101	131.27	100

Lanjutan Tabel *Input* Panjang Pipa dan Diameter Pipa pada Subzona 112

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Pipe		
	Link ID	Length	Diameter
		m	mm
93	Pipe 102	53.67	150
94	Pipe 103	45.73	150
95	Pipe 104	43.94	150
96	Pipe 105	41.97	150
97	Pipe 106	160.37	100
98	Pipe 107	160.12	100
99	Pipe 108	120.47	150
100	Pipe 109	40.48	150
101	Pipe 110	161.31	100
102	Pipe 111	188.53	100
103	Pipe 112	201.72	100
104	Pipe 113	102.25	75
105	Pipe 114	46.87	75
106	Pipe 115	101.84	100
107	Pipe 116	51.86	12
108	Pipe 117	43.84	12
109	Pipe 118	50.16	12
110	Pipe 119	52.9	100
111	Pipe 120	53.19	12
112	Pipe 121	70.13	12
113	Pipe 122	71.42	12
114	Pipe 123	73.79	100
115	Pipe 124	76.13	150

Lanjutan Tabel *Input* Panjang Pipa dan Diameter Pipa pada Subzona 112

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Pipe		
	Link ID	Length	Diameter
		m	mm
116	Pipe 125	46.11	100
117	Pipe 126	49.4	100
118	Pipe 127	53.69	100
119	Pipe 128	53.05	100
120	Pipe 129	29.29	100
121	Pipe 130	46.81	100
122	Pipe 131	102.89	100
123	Pipe 132	101.39	100
124	Pipe 133	28.3	100
125	Pipe 134	44.42	100
126	Pipe 135	44.98	100
127	Pipe 136	118.88	150
128	Pipe 137	45.54	100
129	Pipe 138	105.69	100
130	Pipe 139	50.25	100
131	Pipe 140	49.78	150
132	Pipe 141	39.35	100
133	Pipe 142	46.9	100
134	Pipe 143	105.5	75
135	Pipe 144	40.99	75
136	Pipe 145	45.7	75
137	Pipe 146	50	75
138	Pipe 147	50.85	150

Lanjutan Tabel *Input* Panjang Pipa dan Diameter Pipa pada Subzona 112

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Pipe		
	Link ID	Length	Diameter
		m	mm
139	Pipe 148	41.24	150
140	Pipe 149	42.68	150
141	Pipe 150	31.83	150
142	Pipe 151	42.14	150
143	Pipe 152	7.97	100
144	Pipe 153	89.11	75
145	Pipe 154	64.18	100
146	Pipe 155	40.63	75
147	Pipe 156	33.87	75
148	Pipe 157	66.17	100
149	Pipe 158	70	100
150	Pipe 159	117.96	100
151	Pipe 160	58.25	100
152	Pipe 162	52.87	150
153	Pipe 163	26.28	100
154	Pipe 164	45.77	100
155	Pipe 165	74.6	150
156	Pipe 166	72.56	100
157	Pipe 167	72.57	100
158	Pipe 168	24.69	100
159	Pipe 169	46.99	100
160	Pipe 170	44.32	150
161	Pipe 171	51.95	150

Lanjutan Tabel *Input* Panjang Pipa dan Diameter Pipa pada Subzona 112

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Pipe		
	Link ID	Length	Diameter
		m	mm
162	Pipe 172	59.29	100
163	Pipe 174	50.41	150
164	Pipe 175	237.34	100
165	Pipe 176	231.06	300
166	Pipe 177	184.6	100
167	Pipe 178	67.59	100
168	Pipe 179	115.16	100
169	Pipe 180	72.71	100
170	Pipe 181	97.52	100
171	Pipe 182	113.41	100
172	Pipe 183	97.48	100
173	Pipe 184	52.74	100
174	Pipe 185	65.11	100
175	Pipe 186	111.53	100
176	Pipe 187	49.13	100
177	Pipe 188	176.19	100
178	Pipe 189	65.26	100
179	Pipe 190	91.83	100
180	Pipe 191	60.71	100
181	Pipe 193	215.87	100
182	Pipe 194	69.5	200
183	Pipe 195	80.95	200
184	Pipe 196	49.9	100

Lanjutan Tabel *Input* Panjang Pipa dan Diameter Pipa pada Subzona 112

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Pipe		
	Link ID	Length	Diameter
		m	mm
185	Pipe 197	216.04	80
186	Pipe 198	47.38	200
187	Pipe 199	48.39	100
188	Pipe 200	215.21	80
189	Pipe 201	50.95	200
190	Pipe 202	49.27	100
191	Pipe 203	215.6	80
192	Pipe 204	49.43	200
193	Pipe 205	51.89	100
194	Pipe 206	214.72	80
195	Pipe 207	50.16	200
196	Pipe 208	52.9	100
197	Pipe 209	214.56	80
198	Pipe 210	50.68	200
199	Pipe 211	49.28	100
200	Pipe 212	65.82	100
201	Pipe 213	215.82	80
202	Pipe 214	50.36	200
203	Pipe 215	400.58	450
204	Pipe 216	71.62	100
205	Pipe 218	71.46	100
206	Pipe 219	51.77	200
207	Pipe 220	195.13	200

Lanjutan Tabel *Input* Panjang Pipa dan Diameter Pipa pada Subzona 112

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Pipe		
	Link ID	Length	Diameter
		m	mm
208	Pipe 221	52.59	200
209	Pipe 222	167.82	100
210	Pipe 223	163.74	100
211	Pipe 224	82.87	100
212	Pipe 225	59.1	100
213	Pipe 226	66.03	80
214	Pipe 227	48.18	80
215	Pipe 228	57.99	80
216	Pipe 229	76.66	80
217	Pipe 230	194.68	75
218	Pipe 231	68.38	75
219	Pipe 232	195.89	75
220	Pipe 233	49.58	75
221	Pipe 234	119.76	100
222	Pipe 235	62.37	75
223	Pipe 236	181.24	75
224	Pipe 237	53.28	100
225	Pipe 238	75.04	200
226	Pipe 239	184.4	200
227	Pipe 240	72.65	75
228	Pipe 241	70.34	100
229	Pipe 242	135.47	100
230	Pipe 243	35.73	100

Lanjutan Tabel *Input* Panjang Pipa dan Diameter Pipa pada Subzona 112

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Pipe		
	Link ID	Length	Diameter
		m	mm
231	Pipe 244	47.64	100
232	Pipe 245	68.48	100
233	Pipe 246	42.79	100
234	Pipe 247	36.02	80
235	Pipe 248	114.86	80
236	Pipe 249	68.63	200
237	Pipe 250	56.62	100
238	Pipe 251	153.03	100
239	Pipe 252	162.62	100
240	Pipe 253	76.22	100
241	Pipe 254	18.9	200
242	Pipe 255	68.53	80
243	Pipe 256	47.77	80
244	Pipe 257	34.94	80
245	Pipe 258	86.97	80
246	Pipe 259	102.25	80
247	Pipe 260	35.39	80
248	Pipe 261	41	80
249	Pipe 262	104.2	80
250	Pipe 263	48.97	80
251	Pipe 264	72.63	100
252	Pipe 265	48.67	100
253	Pipe 266	48.3	100

Lanjutan Tabel *Input* Panjang Pipa dan Diameter Pipa pada Subzona 112

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Pipe		
	Link ID	Length	Diameter
		m	mm
254	Pipe 267	49.39	100
255	Pipe 268	161.2	80
256	Pipe 269	76.04	100
257	Pipe 270	57.21	100
258	Pipe 271	159.8	80
259	Pipe 272	158.77	80
260	Pipe 273	50.8	100
261	Pipe 274	50.74	100
262	Pipe 275	106.24	100
263	Pipe 276	79.96	100
264	Pipe 277	50.04	100
265	Pipe 278	229.94	300
266	Pipe 279	104.3	80
267	Pipe 280	48.79	80
268	Pipe 281	45.12	100
269	Pipe 282	37.95	75
270	Pipe 283	29.15	75
271	Pipe 284	38.49	75
272	Pipe 285	37.81	80
273	Pipe 286	112.02	75
274	Pipe 287	113.97	75
275	Pipe 288	113.79	75
276	Pipe 289	38.72	75

Lanjutan Tabel *Input* Panjang Pipa dan Diameter Pipa pada Subzona 112

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Pipe		
	Link ID	Length	Diameter
		m	mm
277	Pipe 290	30.44	75
278	Pipe 291	36	75
279	Pipe 292	49.86	75
280	Pipe 293	142.73	100
281	Pipe 294	8.64	100
282	Pipe 295	8.64	100
283	Pipe 296	155.77	200
284	Pipe 297	63.89	100
285	Pipe 298	234.02	200
286	Pipe 299	53.68	80
287	Pipe 300	54.29	80
288	Pipe 301	131.91	80
289	Pipe 302	49.49	80
290	Pipe 303	132.61	80
291	Pipe 304	48.8	80
292	Pipe 305	54.63	80
293	Pipe 306	133.49	80
294	Pipe 307	50.41	80
295	Pipe 308	48.41	80
296	Pipe 309	80.9	80
297	Pipe 310	179.88	300
298	Pipe 311	67.33	300
299	Pipe 90	90.05	150

Lanjutan Tabel *Input* Panjang Pipa dan Diameter Pipa pada Subzona 112

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Pipe		
	Link ID	Length	Diameter
		m	mm
300	Pipe 69	22.8	300
301	Pipe 70	81.28	200
302	Pipe 71	74.73	200
303	Pipe 72	22.4	300
304	Pipe 316	61.6	200
305	Pipe 317	61.62	150
306	Pipe 319	70.17	500
307	Pipe 33	181.38	200
308	Pipe 68	200.42	200
309	Pipe 73	56.11	200
310	Pipe 312	117.84	200
311	Pipe 315	54.84	100
312	Pipe 320	45.18	100
313	Pipe 321	73.9	100
314	Pipe 322	73.24	100
315	Pipe 323	41.91	100
316	Pipe 161	54.62	300
317	Pipe 173	166.04	300
318	Pipe 192	282.5	100
319	Pipe 313	60.87	100
320	Pipe 314	280.65	450
321	Pipe 318	955.61	250
322	Pipe 324	93.19	200

