

**STUDI PERENCANAAN JARINGAN PERPIPAAN DISTRIBUSI AIR  
BERSIH DI DESA KEPATIHAN KECAMATAN TIRTOYUDO  
KABUPATEN MALANG**

**SKRIPSI**

**TEKNIK PENGAIRAN KONSENTRASI PEMANFAATAN DAN  
PENDAYAGUNAAN SUMBER DAYA AIR**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**WENDY DWI NURDAYA**  
**NIM. 125060400111014**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**MALANG**  
**2019**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**STUDI PERENCANAAN JARINGAN PERPIPAAN DISTRIBUSI AIR BERSIH DI  
DESA KEPATIHAN KECAMATAN TIRTOYUDO KABUPATEN MALANG**

**SKRIPSI**

**TEKNIK PENGAIRAN KONSENTRASI PEMANFAATAN DAN PENDAYAGUNAAN  
SUMBER DAYA AIR**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**Mengetahui,  
WENDY DWI NURDAYA  
NIM. 125060400111014**

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing  
pada tanggal: 1 Juli 2019

**Dosen Pembimbing I**

**Dosen Pembimbing II**

**Ir. M. Janu Ismoyo, MT.**  
NIP. 19580102 198601 1 001

**Jadfan Sidqi Fidari, ST., MT.**  
NIP. 19860305 201504 1 001

**Ketua Jurusan Teknik Pengairan**

**Dr. Ir. Ussy Andawayanti, MS.**  
NIP. 19610131 198609 2 001

# PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang sepengetahuan saya, didalam naskah skripsi ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik disuatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata didalam naskah SKRIPSI ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur PLAGIASI, saya bersedia SKRIPSI ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (SARJANA TEKNIK/Strata-1) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

(Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia Nomor 17 Tahun 2010 Pasal 12 dan Pasal 13)

Malang, 22 Juli 2019

Mahasiswa,

*Materai Rp. 6.000,-*

Nama : Wendy Dwi Nurdaya

NIM : 125060400111014

Jurusan : TEKNIK PENGAIRAN



## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat, petunjuk dan hidayah-Nya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “**Studi Perencanaan Jaringan Perpipaan Distribusi Air Bersih di Desa Kepatihan Kecamatan Tirtoyudo Kabupaten Malang**”. Shalawat serta salam semoga terlimpah curahkan kepada junjungan besar Nabi Muhammad SAW yang dinanti-nantikan syafa’atnya di akhirat nanti.

Penyusunan skripsi ini merupakan salah satu syarat yang harus ditempuh oleh mahasiswa Teknik Pengairan Universitas Brawijaya. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam proses penyelesaian skripsi ini, antara lain :

1. Ir. M. Janu Ismoyo, MT. dan Jafan Sidqi Fidari, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing yang senantiasa memberi bimbingan dalam proses pengerjaan skripsi ini.
2. Dr. Eng. Riyanto Haribowo, ST., MT dan Dr. Runi Asmaranto, ST., MT. selaku Dosen Penguji dalam proses pengerjaan skripsi ini.
3. Orang Tua dan Saudara yang telah memberikan bantuan baik materi maupun semangat dan doa.
4. Teman-teman Teknik Pengairan Universitas Brawijaya, khususnya angkatan 2012 yang telah membantu dalam pengerjaan skripsi ini.
5. Semua pihak baik secara langsung maupun tidak langsung yang telah membantu dalam proses pengerjaan skripsi ini.

Dalam penyusunan laporan ini penulis harapan kritik maupun saran yang membangun karena penulis sadar bahwa laporan ini masih banyak kekurangan yang perlu diperbaiki. Akhir kata penulis ucapkan terima kasih dan semoga laporan ini bermanfaat.

Malang, Juli 2019

Penyusun

Wendy Dwi Nurdaya





“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>i</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Identifikasi Masalah .....	2
1.3. Rumusan Masalah .....	3
1.4. Batasan Masalah .....	3
1.5. Tujuan .....	4
1.6. Manfaat .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>5</b>
2.1. Umum .....	5
2.2. Sistem Penyediaan Air Bersih .....	5
2.3. Sumber Air Bersih .....	5
2.3.1. Air Permukaan ( <i>Surface Water</i> ) .....	6
2.3.2. Air Tanah ( <i>Ground Water</i> ) .....	7
2.4. Jenis Kebutuhan Air Bersih .....	7
2.4.1. Kebutuhan Domestik .....	7
2.4.2. Kebutuhan Non Domestik .....	8
2.5. Proyeksi Kebutuhan Air Bersih .....	8
2.5.1. Metode Aritmatik .....	9
2.5.2. Metode Geometri .....	9
2.5.3. Metode Eksponensial .....	9
2.5.4. Koefisien Korelasi .....	10
2.5.5. Standar Deviasi .....	10
2.5.6. Proyeksi Kebutuhan Air Bersih .....	10
2.5.7. Fluktuasi Kebutuhan Air Bersih .....	10
2.6. Komponen Bangunan Dalam Jaringan Air Bersih .....	12
2.6.1. Bangunan Pengambil Air Bersih ( <i>Broncaptering</i> ) .....	12



2.6.2.	Pipa .....	14
2.6.2.1.	Jenis Pipa .....	15
2.6.2.2.	Tebal Dinding Pipa Jenis PVC Tiap Ukuran Inch.....	18
2.6.2.3.	Komponen Tambahan Pipa.....	18
2.6.2.4.	Pertimbangan Pemilihan Pipa.....	19
2.7.	Analisa Hidrolika Perpipaan.....	19
2.7.1.	Hukum Bernoulli .....	19
2.7.2.	Hukum Kontinuitas.....	21
2.7.3.	Jenis Aliran Dalam Pipa .....	22
2.7.4.	Kehilangan Tinggi Tekan ( <i>Head Loss</i> ).....	22
2.7.4.1.	Kehilangan Tinggi Tekan Mayor ( <i>Major Losses</i> ) .....	23
2.7.4.2.	Kehilangan Tinggi Tekan Minor ( <i>Minor Losses</i> ) .....	24
2.7.5.	Kecepatan Aliran Dalam Pipa.....	25
2.7.6.	Mekanisme Pengaliran Dalam Pipa.....	26
2.7.6.1.	Pipa Hubungan Seri .....	26
2.7.6.2.	Pipa Hubungan Paralel.....	27
2.8.	Analisa Sistem Jaringan Distribusi Air Bersih dengan Aplikasi <i>Software WaterCAD V8i (SELECTseries 6)</i> .....	27
2.8.1.	Deskripsi Program <i>WaterCAD V8i (SELECTseries 6)</i> .....	28
2.8.2.	Tahapan-tahapan dalam Penggunaan Program <i>WaterCAD V8i (SELECTseries 6)</i> .....	28
2.9.	Rencana Anggaran Biaya (RAB) .....	34
2.9.1.	Dasar Perhitungan.....	35
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>		<b>37</b>
3.1.	Deskripsi Daerah Studi .....	37
3.1.1.	Deskripsi Lokasi Daerah Studi Perencanaan.....	38
3.1.2.	Kondisi Eksisting Daerah Studi.....	39
3.2.	Data Kependudukan .....	40
3.3.	Data Pengukuran Debit Ketersediaan Air .....	40
3.4.	Pengumpulan Data.....	42
3.5.	Pengolahan Data .....	43



3.6.	Tahapan Simulasi Program <i>Watercad V.8.i (SELECTseries6)</i> .....	44
3.7.	Sistematika Pembahasan .....	44
3.8.	Diagram Alir Pengerjaan Studi .....	46
3.9.	Diagram Alir Analisa Hidraulik dengan pemodelan dan Simulasi Aplikasi <i>Software Watercad V.8.i (SELECTseries6)</i> .....	47
<b>BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....</b>		<b>49</b>
4.1.	Proyeksi Pertumbuhan Penduduk .....	49
4.1.1.	Proyeksi Penduduk Metode Geometrik .....	49
4.1.2.	Proyeksi Penduduk Metode Aritmatik .....	50
4.1.3.	Proyeksi Penduduk Metode Eksponensial .....	51
4.1.4.	Rekapitulasi Proyeksi Pertumbuhan Jumlah Penduduk.....	52
4.1.5.	Uji Kesesuaian Metode Proyeksi .....	53
4.1.5.1.	Koefisien Korelasi.....	53
4.1.5.2.	Standar Deviasi .....	54
4.1.5.3.	Kesimpulan .....	55
4.2.	Proyeksi Kebutuhan Air Bersih .....	56
4.2.1.	Perbandingan Tabel Suplai Kebutuhan Air dan Permintaan Kebutuhan Air dalam m <sup>3</sup> /hari.....	57
4.3.	Perencanaan Jaringan Air Bersih .....	60
4.3.1.	Perhitungan Pipa Distribusi Air Bersih pada Jaringan Perpipaan Dari Juntion JI – Juntion B14 .....	60
4.3.2.	Pemodelan dan Simulasi Jaringan Pipa Penyediaan Air Bersih dengan Menggunakan Aplikasi <i>Software WaterCAD V.8.i</i> <i>(SELECTseries6)</i> .....	74
4.3.2.1.	Analisa Simulasi Jaringan Pipa Penyediaan Air Bersih Desa Kepatihan pada Tahun 2037 .....	74
4.3.2.1.1.	Evaluasi Kondisi Aliran Pada Pipa.....	116
4.3.2.1.2.	Pressure Reducing Valve (PRV) .....	118
4.4.	Rencana Anggaran Biaya (RAB).....	119
4.4.1.	Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya (RAB) .....	119
<b>BAB V PENUTUP .....</b>		<b>153</b>
5.1.	Kesimpulan .....	153
5.2.	Saran .....	154

**DAFTAR PUSTAKA .....xiii**  
**LAMPIRAN**



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Standar Kebutuhan Air Domestik.....	8
Tabel 2.2	Kriteria Perencanaan Air Bersih.....	11
Tabel 2.3	Faktor Pengali (Load Factor) Terhadap Kebutuhan Air Bersih .....	12
Tabel 2.4	Kriteria Perencanaan Jaringan Perpipaan .....	14
Tabel 2.5	Tebal Dinding Pipa PVC Kelas AW .....	18
Tabel 2.6	Kekentalan Kinematik pada Air .....	22
Tabel 2.7	Koefisien Kekasaran Pipa <i>Hazen-William</i> ( $C_{HW}$ ).....	23
Tabel 3.1	Jumlah Penduduk Desa Kepatihan .....	40
Tabel 3.2	Pengukuran Debit Sumber Menggunakan Metode Tampung pada Bulan Maret 2019.....	41
Tabel 3.3	Pengukuran Debit Sumber Menggunakan Metode Tampung pada Bulan Juni 2019.....	41
Tabel 3.4	Pengukuran Debit pada Bak Pelepas Tekan pada Bulan Juni 2019 .....	42
Tabel 3.5	Tahapan Pengolahan Data .....	43
Tabel 4.1	Persentase Laju Pertumbuhan Penduduk Desa Kepatihan .....	49
Tabel 4.2	Proyeksi Pertumbuhan Penduduk dengan Metode Geometrik.....	50
Tabel 4.3	Proyeksi Pertumbuhan Penduduk dengan Metode Aritmatik.....	51
Tabel 4.4	Proyeksi Pertumbuhan Penduduk dengan Metode Eksponensial.....	52
Tabel 4.5	Rekapitulasi Proyeksi Pertumbuhan Jumlah Penduduk Desa Kepatihan.....	52
Tabel 4.6	Rekapitulasi Perhitungan Koefisien Korelasi.....	54
Tabel 4.7	Rekapitulasi Perhitungan Standar Deviasi .....	55
Tabel 4.8	Proyeksi Kebutuhan Air Bersih Desa Kepatihan .....	56
Tabel 4.9	Perbandingan Debit Sumber dan Permintaan Kebutuhan Air Penduduk .....	59
Tabel 4.10	Perhitungan Manual Jaringan Perpipaan Distribusi Air Bersih dari Juntion Patok JI hingga Juntion Blok B14.....	61
Tabel 4.11	Perhitungan Manual Jaringan Perpipaan Distribusi Air Bersih dengan Penambahan PRV Pressure Setting (Initial) 0,03 ATM pada Juntion Patok JVII dari Juntion Patok JI hingga Juntion Blok B14.....	64
Tabel 4.12	Hasil Simulasi Program <i>Watercad V.8.i (SELECTseries6)</i> Jaringan Perpipaan Distribusi Air Bersih dengan Kondisi PRV Tidak Aktif (inactive) dari Juntion Patok JI hingga Juntion Blok B14.....	67



Tabel 4.13 Hasil Simulasi Program <i>Watercad V.8.i (SELECTseries6)</i> pada Jaringan Perpipaan Distribusi Air Bersih dengan Kondisi PRV Aktif dari Juntion Patok JI hingga Juntion Blok B14 .....	70
Tabel 4.14 Nomenklatur Perencanaan Jaringan Air Bersih .....	74
Tabel 4.15 Kebutuhan Air Bersih Tiap Nomenklatur Perencanaan Jaringan Air Bersih Desa Kepatihan .....	79
Tabel 4.16 Hasil Simulasi Program Aplikasi <i>Watercad V.8.i ( SELECTseries6)</i> Pada Pipa Saat Pukul 00.00 .....	87
Tabel 4.17 Hasil Simulasi Program Aplikasi <i>Watercad V.8.i ( SELECTseries6)</i> Pada Pipa Saat Pukul 07.00 .....	94
Tabel 4.18 Hasil Simulasi Program Aplikasi <i>Watercad V.8.i ( SELECTseries6)</i> Pada Titik Simpul Saat Pukul 00.00 Kondisi PRV active.....	101
Tabel 4.19 Hasil Simulasi Program Aplikasi <i>Watercad V.8.i ( SELECTseries6)</i> Pada Titik Simpul Saat Pukul 00.00 Kondisi PRV Inactive (Tidak Aktif).....	105
Tabel 4.20 Hasil Simulasi Program Aplikasi <i>Watercad V.8.i ( SELECTseries6)</i> Pada Titik Simpul Saat Pukul 07.00 Kondisi PRV Active .....	109
Tabel 4.21 Hasil Simulasi Program Aplikasi <i>Watercad V.8.i ( SELECTseries6)</i> Pada Titik Simpul Saat Pukul 07.00 Kondisi PRV Inactive (Tidak Aktif).....	113
Tabel 4.22 Hasil Simulasi PRV Pukul 00.00 .....	118
Tabel 4.23 Hasil Simulasi PRV Pukul 07.00 .....	119
Tabel 4.24 Pengadaan Pipa dan Aksesories Pipa .....	119
Tabel 4.25 Pengadaan <i>Broncaptering</i> dan Komponen <i>Broncaptering</i> .....	120
Tabel 4.26 Pemasangan Pipa dan Aksesoris Pipa Distribusi Induk Utama .....	121
Tabel 4.27 Pemasangan Pipa dan Aksesoris Pelayanan Distribusi Sambungan Per Blok .....	126
Tabel 4.28 Pembangunan <i>Broncaptering</i> dan Pemasangan Aksesoris <i>Broncaptering</i> .....	135
Tabel 4.29 Rencana Anggaran Biaya (RAB) Pekerjaan Pipa .....	152
Tabel 4.30 Rencana Anggaran Biaya (RAB) <i>Broncaptering</i> .....	152
Tabel 4.31 Rekapitulasi Total Biaya Rencana Anggaran Biaya (RAB) .....	152



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Grafik Fluktuasi Pemakaian Air Bersih Harian .....	12
Gambar 2.2	Pipa PVC.....	18
Gambar 2.3	Diagram Energi dan Garis Tekan .....	20
Gambar 2.4	Aliran dengan Penampang Pipa yang Berbeda.....	21
Gambar 2.5	Koefisien Hazen-Williams Tentang Kekasaran Relatif Pipa.....	25
Gambar 2.6	Pipa Hubungan Seri .....	26
Gambar 2.7	Pipa Hubungan Paralel.....	27
Gambar 2.8	Tampilan <i>Welcome Dialog</i> pada <i>WaterCAD V8i (SELECTseries 6)</i> .....	29
Gambar 2.9	Tampilan <i>Project Properties</i> pada <i>WaterCAD V8i (SELECTseries 6)</i> .....	29
Gambar 2.10	Tampilan <i>DXF Properties</i> pada <i>WaterCAD V8i (SELECTseries 6)</i> .....	30
Gambar 2.11	Tampilan <i>Lembar Kerja</i> pada <i>WaterCAD V8i (SELECTseries 6)</i> .....	30
Gambar 2.12	Tampilan <i>Background Layers</i> pada <i>WaterCAD V8i (SELECTseries 6)</i> .....	31
Gambar 2.13	Tampilan Pengisian Data Teknis <i>Reservoir</i> pada <i>WaterCAD V8i (SELECTseries 6)</i> .....	32
Gambar 2.14	Tampilan Pengisian Data Teknis <i>Junction</i> pada <i>WaterCAD V8i (SELECTseries 6)</i> .....	32
Gambar 2.15	Tampilan Pengisian Data Teknis Pipa pada <i>WaterCAD V8i (SELECTseries 6)</i> .....	33
Gambar 2.16	Tampilan Hasil <i>Running (Calculate)</i> pada <i>WaterCAD V8i (SELECTseries 6)</i> .....	34
Gambar 3.1	Peta Kabupaten Malang .....	37
Gambar 3.2	Peta Lokasi Studi .....	38
Gambar 3.3	Sumber Air untuk Penyediaan Distribusi Air di Desa Kepatihan .....	39
Gambar 3.4	Diagram Alir Pengerjaan Studi.....	46
Gambar 3.5	Diagram Alir Analisa Hidraulik dengan Pemodelan dan Simulasi Aplikasi <i>Software WaterCAD V.8.i (SELECTseries 6)</i> .....	47
Gambar 4.1	<i>Calculation Summary</i> Aplikasi <i>software Watercad V.8.i (SELECTseries6)</i> .....	86
Gambar 4.2	Grafik <i>Calculation Summary</i> Aplikasi <i>software Watercad V.8.i (SELECTseries6)</i> .....	86
Gambar 4.3	Grafik Kecepatan Pada Pipa-22 .....	117

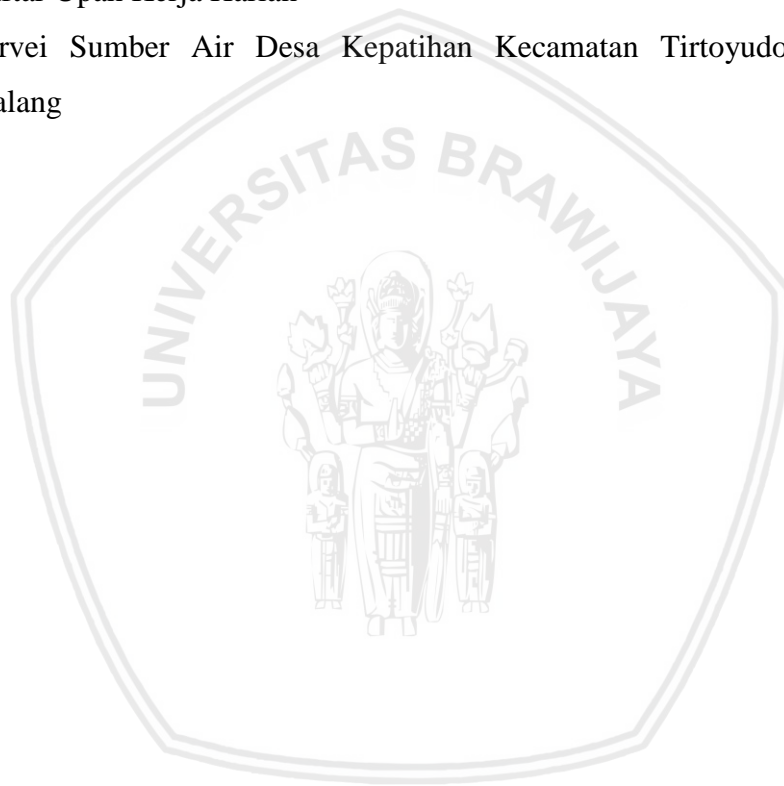
Gambar 4.4 Grafik *Headloss Gradient* Pada Pipa-22 ..... 117  
Gambar 4.5 Grafik Tekanan Pada Juntion B 5..... 118  
Gambar 4.6 PRV-1 dan PRV-2 ..... 118



## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Skema Perencanaan Jaringan Perpipaan Jalur Pendek Distribusi Air Bersih Desa Kepatihan
- Lampiran 2 Skema Perencanaan Jaringan Perpipaan Jalur Panjang Distribusi Air Bersih Desa Kepatihan
- Lampiran 3 Skema Perencanaan Hasil Simulasi Watercad Jaringan Perpipaan Jalur Pendek Distribusi Air Bersih Desa Kepatihan
- Lampiran 4 Skema Perencanaan Jalur Pendek Dari Sumber – Dusun Sumbersari III (1)
- Lampiran 5 Skema Perencanaan Jalur Pendek Dari Sumber – Dusun Sumbersari III (2)
- Lampiran 6 Skema Perencanaan Jalur Pendek Dari Sumber – Dusun Sumbersari III (3)
- Lampiran 7 Skema Perencanaan Jalur Pendek Dari Sumber – Dusun Sumbersari II (1) & Dusun Sumbersari II (2)
- Lampiran 8 Skema Perencanaan Jalur Pendek Dari Sumber – Dusun Sumbersari II (3) & Dusun Sumbersari II (4)
- Lampiran 9 Skema Perencanaan Jalur Pendek Dari Sumber – Dusun Sumbersari I (1) & Dusun Sumbersari I (2)
- Lampiran 10 Skema Perencanaan Jalur Pendek Dari Sumber – Dusun Sumbersari I (3)
- Lampiran 11 Skema Perencanaan Hasil Simulasi Watercad Jaringan Perpipaan Jalur Panjang Distribusi Air Bersih Desa Kepatihan
- Lampiran 12 Peta Topografi Perencanaan Jaringan Pipa Jalur Pendek Distribusi Air Bersih di Desa Kepatihan, Kecamatan Tirtoyudo, Kabupaten Malang, Jawa Timur Skala 1 : 15.000
- Lampiran 13 Peta Topografi Perencanaan Jaringan Pipa Jalur Panjang Distribusi Air Bersih di Desa Kepatihan, Kecamatan Tirtoyudo, Kabupaten Malang, Jawa Timur Skala 1 : 15.000
- Lampiran 14 Potongan Memanjang Galian Pipa Jalur Pendek Skala Vertikal 1 : 1.000 dan Skala Horizontal 1 : 2.000 (1)
- Lampiran 15 Potongan Memanjang Galian Pipa Jalur Pendek Skala Vertikal 1 : 1.000 dan Skala Horizontal 1 : 2.000 (2)
- Lampiran 16 Potongan Memanjang Galian Pipa Jalur Panjang Skala Vertikal 1 : 1.000 dan Skala Horizontal 1 : 5.000 (1)

- Lampiran 17 Potongan Memanjang Galian Pipa Jalur Panjang Skala Vertikal 1 : 1.000 dan Skala Horizontal 1 : 5.000 (2)
- Lampiran 18 Potongan Memanjang Galian Pipa Jalur Panjang Skala Vertikal 1 : 1.000 dan Skala Horizontal 1 : 5.000 (3)
- Lampiran 19 Potongan Melintang Pipa Distribusi Air Bersih I Skala 1 : 5
- Lampiran 20 Potongan Melintang Pipa Distribusi Air Bersih II Skala 1 : 5
- Lampiran 21 Gambar Broncaptering I Skala 1 : 40
- Lampiran 22 Gambar Broncaptering II Skala 1 : 40
- Lampiran 23 Daftar Harga Satuan Bahan Bangunan
- Lampiran 24 Daftar Upah Kerja Harian
- Lampiran 25 Survei Sumber Air Desa Kepatihan Kecamatan Tirtoyudo Kabupaten Malang



## RINGKASAN

**Wendy Dwi Nurdaya**, Jurusan Teknik Pengairan, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya. Juli 2019, *Studi Perencanaan Jaringan Perpipaan Distribusi Air Bersih di Desa Kepatihan Kecamatan Tirtoyudo Kabupaten Malang*, Dosen Pembimbing: Ir. M. Janu Ismoyo, MT. dan Jadfani Sidqi Fidari, ST., MT.

Desa Kepatihan keadaan wilayahnya berada di daerah perbukitan yang terletak di ketinggian 735 m di atas permukaan laut yang persediaan air bersihnya sangat kurang untuk memenuhi kebutuhan masyarakat sehari-hari. Hal tersebut disebabkan karena jarak sumber air yang ada cukup jauh dari rumah penduduk serta keadaan topografi yang tidak memungkinkan untuk mengandalkan air sumur dikarenakan sumber yang sangat dalam sehingga untuk membuat sumur membutuhkan banyak biaya didalam pengerjakannya serta sumber air yang keluar tidak selalu ada. Menyikapi permasalahan tersebut maka dalam studi ini membahas tentang perencanaan jaringan air bersih dengan memanfaatkan debit sumber air yang terletak di Desa Kepatihan dengan debit sebesar 5,7 liter/detik.

Dalam studi ini dilakukan analisa jaringan air bersih dengan bantuan program *Watercad V.8.i (SELECTseries6)* guna mengetahui kondisi hidrolis jaringan perpipaan. Kemudian melakukan analisa rencana anggaran biaya meliputi pipa beserta aksesorisnya dan *brnccaptering*.

Hasil simulasi dengan program *Watercad V.8.i (SELECTseries6)* menunjukkan sistem jaringan perpipaan berjalan dengan baik. Hal ini dapat dilihat berdasarkan kondisi kecepatan aliran pipa pada pipa berkisar antara 0,0 – 0,8 m/dt, *headloss gradient* berkisar antara 0,065 - 14,374 m/km dan tekanan dalam pipa berkisar antara 0,54 – 7,33 atm. Hasil tersebut sudah memenuhi kriteria perencanaan jaringan pipa pada sistem distribusi air bersih. Perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB) yang dibutuhkan dalam pekerjaan pembangunan jaringan air bersih sebesar Rp 460.055.700,00.

Kata kunci : air bersih, jaringan pipa, simulasi program, *Watercad V.8.i (SELECTseries6)*, Rencana Anggaran Biaya.





Halaman Ini Sengaja Dikosongkan



## SUMMARY

**Wendy Dwi Nurdaya**, Water Resources Engineering, Engineering Faculty, Brawijaya University, July 2019, Study of Planning for Clean Water Distribution Pipelines Network at Kepatihan Village Tirtoyudo Sub-District Regency of Malang, Lecturers: Ir. M. Janu Ismoyo, MT. and Jadfah Sidqi Fidari, ST., MT.

The condition of the area of kepatihan village is in the hilly area which located at an altitude of 735 m above sea level that supply of clean water is very lacking to meet people's daily needs. This is because the distance of the water source is quite far away from home residents and topography conditions that are not possible to rely on well water because the water source is very deep so that to make a well requires a lot of money to afford it also the source of water that comes out is not always there. Responding to these problems, this study discuss the planning of water supply network by using water source discharge that located in Kepatihan Village with a discharge of 5,7 liter/second.

In this study, a clean water network analysis was conducted with Watercad V.8.i (SELECTseries6) program to know the hydraulic condition of pipeline network. Then analyzing the cost budget plan including the pipe with tools and broncaptering.

The results of simulation from Watercad V.8.i (SELECTseries6) program show the pipeline network system running well. This can be seen based on condition of pipe flow velocity range between 0,0 – 0,8 m/dt, headloss gradient range between 0,065 - 14,374 m/km and pressure in the pipe range between 0,54 – 7,33 atm. These results have met the criteria for pipeline planning on water distribution systems. The budget plan needed for the construction of water supply network is Rp 460.055.700,00.

**Keywords** : clean water, pipelines network, program simulation, Watercad V.8.i (SELECTseries6), the budget plan.



*This page is empty on purpose*

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Air merupakan kebutuhan yang mendasar bagi makhluk hidup. Terutama bagi manusia, air bersih sudah menjadi suatu bagian pokok. Selain untuk dikonsumsi manusia menggunakan air untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Oleh sebab itu, tidak tersedianya air di muka bumi, manusia tidak akan bertahan hidup.

Kebutuhan penyediaan air sendiri adalah kesekian dari kebutuhan mendasar dan hak sosial ataupun ekonomi masyarakat yang mesti dipenuhi oleh pemerintah, baik pemerintah daerah ataupun pemerintah pusat.

Masih banyak penduduk dunia yang belum mempunyai akses terhadap air baku maupun air bersih. Sekretaris Jenderal PBB Antonio Guterres mengangkat isu tentang air bersih di hadapan para anggota Dewan Keamanan PBB. Dikutip dari *TIME*, Guterres menyebut pada 2050 permintaan terhadap air bersih diproyeksikan meningkat sebanyak lebih dari 40 persen. Ia menambahkan bahwa saat itu, setidaknya seperempat populasi dunia akan hidup di negara-negara dengan krisis air bersih yang sangat kronis. Provinsi Jawa Timur pada Tahun 2004 jumlah penduduk tanpa akses air bersih adalah 36,7 % berdasarkan data dari *The World Bank – The Asia Foundation*. Kabupaten Malang berdasarkan data dari Dinas Pemukiman Provinsi Jawa Timur Tahun 2005, penduduk pedesaan yang terlayani air bersih adalah 14,87 %. Berdasarkan hasil capaian kinerja Triwulan 1 Tahun 2015 Dinas Cipta Karya Kabupaten Malang, prosentase penduduk yang mendapatkan akses air minum di Kabupaten Malang adalah 63,62 % ( dari jumlah total penduduk Kabupaten Malang Tahun 2015 sebesar 2,7 juta).

Desa Kepatihan Kecamatan Tirtoyudo Kabupaten Malang keadaan wilayahnya berada di daerah perbukitan yang terletak di ketinggian 735 m di atas permukaan laut yang persediaan air bersihnya sangat kurang untuk memenuhi kebutuhan masyarakat sehari-hari. Hal tersebut disebabkan karena keadaan topografi yang tidak memungkinkan untuk mengandalkan air sumur dikarenakan sumber yang sangat dalam sehingga untuk membuat sumur membutuhkan banyak biaya didalam pengerjakannya serta sumber air yang keluar tidak selalu ada. Selain itu air dari Perusahaan Air Minum sendiri belum masuk pada area

wilayah desa sehingga menyebabkan kekurangan air bersih bagi warga yang berada di desa tersebut.

Salah satu upaya untuk memenuhi kebutuhan air bersih di wilayah ini adalah dengan memanfaatkan sumber air yang berada di Desa Kepatihan atau desa di sekitarnya. Menurut data yang di peroleh berdasarkan hasil pengukuran dilapangan, sumber mata air yang terletak di Desa Kepatihan mempunyai kapasitas debit 5,7 liter/detik, sehingga bisa di gunakan untuk mencukupi kebutuhan air bersih penduduk di desa tersebut. Meskipun begitu tetap akan timbul permasalahan baru jika masyarakat langsung mengambil air bersih dari sumber air yang ada yaitu pemanfaatan sumber yang kurang optimal karena letaknya cukup jauh dari daerah layanan dan akan menghabiskan tenaga serta waktu. Sehingga perlu adanya sarana penunjang distribusi air bersih agar pemanfaatan sumber air bersih dapat semaksimal mungkin untuk di salurkan ke rumah penduduk di Desa Kepatihan. Salah satunya dengan menggunakan jaringan perpipaan. Sehingga dalam kajian skripsi ini akan membahas tentang “Studi Perencanaan Jaringan Perpipaan Distribusi Air Bersih di Desa Kepatihan Kecamatan Tirtoyudo Kabupaten Malang”.

## **1.2. Identifikasi Masalah**

Pada saat ini kebutuhan air bersih untuk air minum termasuk mandi, cuci, dan kakus/MCK di Desa Kepatihan Kecamatan Tirtoyudo Kabupaten Malang mengandalkan bantuan jaringan Program Nasional Pemberdayaan Masyarakat/PNPM, untuk memanfaatkan sumber mata air disekitar Desa Kepatihan. Tidak terjaminnya kebutuhan Penduduk Desa Kepatihan akan air bersih baik dari segi kuantitas, kualitas, maupun kontinuitas karena sumber air belum dikelola secara terorganisir oleh penduduk setempat melalui bantuan jaringan PNPM, serta dikarenakan dengan kondisi topografi di wilayah tersebut cenderung berbukit-bukit serta kondisi medan jalan dalam desa yang cenderung terjal dan tidak mulus dan juga kondisi sumber air tanah yang dalam sehingga untuk mengandalkan sumur bor sangatlah sulit dan hanya beberapa warga saja yang mampu menggunakannya, maka pengadaan penyediaan air bersih di daerah ini sangat diperlukan.

Salah satu usaha untuk memenuhi kebutuhan air bersih di wilayah ini adalah dengan memanfaatkan dan mengoptimalkan kapasitas debit sumber mata air yang belum termanfaatkan secara maksimal dan tepat, yang terletak di Desa Kepatihan Kecamatan Tirtoyudo Kabupaten Malang. Untuk itu dibuatlah perencanaan sistem jaringan pipa untuk distribusi air pada daerah tersebut. Sistem distribusi yang kurang baik disebabkan oleh

adanya perencanaan yang kurang memperhatikan peningkatan pola kebutuhan konsumen serta masyarakat sekitar lokasi sumber air.

Secara umum permasalahan pemenuhan kebutuhan air bersih di Desa Kepatihan Kecamatan Tirtoyudo Kabupaten Malang adalah sebagai berikut:

- Pemanfaatan sumber air yang kurang optimal dan area layanan dengan topografi yang berada daerah di perbukitan.
- Jaringan penyediaan air bersih dari Perusahaan Daerah Air Minum belum masuk didesa tersebut sehingga perlunya pemanfaatan sumber air di Desa Kepatihan atau daerah sekitarnya untuk memenuhi kebutuhan air bersih.
- Pemerintah daerah dan Penduduk di Desa Kepatihan belum memiliki inisiatif untuk mengelola sumber air secara terorganisir.

Analisa hidraulik yang dilakukan pada sistem jaringan pipa adalah pengaruh tinggi tekan hidraulik dan diameter pipa yang harus cukup untuk mengalirkan debit sesuai dengan yang dibutuhkan dengan mengandalkan elevasi agar dapat mencapai target daerah yang akan dilayani.

### 1.3. Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada studi ini adalah sebagai berikut :

1. Berapa debit kebutuhan air bersih wilayah Desa Kepatihan dalam 20 tahun kedepan yaitu hingga pada tahun 2037?
2. Bagaimana desain jaringan perpipaan air bersih yang direncanakan di Desa Kepatihan hingga tahun 2037 dengan menerapkan model simulasi program *software Watercad V.8.i (SELECTseries6)*?
3. Bagaimana kondisi hidraulik jaringan air bersih yang direncanakan?
4. Berapa besar Rencana Anggaran Biaya (RAB) yang dibutuhkan dalam pembangunan jaringan air bersih?

### 1.4. Batasan Masalah

Agar permasalahan dapat dibahas secara mendetail, serta tidak menyimpang dari permasalahan yang telah ditentukan, maka dalam studi ini diperlukan adanya batasan masalah. Adapun batasan masalah dari studi ini adalah:

1. Kajian studi ini dilakukan di Desa Kepatihan Kecamatan Tirtoyudo Kabupaten Malang.



2. Memanfaatkan debit sumber yang berada di Desa Kepatihan atau sekitarnya.
3. Direncanakan untuk memenuhi kebutuhan air penduduk di Desa Kepatihan.
4. Studi ini tidak membahas masalah AMDAL.
5. Tidak membahas tentang kualitas air sumber air di Desa Kepatihan
6. Merencanakan jaringan perpipaan yang baru menggunakan jenis pipa berbahan PVC (*Poly Vinyl Chloride*) untuk pipa distribusi utama dan pipa distribusi sambungan per blok.
7. Menggunakan aplikasi *software Watercad V.8.i (SELECTseries6)* sebagai alat pemodelan dan simulasi.
8. Menggunakan rumus pengerjaan *Hazen-Williams*, metode penggambaran dengan cara skematik, dan unit satuan yang dipilih *SI Customary*.
9. Desain fisik studi perencanaan ini meliputi pipa distribusi serta bangunan pelengkap yaitu broncaptering/bak penangkap.
10. Perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB) menggunakan daftar standar satuan harga bahan bangunan dan upah tenaga kerja Kabupaten Malang pada tahun 2018.
11. Perencanaan hanya fokus pada simulasi pelayanan gravitasi dari sumber menuju daerah pelayanan.

### 1.5. Tujuan

Tujuan yang dicapai pada studi kali ini adalah :

1. Mendapatkan proyeksi kebutuhan air bersih wilayah desa Kepatihan dalam 20 tahun kedepan yaitu hingga pada tahun 2037.
2. Mendapatkan desain jaringan perpipaan yang direncanakan.
3. Mendapatkan kondisi hidraulik jaringan air bersih yang direncanakan.
4. Mengetahui Besarnya Rencana Anggaran Biaya (RAB) yang dibutuhkan untuk pembangunan jaringan air bersih.

### 1.6. Manfaat

Manfaat studi ini yaitu menambah wawasan keilmuan dalam bidang perencanaan sistem jaringan distribusi air bersih. Menambah wawasan tentang program yang digunakan dalam menganalisa sistem jaringan distribusi air bersih serta meningkatkan penyediaan air bersih di Kabupaten Malang secara baik dan benar ditinjau dari segi kualitas dan kuantitas tanpa mengesampingkan aspek pelestariannya.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Umum**

Penjatahan Alokasi air adalah pemanfaatan air untuk segala keperluan pada suatu wilayah untuk memenuhi kebutuhan air bagi para pengguna dengan memperhatikan kuantitas dan kualitas air dari waktu ke waktu, berdasarkan asas pemanfaatan umum dan pelestarian sumber air. Dalam konteks pembagian air kepada para pengguna air, perusahaan air di suatu wilayah sungai, perencanaan dan pengoperasian alokasi air, penyusunan rencana penggunaan air, dan negosiasi alokasi pembagian air.

#### **2.2. Sistem Penyediaan Air Bersih**

Sistem penyediaan air bersih pada umumnya terdapat dua cara yang digunakan berdasarkan konsumennya adalah :

1. Sistem Individu.

Yakni sistem penyediaan air sederhana yang memanfaatkan sumber air untuk satu konsumen satu rumah tangga, contoh sistem individu adalah pemanfaatan sumur dangkal oleh warga untuk memenuhi kebutuhan air dirumahnya.

2. Sistem Untuk Komunitas.

Yakni sistem penyediaan air bersih untuk kelompok masyarakat atau melayani dalam skala besar seperti desa, kecamatan atau kota. Sistem komunitas ini pada dasarnya mempunyai sarana yang lebih lengkap ditinjau dari sudut teknis maupun pelayanan. Dalam penyajian selanjutnya yang dimaksudkan adalah sistem penyediaan air bersih untuk pelayanan komunitas.

#### **2.3. Sumber Air Bersih**

Banyak sekali sumber-sumber air bersih yang dapat dimanfaatkan untuk melayani kebutuhan air bersih, hal yang diperhatikan adalah kuantitas dan kualitas air tersebut memenuhi standar yang telah ditentukan dalam kurun waktu tertentu. Jika halnya sumber air tersebut kurang dari segi kuantitas dan kualitas maka dapat dilakukan pengambilan dari sumber yang lain dan diupayakan untuk pengelolaan kualitasnya. Contoh sumber air dapat berasal dari sungai, sumur dangkal, sumur dalam, sumber dan mata air.

### 2.3.1. Air Permukaan ( *Surface Water* )

Air yang dapat diperoleh langsung pada permukaan yang berupa air yang mengalir (sungai) maupun air tampungan atau cekungan (danau, waduk, embung, dll). Sebelum dimanfaatkan air permukaan diolah terlebih dahulu dengan suatu proses penjernihan air serta proses pendukung lainnya untuk mendapatkan air dengan kualitas air yang baik. Pemenuhan kebutuhan air secara kuantitas dan kualitas di hulu dapat disuplai oleh air sungai, sedangkan di daerah hilir tidak dapat diambil dari sungai secara langsung karena kualitas air sudah tercemar oleh bahan kimia maupun sedimentasi. Air baku dari sungai harus memenuhi kriteria syarat air baku yang telah ditentukan.

Sistem transmisi adalah jaringan yang menghubungkan untuk kebutuhan air dari sumber air ke tandon, dari tandon selanjutnya akan dibuat jaringan distribusi ke daerah pelayanan. Sistem penyaluran air bersih ialah:

#### a. Sistem *Gravitasi*

Sistem gravitasi adalah sistem yang memanfaatkan beda elevasi atau ketinggian dari daerah sumber atau tandon ke daerah layanan. Sistem ini sangat cocok digunakan untuk pelayanan air bersih di pedesaan karena lebih sederhana dan tidak memerlukan pompa.

#### b. Sistem Pompa

Sistem pompa digunakan jika air dinilai tidak akan sampai atau mengalir dari sumber ke daerah pelayanan karena adanya beda ketinggian yang tinggi dan daerahnya cukup datar. Sistem ini menggunakan energi yang berasal dari pompa untuk mengalirkan air.

#### c. Sistem Gabungan

Sistem gabungan yaitu sistem pengaliran yang menggabungkan sistem pompa dan gravitasi. Hal ini dilakukan karena kontur berbukit-bukit atau daerah sumber lebih rendah dari elevasi tandon.

##### 1. Sistem Menara (*Tower*)

Yaitu cara penyaluran air dari tandon disalurkan ke tandon menara yang berada di tiap rumah atau tandon menara majemuk yang dapat melayani hingga beberapa daerah yang dapat dijangkau.

##### 2. Sistem Pipa Distribusi

Sistem pipa distribusi adalah sistem yang digunakan untuk langsung menyalurkan air ke tiap rumah dengan pipa dan tersambung pada kran tiap rumah atau sebuah hidran yang dapat dimanfaatkan langsung oleh masyarakat secara individu atau kelompok.

$\frac{3}{4}$  Sambungan Rumah ( SR )

$\frac{3}{4}$  Sambungan Keran Umum ( SKU )

$\frac{3}{4}$  Hidran Umum ( HU )

### 2.3.2. Air Tanah ( *Ground Water* )

Air tanah adalah air permukaan yang meresap di sela-sela tanah dan berkumpul pada suatu cekungan tertentu dan aliran yang berada di lapisan tanah kedap. Zat-zat kimia yang berbahaya akan terserap dan tersaring oleh lapisan tanah oleh karena itu air tanah lebih baik dari segi kuantitas daripada air yang terdapat di permukaan. Contoh air tanah adalah sumur, equifer, mata air, dan sumber. Air tanah biasanya adalah air yang terdapat pada lapisan tanah dangkal atau dalam yang tertutup oleh bebatuan atau lapisan equifer. Selama kurun waktu tertentu tanah akan terus tertembus oleh banyaknya air sehingga berkumpul ke suatu titik, namun lapisan penahan tersebut dapat juga sewaktu waktu akan mengalami keretakan dan pecah sehingga munculah air tanah tersebut menjadi sebuah mata air berupa artesis, air tanah dapat habis dalam kurun waktu pendek dan lama oleh sebab itu perlu dilakukan pengukuran dan analisa berapa debit yang tersedia oleh air tanah tersebut kecuali terdapat sungai bawah tanah yang mensuplai air tanah tersebut maka debit yang tersedia akan lebih besar.

Cara pengambilan air tanah adalah dengan melakukan pengeboran setelah dilakukannya penyelidikan atas lapisan tanah yang didapat setelah hasil menunjukkan adanya air pada lapisan tanah tersebut.

### 2.4. Jenis Kebutuhan Air Bersih

Pada umumnya kebutuhan air untuk berbagai macam kebutuhan dibagi dalam :

1. Kebutuhan Domestik
2. Kebutuhan Non Domestik

Proyeksi jumlah kebutuhan air bersih diperoleh berdasarkan perkiraan kebutuhan air untuk berbagai tujuan dikurangi perkiraan kehilangan air.

#### 2.4.1. Kebutuhan Domestik

Jumlah penduduk dan konsumsi per-orang merupakan dasar perhitungan. Kecenderungan populasi dan sejarah populasi digunakan sebagai dasar perhitungan kebutuhan air domestik terutama dalam penentuan laju pertumbuhan (*Growth Rate Trends*).

Proyeksi penduduk yang akan datang adalah estimasi yang digunakan sebagai dasar untuk perhitungan kebutuhan air baku/bersih karena akan dilihat apakah debit air yang tersedia dapat melayani kebutuhan per orangnya.

Setiap daerah memiliki tingkat kebutuhan air yang berbeda-beda, hal ini bergantung dengan tingkat kemajuan suatu wilayah dan jumlah penduduk yang mendiami. Maka kebutuhan air baku bisa ditetapkan menurut klasifikasinya yang tersaji dalam Tabel 2.1 dibawah ini.