Tabel *Input* Panjang Pipa dan Diameter Pipa pada Subzona 113

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Pipe		
		Length	Diameter
	Link ID	m	mm
1	Pipe 5	378.58	200
2	Pipe 7	71.01	150
3	Pipe 8	318.46	150
4	Pipe 9	106.42	150
5	Pipe 10	419.75	300
6	Pipe 11	9.92	200
7	Pipe 12	253.45	200
8	Pipe 13	19.23	200
9	Pipe 14	69.84	150
10	Pipe 15	40.89	150
11	Pipe 16	31.74	150
12	Pipe 17	44.37	150
13	Pipe 18	79.42	150
14	Pipe 19	93.27	150
15	Pipe 20	10.71	150
16	Pipe 21	57.51	150
17	Pipe 22	11.91	150
18	Pipe 23	19.55	150
19	Pipe 24	84.03	150
20	Pipe 25	86.27	150
21	Pipe 26	63.08	150
22	Pipe 27	17.23	100
23	Pipe 28	71.43	100

Lanjutan Tabel *Input* Panjang Pipa dan Diameter Pipa pada Subzona 113

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Pipe		
		Length	Diameter
	Link ID	m	mm
24	Pipe 29	71.16	100
25	Pipe 30	36.88	100
26	Pipe 31	22.45	100
27	Pipe 32	31.26	100
28	Pipe 33	66.8	200
29	Pipe 34	37.17	100
30	Pipe 35	19.68	100
31	Pipe 36	78.27	100
32	Pipe 37	57.62	100
33	Pipe 38	84.04	100
34	Pipe 39	45.66	100
35	Pipe 40	46.58	100
36	Pipe 41	38.3	100
37	Pipe 42	48.5	100
38	Pipe 43	120.04	100
39	Pipe 44	77.41	100
40	Pipe 45	80.7	100
41	Pipe 46	321.03	200
42	Pipe 47	77.56	100
43	Pipe 48	42.78	100
44	Pipe 49	46.98	100
45	Pipe 50	44.86	100
46	Pipe 51	46.14	100

Lanjutan Tabel *Input* Panjang Pipa dan Diameter Pipa pada Subzona 113

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Pipe		
		Length	Diameter
	Link ID	m	mm
47	Pipe 52	38.64	100
48	Pipe 53	49.8	100
49	Pipe 54	53.39	100
50	Pipe 55	90.46	100
51	Pipe 56	47.96	100
52	Pipe 57	8.27	100
53	Pipe 58	44.76	100
54	Pipe 59	42.01	100
55	Pipe 60	38.03	100
56	Pipe 61	44.02	100
57	Pipe 62	51.28	100
58	Pipe 63	55.93	100
59	Pipe 64	46.88	100
60	Pipe 65	44.77	100
61	Pipe 66	44.73	100
62	Pipe 67	93.06	100
63	Pipe 68	94.55	100
64	Pipe 69	97.67	100
65	Pipe 70	53.94	100
66	Pipe 71	150.36	100
67	Pipe 72	46.98	100
68	Pipe 73	44.05	100
69	Pipe 74	155.24	100

Lanjutan Tabel *Input* Panjang Pipa dan Diameter Pipa pada Subzona 113

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Pipe		
		Length	Diameter
	Link ID	m	mm
70	Pipe 75	153.28	100
71	Pipe 76	155.78	100
72	Pipe 77	159.74	150
73	Pipe 78	44.33	100
74	Pipe 79	36.47	100
75	Pipe 80	29.46	100
76	Pipe 81	261.89	100
77	Pipe 82	263.2	100
78	Pipe 83	39.06	150
79	Pipe 84	115.24	200
80	Pipe 85	26.69	200
81	Pipe 86	116	100
82	Pipe 87	30.02	100
83	Pipe 88	6.29	100
84	Pipe 89	26.13	100
85	Pipe 90	39.45	100
86	Pipe 91	39.21	100
87	Pipe 92	117.73	100
88	Pipe 93	219.85	100
89	Pipe 94	42.83	100
90	Pipe 95	221.07	100
91	Pipe 96	133.73	200
92	Pipe 97	136.06	100

Lanjutan Tabel *Input* Panjang Pipa dan Diameter Pipa pada Subzona 113

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Pipe		
		Length	Diameter
	Link ID	m	mm
93	Pipe 98	54.32	100
94	Pipe 99	105.26	100
95	Pipe 100	16.2	100
96	Pipe 101	13.82	100
97	Pipe 102	45.76	100
98	Pipe 103	5.24	100
99	Pipe 104	14.67	100
100	Pipe 105	45.74	100
101	Pipe 106	69.87	100
102	Pipe 107	52.01	100
103	Pipe 108	41.56	100
104	Pipe 109	40.5	100
105	Pipe 110	38.8	100
106	Pipe 111	60.44	100
107	Pipe 112	8.95	100
108	Pipe 113	123.76	100
109	Pipe 114	59.86	100
110	Pipe 115	36.85	100
111	Pipe 116	44.52	100
112	Pipe 117	107.49	100
113	Pipe 118	26.87	100
114	Pipe 119	35.61	100
115	Pipe 120	52.69	100

Lanjutan Tabel *Input* Panjang Pipa dan Diameter Pipa pada Subzona 113

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Pipe		
		Length	Diameter
	Link ID	m	mm
116	Pipe 121	45.44	100
117	Pipe 122	43.92	100
118	Pipe 123	69.29	100
119	Pipe 124	69.02	100
120	Pipe 125	47.71	100
121	Pipe 126	204.53	100
122	Pipe 127	21.73	100
123	Pipe 128	59.22	100
124	Pipe 129	34.3	100
125	Pipe 130	37.7	100
126	Pipe 131	20.02	100
127	Pipe 132	15.34	100
128	Pipe 133	93.52	100
129	Pipe 134	41.75	100
130	Pipe 135	206.45	100
131	Pipe 136	207.47	100
132	Pipe 137	134.62	100
133	Pipe 138	28.12	100
134	Pipe 139	209.18	100
135	Pipe 140	132.73	100
136	Pipe 141	52.83	100
137	Pipe 144	129.75	150
138	Pipe 145	212.13	150

Lanjutan Tabel *Input* Panjang Pipa dan Diameter Pipa pada Subzona 113

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Pipe		
		Length	Diameter
	Link ID	m	mm
139	Pipe 146	58.58	100
140	Pipe 147	313.85	100
141	Pipe 148	69.65	100
142	Pipe 149	102.13	100
143	Pipe 150	9.8	100
144	Pipe 151	59.36	100
145	Pipe 152	73.44	100
146	Pipe 153	26.11	100
147	Pipe 154	120.47	100
148	Pipe 155	22.23	100
149	Pipe 156	22.53	100
150	Pipe 157	103.64	100
151	Pipe 158	26.09	100
152	Pipe 159	58.6	100
153	Pipe 160	49.74	100
154	Pipe 161	48.82	100
155	Pipe 162	61.17	100
156	Pipe 163	8.58	100
157	Pipe 164	18.2	100
158	Pipe 165	78.96	100
159	Pipe 166	60.29	100
160	Pipe 167	76.85	100
161	Pipe 168	46.92	100

Lanjutan Tabel *Input* Panjang Pipa dan Diameter Pipa pada Subzona 113

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Pipe		
		Length	Diameter
	Link ID	m	mm
162	Pipe 169	22.21	100
163	Pipe 170	45.74	100
164	Pipe 171	53.55	100
165	Pipe 172	46.06	100
166	Pipe 173	73.2	100
167	Pipe 174	114.94	100
168	Pipe 175	101.36	100
169	Pipe 176	23.54	100
170	Pipe 177	34.08	100
171	Pipe 178	30.35	100
172	Pipe 179	70.95	100
173	Pipe 180	113.25	100
174	Pipe 181	36.05	100
175	Pipe 182	5.59	100
176	Pipe 183	17.97	100
177	Pipe 184	20.39	100
178	Pipe 185	19.02	100
179	Pipe 186	25.35	100
180	Pipe 187	11.6	100
181	Pipe 188	11.91	100
182	Pipe 189	9.42	100
183	Pipe 190	17.1	100
184	Pipe 191	57.76	100

Lanjutan Tabel *Input* Panjang Pipa dan Diameter Pipa pada Subzona 113

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Pipe		
		Length	Diameter
	Link ID	m	mm
185	Pipe 192	21.42	100
186	Pipe 193	12.58	100
187	Pipe 194	81.9	100
188	Pipe 195	39.57	100
189	Pipe 196	13	100
190	Pipe 197	59.75	100
191	Pipe 198	107.73	100
192	Pipe 199	55.73	1000
193	Pipe 200	61.54	100
194	Pipe 201	120.8	100
195	Pipe 202	79.84	100
196	Pipe 203	41.57	100
197	Pipe 204	47.3	100
198	Pipe 205	27.7	100
199	Pipe 206	23.57	100
200	Pipe 207	42.73	100
201	Pipe 208	11.42	100
202	Pipe 209	30.68	100
203	Pipe 210	62.7	100
204	Pipe 211	58.81	100
205	Pipe 212	53.05	100
206	Pipe 213	46.29	100
207	Pipe 214	18.56	100

Lanjutan Tabel *Input* Panjang Pipa dan Diameter Pipa pada Subzona 113

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Pipe		
		Length	Diameter
	Link ID	m	mm
208	Pipe 215	102.87	100
209	Pipe 216	29.84	100
210	Pipe 217	15.12	100
211	Pipe 218	75.3	100
212	Pipe 219	40.41	100
213	Pipe 220	9.66	100
214	Pipe 221	91.02	100
215	Pipe 222	64.89	100
216	Pipe 223	37.76	100
217	Pipe 224	16.79	100
218	Pipe 225	117.33	100
219	Pipe 226	37.99	100
220	Pipe 227	13.64	100
221	Pipe 228	114.95	100
222	Pipe 229	59.55	100
223	Pipe 230	57.29	100
224	Pipe 231	20.29	100
225	Pipe 232	151.55	100
226	Pipe 233	37.54	10
227	Pipe 234	18.29	100
228	Pipe 235	29.33	100
229	Pipe 236	91.17	100
230	Pipe 237	3.32	100

Lanjutan Tabel *Input* Panjang Pipa dan Diameter Pipa pada Subzona 113

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Pipe		
		Length	Diameter
	Link ID	m	mm
231	Pipe 238	48.28	100
232	Pipe 239	39.62	100
233	Pipe 240	9.89	100
234	Pipe 241	55.47	100
235	Pipe 242	53.22	100
236	Pipe 243	29.63	100
237	Pipe 244	24.8	100
238	Pipe 245	47.25	100
239	Pipe 246	29.75	100
240	Pipe 247	9.15	100
241	Pipe 248	39.47	100
242	Pipe 249	57.44	100
243	Pipe 250	44.75	100
244	Pipe 251	104.15	100
245	Pipe 252	33.06	100
246	Pipe 253	42.73	100
247	Pipe 254	26.13	100
248	Pipe 255	61.3	100
249	Pipe 256	16.63	100
250	Pipe 257	61.13	100
251	Pipe 258	30.2	100
252	Pipe 259	11.73	100
253	Pipe 260	146	100

Lanjutan Tabel *Input* Panjang Pipa dan Diameter Pipa pada Subzona 113

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Pipe		
		Length	Diameter
	Link ID	m	mm
254	Pipe 261	177.28	100
255	Pipe 262	238.33	100
256	Pipe 263	39.23	100
257	Pipe 264	7.28	100
258	Pipe 265	152.42	100
259	Pipe 267	68.59	150
260	Pipe 268	107.67	100
261	Pipe 269	129.25	100
262	Pipe 270	42.56	100
263	Pipe 271	179.52	100
264	Pipe 272	59.98	100
265	Pipe 273	302.42	150
266	Pipe 274	41.2	150
267	Pipe 275	35.06	150
268	Pipe 276	31.69	150
269	Pipe 277	33.71	150
270	Pipe 278	32.66	150
271	Pipe 279	297.62	150
272	Pipe 280	113.56	150
273	Pipe 281	55.74	150
274	Pipe 282	124.68	100
275	Pipe 283	31.9	150
276	Pipe 284	31.53	150

Lanjutan Tabel *Input* Panjang Pipa dan Diameter Pipa pada Subzona 113

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Pipe		
		Length	Diameter
	Link ID	m	mm
277	Pipe 285	42.64	150
278	Pipe 286	35.81	150
279	Pipe 287	112.89	150
280	Pipe 288	122.55	150
281	Pipe 289	29.1	150
282	Pipe 290	33.69	150
283	Pipe 291	31.56	150
284	Pipe 292	31.64	150
285	Pipe 293	111.85	150
286	Pipe 294	54.08	150
287	Pipe 295	120.61	150
288	Pipe 296	34.94	150
289	Pipe 297	282.75	150
290	Pipe 298	58.43	150
291	Pipe 299	39.14	150
292	Pipe 300	276.84	150
293	Pipe 301	208.18	200
294	Pipe 302	69.46	150
295	Pipe 303	21.01	100
296	Pipe 304	18.01	100
297	Pipe 305	130.87	100
298	Pipe 306	62.08	100
299	Pipe 307	50.89	100

Lanjutan Tabel *Input* Panjang Pipa dan Diameter Pipa pada Subzona 113

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Pipe		
		Length	Diameter
	Link ID	m	mm
300	Pipe 308	80.44	100
301	Pipe 309	58.31	100
302	Pipe 310	24.19	100
303	Pipe 311	31.89	100
304	Pipe 312	56.63	100
305	Pipe 313	54.12	100
306	Pipe 314	49.69	100
307	Pipe 315	95.59	100
308	Pipe 316	78.82	100
309	Pipe 317	40.22	100
310	Pipe 318	96.68	100
311	Pipe 319	86.94	100
312	Pipe 320	44.7	100
313	Pipe 321	90.64	100
314	Pipe 322	50.09	100
315	Pipe 323	266.72	100
316	Pipe 324	215.3	100
317	Pipe 325	47.54	100
318	Pipe 326	67.32	100
319	Pipe 327	124.83	100
320	Pipe 328	76.41	100
321	Pipe 329	45.38	100
322	Pipe 330	304.68	100

Lanjutan Tabel *Input* Panjang Pipa dan Diameter Pipa pada Subzona 113

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Pipe		
		Length	Diameter
	Link ID	m	mm
323	Pipe 331	56.03	100
324	Pipe 332	56.31	100
325	Pipe 333	163.99	150
326	Pipe 334	98.16	100
327	Pipe 335	36.49	100
328	Pipe 336	34.77	100
329	Pipe 337	33.7	100
330	Pipe 338	36.3	100
331	Pipe 339	101.25	100
332	Pipe 340	40.76	100
333	Pipe 341	30.03	100
334	Pipe 342	41.37	100
335	Pipe 343	29.69	100
336	Pipe 344	105.65	100
337	Pipe 345	107.75	100
338	Pipe 346	55.1	100
339	Pipe 347	107.4	100
340	Pipe 348	35.75	100
341	Pipe 349	170.07	150
342	Pipe 350	80.59	150
343	Pipe 351	278.5	150
344	Pipe 352	67.6	150
345	Pipe 353	49.12	100

Lanjutan Tabel *Input* Panjang Pipa dan Diameter Pipa pada Subzona 113

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Pipe		
		Length	Diameter
	Link ID	m	mm
346	Pipe 354	43.86	100
347	Pipe 355	73.57	100
348	Pipe 357	31.54	100
349	Pipe 359	103.83	100
350	Pipe 360	45.29	100
351	Pipe 361	87.89	100
352	Pipe 362	27.47	100
353	Pipe 363	48.89	100
354	Pipe 364	50.33	100
355	Pipe 365	58.03	100
356	Pipe 366	174.39	150
357	Pipe 367	216.52	200
358	Pipe 368	69.08	150
359	Pipe 369	73.08	100
360	Pipe 370	110.44	100
361	Pipe 371	55.6	100
362	Pipe 372	50.3	100
363	Pipe 373	29.16	100
364	Pipe 374	43.64	100
365	Pipe 375	109.47	100
366	Pipe 376	49.7	100
367	Pipe 377	48.95	100
368	Pipe 378	108.42	100

Lanjutan Tabel *Input* Panjang Pipa dan Diameter Pipa pada Subzona 113

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Pipe		
		Length	Diameter
	Link ID	m	mm
369	Pipe 379	29.25	100
370	Pipe 380	147.7	100
371	Pipe 381	10.41	100
372	Pipe 382	46.81	100
373	Pipe 383	39.41	100
374	Pipe 384	35.01	100
375	Pipe 385	34.3	100
376	Pipe 386	151.65	100
377	Pipe 387	149.34	100
378	Pipe 388	20.87	100
379	Pipe 389	17.36	100
380	Pipe 390	33.47	100
381	Pipe 391	35.65	100
382	Pipe 392	20.84	100
383	Pipe 393	152.91	100
384	Pipe 394	164.16	100
385	Pipe 395	74.83	100
386	Pipe 396	93.19	100
387	Pipe 397	15.77	100
388	Pipe 398	314.72	150
389	Pipe 399	127.1	100
390	Pipe 400	40.12	100
391	Pipe 401	70.94	100

Lanjutan Tabel *Input* Panjang Pipa dan Diameter Pipa pada Subzona 113

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Pipe		
		Length	Diameter
	Link ID	m	mm
392	Pipe 402	30.84	100
393	Pipe 403	55.53	100
394	Pipe 404	24.29	100
395	Pipe 405	26.07	100
396	Pipe 406	52.34	100
397	Pipe 407	10.37	100
398	Pipe 408	47.86	100
399	Pipe 409	10	100
400	Pipe 410	55.19	100
401	Pipe 411	167.15	100
402	Pipe 412	28.58	100
403	Pipe 413	11.08	150
404	Pipe 414	20.8	150
405	Pipe 415	36.83	100
406	Pipe 416	203.46	150
407	Pipe 417	89.61	100
408	Pipe 418	55.98	100
409	Pipe 419	27.24	100
410	Pipe 420	33.64	100
411	Pipe 421	69.38	100
412	Pipe 422	68.79	150
413	Pipe 423	88.39	100
414	Pipe 424	47.99	450

Lanjutan Tabel *Input* Panjang Pipa dan Diameter Pipa pada Subzona 113

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Pipe		
		Length	Diameter
	Link ID	m	mm
415	Pipe 425	23.5	100
416	Pipe 426	62.1	100
417	Pipe 427	30.17	100
418	Pipe 428	63.75	150
419	Pipe 429	51.19	450
420	Pipe 430	73.02	450
421	Pipe 431	304.96	300
422	Pipe 432	480.87	300
423	Pipe 1	94.46	200
424	Pipe 2	14.34	200
425	Pipe 3	50.35	150
426	Pipe 142	93.69	100
427	Pipe 143	572.52	150
428	Pipe 266	282.76	150
429	Pipe 358	38.34	100
430	Pipe 436	154.37	150
431	Pipe 439	154.7	400
432	Pipe 441	98.48	450
433	Pipe 442	11.72	100
434	Pipe 443	21.6	100
435	Pipe 444	25.73	100
436	Pipe 445	54.27	100
437	Pipe 446	34.07	100

Lanjutan Tabel *Input* Panjang Pipa dan Diameter Pipa pada Subzona 113

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Pipe		
		Length	Diameter
	Link ID	m	mm
438	Pipe 448	280.55	150
439	Pipe 449	267.74	200
440	Pipe 6	75.92	200
441	Pipe 356	518.44	450
442	Pipe 434	1414.85	450
443	Pipe 453	28.85	100
444	Pipe 454	26.9	100
445	Pipe 455	151.4	450
446	Pipe 456	327.22	450

Tabel *Input* Panjang Pipa dan Diameter Pipa pada Subzona 114

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Pipe		
		Length	Diameter
	Link ID	m	mm
1	Pipe 1	270.49	200
2	Pipe 2	6.46	200
3	Pipe 3	37.29	200
4	Pipe 4	5.86	200
5	Pipe 5	149.05	200
6	Pipe 6	6.87	200
7	Pipe 7	102.32	200
8	Pipe 8	42.45	200
9	Pipe 9	5.82	150
10	Pipe 10	79.01	100
11	Pipe 11	198.25	100
12	Pipe 12	59.36	150
13	Pipe 13	47.8	150
14	Pipe 14	51.16	150
15	Pipe 15	125.58	150
16	Pipe 16	49.73	150
17	Pipe 17	50.41	150
18	Pipe 18	49.04	150
19	Pipe 19	81.75	150
20	Pipe 20	194.39	100
21	Pipe 21	191.29	100
22	Pipe 22	38.53	100
23	Pipe 23	49.84	100