Tabel 2.1  
Standar Kebutuhan Air Domestik

Kategori Kota	Keterangan	Jumlah Penduduk	Kebutuhan Air Bersih (l/orang/hari)
I	Kota Metropolitan	Diatas 1 juta	190
II	Kota Besar	500.000 - 1.000.000	170
III	Kota Sedang	100.000 - 500.000	150
IV	Kota Kecil	20.000 - 100.000	130
I	Desa	10.000 - 20.000	100
VI	Desa Kecil	3.000 - 10.000	60

Sumber: Permen PU No 18 Tahun 2007. Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum

#### 2.4.2. Kebutuhan Non Domestik

Perhitungan Kebutuhan air Non Domestik meliputi: Kebutuhan komersial, kebutuhan sekolah dan kebutuhan industri dan sarana ibadah. Tata guna lahan suatu daerah sangat mempengaruhi kebutuhan air non domestik ini karena perbedaan tiap-tiap daerah. Maka Kebutuhan ini bisa mencapai 15% sampai 25% dari total suplai kebutuhan air rata-rata.

Kebutuhan air non domestik meliputi total kebutuhan air yang terdiri dari fasilitas umum dan fasilitas penunjang yang digunakan di masyarakat :

1. Fasilitas Pendidikan
2. Fasilitas Peribadatan
3. Fasilitas Kesehatan
4. Fasilitas Perdagangan dan Jasa
5. Fasilitas Umum, Rekreasi dan Olahraga
6. Fasilitas Kegiatan industri

#### 2.5. Proyeksi Kebutuhan Air Bersih

Perhitungan kebutuhan air bersih erat kaitanya dengan proyeksi laju pertumbuhan penduduk karena fluktuatif kebutuhan air bersih bergantung pada hal tersebut.

Pertumbuhan penduduk merupakan salah satu faktor penting dalam perencanaan kebutuhan air minum. Dalam kajian ini, proyeksi jumlah penduduk digunakan sebagai dasar untuk menghitung tingkat kebutuhan air minum pada masa mendatang. Proyeksi

jumlah penduduk disuatu daerah pada tahun tertentu dapat dilakukan apabila diketahui tingkat pertumbuhan penduduknya. Proyeksi jumlah penduduk di masa mendatang dapat dilakukan dengan menggunakan tiga metode yaitu :

1. Metode Aritmatik
2. Metode Geometri
3. Metode Eksponensial

### 2.5.1. Metode Aritmatik

Prakiraan jumlah penduduk dengan metode aritmatik menggunakan persamaan sebagai berikut Muliakusumah (1981,p.255)

$$P_n = P_0 (1 + rn) \dots\dots\dots (2-1)$$

Dimana :

$P_n$  = jumlah penduduk pada akhir tahun ke-n (jiwa)

$P_0$  = jumlah penduduk pada tahun yang ditinjau (jiwa)

$r$  = angka pertambahan penduduk per tahun (%)

$n$  = jumlah tahun proyeksi (tahun)

### 2.5.2. Metode Geometri

Jumlah perkembangan penduduk dengan menggunakan metode ini dirumuskan sebagai berikut Muliakusumah (1981,p.255)

$$P_n = P_0 (1 + r)^n \dots\dots\dots (2-2)$$

Dimana :

$P_n$  = jumlah penduduk pada akhir tahun ke-n (jiwa)

$P_0$  = jumlah penduduk pada tahun yang ditinjau (jiwa)

$r$  = angka pertumbuhan penduduk

$n$  = periode tahun yang ditinjau

### 2.5.3. Metode Eksponensial

Perkiraan jumlah penduduk dengan cara eksponensial menggunakan persamaan sebagai berikut Muliakusumah (1981,p.255)

$$P_n = P_0 x e^{r \cdot n} \dots\dots\dots (2-3)$$

Dimana :

$P_n$  = jumlah penduduk pada akhir tahun ke-n

$P_0$  = jumlah penduduk pada tahun yang ditinjau

$r$  = angka pertumbuhan penduduk

$n$  = periode tahun yang ditinjau

$e$  = angka eksponensial (2,71828)



#### 2.5.4. Koefisien Korelasi

Koefisien korelasi adalah nilai yang menunjukkan kuat/tidaknya hubungan linier antar dua variabel, yakni dengan nilai terbesar mendekati + 1. Menurut Soewarno (1995,p.14), koefisien korelasi dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$r = \frac{n \cdot \sum_{i=1}^n X_i \cdot Y_i - \sum_{i=1}^n X_i \cdot \sum_{i=1}^n Y_i}{\sqrt{(n \cdot \sum_{i=1}^n X_i^2 - (\sum_{i=1}^n X_i)^2) \cdot (n \cdot \sum_{i=1}^n Y_i^2 - (\sum_{i=1}^n Y_i)^2)}} \quad (2-4)$$

dengan:

r = koefisien korelasi

X = tahun proyeksi

Y = jumlah penduduk proyeksi

#### 2.5.5. Standar Deviasi

Standar deviasi adalah nilai yang menunjukkan besarnya jarak sebaran terhadap nilai rerata, yakni semakin kecil nilainya maka datanya menjadi semakin akurat. Menurut Soewarno (1995,p.13), standar deviasi dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (2-5)$$

dengan:

S = standar deviasi

$X_i, \bar{X}$  = nilai varian, nilai rerata

n = jumlah data

#### 2.5.6. Proyeksi Kebutuhan Air Bersih

Perhitungan Proyeksi kebutuhan air bersih disebabkan oleh faktor-faktor sebagai berikut :

- Jumlah penduduk yang berkembang setiap tahun.
- Tingkat pelayanan.
- Faktor kehilangan air.

#### 2.5.7. Fluktuasi Kebutuhan Air Bersih

Fluktuasi kebutuhan air adalah ketidaktetapan konsumsi penduduk akan air bersih yang dipengaruhi oleh jam konsumsi dengan bergantung pada aktivitas keseharian masyarakat di daerah tersebut. Dengan faktor jam konsumsi yang bergantung pada aktivitas keseharian masyarakat yang berlangsung terus-menerus, maka terbentuklah pola fluktuasi kebutuhan air yang relatif sama. Untuk mengatasi faktor fluktuasi kebutuhan air tersebut, maka Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Cipta Karya Dinas PU

menetapkan nilai faktor hari maksimum dan nilai faktor jam puncak yang harus diperhitungkan dalam menghitung besarnya kebutuhan air bersih, adapun rumusnya sebagai berikut:

$$\text{Kebutuhan harian maksimum} = 1,15 \times \text{kebutuhan air rerata} \dots\dots\dots (2-6)$$

$$\text{Kebutuhan jam puncak} = 1,56 \times \text{kebutuhan air maksimum} \dots\dots\dots (2-7)$$

Untuk mengetahui kriteria perencanaan air bersih pada tiap-tiap kategori dapat di lihat pada Tabel 2.2 berikut ini :

Tabel 2.2  
Kriteria Perencanaan Air Bersih

KATEGORI KOTA BERDASARKAN JUMLAH PENDUDUK (JIWA)					
URAIAN	>1.000.000	500.000 s/d 1000.000	100.000 s/d 500.000	20.000 s/d 100.000	<20.000
	Kota Metropolitan	Kota Besar	Kota Sedang	Kota Kecil	Desa
1	2	3	4	5	6
1. Faktor Harian Maksimum	1,15 - 1,25 *harian	1,15 - 1,25 *harian	1,15 - 1,25 *harian	1,15 - 1,25 *harian	1,15 - 1,25 *harian
2. Faktor Jam Puncak	1,56 - 1,75 *hari maks	1,56 - 1,75 *hari maks	1,56 - 1,75 *hari maks	1,56 *hari maks	1,56 *hari maks

Sumber: Departemen Pekerjaan Umum Direkotrat Jendral Cipta Karya Dinas PU

Pada Tabel 2.3 dijelaskan bahwa konsumsi penduduk akan air bersih memiliki koefisien pengali setiap jam terhadap kebutuhan air hariannya, hal tersebut karena konsumsi penduduk akan air bersih tidaklah konstan, melainkan bervariasi tergantung pada jam konsumsinya. Jadi faktor pengali tersebut digunakan untuk menghitung jumlah kebutuhan air penduduk tiap jam berdasarkan koefisien pengali dengan kebutuhan air harian penduduk.

### 1. Faktor Hari Maksimum / *Maximum Day Factor*

Faktor perbandingan antara penggunaan hari maksimum dengan penggunaan air rata-rata harian selama setahun, sehingga akan diperoleh :

$$Q_{\text{hari maks}} = f_{\text{hm}} * Q_{\text{hari rata-rata}} \dots\dots\dots (2-8)$$

### 2. Faktor Jam Puncak / *Peak Hour Factor*

Faktor perbandingan antara penggunaan air jam terbesar dengan penggunaan air rata-rata hari maksimum, sehingga akan diperoleh :

$$Q_{\text{jam puncak}} = f_{jp} * Q_{\text{hari rata-rata}} \dots \dots \dots (2-9)$$

Berdasarkan grafik fluktuasi kebutuhan air bersih dari Ditjen Cipta Karya Departemen PU, maka didapatkan nilai load factor sebagai berikut yang tersaji dalam Tabel 2.3:

Tabel 2.3

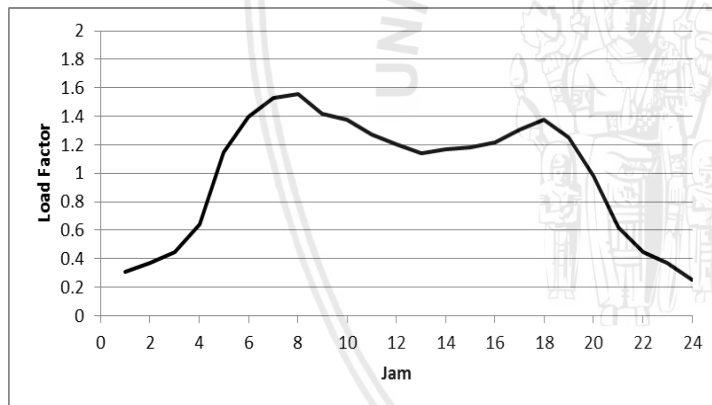
#### Faktor Pengali (Load Factor) Terhadap Kebutuhan Air Bersih

Jam	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
LF	0,3	0,37	0,45	0,64	1,15	1,4	1,53	1,56	1,41	1,38	1,27	1,2
Jam	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
LF	1,14	1,17	1,18	1,22	1,31	1,38	1,25	0,98	0,62	0,45	0,37	0,25

Sumber: Ditjen Cipta Karya Departemen PU (1994, p. 24)

Faktor pengali (*load factor*) pada Tabel 2.3 diatas, selanjutnya akan digunakan untuk menghitung kebutuhan air baku pada jam-jam tertentu karena fluktuatif kebutuhan jam yang beraneka ragam.

Berikut adalah grafik fluktuasi pemakaian air bersih harian yang tersaji dalam *Gambar 2.1*:



*Gambar 2.1* Grafik Fluktuasi Pemakaian Air Bersih Harian

Sumber: Ditjen Cipta Karya Departemen PU (1994, p.24)

## 2.6. Komponen Bangunan Dalam Jaringan Air Bersih

### 2.6.1. Bangunan Pengambil Air Bersih (*Broncaptering*)

Sumber mata air banyak dipakai sebagai sumber air baku untuk sistem penyediaan air bersih. Hal ini dikarenakan kualitas sumber mata air relative lebih baik dari air permukaan, sehingga pengolahan yang digunakan tidak terlalu rumit. Untuk bisa memanfaatkan mata air, dibuat suatu bangunan pengambilan air yang biasanya dinamakan *Broncaptering* atau *Spring Capture*.

Dasar-dasar perencanaan bangunan pengambilan air bersih harus memenuhi ketentuan yang meliputi:

1. Survei dan identifikasi sumber air baku, terdiri dari:

- Kondisi topografi
- Kondisi debit mata air
- Kondisi kualitas air
- Pemanfaatan air bersih tersebut

2. Persyaratan lokasi penempatan dan konstruksi bangunan pengambilan

- Penempatan bangunan pengambilan harus aman terhadap polusi yang disebabkan pengaruh luar (pencemaran oleh manusia dan makhluk hidup lain)
- Penempatan bangunan pengambilan pada lokasi yang memudahkan dalam pelaksanaan dan aman terhadap daya dukung alam (terhadap longsor dan lain-lain)
- Dimensi bangunan pengambilan harus mempertimbangkan kebutuhan maksimum harian
- Konstruksi bangunan harus aman terhadap banjir sungai, gaya guling, gaya geser, gaya rembesan, gempa dan gaya angkat air (*Up-lift*)
- Dimensi inlet dan outlet letaknya harus memperhitungkan fluktuasi ketinggian muka air
- Pemilihan lokasi bangunan pengambilan harus memperhatikan karakteristik sumber air
- Konstruksi bangunan direncanakan dengan umur efektif minimal 25 tahun

Secara umum bangunan pengambilan air mata air dibedakan menjadi dua, yaitu:

1. Bangunan penangkap

Pertimbangan pemilihan bangunan penangkap adalah:

- Pemunculan mata air cenderung arah horizontal, mata air muncul dari kaki perbukitan
- Apabila keluaran mata air melebar maka, bangunan pengambilan perlu dilengkapi dengan konstruksi sayap yang membentang di outlet mata air. Perlengkapan bangunan penangkap terdiri dari:
  - Outlet untuk konsumen air bersih
  - Outlet untuk konsumen lain (perikanan atau pertanian, dll)
  - Peluap (*Overflow*)
  - Penguras

- Bangunan pengukur debit
- Konstruksi penahan erosi
- Manhole
- Saluran drainase keliling
- Pipa ventilasi

## 2. Bangunan pengumpul atau sumuran

Pertimbangan pemilihan bangunan pengumpul adalah:

- Pemunculan mata air cenderung vertical
- Mata air yang muncul pada daerah datar dan membentuk tampungan
- Apabila outlet mata air pada satu tempat maka digunakan tipe sumuran
- Apabila outlet mata air pada beberapa tempat dan tidak berjauhan maka digunakan bangunan pengumpul atau dinding keliling

Perlengkapan bangunan pengumpul terdiri dari:

- Outlet untuk konsumen air bersih
- Outlet untuk konsumen lain (perikanan atau pertanian, dll)
- Peluap (*Overflow*)
- Penguras
- Bangunan pengukur debit
- Manhole
- Saluran drainase keliling
- Pipa ventilasi

### 2.6.2. Pipa

Pipa adalah komponen perantara untuk mendistribusikan air bersih ke penduduk. Dalam perencanaan jaringan perpipaan, perlu diketahui kriteria perencanaan jaringan perpipaan agar sesuai dengan standar yang berlaku. Adapun kriteria perencanaan jaringan perpipaan menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 18 Tahun 2007 seperti ditunjukkan pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4  
Kriteria Perencanaan Jaringan Perpipaan

Kriteria Perencanaan	Perlakuan
	Kecepatan kurang dari 0,1 m/dt
Kecepatan 0,1 – 2,5 m/dt	› Diameter pipa diperkecil
	› Ditambahkan pompa
	› Elevasi hulu pipa hendaknya lebih tinggi

Lanjutan Tabel 2.4  
Kriteria Perencanaan Jaringan Perpipaan

Kriteria Perencanaan	Perlakuan
	(d disesuaikan di lapangan)
	Kecepatan lebih dari 2,5 m/dt
	› Diameter pipa diperbesar
	› Elevasi pipa bagian hulu pipa terlalu besar dibandingkan dengan hilir pipa
	<i>Headloss Gradient</i> lebih dari 15 m/km
<i>Headloss Gradient</i> 0 – 15 m/km	› Diameter pipa diperbesar
	› Elevasi pipa bagian hulu pipa terlalu besar dibandingkan dengan hilir pipa
	Tekanan kurang dari 0,5 atm
	› Diameter pipa diperbesar
	› Ditambahkan pompa
Tekanan 0,5 – 8 atm	› Pemasangan pipa yang kedua di bagian atas, sebagian atau keseluruhan dari panjang pipa
	Tekanan lebih dari 8 atm
	› Diameter pipa diperkecil
	› Ditambahkan bangunan bak pelepas tekan
	› Pemasangan <i>Pressure Reducer Valve (PRV)</i>

Sumber: Peraturan Menteri Pekerjaan Umum, 2007

### 2.6.2.1. Jenis Pipa

Pada suatu sistem jaringan distribusi air bersih, pipa merupakan komponen yang utama. Pipa ini berfungsi sebagai sarana untuk mengalirkan air dan sumber air ke tandon, maupun dari tandon ke konsumen. Pipa tersebut memiliki bentuk penampang lingkaran dengan diameter yang bermacam-macam.

Pipa yang umumnya dipakai untuk sistem jaringan distribusi air dibuat dari bahan-bahan seperti berikut ini:

#### 1. Besi tuang (*cast iron*)

Pipa ini biasanya dicelupkan dalam senyawa bitumen untuk perlindungan terhadap karat. Umumnya panjang pipa adalah 4 m dan 6 m. Tekanan maksimum pipa sebesar 2500 kN/cm<sup>2</sup> (350 psi) dan umur pipa jika pada keadaan normal dapat mencapai 100 tahun. (Linsley, 1986,p.297).

Keuntungan dari pipa ini adalah :

- Pipa cukup murah;

- Pipa mudah disambung;
- Pipa tahan karat.

Kerugian dari pipa ini adalah:

- Pipa berat sehingga biaya pengangkutan mahal;
- Pipa keras sehingga mudah pecah;
- Dibutuhkan tenaga ahli dalam penyambungan.

## 2. Besi galvanis (*galvanized iron*)

Pipa jenis ini bahannya terbuat dari pipa baja yang dilapisi seng. Umur pipa pada keadaan normal bisa mencapai 40 tahun. Pipa berlapis seng digunakan secara luas untuk jaringan pelayan yang kecil di dalam sistem distribusi.

Keuntungan dari pipa ini adalah :

- Harga murah dan banyak tersedia di pasaran;
- Ringan sehingga mudah diangkat;
- Pipa mudah disambung.

Kerugian dari ini pipa adalah :

- Pipa mudah berkarat.

## 3. Plastik (*PVC*)

Pipa ini lebih dikenal dengan sebutan PVC (*Poly Vinyl Chloride*) dan di pasaran mudah didapat dengan berbagai ukuran. Panjang 4 m – 6 m dengan ukuran diameter pipa mulai 16 mm hingga 350 mm. Umur pipa dapat mencapai 75 tahun.

Keuntungan dari pipa ini adalah :

- Harga murah dan banyak tersedia di pasaran;
- Ringan sehingga mudah diangkat;
- Mudah dalam pemasangan dan penyambungan;
- Pipa tahan karat.

Kerugian dari pipa ini adalah :

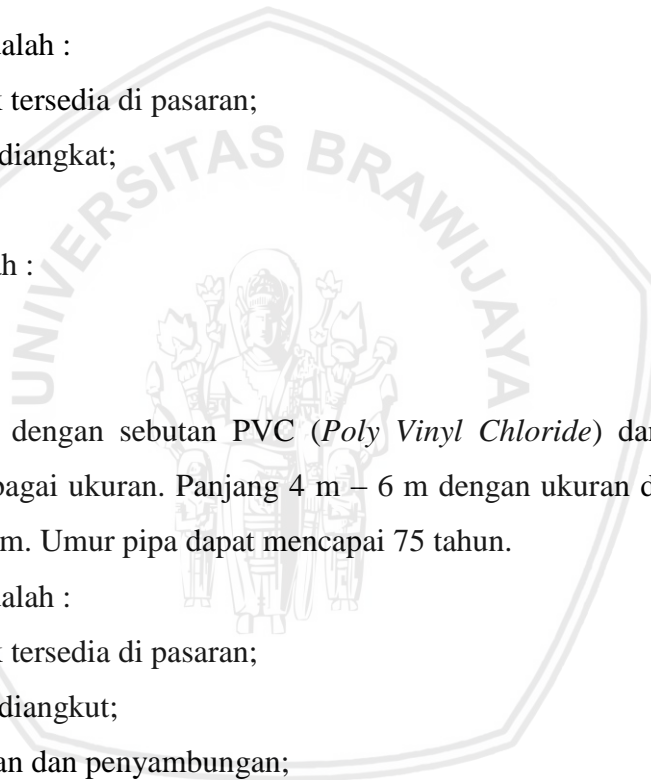
- Pipa jenis ini mempunyai koefisien muai yang besar sehingga tidak tahan panas;
- Mudah bocor dan pecah;

## 4. Pipa Baja (*Steel Pipe*)

Pipa jenis ini terbuat dari baja lunak yang mempunyai banyak ragam ukuran di pasaran. Pipa baja telah digunakan dengan berbagai ukuran hingga lebih dari 6 m garis tengahnya. Umur pipa yang cukup terlindungi paling sedikit 40 tahun.

Keuntungan dari pipa ini adalah :

- Tersedia dalam berbagai ukuran panjang;





- Mudah dalam pemasangan dan penyambungan.

Kerugian dari pipa ini adalah :

- Tidak tahan karat;
- Pipa berat sehingga biaya pengangkutan mahal.

#### 5. Pipa Beton (*Concrete Pipe*)

Pipa ini tersedia dalam ukuran garis tengah 750 mm – 3,600 mm, sedangkan panjang standar 3,6 – 7,2 m. Pembuatan berdasarkan pada pesanan khusus. Pipa ini berumur 30 - 50 tahun.

Keuntungan dari pipa ini adalah :

- Bermutu tinggi;
- Tidak menggunakan tulangan

Kerugian dari pipa adalah :

- Air alkali bisa menyebabkan berkarat.

#### 6. Pipa Besi Bentukan (*Ductile Iron pipe*)

Tersedia dalam ukuran 100 mm–150 mm. Ductile iron pipe merupakan produk dari besi tuang yang merupakan campuran dari pasir dan metal. Panjang standar 5,5 m.

Keuntungan dari pipa ini adalah :

- Dilapisi campuran semen sebagai pelindung;
- Tahan terhadap korosi;
- Kuat terhadap beban tanah.

Kerugian dari pipa ini adalah :

- Biaya mahal;
- Mudah rusak oleh limbah;
- Berkarat pada air asam.

#### 7. Pipa Semen Asbes (*Asbestor Cement Pipe*)

Terbuat dari campuran semen portland dan serat asbes dan tersedia dalam ukuran 100 – 1050 mm.

Keuntungan dari pipa ini adalah :

- Umurnya panjang;
- Dicampuri oleh lapisan semen;
- Kaku.

Kerugian dari pipa ini adalah :

- Mudah rusak oleh limbah.

### 2.6.2.2. Tebal Dinding Pipa Jenis PVC Tiap Ukuran Inch



Gambar 2.2 Pipa PVC

Sumber: Info Material Bangunan

Ukuran Pipa PVC yang benar akan menentukan instalasi yang bagus untuk jangka yang panjang dan aman. Berikut ini adalah macam-macam ukuran pipa PVC dengan ukuran standard (satuan inch) :

Tabel 2.5  
Tebal Dinding Pipa PVC Kelas AW

Diameter		Tebal Dinding (mm)
Inch	mm	
1/2	12,70	1,50
3/4	19,05	1,80
1	25,40	2,00
1 1/4	3,18	2,30
1 1/2	38,10	2,30
2	50,80	2,30
2 1/2	63,50	2,60
3	76,20	3,10
4	101,60	4,10

Sumber: Info Material Bangunan

### 2.6.2.3. Komponen Tambahan Pipa

Komponen tambahan pipa digunakan untuk menunjang pipa mendistribusikan kebutuhan air bersih ke penduduk. Adapun komponen tambahan pipa menurut Lufira (2012,p.27) antara lain sebagai berikut:

1. Spigol-Bell, digunakan untuk menyambung pipa yang sama dan sejajar.
2. Flange joint, digunakan untuk penyambung antara pompa dengan pipa.

3. Increaser and Reducer, digunakan untuk menyambung pipa yang berbeda.
4. Bend/Elbow, digunakan untuk menyambung pipa yang belok.
5. “Y”, digunakan untuk menyambung tiga pipa yang belok dengan sudut  $45^\circ$ .
6. Tee, digunakan untuk menyambung tiga pipa yang belok dengan sudut  $90^\circ$ .
7. Flow Control Valve (FCV), digunakan untuk mengatur aliran pipa.
8. Throttle Breaker Valve (TBV), digunakan untuk mengatur minor losses pipa.
9. General Purpose Valve (GPV), digunakan untuk mengatur headloss pipa.
10. Pressure Reducer Valve (PRV), digunakan untuk mengurangi tekanan pipa.
11. Pressure Sustaning Valve (PSV), digunakan untuk mempertahankan tekanan pipa.
12. Pressure Breaker Valve (PBV), digunakan untuk menambah tekanan pipa.
13. Water meter, digunakan untuk mengetahui debit dan jumlah aliran di dalam pipa.

#### **2.6.2.4. Pertimbangan Pemilihan Pipa**

Pertimbangan pemilihan pipa dalam perencanaan jaringan perpipaan menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 18 Tahun 2007 adalah sebagai berikut:

1. Diameter pipa yang umum ada dipasaran.
2. Karakteristik tanah dan air tanah tempat pipa akan ditanam.
3. Kondisi lingkungan tempat pipa akan ditanam.
4. Sistem pengaliran yang digunakan.
5. Operasional dan perawatan pipa.

#### **2.7. Analisa Hidrolika Perpipaan**

Air di dalam pipa selalu mengalir dari tempat yang memiliki tinggi energi lebih besar menuju tempat yang memiliki tinggi energi lebih kecil. Aliran tersebut memiliki tiga macam energi yang bekerja di dalamnya Priyantoro (1991,p.5), yaitu :

1. Energi kinetik, yaitu energi yang ada pada partikel massa air sehubungan dengan kecepatannya.
2. Energi tekanan, yaitu energi yang ada pada partikel massa air sehubungan dengan tekanannya.
3. Energi ketinggian, yaitu energi yang ada pada partikel massa air sehubungan dengan ketinggiannya terhadap garis refresi (*datum line*).

##### **2.7.1. Hukum Bernoulli**

Prinsip dasar Bernoulli adalah tekanan dalam pipa, kecepatan aliran dalam pipa, dan tinggi muka air dalam pipa. Hal tersebut didapatkan dari fenomena hidraulik dalam pipa.

Menurut Triadmodjo (1993,p.7), energi total dari prinsip dasar Bernoulli dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$E_{total} = h + \frac{v^2}{2g} + \frac{P}{\gamma_w} \dots\dots\dots (2-10)$$

dengan:

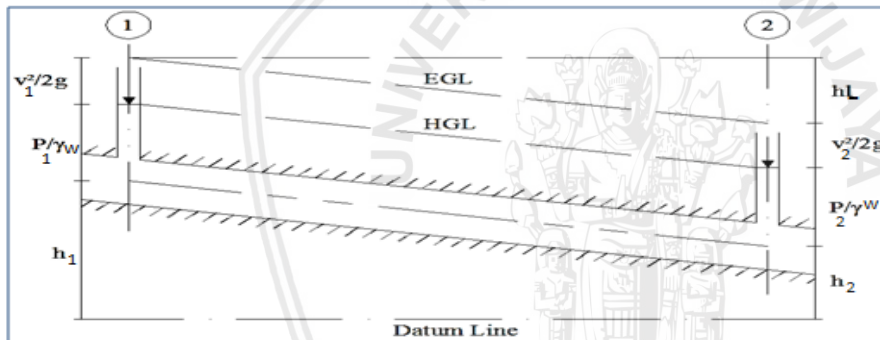
$E_{total}$  = energi total

$h$  = ketinggian

$\frac{v^2}{2g}$  = energi kinetik

$\frac{P}{\gamma_w}$  = energi potensial

Berdasarkan prinsip dasar Bernoulli, bahwa dalam sistem hidraulika tertutup tidak ada energi lain yang bekerja pada pipa, selain energi yang ditimbulkan dari air dalam pipa itu sendiri. Keadaan tersebut juga bisa disebut dengan hukum kekekalan energi. Sehingga rumus sesuai dengan *Gambar 2.3* dapat ditulis sebagai berikut.



*Gambar 2.3* Diagram Energi dan Garis Tekan

Sumber : Triadmodjo (1993,p.8)

Adapun persamaan Bernoulli dalam gambar di atas dapat ditulis sebagai berikut Triadmodjo (1993,p.8) :

$$h_1 + \frac{v_1^2}{2g} + \frac{P_1}{\gamma_w} = h_2 + \frac{v_2^2}{2g} + \frac{P_2}{\gamma_w} + h_L, \dots\dots\dots (2-11)$$

$$\text{untuk } h_L = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}, \dots\dots\dots (2-12)$$

pada persamaan di atas,  $f$  adalah koefisien Darcy-Weisbach. Koefisien  $f$  merupakan fungsi dari angka Reynolds dan kekasaran pipa.

dengan :

$\frac{P_1}{\gamma_w}, \frac{P_2}{\gamma_w}$  = tinggi tekan di titik 1 dan 2 (m)

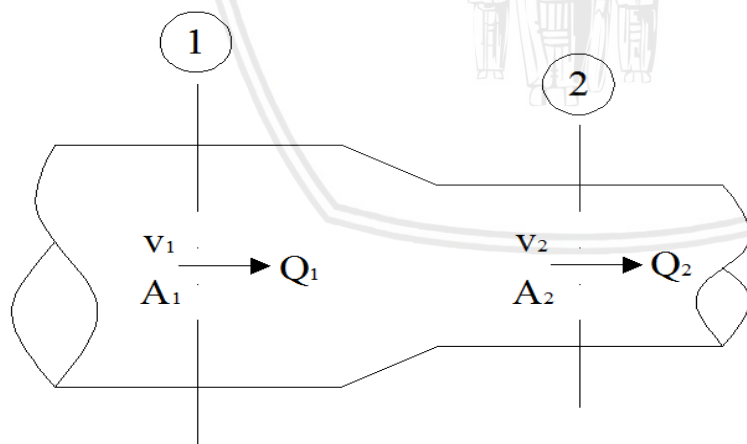
$\frac{V_1^2}{2g}, \frac{V_2^2}{2g}$  = tinggi energi di titik 1 dan 2 (m)

- $p_1, p_2$  = tekanan di titik 1 dan 2 (kg/m<sup>2</sup>)
- $\gamma_w$  = berat jenis air ((kg/m<sup>3</sup>)
- $V_1, V_2$  = kecepatan aliran di titik 1 dan 2 (m/det)
- $g$  = percepatan gravitasi (m/det<sup>2</sup>)
- $h_1, h_2$  = tinggi elevasi di titik 1 dan 2 dari garis yang ditinjau (m)
- $h_L$  = kehilangan tinggi tekan dalam pipa (m)
- $f$  = faktor gesekan (koefisien gesekan Darcy-Weisbach)

Pada *Gambar 2.3* tampak garis yang menunjukkan besarnya tekanan air pada penampang tinjauan. Garis tekanan ini pada umumnya disebut garis gradien hidrolis atau garis kemiringan hidrolis. Jarak vertikal antara pipa dengan garis gradien hidrolis menunjukkan tekanan yang terjadi dalam pipa. Pada gambar juga tampak adanya perbedaan ketinggian antara titik 1 dan 2 yang mana merupakan kehilangan energi (*head loss*) yang terjadi sepanjang antara penampang 1 dan 2.

**2.7.2. Hukum Kontinuitas**

Prinsip dasar hukum kontinuitas adalah kekekalan massa, yaitu jumlah air yang masuk dengan jumlah air yang keluar harus sama tiap satuan waktu. Walaupun terjadi perbedaan penampang sehingga mengakibatkan perbedaan diameter dalam pipa dan kecepatan aliran dalam pipa, seperti ditunjukkan pada *Gambar 2.4*. Sehingga dapat dirumuskan sebagai berikut.



*Gambar 2.4* Aliran dengan Penampang Pipa yang Berbeda  
 Sumber: Triatmodjo (1993,p.9)

$$Q_1 = Q_2$$

$$A_1 \times v_1 = A_2 \times v_2 \dots\dots\dots (2-13)$$

dengan:

$$Q_1, Q_2 = \text{debit di titik 1 dan 2 (m}^3/\text{dt)}$$

$A_1, A_2$  = luas penampang di titik 1 dan 2 ( $m^2$ )

$v_1, v_2$  = kecepatan di titik 1 dan 2 ( $m/dt$ )

### 2.7.3. Jenis Aliran Dalam Pipa

Jenis aliran dalam pipa ditentukan dengan besarnya nilai bilangan Reynolds. Menurut Triadmodjo (1993,p.13), besarnya nilai bilangan Reynolds ditentukan oleh hubungan dari gaya inersia dengan gaya kekentalan. Sehingga dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$Re = \frac{\mu V D}{\rho} \dots\dots\dots (2-14)$$

dengan:

Re = bilangan Reynolds

V = kecepatan dalam pipa ( $m/dt$ )

D = diameter pipa (m)

$\frac{\mu}{\rho} = \nu$  = kekentalan kinematik ( $m^2/dt$ )

Tabel 2.6  
Kekentalan Kinematik pada Air

Suhu ( $^{\circ}C$ )	Kekentalan Kinematik ( $m^2/dt$ )	Suhu ( $^{\circ}C$ )	Kekentalan Kinematik ( $m^2/dt$ )
0	$1,785 \cdot 10^{-6}$	40	$0,658 \cdot 10^{-6}$
5	$1,519 \cdot 10^{-6}$	50	$0,553 \cdot 10^{-6}$
10	$1,306 \cdot 10^{-6}$	60	$0,474 \cdot 10^{-6}$
15	$1,139 \cdot 10^{-6}$	70	$0,413 \cdot 10^{-6}$
20	$1,003 \cdot 10^{-6}$	80	$0,364 \cdot 10^{-6}$
25	$0,893 \cdot 10^{-6}$	90	$0,326 \cdot 10^{-6}$
30	$0,800 \cdot 10^{-6}$	100	$0,294 \cdot 10^{-6}$

Sumber: (Priyantoro, 1991,p.7)

Sesuai dengan perhitungan bilangan Reynolds dengan melihat Tabel 2.6. sebagai nilai kekentalan kinematik air, maka menurut (Priyantoro, 1991,p.7), jenis aliran dalam pipa dapat diklasifikasikan sebagai berikut.

$Re < 2000$                       Jenis Aliran Laminer

$2000 < Re < 4000$             Jenis Aliran Transisi

$4000 < Re$                       Jenis Aliran Turbulen

### 2.7.4. Kehilangan Tinggi Tekan (*Head Loss*)

Pada perencanaan jaringan pipa, tidak mungkin dapat dihindari adanya kehilangan tinggi tekan selama air mengalir melalui pipa tersebut. Kehilangan tinggi tekan ini dibagi



menjadi dua yaitu kehilangan tinggi tekan mayor (*major losses*) dan kehilangan tinggi tekan minor (*minor losses*).

#### 2.7.4.1. Kehilangan Tinggi Tekan Mayor (*Major Losses*)

Kehilangan tinggi tekan akibat gesekan dalam pipa disebabkan oleh kekentalan kinematik air yang berinteraksi dengan kekasaran relatif pipa sehingga menimbulkan tegangan gesek dan mengakibatkan terjadinya kehilangan energi. Dalam studi perencanaan ini, untuk menghitung besarnya *major losses* dalam pipa menggunakan rumus persamaan Hazen-Williams dengan nilai koefisien Hazen-Williams seperti ditunjukkan pada Tabel 2.7, yaitu sebagai berikut Sularso dan Tahara (2004,p.11):

$$h_f = \frac{10,666 Q^{1,85} L}{C_{hw}^{1,85} D^{4,87}} \dots\dots\dots (2-15)$$

dengan:

$h_f$  = *major losses* (m)

Q = debit aliran dalam pipa (m<sup>3</sup>/dt)

L = panjang pipa (m)

$C_{hw}$  = koefisien Hazen-Williams

D = diameter pipa (m)

nilai koefisien kekasaran berbeda beda karena perbedaan material atau bahan pipa. Adapun nilainya dapat dilihat pada Tabel 2.7 yang sebagai berikut:

Tabel 2.7

Koefisien Kekasaran Pipa *Hazen-Williams* ( $C_{hw}$ )

<b>Pipe Materials</b>	<b><math>C_{HW}</math></b>	<b>Pipe Materials</b>	<b><math>C_{HW}</math></b>
<i>Asbestos Cement</i>	140	<i>Copper</i>	130-140
<i>Brass</i>	130-140	<i>Galvanized iron</i>	120
<i>Brick sewer</i>	100	<i>Glass</i>	140
<b>Cast Iron</b>		<i>Lead</i>	130-140
<i>New Unlined</i>	130	<i>Plastic (PVC)</i>	130-150
<i>10 year old</i>	107-113	<b>Steel</b>	
<i>20 years old</i>	89-100	<i>Coal-tarenamel lined</i>	145-150
<i>30 years old</i>	75-90	<i>New Unlined</i>	140-150



Lanjutan Tabel 2.7  
Koefisien Kekasaran Pipa *Hazen-Williams* ( $C_{HW}$ )

<i>Pipe Materials</i>	$C_{HW}$	<i>Pipe Materials</i>	$C_{HW}$
<i>Concrete or concrete lined</i>		<i>Tin</i>	130
<i>Steel forms</i>	140	<i>Vitrified clay</i>	110-140
<i>Wooden forms</i>	120	<i>Wood stave</i>	120
<i>Centrifugally spun</i>	135		

Sumber : Priyantoro (1991,p.20)

#### 2.7.4.2. Kehilangan Tinggi Tekan Minor (*Minor Losses*)

Kehilangan tinggi tekan akibat jalur dalam pipa disebabkan berubahnya geometri aliran dalam pipa seperti ditunjukkan pada *Gambar 2.5*, hal tersebut dikarenakan terjadinya perubahan ukuran pipa, terdapatnya belokan, dan terdapatnya katup. Untuk menghitung besarnya *minor losses*, menggunakan rumus sebagai berikut Linsley (1994,p.14):

$$h_c = k_c \cdot \frac{v^2}{2g} \dots\dots\dots (2-16)$$

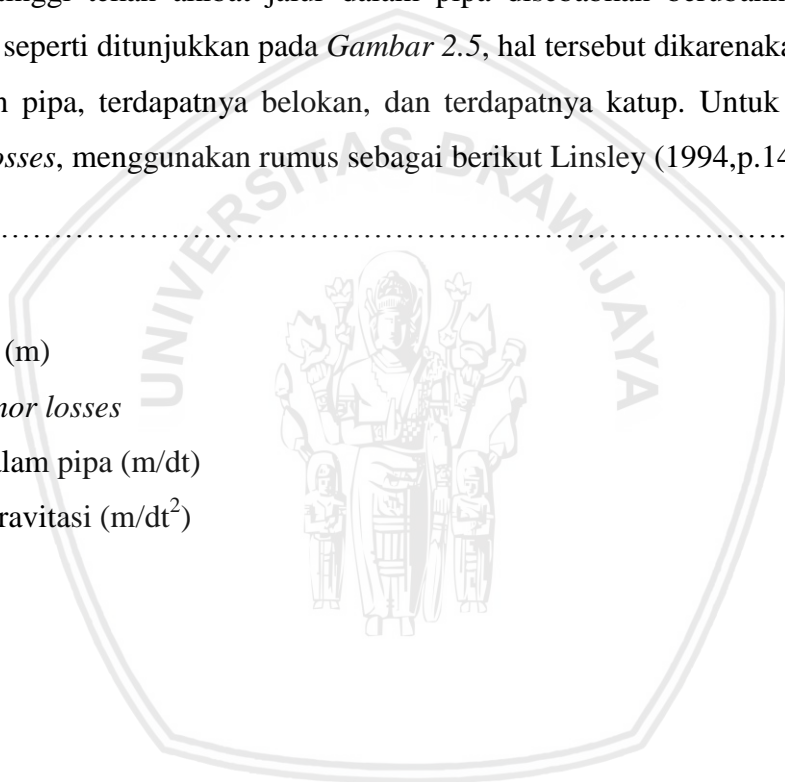
dengan:

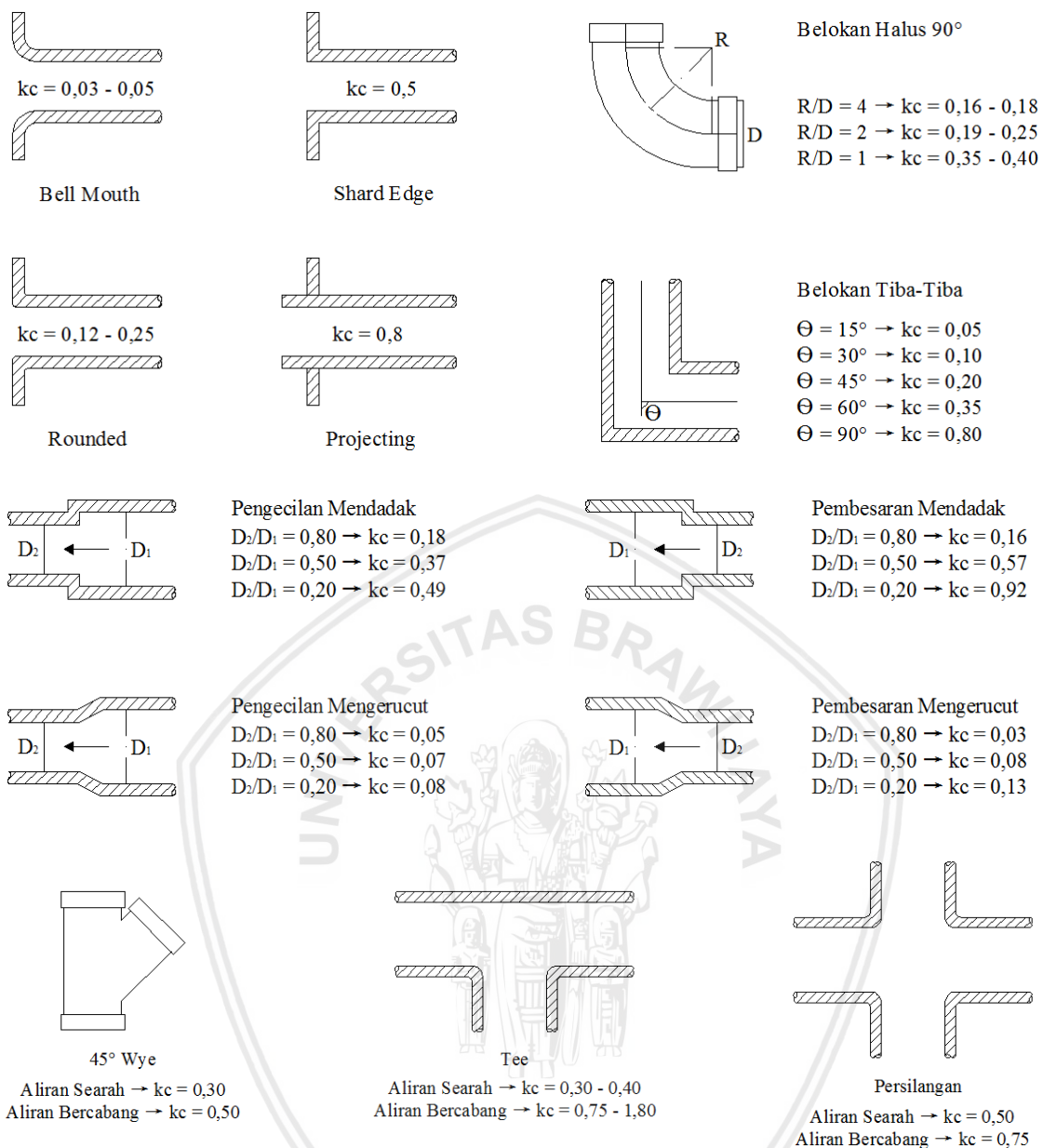
$h_c$  = *minor losses* (m)

$k_c$  = koefisien *minor losses*

$v$  = kecepatan dalam pipa (m/dt)

$g$  = percepatan gravitasi (m/dt<sup>2</sup>)





Gambar 2.5 Koefisien Hazen-Williams Tentang Kekasaran Relatif Pipa  
 Sumber: Chase, dkk (2001,p.23)

**2.7.5. Kecepatan Aliran Dalam Pipa**

Kecepatan aliran dalam pipa dipengaruhi oleh jari-jari hidraulik dan gradien hidraulik. Dalam studi perencanaan ini, untuk menghitung besarnya kecepatan aliran dalam pipa menggunakan rumus persamaan Hazen-Williams, yaitu sebagai berikut (Priyantoro, 1991):

$$V = 0,85 C_{hw} R^{0,63} S^{0,54} \dots\dots\dots (2-17)$$

dengan:

- V = kecepatan aliran dalam pipa (m/dt<sup>2</sup>)
- C<sub>hw</sub> = koefisien Hazen-Williams

R = jari-jari hidraulik (m)  

$$= \frac{A}{P} = \frac{((\pi/4)D^2)}{\pi D} = \frac{D}{4}$$

S = gradien hidraulik (m)  

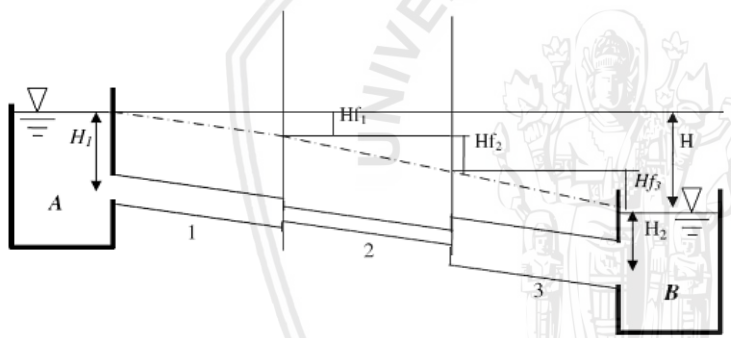
$$= \frac{\text{head losses}}{\text{panjang pipa}}$$

**2.7.6. Mekanisme Pengaliran Dalam Pipa**

Sistem perpipaan jaringan distribusi air baku dibagi menjadi dua yaitu pipa hubungan seri dan pipa hubungan paralel. Penggunaan dua sistem pemipaan ini bergantung pada kondisi lapangan dan melihat tingkat kebutuhan airnya.