Lanjutan Tabel *Input* Panjang Pipa dan Diameter Pipa pada Subzona 114

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Pipe		
		Length	Diameter
	Link ID	m	mm
24	Pipe 24	60.33	100
25	Pipe 25	39.72	100
26	Pipe 26	93.81	100
27	Pipe 27	102.88	100
28	Pipe 28	115.87	100
29	Pipe 29	62.67	150
30	Pipe 30	56.72	100
31	Pipe 31	53.54	100
32	Pipe 32	40.11	100
33	Pipe 33	14.69	100
34	Pipe 34	14.4	100
35	Pipe 35	117.49	100
36	Pipe 36	112.31	100
37	Pipe 37	126.2	100
38	Pipe 38	35.15	100
39	Pipe 39	7.19	100
40	Pipe 40	38.86	100
41	Pipe 41	43.74	100
42	Pipe 42	158.02	100
43	Pipe 43	39.07	100
44	Pipe 44	53.07	100
45	Pipe 45	54.16	100
46	Pipe 46	18.7	100

Lanjutan Tabel *Input* Panjang Pipa dan Diameter Pipa pada Subzona 114

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Pipe		
		Length	Diameter
	Link ID	m	mm
47	Pipe 47	18.55	100
48	Pipe 48	28.7	100
49	Pipe 49	219.33	100
50	Pipe 50	33.62	100
51	Pipe 51	25.73	100
52	Pipe 52	5.82	100
53	Pipe 53	49.89	150
54	Pipe 54	46.64	150
55	Pipe 55	47.76	150
56	Pipe 56	52.05	150
57	Pipe 57	13.62	150
58	Pipe 58	44.96	150
59	Pipe 59	220.27	150
60	Pipe 60	51.13	150
61	Pipe 61	47.12	150
62	Pipe 62	47.69	150
63	Pipe 63	53.82	150
64	Pipe 64	47.69	150
65	Pipe 65	48.19	150
66	Pipe 66	158.67	100
67	Pipe 67	156.56	100
68	Pipe 68	153.18	100
69	Pipe 69	148.19	100

Lanjutan Tabel *Input* Panjang Pipa dan Diameter Pipa pada Subzona 114

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Pipe		
		Length	Diameter
	Link ID	m	mm
70	Pipe 70	148.71	100
71	Pipe 71	5.82	100
72	Pipe 72	14.37	100
73	Pipe 73	148.22	100
74	Pipe 74	7.07	100
75	Pipe 75	61.85	100
76	Pipe 76	604.2	150
77	Pipe 77	603.12	150
78	Pipe 78	32.68	100
79	Pipe 79	7.23	100
80	Pipe 80	159.24	150
81	Pipe 81	43.93	150
82	Pipe 82	46.34	150
83	Pipe 83	47.15	150
84	Pipe 84	191.7	200
85	Pipe 85	49.53	200
86	Pipe 86	632.84	150
87	Pipe 88	21.21	100
88	Pipe 89	39.72	100
89	Pipe 90	48.94	150
90	Pipe 91	53.57	150
91	Pipe 92	57.71	150
92	Pipe 93	46.98	150

Lanjutan Tabel *Input* Panjang Pipa dan Diameter Pipa pada Subzona 114

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Pipe		
		Length	Diameter
	Link ID	m	mm
93	Pipe 94	266.51	100
94	Pipe 95	49.58	100
95	Pipe 96	51.93	100
96	Pipe 97	55.1	100
97	Pipe 98	45.23	100
98	Pipe 99	248.23	100
99	Pipe 100	237.25	100
100	Pipe 101	221.38	100
101	Pipe 102	200.02	100
102	Pipe 103	126.28	150
103	Pipe 104	26.65	450
104	Pipe 105	35.74	150
105	Pipe 106	36.2	150
106	Pipe 107	39.42	150
107	Pipe 108	36.5	150
108	Pipe 109	176.53	100
109	Pipe 110	155.31	100
110	Pipe 111	147.14	100
111	Pipe 112	42.92	100
112	Pipe 113	183.91	100
113	Pipe 114	35.7	100
114	Pipe 115	36.11	100
115	Pipe 116	72.47	100

Lanjutan Tabel *Input* Panjang Pipa dan Diameter Pipa pada Subzona 114

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Pipe		
		Length	Diameter
	Link ID	m	mm
116	Pipe 117	35.43	100
117	Pipe 118	37.51	100
118	Pipe 119	108.13	100
119	Pipe 120	51.77	100
120	Pipe 121	35.66	100
121	Pipe 122	31.44	100
122	Pipe 123	41.79	100
123	Pipe 124	36.61	100
124	Pipe 125	95.65	100
125	Pipe 126	42.53	100
126	Pipe 127	48.56	100
127	Pipe 128	48.1	100
128	Pipe 129	258.8	100
129	Pipe 130	207.47	100
130	Pipe 131	55.97	100
131	Pipe 132	195.11	100
132	Pipe 133	144.47	100
133	Pipe 134	9.18	100
134	Pipe 135	87.97	100
135	Pipe 136	199.77	100
136	Pipe 137	203.09	100
137	Pipe 138	36.96	100
138	Pipe 139	36.26	100

Lanjutan Tabel *Input* Panjang Pipa dan Diameter Pipa pada Subzona 114

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Pipe		
		Length	Diameter
	Link ID	m	mm
139	Pipe 140	36.09	100
140	Pipe 141	37.12	100
141	Pipe 142	82.4	100
142	Pipe 143	39.03	100
143	Pipe 144	150.06	150
144	Pipe 145	48.04	150
145	Pipe 146	317.63	150
146	Pipe 147	35.95	100
147	Pipe 148	260.25	100
148	Pipe 149	41.6	100
149	Pipe 150	261.31	100
150	Pipe 151	49.5	100
151	Pipe 152	37.29	100
152	Pipe 153	19.42	100
153	Pipe 154	35.12	100
154	Pipe 155	54.32	200
155	Pipe 156	57.45	150
156	Pipe 157	49.84	150
157	Pipe 158	356.71	150
158	Pipe 159	112.47	150
159	Pipe 161	102.32	100
160	Pipe 162	42.98	100
161	Pipe 163	38.2	100

Lanjutan Tabel *Input* Panjang Pipa dan Diameter Pipa pada Subzona 114

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Pipe		
		Length	Diameter
	Link ID	m	mm
162	Pipe 164	21.08	100
163	Pipe 165	229.42	150
164	Pipe 166	13.39	150
165	Pipe 167	42.98	100
166	Pipe 168	37.91	100
167	Pipe 169	27.13	100
168	Pipe 170	78.98	100
169	Pipe 171	31.75	100
170	Pipe 172	41.2	100
171	Pipe 173	49.28	100
172	Pipe 174	112.47	100
173	Pipe 175	112.94	100
174	Pipe 176	34.67	100
175	Pipe 177	16.6	100
176	Pipe 178	20.1	100
177	Pipe 179	78.83	100
178	Pipe 180	41.02	100
179	Pipe 181	40.3	100
180	Pipe 182	112.75	100
181	Pipe 183	30.86	100
182	Pipe 184	33.53	200
183	Pipe 185	77.74	200
184	Pipe 186	124.07	200

Lanjutan Tabel *Input* Panjang Pipa dan Diameter Pipa pada Subzona 114

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Pipe		
		Length	Diameter
	Link ID	m	mm
185	Pipe 187	40.33	200
186	Pipe 188	231.15	200
187	Pipe 189	51.04	200
188	Pipe 190	355.15	100
189	Pipe 191	39.17	100
190	Pipe 192	115.49	100
191	Pipe 193	47.56	100
192	Pipe 194	36.82	100
193	Pipe 195	110.42	100
194	Pipe 196	48.25	100
195	Pipe 197	37.17	100
196	Pipe 198	39.01	100
197	Pipe 199	37.85	100
198	Pipe 200	118.32	100
199	Pipe 201	39.66	100
200	Pipe 202	77.74	100
201	Pipe 203	44.65	100
202	Pipe 204	27.73	100
203	Pipe 205	20.91	100
204	Pipe 206	74.8	100
205	Pipe 207	51.23	100
206	Pipe 208	21.01	100
207	Pipe 209	26.55	100

Lanjutan Tabel *Input* Panjang Pipa dan Diameter Pipa pada Subzona 114

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Pipe		
		Length	Diameter
	Link ID	m	mm
208	Pipe 210	21.93	100
209	Pipe 211	38.87	100
210	Pipe 212	105.36	100
211	Pipe 213	108.22	100
212	Pipe 214	29.64	200
213	Pipe 215	43.08	200
214	Pipe 216	220.76	200
215	Pipe 217	157.87	200
216	Pipe 218	18.33	200
217	Pipe 219	56.27	200
218	Pipe 221	46.29	100
219	Pipe 222	43.36	100
220	Pipe 223	61.39	100
221	Pipe 224	43.36	100
222	Pipe 225	43.89	100
223	Pipe 226	43.58	100
224	Pipe 227	60.78	100
225	Pipe 228	127.82	100
226	Pipe 229	42.5	100
227	Pipe 230	6.99	10
228	Pipe 231	16.39	150
229	Pipe 232	29.5	150
230	Pipe 233	62.24	150

Lanjutan Tabel *Input* Panjang Pipa dan Diameter Pipa pada Subzona 114

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Pipe		
		Length	Diameter
	Link ID	m	mm
231	Pipe 234	352.67	150
232	Pipe 236	19.81	150
233	Pipe 237	6.05	150
234	Pipe 238	100.33	150
235	Pipe 239	7.21	150
236	Pipe 240	168.56	100
237	Pipe 241	57.18	110
238	Pipe 242	7.23	110
239	Pipe 243	106.31	110
240	Pipe 244	233.73	110
241	Pipe 245	53.01	110
242	Pipe 246	220.9	100
243	Pipe 247	156.82	100
244	Pipe 248	56.4	100
245	Pipe 249	58.3	100
246	Pipe 250	58.75	100
247	Pipe 251	47.56	100
248	Pipe 252	59.37	100
249	Pipe 253	55.3	100
250	Pipe 254	46.37	100
251	Pipe 255	52.8	100
252	Pipe 256	54.12	150
253	Pipe 257	8.15	150