**2.7.6.1. Pipa Hubungan Seri**

Apabila dalam suatu saluran pipa terdiri dari pipa dengan ukuran yang berbeda-beda dengan sambungan diameter yang sama, maka pipa tersebut dalam hubungan seri, pemasangan pipa secara seri akibat adanya dari perbedaan ukuran akan menimbulkan beberapa kehilangan tinggi tekan Priyantoro (1991,p.49).



Gambar 2.6 Pipa Hubungan Seri  
 Sumber : Triatmodjo (1993,p.74)

Menurut Triatmodjo (1996,p.74) Persamaan Kontinuitas dirumuskan sebagai berikut :

$Q = Q_1 = Q_2 = Q_3 \dots \dots \dots (2-18)$

dengan :

Q = total debit pada pipa yang terpasang seri (m<sup>3</sup>/det)

Q<sub>1</sub>, Q<sub>2</sub>, Q<sub>3</sub> = debit pada pipa 1, 2 dan 3 (m<sup>3</sup>/det)

Sedangkan untuk total kehilangan tekanan pada pipa yang terpasang seri (Triatmodjo, 1996,p.74) :

$H = hf_1 + hf_2 + hf_3 \dots \dots \dots (2-19)$

dengan :

H = total kehilangan tinggi tekan pada pipa yang terpasang seri (m)

hf<sub>1</sub>, hf<sub>2</sub>, hf<sub>3</sub> = kehilangan tinggi tekan pada tiap pipa (m)

### 2.7.6.2. Pipa Hubungan Paralel

Apabila dua pipa atau lebih yang terletak sejajar dan pada ujungnya dihubungkan oleh satu simpul maka pipa tersebut dipasang dalam kondisi paralel. Debit total dalam pemasangan seri merupakan hasil dari penjumlahan debit aliran tiap pipa, sedangkan kehilangan tekanan pada tiap pipa adalah sama. Persamaan garis energi pada pipa paralel :

$$H = hf_1 = hf_2 = hf_3 \dots\dots\dots (2-20)$$

dengan :

$H$  = total kehilangan tinggi tekan pada pipa yang terpasang seri (m)

$hf_1, hf_2$  dan  $hf_3$  = kehilangan tinggi tekan tiap pipa (m)

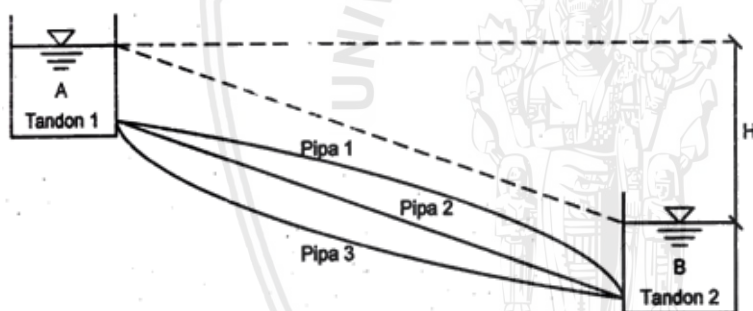
Sedangkan persamaan kontinuitasnya :

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 \dots\dots\dots (2-21)$$

dengan :

$Q$  = total debit pada pipa paralel ( $m^3/det$ )

$Q_1, Q_2, Q_3$  = debit pada tiap pipa ( $m^3/det$ )



Gambar 2.7 Pipa Hubungan Paralel

Sumber : Triatmodjo (1996,p.79)

## 2.8 Analisa Sistem Jaringan Distribusi Air Bersih dengan Aplikasi *Software WaterCAD V8i (SELECTseries 6)*

Analisis sistem jaringan distribusi air bersih merupakan suatu perencanaan yang rumit. Penyebab utama rumitnya analisis dikarenakan banyaknya jumlah proses *trial and error* yang harus dilakukan pada seluruh komponen yang ada pada sistem jaringan distribusi air bersih jaringan tersebut.

Pada saat ini program-program komputer di bidang perencanaan sistem jaringan distribusi air bersih sudah demikian berkembang dan maju sehingga kerumitan dalam perencanaan sistem jaringan distribusi air bersih dapat diatasi dengan menggunakan

program tersebut. Proses *trial and error* dapat dilakukan dalam waktu singkat dengan tingkat kesalahan yang relatif kecil karena programlah yang akan menganalisisnya.

Beberapa program komputer di bidang rekayasa dan perencanaan sistem jaringan distribusi air bersih diantaranya adalah program *Loops*, *Wadiso*, *Epanet 1.1*, *Epanet 2.0*, *WaterCAD*, dan *WaterNet*. Dalam studi ini digunakan program *WaterCAD V8i (SELECTseries 6)* karena program ini tergolong baru dan lebih detail dalam perencanaan komponen sistem jaringan.

### **2.8.1. Deskripsi Program *WaterCAD V8i (SELECTseries 6)***

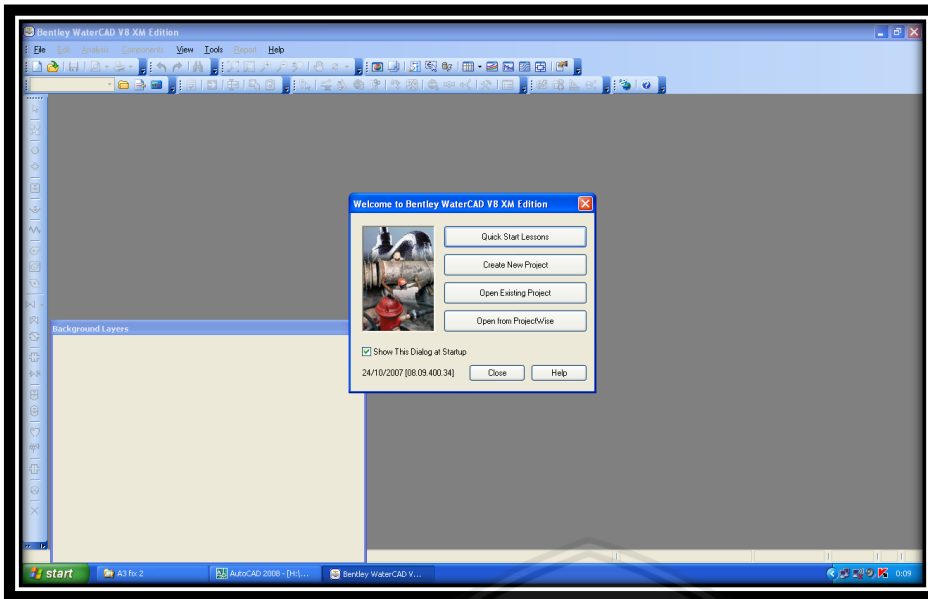
Program *WaterCAD V8i (SELECTseries 6)* merupakan produksi dari *Bentley* dengan jumlah pipa yang mampu dianalisis yaitu lebih dari 250 buah pipa sesuai pemesanan spesifikasi program *WaterCAD V8i (SELECTseries 6)*. Program ini dapat bekerja pada sistem *Windows 95*, *98* dan *2000* serta *Windows NT 4.0*. Program ini memudahkan pengguna untuk menyelesaikan lingkup perencanaan dan pengoptimalisasian sistem jaringan distribusi air baku, seperti (*Bentley*):

- Menganalisis sistem jaringan distribusi air pada satu kondisi waktu (kondisi permanen).
- Menganalisis tahapan-tahapan simulasi pada sistem jaringan terhadap adanya kebutuhan air yang berfluktuatif menurut waktu (kondisi tidak permanen).
- Menganalisis skenario perbandingan atau alternatif jaringan pada kondisi yang berlainan pada satu file kerja.

### **2.8.2. Tahapan-tahapan dalam Penggunaan Program *WaterCAD V8i (SELECTseries 6)***

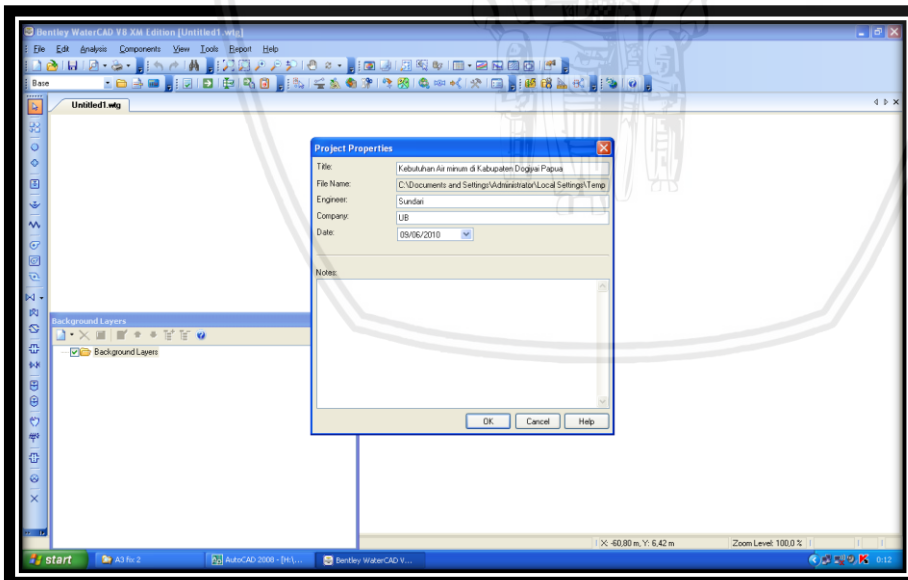
#### **a. *Welcome Dialog***

Pada setiap pembukaan awal program *WaterCAD V8i (SELECTseries 6)*, akan diperlihatkan sebuah *dialog box* yang disebut *welcome dialog*. Kotak tersebut memuat *Quick Start Leason*, *Create New Project*, *Open Existing Project* serta *Open from Project Wise* seperti terlihat pada gambar di bawah. Melalui *welcome dialog* ini pengguna dapat langsung mengakses ke bagian lain untuk menjalankan program ini.



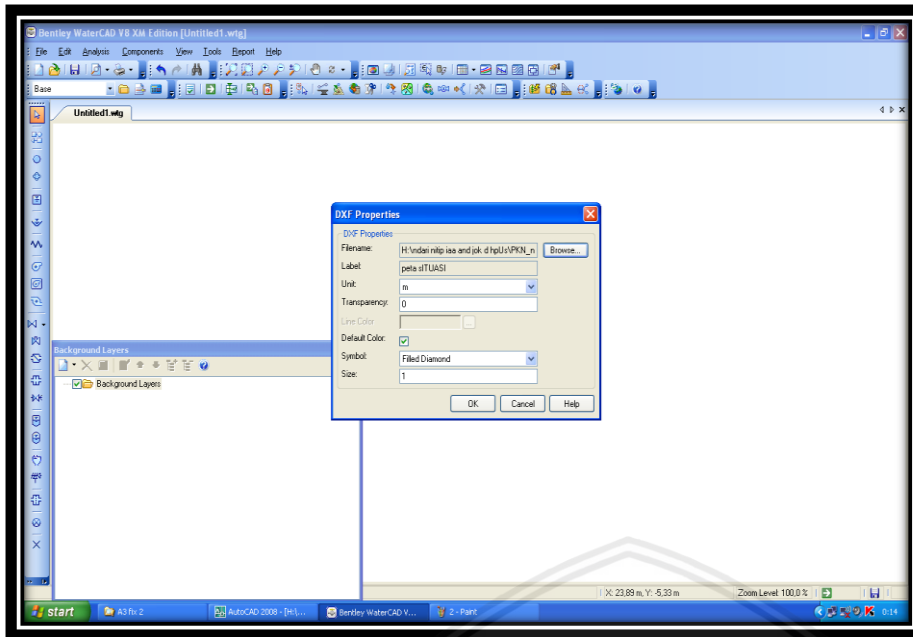
Gambar 2.8 Tampilan *Welcome Dialog* pada *WaterCAD V8i (SELECTseries 6)*

*Quick Start Lesson*, digunakan untuk mempelajari program dengan melihat contoh jaringan yang telah disediakan. *WaterCAD V8i (SELECTseries 6)* akan menuntun kita memahami cara menggunakan program ini. Untuk membuka *quick start lesson* dilakukan dengan mendouble klik kotak *quick start lesson* dan *create new project* digunakan untuk membuat lembar kerja baru.



Gambar 2.9 Tampilan *Project Properties* pada *WaterCAD V8i (SELECTseries 6)*



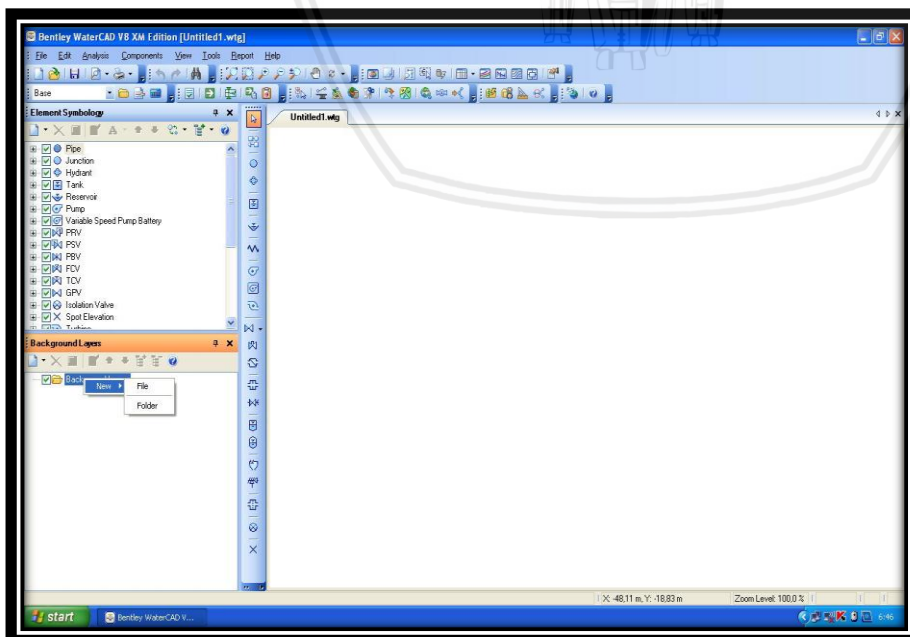


Gambar 2.10 Tampilan DXF Properties pada WaterCAD V8i (SELECTseries 6)

#### b. Pembuatan Lembar Kerja

Pembuatan lembar kerja baru atau *create new project* pada program WaterCAD V8i (SELECTseries 6) ini dapat dilakukan dengan mendouble klik *create new project* pada *Welcome Dialog*. Setelah masuk ke dalam lembar kerja baru tampilkan *Background Layers* dengan cara mengklik kanan *background layers–new–file* dan pilih *file dxf*.

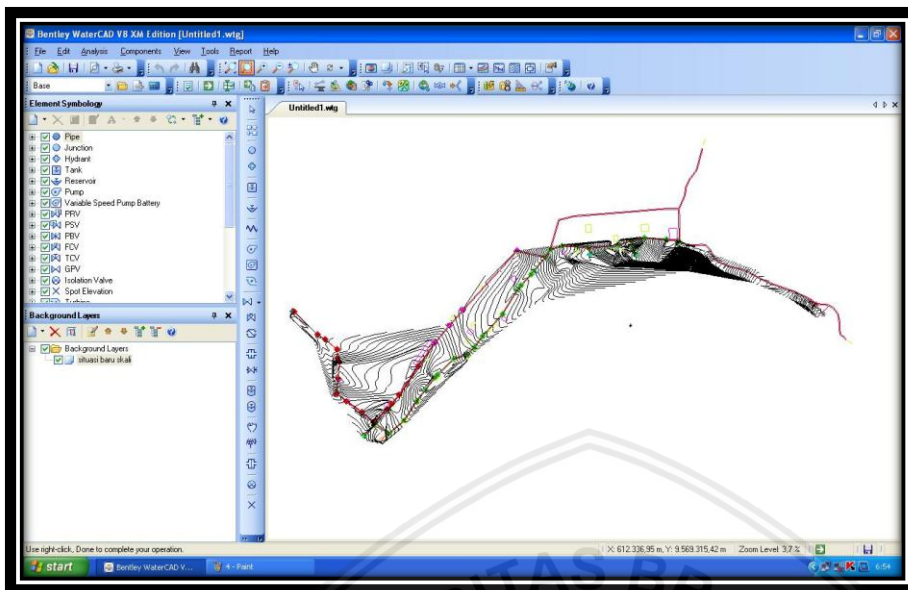
Setelah file dxf terpilih masuk dalam *dxf. Properties* dan unit diganti dalam m (meter). Setelah itu klik (OK) dan *zoom extents*.



Gambar 2.11 Tampilan Lembar Kerja pada WaterCAD V8i (SELECTseries 6)



Setelah *Background Layers* muncul dalam tampilan maka perencanaan atau penggambaran jaringan bisa dilakukan.



Gambar 2.12 Tampilan *Background Layers* pada *WaterCAD V8i (SELECTseries 6)*

Setelah penggambaran jaringan dilakukan adalah pengisian data-data teknis dan pemodelan komponen-komponen sistem jaringan distribusi air baku yang akan dipakai dalam penggambaran yang memudahkan untuk pengecekan. Komponen tersebut terdiri dari *reservoir*, titik simpul (*junction*), pipa dan katup.

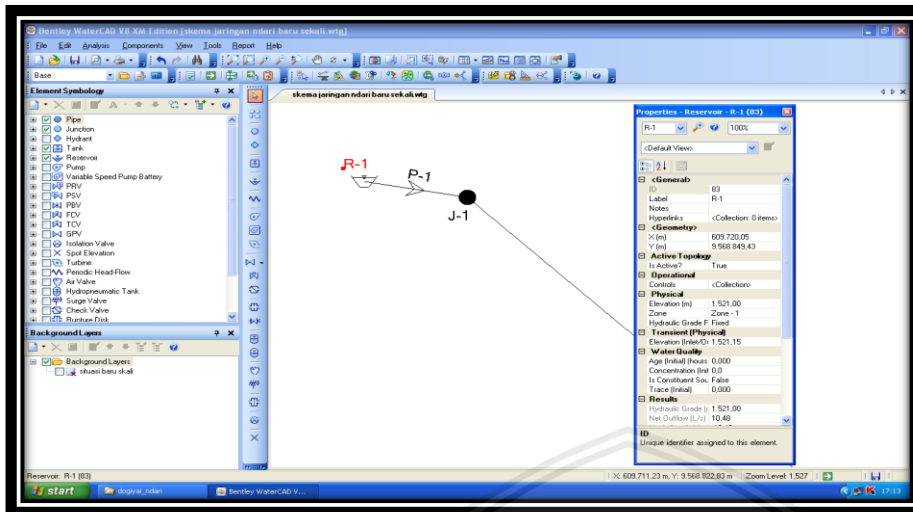
### c. Pemodelan Komponen - Komponen Sistem Jaringan Distribusi Air Baku

Dalam *WaterCAD V8i (SELECTseries 6)*, komponen-komponen sistem jaringan distribusi air baku seperti *reservoir*, titik simpul (*junction*), pipa dan katup tersebut dimodelkan sedemikian rupa sehingga mendekati kinerja komponen tersebut di lapangan. Untuk keperluan pemodelan, *WaterCAD V8i (SELECTseries 6)* telah memberikan penamaan setiap komponen tersebut secara otomatis yang dapat diganti sesuai dengan keperluan agar memudahkan dalam pengerjaan, pengamatan, penggantian ataupun pencarian suatu komponen tertentu. Agar dapat memodelkan setiap komponen sistem jaringan distribusi air baku dengan benar, perancang harus mengetahui cara memodelkan komponen tersebut dalam *WaterCAD V8i (SELECTseries 6)*. Adapun jenis-jenis pemodelan komponen sistem jaringan distribusi air baku dalam *WaterCAD V8i (SELECTseries 6)* adalah sebagai berikut:

#### 1. Pemodelan mata air (*reservoir*)

Pada program *WaterCAD V8i (SELECTseries 6)*, *reservoir* digunakan sebagai model dari suatu sumber air seperti danau dan sungai. Di sini *reservoir* dimodelkan sebagai sumber air yang tidak bisa habis atau elevasi air selalu berada pada elevasi konstan

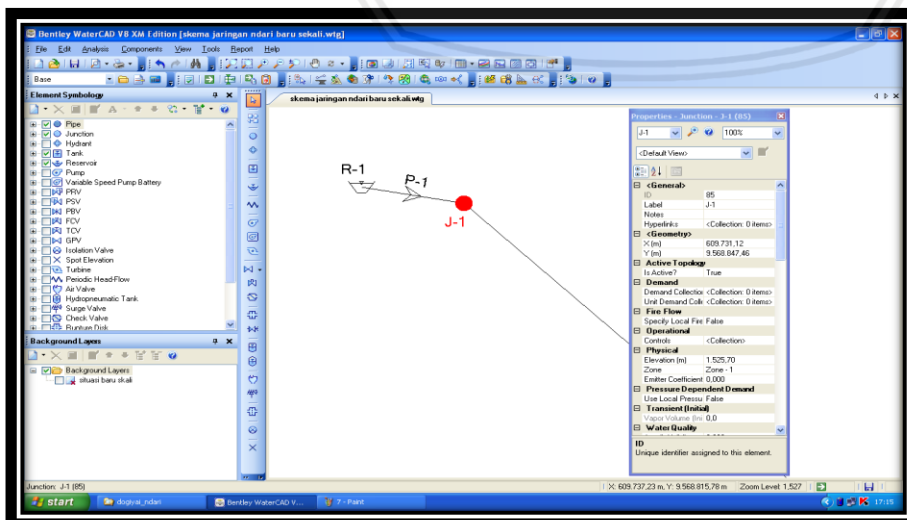
pada saat berapapun kebutuhan airnya. Data yang dibutuhkan untuk memodelkan sebuah mata air adalah kapasitas debit dan elevasi mata air tersebut.



Gambar 2.13 Tampilan Pengisian Data Teknis Reservoir pada WaterCAD V8i (SELECTseries 6)

## 2. Pemodelan titik-titik simpul (*junction*)

Titik simpul merupakan suatu simbol yang mewakili atau komponen yang bersinggungan langsung dengan konsumen dalam hal pemberian air baku. Ada dua tipe aliran pada titik simpul ini, yaitu berupa kebutuhan air (*demand*) dan berupa aliran masuk (*inflow*). Jenis aliran yang berupa kebutuhan air baku digunakan bila pada simpul tersebut ada pengambilan air, sedangkan aliran masuk digunakan bila pada titik simpul tersebut ada tambahan debit yang masuk. Data yang dibutuhkan sebagai masukan bagi titik simpul antara lain elevasi titik simpul dan data kebutuhan air baku pada titik simpul tersebut.



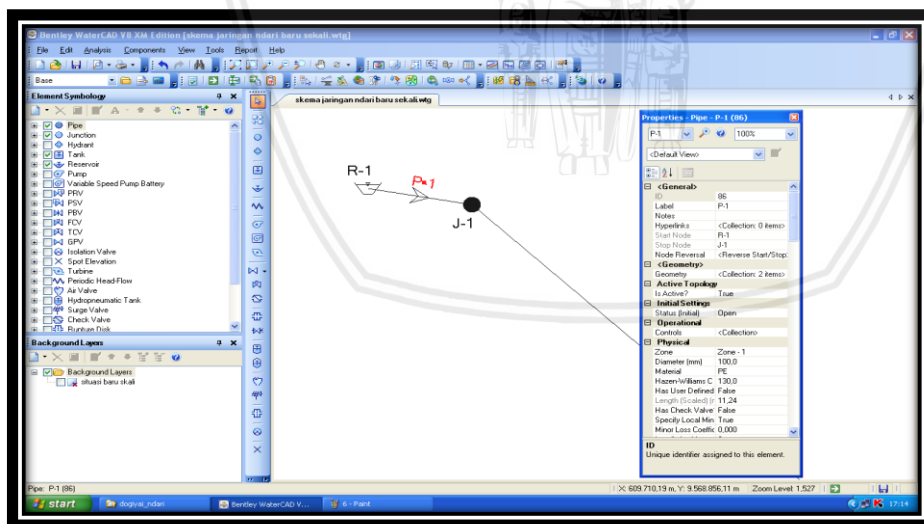
Gambar 2.14 Tampilan Pengisian Data Teknis Junction pada WaterCAD V8i (SELECTseries 6)

### 3. Pemodelan kebutuhan air baku

Kebutuhan air baku pada tiap-tiap titik simpul dapat berbeda-beda bergantung dari luas cakupan layanan dan jumlah konsumen pada titik simpul tersebut. Kebutuhan air menurut *WaterCAD V8i (SELECTseries 6)* dibagi menjadi dua yaitu kebutuhan tetap (*fixed demand*) dan kebutuhan berubah (*variable demand*). Kebutuhan tetap adalah kebutuhan air rerata tiap harinya sedangkan kebutuhan berubah atau berfluktuatif adalah kebutuhan air yang berubah setiap jamnya sesuai dengan pemakaian air.

### 4. Pemodelan pipa

Pipa adalah suatu komponen yang menghubungkan reservoir, katup (*valve*) dan titik simpul. Untuk memodelkan pipa, memerlukan beberapa data teknis seperti jenis bahan, diameter dan panjang pipa, kekasaran (*roughness*) dan status pipa (buka-tutup). Jenis bahan pipa oleh *WaterCAD V8i (SELECTseries 6)* telah disediakan sehingga dapat dipilih secara langsung sesuai dengan jenis bahan pipa yang digunakan di lapangan. Sedangkan diameter dan panjang pipa dapat dirancang sesuai dengan kondisi di lapangan. Apabila diatur secara skalatis, maka ukuran panjang pipa secara otomatis berubah sesuai dengan perbandingan skala ukuran yang dipakai. Sedangkan dalam pengaturan skematis, panjang pipa dapat diatur tanpa memperhatikan panjang pipa di layar komputer.



Gambar 2.15 Tampilan Pengisian Data Teknis Pipa pada *WaterCAD V8i (SELECTseries 6)*

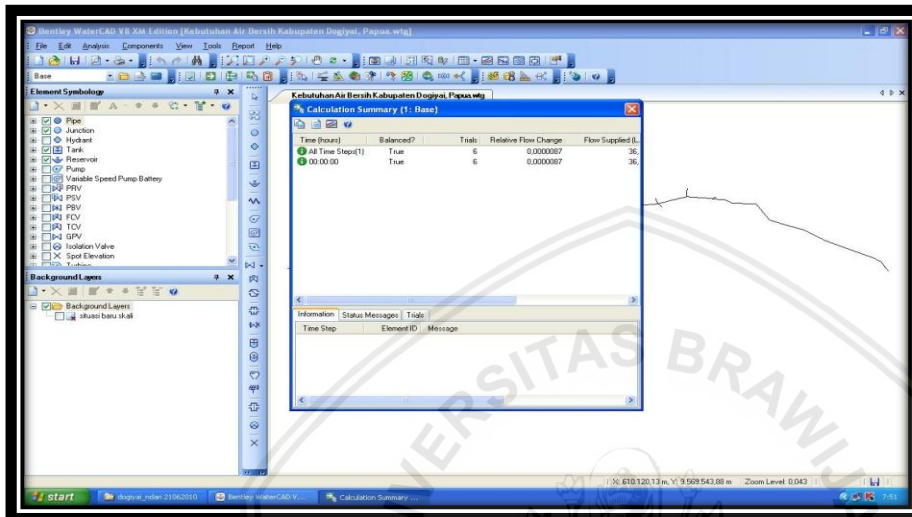
### 5. Pemodelan Katup

Pemodelan katup pada aplikasi software *WaterCAD V8i (SELECTseries 6)* digunakan untuk memodelkan katup sebagai komponen tambahan jaringan perpipaan. Dengan pemodelan katup, jaringan perpipaan dapat diatur sedemikian rupa sehingga sesuai dengan

standar yang berlaku, seperti kecepatan, headloss gradient, dan tekanan. Pada pemodelan katup membutuhkan data jenis katup, elevasi katup, dan pengaturan katup.

#### d. Perhitungan dan Analisis Sistem Jaringan Distribusi Air Baku

Setelah jaringan tergambar dan semua komponen tertata sesuai dengan yang diinginkan, maka untuk menganalisis sistem jaringan tersebut dilakukanlah *running* (*calculate*).



Gambar 2.16 Tampilan Hasil *Running* (*Calculate*) pada *WaterCAD V8i (SELECTseries 6)*

## 2.9. Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Rencana Anggaran Biaya (RAB) adalah perkiraan biaya yang digunakan untuk pembangunan yang perhitungannya didasarkan atas harga material bangunan, upah tenaga kerja, maupun biaya yang lainnya yang digunakan dalam pelaksanaan pembangunan. Rencana Anggaran Biaya (RAB) sangat penting untuk diperhitungkan baik oleh pemilik proyek, kontraktor, maupun konsultan sebagai pedoman dalam penentuan jenis material bangunan, pemilihan tenaga kerja, peralatan yang digunakan, pemilihan metode manajemen pembangunan, maupun lama waktu pembangunan. Selain itu, juga dapat digunakan untuk pedoman tender, acuan negosiasi harga, dan mengetahui perkiraan keuntungan atau kerugian pembangunan.

Menurut Lufira (2012), perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB) dapat dihitung berdasarkan penjumlahan dari keseluruhan jenis pekerjaan dalam pembangunan yang didapatkan dari hasil mengalikan volume tiap pekerjaan dengan harga satuan masing-masing pekerjaan. Volume tiap pekerjaan atau kubikasi pekerjaan adalah nilai kuantitas dari bagian pekerjaan dalam satu kesatuan pekerjaan yang dapat dihitung dari hasil pembacaan gambar desain atau gambar bestek. Sedangkan harga satuan pekerjaan adalah

gabungan dari harga material bangunan dan upah tenaga kerja yang digunakan dalam pembangunan dengan menggunakan analisa biaya BOW (*Beugerliiijke Openbare Werkan*).

Secara umum perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB) disusun berdasarkan lima unsur harga satuan pekerjaan, yaitu (Nugraha, 2016):

1. Material bangunan

Harga material bangunan yang dimaksud adalah jenis material bangunan, jasa angkut material bangunan, maupun jasa pemeliharaan material bangunan.

2. Tenaga kerja

Upah tenaga kerja yang dimaksud adalah klasifikasi tenaga kerja dan jam kerja tenaga kerja.

3. Peralatan

Harga peralatan yang dimaksud adalah jenis peralatan yang dibutuhkan (beli atau sewa), jumlah peralatan yang dibutuhkan (beli atau sewa), jasa angkut peralatan, upah operator peralatan, biaya operasional, maupun biaya pemeliharaan.

4. Biaya tak terduga

Biaya tak terduga yang dimaksud adalah sewa kantor, listrik, telepon, mobilisasi tenaga kerja, asuransi/jamsostek, perizinan, dan sebagainya. Biasanya biaya tak terduga ditetapkan sekitar 12 sampai 30 % dari total harga material bangunan, tenaga kerja, dan peralatan.

5. Pajak

Besar pajak ditetapkan berdasarkan peraturan pemerintah yang berlaku, yaitu sekitar 10% sampai 18% dari total biaya pembangunan (penjumlahan harga material bangunan, tenaga kerja, peralatan, dan biaya tak terduga).

### 2.9.1. Dasar Perhitungan

Penyusunan RAB secara terperinci pada dasarnya membutuhkan 5 hal yang paling mendasar, yaitu bestek dan gambar-gambar bestek, daftar upah, daftar harga bahan-bahan (material), daftar analisis, serta daftar volume tiap jenis pekerjaan yang ada. Daftar tersebut dapat saling memberikan gambaran dan petunjuk-petunjuk hingga akhirnya dapat berupa anggaran biaya. RAB di dalamnya terdapat analisis harga satuan pekerjaan. Analisis harga satuan pekerjaan merupakan analisis bahan dan upah untuk membuat satu satuan pekerjaan tertentu, seperti 1 m<sup>3</sup> beton (1:2:3), 1 m<sup>3</sup> galian pondasi dan sebagainya, semuanya diatur dalam pasal-pasal pada SNI (Standar Nasional Indonesia) sedangkan Harga Satuan Pekerjaan Menggunakan HSPK Kabupaten Malang tahun 2018.

RAB = Jumlah seluruh hasil kali volume tiap pekerjaan x harga satuan masing-masing



- Bahan-bahan

Biasanya dibuat daftar bahan yang menjelaskan mengenai, banyaknya, ukuran, beratnya dan ukuran-ukuran lain yang diperlukan. Seorang tukang ukur bahan atau disebut *quantity surveyor* biasanya membuat suatu daftar bahan yang diperlukan dan daftar ini dipakai oleh para pemborong untuk membuat penawaran harga.

- Buruh

Biaya buruh sangat dipengaruhi oleh bermacam-macam hal seperti: panjangnya jam kerja yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu jenis pekerjaan, keadaan tempat pekerjaan, keterampilan dan keahlian buruh yang bersangkutan.

- Peralatan

Suatu peralatan yang diperlukan untuk suatu jenis konstruksi, haruslah termasuk didalamnya bangunan-bangunan sementara, mesin-mesin, alat-alat tangan (*tools*). Misalnya peralatan yang diperlukan untuk pekerjaan beton ialah mesin pengaduk beton, alat-alat tangan untuk membuat cetakan, memotong dan membelokan besi-besi tulangan, alat-alat menaikan dan menurunkan bahan, alat angkut dan lain sebagainya. Semua peralatan dapat ditempatkan disuatu tempat atau sebagian ditempat lain tergantung dari keadaan setempat.

- Biaya tak terduga atau *Overhead*

Biaya yang tak terduga biasanya dibagi menjadi dua bagian yaitu: biaya tak terduga umum dan biaya tak terduga proyek. Biaya tak terduga umum biasanya tidak dapat segera dimasukkan ke suatu jenis pekerjaan dalam proyek misalnya: sewa kantor, peralatan kantor dan alat tulis menulis, air, listrik, telepon, asuransi, pajak, bunga uang, biaya-biaya notaris, biaya perjalanan dan pembelian berbagai macam barang-barang kecil.

- Profit

Menghitung prosentase keuntungan dari waktu, tempat dan jenis pekerjaan. Biasanya keuntungan dinyatakan dengan prosentase dari jumlah biaya berjumlah sekitar 8 sampai 15% tergantung dengan keinginan pemborong untuk mendapatkan proyek itu.

## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1. Deskripsi Daerah Studi

Kabupaten Malang merupakan salah satu Kabupaten di Provinsi Jawa Timur, Indonesia. Secara astronomis, Kabupaten Malang terletak di koordinat  $112^{\circ}17'$ - $112^{\circ}57'$  Bujur Timur dan  $7^{\circ}44'$  -  $8^{\circ}26'$  Lintang Selatan. Secara geografis Kabupaten Malang berbatasan langsung dengan Kota Malang tepat di tengah-tengahnya dan Kota Batu di sebelah Utara, Kabupaten Lumajang dan Kabupaten Probolinggo di sebelah Timur, Samudra Hindia di sebelah Selatan serta Kabupaten Blitar dan Kabupaten Kediri di sebelah Barat.



Gambar 3.1 Peta Kabupaten Malang  
Sumber : Kabupaten Malang dalam angka, 2013

Luas wilayah Kabupaten Malang sekitar  $3.534,86 \text{ km}^2$  yang merupakan Kabupaten terluas kedua wilayahnya setelah Kabupaten Banyuwangi di Provinsi Jawa Timur. dan jumlah penduduk sesuai Data Pusat Statistik sebanyak 2.544.315 jiwa (tahun 2015) yang tersebar di 33 kecamatan, 378 Desa, 12 Kelurahan. Kabupaten Malang juga dikenal



sebagai daerah yang kaya akan potensi diantaranya dari pertanian, perkebunan, tanaman obat keluarga dan lain sebagainya. Disamping itu juga dikenal dengan obyek-obyek wisatanya.

Untuk lokasi studi ini berada di Desa Kepatihan Kecamatan Tirtoyudo Kabupaten Malang. Wilayah Desa Kepatihan terletak di kawasan Kecamatan Tirtoyudo. Luas wilayah Desa Kepatihan adalah 11,53 km<sup>2</sup>.

Batas – batas wilayah Desa Kepatihan adalah sebagai berikut:

- Sebelah Utara : Desa Jogomulyan
- Sebelah Timur : Desa Sumbertangkil
- Sebelah Selatan : Desa Purwodadi
- Sebelah Barat : Kecamatan Sumberajang Wetan



*Gambar 3.2* Peta Lokasi Studi  
Sumber : *Google Maps*

Berdasarkan topografinya, desa ini didominasi oleh wilayah dataran dan perbukitan dengan ketinggian 735 meter di atas permukaan laut. Wilayah Desa Kepatihan meliputi perkebunan, perbukitan, sawah, dan pekarangan.

### 3.1.1. Deskripsi Lokasi Daerah Studi Perencanaan

Desa Kepatihan berjarak kurang lebih 65 km dari selatan Pusat Kota Malang. Desa Kepatihan dengan luas wilayah 11,53 km<sup>2</sup>. Desa Kepatihan terdiri dari 3 dusun yaitu Dusun Sumbersari 1, Dusun Sumbersari 2, dan Dusun Sumbersari 3. Menurut data Badan Pusat Statistik (BPS) Kecamatan Tirtoyudo Dalam Angka 2017, jumlah penduduk di Desa

Kepatihan sebanyak 2.806 jiwa dengan penduduk perempuan 1.372 jiwa dan penduduk laki-laki 1.434 jiwa, yang sebagian besar masyarakatnya bermata pencaharian dari pertanian.

### 3.1.2. Kondisi Eksisting Daerah Studi

Pada lokasi perencanaan distribusi air bersih di Desa Kepatihan kondisi di wilayah tersebut masyarakatnya masih mengandalkan air bersih dari sumur bor yang meskipun jumlahnya terbatas di karenakan karena kondisi sumber air tanah yang dalam sehingga kebanyakan masyarakat di Desa Kepatihan tidak bisa membuat sumur bor.

Selain itu juga wilayah Desa Kepatihan belum terlayani oleh pelayanan Perusahaan Daerah Air Minum dikarenakan kontur wilayahnya yg berbukit-bukit, wilayah yang sulit dijangkau dan jalan atau medan yang masih tanah belum beraspal yang menyebabkan sulitnya air dari Perusahaan Daerah Air Minum untuk bisa masuk ke wilayah tersebut.

Sehingga masyarakat Desa Kepatihan dalam memenuhi kebutuhan sehari-hari hanya mengandalkan air bersih dengan mengambil dari sumber air bersih yang letaknya agak jauh dari daerah area layanan.

Berikut gambar sumber mata air yang akan di gunakan sebagai perencanaan jaringan air bersih terletak di Desa Kepatihan:



*Gambar 3.3* Sumber Air untuk Penyediaan Distribusi Air di Desa Kepatihan  
Sumber : Hasil Survey Lokasi

Berdasarkan kondisi eksisting di Desa Kepatihan Kecamatan Tirtoyudo dimana air bersih masih sangat terbatas karena kurangnya memaksimalkan potensi sumber air yang ada. Apalagi jika dilihat di lapangan potensi sumber air yang berada di Desa Kepatihan sangat baik secara kualitas air dan debit air mencapai 5,7 lt/dtk sehingga dari debit air tersebut masih memungkinkan untuk dikembangkan secara maksimal dan optimal untuk memenuhi kebutuhan air bersih penduduk Desa Kepatihan.

### 3.2. Data Kependudukan

Berdasarkan data (BPS Kecamatan Tirtoyudo 2017), Kecamatan Tirtoyudo jumlah Penduduknya mencapai 62.616 jiwa. Dengan luas wilayah sekitar 141,96 km<sup>2</sup>, maka kepadatan penduduk sekitar 378 jiwa/km<sup>2</sup>. Untuk wilayah Desa Kepatihan sendiri dengan luas wilayah sebesar 11,53 km<sup>2</sup> dengan jumlah penduduk mencapai 2.806 jiwa yang terdiri dari 1.434 penduduk laki-laki dan 1.372 penduduk perempuan dengan tingkat kepadatan penduduk rata-rata 244 jiwa/km<sup>2</sup>. Jumlah penduduk Kecamatan Tirtoyudo disajikan pada tabel berikut :

Tabel 3.1  
Jumlah Penduduk Desa Kepatihan

Tahun	Jenis Kelamin		Jumlah Penduduk
	Laki - Laki	Perempuan	
2007	1.292	1.234	2.526
2008	1.310	1.262	2.572
2009	1.327	1.281	2.608
2010	1.337	1.284	2.621
2011	1.342	1.292	2.634
2012	1.357	1.303	2.660
2013	1.367	1.311	2.678
2014	1.386	1.343	2.729
2015	1.412	1.358	2.770
2016	1.421	1.364	2.785
2017	1.434	1.372	2.806

Sumber: Kecamatan Tirtoyudo Dalam Angka

### 3.3. Data Pengukuran Debit Ketersediaan Air

Besaran debit relatif konstan, tidak ada perubahan signifikan besaran debit yang terjadi antara musim penghujan dan musim Kemarau. Penurunan debit terjadi hanya jika terjadi kebocoran atau terdapat kerusakan (disebabkan bencana alam) pada pipa yang terletak antara sumber dan bak pelepas tekan.

- Dari hasil pengukuran debit di lokasi sumber air Desa Kepatihan yang di lakukan pada bulan Maret 2019, di peroleh debit sebesar 5,7 liter/dtk.



- Dari hasil pengukuran debit di lokasi sumber air Desa Kepatihan yang di lakukan pada bulan Juni 2019, di peroleh debit sebesar 5,65 liter/dtk.
- Pengukuran debit pada lokasi sumber di lakukan dengan cara metode tampung menggunakan botol plastik dengan volume tampung 1,3 liter.
- Dari hasil pengukuran debit melalui jumlah air yang masuk ke dalam Bak Pelepas Tekan yang di ukur pada bulan Juni 2019 di peroleh debit sebesar 7,57 liter/dtk.
- Pengukuran debit dilakukan dengan cara menutup rapat sementara aliran air yang masuk ke dalam bak pelepas tekan, dan menghitung berapa lama waktu yang di butuhkan saat pengisian kembali hingga penuh atau hingga mencapai tinggi maksimum air kembali.

Data ketersediaan air bersih dari hasil pengukuran manual di Desa Kepatihan Kecamatan Tirtoyudo dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 3.2

Pengukuran Debit Sumber Menggunakan Metode Tampung pada Bulan Maret 2019

Pengukuran	Waktu (T) (detik)	Volume Penampung (V) (liter)
P1	0,22	1,3
P2	0,26	1,3
P3	0,23	1,3
P4	0,21	1,3
P5	0,22	1,3
Jumlah	1,14	6,5
Rata-rata	0,228	1,3

Sumber : Hasil Pengukuran

- Pengolahan Data

$$Q = 5,70 \text{ liter/detik}$$

Tabel 3.3

Pengukuran Debit Sumber Menggunakan Metode Tampung pada Bulan Juni 2019

Pengukuran	Waktu (T) (detik)	Volume Penampung (V) (liter)
P1	0,24	1,3
P2	0,22	1,3
P3	0,23	1,3
P4	0,25	1,3
P5	0,21	1,3
Jumlah	1,15	6,5
Rata-rata	0,230	1,3

Sumber : Hasil Pengukuran

- Pengolahan Data  
 $Q = 5,65$  liter/detik

Tabel 3.4  
 Pengukuran Debit pada Bak Pelepas Tekan pada Bulan Juni 2019

Pengukuran	Waktu (T) (detik)	Volume Penampung (V) (liter)
P1	13,21	100

Sumber : Hasil Pengukuran

- Dimensi Pengukuran Debit pada Bak Pelepas Tekan  
 Panjang = 2 m  
 Lebar = 1 m  
 Tinggi = 5 cm = 0,05 m  
 Volume =  $0,1 \text{ m}^3 = 100$  liter  
 Waktu = 13,21 detik (waktu yang di butuhkan untuk kembali penuh)  
 $Q = 7,57$  liter/detik

### 3.4. Pengumpulan Data

Data-data yang digunakan dalam studi adalah data sekunder, yaitu data yang diperoleh dari instansi pemerintah dan konsultan yang terkait dalam pekerjaan ini. Adapun data-data yang diperlukan adalah:

#### 1. Data Jumlah Penduduk

Data ini sangat diperlukan dalam proses perhitungan jumlah penduduk yang akan dilayani, kebutuhan air bersihnya dan tingkat pelayanan yang harus dipenuhi. Pertumbuhan jumlah penduduk dari tahun ke tahun biasanya selalu mengikuti pola tertentu, sehingga data ini nantinya akan membantu dalam memproyeksikan jumlah penduduk dan layanan jaringan distribusi utama supaya hasil perhitungan dapat mendekati jumlah jumlah yang sebenarnya didaerah yang dikaji.

#### 2. Data debit sumber

Data ini mempunyai fungsi untuk mengetahui debit yang dihasilkan oleh sumber untuk kemudian di analisa proyeksi kecukupan kebutuhan air.

#### 3. Data Topografi

Data ini digunakan untuk analisis perencanaan struktur dan skema bangunan/jaringan yang akan dibuat.

#### 4. Harga Satuan Pekerjaan dan Upah.

Untuk menghitung RAB jaringan pipa dan broncaptering pada proyek jaringan perpipaan penyediaan air bersih yang direncanakan.

### 3.5. Pengolahan Data

Untuk mencapai tujuan yang diharapkan diperlukan pengerjaan yang dibagi menjadi 4, yaitu analisa distribusi, analisa kebutuhan air bersih, analisa penyediaan air bersih, dan analisa biaya konstruksi. Adapun langkah – langkahnya adalah sebagai berikut:

Tabel 3.5

Tahapan Pengolahan Data

No.	Analisa	Keterangan
1.	Analisa Distribusi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Melakukan analisa jaringan distribusi mulai dari sumber sampai daerah pelayanan.</li> <li>• Perencanaan sesuai dengan hasil dari menganalisa jaringan.</li> </ul>
2.	Analisa Kebutuhan Air Bersih	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Melakukan perhitungan penduduk dengan proyeksi 20 tahun ke depan.</li> <li>• Perhitungan dimulai dengan perhitungan nilai koefisien korelasi dan standar deviasi. Kemudian dapat dipilih proyeksi penduduk yang paling mendekati kenyataan.</li> <li>• Menghitung kebutuhan air bersih.</li> </ul>
3	Analisa Penyediaan Air Bersih	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Melakukan perencanaan jaringan perpipaan pada wilayah studi. Perencanaan dimaksudkan untuk mengetahui kondisi hidrolis dari jaringan perpipaan yang telah direncanakan.</li> <li>• Melakukan running jaringan perpipaan dengan menggunakan program <i>software Watercad V.8.i (SELECTseries6)</i>.</li> <li>• Menganalisa hasil program <i>software Watercad V.8.i (SELECTseries6)</i> dengan standar jaringan distribusi air bersih.</li> </ul>
4	Analisa Biaya Konstruksi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menghitung biaya yang dikeluarkan dalam keseluruhan perencanaan jaringan distribusi air bersih.</li> </ul>

Sumber: Hasil Analisa

### 3.6. Tahapan Simulasi Program *Watercad V.8.i (SELECTseries6)*

- a. Membuka lembar baru dan memberi nama file baru sistem jaringan distribusi air bersih dalam format WaterCAD (xxx.wtg).
- b. Mengisi tahap-tahap pembuatan file baru dengan cara:
  - Memilih Satuan yang akan digunakan dalam sistem operasi program.
  - Memilih rumus kehilangan tinggi Tekan energi dengan Hazen Williams pada *software Watercad V.8.i (SELECTseries6)*
  - Pemilihan penggambaran pipa secara Schematic (skema).
- c. Menggambar sistem jaringan distribusi air bersih dengan cara memodelkan komponen seperti sumber, titik simpul, pipa dan katup.
- d. Melakukan simulasi sistem jaringan distribusi air bersih dan menganalisa hasil yang diperoleh dan apabila hasil yang didapat tidak sesuai sehingga dapat dilakukan perbaikan pada komponen sistem jaringan distribusi air bersih hingga didapatkan hasil yang sesuai dengan standar parameter.

### 3.7. Sistematika Pembahasan

Sistematika pembahasan dalam studi ini secara umum dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Pengumpulan Data  
Data berupa hidrometri, topografi dan jumlah penduduk. Dalam hal ini data sekunder diperoleh dari Konsultan dan Kecamatan Tirtoyudo Dalam Angka.
2. Berdasarkan data jumlah penduduk dapat menghitung proyeksi jumlah penduduk dengan menggunakan Metode Aritmatik, Eksponensial serta Geometrik, setelah itu dilakukan analisa korelasi dan standar deviasi untuk menentukan metode mana yang dipakai.
3. Menghitung besarnya kebutuhan air baku berdasarkan proyeksi penduduk.
4. Merencanakan bangunan utama yaitu (*Broncaptering*) dan jaringan distribusi penyediaan air bersih.
5. Menggambar sistem jaringan pipa.
6. Melakukan simulasi sistem jaringan pipa serta menganalisis hasil yang diperoleh (*report*) dan apabila hasil yang didapatkan tidak sesuai dengan kriteria maka akan dilakukan perbaikan pada komponen sistem jaringan pipa tersebut hingga didapatkan hasil sesuai dengan standar parameter. Komponen-komponen jaringan distribusi air bersih mempunyai beberapa kata kunci dalam pemrogramannya, yaitu:



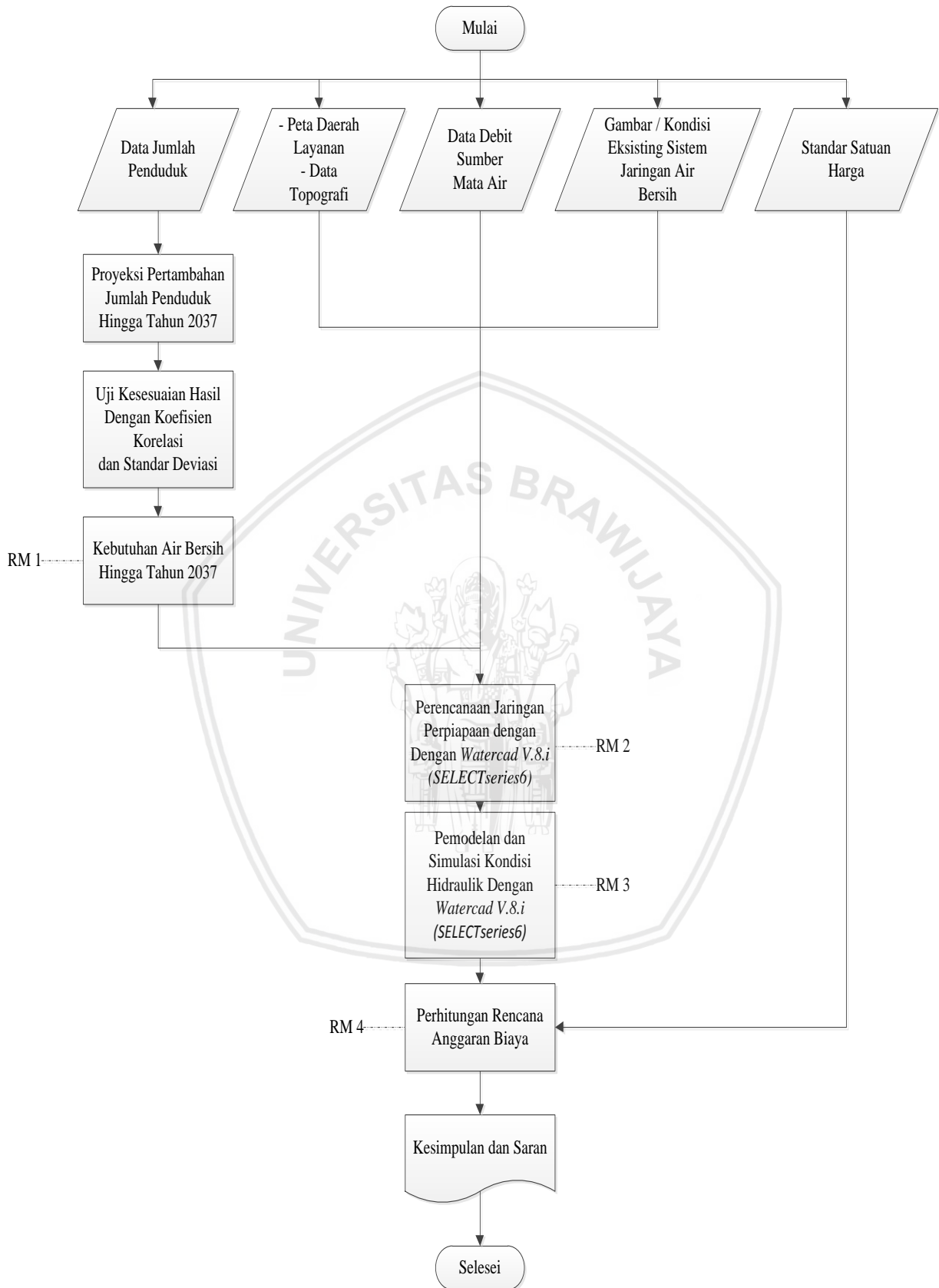
- a. *Pressure Pipe*, data pipa, nomer titik, titik simpul awal dan akhir, panjang, diameter, koefisien kekasaran serta bahan pipa.
- b. *Pressure Junction*, titik simpul, nomer titik, elevasi debit kebutuhan.
- c. *Reservoir*, data sumber, elevasi, diasumsikan konstan.
- d. *Valve*, data katup, diameter, jenis, koefisien kekasaran, nomer titik simpul awal dan akhir.
- e. *Compute*, melakukan proses simulasi.
- f. *Report*, hasil dari simulasi, titik simpul, pipa.

Jika hasil (*report*) yang didapat tidak sesuai/tidak memenuhi syarat maka akan dilakukan perubahan hingga didapat hasil yang sesuai dengan standar parameter.

7. Menghitung Rencana Anggaran Biaya (RAB) pembangunan.

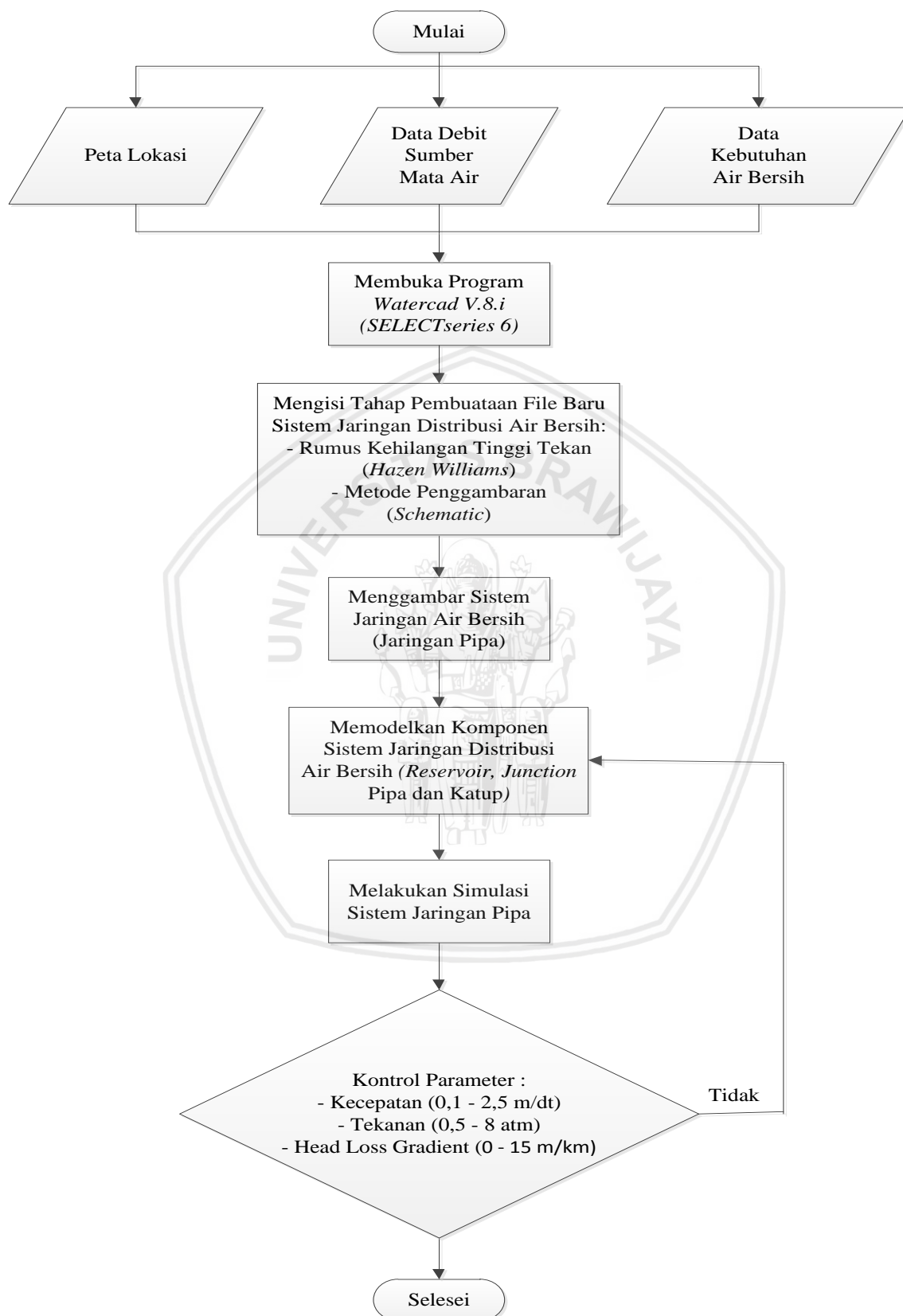


### 3.8. Diagram Alir Pengerjaan Studi



Gambar 3.4 Diagram Alir Pengerjaan Studi

### 3.9. Diagram Alir Analisa Hidraulik dengan Pemodelan dan Simulasi Aplikasi Software WaterCAD V.8.i (SELECTseries 6)



Gambar 3.5 Diagram Alir Analisa Hidraulik dengan Pemodelan dan Simulasi Aplikasi Software WaterCAD V.8.i (SELECTseries 6)



“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”



## BAB IV

### ANALISIS DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Proyeksi Pertumbuhan Penduduk

Perhitungan proyeksi penduduk dilakukan dengan 3 metode, yaitu metode aritmatik, metode geometrik dan metode eksponensial. Setelah diketahui hasil perhitungan masing-masing metode, maka dihitung standar deviasi dan koefisien korelasinya. Penentuan metode proyeksi penduduk yang dipilih berdasarkan nilai standar deviasi yang terkecil dan koefisien korelasi terbesar.

Dalam Permen PU Tentang Penyelenggaraan Pengembangan SPAM No. 18/PRT/M/2007, proyeksi penduduk dilakukan dalam jangka waktu 15-20 tahun kedepan. Perhitungan proyeksi penduduk pada studi ini dilakukan sampai dengan 20 tahun kedepan mulai dari tahun 2017 sampai dengan tahun 2037.

Tabel 4.1  
Persentase Laju Pertumbuhan Penduduk Desa Kepatihan

Nomor	Tahun	Jenis Kelamin		Jumlah Penduduk	Pertumbuhan Penduduk	
		Laki-Laki	Perempuan		jiwa	%
-	-	jiwa	jiwa	jiwa	jiwa	%
1	2007	1292	1234	2526	-	-
2	2008	1310	1262	2572	46	1,7885%
3	2009	1327	1281	2608	36	1,3804%
4	2010	1337	1284	2621	13	0,4960%
5	2011	1342	1292	2634	13	0,4935%
6	2012	1357	1303	2660	26	0,9774%
7	2013	1367	1311	2678	18	0,6721%
8	2014	1386	1343	2729	51	1,8688%
9	2015	1412	1358	2770	41	1,4801%
10	2016	1421	1364	2785	15	0,5386%
11	2017	1434	1372	2806	21	0,7484%
Rerata					28	1,0444%

Sumber: Hasil Perhitungan

##### 4.1.1. Proyeksi Penduduk Metode Geometrik

Perhitungan proyeksi pertumbuhan menggunakan metode geometrik dihitung berdasarkan Tabel 4.1. Contoh perhitungan pertumbuhan penduduk Desa Kepatihan tahun 2022:

$$P_0 = 2806 \text{ jiwa (Tahun 2017)}$$

$$n = 5 \text{ (proyeksi tahun ke-n)}$$

$r = 1,0444\%$  (rata-rata tingkat pertumbuhan penduduk)

Perhitungan proyeksi jumlah penduduk untuk tahun 2022 sebagai berikut :

$$\begin{aligned} P_n &= P_0(1+r)^n \\ &= 2806(1+1,0444\%)^5 = 2956 \text{ jiwa} \end{aligned}$$

Proyeksi Pertumbuhan jumlah Penduduk Desa Kepatihan diproyeksikan 20 tahun mendatang dengan cara perhitungan yang sama, yaitu mulai dari tahun 2017 hingga tahun 2037 dengan hasil perhitungan yang dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2

Proyeksi Pertumbuhan Penduduk dengan Metode Geometrik

Tahun	Proyeksi Penduduk Metode Geometrik
-	jiwa
2017	2806
2018	2835
2019	2865
2020	2895
2021	2925
2022	2956
2023	2986
2024	3018
2025	3049
2026	3081
2027	3113
2028	3146
2029	3179
2030	3212
2031	3245
2032	3279
2033	3313
2034	3348
2035	3383
2036	3418
2037	3454

Sumber : Hasil Perhitungan

#### 4.1.2. Proyeksi Penduduk Metode Aritmatik

Perhitungan proyeksi pertumbuhan menggunakan metode aritmatik dihitung berdasarkan Tabel 4.1. Contoh perhitungan pertumbuhan penduduk Desa Kepatihan tahun 2022:

$P_0 = 2806$  jiwa (Tahun 2017)

$n = 5$  (proyeksi tahun ke-n)

$r = 1,0444\%$  (rata-rata tingkat pertumbuhan penduduk)

Perhitungan proyeksi jumlah penduduk untuk tahun 2022 sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 P_n &= P_0 (1 + r \cdot n) \\
 &= 2806 (1 + (1,0444 \cdot 5)) \\
 &= 2953 \text{ jiwa}
 \end{aligned}$$

Proyeksi Pertumbuhan jumlah Penduduk Desa Kepatihan diproyeksikan 20 tahun mendatang dengan cara perhitungan yang sama, yaitu mulai dari tahun 2017 hingga tahun 2037 dengan hasil perhitungan yang dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3  
Proyeksi Pertumbuhan Penduduk dengan Metode Aritmatik

Tahun	Proyeksi Penduduk
	Metode Aritmatik
-	jiwa
2017	2806
2018	2835
2019	2865
2020	2894
2021	2923
2022	2953
2023	2982
2024	3011
2025	3040
2026	3070
2027	3099
2028	3128
2029	3158
2030	3187
2031	3216
2032	3246
2033	3275
2034	3304
2035	3334
2036	3363
2037	3392

Sumber : Hasil Perhitungan

#### 4.1.3. Proyeksi Penduduk Metode Eksponensial

Perhitungan proyeksi pertumbuhan menggunakan metode Eksponensial dihitung berdasarkan Tabel 4.1. Contoh perhitungan pertumbuhan penduduk Desa Kepatihan tahun 2022:

$$\begin{aligned}
 P_0 &= 2806 \text{ jiwa (Tahun 2017)} \\
 n &= 5 \text{ (proyeksi tahun ke-n)} \\
 r &= 1,0444\% \text{ (rata-rata tingkat pertumbuhan penduduk)} \\
 e &= 2,718 \text{ (bilangan logaritma natural)}
 \end{aligned}$$

Perhitungan proyeksi jumlah penduduk untuk tahun 2022 sebagai berikut :



$$\begin{aligned}
 P_n &= P_0 \cdot e^{r \cdot n} \\
 &= 2806 \cdot 2,718^{(1,0444 \cdot 5)} \\
 &= 2956 \text{ jiwa}
 \end{aligned}$$

Proyeksi Pertumbuhan jumlah Penduduk Desa Kepatihan diproyeksikan 20 tahun mendatang dengan cara perhitungan yang sama, yaitu mulai dari tahun 2017 hingga tahun 2037 dengan hasil perhitungan yang dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4  
Proyeksi Pertumbuhan Penduduk dengan Metode Eksponensial

Tahun	Proyeksi Penduduk	
	Metode Eksponensial	
-	jiwa	
2017	2806	
2018	2835	
2019	2865	
2020	2895	
2021	2926	
2022	2956	
2023	2987	
2024	3019	
2025	3050	
2026	3083	
2027	3115	
2028	3148	
2029	3181	
2030	3214	
2031	3248	
2032	3282	
2033	3316	
2034	3351	
2035	3386	
2036	3422	
2037	3458	

Sumber : Hasil Perhitungan

#### 4.1.4. Rekapitulasi Proyeksi Pertumbuhan Jumlah Penduduk

Proyeksi Pertumbuhan jumlah Penduduk Desa Kepatihan diproyeksikan 20 tahun mendatang, yaitu mulai dari tahun 2017 hingga tahun 2037 dengan hasil perhitungan yang dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5  
Rekapitulasi Proyeksi Pertumbuhan Jumlah Penduduk Desa Kepatihan

Nomor	Tahun	Proyeksi Penduduk		
		Metode Aritmatik	Metode Geometrik	Metode Eksponensial
-	-	jiwa		
1	2017	2806	2806	2806

Lanjutan Tabel 4.5  
Proyeksi Pertumbuhan Jumlah Penduduk Desa Kepatihan

Nomor	Tahun	Proyeksi Penduduk		
		Metode Aritmatik	Metode Geometrik	Metode Eksponensial
-	-	jiwa	jiwa	jiwa
2	2018	2835	2835	2835
3	2019	2865	2865	2865
4	2020	2894	2895	2895
5	2021	2923	2925	2926
6	2022	2953	2956	2956
7	2023	2982	2986	2987
8	2024	3011	3018	3019
9	2025	3040	3049	3050
10	2026	3070	3081	3083
11	2027	3099	3113	3115
12	2028	3128	3146	3148
13	2029	3158	3179	3181
14	2030	3187	3212	3214
15	2031	3216	3245	3248
16	2032	3246	3279	3282
17	2033	3275	3313	3316
18	2034	3304	3348	3351
19	2035	3334	3383	3386
20	2036	3363	3418	3422
21	2037	3392	3454	3458

Sumber : Hasil Perhitungan

#### 4.1.5. Uji Kesesuaian Metode Proyeksi

Pemilihan metode proyeksi penduduk berdasarkan cara pengujian statistik yaitu berdasarkan koefisien korelasi terbesar mendekati +1 dan nilai standar deviasi yang terkecil.

##### 4.1.5.1. Koefisien Korelasi

Perhitungan koefisien korelasi bertujuan untuk mengetahui apakah di dalam variabel-variabel tersebut terdapat hubungan atau tidak, untuk mengetahui arah hubungan diantara variabel-variabel tersebut, dilakukan perhitungan analisa korelasi guna menentukan seberapa besar nilai korelasi pada variabel, yang mendekati nilai tepat +1 yang merupakan nilai korelasi sempurna, jika tidak variabel-variabel tersebut mungkin tidak memiliki korelasi atau hubungan, atau bahkan tidak berkorelasi sama sekali.

Contoh perhitungan koefisien korelasi pada proyeksi penduduk Desa Kepatihan dengan metode aritmatik:

Data asli  $X_i$  tahun 2007 = 2526,  $\Sigma(X_i)$  tahun 2007 – 2017 = 29389

1.  $X_i^2$  tahun 2007 =  $2526^2 = 6380676$ ,  $\Sigma(X_i^2)$  tahun 2007 – 2017 = 863713321
2. Hasil proyeksi tahun 2018  $Y_i = 2835$ ,  $\Sigma(Y_i)$  tahun 2018 – 2028 = 32800
3.  $Y_i^2$  tahun 2018 =  $2835^2 = 8037255$ ,  $\Sigma(Y_i^2)$  tahun 2018 – 2028 = 1075840000
4.  $X_i \times Y_i$  tahun 2015 =  $2526 \times 2835 = 7161210$   
 $\Sigma(X_i \times Y_i)$  tahun 2018 – 2028 = 87750374
5. Koefisien korelasi

$$r = \frac{n \cdot \sum_{i=1}^n X_i \cdot Y_i - \sum_{i=1}^n X_i \cdot \sum_{i=1}^n Y_i}{\sqrt{\left( n \cdot \sum_{i=1}^n X_i^2 - \left( \sum_{i=1}^n X_i \right)^2 \right) \left( n \cdot \sum_{i=1}^n Y_i^2 - \left( \sum_{i=1}^n Y_i \right)^2 \right)}}$$

$$= \frac{(11 \cdot 87750374) - (29389 \cdot 32800)}{\sqrt{\left( (11 \cdot 863713321) - 29389^2 \right) \cdot \left( (11 \cdot 1075840000) - 32800^2 \right)}}$$

$$= 0.991515478$$

Tabel 4.6  
Rekapitulasi Perhitungan Koefisien Korelasi

Metode Proyeksi		
Geometrik	Aritmatik	Ekspensial
0,991219518	0,991515478	0,991220551

Sumber: Hasil Perhitungan

Berdasarkan perhitungan koefisien korelasi pada tabel 4.6, hasil dari nilai koefisien korelasinya relative sama.

#### 4.1.5.2. Standar Deviasi

Standar deviasi adalah nilai statistik yang digunakan untuk menentukan bagaimana sebaran data dalam sampel, dan seberapa dekat titik data individu ke mean atau rata-rata nilai sampel.

Sebuah standar deviasi dari kumpulan data sama dengan nol menunjukkan bahwa semua nilai-nilai dalam himpunan tersebut adalah sama. Sebuah nilai deviasi yang lebih besar akan memberikan makna bahwa titik data individu jauh dari nilai rata-rata.

Contoh perhitungan standar deviasi pada proyeksi penduduk Desa Kepatihan dengan metode aritmatik:

1. Data jumlah penduduk tahun 2017 – 2037 ( $X$ )
2. Rata-rata jumlah penduduk tahun 2017 – 2037 ( $\bar{X}$ ) = 3099 jiwa
3. Proyeksi penduduk tahun 2017 – 2037 dengan metode aritmatik ( $X_i$ )
4. Proyeksi penduduk ( $X_i$ ) – Rata-rata jumlah penduduk ( $\bar{X}$ )

$$\text{Tahun 2017} \quad = X_i - \bar{X}$$

$$= 2806 - 3099$$

$$= -293$$

5. (Proyeksi penduduk  $(X_i)$  – Rata-rata jumlah penduduk  $(\bar{X})$ )<sup>2</sup>

$$\text{Tahun 2017} = (X_i - \bar{X})^2$$

$$= (-293)^2$$

$$= 85849$$

6. Total  $(X_i - \bar{X})^2 = 661295$

7. Standar deviasi

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

$$= \sqrt{\frac{661295}{21-1}}$$

$$= 181,837$$

Tabel 4.7

Rekapitulasi Perhitungan Standar Deviasi

	Metode Proyeksi		
	Geometrik	Aritmatik	Ekspensial
	201,016	181,837	202,154

Sumber: Hasil Perhitungan

Berdasarkan perhitungan koefisien korelasi pada tabel 4.6 di dapatkan hasil nilai yang relative sama, maka standart deviasi pada tabel 4.7 metode proyeksi yang mempunyai nilai standar deviasi yang terkecil di gunakan sebagai patokan perhitungan selanjutnya. Metode proyeksi dengan nilai standar deviasi terkecil akan dipilih sebagai proyeksi jumlah penduduk untuk perencanaan pengembangan sistem jaringan air bersih. Metode proyeksi aritmatik dipilih sebagai metode untuk proyeksi jumlah penduduk pada desa Kepatihan.

#### 4.1.5.3. Kesimpulan

Penentuan metode yang digunakan untuk perhitungan proyeksi kebutuhan air bersih dengan menggunakan koefisien korelasi dan standar deviasi. Metode yang dipilih adalah metode dengan koefisien korelasi paling besar dan nilai standar deviasi yang paling kecil. Dari Tabel 4.6 karena nilai koefisien korelasi relative sama, maka berdasarkan Tabel 4.7 di gunakan metode proyeksi yang mempunyai nilai standar deviasi yang terkecil yaitu menggunakan metode aritmatik. Sehingga diambil kesimpulan metode proyeksi penduduk yang akan digunakan dalam perhitungan selanjutnya adalah metode aritmatik

## 4.2. Proyeksi Kebutuhan Air Bersih

Proyeksi kebutuhan air bersih Desa Kepatihan diproyeksikan 20 tahun mendatang, yaitu dari tahun 2018 hingga tahun 2037 tiap periode 5 tahunan dengan hasil perhitungan yang dapat dilihat pada Tabel 4.8 Proyeksi Kebutuhan Air Bersih Desa Kepatihan.

Tabel 4.8  
Proyeksi Kebutuhan Air Bersih Desa Kepatihan

Nomor	Uraian	Satuan	Tahun			
			2022	2027	2032	2037
1	Jumlah Penduduk	jiwa	2953	3099	3246	3392
2	Kebutuhan Air Domestik	l/dt	2,050	2,152	2,254	2,356
3	Kebutuhan Air Non Domestik	l/dt	0,308	0,323	0,338	0,353
4	Kebutuhan Air Total	l/dt	2,358	2,475	2,592	2,709
5	Kehilangan Air	l/dt	0,354	0,371	0,389	0,406
6	Kebutuhan Air Rerata	l/dt	2,712	2,846	2,981	3,115
7	Kebutuhan Air Maksimum	l/dt	3,118	3,273	3,428	3,583
8	Kebutuhan Air Jam Puncak	l/dt	4,230	4,440	4,650	4,860

Sumber: Hasil Perhitungan

Berikut ini adalah contoh perhitungan proyeksi kebutuhan air bersih di Desa Kepatihan tahun 2037 dengan presentase penduduk seperti pada Tabel 4.3 dan kehilangan air sebesar 15% :

1. Proyeksi jumlah Penduduk Desa Kepatihan pada tahun 2037 sebesar 3392 jiwa
2. Kebutuhan air domestik
  - = proyeksi jumlah penduduk x kebutuhan tiap orang
  - = 3392 x 60
  - = 203520 l/hr
  - = 2,356 l/dt
3. Kebutuhan air non domestik
  - = 15% x kebutuhan air domestik
  - = 0,15 x 2,356
  - = 0,353 l/dt
4. Kebutuhan air total
  - = kebutuhan air domestik + kebutuhan air non domestik
  - = 2,356 + 0,353
  - = 2,709 l/dt
5. Kehilangan air
  - = 15% x kebutuhan air total
  - = 0,15 x 2.709

$$= 0,406 \text{ lt/dt}$$

6. Kebutuhan air rerata

$$= \text{kebutuhan air total} + \text{kehilangan air}$$

$$= 2,709 + 0,406$$

$$= 3,115 \text{ l/dt}$$

7. Kebutuhan air maksimum

$$= 1,15 \times \text{kebutuhan air rerata}$$

$$= 1,15 \times 3,115$$

$$= 3,583 \text{ l/dt}$$

8. Kebutuhan air jam puncak

$$= 1,56 \times \text{kebutuhan air rerata}$$

$$= 1,56 \times 3,583$$

$$= 4,860 \text{ l/dt}$$

**4.2.1. Perbandingan Tabel Suplai Kebutuhan Air dan Permintaan Kebutuhan Air dalam m<sup>3</sup>/hari**

Proyeksi kebutuhan air bersih Desa Kepatihan diproyeksikan 20 tahun mendatang, yaitu dari tahun 2018 hingga tahun 2037. Jaringan air bersih di rencanakan menggunakan sumber mata air dengan potensi debit 5,7 l/dtk atau 492,48 m<sup>3</sup>/hari, guna untuk mengetahui ketersediaan air hingga 20 tahun mendatang di lampirkan pebandingan ketersediaan suplai debit sumber dan permintaan kebutuhan air penduduk, perhitungan proyeksi kebutuhan air bersih di Desa Kepatihan tahun 2037 sebagai berikut.

1. Proyeksi jumlah Penduduk Desa Kepatihan pada tahun 2037 sebesar 3392 jiwa

2. Kebutuhan air domestik

$$= \text{proyeksi jumlah penduduk} \times \text{kebutuhan tiap orang}$$

$$= 3392 \times 60$$

$$= 203520 \text{ l/hr}$$

$$= 203,520 \text{ m}^3/\text{hari}$$

3. Kebutuhan air non domestik

$$= 15\% \times \text{kebutuhan air domestik}$$

$$= 0,15 \times 203520$$

$$= 30,528 \text{ m}^3/\text{hari}$$

4. Kebutuhan air total

$$= \text{kebutuhan air domestik} + \text{kebutuhan air non domestik}$$

$$= 203,52 + 30,528$$



$$= 234,048 \text{ m}^3/\text{hari}$$

5. Kehilangan air

$$= 15\% \times \text{kebutuhan air total}$$

$$= 0,15 \times 234,048$$

$$= 35,107 \text{ m}^3/\text{hari}$$

6. Kebutuhan air rerata

$$= \text{kebutuhan air total} + \text{kehilangan air}$$

$$= 234,048 + 35,107$$

$$= 269,155 \text{ m}^3/\text{hari}$$

7. Kebutuhan air maksimum

$$= 1,15 \times \text{kebutuhan air rerata}$$

$$= 1,15 \times 269,155$$

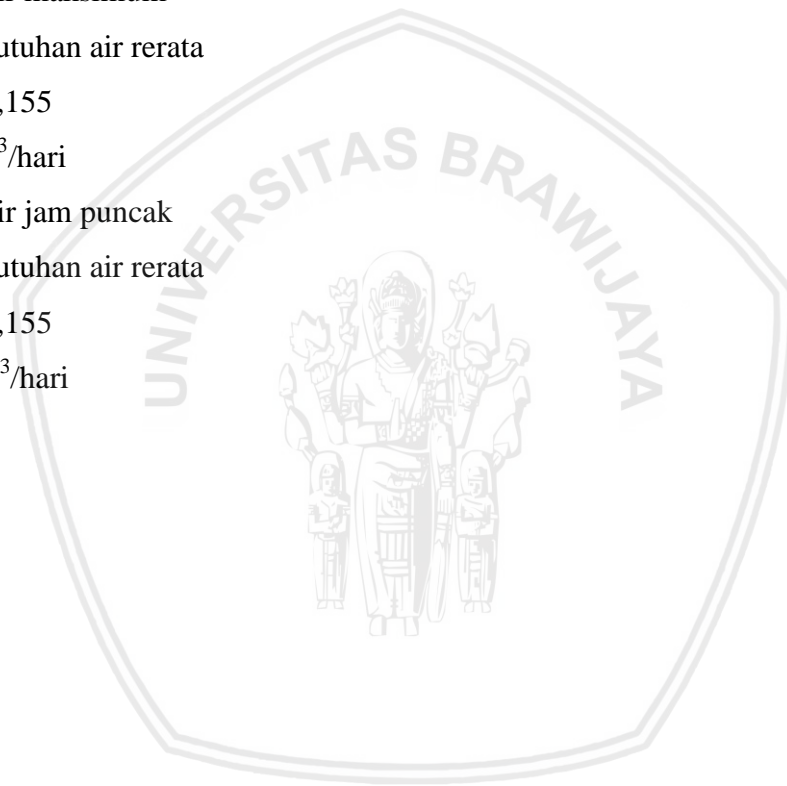
$$= 309,528 \text{ m}^3/\text{hari}$$

8. Kebutuhan air jam puncak

$$= 1,56 \times \text{kebutuhan air rerata}$$

$$= 1,56 \times 269,155$$

$$= 419,882 \text{ m}^3/\text{hari}$$



Tabel 4.9  
Perbandingan Debit Sumber dan Permintaan Kebutuhan Air Penduduk

Nomor	Tahun	Jumlah Penduduk	Ketersediaan Air	Kebutuhan Air			Kehilangan Air	Kebutuhan Air Rerata	Fluktuasi Kebutuhan Air	
				Domestik	Non Domestik	Total			Harian Maksimum	Jam Puncak
-	-	jiwa	m <sup>3</sup> /hari	m <sup>3</sup> /hari	m <sup>3</sup> /hari	m <sup>3</sup> /hari	m <sup>3</sup> /hari	m <sup>3</sup> /hari	m <sup>3</sup> /hari	m <sup>3</sup> /hari
1	2017	2806	492,480	168,360	25,254	193,614	29,042	222,656	256,055	347,344
2	2018	2835	492,480	170,118	25,518	195,636	29,345	224,982	258,729	350,971
3	2019	2865	492,480	171,877	25,782	197,658	29,649	227,307	261,403	354,599
4	2020	2894	492,480	173,635	26,045	199,680	29,952	229,632	264,077	358,226
5	2021	2923	492,480	175,393	26,309	201,702	30,255	231,958	266,751	361,854
6	2022	2953	492,480	177,152	26,573	203,724	30,559	234,283	269,426	365,482
7	2023	2982	492,480	178,910	26,837	205,747	30,862	236,609	272,100	369,109
8	2024	3011	492,480	180,668	27,100	207,769	31,165	238,934	274,774	372,737
9	2025	3040	492,480	182,427	27,364	209,791	31,469	241,259	277,448	376,365
10	2026	3070	492,480	184,185	27,628	211,813	31,772	243,585	280,122	379,992
11	2027	3099	492,480	185,943	27,892	213,835	32,075	245,910	282,797	383,620
12	2028	3128	492,480	187,702	28,155	215,857	32,379	248,236	285,471	387,248
13	2029	3158	492,480	189,460	28,419	217,879	32,682	250,561	288,145	390,875
14	2030	3187	492,480	191,218	28,683	219,901	32,985	252,886	290,819	394,503
15	2031	3216	492,480	192,977	28,947	221,923	33,288	255,212	293,494	398,130
16	2032	3246	492,480	194,735	29,210	223,945	33,592	257,537	296,168	401,758
17	2033	3275	492,480	196,493	29,474	225,967	33,895	259,863	298,842	405,386
18	2034	3304	492,480	198,252	29,738	227,990	34,198	262,188	301,516	409,013
19	2035	3334	492,480	200,010	30,002	230,012	34,502	264,513	304,190	412,641
20	2036	3363	492,480	201,769	30,265	232,034	34,805	266,839	306,865	416,269
21	2037	3392	492,480	203,520	30,528	234,048	35,107	269,155	309,528	419,882

Sumber: Hasil Perhitungan

### **4.3. Perencanaan Jaringan Air Bersih**

Perencanaan jaringan air bersih di lokasi studi direncanakan berdasarkan kondisi lokasi studi yaitu menggunakan sistem pengaliran air bersih dengan sistem gravitasi, jaringan air bersihnya direncanakan tanpa menggunakan tandon sehingga hanya meliputi jaringan perpipaan.

#### **4.3.1. Perhitungan Pipa Distribusi Air Bersih pada Jaringan Perpipaan Dari Juntion**

##### **JI – Juntion B14**

Perhitungan sistem jaringan pipa distribusi air bersih secara manual dari Patok JI hingga Juntion Blok B14 dengan menggunakan kebutuhan air rerata tahun 2037.



Tabel 4.10

Perhitungan Manual Jaringan Perpipaan Distribusi Air Bersih dari Juntion Patok JI hingga Juntion Blok B14

No.	Label	Pipa	Start Node	Stop Node	Elevasi (m)	Diameter (in)	Panjang (m)	Bahan	Hazen-Williams C	Q (m <sup>3</sup> /s)	V (m/s)	h <sub>f</sub> (m/km)	$\frac{P}{\gamma}$ (m)	P (atm)
1	J I	P-1	R-1	J I	706	4,0	100	PVC	150	3,115	0,4	1,557	27,460	2,66
2	J II	P-2	J I	J II	685	4,0	100	PVC	150	3,115	0,4	1,557	48,460	4,69
3	J III	P-3	J II	J III	683	4,0	100	PVC	150	3,115	0,4	1,557	50,460	4,89
4	J IV	P-4	J III	J IV	692	4,0	100	PVC	150	3,115	0,4	1,557	41,460	4,01
5	J V	P-5	J IV	J V	683	4,0	100	PVC	150	3,115	0,4	1,557	50,460	4,89
6	J VI	P-6	J V	J VI	659	4,0	100	PVC	150	3,115	0,4	1,557	74,460	7,21
7	JVII	P-7	J VI	JVII	630	4,0	100	PVC	150	3,115	0,4	1,557	103,460	10,02
8	J VIII	P-8	JVII	J VIII	624	4,0	100	PVC	150	3,115	0,4	1,557	109,460	10,60
9	J IX	P-9	J VIII	J IX	621	4,0	100	PVC	150	3,115	0,4	1,557	112,460	10,89
10	J X	P-10	J IX	J X	612	4,0	100	PVC	150	3,115	0,4	1,557	121,460	11,76
11	J 1	P-11	J X	J 1	611	4,0	7	PVC	150	3,115	0,4	1,557	122,460	11,86
12	J 2	P-12	J 1	J 2	603	0,75	100	PVC	150	0,045	0,1	1,543	130,482	12,63
13	B 1	P-13	J 2	B 1	603	0,75	17	PVC	150	0,045	0,1	1,543	130,482	12,63
14	J 3	P-14	J 1	J 3	610	4,0	33	PVC	150	3,070	0,4	1,516	123,502	11,96
15	B 2	P-15	J 3	B 2	614	0,75	69	PVC	150	0,077	0,2	4,186	116,837	11,31
16	B 3	P-16	J 3	B 3	609	0,75	43	PVC	150	0,058	0,2	2,457	123,567	11,96
17	J 4	P-17	J 3	J 4	610	4,0	7	PVC	150	2,935	0,4	1,395	123,624	11,97
18	J 5	P-18	J 4	J 5	616	0,75	100	PVC	150	0,049	0,2	1,784	117,240	11,35
19	B 4	P-19	J 5	B 4	620	0,75	51	PVC	150	0,049	0,2	1,784	113,240	10,96
20	J 6	P-20	J 4	J 6	610	4,0	10	PVC	150	2,886	0,4	1,352	123,667	11,97
21	J 7	P-21	J 6	J 7	610	2,0	32	PVC	150	2,886	0,3	2,008	123,013	11,91
22	B 5	P-22	J 7	B 5	611	0,75	69	PVC	150	0,071	0,2	3,563	120,460	11,66
23	J 8	P-23	J 7	J 8	607	2,0	53	PVC	150	2,816	0,3	1,577	126,445	12,24
24	B 6	P-24	J 8	B 6	607	0,75	22	PVC	150	0,084	0,3	4,854	123,167	11,92
25	J 9	P-25	J 8	J 9	606	2,0	14	PVC	150	2,732	0,2	1,129	127,894	12,38

Tabel 4.10

Perhitungan Manual Jaringan Perpipaan Distribusi Air Bersih dari Juntion Patok JI hingga Juntion Blok B14

No.	Label	Pipa	Start Node	Stop Node	Elevasi (m)	Diameter (in)	Panjang (m)	Bahan	Hazen-Williams C	Q (m <sup>3</sup> /s)	V (m/s)	h <sub>f</sub> (m/km)	$\frac{P}{\gamma}$ (m)	P (atm)
26	J 10	P-26	J 9	J 10	603	2,0	73	PVC	150	2,732	0,2	1,129	130,894	12,67
27	B 7	P-27	J 10	B 7	605	0,75	43	PVC	150	0,051	0,2	1,975	128,049	12,40
28	J 11	P-28	J 10	J 11	603	1,5	25	PVC	150	2,681	0,3	3,606	128,414	12,43
29	J 12	P-29	J 11	J 12	600	1,5	28	PVC	150	2,681	0,3	3,606	131,414	12,72
30	B 8	P-30	J 12	B 8	604	0,75	20	PVC	150	0,051	0,2	1,975	129,049	12,49
31	J 13	P-31	J 12	J 13	597	1,5	30	PVC	150	2,629	0,3	2,737	135,284	13,10
32	B 9	P-32	J 13	B 9	597	0,75	37	PVC	150	0,043	0,1	1,428	136,596	13,22
33	J 14	P-33	J 13	J 14	595	1,5	38	PVC	150	2,586	0,2	2,093	137,929	13,35
34	J 15	P-34	J 14	J 15	601	0,75	100	PVC	150	0,064	0,2	2,986	131,037	12,69
35	B 10	P-35	J 15	B 10	601	0,75	3	PVC	150	0,064	0,2	2,986	131,037	12,69
36	J 16	P-36	J 14	J 16	595	1,5	5	PVC	150	2,522	0,2	1,284	138,740	13,43
37	J 17	P-37	J 16	J 17	595	1,5	5	PVC	150	2,522	0,2	1,284	138,740	13,43
38	B 11	P-38	J 17	B 11	597	0,75	42	PVC	150	0,077	0,2	4,186	133,837	12,96
39	J 18	P-39	J 17	J 18	595	1,5	74	PVC	150	2,445	0,1	0,558	139,467	13,50
40	B 12	P-40	J 18	B 12	597	0,75	31	PVC	150	0,045	0,1	1,543	136,482	13,21
41	J 19	P-41	J 18	J 19	593	1,0	17	PVC	150	2,400	0,2	1,905	140,118	13,57
42	B 13	P-42	J 19	B 13	594	0,75	45	PVC	150	0,071	0,2	3,563	137,460	13,31
43	B 14	P-43	J 19	B 14	598	0,75	67	PVC	150	0,045	0,1	1,543	135,482	13,12

Sumber: Hasil Perhitungan

Beberapa *junction* yang tekanannya cukup besar bahkan setelah dilakukan penggantian ukuran pipa, sehingga pada perencanaan ini diadakan penambahan PRV dengan *Pressure Setting (Initial)* 0,03 ATM pada Patok JVII yang berada antara Patok JVI dan Patok JVIII atau antara Pipa P-7 dan Pipa P-8.