Lanjutan Tabel *Input* Panjang Pipa dan Diameter Pipa pada Subzona 114

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Pipe		
		Length	Diameter
	Link ID	m	mm
254	Pipe 258	353.09	150
255	Pipe 259	52.79	150
256	Pipe 260	10.87	150
257	Pipe 261	43.82	150
258	Pipe 262	22.72	100
259	Pipe 263	30.52	100
260	Pipe 264	80.1	100
261	Pipe 265	44.76	100
262	Pipe 266	449.84	150
263	Pipe 267	52.83	150
264	Pipe 268	21.52	150
265	Pipe 269	46.67	150
266	Pipe 270	385.6	150
267	Pipe 271	225.39	150
268	Pipe 272	153.33	150
269	Pipe 273	340.94	100
270	Pipe 274	344.76	100
271	Pipe 275	344.08	100
272	Pipe 276	346.11	100
273	Pipe 277	348.54	100
274	Pipe 278	349.83	100
275	Pipe 279	57.35	110
276	Pipe 280	62.84	110

Lanjutan Tabel *Input* Panjang Pipa dan Diameter Pipa pada Subzona 114

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Pipe		
		Length	Diameter
	Link ID	m	mm
277	Pipe 281	44.26	110
278	Pipe 282	60.94	110
279	Pipe 283	57.84	110
280	Pipe 284	43.35	110
281	Pipe 285	50.61	110
282	Pipe 286	53.01	100
283	Pipe 287	157.96	150
284	Pipe 288	43.56	100
285	Pipe 289	93.77	100
286	Pipe 290	45.57	100
287	Pipe 291	43.28	100
288	Pipe 292	43.7	100
289	Pipe 293	23.72	100
290	Pipe 294	43.21	100
291	Pipe 295	44.83	100
292	Pipe 296	44.5	100
293	Pipe 297	48.7	100
294	Pipe 298	47.13	100
295	Pipe 299	100.8	100
296	Pipe 300	52.71	100
297	Pipe 301	12.95	100
298	Pipe 302	70.11	100
299	Pipe 303	17.76	100

Lanjutan Tabel *Input* Panjang Pipa dan Diameter Pipa pada Subzona 114

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Pipe		
		Length	Diameter
	Link ID	m	mm
300	Pipe 304	417.34	150
301	Pipe 305	50.39	150
302	Pipe 306	11.35	150
303	Pipe 307	41.57	150
304	Pipe 308	118.03	150
305	Pipe 309	19.32	150
306	Pipe 310	19.23	150
307	Pipe 311	45.41	100
308	Pipe 312	45.18	100
309	Pipe 313	41.05	100
310	Pipe 314	19.96	100
311	Pipe 315	40.99	100
312	Pipe 316	44.68	100
313	Pipe 317	47.93	100
314	Pipe 318	40.99	100
315	Pipe 319	98.72	100
316	Pipe 320	99.68	100
317	Pipe 321	100.54	100
318	Pipe 322	102.27	100
319	Pipe 323	103.88	100
320	Pipe 324	104.87	100
321	Pipe 325	109.49	100
322	Pipe 326	97.88	100

Lanjutan Tabel *Input* Panjang Pipa dan Diameter Pipa pada Subzona 114

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Pipe		
		Length	Diameter
	Link ID	m	mm
323	Pipe 327	155.34	150
324	Pipe 328	226.12	150
325	Pipe 329	44.51	150
326	Pipe 330	16.98	150
327	Pipe 331	160.71	100
328	Pipe 332	159.74	100
329	Pipe 333	50.11	100
330	Pipe 334	103.19	100
331	Pipe 335	45.67	100
332	Pipe 336	37.44	100
333	Pipe 337	40.25	100
334	Pipe 338	26.37	100
335	Pipe 339	74.72	100
336	Pipe 340	51.4	100
337	Pipe 341	36.49	100
338	Pipe 342	40.83	100
339	Pipe 343	34.23	100
340	Pipe 344	37.19	100
341	Pipe 345	141.51	100
342	Pipe 346	141.74	100
343	Pipe 347	40.47	100
344	Pipe 348	145.61	100
345	Pipe 349	146.33	100

Lanjutan Tabel *Input* Panjang Pipa dan Diameter Pipa pada Subzona 114

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Pipe		
		Length	Diameter
	Link ID	m	mm
346	Pipe 350	153.42	100
347	Pipe 351	225.45	100
348	Pipe 352	20.45	100
349	Pipe 353	14.94	100
350	Pipe 354	77.72	100
351	Pipe 355	77.7	100
352	Pipe 356	41.31	100
353	Pipe 357	77.63	100
354	Pipe 358	76.62	100
355	Pipe 359	43.29	100
356	Pipe 360	70.68	100
357	Pipe 361	68.68	100
358	Pipe 362	36.22	100
359	Pipe 363	20.78	100
360	Pipe 364	46.7	100
361	Pipe 365	78.2	100
362	Pipe 366	121.97	100
363	Pipe 367	33.37	100
364	Pipe 368	111.97	100
365	Pipe 369	14.94	100
366	Pipe 370	48.27	100
367	Pipe 371	19.01	100
368	Pipe 372	32.93	100

Lanjutan Tabel *Input* Panjang Pipa dan Diameter Pipa pada Subzona 114

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Pipe		
		Length	Diameter
	Link ID	m	mm
369	Pipe 373	96.05	100
370	Pipe 374	87.59	100
371	Pipe 375	43.83	100
372	Pipe 376	6.77	100
373	Pipe 377	41.3	100
374	Pipe 378	37.83	100
375	Pipe 379	37.81	100
376	Pipe 380	30.5	100
377	Pipe 381	808.37	150
378	Pipe 382	50.63	100
379	Pipe 383	49.19	100
380	Pipe 384	34.62	100
381	Pipe 385	29.51	100
382	Pipe 386	34.54	100
383	Pipe 387	42.78	100
384	Pipe 388	118.92	100
385	Pipe 389	7.98	100
386	Pipe 390	39.82	100
387	Pipe 391	282.65	100
388	Pipe 392	8.08	100
389	Pipe 393	64.28	100
390	Pipe 394	124.47	100
391	Pipe 395	127.39	100

Lanjutan Tabel *Input* Panjang Pipa dan Diameter Pipa pada Subzona 114

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Pipe		
		Length	Diameter
	Link ID	m	mm
392	Pipe 396	5.99	100
393	Pipe 397	37.32	100
394	Pipe 398	41.81	100
395	Pipe 399	34.83	100
396	Pipe 400	38.33	100
397	Pipe 401	23.39	100
398	Pipe 402	61.71	100
399	Pipe 403	140.83	100
400	Pipe 404	43.93	100
401	Pipe 405	58.28	100
402	Pipe 406	57.77	100
403	Pipe 407	60.54	100
404	Pipe 408	42.12	100
405	Pipe 409	53.91	100
406	Pipe 410	107.36	100
407	Pipe 411	58.13	100
408	Pipe 412	60.75	200
409	Pipe 413	351.55	100
410	Pipe 414	296.47	100
411	Pipe 415	294.2	100
412	Pipe 416	293.51	100
413	Pipe 417	47.92	100
414	Pipe 418	56.84	100

Lanjutan Tabel *Input* Panjang Pipa dan Diameter Pipa pada Subzona 114

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Pipe		
		Length	Diameter
	Link ID	m	mm
415	Pipe 419	55.82	100
416	Pipe 420	55.53	100
417	Pipe 421	47.07	100
418	Pipe 422	60.02	100
419	Pipe 423	164.53	200
420	Pipe 424	163.18	200
421	Pipe 425	291.97	200
422	Pipe 426	58.79	100
423	Pipe 427	39.85	100
424	Pipe 428	40.3	100
425	Pipe 430	13.08	100
426	Pipe 431	69.65	100
427	Pipe 432	39.45	100
428	Pipe 433	34.23	100
429	Pipe 434	37.8	100
430	Pipe 435	15.69	100
431	Pipe 436	14.15	100
432	Pipe 437	9.72	100
433	Pipe 438	8.92	100
434	Pipe 439	37.11	200
435	Pipe 440	169.77	200
436	Pipe 441	13.08	100
437	Pipe 442	41.08	100

Lanjutan Tabel *Input* Panjang Pipa dan Diameter Pipa pada Subzona 114

No	Pipe		
		Length	Diameter
	Link ID	m	mm
438	Pipe 443	104.56	100
439	Pipe 444	6.49	100
440	Pipe 445	35.83	100
441	Pipe 446	45.79	100
442	Pipe 447	100.51	100
443	Pipe 448	69.72	100
444	Pipe 449	78.83	100
445	Pipe 450	34.83	100
446	Pipe 451	99.54	100
447	Pipe 452	12.44	100
448	Pipe 453	40.63	100
449	Pipe 454	26.38	100
450	Pipe 455	128.37	100
451	Pipe 456	27.87	100
452	Pipe 457	127.38	100
453	Pipe 458	32.4	100
454	Pipe 459	38.32	100
455	Pipe 460	46.09	100
456	Pipe 461	45.52	100
457	Pipe 462	65.64	100
458	Pipe 463	47.14	100
459	Pipe 464	39.79	100
460	Pipe 465	43.01	100

Lanjutan Tabel *Input* Panjang Pipa dan Diameter Pipa pada Subzona 114

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Pipe		
		Length	Diameter
	Link ID	m	mm
461	Pipe 466	48.35	100
462	Pipe 467	107.59	100
463	Pipe 468	110.86	100
464	Pipe 469	114.44	100
465	Pipe 470	115.86	100
466	Pipe 471	120.76	100
467	Pipe 472	124.43	100
468	Pipe 473	289.67	200
469	Pipe 474	59.88	200
470	Pipe 475	290.15	200
471	Pipe 476	49.39	100
472	Pipe 477	32.13	100
473	Pipe 478	60.64	100
474	Pipe 479	90.46	100
475	Pipe 480	8.73	100
476	Pipe 481	221.8	100
477	Pipe 482	326.53	100
478	Pipe 483	19.81	450
479	Pipe 484	10.97	450
480	Pipe 485	152.27	450
481	Pipe 486	19.52	450
482	Pipe 487	164.3	450
483	Pipe 488	64.31	100