Tabel 4.11

Perhitungan Manual Jaringan Perpipaan Distribusi Air Bersih dengan Penambahan PRV *Pressure Setting (Initial)* 0,03 ATM pada Juntion Patok JVII dari Juntion Patok JI hingga Juntion Blok B14

No,	Label	Pipa	Start Node	Stop Node	Elevasi (m)	Diameter (in)	Panjang (m)	Bahan	Hazen-Williams C	Q (m <sup>3</sup> /s)	V (m/s)	h <sub>f</sub> (m/km)	$\frac{P}{\gamma}$ (m)	P (atm)
1	J I	P-1	R-1	J I	706	4,0	100	PVC	150	3,115	0,4	1,557	27,460	2,66
2	J II	P-2	J I	J II	685	4,0	100	PVC	150	3,115	0,4	1,557	48,460	4,65
3	J III	P-3	J II	J III	683	4,0	100	PVC	150	3,115	0,4	1,557	50,460	4,84
4	J IV	P-4	J III	J IV	692	4,0	100	PVC	150	3,115	0,4	1,557	41,460	3,97
5	J V	P-5	J IV	J V	683	4,0	100	PVC	150	3,115	0,4	1,557	50,460	4,84
6	J VI	P-6	J V	J VI	659	4,0	100	PVC	150	3,115	0,4	1,557	74,460	7,16
7	PRV	P-7	J VI	PRV	630	4,0	100	PVC	150	3,115	0,4	1,557	103,460	0,05
8	J VIII	P-8	PRV	J VIII	624	4,0	100	PVC	150	3,115	0,4	1,557	109,460	0,63
9	J IX	P-9	J VIII	J IX	621	4,0	100	PVC	150	3,115	0,4	1,557	112,460	0,92
10	J X	P-10	J IX	J X	612	4,0	100	PVC	150	3,115	0,4	1,557	121,460	1,79
11	J 1	P-11	J X	J 1	611	4,0	7	PVC	150	3,115	0,4	1,557	122,460	1,89
12	J 2	P-12	J 1	J 2	603	0,75	100	PVC	150	0,045	0,1	1,543	130,482	2,66
13	B 1	P-13	J 2	B 1	603	0,75	17	PVC	150	0,045	0,1	1,543	130,482	2,66
14	J 3	P-14	J 1	J 3	610	4,0	33	PVC	150	3,070	0,4	1,516	123,502	1,99
15	B 2	P-15	J 3	B 2	614	0,75	69	PVC	150	0,077	0,2	4,186	116,837	1,34
16	B 3	P-16	J 3	B 3	609	0,75	43	PVC	150	0,058	0,2	2,457	123,567	1,99
17	J 4	P-17	J 3	J 4	610	4,0	7	PVC	150	2,935	0,4	1,395	123,624	2,00
18	J 5	P-18	J 4	J 5	616	0,75	100	PVC	150	0,049	0,2	1,784	117,240	1,38
19	B 4	P-19	J 5	B 4	620	0,75	51	PVC	150	0,049	0,2	1,784	113,240	0,99
20	J 6	P-20	J 4	J 6	610	4,0	10	PVC	150	2,886	0,4	1,352	123,667	2,00
21	J 7	P-21	J 6	J 7	610	2,0	32	PVC	150	2,886	0,3	2,008	123,013	1,94
22	B 5	P-22	J 7	B 5	611	0,75	69	PVC	150	0,071	0,2	3,563	120,460	1,69
23	J 8	P-23	J 7	J 8	607	2,0	53	PVC	150	2,816	0,3	1,577	126,445	2,27
24	B 6	P-24	J 8	B 6	607	0,75	22	PVC	150	0,084	0,3	4,854	123,167	1,95

Tabel 4.11

Perhitungan Manual Jaringan Perpipaan Distribusi Air Bersih dengan Penambahan PRV *Pressure Setting (Initial)* 0,03 ATM pada Juntion Patok JVII dari Juntion Patok JI hingga Juntion Blok B14

No,	Label	Pipa	Start Node	Stop Node	Elevasi (m)	Diameter (in)	Panjang (m)	Bahan	Hazen-Williams C	Q (m <sup>3</sup> /s)	V (m/s)	h <sub>f</sub> (m/km)	$\frac{P}{\gamma}$ (m)	P (atm)
25	J 9	P-25	J 8	J 9	606	2,0	14	PVC	150	2,732	0,2	1,129	127,894	2,41
26	J 10	P-26	J 9	J 10	603	2,0	73	PVC	150	2,732	0,2	1,129	130,894	2,70
27	B 7	P-27	J 10	B 7	605	0,75	43	PVC	150	0,051	0,2	1,975	128,049	2,43
28	J 11	P-28	J 10	J 11	603	1,5	25	PVC	150	2,681	0,3	3,606	128,414	2,46
29	J 12	P-29	J 11	J 12	600	1,5	28	PVC	150	2,681	0,3	3,606	131,414	2,75
30	B 8	P-30	J 12	B 8	604	0,75	20	PVC	150	0,051	0,2	1,975	129,049	2,52
31	J 13	P-31	J 12	J 13	597	1,5	30	PVC	150	2,629	0,3	2,737	135,284	3,13
32	B 9	P-32	J 13	B 9	597	0,75	37	PVC	150	0,043	0,1	1,428	136,596	3,25
33	J 14	P-33	J 13	J 14	595	1,5	38	PVC	150	2,586	0,2	2,093	137,929	3,38
34	J 15	P-34	J 14	J 15	601	0,75	100	PVC	150	0,064	0,2	2,986	131,037	2,72
35	B 10	P-35	J 15	B 10	601	0,75	3	PVC	150	0,064	0,2	2,986	131,037	2,72
36	J 16	P-36	J 14	J 16	595	1,5	5	PVC	150	2,522	0,2	1,284	138,740	3,46
37	J 17	P-37	J 16	J 17	595	1,5	5	PVC	150	2,522	0,2	1,284	138,740	3,46
38	B 11	P-38	J 17	B 11	597	0,75	42	PVC	150	0,077	0,2	4,186	133,837	2,99
39	J 18	P-39	J 17	J 18	595	1,5	74	PVC	150	2,445	0,1	0,558	139,467	3,53
40	B 12	P-40	J 18	B 12	597	0,75	31	PVC	150	0,045	0,1	1,543	136,482	3,24
41	J 19	P-41	J 18	J 19	593	1,0	17	PVC	150	2,400	0,2	1,905	140,118	3,60
42	B 13	P-42	J 19	B 13	594	0,75	45	PVC	150	0,071	0,2	3,563	137,460	3,34
43	B 14	P-43	J 19	B 14	598	0,75	67	PVC	150	0,045	0,1	1,543	135,482	3,15

Sumber: Hasil Perhitungan

Hasil Simulasi jaringan perpipaan penyediaan air bersih dengan menggunakan aplikasi *software Watercad V.8.i (SELECTseries6)* dapat di lihat di tabel berikut :



Tabel 4.12

Hasil Simulasi Program *Watercad V.8.i (SELECTseries6)* Jaringan Perpipaan Distribusi Air Bersih dengan Kondisi PRV Tidak Aktif (*inactive*) dari Juntion Patok JI hingga Juntion Blok B14

No,	Label	Pipa	Start Node	Stop Node	Elevasi (m)	Diameter (in)	Panjang (m)	Bahan	Hazen-Williams C	Q (m <sup>3</sup> /s)	V (m/s)	Headloss Gradient (m/km)	Tekanan (atm)
1	J I	P-1	R-1	J I	706	4,0	100	PVC	150	3,115	0,4	1,587	2,79
2	J II	P-2	J I	J II	685	4,0	100	PVC	150	3,115	0,4	1,586	4,80
3	J III	P-3	J II	J III	683	4,0	100	PVC	150	3,115	0,4	1,587	4,98
4	J IV	P-4	J III	J IV	692	4,0	100	PVC	150	3,115	0,4	1,587	4,09
5	J V	P-5	J IV	J V	683	4,0	100	PVC	150	3,115	0,4	1,587	4,95
6	J VI	P-6	J V	J VI	659	4,0	100	PVC	150	3,115	0,4	1,586	7,25
7	PRV	P-7	J VI	PRV	630	4,0	100	PVC	150	3,115	0,4	1,587	0,00
8	J VIII	P-8	PRV	J VIII	624	4,0	100	PVC	150	3,115	0,4	1,586	10,60
9	J IX	P-9	J VIII	J IX	621	4,0	100	PVC	150	3,115	0,4	1,587	10,757
10	J X	P-10	J IX	J X	612	4,0	100	PVC	150	3,115	0,4	1,586	11,73
11	J 1	P-11	J X	J 1	611	4,0	7	PVC	150	3,115	0,4	1,592	11,82
12	J 2	P-12	J 1	J 2	603	0,75	100	PVC	150	0,045	0,1	1,554	12,58
13	B 1	P-13	J 2	B 1	603	0,75	17	PVC	150	0,045	0,1	1,556	12,58
14	J 3	P-14	J 1	J 3	610	4,0	33	PVC	150	3,098	0,4	1,544	11,91
15	B 2	P-15	J 3	B 2	614	0,75	69	PVC	150	0,077	0,2	4,206	11,50
16	B 3	P-16	J 3	B 3	609	0,75	43	PVC	150	0,058	0,2	2,462	12,00
17	J 4	P-17	J 3	J 4	610	4,0	7	PVC	150	2,963	0,4	1,426	11,91
18	J 5	P-18	J 4	J 5	616	0,75	100	PVC	150	0,049	0,2	1,792	11,32
19	B 4	P-19	J 5	B 4	620	0,75	51	PVC	150	0,049	0,2	1,791	10,92
20	J 6	P-20	J 4	J 6	610	4,0	10	PVC	150	2,914	0,4	1,382	11,91
21	J 7	P-21	J 6	J 7	610	2,0	32	PVC	150	0,603	0,3	2,181	11,91
22	B 5	P-22	J 7	B 5	611	0,75	69	PVC	150	0,071	0,2	3,573	11,79
23	J 8	P-23	J 7	J 8	607	2,0	53	PVC	150	0,532	0,3	1,732	12,19
24	B 6	P-24	J 8	B 6	607	0,75	22	PVC	150	0,084	0,3	4,888	12,18
25	J 9	P-25	J 8	J 9	606	2,0	14	PVC	150	0,449	0,2	1,265	12,28

Tabel 4.12

Hasil Simulasi Program *Watercad V.8.i (SELECTseries6)* Jaringan Perpipaan Distribusi Air Bersih dengan Kondisi PRV Tidak Aktif (*inactive*) dari Juntion Patok JI hingga Juntion Blok B14

No,	Label	Pipa	Start Node	Stop Node	Elevasi (m)	Diameter (in)	Panjang (m)	Bahan	Hazen-Williams C	Q (m <sup>3</sup> /s)	V (m/s)	Headloss Gradient (m/km)	Tekanan (atm)
26	J 10	P-26	J 9	J 10	603	2,0	73	PVC	150	0,449	0,2	1,262	12,56
27	B 7	P-27	J 10	B 7	605	0,75	43	PVC	150	0,051	0,2	1,988	12,36
28	J 11	P-28	J 10	J 11	603	1,5	25	PVC	150	0,397	0,3	4,090	12,55
29	J 12	P-29	J 11	J 12	600	1,5	28	PVC	150	0,397	0,3	4,087	12,83
30	B 8	P-30	J 12	B 8	604	0,75	20	PVC	150	0,051	0,2	1,989	12,44
31	J 13	P-31	J 12	J 13	597	1,5	30	PVC	150	0,346	0,3	3,163	13,11
32	B 9	P-32	J 13	B 9	597	0,75	37	PVC	150	0,043	0,1	1,435	13,11
33	J 14	P-33	J 13	J 14	595	1,5	38	PVC	150	0,302	0,3	2,469	13,30
34	J 15	P-34	J 14	J 15	601	0,75	100	PVC	150	0,064	0,2	3,006	12,69
35	B 10	P-35	J 15	B 10	601	0,75	3	PVC	150	0,064	0,2	3,012	12,69
36	J 16	P-36	J 14	J 16	595	1,5	5	PVC	150	0,238	0,2	1,589	13,29
37	J 17	P-37	J 16	J 17	595	1,5	5	PVC	150	0,238	0,2	1,580	13,29
38	B 11	P-38	J 17	B 11	597	0,75	42	PVC	150	0,077	0,2	4,206	13,08
39	J 18	P-39	J 17	J 18	595	1,5	74	PVC	150	0,161	0,1	0,767	13,29
40	B 12	P-40	J 18	B 12	597	0,75	31	PVC	150	0,045	0,1	1,554	13,09
41	J 19	P-41	J 18	J 19	593	1,0	17	PVC	150	0,116	0,2	3,007	13,48
42	B 13	P-42	J 19	B 13	594	0,75	45	PVC	150	0,071	0,2	3,573	13,36
43	B 14	P-43	J 19	B 14	598	0,75	67	PVC	150	0,045	0,1	1,554	12,98

Sumber: Hasil Simulasi Program *WaterCAD V.8.i (SELECTseries6)*

Beberapa *junction* yang tekanannya cukup besar bahkan setelah dilakukan penggantian ukuran pipa, sehingga pada perencanaan ini diadakan penambahan PRV dengan *Pressure Setting (Initial)* 0,03 ATM pada Patok JVII yang berada antara Patok JVI dan Patok JVIII atau antara Pipa P-7 dan Pipa P-8.





Tabel 4.13

Hasil Simulasi Program *Watercad V.8.i (SELECTseries6)* pada Jaringan Perpipaan Distribusi Air Bersih dengan Kondisi PRV Aktif dari Juntion Patok JI hingga Juntion Blok B14

No.	Label	Pipa	Start Node	Stop Node	Elevasi (m)	Diameter (in)	Panjang (m)	Bahan	Hazen-Williams C	Q (m <sup>3</sup> /s)	V (m/s)	Headloss Gradient (m/km)	Tekanan (atm)
1	J I	P-1	R-1	J I	706	4,0	100	PVC	150	3,115	0,4	1,587	2,79
2	J II	P-2	J I	J II	685	4,0	100	PVC	150	3,115	0,4	1,586	4,80
3	J III	P-3	J II	J III	683	4,0	100	PVC	150	3,115	0,4	1,586	4,98
4	J IV	P-4	J III	J IV	692	4,0	100	PVC	150	3,115	0,4	1,587	4,09
5	J V	P-5	J IV	J V	683	4,0	100	PVC	150	3,115	0,4	1,587	4,95
6	J VI	P-6	J V	J VI	659	4,0	100	PVC	150	3,115	0,4	1,586	7,25
7	PRV	P-7	J VI	PRV	630	4,0	100	PVC	150	3,115	0,4	1,587	0,00
8	J VIII	P-8	PRV	J VIII	624	4,0	100	PVC	150	3,115	0,4	1,586	0,59
9	J IX	P-9	J VIII	J IX	621	4,0	100	PVC	150	3,115	0,4	1,587	0,757
10	J X	P-10	J IX	J X	612	4,0	100	PVC	150	3,115	0,4	1,586	1,72
11	J 1	P-11	J X	J 1	611	4,0	7	PVC	150	3,115	0,4	1,592	1,82
12	J 2	P-12	J 1	J 2	603	0,75	100	PVC	150	0,045	0,1	1,554	2,58
13	B 1	P-13	J 2	B 1	603	0,75	17	PVC	150	0,045	0,1	1,556	2,57
14	J 3	P-14	J 1	J 3	610	4,0	33	PVC	150	3,098	0,4	1,544	1,91
15	B 2	P-15	J 3	B 2	614	0,75	69	PVC	150	0,077	0,2	4,206	1,50
16	B 3	P-16	J 3	B 3	609	0,75	43	PVC	150	0,058	0,2	2,462	2,00
17	J 4	P-17	J 3	J 4	610	4,0	7	PVC	150	2,963	0,4	1,426	1,91
18	J 5	P-18	J 4	J 5	616	0,75	100	PVC	150	0,049	0,2	1,792	1,31
19	B 4	P-19	J 5	B 4	620	0,75	51	PVC	150	0,049	0,2	1,792	0,92
20	J 6	P-20	J 4	J 6	610	4,0	10	PVC	150	2,914	0,4	1,382	1,91
21	J 7	P-21	J 6	J 7	610	2,0	32	PVC	150	0,603	0,3	2,181	1,90
22	B 5	P-22	J 7	B 5	611	0,75	69	PVC	150	0,071	0,2	3,574	1,78
23	J 8	P-23	J 7	J 8	607	2,0	53	PVC	150	0,532	0,3	1,732	2,18
24	B 6	P-24	J 8	B 6	607	0,75	22	PVC	150	0,084	0,3	4,888	2,17
25	J 9	P-25	J 8	J 9	606	2,0	14	PVC	150	0,449	0,2	1,265	2,28

Tabel 4.13

Hasil Simulasi Program *Watercad V.8.i (SELECTseries6)* pada Jaringan Perpipaan Distribusi Air Bersih dengan Kondisi PRV Aktif dari Juntion Patok JI hingga Juntion Blok B14

No.	Label	Pipa	Start Node	Stop Node	Elevasi (m)	Diameter (in)	Panjang (m)	Bahan	Hazen-Williams C	Q (m <sup>3</sup> /s)	V (m/s)	Headloss Gradient (m/km)	Tekanan (atm)
26	J 10	P-26	J 9	J 10	603	2,0	73	PVC	150	0,449	0,2	1,262	2,56
27	B 7	P-27	J 10	B 7	605	0,75	43	PVC	150	0,051	0,2	1,988	2,36
28	J 11	P-28	J 10	J 11	603	1,5	25	PVC	150	0,397	0,3	4,090	2,55
29	J 12	P-29	J 11	J 12	600	1,5	28	PVC	150	0,397	0,3	4,089	2,83
30	B 8	P-30	J 12	B 8	604	0,75	20	PVC	150	0,051	0,2	1,985	2,44
31	J 13	P-31	J 12	J 13	597	1,5	30	PVC	150	0,346	0,3	3,160	3,11
32	B 9	P-32	J 13	B 9	597	0,75	37	PVC	150	0,043	0,1	1,435	3,10
33	J 14	P-33	J 13	J 14	595	1,5	38	PVC	150	0,302	0,3	2,469	3,29
34	J 15	P-34	J 14	J 15	601	0,75	100	PVC	150	0,064	0,2	3,006	2,68
35	B 10	P-35	J 15	B 10	601	0,75	3	PVC	150	0,064	0,2	3,012	2,68
36	J 16	P-36	J 14	J 16	595	1,5	5	PVC	150	0,238	0,2	1,589	3,29
37	J 17	P-37	J 16	J 17	595	1,5	5	PVC	150	0,238	0,2	1,580	3,29
38	B 11	P-38	J 17	B 11	597	0,75	42	PVC	150	0,077	0,2	4,206	3,08
39	J 18	P-39	J 17	J 18	595	1,5	74	PVC	150	0,161	0,1	0,767	3,28
40	B 12	P-40	J 18	B 12	597	0,75	31	PVC	150	0,045	0,1	1,554	3,09
41	J 19	P-41	J 18	J 19	593	1,0	17	PVC	150	0,116	0,2	3,007	3,47
42	B 13	P-42	J 19	B 13	594	0,75	45	PVC	150	0,071	0,2	3,573	3,36
43	B 14	P-43	J 19	B 14	598	0,75	67	PVC	150	0,045	0,1	1,554	2,98

Sumber: Hasil Simulasi Program *WaterCAD V.8.i (SELECTseries6)*

Contoh perhitungan sistem jaringan perpipaan distribusi air bersih pada Juntion JI di ujung pipa P-1 sebagai berikut.

Data Perhitungan :

$$Z_{R1} = 735 \text{ m}$$

$$Z_{JI} = 706 \text{ m}$$

$$L_{P-1} = 100 \text{ m}$$

$$L_{\text{total}} = 100 \text{ m} = 0,1 \text{ km}$$

$$\varnothing_{P-1} = 4 \text{ inch} = 0,1016 \text{ m}$$

$$Q_{R1} = 5,7 \text{ liter/dt} = 0,00757 \text{ m}^3/\text{dt}$$

$$Q_{JI} = 3,115 \text{ liter/dt} = 0,003115 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Keb. air rerata tahun 2037

$$C_{\text{Hazen-Williamms}} = 150$$

1. Hitung Luas (A)

$$A_{P-1} = \frac{\pi \varnothing_{P-1}^2}{4}$$

$$A_{P-1} = \frac{3,14 \cdot 0,1016^2}{4}$$

$$A_{P-1} = 0,0081 \text{ m}^2$$

2. Hitung Headloss ( $h_f$ )

$$\begin{aligned} h_f &= \frac{10,67 \cdot Q^{1,852}}{C_{\text{HW}}^{1,852} \cdot \varnothing_{P-1}^{4,87}} \cdot L_{P-1} \\ &= \frac{10,67 \cdot 0,003115^{1,852}}{150^{1,852} \cdot 0,1016^{4,87}} \cdot 100 \\ &= 0,1557 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{Headloss } (h_f) \text{ per km} = \frac{0,1557}{0,1} = 1,557 \text{ m/km}$$

3. Hitung Kecepatan Aliran (V)

$$\begin{aligned} V_{P-1} &= \frac{Q}{A_{P-1}} \\ &= \frac{0,003115}{0,0081} \\ &= 0,384 \\ &= 0,4 \text{ m/dt} \end{aligned}$$

4. Hitung Tekanan Di Ujung Pipa (P)

Tekanan di ujung pipa atau tiap titik sambung dapat di hitung berdasarkan tinggi tekan pada tiap titik sambung. Besar tekanan dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut.

$$Z_{R1} + \frac{V_{P-1}^2}{2g} + \frac{P_{R1}}{\gamma_w} = Z_{J1} + \frac{V_{P-1}^2}{2g} + \frac{P_{J1}}{\gamma_w} + h_f$$

$$\frac{P_{J1}}{\gamma_w} = Z_{R1} - Z_{J1} - h_f + \frac{V_{P-1}^2}{2g} - \frac{V_{P-1}^2}{2g}$$

$$\frac{P_{J1}}{\gamma_w} = 735 - 706 - 1,557 + \frac{0,4^2}{2 \cdot 9,81} - \frac{0,4^2}{2 \cdot 9,81}$$

$$\frac{P_{J1}}{\gamma_w} = 27,46 \text{ m}$$

$$P_{J1} = 27,46 \times 1000 \times 9,81$$

$$P_{J1} = 269392,41 \text{ N/m}^2$$

$$P_{J1} = 2,66 \text{ atm} \quad \boxed{1 \text{ atm} = 1,01325 \times 10^5 \text{ N/m}^2}$$

Contoh perhitungan sistem jaringan perpipaan distribusi air bersih pada Blok Juntion B13 di ujung Pipa P-42 sebagai berikut.

Data Perhitungan :

$$Z_{R1} = 735 \text{ m}$$

$$Z_{B13} = 594 \text{ m}$$

$$L_{P-42} = 45 \text{ m}$$

$$L_{\text{total}} = 1551 \text{ m} + 45 \text{ m} = 1596 \text{ m}$$

$$= 1,596 \text{ km}$$

$$\emptyset_{P-42} = 0,75 \text{ inch} = 0,02032 \text{ m}$$

$$Q_{B13} = 0,0707 \text{ liter/dt} = 0,0000707 \text{ m}^3/\text{dt}$$

$$C_{\text{Hazen-Williamms}} = 150$$

1. Hitung Luas (A)

$$A_{P-42} = \frac{3,14 \cdot 0,02032^2}{4}$$

$$= 0,0003242 \text{ m}^2$$

2. Hitung Headloss ( $h_f$ )

$$h_f = \frac{10,67 \cdot 0,0000707^{1,852}}{150^{1,852} \cdot 0,02032^{4,87}} \cdot 1596$$

$$= 5,686 \text{ m}$$

$$\text{Headloss } (h_f) \text{ per km} = \frac{5,686}{1,596} = 3,563 \text{ m/km}$$

## 3. Hitung Kecepatan Aliran (V)

$$\begin{aligned} V_{P-42} &= \frac{0,0000707}{0,0003242} \\ &= 0,218 \\ &= 0,2 \text{ m/dt} \end{aligned}$$

## 4. Hitung Tekanan Di Ujung Pipa (P)

Tekanan di ujung pipa atau tiap titik sambung dapat di hitung berdasarkan tinggi tekan pada tiap titik sambung. Besar tekanan dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut.

$$\frac{P_{B13}}{\gamma_w} = 735 - 594 - 3,563 + \frac{0,4^2}{2 \cdot 9,81} - \frac{0,2^2}{2 \cdot 9,81}$$

$$\frac{P_{B13}}{\gamma_w} = 137,46 \text{ m}$$

$$P_{B13} = 137,46 \times 1000 \times 9,81$$

$$P_{B13} = 1348482,6 \text{ N/m}^2$$

$$P_{B13} = 13,31 \text{ atm}$$

#### 4.3.2. Pemodelan dan Simulasi Jaringan Pipa Penyediaan Air Bersih dengan Menggunakan Aplikasi *Software WaterCAD V.8.i (SELECTseries6)*

Pemodelan dan simulasi jaringan utilitas penyediaan air bersih dengan menggunakan aplikasi *software WaterCAD V.8.i (SELECTseries6)* memiliki output yaitu, mengetahui desain jaringan perpipaan yang direncanakan, dan mengetahui kondisi hidraulik jaringan pipa penyediaan air bersih yang direncanakan di lokasi studi.

##### 4.3.2.1 Analisa Simulasi Jaringan Pipa Penyediaan Air Bersih Desa Kepatihan pada Tahun 2037

Jaringan perpipaan penyediaan air bersih di Desa Kepatihan direncanakan berdasarkan kondisi lokasi terhadap *google earth* dengan hasil analisa dan perhitungan yang dapat dilihat pada Tabel 4.14 dan Tabel 4.15.

Tabel 4.14

Nomenklatur Perencanaan Jaringan Air Bersih

Nomor	Nomenklatur		Jarak	Jenis Pipa
	Dari	Ke		
-	-	-	m	-
1	Sumber	J I	100	PVC
2	J I	J II	100	PVC
3	J II	J III	100	PVC
4	J III	J IV	100	PVC
5	J IV	J V	100	PVC
6	J V	J VI	100	PVC

Lanjutan Tabel 4.14  
Nomenklatur Perencanaan Jaringan Air Bersih

Nomor	Nomenklatur		Jarak	Jenis Pipa
	Dari	Ke		
-	-	-	m	-
7	J VI	PRV-1	100	PVC
8	PRV-1	J VIII	100	PVC
9	J VIII	J IX	100	PVC
10	J IX	J X	100	PVC
11	J X	J 1	7	PVC
12	J 1	J 2	100	PVC
13	J 2	B 1	17	PVC
14	J 1	J 3	33	PVC
15	J 3	B 2	69	PVC
16	J 3	B 3	43	PVC
17	J 3	J 4	7	PVC
18	J 4	J 5	100	PVC
19	J 5	B 4	51	PVC
20	J 4	J 6	10	PVC
21	J 6	J 7	32	PVC
22	J 7	B 5	69	PVC
23	J 7	J 8	53	PVC
24	J 8	B 6	22	PVC
25	J 8	J 9	14	PVC
26	J 9	J 10	73	PVC
27	J 10	B 7	43	PVC
28	J 10	J 11	25	PVC
29	J 11	J 12	28	PVC
30	J 12	B 8	20	PVC
31	J 12	J 13	30	PVC
32	J 13	B 9	37	PVC
33	J 13	J 14	38	PVC
34	J 14	J 15	100	PVC
35	J 15	B 10	3	PVC
36	J 14	J 16	5	PVC
37	J 16	J 17	5	PVC
38	J 17	B 11	42	PVC
39	J 17	J 18	74	PVC
40	J 18	B 12	31	PVC
41	J 18	J 19	17	PVC
42	J 19	B 13	45	PVC
43	J 19	B 14	67	PVC
44	J 6	J 20	14	PVC
45	J 20	B 15	72	PVC
46	J 20	J 21	27	PVC
47	J 21	J 22	100	PVC
48	J 22	J 23	11	PVC
49	J 23	B 16	40	PVC
50	J 23	J 24	13	PVC
51	J 24	B 17	22	PVC



Lanjutan Tabel 4.14  
Nomenklatur Perencanaan Jaringan Air Bersih

Nomor	Nomenklatur		Jarak	Jenis Pipa
	Dari	Ke		
-	-	-	m	-
52	J 24	J 25	75	PVC
53	J 25	J 26	100	PVC
54	J 26	J 27	100	PVC
55	J 27	J 28	42	PVC
56	J 28	B 18	33	PVC
57	J 28	J 29	5	PVC
58	J 29	B 19	51	PVC
59	J 29	J 30	53	PVC
60	J 30	J 31	100	PVC
61	J 31	J 32	19	PVC
62	J 32	J 33	100	PVC
63	J 33	B 20	100	PVC
64	J 32	J 34	11	PVC
65	J 34	B 21	60	PVC
66	J 34	J 35	43	PVC
67	J 35	B 22	67	PVC
68	J 35	J 36	27	PVC
69	J 36	J 37	19	PVC
70	J 37	B 23	16	PVC
71	J 37	J 38	31	PVC
72	J 38	B 24	68	PVC
73	J 38	J 39	50	PVC
74	J 39	J 40	10	PVC
75	J 40	B 25	48	PVC
76	J 40	J 41	14	PVC
77	J 41	B 26	56	PVC
78	J 41	J 42	28	PVC
79	J 42	B 27	40	PVC
80	J 42	J 43	43	PVC
81	J 43	B 28	78	PVC
82	J 43	J 44	5	PVC
83	J 44	J 45	60	PVC
84	J 45	J 46	99	PVC
85	J 46	J 47	57	PVC
86	J 47	J 48	100	PVC
87	J 48	B 29	33	PVC
88	J 47	J 49	41	PVC
89	J 49	B 30	32	PVC
90	J 45	J 50	10	PVC
91	J 50	B 31	69	PVC
92	J 50	J 51	31	PVC
93	J 51	J 52	99	PVC
94	J 52	J 53	42	PVC
95	J 53	B 32	25	PVC
96	J 53	J 54	42	PVC

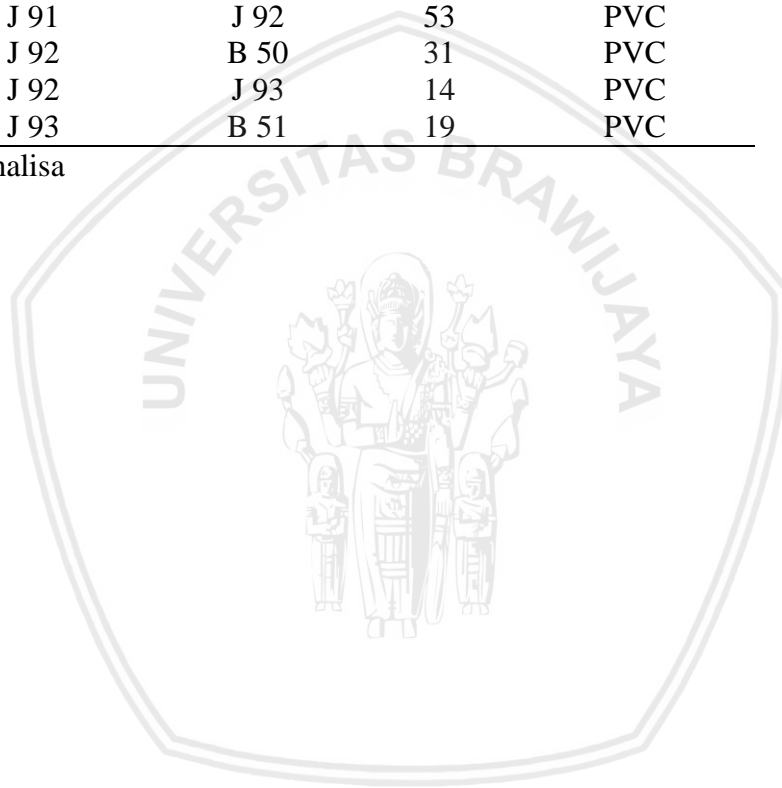
Lanjutan Tabel 4.14  
Nomenklatur Perencanaan Jaringan Air Bersih

Nomor	Nomenklatur		Jarak	Jenis Pipa
	Dari	Ke		
-	-	-	m	-
97	J 54	J 55	21	PVC
98	J 55	B 33	100	PVC
99	J 55	B 34	100	PVC
100	J 54	J 56	16	PVC
101	J 56	J 57	70	PVC
102	J 57	B 35	94	PVC
103	J 57	J 58	31	PVC
104	J 58	J 59	76	PVC
105	J 59	B 36	41	PVC
106	J 59	J 60	15	PVC
107	J 60	B 37	36	PVC
108	J 60	J 61	8	PVC
109	J 61	PRV-2	100	PVC
110	PRV-2	J 63	15	PVC
111	J 63	B 38	61	PVC
112	J 63	J 64	13	PVC
113	J 64	J 65	18	PVC
114	J 65	B 39	50	PVC
115	J 65	J 66	82	PVC
116	J 66	J 67	100	PVC
117	J 67	J 68	100	PVC
118	J 68	B 40	15	PVC
119	J 64	J 69	5	PVC
120	J 69	J 70	100	PVC
121	J 70	J 71	25	PVC
122	J 71	B 41	26	PVC
123	J 71	J 72	12	PVC
124	J 72	B 42	29	PVC
125	J 72	J 73	62	PVC
126	J 73	J 74	55	PVC
127	J 74	B 43	22	PVC
128	J 74	J 75	41	PVC
129	J 75	B 44	24	PVC
130	J 75	J 76	4	PVC
131	J 76	J 77	100	PVC
132	J 77	J 78	31	PVC
133	J 78	B 45	28	PVC
134	J 78	J 79	8	PVC
135	J 79	B 46	37	PVC
136	J 79	J 80	60	PVC
137	J 80	J 81	59	PVC
138	J 81	B 47	40	PVC
139	J 81	J 82	28	PVC
140	J 82	B 48	62	PVC
141	J 69	J 83	67	PVC

Lanjutan Tabel 4.14  
Nomenklatur Perencanaan Jaringan Air Bersih

Nomor	Nomenklatur		Jarak	Jenis Pipa
	Dari	Ke		
-	-	-	m	-
142	J 83	J 84	100	PVC
143	J 84	J 85	100	PVC
144	J 85	J 86	100	PVC
145	J 86	J 87	100	PVC
146	J 87	J 88	100	PVC
147	J 88	J 89	100	PVC
148	J 89	J 90	93	PVC
149	J 90	B 49	38	PVC
150	J 90	J 91	7	PVC
151	J 91	J 92	53	PVC
152	J 92	B 50	31	PVC
153	J 92	J 93	14	PVC
154	J 93	B 51	19	PVC

Sumber: Hasil Analisa



Tabel 4.15  
Kebutuhan Air Bersih Tiap Nomenklatur Perencanaan Jaringan Air Bersih Desa Kepatihan

Nomor	Nomenklatur	Elevasi	Jumlah Penduduk Terlayani	Kebutuhan Air Bersih			Kehilangan Air	Kebutuhan Air Rerata
				Domestik	Non Domestik	Total		
-	-	-	jiwa	l/dt	l/dt	l/dt	l/dt	l/dt
1	Sumber	735						
2	J I	706	-	-	-	-	-	-
3	J II	685	-	-	-	-	-	-
4	J III	683	-	-	-	-	-	-
5	J IV	692	-	-	-	-	-	-
6	J V	683	-	-	-	-	-	-
7	J VI	659	-	-	-	-	-	-
8	J VIII	624	-	-	-	-	-	-
9	J IX	621	-	-	-	-	-	-
10	J X	612	-	-	-	-	-	-
11	J 1	611	-	-	-	-	-	-
12	J 2	603	-	-	-	-	-	-
13	B 1	603	49	0,034	0,005	0,039	0,006	0,0450
14	J 3	610	-	-	-	-	-	-
15	B 2	614	84	0,058	0,009	0,067	0,010	0,0771
16	B 3	609	63	0,044	0,007	0,050	0,008	0,0579
17	J 4	610	-	-	-	-	-	-
18	J 5	616	-	-	-	-	-	-
19	B 4	620	53	0,037	0,006	0,042	0,006	0,0487
20	J 6	610	-	-	-	-	-	-
21	J 7	610	-	-	-	-	-	-
22	B 5	611	77	0,053	0,008	0,061	0,009	0,0707
23	J 8	607	-	-	-	-	-	-
24	B 6	607	91	0,063	0,009	0,073	0,011	0,0836

Lanjutan Tabel 4.15  
Kebutuhan Air Bersih Tiap Nomenklatur Perencanaan Jaringan Air Bersih Desa Kepatihan

Nomor	Nomenklatur	Elevasi	Jumlah Penduduk Terlayani	Kebutuhan Air Bersih			Kehilangan Air	Kebutuhan Air Rerata
				Domestik l/dt	Non Domestik l/dt	Total l/dt		
-	-	-	jiwa					
25	J 9	606	-	-	-	-	-	-
26	J 10	603	-	-	-	-	-	-
27	B 7	605	56	0,039	0,006	0,045	0,007	0,0514
28	J 11	603	-	-	-	-	-	-
29	J 12	600	-	-	-	-	-	-
30	B 8	604	56	0,039	0,006	0,045	0,007	0,0514
31	J 13	597	-	-	-	-	-	-
32	B 9	597	47	0,033	0,005	0,038	0,006	0,0432
33	J 14	595	-	-	-	-	-	-
34	J 15	601	-	-	-	-	-	-
35	B 10	601	70	0,049	0,007	0,056	0,008	0,0643
36	J 16	595	-	-	-	-	-	-
37	J 17	595	-	-	-	-	-	-
38	B 11	597	84	0,058	0,009	0,067	0,010	0,0771
39	J 18	595	-	-	-	-	-	-
40	B 12	597	49	0,034	0,005	0,039	0,006	0,0450
41	J 19	593	-	-	-	-	-	-
42	B 13	594	77	0,053	0,008	0,061	0,009	0,0707
43	B 14	598	49	0,034	0,005	0,039	0,006	0,0450
44	J 20	610	-	-	-	-	-	-
45	B 15	610	70	0,049	0,007	0,056	0,008	0,0643
46	J 21	609	-	-	-	-	-	-
47	J 22	608	-	-	-	-	-	-
48	J 23	609	-	-	-	-	-	-

Lanjutan Tabel 4.15  
Kebutuhan Air Bersih Tiap Nomenklatur Perencanaan Jaringan Air Bersih Desa Kepatihan

Nomor	Nomenklatur	Elevasi	Jumlah Penduduk Terlayani	Kebutuhan Air Bersih			Kehilangan Air	Kebutuhan Air Rerata
				Domestik	Non Domestik	Total		
-	-	-	jiwa	l/dt	l/dt	l/dt	l/dt	l/dt
49	B 16	604	84	0,058	0,009	0,067	0,010	0,0771
50	J 24	609	-	-	-	-	-	-
51	B 17	611	56	0,039	0,006	0,045	0,007	0,0514
52	J 25	609	-	-	-	-	-	-
53	J 26	606	-	-	-	-	-	-
54	J 27	603	-	-	-	-	-	-
55	J 28	601	-	-	-	-	-	-
56	B 18	603	53	0,037	0,006	0,042	0,006	0,0487
57	J 29	601	-	-	-	-	-	-
58	B 19	602	77	0,053	0,008	0,061	0,009	0,0707
59	J 30	601	-	-	-	-	-	-
60	J 31	600	-	-	-	-	-	-
61	J 32	600	-	-	-	-	-	-
62	J 33	595	-	-	-	-	-	-
63	B 20	590	63	0,044	0,007	0,050	0,008	0,0579
64	J 34	600	-	-	-	-	-	-
65	B 21	601	84	0,058	0,009	0,067	0,010	0,0771
66	J 35	599	-	-	-	-	-	-
67	B 22	595	56	0,039	0,006	0,045	0,007	0,0514
68	J 36	596	-	-	-	-	-	-
69	J 37	596	-	-	-	-	-	-
70	B 23	596	91	0,063	0,009	0,073	0,011	0,0836
71	J 38	593	-	-	-	-	-	-
72	B 24	583	57	0,040	0,006	0,046	0,007	0,0523



Lanjutan Tabel 4.15  
Kebutuhan Air Bersih Tiap Nomenklatur Perencanaan Jaringan Air Bersih Desa Kepatihan

Nomor	Nomenklatur	Elevasi	Jumlah Penduduk Terlayani	Kebutuhan Air Bersih			Kehilangan Air	Kebutuhan Air Rerata
				Domestik	Non Domestik	Total		
-	-	-	jiwa	l/dt	l/dt	l/dt	l/dt	l/dt
73	J 39	588	-	-	-	-	-	-
74	J 40	591	-	-	-	-	-	-
75	B 25	592	70	0,049	0,007	0,056	0,008	0,0643
76	J 41	590	-	-	-	-	-	-
77	B 26	590	49	0,034	0,005	0,039	0,006	0,0450
78	J 42	590	-	-	-	-	-	-
79	B 27	590	73	0,051	0,008	0,058	0,009	0,0670
80	J 43	590	-	-	-	-	-	-
81	B 28	584	70	0,049	0,007	0,056	0,008	0,0643
82	J 44	589	-	-	-	-	-	-
83	J 45	587	-	-	-	-	-	-
84	J 46	585	-	-	-	-	-	-
85	J 47	581	-	-	-	-	-	-
86	J 48	573	-	-	-	-	-	-
87	B 29	571	91	0,063	0,009	0,073	0,011	0,0836
88	J 49	576	-	-	-	-	-	-
89	B 30	576	77	0,053	0,008	0,061	0,009	0,0707
90	J 50	586	-	-	-	-	-	-
91	B 31	585	84	0,058	0,009	0,067	0,010	0,0771
92	J 51	586	-	-	-	-	-	-
93	J 52	587	-	-	-	-	-	-
94	J 53	586	-	-	-	-	-	-
95	B 32	584	49	0,034	0,005	0,039	0,006	0,0450
96	J 54	586	-	-	-	-	-	-

Lanjutan Tabel 4.15  
Kebutuhan Air Bersih Tiap Nomenklatur Perencanaan Jaringan Air Bersih Desa Kepatihan

Nomor	Nomenklatur	Elevasi	Jumlah Penduduk Terlayani	Kebutuhan Air Bersih			Kehilangan Air	Kebutuhan Air Rerata
				Domestik	Non Domestik	Total		
-	-	-	jiwa	l/dt	l/dt	l/dt	l/dt	l/dt
97	J 55	586	-	-	-	-	-	-
98	B 33	586	84	0,058	0,009	0,067	0,010	0,0771
99	B 34	584	63	0,044	0,007	0,050	0,008	0,0579
100	J 56	584	-	-	-	-	-	-
101	J 57	584	-	-	-	-	-	-
102	B 35	588	49	0,034	0,005	0,039	0,006	0,0450
103	J 58	583	-	-	-	-	-	-
104	J 59	587	-	-	-	-	-	-
105	B 36	589	70	0,049	0,007	0,056	0,008	0,0643
106	J 60	588	-	-	-	-	-	-
107	B 37	587	49	0,034	0,005	0,039	0,006	0,0450
108	J 61	588	-	-	-	-	-	-
109	J 63	588	-	-	-	-	-	-
110	B 38	589	63	0,044	0,007	0,050	0,008	0,0579
111	J 64	588	-	-	-	-	-	-
112	J 65	587	-	-	-	-	-	-
113	B 39	587	70	0,049	0,007	0,056	0,008	0,0643
114	J 66	582	-	-	-	-	-	-
115	J 67	577	-	-	-	-	-	-
116	J 68	569	-	-	-	-	-	-
117	B 40	567	84	0,058	0,009	0,067	0,010	0,0771
118	J 69	588	-	-	-	-	-	-
119	J 70	578	-	-	-	-	-	-
120	J 71	574	-	-	-	-	-	-

Lanjutan Tabel 4.15  
Kebutuhan Air Bersih Tiap Nomenklatur Perencanaan Jaringan Air Bersih Desa Kepatihan

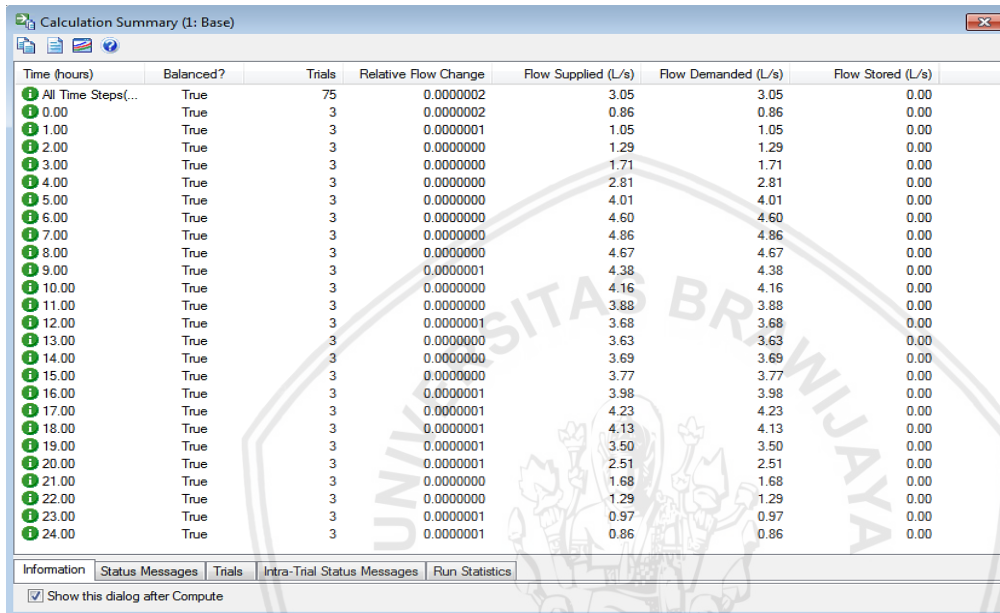
Nomor	Nomenklatur	Elevasi	Jumlah Penduduk Terlayani	Kebutuhan Air Bersih			Kehilangan Air	Kebutuhan Air Rerata
				Domestik	Non Domestik	Total		
-	-	-	jiwa	l/dt	l/dt	l/dt	l/dt	l/dt
121	B 41	573	49	0,034	0,005	0,039	0,006	0,0450
122	J 72	573	-	-	-	-	-	-
123	B 42	574	49	0,034	0,005	0,039	0,006	0,0450
124	J 73	565	-	-	-	-	-	-
125	J 74	558	-	-	-	-	-	-
126	B 43	555	91	0,063	0,009	0,073	0,011	0,0836
127	J 75	553	-	-	-	-	-	-
128	B 44	555	77	0,053	0,008	0,061	0,009	0,0707
129	J 76	553	-	-	-	-	-	-
130	J 77	553	-	-	-	-	-	-
131	J 78	550	-	-	-	-	-	-
132	B 45	554	49	0,034	0,005	0,039	0,006	0,0450
133	J 79	550	-	-	-	-	-	-
134	B 46	548	91	0,063	0,009	0,073	0,011	0,0836
135	J 80	547	-	-	-	-	-	-
136	J 81	544	-	-	-	-	-	-
137	B 47	543	56	0,039	0,006	0,045	0,007	0,0514
138	J 82	541	-	-	-	-	-	-
139	B 48	537	84	0,058	0,009	0,067	0,010	0,0771
140	J 83	586	-	-	-	-	-	-
141	J 84	589	-	-	-	-	-	-
142	J 85	593	-	-	-	-	-	-
143	J 86	590	-	-	-	-	-	-
144	J 87	592	-	-	-	-	-	-

Lanjutan Tabel 4.15  
Kebutuhan Air Bersih Tiap Nomenklatur Perencanaan Jaringan Air Bersih Desa Kepatihan

Nomor	Nomenklatur	Elevasi	Jumlah Penduduk Terlayani	Kebutuhan Air Bersih			Kehilangan Air	Kebutuhan Air Rerata
				Domestik	Non Domestik	Total		
-	-	-	jiwa	l/dt	l/dt	l/dt	l/dt	l/dt
145	J 88	577	-	-	-	-	-	-
146	J 89	560	-	-	-	-	-	-
147	J 90	555	-	-	-	-	-	-
148	B 49	558	70	0,049	0,007	0,056	0,008	0,0643
149	J 91	554	-	-	-	-	-	-
150	J 92	550	-	-	-	-	-	-
151	B 50	554	63	0,044	0,007	0,050	0,008	0,0579
152	J 93	550	-	-	-	-	-	-
153	B 51	547	49	0,034	0,005	0,039	0,006	0,0450

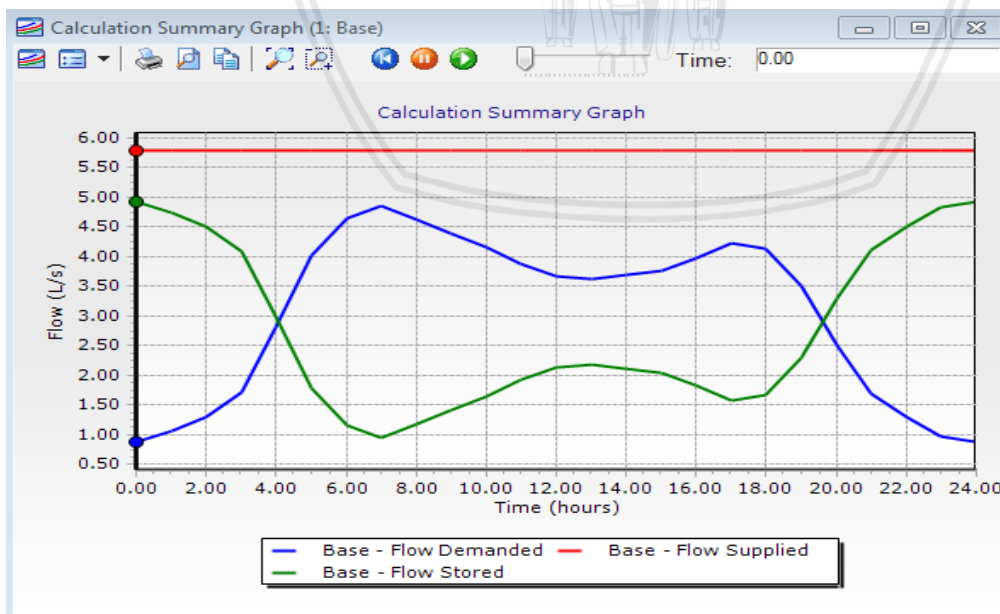
Sumber : Hasil Analisa

Perencanaan Jaringan air bersih di Desa Kepatihan di rencanakan untuk melayani 100% kebutuhan penduduk akan air bersih. Jaringan air bersih di rencanakan menggunakan sumber mata air dengan potensi debit 5,7 l/dtk, dengan pemakaian pipa PVC. Berdasarkan Tabel 4.14 dan Tabel 4.15 didapatkan hasil pemodelan dan simulasi jaringan perpipaan penyediaan air bersih dengan menggunakan aplikasi *software Watercad V.8.i (SELECTseries6)* seperti ditampilkan pada *Gambar 4.1* dan *Gambar 4.2* serta Tabel 4.16, Tabel 4.17, Tabel 4.18, Tabel 4.19, Tabel 4.20 dan Tabel 4.21.



Time (hours)	Balanced?	Trials	Relative Flow Change	Flow Supplied (L/s)	Flow Demanded (L/s)	Flow Stored (L/s)
All Time Steps(...)	True	75	0.0000002	3.05	3.05	0.00
0.00	True	3	0.0000002	0.86	0.86	0.00
1.00	True	3	0.0000001	1.05	1.05	0.00
2.00	True	3	0.0000000	1.29	1.29	0.00
3.00	True	3	0.0000000	1.71	1.71	0.00
4.00	True	3	0.0000000	2.81	2.81	0.00
5.00	True	3	0.0000000	4.01	4.01	0.00
6.00	True	3	0.0000000	4.60	4.60	0.00
7.00	True	3	0.0000000	4.86	4.86	0.00
8.00	True	3	0.0000000	4.67	4.67	0.00
9.00	True	3	0.0000001	4.38	4.38	0.00
10.00	True	3	0.0000000	4.16	4.16	0.00
11.00	True	3	0.0000000	3.88	3.88	0.00
12.00	True	3	0.0000001	3.68	3.68	0.00
13.00	True	3	0.0000000	3.63	3.63	0.00
14.00	True	3	0.0000000	3.69	3.69	0.00
15.00	True	3	0.0000000	3.77	3.77	0.00
16.00	True	3	0.0000001	3.98	3.98	0.00
17.00	True	3	0.0000001	4.23	4.23	0.00
18.00	True	3	0.0000001	4.13	4.13	0.00
19.00	True	3	0.0000001	3.50	3.50	0.00
20.00	True	3	0.0000001	2.51	2.51	0.00
21.00	True	3	0.0000000	1.68	1.68	0.00
22.00	True	3	0.0000000	1.29	1.29	0.00
23.00	True	3	0.0000001	0.97	0.97	0.00
24.00	True	3	0.0000001	0.86	0.86	0.00

*Gambar 4.1* Calculation Summary Aplikasi *software Watercad V.8.i (SELECTseries6)*  
Sumber: Hasil Simulasi Program *WaterCAD V.8.i (SELECTseries6)*



*Gambar 4.2* Grafik Calculation Summary Aplikasi *software Watercad V.8.i(SELECTseries6)*  
Sumber: Hasil Simulasi Program *WaterCAD V.8.i (SELECTseries6)*

Tabel 4.16

Hasil Simulasi Program Aplikasi *Watercad V.8.i (SELECTseries6)* Pada Pipa Saat Pukul 00.00

Pipa	Panjang (m)	Start Node	Stop Node	Diameter (in)	Bahan	Hazen-Williams C	Debit(L/s)	Debit (m <sup>3</sup> /s)	Kecepatan (m/s)	Headloss Gradient (m/km)
P-1	100	Sumber	J I	4,00	PVC	150	0,864	0,000864	0,1	0,146
P-2	100	J I	J II	4,00	PVC	150	0,864	0,000864	0,1	0,145
P-3	100	J II	J III	4,00	PVC	150	0,864	0,000864	0,1	0,145
P-4	100	J III	J IV	4,00	PVC	150	0,864	0,000864	0,1	0,145
P-5	100	J IV	J V	4,00	PVC	150	0,864	0,000864	0,1	0,145
P-6	100	J V	J VI	4,00	PVC	150	0,864	0,000864	0,1	0,145
P-7	100	J VI	PRV-1	4,00	PVC	150	0,864	0,000864	0,1	0,145
P-8	100	PRV-1	J VIII	4,00	PVC	150	0,864	0,000864	0,1	0,145
P-9	100	J VIII	J IX	4,00	PVC	150	0,864	0,000864	0,1	0,146
P-10	100	J IX	J X	4,00	PVC	150	0,864	0,000864	0,1	0,145
P-11	7	J X	J 1	4,00	PVC	150	0,864	0,000864	0,1	0,139
P-12	100	J 1	J 2	0,75	PVC	150	0,012	0,000012	0,0	0,195
P-13	17	J 2	B 1	0,75	PVC	150	0,012	0,000012	0,0	0,198
P-14	33	J 1	J 3	4,00	PVC	150	0,852	0,000852	0,1	0,142
P-15	69	J 3	B 2	0,75	PVC	150	0,021	0,000021	0,1	0,527
P-16	43	J 3	B 3	0,75	PVC	150	0,016	0,000016	0,1	0,309
P-17	7	J 3	J 4	4,00	PVC	150	0,815	0,000815	0,1	0,134
P-18	100	J 4	J 5	0,75	PVC	150	0,013	0,000013	0,0	0,224
P-19	51	J 5	B 4	0,75	PVC	150	0,013	0,000013	0,0	0,225
P-20	10	J 4	J 6	4,00	PVC	150	0,801	0,000801	0,1	0,128
P-21	32	J 6	J 7	2,00	PVC	150	0,166	0,000166	0,1	0,199
P-22	69	J 7	B 5	0,75	PVC	150	0,019	0,000019	0,1	0,448
P-23	53	J 7	J 8	2,00	PVC	150	0,146	0,000146	0,1	0,159
P-24	22	J 8	B 6	0,75	PVC	150	0,023	0,000023	0,1	0,613
P-25	14	J 8	J 9	2,00	PVC	150	0,123	0,000123	0,1	0,116
P-26	73	J 9	J 10	2,00	PVC	150	0,123	0,000123	0,1	0,116



Lanjutan Tabel 4.16

Hasil Simulasi Program Aplikasi *Watercad V.8.i (SELECTseries6)* Pada Pipa Saat Pukul 00.00

Pipa	Panjang (m)	Start Node	Stop Node	Diameter (in)	Bahan	Hazen- Williams C	Debit(L/s)	Debit (m <sup>3</sup> /s)	Kecepatan (m/s)	Headloss Gradient (m/km)
P-27	43	J 10	B 7	0,75	PVC	150	0,014	0,000014	0,0	0,250
P-28	25	J 10	J 11	1,50	PVC	150	0,109	0,000109	0,1	0,375
P-29	28	J 11	J 12	1,50	PVC	150	0,109	0,000109	0,1	0,374
P-30	20	J 12	B 8	0,75	PVC	150	0,014	0,000014	0,0	0,248
P-31	30	J 12	J 13	1,50	PVC	150	0,095	0,000095	0,1	0,289
P-32	37	J 13	B 9	0,75	PVC	150	0,012	0,000012	0,0	0,180
P-33	38	J 13	J 14	1,50	PVC	150	0,083	0,000083	0,1	0,226
P-34	100	J 14	J 15	0,75	PVC	150	0,018	0,000018	0,1	0,377
P-35	3	J 15	B 10	0,75	PVC	150	0,018	0,000018	0,1	0,380
P-36	5	J 14	J 16	1,50	PVC	150	0,065	0,000065	0,1	0,139
P-37	5	J 16	J 17	1,50	PVC	150	0,065	0,000065	0,1	0,142
P-38	42	J 17	B 11	0,75	PVC	150	0,021	0,000021	0,1	0,528
P-39	74	J 17	J 18	1,50	PVC	150	0,044	0,000044	0,0	0,070
P-40	31	J 18	B 12	0,75	PVC	150	0,012	0,000012	0,0	0,195
P-41	17	J 18	J 19	1,00	PVC	150	0,032	0,000032	0,1	0,275
P-42	45	J 19	B 13	0,75	PVC	150	0,019	0,000019	0,1	0,448
P-43	67	J 19	B 14	0,75	PVC	150	0,012	0,000012	0,0	0,196
P-44	14	J 6	J 20	3,00	PVC	150	0,636	0,000636	0,1	0,331
P-45	72	J 20	B 15	0,75	PVC	150	0,018	0,000018	0,1	0,377
P-46	27	J 20	J 21	3,00	PVC	150	0,618	0,000618	0,1	0,317
P-47	100	J 21	J 22	3,00	PVC	150	0,618	0,000618	0,1	0,316
P-48	11	J 22	J 23	3,00	PVC	150	0,618	0,000618	0,1	0,319
P-49	40	J 23	B 16	0,75	PVC	150	0,021	0,000021	0,1	0,528
P-50	13	J 23	J 24	3,00	PVC	150	0,597	0,000597	0,1	0,295
P-51	22	J 24	B 17	0,75	PVC	150	0,014	0,000014	0,0	0,252
P-52	75	J 24	J 25	3,00	PVC	150	0,583	0,000583	0,1	0,285

Lanjutan Tabel 4.16

Hasil Simulasi Program Aplikasi *Watercad V.8.i (SELECTseries6)* Pada Pipa Saat Pukul 00.00

Pipa	Panjang (m)	Start Node	Stop Node	Diameter (in)	Bahan	Hazen-Williams C	Debit(L/s)	Debit (m <sup>3</sup> /s)	Kecepatan (m/s)	Headloss Gradient (m/km)
P-53	100	J 25	J 26	3,00	PVC	150	0,583	0,000583	0,1	0,284
P-54	100	J 26	J 27	3,00	PVC	150	0,583	0,000583	0,1	0,284
P-55	42	J 27	J 28	3,00	PVC	150	0,583	0,000583	0,1	0,284
P-56	33	J 28	B 18	0,75	PVC	150	0,013	0,000013	0,0	0,224
P-57	5	J 28	J 29	3,00	PVC	150	0,569	0,000569	0,1	0,266
P-58	51	J 29	B 19	0,75	PVC	150	0,019	0,000019	0,1	0,448
P-59	53	J 29	J 30	3,00	PVC	150	0,550	0,000550	0,1	0,256
P-60	100	J 30	J 31	3,00	PVC	150	0,550	0,000550	0,1	0,255
P-61	19	J 31	J 32	3,00	PVC	150	0,550	0,000550	0,1	0,254
P-62	100	J 32	J 33	0,75	PVC	150	0,016	0,000016	0,1	0,309
P-63	100	J 33	B 20	0,75	PVC	150	0,016	0,000016	0,1	0,309
P-64	11	J 32	J 34	3,00	PVC	150	0,534	0,000534	0,1	0,240
P-65	60	J 34	B 21	0,75	PVC	150	0,021	0,000021	0,1	0,528
P-66	43	J 34	J 35	3,00	PVC	150	0,513	0,000513	0,1	0,225
P-67	67	J 35	B 22	0,75	PVC	150	0,014	0,000014	0,0	0,249
P-68	27	J 35	J 36	3,00	PVC	150	0,498	0,000498	0,1	0,212
P-69	19	J 36	J 37	3,00	PVC	150	0,498	0,000498	0,1	0,212
P-70	16	J 37	B 23	0,75	PVC	150	0,023	0,000023	0,1	0,613
P-71	31	J 37	J 38	3,00	PVC	150	0,475	0,000475	0,1	0,196
P-72	68	J 38	B 24	0,75	PVC	150	0,014	0,000014	0,1	0,256
P-73	50	J 38	J 39	2,50	PVC	150	0,461	0,000461	0,1	0,447
P-74	10	J 39	J 40	2,50	PVC	150	0,461	0,000461	0,1	0,447
P-75	48	J 40	B 25	0,75	PVC	150	0,018	0,000018	0,1	0,377
P-76	14	J 40	J 41	2,50	PVC	150	0,443	0,000443	0,1	0,418
P-77	56	J 41	B 26	0,75	PVC	150	0,012	0,000012	0,0	0,194
P-78	28	J 41	J 42	2,50	PVC	150	0,431	0,000431	0,1	0,395

Lanjutan Tabel 4.16  
 Hasil Simulasi Program Aplikasi *Watercad V.8.i (SELECTseries6)* Pada Pipa Saat Pukul 00.00

Pipa	Panjang (m)	Start Node	Stop Node	Diameter (in)	Bahan	Hazen-Williams C	Debit(L/s)	Debit (m <sup>3</sup> /s)	Kecepatan (m/s)	Headloss Gradient (m/km)
P-79	40	J 42	B 27	0,75	PVC	150	0,018	0,000018	0,1	0,405
P-80	43	J 42	J 43	2,50	PVC	150	0,412	0,000412	0,1	0,363
P-81	78	J 43	B 28	0,75	PVC	150	0,018	0,000018	0,1	0,378
P-82	5	J 43	J 44	2,50	PVC	150	0,395	0,000395	0,1	0,344
P-83	60	J 44	J 45	2,50	PVC	150	0,395	0,000395	0,1	0,335
P-84	99	J 45	J 46	1,50	PVC	150	0,042	0,000042	0,0	0,065
P-85	57	J 46	J 47	1,50	PVC	150	0,042	0,000042	0,0	0,066
P-86	41	J 47	J 48	0,75	PVC	150	0,019	0,000023	0,1	0,612
P-87	32	J 48	B 29	0,75	PVC	150	0,019	0,000023	0,1	0,611
P-88	100	J 47	J 49	0,75	PVC	150	0,023	0,000019	0,1	0,448
P-89	33	J 49	B 30	0,75	PVC	150	0,023	0,000019	0,1	0,446
P-90	10	J 45	J 50	2,50	PVC	150	0,352	0,000352	0,1	0,276
P-91	69	J 50	B 31	0,75	PVC	150	0,021	0,000021	0,1	0,527
P-92	31	J 50	J 51	2,50	PVC	150	0,331	0,000331	0,1	0,241
P-93	99	J 51	J 52	2,50	PVC	150	0,331	0,000331	0,1	0,243
P-94	42	J 52	J 53	2,50	PVC	150	0,331	0,000331	0,1	0,243
P-95	25	J 53	B 32	0,75	PVC	150	0,012	0,000012	0,0	0,195
P-96	42	J 53	J 54	2,50	PVC	150	0,319	0,000319	0,1	0,225
P-97	21	J 54	J 55	1,00	PVC	150	0,037	0,000037	0,1	0,364
P-98	100	J 55	B 33	0,75	PVC	150	0,021	0,000021	0,1	0,528
P-99	100	J 55	B 34	0,75	PVC	150	0,016	0,000016	0,1	0,309
P-100	16	J 54	J 56	2,50	PVC	150	0,282	0,000282	0,1	0,178
P-101	70	J 56	J 57	2,50	PVC	150	0,282	0,000282	0,1	0,180
P-102	94	J 57	B 35	0,75	PVC	150	0,012	0,000012	0,0	0,195
P-103	31	J 57	J 58	2,50	PVC	150	0,269	0,000269	0,1	0,165
P-104	76	J 58	J 59	2,50	PVC	150	0,269	0,000269	0,1	0,165

Lanjutan Tabel 4.16

Hasil Simulasi Program Aplikasi *Watercad V.8.i (SELECTseries6)* Pada Pipa Saat Pukul 00.00

Pipa	Panjang (m)	Start Node	Stop Node	Diameter (in)	Bahan	Hazen-Williams C	Debit(L/s)	Debit (m <sup>3</sup> /s)	Kecepatan (m/s)	Headloss Gradient (m/km)
P-105	41	J 59	B 36	0,75	PVC	150	0,018	0,000018	0,1	0,378
P-106	15	J 59	J 60	2,00	PVC	150	0,251	0,000251	0,1	0,435
P-107	36	J 60	B 37	0,75	PVC	150	0,012	0,000012	0,0	0,194
P-108	8	J 60	J 61	2,00	PVC	150	0,239	0,000239	0,1	0,394
P-109	100	J 61	PRV-2	2,00	PVC	150	0,239	0,000239	0,1	0,393
P-110	15	PRV-2	J 63	2,00	PVC	150	0,239	0,000239	0,1	0,392
P-111	61	J 63	B 38	0,75	PVC	150	0,016	0,000016	0,1	0,309
P-112	13	J 63	J 64	2,00	PVC	150	0,223	0,000223	0,1	0,347
P-113	18	J 64	J 65	1,00	PVC	150	0,039	0,000039	0,1	0,400
P-114	50	J 65	B 39	0,75	PVC	150	0,018	0,000018	0,1	0,377
P-115	82	J 65	J 66	0,75	PVC	150	0,021	0,000021	0,1	0,527
P-116	100	J 66	J 67	0,75	PVC	150	0,021	0,000021	0,1	0,527
P-117	100	J 67	J 68	0,75	PVC	150	0,021	0,000021	0,1	0,527
P-118	15	J 68	B 40	0,75	PVC	150	0,021	0,000021	0,1	0,527
P-119	5	J 64	J 69	2,00	PVC	150	0,184	0,000184	0,1	0,244
P-120	100	J 69	J 70	2,00	PVC	150	0,138	0,000138	0,1	0,142
P-121	25	J 70	J 71	2,00	PVC	150	0,138	0,000138	0,1	0,143
P-122	26	J 71	B 41	0,75	PVC	150	0,012	0,000012	0,0	0,194
P-123	12	J 71	J 72	2,00	PVC	150	0,126	0,000126	0,1	0,118
P-124	29	J 72	B 42	0,75	PVC	150	0,012	0,000012	0,0	0,195
P-125	62	J 72	J 73	1,50	PVC	150	0,113	0,000113	0,1	0,401
P-126	55	J 73	J 74	1,50	PVC	150	0,113	0,000113	0,1	0,401
P-127	22	J 74	B 43	1,00	PVC	150	0,023	0,000023	0,0	0,149
P-128	41	J 74	J 75	1,50	PVC	150	0,090	0,000090	0,1	0,263
P-129	24	J 75	B 44	0,75	PVC	150	0,019	0,000019	0,1	0,449
P-130	4	J 75	J 76	1,50	PVC	150	0,071	0,000071	0,1	0,167

Lanjutan Tabel 4.16  
 Hasil Simulasi Program Aplikasi *Watercad V.8.i (SELECTseries6)* Pada Pipa Saat Pukul 00.00

Pipa	Panjang (m)	Start Node	Stop Node	Diameter (in)	Bahan	Hazen-Williams C	Debit(L/s)	Debit (m <sup>3</sup> /s)	Kecepatan (m/s)	Headloss Gradient (m/km)
P-131	100	J 76	J 77	1,50	PVC	150	0,071	0,000071	0,1	0,168
P-132	31	J 77	J 78	1,50	PVC	150	0,071	0,000071	0,1	0,167
P-133	28	J 78	B 45	0,75	PVC	150	0,012	0,000012	0,0	0,195
P-134	8	J 78	J 79	1,50	PVC	150	0,058	0,000058	0,1	0,118
P-135	37	J 79	B 46	0,75	PVC	150	0,023	0,000023	0,1	0,613
P-136	60	J 79	J 80	1,00	PVC	150	0,035	0,000035	0,1	0,335
P-137	59	J 80	J 81	1,00	PVC	150	0,035	0,000035	0,1	0,335
P-138	40	J 81	B 47	0,75	PVC	150	0,014	0,000014	0,0	0,248
P-139	28	J 81	J 82	0,75	PVC	150	0,021	0,000021	0,1	0,527
P-140	62	J 82	B 48	0,75	PVC	150	0,021	0,000021	0,1	0,527
P-141	67	J 69	J 83	1,50	PVC	150	0,046	0,000046	0,0	0,075
P-142	100	J 83	J 84	1,50	PVC	150	0,046	0,000046	0,0	0,076
P-143	100	J 84	J 85	1,50	PVC	150	0,046	0,000046	0,0	0,075
P-144	100	J 85	J 86	1,50	PVC	150	0,046	0,000046	0,0	0,076
P-145	100	J 86	J 87	1,50	PVC	150	0,046	0,000046	0,0	0,076
P-146	100	J 87	J 88	1,50	PVC	150	0,046	0,000046	0,0	0,076
P-147	100	J 88	J 89	1,50	PVC	150	0,046	0,000046	0,0	0,075
P-148	93	J 89	J 90	1,50	PVC	150	0,046	0,000046	0,0	0,076
P-149	38	J 90	B 49	0,75	PVC	150	0,018	0,000018	0,1	0,377
P-150	7	J 90	J 91	1,00	PVC	150	0,028	0,000028	0,1	0,221
P-151	53	J 91	J 92	1,00	PVC	150	0,028	0,000028	0,1	0,222

Lanjutan Tabel 4.16

Hasil Simulasi Program Aplikasi *Watercad V.8.i ( SELECTseries6)* Pada Pipa Saat Pukul 00.00

Pipa	Panjang (m)	Start Node	Stop Node	Diameter (in)	Bahan	Hazen-Williams C	Debit(L/s)	Debit (m <sup>3</sup> /s)	Kecepatan (m/s)	Headloss Gradient (m/km)
P-152	31	J 92	B 50	0,75	PVC	150	0,016	0,000016	0,1	0,309
P-153	14	J 92	J 93	0,75	PVC	150	0,012	0,000012	0,0	0,195
P-154	19	J 93	B 51	0,75	PVC	150	0,012	0,000012	0,0	0,195

Sumber: Hasil Simulasi Program *WaterCAD V.8.i ( SELECTseries6)*

Kriteria Perencanaan: Kecepatan 0,1 – 2,5 m/dt

*Headloss Gradient* 0 – 15 m/km

Tekanan 0,5 – 8 atm



Tabel 4.17

Hasil Simulasi Program Aplikasi *Watercad V.8.i (SELECTseries6)* Pada Pipa Saat Pukul 07.00

Pipa	Panjang (m)	Start Node	Stop Node	Diameter (in)	Bahan	Hazen- Williams C	Debit(L/s)	Debit (m <sup>3</sup> /s)	Kecepatan (m/s)	Headloss Gradient (m/km)
P-1	100	Sumber	J I	4,00	PVC	150	4,856	0,0048560	0,6	3,551
P-2	100	J I	J II	4,00	PVC	150	4,856	0,0048560	0,6	3,551
P-3	100	J II	J III	4,00	PVC	150	4,856	0,0048560	0,6	3,551
P-4	100	J III	J IV	4,00	PVC	150	4,856	0,0048560	0,6	3,551
P-5	100	J IV	J V	4,00	PVC	150	4,856	0,0048560	0,6	3,552
P-6	100	J V	J VI	4,00	PVC	150	4,856	0,0048560	0,6	3,551
P-7	100	J VI	PRV-1	4,00	PVC	150	4,856	0,0048560	0,6	3,551
P-8	100	PRV-1	J VIII	4,00	PVC	150	4,856	0,0048560	0,6	3,551
P-9	100	J VIII	J IX	4,00	PVC	150	4,856	0,0048560	0,6	3,551
P-10	100	J IX	J X	4,00	PVC	150	4,856	0,0048560	0,6	3,551
P-11	7	J X	J 1	4,00	PVC	150	4,856	0,0048560	0,6	3,548
P-12	100	J 1	J 2	0,75	PVC	150	0,070	0,0000700	0,2	4,764
P-13	17	J 2	B 1	0,75	PVC	150	0,070	0,0000700	0,2	4,762
P-14	33	J 1	J 3	4,00	PVC	150	4,787	0,0047870	0,6	3,457
P-15	69	J 3	B 2	0,75	PVC	150	0,119	0,0001190	0,4	12,892
P-16	43	J 3	B 3	0,75	PVC	150	0,089	0,0000890	0,3	7,543
P-17	7	J 3	J 4	4,00	PVC	150	4,578	0,0045780	0,6	3,183
P-18	100	J 4	J 5	0,75	PVC	150	0,075	0,0000750	0,3	5,492
P-19	51	J 5	B 4	0,75	PVC	150	0,075	0,0000750	0,3	5,492
P-20	10	J 4	J 6	4,00	PVC	150	4,503	0,0045030	0,6	3,083
P-21	32	J 6	J 7	2,00	PVC	150	0,932	0,0009320	0,5	4,886
P-22	69	J 7	B 5	0,75	PVC	150	0,109	0,0001090	0,4	10,953
P-23	53	J 7	J 8	2,00	PVC	150	0,823	0,0008230	0,4	3,878
P-24	22	J 8	B 6	0,75	PVC	150	0,129	0,0001290	0,5	14,374
P-25	14	J 8	J 9	2,00	PVC	150	0,693	0,0006930	0,3	2,824
P-26	73	J 9	J 10	2,00	PVC	150	0,693	0,0006930	0,3	2,825



Lanjutan Tabel 4.17

Hasil Simulasi Program Aplikasi *Watercad V.8.i (SELECTseries6)* Pada Pipa Saat Pukul 07.00

Pipa	Panjang (m)	Start Node	Stop Node	Diameter (in)	Bahan	Hazen-Williams C	Debit(L/s)	Debit (m <sup>3</sup> /s)	Kecepatan (m/s)	Headloss Gradient (m/km)
P-27	43	J 10	B 7	0,75	PVC	150	0,080	0,0000800	0,3	6,090
P-28	25	J 10	J 11	1,50	PVC	150	0,614	0,0006140	0,5	9,150
P-29	28	J 11	J 12	1,50	PVC	150	0,614	0,0006140	0,5	9,150
P-30	20	J 12	B 8	0,75	PVC	150	0,080	0,0000800	0,3	6,091
P-31	30	J 12	J 13	1,50	PVC	150	0,534	0,0005340	0,5	7,077
P-32	37	J 13	B 9	0,75	PVC	150	0,067	0,0000670	0,2	4,399
P-33	38	J 13	J 14	1,50	PVC	150	0,467	0,0004670	0,4	5,526
P-34	100	J 14	J 15	0,75	PVC	150	0,099	0,0000990	0,3	9,215
P-35	3	J 15	B 10	0,75	PVC	150	0,099	0,0000990	0,3	9,240
P-36	5	J 14	J 16	1,50	PVC	150	0,368	0,0003680	0,3	3,549
P-37	5	J 16	J 17	1,50	PVC	150	0,368	0,0003680	0,3	3,540
P-38	42	J 17	B 11	0,75	PVC	150	0,119	0,0001190	0,4	12,893
P-39	74	J 17	J 18	1,50	PVC	150	0,249	0,0002490	0,2	1,717
P-40	31	J 18	B 12	0,75	PVC	150	0,070	0,0000700	0,2	4,765
P-41	17	J 18	J 19	1,00	PVC	150	0,179	0,0001790	0,4	6,731
P-42	45	J 19	B 13	0,75	PVC	150	0,109	0,0001090	0,4	10,953
P-43	67	J 19	B 14	0,75	PVC	150	0,070	0,0000700	0,2	4,764
P-44	14	J 6	J 20	3,00	PVC	150	3,571	0,0035710	0,8	8,163
P-45	72	J 20	B 15	0,75	PVC	150	0,099	0,0000990	0,3	9,215
P-46	27	J 20	J 21	3,00	PVC	150	3,471	0,0034710	0,8	7,743
P-47	100	J 21	J 22	3,00	PVC	150	3,471	0,0034710	0,8	7,743
P-48	11	J 22	J 23	3,00	PVC	150	3,471	0,0034710	0,8	7,744
P-49	40	J 23	B 16	0,75	PVC	150	0,119	0,0001190	0,4	12,893
P-50	13	J 23	J 24	3,00	PVC	150	3,352	0,0033520	0,7	7,262
P-51	22	J 24	B 17	0,75	PVC	150	0,080	0,0000800	0,3	6,090
P-52	75	J 24	J 25	3,00	PVC	150	3,273	0,0032730	0,7	6,942

Lanjutan Tabel 4.17  
 Hasil Simulasi Program Aplikasi *Watercad V.8.i (SELECTseries6)* Pada Pipa Saat Pukul 07.00

Pipa	Panjang (m)	Start Node	Stop Node	Diameter (in)	Bahan	Hazen-Williams C	Debit(L/s)	Debit (m <sup>3</sup> /s)	Kecepatan (m/s)	Headloss Gradient (m/km)
P-53	100	J 25	J 26	3,00	PVC	150	3,273	0,0032730	0,7	6,942
P-54	100	J 26	J 27	3,00	PVC	150	3,273	0,0032730	0,7	6,942
P-55	42	J 27	J 28	3,00	PVC	150	3,273	0,0032730	0,7	6,942
P-56	33	J 28	B 18	0,75	PVC	150	0,075	0,0000750	0,3	5,493
P-57	5	J 28	J 29	3,00	PVC	150	3,197	0,0031970	0,7	6,652
P-58	51	J 29	B 19	0,75	PVC	150	0,109	0,0001090	0,4	10,955
P-59	53	J 29	J 30	3,00	PVC	150	3,088	0,0030880	0,7	6,235
P-60	100	J 30	J 31	3,00	PVC	150	3,088	0,0030880	0,7	6,235
P-61	19	J 31	J 32	3,00	PVC	150	3,088	0,0030880	0,7	6,234
P-62	100	J 32	J 33	0,75	PVC	150	0,089	0,0000890	0,3	7,543
P-63	100	J 33	B 20	0,75	PVC	150	0,089	0,0000890	0,3	7,543
P-64	11	J 32	J 34	3,00	PVC	150	2,999	0,0029990	0,7	5,903
P-65	60	J 34	B 21	0,75	PVC	150	0,119	0,0001190	0,4	12,892
P-66	43	J 34	J 35	3,00	PVC	150	2,880	0,0028800	0,6	5,479
P-67	67	J 35	B 22	0,75	PVC	150	0,080	0,0000800	0,3	6,091
P-68	27	J 35	J 36	3,00	PVC	150	2,800	0,0028000	0,6	5,200
P-69	19	J 36	J 37	3,00	PVC	150	2,800	0,0028000	0,6	5,202
P-70	16	J 37	B 23	0,75	PVC	150	0,129	0,0001290	0,5	14,374
P-71	31	J 37	J 38	3,00	PVC	150	2,671	0,0026710	0,6	4,765
P-72	68	J 38	B 24	0,75	PVC	150	0,081	0,0000810	0,3	6,267
P-73	50	J 38	J 39	2,50	PVC	150	2,590	0,0025900	0,8	10,939
P-74	10	J 39	J 40	2,50	PVC	150	2,590	0,0025900	0,8	10,939
P-75	48	J 40	B 25	0,75	PVC	150	0,099	0,0000990	0,3	9,215
P-76	14	J 40	J 41	2,50	PVC	150	2,490	0,0024900	0,8	10,174
P-77	56	J 41	B 26	0,75	PVC	150	0,070	0,0000700	0,2	4,764
P-78	28	J 41	J 42	2,50	PVC	150	2,421	0,0024210	0,8	9,653

Lanjutan Tabel 4.17

Hasil Simulasi Program Aplikasi *Watercad V.8.i (SELECTseries6)* Pada Pipa Saat Pukul 07.00

Pipa	Panjang (m)	Start Node	Stop Node	Diameter (in)	Bahan	Hazen-Williams C	Debit(L/s)	Debit (m <sup>3</sup> /s)	Kecepatan (m/s)	Headloss Gradient (m/km)
P-79	40	J 42	B 27	0,75	PVC	150	0,104	0,0001040	0,4	9,915
P-80	43	J 42	J 43	2,50	PVC	150	2,317	0,0023170	0,7	8,902
P-81	78	J 43	B 28	0,75	PVC	150	0,099	0,0000990	0,3	9,215
P-82	5	J 43	J 44	2,50	PVC	150	2,218	0,0022180	0,7	8,210
P-83	60	J 44	J 45	2,50	PVC	150	2,218	0,0022180	0,7	8,207
P-84	99	J 45	J 46	1,50	PVC	150	0,239	0,0002390	0,2	1,591
P-85	57	J 46	J 47	1,50	PVC	150	0,239	0,0002390	0,2	1,590
P-86	41	J 47	J 48	0,75	PVC	150	0,129	0,0001290	0,5	14,374
P-87	32	J 48	B 29	0,75	PVC	150	0,129	0,0001290	0,5	14,374
P-88	100	J 47	J 49	0,75	PVC	150	0,109	0,0001090	0,4	10,954
P-89	33	J 49	B 30	0,75	PVC	150	0,109	0,0001090	0,4	10,954
P-90	10	J 45	J 50	2,50	PVC	150	1,979	0,0019790	0,6	6,648
P-91	69	J 50	B 31	0,75	PVC	150	0,119	0,0001190	0,4	12,892
P-92	31	J 50	J 51	2,50	PVC	150	1,860	0,0018600	0,6	5,925
P-93	99	J 51	J 52	2,50	PVC	150	1,860	0,0018600	0,6	5,925
P-94	42	J 52	J 53	2,50	PVC	150	1,860	0,0018600	0,6	5,925
P-95	25	J 53	B 32	0,75	PVC	150	0,070	0,0000700	0,2	4,763
P-96	42	J 53	J 54	2,50	PVC	150	1,790	0,0017900	0,6	5,520
P-97	21	J 54	J 55	1,00	PVC	150	0,209	0,0002090	0,4	8,938
P-98	100	J 55	B 33	0,75	PVC	150	0,119	0,0001190	0,4	12,892
P-99	100	J 55	B 34	0,75	PVC	150	0,089	0,0000890	0,3	7,543
P-100	16	J 54	J 56	2,50	PVC	150	1,582	0,0015820	0,5	4,388
P-101	70	J 56	J 57	2,50	PVC	150	1,582	0,0015820	0,5	4,389
P-102	94	J 57	B 35	0,75	PVC	150	0,070	0,0000700	0,2	4,764
P-103	31	J 57	J 58	2,50	PVC	150	1,512	0,0015120	0,5	4,038
P-104	76	J 58	J 59	2,50	PVC	150	1,512	0,0015120	0,5	4,037

Lanjutan Tabel 4.17  
 Hasil Simulasi Program Aplikasi *Watercad V.8.i (SELECTseries6)* Pada Pipa Saat Pukul 07.00

Pipa	Panjang (m)	Start Node	Stop Node	Diameter (in)	Bahan	Hazen-Williams C	Debit(L/s)	Debit (m <sup>3</sup> /s)	Kecepatan (m/s)	Headloss Gradient (m/km)
P-105	41	J 59	B 36	0,75	PVC	150	0,099	0,0000990	0,3	9,215
P-106	15	J 59	J 60	2,00	PVC	150	1,412	0,0014120	0,7	10,554
P-107	36	J 60	B 37	0,75	PVC	150	0,070	0,0000700	0,2	4,764
P-108	8	J 60	J 61	2,00	PVC	150	1,343	0,0013430	0,7	9,607
P-109	100	J 61	PRV-2	2,00	PVC	150	1,343	0,0013430	0,7	9,610
P-110	15	PRV-2	J 63	2,00	PVC	150	1,343	0,0013430	0,7	9,610
P-111	61	J 63	B 38	0,75	PVC	150	0,089	0,0000890	0,3	7,567
P-112	13	J 63	J 64	2,00	PVC	150	1,253	0,0012530	0,6	8,456
P-113	18	J 64	J 65	1,00	PVC	150	0,219	0,0002190	0,4	9,765
P-114	50	J 65	B 39	0,75	PVC	150	0,099	0,0000990	0,3	9,215
P-115	82	J 65	J 66	0,75	PVC	150	0,119	0,0001190	0,4	12,891
P-116	100	J 66	J 67	0,75	PVC	150	0,119	0,0001190	0,4	12,892
P-117	100	J 67	J 68	0,75	PVC	150	0,119	0,0001190	0,4	12,892
P-118	15	J 68	B 40	0,75	PVC	150	0,119	0,0001190	0,4	12,892
P-119	5	J 64	J 69	2,00	PVC	150	1,035	0,0010350	0,5	5,933
P-120	100	J 69	J 70	2,00	PVC	150	0,776	0,0007760	0,4	3,480
P-121	25	J 70	J 71	2,00	PVC	150	0,776	0,0007760	0,4	3,48
P-122	26	J 71	B 41	0,75	PVC	150	0,070	0,0000700	0,2	4,763
P-123	12	J 71	J 72	2,00	PVC	150	0,706	0,0007060	0,3	2,921
P-124	29	J 72	B 42	0,75	PVC	150	0,070	0,0000700	0,2	4,764
P-125	62	J 72	J 73	1,50	PVC	150	0,637	0,0006370	0,6	9,793
P-126	55	J 73	J 74	1,50	PVC	150	0,637	0,0006370	0,6	9,793
P-127	22	J 74	B 43	1,00	PVC	150	0,129	0,0001290	0,3	3,687
P-128	41	J 74	J 75	1,50	PVC	150	0,507	0,0005070	0,4	6,430
P-129	24	J 75	B 44	0,75	PVC	150	0,109	0,0001090	0,4	10,982
P-130	4	J 75	J 76	1,50	PVC	150	0,398	0,0003980	0,3	4,102

Lanjutan Tabel 4.17  
 Hasil Simulasi Program Aplikasi *Watercad V.8.i (SELECTseries6)* Pada Pipa Saat Pukul 07.00

Pipa	Panjang (m)	Start Node	Stop Node	Diameter (in)	Bahan	Hazen-Williams C	Debit(L/s)	Debit (m <sup>3</sup> /s)	Kecepatan (m/s)	Headloss Gradient (m/km)
P-131	100	J 76	J 77	1,50	PVC	150	0,398	0,0003980	0,3	4,101
P-132	31	J 77	J 78	1,50	PVC	150	0,398	0,0003980	0,3	4,101
P-133	28	J 78	B 45	0,75	PVC	150	0,070	0,0000700	0,2	4,764
P-134	8	J 78	J 79	1,50	PVC	150	0,328	0,0003280	0,3	2,872
P-135	37	J 79	B 46	0,75	PVC	150	0,129	0,0001290	0,5	14,374
P-136	60	J 79	J 80	1,00	PVC	150	0,199	0,0001990	0,4	8,181
P-137	59	J 80	J 81	1,00	PVC	150	0,199	0,0001990	0,4	8,181
P-138	40	J 81	B 47	0,75	PVC	150	0,080	0,0000800	0,3	6,091
P-139	28	J 81	J 82	0,75	PVC	150	0,119	0,0001190	0,4	12,891
P-140	62	J 82	B 48	0,75	PVC	150	0,119	0,0001190	0,4	12,892
P-141	67	J 69	J 83	1,50	PVC	150	0,259	0,0002590	0,2	1,847
P-142	100	J 83	J 84	1,50	PVC	150	0,259	0,0002590	0,2	1,847
P-143	100	J 84	J 85	1,50	PVC	150	0,259	0,0002590	0,2	1,847
P-144	100	J 85	J 86	1,50	PVC	150	0,259	0,0002590	0,2	1,847
P-145	100	J 86	J 87	1,50	PVC	150	0,259	0,0002590	0,2	1,847
P-146	100	J 87	J 88	1,50	PVC	150	0,259	0,0002590	0,2	1,847
P-147	100	J 88	J 89	1,50	PVC	150	0,259	0,0002590	0,2	1,847
P-148	93	J 89	J 90	1,50	PVC	150	0,259	0,0002590	0,2	1,847
P-149	38	J 90	B 49	0,75	PVC	150	0,099	0,0000990	0,3	9,215
P-150	7	J 90	J 91	1,00	PVC	150	0,159	0,0001590	0,3	5,419
P-151	53	J 91	J 92	1,00	PVC	150	0,159	0,0001590	0,3	5,415