Lanjutan Tabel *Input* Panjang Pipa dan Diameter Pipa pada Subzona 114

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Pipe		
		Length	Diameter
	Link ID	m	mm
484	Pipe 489	30.77	100
485	Pipe 490	33.59	100
486	Pipe 491	27.51	100
487	Pipe 492	36.1	100
488	Pipe 493	50.76	100
489	Pipe 494	16.37	100
490	Pipe 495	26.99	100
491	Pipe 496	22.52	100
492	Pipe 497	47.82	100
493	Pipe 498	52.6	100
494	Pipe 499	31.13	100
495	Pipe 500	68.3	100
496	Pipe 501	27.03	100
497	Pipe 502	40.25	100
498	Pipe 503	50.08	100
499	Pipe 504	18.9	100
500	Pipe 505	29.29	12
501	Pipe 506	45.07	100
502	Pipe 507	56.19	100
503	Pipe 508	69.12	100
504	Pipe 509	49.49	100
505	Pipe 510	54.19	100
506	Pipe 511	53.25	100

Lanjutan Tabel *Input* Panjang Pipa dan Diameter Pipa pada Subzona 114

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Pipe		
		Length	Diameter
	Link ID	m	mm
507	Pipe 512	233.1	200
508	Pipe 513	404.32	200
509	Pipe 514	12.34	250
510	Pipe 515	133.36	250
511	Pipe 516	73.76	150
512	Pipe 517	324.92	150
513	Pipe 518	23.53	100
514	Pipe 519	221.32	150
515	Pipe 520	27.15	150
516	Pipe 521	54.34	150
517	Pipe 522	37.8	150
518	Pipe 523	48.75	150
519	Pipe 524	54.02	150
520	Pipe 525	150.1	100
521	Pipe 526	13.87	100
522	Pipe 527	8.05	100
523	Pipe 528	236.8	100
524	Pipe 529	130.99	100
525	Pipe 530	62.54	100
526	Pipe 532	43.86	100
527	Pipe 533	61.57	100
528	Pipe 534	49.43	100
529	Pipe 535	142.43	100

Lanjutan Tabel *Input* Panjang Pipa dan Diameter Pipa pada Subzona 114

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Pipe		
		Length	Diameter
	Link ID	m	mm
530	Pipe 536	137.66	100
531	Pipe 537	135.27	100
532	Pipe 538	31.25	100
533	Pipe 539	5.5	100
534	Pipe 540	159.8	100
535	Pipe 541	39.48	100
536	Pipe 542	212.69	100
537	Pipe 543	22.25	100
538	Pipe 544	7.51	100
539	Pipe 545	128.98	100
540	Pipe 546	9.98	100
541	Pipe 547	129.27	100
542	Pipe 548	8.92	100
543	Pipe 549	380.18	100
544	Pipe 550	162.37	100
545	Pipe 551	29.79	100
546	Pipe 552	95.18	100
547	Pipe 553	44.99	100
548	Pipe 554	43.41	100
549	Pipe 555	46.81	100
550	Pipe 556	47.95	100
551	Pipe 557	45.83	100
552	Pipe 558	45.41	100

Lanjutan Tabel *Input* Panjang Pipa dan Diameter Pipa pada Subzona 114

No	Pipe		
		Length	Diameter
	Link ID	m	mm
553	Pipe 559	60.27	100
554	Pipe 560	87.54	100
555	Pipe 561	37.79	100
556	Pipe 562	38.21	100
557	Pipe 563	122.17	100
558	Pipe 564	45.8	100
559	Pipe 565	190.52	100
560	Pipe 566	8.08	100
561	Pipe 567	72.81	100
562	Pipe 568	40.35	100
563	Pipe 569	36.16	100
564	Pipe 570	148.83	100
565	Pipe 571	114.45	100
566	Pipe 572	118.51	100
567	Pipe 573	216.56	100
568	Pipe 574	85.67	100
569	Pipe 575	104.91	100
570	Pipe 576	16.88	100
571	Pipe 577	7.8	100
572	Pipe 578	41.38	100
573	Pipe 579	18.9	100
574	Pipe 580	37.83	100
575	Pipe 581	6.93	100

Lanjutan Tabel *Input* Panjang Pipa dan Diameter Pipa pada Subzona 114

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Pipe		
		Length	Diameter
	Link ID	m	mm
576	Pipe 582	11.65	100
577	Pipe 583	44.62	100
578	Pipe 584	67.9	100
579	Pipe 585	48.22	100
580	Pipe 586	78.55	100
581	Pipe 587	60.16	100
582	Pipe 588	10.05	100
583	Pipe 589	9.32	100
584	Pipe 590	29.29	100
585	Pipe 591	5.04	100
586	Pipe 592	114.07	100
587	Pipe 593	42.2	100
588	Pipe 594	16.88	100
589	Pipe 595	41	100
590	Pipe 596	151.46	100
591	Pipe 597	23.39	100
592	Pipe 598	7.53	100
593	Pipe 599	125.23	100
594	Pipe 600	7.57	100
595	Pipe 601	139.85	100
596	Pipe 602	156.78	100
597	Pipe 603	61.53	100
598	Pipe 604	50.41	100

Lanjutan Tabel *Input* Panjang Pipa dan Diameter Pipa pada Subzona 114

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Pipe		
		Length	Diameter
	Link ID	m	mm
599	Pipe 605	45.19	100
600	Pipe 606	55.5	100
601	Pipe 607	50.24	100
602	Pipe 608	37.05	100
603	Pipe 609	127.59	100
604	Pipe 610	126.19	100
605	Pipe 611	57.91	100
606	Pipe 612	40.81	100
607	Pipe 613	44.07	100
608	Pipe 614	137.3	100
609	Pipe 615	132.98	100
610	Pipe 616	75.93	100
611	Pipe 617	42.99	100
612	Pipe 619	101.93	100
613	Pipe 620	98.27	100
614	Pipe 621	13.01	100
615	Pipe 622	32.07	100
616	Pipe 623	111.86	100
617	Pipe 624	31.36	100
618	Pipe 625	224.74	100
619	Pipe 626	46.6	100
620	Pipe 627	43.39	100
621	Pipe 628	225.86	100

Lanjutan Tabel *Input* Panjang Pipa dan Diameter Pipa pada Subzona 114

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Pipe		
		Length	Diameter
	Link ID	m	mm
622	Pipe 629	44.6	100
623	Pipe 630	225.89	100
624	Pipe 631	102.79	100
625	Pipe 632	43.41	100
626	Pipe 633	84.11	100
627	Pipe 634	41.94	100
628	Pipe 635	86.62	100
629	Pipe 636	75.95	100
630	Pipe 637	74.73	100
631	Pipe 638	71.93	100
632	Pipe 639	43.79	100
633	Pipe 640	34.96	100
634	Pipe 641	36.56	100
635	Pipe 642	16.89	100
636	Pipe 643	136.01	100
637	Pipe 644	14.06	100
638	Pipe 645	64.71	100
639	Pipe 646	39.78	100
640	Pipe 647	16.47	100
641	Pipe 648	29.26	100
642	Pipe 649	103.7	100
643	Pipe 650	107.03	100
644	Pipe 651	114.53	100

Lanjutan Tabel *Input* Panjang Pipa dan Diameter Pipa pada Subzona 114

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Pipe		
		Length	Diameter
	Link ID	m	mm
645	Pipe 652	20.41	100
646	Pipe 653	44.39	100
647	Pipe 654	10.33	100
648	Pipe 655	27.81	100
649	Pipe 656	32.63	100
650	Pipe 657	11.65	100
651	Pipe 658	77.15	100
652	Pipe 659	33.75	100
653	Pipe 660	63.5	100
654	Pipe 661	6.88	100
655	Pipe 662	5.22	100
656	Pipe 663	90.4	100
657	Pipe 664	118.52	100
658	Pipe 665	40.12	100
659	Pipe 666	22.9	100
660	Pipe 667	80.71	100
661	Pipe 668	181.91	100
662	Pipe 669	42.59	100
663	Pipe 670	16.89	100
664	Pipe 671	96.42	100
665	Pipe 672	65.9	100
666	Pipe 673	85.87	100
667	Pipe 674	55.46	100

Lanjutan Tabel *Input* Panjang Pipa dan Diameter Pipa pada Subzona 114

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Pipe		
		Length	Diameter
	Link ID	m	mm
668	Pipe 675	83.6	100
669	Pipe 676	34.89	100
670	Pipe 677	75.08	100
671	Pipe 678	43.54	100
672	Pipe 679	37.77	100
673	Pipe 680	52.47	100
674	Pipe 681	79.01	100
675	Pipe 682	21.73	100
676	Pipe 683	49.1	100
677	Pipe 684	68.3	100
678	Pipe 685	129.41	100
679	Pipe 686	135.3	100
680	Pipe 687	41.71	100
681	Pipe 688	52.18	100
682	Pipe 689	46.54	100
683	Pipe 690	44.91	100
684	Pipe 691	131.22	100
685	Pipe 692	89.42	100
686	Pipe 693	23.39	100
687	Pipe 694	8.45	100
688	Pipe 695	22.51	100
689	Pipe 696	100.06	100
690	Pipe 697	44.01	100

Lanjutan Tabel *Input* Panjang Pipa dan Diameter Pipa pada Subzona 114

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Pipe		
		Length	Diameter
	Link ID	m	mm
691	Pipe 698	46.78	100
692	Pipe 699	45.25	100
693	Pipe 700	37.5	100
694	Pipe 701	75.69	100
695	Pipe 702	65.89	100
696	Pipe 703	51.03	100
697	Pipe 704	51.76	100
698	Pipe 705	51.8	100
699	Pipe 706	48.78	100
700	Pipe 707	50.62	100
701	Pipe 708	72.32	100
702	Pipe 709	45.35	100
703	Pipe 710	25.72	100
704	Pipe 711	96.83	100
705	Pipe 712	24.91	100
706	Pipe 713	94.82	100
707	Pipe 714	45.01	100
708	Pipe 715	46.05	100
709	Pipe 235	40.36	100
710	Pipe 429	3.89	100
711	Pipe 531	36.05	100
712	Pipe 618	75.28	100
713	Pipe 716	39.84	100

Lanjutan Tabel *Input* Panjang Pipa dan Diameter Pipa pada Subzona 114

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Pipe		
		Length	Diameter
	Link ID	m	mm
714	Pipe 717	45.43	100
715	Pipe 718	2.6	100
716	Pipe 719	10.31	100
717	Pipe 720	52.99	100
718	Pipe 722	190.88	150
719	Pipe 723	409.18	150
720	Pipe 87	577.09	450
721	Pipe 160	480.87	300
722	Pipe 725	518.44	450
723	Pipe 721	304.96	300
724	Pipe 220	46.01	450

Tabel *Input* Panjang Pipa dan Diameter Pipa pada Subzona 115

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Pipe		
		Length	Diameter
	Link ID	m	mm
1	Pipe 2	156.25	200
2	Pipe 3	46.44	200
3	Pipe 4	9	200
4	Pipe 5	202.67	200
5	Pipe 6	8.5	200
6	Pipe 7	45.13	200
7	Pipe 8	17.11	200
8	Pipe 9	90.41	200
9	Pipe 10	105.85	100
10	Pipe 11	100.37	100
11	Pipe 12	54.46	100
12	Pipe 13	103.66	100
13	Pipe 14	66.5	100
14	Pipe 15	108.11	100
15	Pipe 16	58.86	150
16	Pipe 17	110.44	100
17	Pipe 18	50.47	100
18	Pipe 19	113.49	100
19	Pipe 20	52.17	100
20	Pipe 21	23.15	100
21	Pipe 22	36.7	100
22	Pipe 23	48.05	100
23	Pipe 24	35.15	100

Lanjutan Tabel *Input* Panjang Pipa dan Diameter Pipa pada Subzona 115

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Pipe		
		Length	Diameter
	Link ID	m	mm
24	Pipe 25	42.27	100
25	Pipe 26	64.96	100
26	Pipe 27	64.98	100
27	Pipe 28	48.51	100
28	Pipe 29	54.2	100
29	Pipe 30	115.92	100
30	Pipe 31	35.15	100
31	Pipe 32	121.55	100
32	Pipe 33	30.73	100
33	Pipe 34	120.12	100
34	Pipe 35	53.85	100
35	Pipe 36	100.55	100
36	Pipe 38	44.13	100
37	Pipe 39	68.39	100
38	Pipe 40	41.46	100
39	Pipe 41	45.01	100
40	Pipe 42	48.05	100
41	Pipe 43	36.5	100
42	Pipe 44	63.25	100
43	Pipe 45	295.31	150
44	Pipe 46	166.11	100
45	Pipe 47	154.43	150
46	Pipe 48	50.51	100

Lanjutan Tabel *Input* Panjang Pipa dan Diameter Pipa pada Subzona 115

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Pipe		
		Length	Diameter
	Link ID	m	mm
47	Pipe 49	50.4	100
48	Pipe 50	39.35	100
49	Pipe 51	47.77	100
50	Pipe 52	52.65	100
51	Pipe 53	55.28	100
52	Pipe 54	559.21	150
53	Pipe 55	238.25	150
54	Pipe 56	134.74	100
55	Pipe 57	218.21	100
56	Pipe 58	225.48	100
57	Pipe 59	231.27	100
58	Pipe 60	236.93	100
59	Pipe 61	242.19	100
60	Pipe 62	247.58	100
61	Pipe 63	253.78	100
62	Pipe 64	179.44	150
63	Pipe 65	48.11	100
64	Pipe 66	51.54	100
65	Pipe 67	40.65	100
66	Pipe 68	44.64	100
67	Pipe 69	45.77	100
68	Pipe 70	58.42	100
69	Pipe 71	9.22	100

Lanjutan Tabel *Input* Panjang Pipa dan Diameter Pipa pada Subzona 115

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Pipe		
		Length	Diameter
	Link ID	m	mm
70	Pipe 72	8.03	100
71	Pipe 73	133.72	150
72	Pipe 74	425.9	150
73	Pipe 75	45.23	100
74	Pipe 76	53.28	100
75	Pipe 77	431.77	150
76	Pipe 78	211.98	150
77	Pipe 79	38.33	100
78	Pipe 80	205.15	100
79	Pipe 81	14.31	100
80	Pipe 82	64.71	100
81	Pipe 83	53.31	100
82	Pipe 84	110.5	150
83	Pipe 85	52.68	100
84	Pipe 86	154.49	100
85	Pipe 87	57.28	100
86	Pipe 88	62.83	100
87	Pipe 89	52.14	150
88	Pipe 90	164.57	150
89	Pipe 91	48.07	100
90	Pipe 92	201.66	100
91	Pipe 93	46.96	100
92	Pipe 94	65.95	100

Lanjutan Tabel *Input* Panjang Pipa dan Diameter Pipa pada Subzona 115

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Pipe		
		Length	Diameter
	Link ID	m	mm
93	Pipe 95	67.51	100
94	Pipe 96	264.71	150
95	Pipe 97	47.65	150
96	Pipe 98	66.97	100
97	Pipe 99	16.02	150
98	Pipe 100	64.07	200
99	Pipe 101	16.17	200
100	Pipe 102	59.1	200
101	Pipe 103	33.99	200
102	Pipe 104	34.97	200
103	Pipe 105	9.01	200
104	Pipe 106	28.08	150
105	Pipe 107	25.86	150
106	Pipe 108	44.12	150
107	Pipe 109	42.65	150
108	Pipe 110	35.77	150
109	Pipe 111	37.77	150
110	Pipe 112	293.92	150
111	Pipe 113	62.25	100
112	Pipe 114	63.97	100
113	Pipe 115	67.78	100
114	Pipe 116	71.57	100
115	Pipe 117	75.94	100

Lanjutan Tabel *Input* Panjang Pipa dan Diameter Pipa pada Subzona 115

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Pipe		
		Length	Diameter
	Link ID	m	mm
116	Pipe 118	68.39	100
117	Pipe 119	31.16	100
118	Pipe 120	26.49	100
119	Pipe 121	42.5	100
120	Pipe 122	40.99	100
121	Pipe 123	38.66	100
122	Pipe 124	47.56	100
123	Pipe 125	11.5	100
124	Pipe 126	63.35	100
125	Pipe 127	54.99	100
126	Pipe 128	45.8	100
127	Pipe 129	52.68	100
128	Pipe 130	72.73	100
129	Pipe 131	304.1	150
130	Pipe 132	125.73	100
131	Pipe 133	113.01	100
132	Pipe 134	26.95	100
133	Pipe 135	105.44	100
134	Pipe 136	121.54	100
135	Pipe 137	11.21	100
136	Pipe 138	140.15	100
137	Pipe 139	62.53	150
138	Pipe 140	45.55	150

Lanjutan Tabel *Input* Panjang Pipa dan Diameter Pipa pada Subzona 115

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Pipe		
		Length	Diameter
	Link ID	m	mm
139	Pipe 141	186.17	100
140	Pipe 142	10.2	100
141	Pipe 143	26.36	100
142	Pipe 144	164.61	100
143	Pipe 145	54.84	100
144	Pipe 146	171.43	100
145	Pipe 147	56.56	100
146	Pipe 148	180.58	100
147	Pipe 149	48.46	100
148	Pipe 150	52.57	100
149	Pipe 151	57.64	100
150	Pipe 152	18.65	100
151	Pipe 153	22.93	100
152	Pipe 154	27.97	100
153	Pipe 155	36.85	100
154	Pipe 156	202.84	100
155	Pipe 157	199.88	100
156	Pipe 158	302.88	100
157	Pipe 159	303.07	100
158	Pipe 160	303.48	100
159	Pipe 161	303.53	100
160	Pipe 162	65.34	150
161	Pipe 163	236.62	200

Lanjutan Tabel *Input* Panjang Pipa dan Diameter Pipa pada Subzona 115

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Pipe		
		Length	Diameter
	Link ID	m	mm
162	Pipe 164	27.31	200
163	Pipe 165	56.72	200
164	Pipe 166	13.35	200
165	Pipe 168	101.29	200
166	Pipe 169	91.3	200
167	Pipe 170	52.22	150
168	Pipe 171	38.6	150
169	Pipe 172	41.84	150
170	Pipe 173	47.81	150
171	Pipe 174	50.44	150
172	Pipe 175	52.05	150
173	Pipe 176	28.08	150
174	Pipe 177	51.56	150
175	Pipe 178	46.96	150
176	Pipe 179	277.54	100
177	Pipe 180	12.91	100
178	Pipe 181	107.93	100
179	Pipe 183	19.75	100
180	Pipe 184	35.68	100
181	Pipe 185	172.26	100
182	Pipe 186	274.06	100
183	Pipe 187	272.44	100
184	Pipe 188	8.88	100

Lanjutan Tabel *Input* Panjang Pipa dan Diameter Pipa pada Subzona 115

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Pipe		
		Length	Diameter
	Link ID	m	mm
185	Pipe 189	51.27	100
186	Pipe 190	268.99	100
187	Pipe 191	45.67	100
188	Pipe 192	265.68	100
189	Pipe 193	264.72	100
190	Pipe 194	43.21	100
191	Pipe 195	49.78	100
192	Pipe 196	41.07	100
193	Pipe 197	19.19	100
194	Pipe 198	54.42	100
195	Pipe 199	24.27	100
196	Pipe 200	38.92	100
197	Pipe 201	52.71	100
198	Pipe 202	68.23	100
199	Pipe 203	63.04	100
200	Pipe 204	48.71	100
201	Pipe 205	58.42	100
202	Pipe 206	41.27	100
203	Pipe 207	34.8	100
204	Pipe 208	47.68	100
205	Pipe 209	45.05	100
206	Pipe 210	38.72	100
207	Pipe 211	28.23	100

Lanjutan Tabel *Input* Panjang Pipa dan Diameter Pipa pada Subzona 115

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Pipe		
		Length	Diameter
	Link ID	m	mm
208	Pipe 212	30.53	100
209	Pipe 213	26.61	100
210	Pipe 214	33.99	100
211	Pipe 215	35.97	100
212	Pipe 216	135.45	150
213	Pipe 218	295.03	100
214	Pipe 219	305.67	100
215	Pipe 220	53.79	100
216	Pipe 221	50.93	100
217	Pipe 222	89.32	100
218	Pipe 223	62.94	100
219	Pipe 224	47.68	100
220	Pipe 225	20.5	100
221	Pipe 226	110.46	100
222	Pipe 227	276.67	100
223	Pipe 228	137.3	100
224	Pipe 229	74.09	150
225	Pipe 230	123.01	100
226	Pipe 231	559.32	150
227	Pipe 232	562.24	150
228	Pipe 233	56.19	100
229	Pipe 234	50.99	100