Lanjutan Tabel 4.17

Hasil Simulasi Program Aplikasi *Watercad V.8.i (SELECTseries6)* Pada Pipa Saat Pukul 07.00

Pipa	Panjang (m)	Start Node	Stop Node	Diameter (in)	Bahan	Hazen-Williams C	Debit(L/s)	Debit (m <sup>3</sup> /s)	Kecepatan (m/s)	Headloss Gradient (m/km)
P-152	31	J 92	B 50	0,75	PVC	150	0,089	0,0000890	0,3	7,567
P-153	14	J 92	J 93	0,75	PVC	150	0,070	0,0000700	0,2	4,764
P-154	19	J 93	B 51	0,75	PVC	150	0,070	0,0000700	0,2	4,763

Sumber: Hasil Simulasi Program *WaterCAD V.8.i (SELECTseries6)*

Kriteria Perencanaan: Kecepatan 0,1 – 2,5 m/dt

*Headloss Gradient* 0 – 15 m/km

Tekanan 0,5 – 8 atm



Tabel 4.18  
 Hasil Simulasi Program Aplikasi *Watercad V.8.i (SELECTseries6)* Pada Titik Simpul Saat Pukul 00.00 Kondisi PRV *active*

Nomenklatur	Elevasi (m)	Demand (L/s)	Demand (m <sup>3</sup> /s)	Tinggi Hidrolis (m)	Tekanan (atm)
J I	706	0,000	0,000000	734,99	2,80
J II	685	0,000	0,000000	734,97	4,83
J III	683	0,000	0,000000	734,96	5,02
J IV	692	0,000	0,000000	734,94	4,15
J V	683	0,000	0,000000	734,93	5,02
J VI	659	0,000	0,000000	734,91	7,33
J VIII	624	0,000	0,000000	630,30	0,61
J IX	621	0,000	0,000000	630,28	0,90
J X	612	0,000	0,000000	630,27	1,76
J 1	611	0,000	0,000000	630,27	1,86
J 2	603	0,000	0,000000	630,25	2,63
B 1	603	0,012	0,000012	630,25	2,63
J 3	610	0,000	0,000000	630,26	1,96
B 2	614	0,021	0,000021	630,24	1,57
B 3	609	0,016	0,000016	630,25	2,05
J 4	610	0,000	0,000000	630,26	1,96
J 5	616	0,000	0,000000	630,24	1,38
B 4	620	0,013	0,000013	630,24	0,99
J 6	610	0,000	0,000000	630,26	1,96
J 7	610	0,000	0,000000	630,25	1,96
B 5	611	0,019	0,000019	630,23	1,86
J 8	607	0,000	0,000000	630,24	2,25
B 6	607	0,023	0,000023	630,23	2,24
J 9	606	0,000	0,000000	630,24	2,34
J 10	603	0,000	0,000000	630,23	2,63
B 7	605	0,014	0,000014	630,23	2,44
J 11	603	0,000	0,000000	630,23	2,63
J 12	600	0,000	0,000000	630,21	2,92
B 8	604	0,014	0,000014	630,21	2,53
J 13	597	0,000	0,000000	630,21	3,21
B 9	597	0,012	0,000012	630,20	3,21
J 14	595	0,000	0,000000	630,20	3,40
J 15	601	0,000	0,000000	630,17	2,82
B 10	601	0,018	0,000018	630,17	2,82
J 16	595	0,000	0,000000	630,20	3,40
J 17	595	0,000	0,000000	630,20	3,40
B 11	597	0,021	0,000021	630,18	3,20
J 18	595	0,000	0,000000	630,19	3,40
B 12	597	0,012	0,000012	630,19	3,21
J 19	593	0,000	0,000000	630,19	3,59
B 13	594	0,019	0,000019	630,17	3,49
B 14	598	0,012	0,000012	630,18	3,11
J 20	610	0,000	0,000000	630,25	1,96
B 15	610	0,018	0,000018	630,23	1,95
J 21	609	0,000	0,000000	630,25	2,05



Lanjutan Tabel 4.18

Hasil Simulasi Program Aplikasi *Watercad V.8.i (SELECTseries6)* Pada Titik Simpul Saat Pukul 00.00 Kondisi PRV *active*

Nomenklatur	Elevasi (m)	Demand (L/s)	Demand (m <sup>3</sup> /s)	Tinggi Hidrolis (m)	Tekanan (atm)
J 22	608	0,000	0,000000	630,21	2,15
J 23	609	0,000	0,000000	630,21	2,05
B 16	604	0,021	0,000021	630,20	2,53
J 24	609	0,000	0,000000	630,21	2,05
B 17	611	0,014	0,000014	630,20	1,85
J 25	609	0,000	0,000000	630,19	2,05
J 26	606	0,000	0,000000	630,16	2,33
J 27	603	0,000	0,000000	630,13	2,62
J 28	601	0,000	0,000000	630,12	2,81
B 18	603	0,013	0,000013	630,11	2,62
J 29	601	0,000	0,000000	630,12	2,81
B 19	602	0,019	0,000019	630,10	2,71
J 30	601	0,000	0,000000	630,10	2,81
J 31	600	0,000	0,000000	630,08	2,91
J 32	600	0,000	0,000000	630,07	2,90
J 33	595	0,000	0,000000	630,05	3,39
B 20	590	0,016	0,000016	630,02	3,87
J 34	600	0,000	0,000000	630,07	2,90
B 21	601	0,021	0,000021	630,05	2,81
J 35	599	0,000	0,000000	630,06	3,00
B 22	595	0,014	0,000014	630,05	3,39
J 36	596	0,000	0,000000	630,05	3,29
J 37	596	0,000	0,000000	630,05	3,29
B 23	596	0,023	0,000023	630,04	3,29
J 38	593	0,000	0,000000	630,04	3,58
B 24	583	0,014	0,000014	630,03	4,54
J 39	588	0,000	0,000000	630,02	4,06
J 40	591	0,000	0,000000	630,02	3,77
B 25	592	0,018	0,000018	630,00	3,67
J 41	590	0,000	0,000000	630,01	3,86
B 26	590	0,012	0,000012	630,00	3,86
J 42	590	0,000	0,000000	630,00	3,86
B 27	590	0,018	0,000018	629,99	3,86
J 43	590	0,000	0,000000	629,98	3,86
B 28	584	0,018	0,000018	629,96	4,44
J 44	589	0,000	0,000000	629,98	3,96
J 45	587	0,000	0,000000	629,96	4,15
J 46	585	0,000	0,000000	629,96	4,34
J 47	581	0,000	0,000000	629,95	4,73
J 48	573	0,000	0,000000	629,92	5,50
B 29	571	0,023	0,000023	629,91	5,69
J 49	576	0,000	0,000000	629,93	5,21
B 30	576	0,019	0,000019	629,92	5,21
J 50	586	0,000	0,000000	629,96	4,25
B 31	585	0,021	0,000021	629,93	4,34

Lanjutan Tabel 4.18

Hasil Simulasi Program Aplikasi *Watercad V.8.i (SELECTseries6)* Pada Titik Simpul Saat Pukul 00.00 Kondisi PRV *active*

Nomenklatur	Elevasi (m)	Demand (L/s)	Demand (m <sup>3</sup> /s)	Tinggi Hidrolis (m)	Tekanan (atm)
J 51	586	0,000	0,000000	629,95	4,25
J 52	587	0,000	0,000000	629,93	4,15
J 53	586	0,000	0,000000	629,92	4,24
B 32	584	0,012	0,000012	629,91	4,43
J 54	586	0,000	0,000000	629,91	4,24
J 55	586	0,000	0,000000	629,90	4,24
B 33	586	0,021	0,000021	629,86	4,24
B 34	584	0,016	0,000016	629,88	4,43
J 56	584	0,000	0,000000	629,90	4,43
J 57	584	0,000	0,000000	629,89	4,43
B 35	588	0,012	0,000012	629,88	4,05
J 58	583	0,000	0,000000	629,89	4,53
J 59	587	0,000	0,000000	629,87	4,14
B 36	589	0,018	0,000018	629,86	3,95
J 60	588	0,000	0,000000	629,87	4,04
B 37	587	0,012	0,000012	629,86	4,14
J 61	588	0,000	0,000000	629,87	4,04
J 63	588	0,000	0,000000	599,39	1,10
B 38	589	0,016	0,000016	599,37	1,00
J 64	588	0,000	0,000000	599,38	1,10
J 65	587	0,000	0,000000	599,37	1,20
B 39	587	0,018	0,000018	599,36	1,19
J 66	582	0,000	0,000000	599,34	1,68
J 67	577	0,000	0,000000	599,30	2,15
J 68	569	0,000	0,000000	599,27	2,92
B 40	567	0,021	0,000021	599,26	3,12
J 69	588	0,000	0,000000	599,38	1,10
J 70	578	0,000	0,000000	599,37	2,06
J 71	574	0,000	0,000000	599,36	2,45
B 41	573	0,012	0,000012	599,36	2,55
J 72	573	0,000	0,000000	599,36	2,55
B 42	574	0,012	0,000012	599,36	2,45
J 73	565	0,000	0,000000	599,34	3,32
J 74	558	0,000	0,000000	599,31	3,99
B 43	555	0,023	0,000023	599,30	4,28
J 75	553	0,000	0,000000	599,30	4,47
B 44	555	0,020	0,000020	599,30	4,28
J 76	553	0,000	0,000000	599,30	4,47
J 77	553	0,000	0,000000	599,29	4,47
J 78	550	0,000	0,000000	599,28	4,76
B 45	554	0,012	0,000012	599,28	4,37
J 79	550	0,000	0,000000	599,28	4,76
B 46	548	0,023	0,000023	599,26	4,95
J 80	547	0,000	0,000000	599,26	5,05
J 81	544	0,000	0,000000	599,24	5,34

Lanjutan Tabel 4.18

Hasil Simulasi Program Aplikasi *Watercad V.8.i (SELECTseries6)* Pada Titik Simpul Saat Pukul 00.00 Kondisi PRV *active*

Nomenklatur	Elevasi (m)	Demand (L/s)	Demand (m <sup>3</sup> /s)	Tinggi Hidrolis (m)	Tekanan (atm)
B 47	543	0,014	0,000014	599,23	5,43
J 82	541	0,000	0,000000	599,23	5,62
B 48	537	0,021	0,000021	599,21	6,01
J 83	586	0,000	0,000000	599,38	1,29
J 84	589	0,000	0,000000	599,37	1,00
J 85	593	0,000	0,000000	599,36	0,61
J 86	590	0,000	0,000000	599,35	0,90
J 87	592	0,000	0,000000	599,35	0,71
J 88	577	0,000	0,000000	599,34	2,16
J 89	560	0,000	0,000000	599,33	3,80
J 90	555	0,000	0,000000	599,32	4,28
B 49	558	0,018	0,000018	599,31	3,99
J 91	554	0,000	0,000000	599,32	4,38
J 92	550	0,000	0,000000	599,31	4,76
B 50	554	0,016	0,000016	599,30	4,38
J 93	550	0,000	0,000000	599,31	4,76
B 51	547	0,012	0,000012	599,30	5,05

Sumber: Hasil Simulasi Program *WaterCAD V.8.i (SELECTseries6)*

Kriteria Perencanaan: Kecepatan 0,1 – 2,5 m/dt

*Headloss Gradient* 0 – 15 m/km

Tekanan 0,5 – 8 atm

Tabel 4.19  
 Hasil Simulasi Program Aplikasi *Watercad V.8.i (SELECTseries6)* Pada Titik Simpul Saat Pukul 00.00 Kondisi PRV *Inactive* (Tidak Aktif)

Nomenklatur	Elevasi (m)	Demand (L/s)	Demand (m <sup>3</sup> /s)	Tinggi Hidrolis (m)	Tekanan (atm)
J I	706	0,000	0,000000	734,99	2,80
J II	685	0,000	0,000000	734,97	4,83
J III	683	0,000	0,000000	734,96	5,02
J IV	692	0,000	0,000000	734,94	4,15
J V	683	0,000	0,000000	734,93	5,02
J VI	659	0,000	0,000000	734,91	7,33
J VIII	624	0,000	0,000000	734,88	10,71
J IX	621	0,000	0,000000	734,87	11,00
J X	612	0,000	0,000000	734,85	11,87
J 1	611	0,000	0,000000	734,85	11,96
J 2	603	0,000	0,000000	734,84	12,73
B 1	603	0,012	0,000012	734,84	12,73
J 3	610	0,000	0,000000	734,85	12,06
B 2	614	0,021	0,000021	734,82	11,67
B 3	609	0,016	0,000016	734,84	12,15
J 4	610	0,000	0,000000	734,85	12,06
J 5	616	0,000	0,000000	734,83	11,48
B 4	620	0,013	0,000013	734,82	11,09
J 6	610	0,000	0,000000	734,85	12,06
J 7	610	0,000	0,000000	734,84	12,06
B 5	611	0,019	0,000019	734,82	11,96
J 8	607	0,000	0,000000	734,83	12,35
B 6	607	0,023	0,000023	734,82	12,35
J 9	606	0,000	0,000000	734,83	12,44
J 10	603	0,000	0,000000	734,82	12,73
B 7	605	0,014	0,000014	734,81	12,54
J 11	603	0,000	0,000000	734,81	12,73
J 12	600	0,000	0,000000	734,80	13,02
B 8	604	0,014	0,000014	734,80	12,63
J 13	597	0,000	0,000000	734,79	13,31
B 9	597	0,012	0,000012	734,79	13,31
J 14	595	0,000	0,000000	734,78	13,50
J 15	601	0,000	0,000000	734,76	12,92
B 10	601	0,018	0,000018	734,76	12,92
J 16	595	0,000	0,000000	734,78	13,50
J 17	595	0,000	0,000000	734,78	13,50
B 11	597	0,021	0,000021	734,77	13,31
J 18	595	0,000	0,000000	734,78	13,50
B 12	597	0,012	0,000012	734,77	13,31
J 19	593	0,000	0,000000	734,77	13,69
B 13	594	0,019	0,000019	734,76	13,60
B 14	598	0,012	0,000012	734,76	13,21
J 20	610	0,000	0,000000	734,84	12,06
B 15	610	0,018	0,000018	734,82	12,06
J 21	609	0,000	0,000000	734,83	12,15

Lanjutan Tabel 4.19

Hasil Simulasi Program Aplikasi *Watercad V.8.i (SELECTseries6)* Pada Titik Simpul Saat Pukul 00.00 Kondisi PRV *Inactive* (Tidak Aktif)

Nomenklatur	Elevasi (m)	Demand (L/s)	Demand (m <sup>3</sup> /s)	Tinggi Hidrolis (m)	Tekanan (atm)
J 22	608	0,000	0,000000	734,80	12,25
J 23	609	0,000	0,000000	734,80	12,15
B 16	604	0,021	0,000021	734,78	12,63
J 24	609	0,000	0,000000	734,79	12,15
B 17	611	0,014	0,000014	734,79	11,96
J 25	609	0,000	0,000000	734,77	12,15
J 26	606	0,000	0,000000	734,74	12,44
J 27	603	0,000	0,000000	734,72	12,72
J 28	601	0,000	0,000000	734,70	12,91
B 18	603	0,013	0,000013	734,70	12,72
J 29	601	0,000	0,000000	734,70	12,91
B 19	602	0,019	0,000019	734,69	12,82
J 30	601	0,000	0,000000	734,69	12,91
J 31	600	0,000	0,000000	734,66	13,01
J 32	600	0,000	0,000000	734,66	13,01
J 33	595	0,000	0,000000	734,64	13,49
B 20	590	0,016	0,000016	734,61	13,97
J 34	600	0,000	0,000000	734,66	13,01
B 21	601	0,021	0,000021	734,63	12,91
J 35	599	0,000	0,000000	734,65	13,10
B 22	595	0,014	0,000014	734,63	13,49
J 36	596	0,000	0,000000	734,64	13,39
J 37	596	0,000	0,000000	734,64	13,39
B 23	596	0,023	0,000023	734,63	13,39
J 38	593	0,000	0,000000	734,63	13,68
B 24	583	0,014	0,000014	734,62	14,64
J 39	588	0,000	0,000000	734,61	14,16
J 40	591	0,000	0,000000	734,60	13,87
B 25	592	0,018	0,000018	734,59	13,77
J 41	590	0,000	0,000000	734,60	13,97
B 26	590	0,012	0,000012	734,59	13,97
J 42	590	0,000	0,000000	734,59	13,97
B 27	590	0,018	0,000018	734,57	13,96
J 43	590	0,000	0,000000	734,57	13,96
B 28	584	0,018	0,000018	734,55	14,54
J 44	589	0,000	0,000000	734,57	14,06
J 45	587	0,000	0,000000	734,55	14,25
J 46	585	0,000	0,000000	734,54	14,44
J 47	581	0,000	0,000000	734,54	14,83
J 48	573	0,000	0,000000	734,51	15,60
B 29	571	0,023	0,000023	734,50	15,79
J 49	576	0,000	0,000000	734,52	15,31
B 30	576	0,019	0,000019	734,51	15,31
J 50	586	0,000	0,000000	734,55	14,35
B 31	585	0,021	0,000021	734,52	14,44

Lanjutan Tabel 4.19

Hasil Simulasi Program Aplikasi *Watercad V.8.i (SELECTseries6)* Pada Titik Simpul Saat Pukul 00.00 Kondisi PRV *Inactive* (Tidak Aktif)

Nomenklatur	Elevasi (m)	Demand (L/s)	Demand (m <sup>3</sup> /s)	Tinggi Hidrolis (m)	Tekanan (atm)
J 51	586	0,000	0,000000	734,54	14,35
J 52	587	0,000	0,000000	734,51	14,25
J 53	586	0,000	0,000000	734,50	14,34
B 32	584	0,012	0,000012	734,50	14,54
J 54	586	0,000	0,000000	734,49	14,34
J 55	586	0,000	0,000000	734,49	14,34
B 33	586	0,021	0,000021	734,45	14,34
B 34	584	0,016	0,000016	734,46	14,53
J 56	584	0,000	0,000000	734,49	14,54
J 57	584	0,000	0,000000	734,48	14,53
B 35	588	0,012	0,000012	734,47	14,15
J 58	583	0,000	0,000000	734,47	14,63
J 59	587	0,000	0,000000	734,46	14,24
B 36	589	0,018	0,000018	734,45	14,05
J 60	588	0,000	0,000000	734,46	14,15
B 37	587	0,012	0,000012	734,45	14,24
J 61	588	0,000	0,000000	734,45	14,15
J 63	588	0,000	0,000000	734,41	14,14
B 38	589	0,016	0,000016	734,39	14,04
J 64	588	0,000	0,000000	734,40	14,14
J 65	587	0,000	0,000000	734,40	14,24
B 39	587	0,018	0,000018	734,38	14,24
J 66	582	0,000	0,000000	734,36	14,72
J 67	577	0,000	0,000000	734,33	15,20
J 68	569	0,000	0,000000	734,29	15,96
B 40	567	0,021	0,000021	734,28	16,16
J 69	588	0,000	0,000000	734,40	14,14
J 70	578	0,000	0,000000	734,39	15,11
J 71	574	0,000	0,000000	734,38	15,49
B 41	573	0,012	0,000012	734,38	15,59
J 72	573	0,000	0,000000	734,38	15,59
B 42	574	0,012	0,000012	734,38	15,49
J 73	565	0,000	0,000000	734,36	16,36
J 74	558	0,000	0,000000	734,34	17,03
B 43	555	0,023	0,000023	734,33	17,32
J 75	553	0,000	0,000000	734,32	17,51
B 44	555	0,020	0,000020	734,32	17,32
J 76	553	0,000	0,000000	734,32	17,51
J 77	553	0,000	0,000000	734,31	17,51
J 78	550	0,000	0,000000	734,30	17,80
B 45	554	0,012	0,000012	734,30	17,41
J 79	550	0,000	0,000000	734,30	17,80
B 46	548	0,023	0,000023	734,28	17,99
J 80	547	0,000	0,000000	734,28	18,09
J 81	544	0,000	0,000000	734,26	18,38



Lanjutan Tabel 4.19

Hasil Simulasi Program Aplikasi *Watercad V.8.i (SELECTseries6)* Pada Titik Simpul Saat Pukul 00.00 Kondisi PRV *Inactive* (Tidak Aktif)

Nomenklatur	Elevasi (m)	Demand (L/s)	Demand (m <sup>3</sup> /s)	Tinggi Hidrolis (m)	Tekanan (atm)
B 47	543	0,014	0,000014	734,25	18,47
J 82	541	0,000	0,000000	734,25	18,67
B 48	537	0,021	0,000021	734,23	19,05
J 83	586	0,000	0,000000	734,40	14,33
J 84	589	0,000	0,000000	734,39	14,04
J 85	593	0,000	0,000000	734,38	13,66
J 86	590	0,000	0,000000	734,37	13,94
J 87	592	0,000	0,000000	734,37	13,75
J 88	577	0,000	0,000000	734,36	15,20
J 89	560	0,000	0,000000	734,35	16,84
J 90	555	0,000	0,000000	734,34	17,32
B 49	558	0,018	0,000018	734,33	17,03
J 91	554	0,000	0,000000	734,34	17,42
J 92	550	0,000	0,000000	734,33	17,80
B 50	554	0,016	0,000016	734,32	17,42
J 93	550	0,000	0,000000	734,33	17,80
B 51	547	0,012	0,000012	734,33	18,09

Sumber: Hasil Simulasi Program *WaterCAD V.8.i (SELECTseries6)*

Kriteria Perencanaan: Kecepatan 0,1 – 2,5 m/dt

*Headloss Gradient* 0 – 15 m/km

Tekanan 0,5 – 8 atm



Tabel 4.20  
 Hasil Simulasi Program Aplikasi *Watercad V.8.i (SELECTseries6)* Pada Titik Simpul Saat  
 Pukul 07.00 Kondisi PRV *Active*

Nomenklatur	Elevasi (m)	Demand (L/s)	Demand (m <sup>3</sup> /s)	Tinggi Hidrolis (m)	Tekanan (atm)
J I	706	0,000	0,000000	734,64	2,77
J II	685	0,000	0,000000	734,29	4,76
J III	683	0,000	0,000000	733,94	4,92
J IV	692	0,000	0,000000	733,58	4,02
J V	683	0,000	0,000000	733,22	4,85
J VI	659	0,000	0,000000	732,87	7,13
J VIII	624	0,000	0,000000	629,96	0,58
J IX	621	0,000	0,000000	629,62	0,83
J X	612	0,000	0,000000	629,25	1,67
J 1	611	0,000	0,000000	629,23	1,76
J 2	603	0,000	0,000000	628,88	2,50
B 1	603	0,070	0,000070	628,82	2,49
J 3	610	0,000	0,000000	629,12	1,85
B 2	614	0,119	0,000119	628,46	1,40
B 3	609	0,089	0,000089	628,88	1,92
J 4	610	0,000	0,000000	629,09	1,84
J 5	616	0,000	0,000000	628,69	1,23
B 4	620	0,075	0,000075	628,49	0,82
J 6	610	0,000	0,000000	629,06	1,84
J 7	610	0,000	0,000000	628,90	1,83
B 5	611	0,109	0,000109	628,35	1,68
J 8	607	0,000	0,000000	628,70	2,10
B 6	607	0,129	0,000129	628,46	2,07
J 9	606	0,000	0,000000	628,66	2,19
J 10	603	0,000	0,000000	628,45	2,46
B 7	605	0,080	0,000080	628,26	2,25
J 11	603	0,000	0,000000	628,22	2,44
J 12	600	0,000	0,000000	627,97	2,70
B 8	604	0,080	0,000080	627,88	2,31
J 13	597	0,000	0,000000	627,76	2,97
B 9	597	0,067	0,000067	627,64	2,96
J 14	595	0,000	0,000000	627,54	3,14
J 15	601	0,000	0,000000	626,87	2,50
B 10	601	0,100	0,000100	626,85	2,50
J 16	595	0,000	0,000000	627,53	3,14
J 17	595	0,000	0,000000	627,51	3,14
B 11	597	0,119	0,000119	627,12	2,91
J 18	595	0,000	0,000000	627,38	3,13
B 12	597	0,070	0,000070	627,27	2,92
J 19	593	0,000	0,000000	627,27	3,31
B 13	594	0,109	0,000109	626,91	3,18
B 14	598	0,070	0,000070	627,04	2,80
J 20	610	0,000	0,000000	628,94	1,83
B 15	610	0,100	0,000100	628,46	1,78
J 21	609	0,000	0,000000	628,73	1,91

## Lanjutan Tabel 4.20

Hasil Simulasi Program Aplikasi *Watercad V.8.i (SELECTseries6)* Pada Titik Simpul Saat Pukul 07.00 Kondisi PRV Active

Nomenklatur	Elevasi (m)	Demand (L/s)	Demand (m <sup>3</sup> /s)	Tinggi Hidrolis (m)	Tekanan (atm)
J 22	608	0,000	0,000000	627,95	1,93
J 23	609	0,000	0,000000	627,87	1,82
B 16	604	0,119	0,000119	627,49	2,27
J 24	609	0,000	0,000000	627,78	1,81
B 17	611	0,080	0,000080	627,68	1,61
J 25	609	0,000	0,000000	627,26	1,76
J 26	606	0,000	0,000000	626,55	1,99
J 27	603	0,000	0,000000	625,86	2,21
J 28	601	0,000	0,000000	625,57	2,37
B 18	603	0,075	0,000075	625,43	2,17
J 29	601	0,000	0,000000	625,53	2,37
B 19	602	0,109	0,000109	625,12	2,23
J 30	601	0,000	0,000000	625,20	2,34
J 31	600	0,000	0,000000	624,58	2,37
J 32	600	0,000	0,000000	624,46	2,36
J 33	595	0,000	0,000000	623,90	2,79
B 20	590	0,089	0,000089	623,32	3,22
J 34	600	0,000	0,000000	624,39	2,36
B 21	601	0,119	0,000119	623,82	2,20
J 35	599	0,000	0,000000	624,15	2,43
B 22	595	0,080	0,000080	623,86	2,79
J 36	596	0,000	0,000000	624,01	2,71
J 37	596	0,000	0,000000	623,92	2,70
B 23	596	0,129	0,000129	623,74	2,68
J 38	593	0,000	0,000000	623,77	2,97
B 24	583	0,081	0,000081	623,46	3,91
J 39	588	0,000	0,000000	623,21	3,40
J 40	591	0,000	0,000000	623,10	3,10
B 25	592	0,100	0,000100	622,78	2,97
J 41	590	0,000	0,000000	622,96	3,18
B 26	590	0,070	0,000070	622,77	3,16
J 42	590	0,000	0,000000	622,69	3,16
B 27	590	0,104	0,000104	622,40	3,13
J 43	590	0,000	0,000000	622,31	3,12
B 28	584	0,100	0,000100	621,78	3,65
J 44	589	0,000	0,000000	622,27	3,21
J 45	587	0,000	0,000000	621,78	3,36
J 46	585	0,000	0,000000	621,62	3,54
J 47	581	0,000	0,000000	621,53	3,91
J 48	573	0,000	0,000000	620,73	4,61
B 29	571	0,129	0,000129	620,47	4,78
J 49	576	0,000	0,000000	621,08	4,35
B 30	576	0,109	0,000109	620,73	4,32
J 50	586	0,000	0,000000	621,71	3,45
B 31	585	0,119	0,000119	621,06	3,48

Lanjutan Tabel 4.20

Hasil Simulasi Program Aplikasi *Watercad V.8.i (SELECTseries6)* Pada Titik Simpul Saat Pukul 07.00 Kondisi PRV *Active*

Nomenklatur	Elevasi (m)	Demand (L/s)	Demand (m <sup>3</sup> /s)	Tinggi Hidrolis (m)	Tekanan (atm)
J 51	586	0,000	0,000000	621,53	3,43
J 52	587	0,000	0,000000	620,94	3,28
J 53	586	0,000	0,000000	620,69	3,35
B 32	584	0,070	0,000070	620,60	3,54
J 54	586	0,000	0,000000	620,46	3,33
J 55	586	0,000	0,000000	620,27	3,31
B 33	586	0,119	0,000119	619,28	3,21
B 34	584	0,089	0,000089	619,69	3,45
J 56	584	0,000	0,000000	620,39	3,51
J 57	584	0,000	0,000000	620,08	3,49
B 35	588	0,070	0,000070	619,76	3,07
J 58	583	0,000	0,000000	619,96	3,57
J 59	587	0,000	0,000000	619,65	3,15
B 36	589	0,100	0,000100	619,38	2,93
J 60	588	0,000	0,000000	619,50	3,04
B 37	587	0,070	0,000070	619,37	3,13
J 61	588	0,000	0,000000	619,42	3,03
J 63	588	0,000	0,000000	599,25	1,09
B 38	589	0,090	0,000090	598,91	0,96
J 64	588	0,000	0,000000	599,14	1,08
J 65	587	0,000	0,000000	598,96	1,16
B 39	587	0,100	0,000100	598,62	1,12
J 66	582	0,000	0,000000	598,18	1,56
J 67	577	0,000	0,000000	597,24	1,96
J 68	569	0,000	0,000000	596,30	2,64
B 40	567	0,119	0,000119	596,16	2,82
J 69	588	0,000	0,000000	599,11	1,07
J 70	578	0,000	0,000000	598,76	2,01
J 71	574	0,000	0,000000	598,67	2,38
B 41	573	0,070	0,000070	598,58	2,47
J 72	573	0,000	0,000000	598,64	2,48
B 42	574	0,070	0,000070	598,54	2,37
J 73	565	0,000	0,000000	598,03	3,19
J 74	558	0,000	0,000000	597,49	3,81
B 43	555	0,129	0,000129	597,25	4,08
J 75	553	0,000	0,000000	597,22	4,27
B 44	555	0,109	0,000109	597,03	4,06
J 76	553	0,000	0,000000	597,21	4,27
J 77	553	0,000	0,000000	596,79	4,23
J 78	550	0,000	0,000000	596,67	4,51
B 45	554	0,070	0,000070	596,57	4,11
J 79	550	0,000	0,000000	596,64	4,51
B 46	548	0,129	0,000129	596,23	4,66
J 80	547	0,000	0,000000	596,15	4,75
J 81	544	0,000	0,000000	595,67	4,99

Lanjutan Tabel 4.20

Hasil Simulasi Program Aplikasi *Watercad V.8.i (SELECTseries6)* Pada Titik Simpul Saat Pukul 07.00 Kondisi PRV Active

Nomenklatur	Elevasi (m)	Demand (L/s)	Demand (m <sup>3</sup> /s)	Tinggi Hidrolis (m)	Tekanan (atm)
B 47	543	0,080	0,000080	595,49	5,07
J 82	541	0,000	0,000000	595,40	5,25
B 48	537	0,119	0,000119	594,81	5,58
J 83	586	0,000	0,000000	598,99	1,25
J 84	589	0,000	0,000000	598,80	0,95
J 85	593	0,000	0,000000	598,62	0,54
J 86	590	0,000	0,000000	598,43	0,81
J 87	592	0,000	0,000000	598,24	0,60
J 88	577	0,000	0,000000	598,06	2,03
J 89	560	0,000	0,000000	597,87	3,66
J 90	555	0,000	0,000000	597,70	4,12
B 49	558	0,100	0,000100	597,44	3,81
J 91	554	0,000	0,000000	597,65	4,22
J 92	550	0,000	0,000000	597,36	4,57
B 50	554	0,090	0,000090	597,19	4,17
J 93	550	0,000	0,000000	597,32	4,57
B 51	547	0,070	0,000070	597,25	4,85

Sumber: Hasil Simulasi Program *WaterCAD V.8.i (SELECTseries6)*

Kriteria Perencanaan: Kecepatan 0,1 – 2,5 m/dt

*Headloss Gradient* 0 – 15 m/km

Tekanan 0,5 – 8 atm

Tabel 4.21

Hasil Simulasi Program Aplikasi *Watercad V.8.i (SELECTseries6)* Pada Titik Simpul Saat Pukul 07.00 Kondisi PRV *Inactive* (Tidak Aktif)

Nomenklatur	Elevasi (m)	Demand (L/s)	Demand (m <sup>3</sup> /s)	Tinggi Hidrolis (m)	Tekanan (atm)
J I	706	0,000	0,000000	734,64	2,77
J II	685	0,000	0,000000	734,29	4,76
J III	683	0,000	0,000000	733,94	4,92
J IV	692	0,000	0,000000	733,58	4,02
J V	683	0,000	0,000000	733,22	4,85
J VI	659	0,000	0,000000	732,87	7,13
J VIII	624	0,000	0,000000	732,16	10,45
J IX	621	0,000	0,000000	731,82	10,70
J X	612	0,000	0,000000	731,45	11,54
J 1	611	0,000	0,000000	731,43	11,63
J 2	603	0,000	0,000000	731,08	12,37
B 1	603	0,070	0,000070	731,02	12,37
J 3	610	0,000	0,000000	731,32	11,72
B 2	614	0,119	0,000119	730,66	11,27
B 3	609	0,089	0,000089	731,08	11,79
J 4	610	0,000	0,000000	731,29	11,72
J 5	616	0,000	0,000000	730,89	11,10
B 4	620	0,075	0,000075	730,69	10,69
J 6	610	0,000	0,000000	731,26	11,71
J 7	610	0,000	0,000000	731,10	11,70
B 5	611	0,109	0,000109	730,55	11,55
J 8	607	0,000	0,000000	730,90	11,97
B 6	607	0,129	0,000129	730,66	11,94
J 9	606	0,000	0,000000	730,86	12,06
J 10	603	0,000	0,000000	730,65	12,33
B 7	605	0,080	0,000080	730,46	12,12
J 11	603	0,000	0,000000	730,42	12,31
J 12	600	0,000	0,000000	730,17	12,57
B 8	604	0,080	0,000080	730,08	12,18
J 13	597	0,000	0,000000	729,96	12,84
B 9	597	0,067	0,000067	729,84	12,83
J 14	595	0,000	0,000000	729,74	13,01
J 15	601	0,000	0,000000	729,07	12,37
B 10	601	0,100	0,000100	729,05	12,37
J 16	595	0,000	0,000000	729,73	13,01
J 17	595	0,000	0,000000	729,71	13,01
B 11	597	0,119	0,000119	729,32	12,78
J 18	595	0,000	0,000000	729,58	13,00
B 12	597	0,070	0,000070	729,47	12,80
J 19	593	0,000	0,000000	729,47	13,18
B 13	594	0,109	0,000109	729,11	13,05
B 14	598	0,070	0,000070	729,24	12,68
J 20	610	0,000	0,000000	731,14	11,70
B 15	610	0,100	0,000100	730,66	11,65
J 21	609	0,000	0,000000	730,93	11,78

Lanjutan Tabel 4.21

Hasil Simulasi Program Aplikasi *Watercad V.8.i (SELECTseries6)* Pada Titik Simpul Saat Pukul 07.00 Kondisi PRV *Inactive* (Tidak Aktif)

Nomenklatur	Elevasi (m)	Demand (L/s)	Demand (m <sup>3</sup> /s)	Tinggi Hidrolis (m)	Tekanan (atm)
J 22	608	0,000	0,000000	730,15	11,80
J 23	609	0,000	0,000000	730,07	11,69
B 16	604	0,119	0,000119	729,69	12,14
J 24	609	0,000	0,000000	729,98	11,69
B 17	611	0,080	0,000080	729,88	11,48
J 25	609	0,000	0,000000	729,45	11,63
J 26	606	0,000	0,000000	728,75	11,86
J 27	603	0,000	0,000000	728,06	12,08
J 28	601	0,000	0,000000	727,77	12,24
B 18	603	0,075	0,000075	727,63	12,04
J 29	601	0,000	0,000000	727,73	12,24
B 19	602	0,109	0,000109	727,32	12,10
J 30	601	0,000	0,000000	727,40	12,21
J 31	600	0,000	0,000000	726,78	12,25
J 32	600	0,000	0,000000	726,66	12,23
J 33	595	0,000	0,000000	726,10	12,66
B 20	590	0,089	0,000089	725,52	13,09
J 34	600	0,000	0,000000	726,59	12,23
B 21	601	0,119	0,000119	726,02	12,08
J 35	599	0,000	0,000000	726,35	12,30
B 22	595	0,080	0,000080	726,06	12,66
J 36	596	0,000	0,000000	726,21	12,58
J 37	596	0,000	0,000000	726,11	12,57
B 23	596	0,129	0,000129	725,94	12,55
J 38	593	0,000	0,000000	725,96	12,84
B 24	583	0,081	0,000081	725,65	13,78
J 39	588	0,000	0,000000	725,41	13,27
J 40	591	0,000	0,000000	725,30	12,97
B 25	592	0,100	0,000100	724,98	12,84
J 41	590	0,000	0,000000	725,16	13,06
B 26	590	0,070	0,000070	724,97	13,04
J 42	590	0,000	0,000000	724,89	13,03
B 27	590	0,104	0,000104	724,60	13,00
J 43	590	0,000	0,000000	724,51	12,99
B 28	584	0,100	0,000100	723,98	13,52
J 44	589	0,000	0,000000	724,47	13,08
J 45	587	0,000	0,000000	723,98	13,23
J 46	585	0,000	0,000000	723,82	13,41
J 47	581	0,000	0,000000	723,73	13,79
J 48	573	0,000	0,000000	722,93	14,48
B 29	571	0,129	0,000129	722,67	14,65
J 49	576	0,000	0,000000	723,28	14,23
B 30	576	0,109	0,000109	722,93	14,19
J 50	586	0,000	0,000000	723,91	13,32
B 31	585	0,119	0,000119	723,26	13,35



Lanjutan Tabel 4.21

Hasil Simulasi Program Aplikasi *Watercad V.8.i (SELECTseries6)* Pada Titik Simpul Saat Pukul 07.00 Kondisi PRV *Inactive* (Tidak Aktif)

Nomenklatur	Elevasi (m)	Demand (L/s)	Demand (m <sup>3</sup> /s)	Tinggi Hidrolis (m)	Tekanan (atm)
J 51	586	0,000	0,000000	723,73	13,30
J 52	587	0,000	0,000000	723,14	13,15
J 53	586	0,000	0,000000	722,89	13,22
B 32	584	0,070	0,000070	722,80	13,41
J 54	586	0,000	0,000000	722,66	13,20
J 55	586	0,000	0,000000	722,47	13,18
B 33	586	0,119	0,000119	721,47	13,09
B 34	584	0,089	0,000089	721,89	13,32
J 56	584	0,000	0,000000	722,59	13,39
J 57	584	0,000	0,000000	722,28	13,36
B 35	588	0,070	0,000070	721,95	12,94
J 58	583	0,000	0,000000	722,16	13,44
J 59	587	0,000	0,000000	721,85	13,02
B 36	589	0,100	0,000100	721,58	12,81
J 60	588	0,000	0,000000	721,69	12,91
B 37	587	0,070	0,000070	721,57	13,00
J 61	588	0,000	0,000000	721,62	12,91
J 63	588	0,000	0,000000	720,52	12,80
B 38	589	0,090	0,000090	720,18	12,67
J 64	588	0,000	0,000000	720,41	12,79
J 65	587	0,000	0,000000	720,23	12,87
B 39	587	0,100	0,000100	719,89	12,84
J 66	582	0,000	0,000000	719,45	13,28
J 67	577	0,000	0,000000	718,51	13,67
J 68	569	0,000	0,000000	717,57	14,35
B 40	567	0,119	0,000119	717,43	14,53
J 69	588	0,000	0,000000	720,38	12,79
J 70	578	0,000	0,000000	720,03	13,72
J 71	574	0,000	0,000000	719,94	14,10
B 41	573	0,070	0,000070	719,85	14,18
J 72	573	0,000	0,000000	719,91	14,19
B 42	574	0,070	0,000070	719,81	14,08
J 73	565	0,000	0,000000	719,30	14,90
J 74	558	0,000	0,000000	718,76	15,53
B 43	555	0,129	0,000129	718,52	15,79
J 75	553	0,000	0,000000	718,49	15,98
B 44	555	0,109	0,000109	718,30	15,77
J 76	553	0,000	0,000000	718,48	15,98
J 77	553	0,000	0,000000	718,06	15,94
J 78	550	0,000	0,000000	717,94	16,22
B 45	554	0,070	0,000070	717,84	15,83
J 79	550	0,000	0,000000	717,91	16,22
B 46	548	0,129	0,000129	717,50	16,37
J 80	547	0,000	0,000000	717,42	16,46
J 81	544	0,000	0,000000	716,94	16,70



## Lanjutan Tabel 4.21

Hasil Simulasi Program Aplikasi *Watercad V.8.i (SELECTseries6)* Pada Titik Simpul Saat Pukul 07.00 Kondisi PRV *Inactive* (Tidak Aktif)

Nomenklatur	Elevasi (m)	Demand (L/s)	Demand (m <sup>3</sup> /s)	Tinggi Hidrolis (m)	Tekanan (atm)
B 47	543	0,080	0,000080	716,76	16,78
J 82	541	0,000	0,000000	716,67	16,97
B 48	537	0,119	0,000119	716,08	17,30
J 83	586	0,000	0,000000	720,26	12,97
J 84	589	0,000	0,000000	720,07	12,66
J 85	593	0,000	0,000000	719,89	12,26
J 86	590	0,000	0,000000	719,70	12,53
J 87	592	0,000	0,000000	719,52	12,32
J 88	577	0,000	0,000000	719,33	13,75
J 89	560	0,000	0,000000	719,14	15,37
J 90	555	0,000	0,000000	718,97	15,84
B 49	558	0,100	0,000100	718,71	15,52
J 91	554	0,000	0,000000	718,92	15,93
J 92	550	0,000	0,000000	718,64	16,29
B 50	554	0,090	0,000090	718,46	15,89
J 93	550	0,000	0,000000	718,59	16,28
B 51	547	0,070	0,000070	718,52	16,57

Sumber: Hasil Simulasi Program *WaterCAD V.8.i (SELECTseries6)*

Kriteria Perencanaan: Kecepatan 0,1 – 2,5 m/dt

*Headloss Gradient* 0 – 15 m/km

Tekanan 0,5 – 8 atm

#### 4.3.2.1.1 Evaluasi Kondisi Aliran Pada Pipa

Pemodelan jaringan perpipaan pada aplikasi *software WaterCAD V.8.i (SELECTseries6)* dimodelkan selama 24 jam dengan pemodelan *Extended Period Simulation (EPS)*. Sehingga pemodelannya menggunakan faktor pengali (*load factor*) kebutuhan air harian.

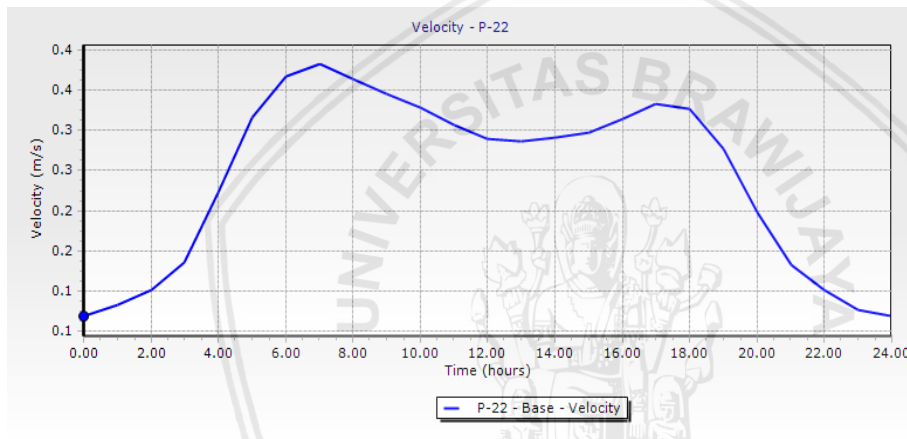
Berdasarkan Tabel 4.16 dan Tabel 4.18 dapat dianalisa dan disimpulkan bahwa:

1. Dari hasil simulasi pada jaringan pipa pada pukul 00.00 kecepatan kurang dari nilai minimum sebesar 0,04 m/dtk parameter yang diijinkan yaitu 0,1 – 2,5 m/dtk. Hal ini dikarenakan kebutuhan debit pada titik tersebut yang terlalu kecil pada saat jam ke 00.00. Namun, hal tersebut dapat diterima jika terjadi pada jam minimum penggunaan air.
2. *Headloss gradient* pada pukul 00.00 memenuhi kriteria perencanaan sebesar 0,065 – 0,613 m/km parameter yang diijinkan yaitu 0 – 15 m/km.

3. Tekanan pada pukul 00.00 memenuhi kriteria perencanaan sebesar 0,61 – 7,33 atm parameter yang diijinkan yaitu 0,5 – 8 atm dengan penambahan 2 unit *Pressure Reducing Valve* (PRV).