Lanjutan Tabel *Input* Panjang Pipa dan Diameter Pipa pada Subzona 115

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Pipe		
		Length	Diameter
	Link ID	m	mm
230	Pipe 235	49.25	100
231	Pipe 236	51.54	100
232	Pipe 237	72.76	100
233	Pipe 238	59.02	150
234	Pipe 239	21.17	150
235	Pipe 240	57.28	150
236	Pipe 241	10.93	150
237	Pipe 242	157.05	150
238	Pipe 243	62.3	150
239	Pipe 244	37.86	150
240	Pipe 245	125.62	150
241	Pipe 246	575.78	150
242	Pipe 247	47.57	150
243	Pipe 248	52.74	150
244	Pipe 249	67.59	150
245	Pipe 250	338.3	100
246	Pipe 251	36.66	100
247	Pipe 252	75.24	100
248	Pipe 253	151.6	150
249	Pipe 254	213.98	100
250	Pipe 255	52.39	100
251	Pipe 256	141.81	100
252	Pipe 257	162.09	100

Lanjutan Tabel *Input* Panjang Pipa dan Diameter Pipa pada Subzona 115

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Pipe		
		Length	Diameter
	Link ID	m	mm
253	Pipe 258	61.25	100
254	Pipe 259	158.19	100
255	Pipe 260	73.64	100
256	Pipe 261	147.06	100
257	Pipe 262	61.29	100
258	Pipe 263	84.91	100
259	Pipe 264	124.71	100
260	Pipe 265	170.27	100
261	Pipe 266	16.5	150
262	Pipe 267	11.5	100
263	Pipe 268	24.78	150
264	Pipe 269	26.44	150
265	Pipe 270	25.58	150
266	Pipe 271	25.33	150
267	Pipe 272	126.33	100
268	Pipe 273	124.49	100
269	Pipe 274	144.25	100
270	Pipe 275	22.45	100
271	Pipe 276	75.97	100
272	Pipe 277	17.24	100
273	Pipe 278	58.34	100
274	Pipe 279	164.83	100
275	Pipe 280	237.38	100

Lanjutan Tabel *Input* Panjang Pipa dan Diameter Pipa pada Subzona 115

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Pipe		
		Length	Diameter
	Link ID	m	mm
276	Pipe 281	247.78	100
277	Pipe 282	233.28	100
278	Pipe 283	65.31	100
279	Pipe 284	173.07	100
280	Pipe 285	96.06	100
281	Pipe 286	52.83	100
282	Pipe 287	174.02	100
283	Pipe 288	50.99	100
284	Pipe 289	35.47	100
285	Pipe 290	191.71	100
286	Pipe 291	47.6	100
287	Pipe 292	174.93	100
288	Pipe 293	55.11	100
289	Pipe 294	131.48	100
290	Pipe 295	57.76	100
291	Pipe 296	262.86	100
292	Pipe 297	30.42	100
293	Pipe 298	114.13	100
294	Pipe 299	336.24	100
295	Pipe 300	98.06	100
296	Pipe 302	14.31	100
297	Pipe 303	393.24	100
298	Pipe 304	18.34	100

Lanjutan Tabel *Input* Panjang Pipa dan Diameter Pipa pada Subzona 115

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Pipe		
		Length	Diameter
	Link ID	m	mm
299	Pipe 305	21.77	100
300	Pipe 306	21.2	100
301	Pipe 307	325.24	100
302	Pipe 308	64.13	100
303	Pipe 309	293.05	100
304	Pipe 310	49.51	100
305	Pipe 311	89.47	100
306	Pipe 312	202.97	100
307	Pipe 313	199.3	100
308	Pipe 314	58.53	100
309	Pipe 315	31.72	100
310	Pipe 316	45.05	100
311	Pipe 317	32.34	100
312	Pipe 318	258.08	100
313	Pipe 319	49.28	100
314	Pipe 320	51.3	100
315	Pipe 321	54.47	100
316	Pipe 322	257.05	100
317	Pipe 323	256.41	100
318	Pipe 324	48.9	100
319	Pipe 325	48.75	100
320	Pipe 326	91.26	100
321	Pipe 327	193.65	100

Lanjutan Tabel *Input* Panjang Pipa dan Diameter Pipa pada Subzona 115

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Pipe		
		Length	Diameter
	Link ID	m	mm
322	Pipe 328	292.26	100
323	Pipe 329	336.65	100
324	Pipe 330	338.58	100
325	Pipe 331	359.84	100
326	Pipe 332	63.72	100
327	Pipe 333	26.14	100
328	Pipe 334	56.35	100
329	Pipe 335	10.16	100
330	Pipe 336	59.1	100
331	Pipe 337	329.58	100
332	Pipe 338	308.22	100
333	Pipe 339	285.88	100
334	Pipe 340	25.48	100
335	Pipe 341	287.81	100
336	Pipe 342	51.64	100
337	Pipe 343	50.94	100
338	Pipe 344	47.6	100
339	Pipe 345	53.85	100
340	Pipe 346	57.25	100
341	Pipe 347	6.89	100
342	Pipe 348	103.9	100
343	Pipe 349	52.17	100
344	Pipe 350	50.56	100

Lanjutan Tabel *Input* Panjang Pipa dan Diameter Pipa pada Subzona 115

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Pipe		
		Length	Diameter
	Link ID	m	mm
345	Pipe 351	57.3	100
346	Pipe 352	293.31	100
347	Pipe 353	287.56	100
348	Pipe 354	290.55	100
349	Pipe 355	290.19	100
350	Pipe 356	292.27	100
351	Pipe 357	66.83	100
352	Pipe 358	60.86	100
353	Pipe 359	20.1	100
354	Pipe 360	52.14	100
355	Pipe 361	9.99	100
356	Pipe 362	30.74	100
357	Pipe 363	112.08	100
358	Pipe 364	182.67	100
359	Pipe 365	20.67	100
360	Pipe 366	297.92	100
361	Pipe 367	20.6	100
362	Pipe 368	54.99	100
363	Pipe 369	300.72	100
364	Pipe 370	63.24	100
365	Pipe 371	60.24	100
366	Pipe 372	46.51	100
367	Pipe 373	50.67	100

Lanjutan Tabel *Input* Panjang Pipa dan Diameter Pipa pada Subzona 115

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Pipe		
		Length	Diameter
	Link ID	m	mm
368	Pipe 374	53.35	100
369	Pipe 375	52.37	100
370	Pipe 376	52.78	100
371	Pipe 377	60.34	100
372	Pipe 378	51.69	100
373	Pipe 379	52.14	100
374	Pipe 380	52.26	100
375	Pipe 381	48.22	100
376	Pipe 382	299.58	100
377	Pipe 383	299.47	100
378	Pipe 384	302.49	100
379	Pipe 385	301.8	100
380	Pipe 386	303.14	100
381	Pipe 387	16.6	100
382	Pipe 388	11.82	100
383	Pipe 389	291.5	100
384	Pipe 390	13.78	100
385	Pipe 391	112.71	100
386	Pipe 392	47.13	100
387	Pipe 393	58.53	100
388	Pipe 394	55.16	100
389	Pipe 395	45.49	100
390	Pipe 396	48.18	100

Lanjutan Tabel *Input* Panjang Pipa dan Diameter Pipa pada Subzona 115

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Pipe		
		Length	Diameter
	Link ID	m	mm
391	Pipe 397	87.89	100
392	Pipe 398	105.79	100
393	Pipe 399	63.93	100
394	Pipe 400	49.96	100
395	Pipe 401	50.43	100
396	Pipe 402	44.19	100
397	Pipe 403	86.32	100
398	Pipe 404	289.92	500
399	Pipe 405	63.13	500
400	Pipe 406	23.87	500
401	Pipe 407	55.45	500
402	Pipe 408	293.88	100
403	Pipe 409	293.92	100
404	Pipe 410	292.32	100
405	Pipe 411	292.81	100
406	Pipe 412	273.04	100
407	Pipe 413	39.27	100
408	Pipe 414	25.01	100
409	Pipe 415	53.65	100
410	Pipe 416	50.07	100
411	Pipe 417	48.25	100
412	Pipe 418	77.87	100

Lanjutan Tabel *Input* Panjang Pipa dan Diameter Pipa pada Subzona 115

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Pipe		
		Length	Diameter
	Link ID	m	mm
414	Pipe 420	28.08	100
415	Pipe 421	48.34	100
416	Pipe 422	51.8	100
417	Pipe 423	50.87	100
418	Pipe 424	78.22	100
419	Pipe 425	272.48	100
420	Pipe 426	273.22	100
421	Pipe 427	272.73	100
422	Pipe 428	273.32	100
423	Pipe 429	274.01	100
424	Pipe 430	118.9	500
425	Pipe 431	274.94	500
426	Pipe 432	9.83	500
427	Pipe 433	56.35	150
428	Pipe 434	491.99	100
429	Pipe 436	417.52	100
430	Pipe 437	14.48	200
431	Pipe 438	135.36	12
432	Pipe 439	68.96	500
433	Pipe 440	315.44	500
434	Pipe 441	575.67	100
435	Pipe 442	18.34	100
436	Pipe 301	170.77	100

Lanjutan Tabel *Input* Panjang Pipa dan Diameter Pipa pada Subzona 115

Network Table - Nodes at 5; 00 Hrs			
No	Pipe		
		Length	Diameter
	Link ID	m	mm
437	Pipe 435	21.32	100
438	Pipe 443	539.04	100
439	Pipe 444	400.18	100
440	Pipe 445	432.61	200
441	Pipe 446	45.84	100
442	Pipe 447	57.92	100
443	Pipe 448	16.03	100
444	Pipe 449	45.67	100
445	Pipe 450	69.63	100
446	Pipe 451	137.8	100
447	Pipe 452	70.63	100
448	Pipe 453	149.18	150
449	Pipe 454	32.98	150
450	Pipe 167	281.37	200
451	Pipe 217	49.39	100
452	Pipe 455	166.89	200
453	Pipe 182	46.62	100
454	Pipe 456	81.71	200
455	Pipe 457	493.81	150
456	Pipe 37	681.23	450
457	Pipe 458	70.17	500
458	Pipe 459	472.82	200

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN 3
Gambar Perencanaan