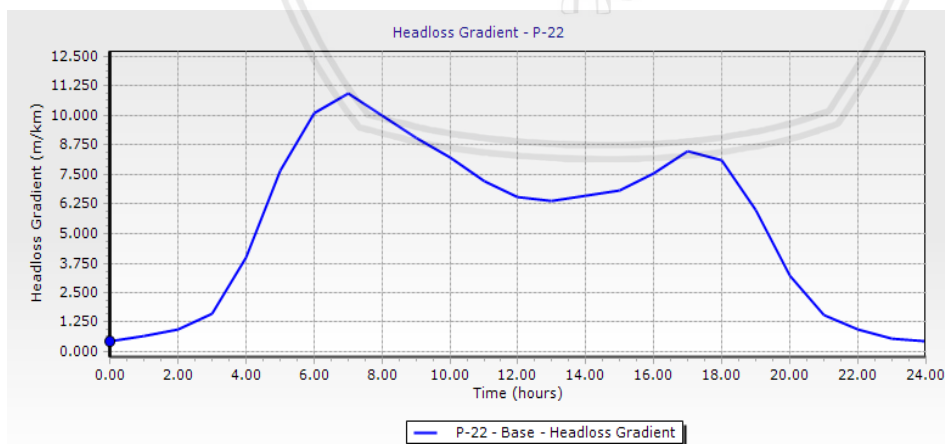
Berdasarkan Tabel 4.17 dan Tabel 4.20 dapat dianalisa dan disimpulkan bahwa:

1. Kecepatan pada pukul 07.00 memenuhi kriteria perencanaan sebesar 0,2 – 0,8 m/dtk parameter yang diijinkan yaitu 0,1 – 2,5 m/dtk.
2. *Headloss gradient* pada pukul 07.00 memenuhi kriteria perencanaan sebesar 1,590 – 14,374 m/km parameter yang diijinkan yaitu 0 – 15 m/km.
3. Tekanan pada pukul 07.00 memenuhi kriteria perencanaan sebesar 0,54 – 7,13 atm parameter yang diijinkan yaitu 0,5 – 8 atm dengan penambahan 2 unit *Pressure Reducing Valve* (PRV).



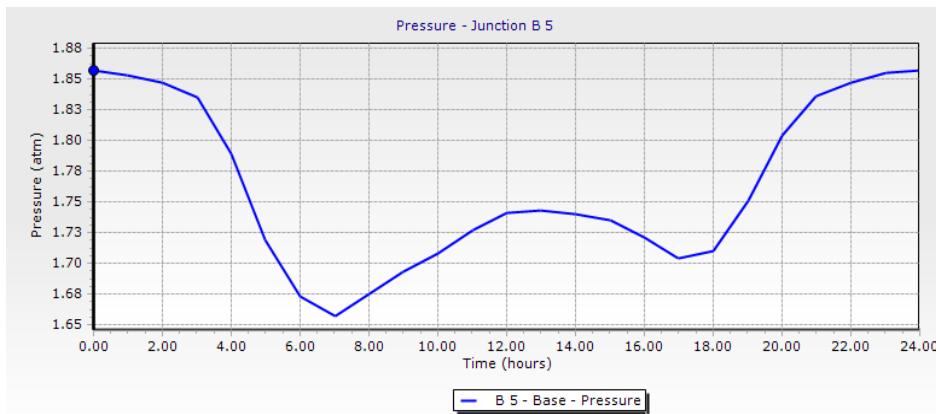
Gambar 4.3 Grafik Kecepatan Pada Pipa-22

Sumber: Hasil Simulasi Program *WaterCAD* V.8.i ( *SELECTseries6* )



Gambar 4.4 Grafik *Headloss Gradient* Pada Pipa-22

Sumber: Hasil Simulasi Program *WaterCAD* V.8.i ( *SELECTseries6* )

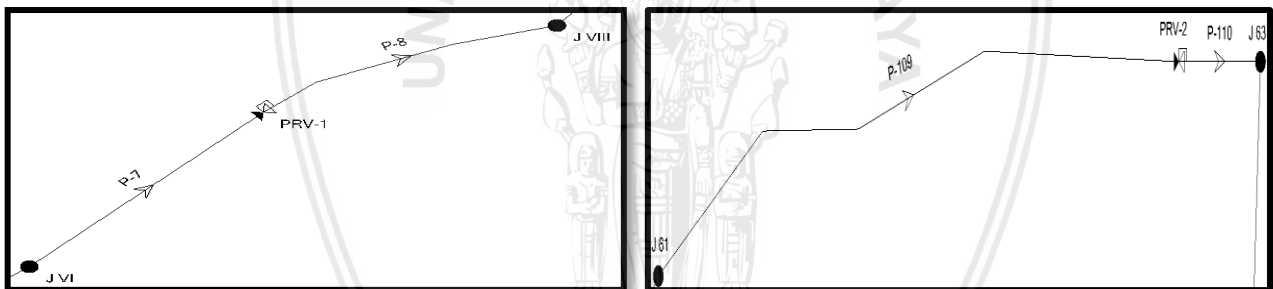


Gambar 4.5 Grafik Tekanan Pada Junction B 5

Sumber: Hasil Simulasi Program *WaterCAD V.8.i (SELECTseries6)*

#### 4.3.2.1.2 Pressure Reducing Valve (PRV)

Beberapa *junction* yang tekanannya cukup besar bahkan setelah dilakukan penggantian ukuran pipa, sehingga pada perencanaan ini ada penambahan *Pressure Reducing Valve* (PRV) yang berfungsi untuk memperkecil tekanan pada *junction* tersebut. Ada dua buah PRV dipasang yaitu PRV-1 antara JVI-JVIII atau antara P7-P8 dan PRV-2 antara J 61-J63 atau antara P109-P110.



Gambar 4.6 PRV-1 dan PRV-2

Sumber: Hasil Pemodelan dan Simulasi

Tabel 4.22

Hasil Simulasi PRV Pukul 00.00

Nomenklatur	Elevasi (m)	Diameter (Valve) (in)	Pressure Setting (Initial) (atm)	Flow (L/s)	Hydraulic Grade (From) (m)	Hydraulic Grade (To) (m)	Headloss (m)
PRV-1	630	4	0,03	0,86	734,90	630,31	104,59
PRV-2	588	2	1,10	0,24	629,83	599,39	30,43

Sumber: Hasil Simulasi Program *WaterCAD V.8.i (SELECTseries6)*

Tabel 4.23  
Hasil Simulasi PRV Pukul 07.00

Nomenklatur	Elevasi (m)	Diameter (Valve) (in)	Pressure Setting (Initial) (atm)	Flow (L/s)	Hydraulic Grade (From) (m)	Hydraulic Grade (To) (m)	Headloss (m)
PRV-1	630	4	0,03	4,86	732,51	630,31	102,20
PRV-2	588	2	1,10	1,34	618,46	599,39	19,07

Sumber: Hasil Simulasi Program *WaterCAD V.8.i (SELECTseries6)*

#### 4.4 Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Dalam studi ini membahas tentang rencana anggaran biaya untuk Pembangunan Jaringan Air Bersih di Desa Kepatihan, Rencana Anggaran Biaya (RAB) yang dibutuhkan dalam pembangunan jaringan perpipaan penyediaan air bersih dihitung berdasarkan Standar Satuan Harga Kabupaten Malang Tahun Anggaran 2018 dan Analisa Harga Satuan Pekerjaan Bidang Cipta Karya Tahun 2018.

##### 4.4.1 Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Rencana Anggaran Biaya (RAB) dihitung berdasarkan pekerjaan tiap utilitas jaringan perpipaan penyediaan air bersih yang direncanakan, yaitu meliputi pekerjaan pipa dan pekerjaan bangunan penangkap (*broncaptering*).

Tabel 4.24  
Pengadaan Pipa dan Aksesoris Pipa

Nomor	Uraian	Volume	Harga Satuan (Rp)	Total Harga (Rp)
1	Pipa PVC 4 inc, 4 m (1057 m)	265 lonjor	354.940,00	94.059.100,00
2	Pipa PVC 3 inc, 4 m (790 m)	198 lonjor	214.200,00	42.411.600,00
3	Pipa PVC 2,5 inc, 4 m (627 m)	157 lonjor	158.884,00	24.944.788,00
4	Pipa PVC 2 inc, 4 m (465 m)	117 lonjor	108.864,00	12.737.088,00
5	Pipa PVC 1,5 inc, 4 m (1422 m)	356 lonjor	85.176,00	30.322.656,00
6	Pipa PVC 1 inc, 4 m (235 m)	59 lonjor	49.392,00	2.914.128,00
7	Pipa PVC 0,75 inc, 4 m (3187 m)	797 lonjor	36.160,00	28.819.520,00
8	<i>Tee PVC Moof</i> 4 inc	3 buah	560.359,80	1.681.079,40
9	<i>Tee PVC Moof</i> 3 inc	10 buah	260.114,40	2.601.144,00
10	<i>Tee PVC Moof</i> 2,5 inc	10 buah	195.577,20	1.955.772,00
11	<i>Tee PVC Moof</i> 2 inc	9 buah	164.127,60	1.477.148,40
12	<i>Tee PVC Moof</i> 1,5 inc	11 buah	28.173,60	309.909,60
13	<i>Tee PVC Moof</i> 1 inc	5 buah	16.773,40	83.867,00
14	Persilangan PVC <i>Moof</i> 4 inch	1 buah	615.273,40	615.273,40
15	<i>Bend</i> 90 <sup>0</sup> 4 inc	1 buah	290.745,00	290.745,00
16	<i>Bend</i> 90 <sup>0</sup> 0,75 inc	3 buah	34.070,40	102.211,20
17	<i>Reducing Socket</i> 4 inc x 3 inc	1 buah	137.755,80	137.755,80
18	<i>Reducing Socket</i> 4 inc x 2 inc	1 buah	119.246,40	119.246,40
19	<i>Reducing Socket</i> 4 inc x 0,75 inc	4 buah	52.975,60	211.902,40

Lanjutan Tabel 4.24  
Pengadaan Pipa dan Aksesoris Pipa

Nomor	Uraian	Volume	Harga Satuan (Rp)	Total Harga (Rp)
20	<i>Reducing Socket</i> 3 inc x 2,5 inc	1 buah	88.206,20	88.206,20
21	<i>Reducing Socket</i> 3 inc x 0,75 inc	10 buah	39.100,40	391.004,00
22	<i>Reducing Socket</i> 2,5 inc x 2 inc	1 buah	72.494,60	72.494,60
23	<i>Reducing Socket</i> 2,5 inc x 1,5 inc	1 buah	63.239,60	63.239,60
24	<i>Reducing Socket</i> 2,5 inc x 1 inc	1 buah	57.985,40	57.985,40
25	<i>Reducing Socket</i> 2,5 inc x 0,75 inc	8 buah	34.530,60	276.244,80
26	<i>Reducing Socket</i> 2 inc x 1,5 inc	3 buah	32.796,20	98.388,60
27	<i>Reducing Socket</i> 2 inc x 1 inc	1 buah	31.285,80	31.285,80
28	<i>Reducing Socket</i> 2 inc x 0,75 inc	6 buah	27.415,40	164.492,40
29	<i>Reducing Socket</i> 1,5 inc x 1 inc	3 buah	9.009,00	27.027,00
30	<i>Reducing Socket</i> 1,5 inc x 0,75 inc	12 buah	7.750,40	93.004,80
31	<i>Reducing Socket</i> 1 inc x 0,75 inc	10 buah	5.759,00	57.590,00
32	<i>Dop PVC Moof</i> 0,75 inc	51 buah	3.800,00	193.800,00
33	<i>Pressure Reducing Valve</i> 4 inch	1 buah	4.885.000,00	4.885.000,00
34	<i>Pressure Reducing Valve</i> 2 inch	1 buah	3.115.000,00	3.115.000,00
Jumlah				255.409.697,80

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 4.25  
Pengadaan *Broncaptering* dan Komponen *Broncaptering*

Nomor	Uraian	Volume	Harga Satuan (Rp)	Total Harga (Rp)
1	Pipa PVC 4 inc Inlet, 4 m (4 m)	1 lonjor	354.940,00	354.940,00
2	Pipa PVC 4 inc Outlet, 4 m (2 m)	1 lonjor	354.940,00	354.940,00
3	Pipa PVC 4 inc Pembuangan, 4 m (2 m)	1 lonjor	354.940,00	354.940,00
4	Pipa PVC 2 inc Overflow, 4 m (2 m)	2 lonjor	354.941,00	709.882,00
5	<i>Steel Gate Valve</i> 4 inch	2 lonjor	2.245.320,00	4.490.640,00
6	Baja <i>Manhole</i> 1 cm x 50 cm x 50 cm	1 buah	660.800,00	660.800,00
7	<i>Bend</i> 90 <sup>0</sup> 4 inc	3 buah	290.745,00	872.235,00
8	<i>Bend</i> 90 <sup>0</sup> 2 inc	1 buah	119.574,00	119.574,00
9	Packing Karet Ø 4"	3 buah	13.230,00	39.690,00
10	Packing Karet Ø 2"	1 buah	13.231,00	13.231,00
11	Baut Mur "5/8 x 4"	32 buah	9.135,00	292.320,00
12	Ventilator Pipa Ø 2"	1 buah	669.500,00	669.500,00
13	Water Meter Ø 4"	1 buah	1.870.000,00	1.870.000,00
Jumlah				10.802.692,00

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 4.26

## Pemasangan Pipa dan Aksesoris Pipa Distribusi Induk Utama

Nomor	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Upah (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Total Harga (Rp)
	Penggalian 1 m <sup>3</sup> Tanah Untuk Pipa Diameter 4 inch Sedalam 0,45 m, 0,3 m x 0,45 m x 1057 m (142,69 m <sup>3</sup> )						
1	a. Pekerja	OH	0,1331	80.000,00	10.648,00	11.198,00	1.597.842,62
	b. Mandor	OH	0,0044	125.000,00	550,00		
	Pemasangan Pipa PVC 4 inc, 1 m (1057 m)						
2	a. Pekerja	OH	0,1050	80.000,00	8.400,00	15.012,50	15.868.212,50
	b. Tukang Pipa	OH	0,0530	100.000,00	5.300,00		
	c. Mandor	OH	0,0105	125.000,00	1.312,50		
	Penggalian 1 m <sup>3</sup> Tanah Untuk Pipa Diameter 3 inch Sedalam 0,45 m, 0,3 m x 0,45 m x 790 m (106,65 m <sup>3</sup> )						
3	a. Pekerja	OH	0,1331	80.000,00	10.648,00	11.198,00	1.194.266,70
	b. Mandor	OH	0,0044	125.000,00	550,00		
	Pemasangan Pipa PVC 3 inc, 1 m (790 m)						
4	a. Pekerja	OH	0,0940	80.000,00	7.520,00	13.395,00	10.582.050,00
	b. Tukang Pipa	OH	0,0470	100.000,00	4.700,00		
	c. Mandor	OH	0,0094	125.000,00	1.175,00		
	Penggalian 1 m <sup>3</sup> Tanah Untuk Pipa Diameter 2,5 inch Sedalam 0,45 m, 0,3 m x 0,45 m x 627 m (84,65 m <sup>3</sup> )						
5	a. Pekerja	OH	0,1331	80.000,00	10.648,00	11.198,00	947.910,70
	b. Mandor	OH	0,0044	125.000,00	550,00		
	Pemasangan Pipa PVC 2,5 inc, 1 m (627 m)						
6	a. Pekerja	OH	0,0940	80.000,00	7.520,00	13.395,00	8.398.665,00
	b. Tukang Pipa	OH	0,0470	100.000,00	4.700,00		
	c. Mandor	OH	0,0094	125.000,00	1.175,00		



Lanjutan Tabel 4.26  
Pemasangan Pipa dan Aksesoris Pipa Distribusi Induk Utama

Nomor	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Upah (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Total Harga (Rp)
7	Penggalian 1 m <sup>3</sup> Tanah Untuk Pipa Diameter 2 inch Sedalam 0,45 m, 0,3 m x 0,45 m x 465 m (62,78 m <sup>3</sup> )						
	a. Pekerja	OH	0,1331	80.000,00	10.648,00	11.198,00	703.010,44
	b. Mandor	OH	0,0044	125.000,00	550,00		
8	Pemasangan Pipa PVC 2 inc, 1 m (465 m)						
	a. Pekerja	OH	0,0810	80.000,00	6.480,00	11.592,50	1.646.100,00
	b. Tukang Pipa	OH	0,0410	100.000,00	4.100,00		
	c. Mandor	OH	0,0081	125.000,00	1.012,50		
9	Penggalian 1 m <sup>3</sup> Tanah Untuk Pipa Diameter 1,5 inch Sedalam 0,45 m, 0,3 m x 0,45 m x 1422 m (191,97 m <sup>3</sup> )						
	a. Pekerja	OH	0,1331	80.000,00	10.648,00	11.198,00	2.149.680,06
	b. Mandor	OH	0,0044	125.000,00	550,00		
10	Pemasangan Pipa PVC 1,5 inc, 1 m (1422 m)						
	a. Pekerja	OH	0,0810	80.000,00	6.480,00	11.592,50	16.484.535,00
	b. Tukang Pipa	OH	0,0410	100.000,00	4.100,00		
	c. Mandor	OH	0,0081	125.000,00	1.012,50		
11	Penggalian 1 m <sup>3</sup> Tanah Untuk Pipa Diameter 1 inch Sedalam 0,45 m, 0,3 m x 0,45 m x 235 m (31,73 m <sup>3</sup> )						
	a. Pekerja	OH	0,1331	80.000,00	10.648,00	11.198,00	355.312,54
	b. Mandor	OH	0,0044	125.000,00	550,00		
12	Pemasangan Pipa PVC 1 inc, 1 m (235 m)						
	a. Pekerja	OH	0,0690	80.000,00	5.520,00	6.732,50	1.582.137,50
	b. Tukang Pipa	OH	0,0035	100.000,00	350,00		
	c. Mandor	OH	0,0069	125.000,00	862,50		



Lanjutan Tabel 4.26

## Pemasangan Pipa dan Aksesoris Pipa Distribusi Induk Utama

Nomor	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Upah (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Total Harga (Rp)
	Pemasangan PRV (2 buah)						
13	a. Pekerja	OH	1,9140	80.000,00	153.120,00	311.115,00	622.230,00
	b. Tukang Pipa	OH	1,1157	100.000,00	111.570,00		
	c. Mandor	OH	0,3714	125.000,00	46.425,00		
	Pengurukan 1 m <sup>3</sup> Tanah Untuk Pipa Diameter 4 inch Sedalam 0,4 m, 0,3 m x 0,4 m x 1057 m (126,84 m <sup>3</sup> )						
14	a. Pekerja	OH	0,0504	80.000,00	4.032,00	4.344,50	511.056,38
	b. Mandor	OH	0,0025	125.000,00	312,50		
	Pengurukan 1 m <sup>3</sup> Tanah Untuk Pipa Diameter 3 inch Sedalam 0,4 m, 0,3 m x 0,4 m x 790 m (94,80 m <sup>3</sup> )						
15	a. Pekerja	OH	0,0504	80.000,00	4.032,00	4.344,50	411.858,60
	b. Mandor	OH	0,0025	125.000,00	312,50		
	Pengurukan 1 m <sup>3</sup> Tanah Untuk Pipa Diameter 2,5 inch Sedalam 0,4 m, 0,3 m x 0,4 m x 627 m (75,24 m <sup>3</sup> )						
16	a. Pekerja	OH	0,0504	80.000,00	4.032,00	4.344,50	326.880,18
	b. Mandor	OH	0,0025	125.000,00	312,50		
	Pengurukan 1 m <sup>3</sup> Tanah Untuk Pipa Diameter 2 inch Sedalam 0,4 m, 0,3 m x 0,4 m x 465 m (55,8 m <sup>3</sup> )						
17	a. Pekerja	OH	0,0504	80.000,00	4.032,00	4.344,50	242.423,10
	b. Mandor	OH	0,0025	125.000,00	312,50		
	Pengurukan 1 m <sup>3</sup> Tanah Untuk Pipa Diameter 1,5 inch Sedalam 0,4 m, 0,3 m x 0,4 m x 1422 m (170,64 m <sup>3</sup> )						
18	a. Pekerja	OH	0,0504	80.000,00	4.032,00	4.344,50	741.345,48
	b. Mandor	OH	0,0025	125.000,00	312,50		
	Pengurukan 1 m <sup>3</sup> Tanah Untuk Pipa Diameter 1 inch Sedalam 0,4 m, 0,3 m x 0,4 m x 235 m (28,20 m <sup>3</sup> )						
19	a. Pekerja	OH	0,0504	80.000,00	4.032,00	4.344,50	122.514,90
	b. Mandor	OH	0,0025	125.000,00	312,50		

Lanjutan Tabel 4.26

## Pemasangan Pipa dan Aksesoris Pipa Distribusi Induk Utama

Nomor	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Upah (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Total Harga (Rp)
	Pengukuran 1 m <sup>3</sup> Pasir Untuk Pipa Diameter 4 Inch Sedalam 0,05 m, 0,3 m x 0,05 m x 1057 m (15,86 m <sup>3</sup> )						
	A. Tenaga						
20	a. Pekerja	OH	0,300	80.000,00	24.000,00	280.598,00	4.450.284,28
	b. Mandor	OH	0,010	125.000,00	1.250,00		
	B. Bahan						
	a. Pasir Urug	m <sup>3</sup>	1,200	212.790,00	255.348,00		
	Pengukuran 1 m <sup>3</sup> Pasir Untuk Pipa Diameter 3 Inch Sedalam 0,05 m, 0,3 m x 0,05 m x 790 m (11,85 m <sup>3</sup> )						
	A. Tenaga						
21	a. Pekerja	OH	0,300	80.000,00	24.000,00	280.598,00	3.325.086,30
	b. Mandor	OH	0,010	125.000,00	1.250,00		
	B. Bahan						
	a. Pasir Urug	m <sup>3</sup>	1,200	212.790,00	255.348,00		
	Pengukuran 1 m <sup>3</sup> Pasir Untuk Pipa Diameter 2,5 Inch Sedalam 0,05 m, 0,3 m x 0,05 m x 627 m (9,41 m <sup>3</sup> )						
	A. Tenaga						
22	a. Pekerja	OH	0,300	80.000,00	24.000,00	280.598,00	2.640.427,18
	b. Mandor	OH	0,010	125.000,00	1.250,00		
	B. Bahan						
	a. Pasir Urug	m <sup>3</sup>	1,200	212.790,00	255.348,00		
	Pengukuran 1 m <sup>3</sup> Pasir Untuk Pipa Diameter 2 Inch Sedalam 0,05 m, 0,3 m x 0,05 m x 465 m (6,98 m <sup>3</sup> )						
	A. Tenaga						
23	a. Pekerja	OH	0,300	80.000,00	24.000,00	280.598,00	1.958.574,04
	b. Mandor	OH	0,010	125.000,00	1.250,00		
	B. Bahan						
	a. Pasir Urug	m <sup>3</sup>	1,200	212.790,00	255.348,00		

Lanjutan Tabel 4.26

## Pemasangan Pipa dan Aksesoris Pipa Distribusi Induk Utama

Nomor	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Upah (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Total Harga (Rp)
	Pengukuran 1 m <sup>3</sup> Pasir Untuk Pipa Diameter 1,5 Inch Sedalam 0,05 m, 0,3 m x 0,05 m x 1422 m (21,33 m <sup>3</sup> )						
	A. Tenaga						
24	a. Pekerja	OH	0,300	80.000,00	24.000,00	280.598,00	5.985.155,34
	b. Mandor	OH	0,010	125.000,00	1.250,00		
	B. Bahan						
	a. Pasir Urug	m <sup>3</sup>	1,200	212.790,00	255.348,00		
	Pengukuran 1 m <sup>3</sup> Pasir Untuk Pipa Diameter 1 Inch Sedalam 0,05 m, 0,3 m x 0,05 m x 235 m (3,53 m <sup>3</sup> )						
	A. Tenaga						
25	a. Pekerja	OH	0,300	80.000,00	24.000,00	280.598,00	990.510,94
	b. Mandor	OH	0,010	125.000,00	1.250,00		
	B. Bahan						
	a. Pasir Urug	m <sup>3</sup>	1,200	212.790,00	255.348,00		
				Jumlah			83.878.069,78

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 4.27

## Pemasangan Pipa dan Aksesoris Pelayanan Distribusi Sambungan Per Blok

Nomor	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Upah (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Total Harga (Rp)
	Penggalian 1 m <sup>3</sup> Tanah Untuk Pipa Diameter 0,75 inch Sedalam 0,45 m, 0,3 m x 0,45 m x 3187 m (430,25 m <sup>3</sup> )						
1	a. Pekerja	OH	0,1331	80.000,00	10.648,00	11.198,00	4.817.939,50
	b. Mandor	OH	0,0044	125.000,00	550,00		
	Pemasangan Pipa Blok B 1 Pipa PVC 0,75 inc, 1 m (117 m)						
2	a. Pekerja	OH	0,0690	80.000,00	5.520,00	6.732,50	1.191.652,50
	b. Tukang Pipa	OH	0,0035	100.000,00	350,00		
	c. Mandor	OH	0,0069	125.000,00	862,50		
	Pemasangan Pipa Blok B 2 Pipa PVC 0,75 inc, 1 m (69 m)						
3	a. Pekerja	OH	0,0690	80.000,00	5.520,00	6.732,50	464.542,50
	b. Tukang Pipa	OH	0,0035	100.000,00	350,00		
	c. Mandor	OH	0,0069	125.000,00	862,50		
	Pemasangan Pipa Blok B 3 Pipa PVC 0,75 inc, 1 m (43 m)						
4	a. Pekerja	OH	0,0690	80.000,00	5.520,00	6.732,50	289.497,50
	b. Tukang Pipa	OH	0,0035	100.000,00	350,00		
	c. Mandor	OH	0,0069	125.000,00	862,50		
	Pemasangan Pipa Blok B 4 Pipa PVC 0,75 inc, 1 m (151 m)						
5	a. Pekerja	OH	0,0690	80.000,00	5.520,00	6.732,50	1.016.607,50
	b. Tukang Pipa	OH	0,0035	100.000,00	350,00		
	c. Mandor	OH	0,0069	125.000,00	862,50		
	Pemasangan Pipa Blok B 5 Pipa PVC 0,75 inc, 1 m (69 m)						
6	a. Pekerja	OH	0,0690	80.000,00	5.520,00	6.732,50	464.542,50
	b. Tukang Pipa	OH	0,0035	100.000,00	350,00		
	c. Mandor	OH	0,0069	125.000,00	862,50		
	Pemasangan Pipa Blok B 6 Pipa PVC 0,75 inc, 1 m (22 m)						
7	a. Pekerja	OH	0,0690	80.000,00	5.520,00	6.732,50	148.115,00
	b. Tukang Pipa	OH	0,0035	100.000,00	350,00		
	c. Mandor	OH	0,0069	125.000,00	862,50		

Lanjutan Tabel 4.27

## Pemasangan Pipa dan Aksesoris Pelayanan Distribusi Sambungan Per Blok

Nomor	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Upah (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Total Harga (Rp)
	Pemasangan Pipa Blok B 7 Pipa PVC 0,75 inc, 1 m (43 m)						
8	a. Pekerja		0,0690	80.000,00	5.520,00	6.732,50	289.497,50
	b. Tukang Pipa		0,0035	100.000,00	350,00		
	c. Mandor		0,0069	125.000,00	862,50		
	Pemasangan Pipa Blok B 8 Pipa PVC 0,75 inc, 1 m (20 m)						
9	a. Pekerja		0,0690	80.000,00	5.520,00	6.732,50	134.650,00
	b. Tukang Pipa		0,0035	100.000,00	350,00		
	c. Mandor		0,0069	125.000,00	862,50		
	Pemasangan Pipa Blok B 9 Pipa PVC 0,75 inc, 1 m (37 m)						
10	a. Pekerja		0,0690	80.000,00	5.520,00	6.732,50	249.102,50
	b. Tukang Pipa		0,0035	100.000,00	350,00		
	c. Mandor		0,0069	125.000,00	862,50		
	Pemasangan Pipa Blok B 10 Pipa PVC 0,75 inc, 1 m (103 m)						
11	a. Pekerja		0,0690	80.000,00	5.520,00	6.732,50	693.447,50
	b. Tukang Pipa		0,0035	100.000,00	350,00		
	c. Mandor		0,0069	125.000,00	862,50		
	Pemasangan Pipa Blok B 11 Pipa PVC 0,75 inc, 1 m (42 m)						
12	a. Pekerja		0,0690	80.000,00	5.520,00	6.732,50	282.765,00
	b. Tukang Pipa		0,0035	100.000,00	350,00		
	c. Mandor		0,0069	125.000,00	862,50		
	Pemasangan Pipa Blok B 12 Pipa PVC 0,75 inc, 1 m (31 m)						
13	a. Pekerja		0,0690	80.000,00	5.520,00	6.732,50	208.707,50
	b. Tukang Pipa		0,0035	100.000,00	350,00		
	c. Mandor		0,0069	125.000,00	862,50		

Lanjutan Tabel 4.27

## Pemasangan Pipa dan Aksesoris Pelayanan Distribusi Sambungan Per Blok

Nomor	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Upah (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Total Harga (Rp)
14	Pemasangan Pipa Blok B 13 Pipa PVC 0,75 inc, 1 m (45 m)						
	a. Pekerja	OH	0,0690	80.000,00	5.520,00	6.732,50	302.962,50
	b. Tukang Pipa	OH	0,0035	100.000,00	350,00		
c. Mandor	OH	0,0069	125.000,00	862,50			
15	Pemasangan Pipa Blok B 14 Pipa PVC 0,75 inc, 1 m (67 m)						
	a. Pekerja	OH	0,0690	80.000,00	5.520,00	6.732,50	451.077,50
	b. Tukang Pipa	OH	0,0035	100.000,00	350,00		
c. Mandor	OH	0,0069	125.000,00	862,50			
16	Pemasangan Pipa Blok B 15 Pipa PVC 0,75 inc, 1 m (72 m)						
	a. Pekerja	OH	0,0690	80.000,00	5.520,00	6.732,50	484.740,00
	b. Tukang Pipa	OH	0,0035	100.000,00	350,00		
c. Mandor	OH	0,0069	125.000,00	862,50			
17	Pemasangan Pipa Blok B 16 Pipa PVC 0,75 inc, 1 m (40 m)						
	a. Pekerja	OH	0,0690	80.000,00	5.520,00	6.732,50	269.300,00
	b. Tukang Pipa	OH	0,0035	100.000,00	350,00		
c. Mandor	OH	0,0069	125.000,00	862,50			
18	Pemasangan Pipa Blok B 17 Pipa PVC 0,75 inc, 1 m (22 m)						
	a. Pekerja	OH	0,0690	80.000,00	5.520,00	6.732,50	148.115,00
	b. Tukang Pipa	OH	0,0035	100.000,00	350,00		
c. Mandor	OH	0,0069	125.000,00	862,50			
19	Pemasangan Pipa Blok B 18 Pipa PVC 0,75 inc, 1 m (33 m)						
	a. Pekerja	OH	0,0690	80.000,00	5.520,00	6.732,50	222.172,50
	b. Tukang Pipa	OH	0,0035	100.000,00	350,00		
c. Mandor	OH	0,0069	125.000,00	862,50			

Lanjutan Tabel 4.27

## Pemasangan Pipa dan Aksesoris Pelayanan Distribusi Sambungan Per Blok

Nomor	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga (Rp)	Jumlah Upah (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Total Harga (Rp)
	Pemasangan Pipa Blok B 19 Pipa PVC 0,75 inc, 1 m (51 m)						
20	a. Pekerja	OH	0,0690	80.000,00	5.520,00	6.732,50	343.357,50
	b. Tukang Pipa	OH	0,0035	100.000,00	350,00		
	c. Mandor	OH	0,0069	125.000,00	862,50		
	Pemasangan Pipa Blok B 20 Pipa PVC 0,75 inc, 1 m (200 m)						
21	a. Pekerja	OH	0,0690	80.000,00	5.520,00	6.732,50	1.346.500,00
	b. Tukang Pipa	OH	0,0035	100.000,00	350,00		
	c. Mandor	OH	0,0069	125.000,00	862,50		
	Pemasangan Pipa Blok B 21 Pipa PVC 0,75 inc, 1 m (60 m)						
22	a. Pekerja	OH	0,0690	80.000,00	5.520,00	6.732,50	403.950,00
	b. Tukang Pipa	OH	0,0035	100.000,00	350,00		
	c. Mandor	OH	0,0069	125.000,00	862,50		
	Pemasangan Pipa Blok B 22 Pipa PVC 0,75 inc, 1 m (67 m)						
23	a. Pekerja	OH	0,0690	80.000,00	5.520,00	6.732,50	451.077,50
	b. Tukang Pipa	OH	0,0035	100.000,00	350,00		
	c. Mandor	OH	0,0069	125.000,00	862,50		
	Pemasangan Pipa Blok B 23 Pipa PVC 0,75 inc, 1 m (16 m)						
24	a. Pekerja	OH	0,0690	80.000,00	5.520,00	6.732,50	107.720,00
	b. Tukang Pipa	OH	0,0035	100.000,00	350,00		
	c. Mandor	OH	0,0069	125.000,00	862,50		
	Pemasangan Pipa Blok B 24 Pipa PVC 0,75 inc, 1 m (68 m)						
25	a. Pekerja	OH	0,0690	80.000,00	5.520,00	6.732,50	457.810,00
	b. Tukang Pipa	OH	0,0035	100.000,00	350,00		
	c. Mandor	OH	0,0069	125.000,00	862,50		



Lanjutan Tabel 4.27

## Pemasangan Pipa dan Aksesoris Pelayanan Distribusi Sambungan Per Blok

Nomor	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Upah (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Total Harga (Rp)
	Pemasangan Pipa Blok B 25 Pipa PVC 0,75 inc, 1 m (48 m)						
26	a. Pekerja	OH	0,0690	80.000,00	5.520,00	6.732,50	323.160,00
	b. Tukang Pipa	OH	0,0035	100.000,00	350,00		
	c. Mandor	OH	0,0069	125.000,00	862,50		
	Pemasangan Pipa Blok B 26 Pipa PVC 0,75 inc, 1 m (56 m)						
27	a. Pekerja	OH	0,0690	80.000,00	5.520,00	6.732,50	377.020,00
	b. Tukang Pipa	OH	0,0035	100.000,00	350,00		
	c. Mandor	OH	0,0069	125.000,00	862,50		
	Pemasangan Pipa Blok B 27 Pipa PVC 0,75 inc, 1 m (40 m)						
28	a. Pekerja	OH	0,0690	80.000,00	5.520,00	6.732,50	269.300,00
	b. Tukang Pipa	OH	0,0035	100.000,00	350,00		
	c. Mandor	OH	0,0069	125.000,00	862,50		
	Pemasangan Pipa Blok B 28 Pipa PVC 0,75 inc, 1 m (78 m)						
29	a. Pekerja	OH	0,0690	80.000,00	5.520,00	6.732,50	525.135,00
	b. Tukang Pipa	OH	0,0035	100.000,00	350,00		
	c. Mandor	OH	0,0069	125.000,00	862,50		
	Pemasangan Pipa Blok B 29 Pipa PVC 0,75 inc, 1 m (73 m)						
30	a. Pekerja	OH	0,0690	80.000,00	5.520,00	6.732,50	491.472,50
	b. Tukang Pipa	OH	0,0035	100.000,00	350,00		
	c. Mandor	OH	0,0069	125.000,00	862,50		
	Pemasangan Pipa Blok B 30 Pipa PVC 0,75 inc, 1 m (133 m)						
31	a. Pekerja	OH	0,0690	80.000,00	5.520,00	6.732,50	895.422,50
	b. Tukang Pipa	OH	0,0035	100.000,00	350,00		
	c. Mandor	OH	0,0069	125.000,00	862,50		

Lanjutan Tabel 4.27

## Pemasangan Pipa dan Aksesoris Pelayanan Distribusi Sambungan Per Blok

Nomor	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Upah (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Total Harga (Rp)
	Pemasangan Pipa Blok B 31 Pipa PVC 0,75 inc, 1 m (69 m)						
32	a. Pekerja	OH	0,0690	80.000,00	5.520,00	6.732,50	464.542,50
	b. Tukang Pipa	OH	0,0035	100.000,00	350,00		
	c. Mandor	OH	0,0069	125.000,00	862,50		
	Pemasangan Pipa Blok B 32 Pipa PVC 0,75 inc, 1 m (25 m)						
33	a. Pekerja	OH	0,0690	80.000,00	5.520,00	6.732,50	168.312,50
	b. Tukang Pipa	OH	0,0035	100.000,00	350,00		
	c. Mandor	OH	0,0069	125.000,00	862,50		
	Pemasangan Pipa Blok B 33 Pipa PVC 0,75 inc, 1 m (100 m)						
34	a. Pekerja	OH	0,0690	80.000,00	5.520,00	6.732,50	673.250,00
	b. Tukang Pipa	OH	0,0035	100.000,00	350,00		
	c. Mandor	OH	0,0069	125.000,00	862,50		
	Pemasangan Pipa Blok B 34 Pipa PVC 0,75 inc, 1 m (100 m)						
35	a. Pekerja	OH	0,0690	80.000,00	5.520,00	6.732,50	673.250,00
	b. Tukang Pipa	OH	0,0035	100.000,00	350,00		
	c. Mandor	OH	0,0069	125.000,00	862,50		
	Pemasangan Pipa Blok B 35 Pipa PVC 0,75 inc, 1 m (94 m)						
36	a. Pekerja	OH	0,0690	80.000,00	5.520,00	6.732,50	632.855,00
	b. Tukang Pipa	OH	0,0035	100.000,00	350,00		
	c. Mandor	OH	0,0069	125.000,00	862,50		
	Pemasangan Pipa Blok B 36 Pipa PVC 0,75 inc, 1 m (41 m)						
37	a. Pekerja	OH	0,0690	80.000,00	5.520,00	6.732,50	276.032,50
	b. Tukang Pipa	OH	0,0035	100.000,00	350,00		
	c. Mandor	OH	0,0069	125.000,00	862,50		

Lanjutan Tabel 4.27

## Pemasangan Pipa dan Aksesoris Pelayanan Distribusi Sambungan Per Blok

Nomor	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Upah (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Total Harga (Rp)
	Pemasangan Pipa Blok B 37 Pipa PVC 0,75 inc, 1 m (36 m)						
38	a. Pekerja	OH	0,0690	80.000,00	5.520,00	6.732,50	242.370,00
	b. Tukang Pipa	OH	0,0035	100.000,00	350,00		
	c. Mandor	OH	0,0069	125.000,00	862,50		
	Pemasangan Pipa Blok B 38 Pipa PVC 0,75 inc, 1 m (61 m)						
39	a. Pekerja	OH	0,0690	80.000,00	5.520,00	6.732,50	410.682,50
	b. Tukang Pipa	OH	0,0035	100.000,00	350,00		
	c. Mandor	OH	0,0069	125.000,00	862,50		
	Pemasangan Pipa Blok B 39 Pipa PVC 0,75 inc, 1 m (50 m)						
40	a. Pekerja	OH	0,0690	80.000,00	5.520,00	6.732,50	336.625,00
	b. Tukang Pipa	OH	0,0035	100.000,00	350,00		
	c. Mandor	OH	0,0069	125.000,00	862,50		
	Pemasangan Pipa Blok B 40 Pipa PVC 0,75 inc, 1 m (297 m)						
41	a. Pekerja	OH	0,0690	80.000,00	5.520,00	6.732,50	1.999.552,50
	b. Tukang Pipa	OH	0,0035	100.000,00	350,00		
	c. Mandor	OH	0,0069	125.000,00	862,50		
	Pemasangan Pipa Blok B 41 Pipa PVC 0,75 inc, 1 m (26 m)						
42	a. Pekerja	OH	0,0690	80.000,00	5.520,00	6.732,50	175.045,00
	b. Tukang Pipa	OH	0,0035	100.000,00	350,00		
	c. Mandor	OH	0,0069	125.000,00	862,50		
	Pemasangan Pipa Blok B 42 Pipa PVC 0,75 inc, 1 m (29 m)						
43	a. Pekerja	OH	0,0690	80.000,00	5.520,00	6.732,50	195.242,50
	b. Tukang Pipa	OH	0,0035	100.000,00	350,00		
	c. Mandor	OH	0,0069	125.000,00	862,50		

Lanjutan Tabel 4.27

## Pemasangan Pipa dan Aksesoris Pelayanan Distribusi Sambungan Per Blok

Nomor	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Upah (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Total Harga (Rp)
	Pemasangan Pipa Blok B 43 Pipa PVC 0,75 inc, 1 m (22 m)						
44	a. Pekerja	OH	0,0690	80.000,00	5.520,00	6.732,50	148.115,00
	b. Tukang Pipa	OH	0,0035	100.000,00	350,00		
	c. Mandor	OH	0,0069	125.000,00	862,50		
	Pemasangan Pipa Blok B 44 Pipa PVC 0,75 inc, 1 m (24 m)						
45	a. Pekerja	OH	0,0690	80.000,00	5.520,00	6.732,50	161.580,00
	b. Tukang Pipa	OH	0,0035	100.000,00	350,00		
	c. Mandor	OH	0,0069	125.000,00	862,50		
	Pemasangan Pipa Blok B 45 Pipa PVC 0,75 inc, 1 m (28 m)						
46	a. Pekerja	OH	0,0690	80.000,00	5.520,00	6.732,50	188.510,00
	b. Tukang Pipa	OH	0,0035	100.000,00	350,00		
	c. Mandor	OH	0,0069	125.000,00	862,50		
	Pemasangan Pipa Blok B 46 Pipa PVC 0,75 inc, 1 m (37 m)						
47	a. Pekerja	OH	0,0690	80.000,00	5.520,00	6.732,50	249.102,50
	b. Tukang Pipa	OH	0,0035	100.000,00	350,00		
	c. Mandor	OH	0,0069	125.000,00	862,50		
	Pemasangan Pipa Blok B 47 Pipa PVC 0,75 inc, 1 m (40 m)						
48	a. Pekerja	OH	0,0690	80.000,00	5.520,00	6.732,50	269.300,00
	b. Tukang Pipa	OH	0,0035	100.000,00	350,00		
	c. Mandor	OH	0,0069	125.000,00	862,50		
	Pemasangan Pipa Blok B 48 Pipa PVC 0,75 inc, 1 m (90 m)						
49	a. Pekerja	OH	0,0690	80.000,00	5.520,00	6.732,50	605.925,00
	b. Tukang Pipa	OH	0,0035	100.000,00	350,00		
	c. Mandor	OH	0,0069	125.000,00	862,50		

Lanjutan Tabel 4.27  
Pemasangan Pipa dan Aksesoris Pelayanan Distribusi Sambungan Per Blok

Nomor	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Upah (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Total Harga (Rp)
	Pemasangan Pipa Blok B 49 Pipa PVC 0,75 inc, 1 m (38 m)						
50	a. Pekerja	OH	0.0690	80,000.00	5,520.00	6.732,50	255.835,00
	b. Tukang Pipa	OH	0.0035	100,000.00	350.00		
	c. Mandor	OH	0.0069	125,000.00	862.50		
	Pemasangan Pipa Blok B 50 Pipa PVC 0,75 inc, 1 m (31 m)						
51	a. Pekerja	OH	0.0690	80,000.00	5,520.00	6.732,50	208.707,50
	b. Tukang Pipa	OH	0.0035	100,000.00	350.00		
	c. Mandor	OH	0.0069	125,000.00	862.50		
	Pemasangan Pipa Blok B 51 Pipa PVC 0,75 inc, 1 m (33 m)						
52	a. Pekerja	OH	0.0690	80,000.00	5,520.00	6.732,50	222.172,50
	b. Tukang Pipa	OH	0.0035	100,000.00	350.00		
	c. Mandor	OH	0.0069	125,000.00	862.50		
	Pengurukan 1 m3 Tanah Untuk Pipa Diameter 0,75 inch, 0,3 m x 0,4 m x 3187 m (382,44 m3)						
53	a. Pekerja	OH	0.0504	80,000.00	4,032.00	4.344,50	1.661.510,58
	b. Mandor	OH	0.0025	125,000.00	312.50		
	Pengurukan 1 m3 Pasir Untuk Pipa Diameter 0,75 Inch Sedalam 0,05 m, 0,3 m x 0,05 m x 3187 m (47,81 m3)						
	A. Tenaga						
54	a. Pekerja	OH	0.300	80,000.00	24,000.00	280,598.00	13.415.390,38
	b. Mandor	OH	0.010	125,000.00	1,250.00		
	B. Bahan						
	a. Pasir Urug	m3	1.200	212,790.00	255,348.00		
				Jumlah			41.755.267,96

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 4.28

Pembangunan *Broncaptering* dan Pemasangan Aksesoris *Broncaptering*

Nomor	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Upah (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Total Harga (Rp)
	Pembersihan dan Perataan 1 m <sup>2</sup> Lahan, 2,4 m x 1,4 m (3,36 m <sup>2</sup> )						
1	a. Pekerja	OH	0,100	80.000,00	8.000,00	14.250,00	47.880,00
	b. Mandor	OH	0,050	125.000,00	6.250,00		
	Pengukuran dan Pemasangan 1 m <i>Bouwplank</i> , (3,4 m + 2,4 m) x 2 (11,6 m)						
	A. Tenaga						
	a. Pekerja	OH	0,100	60.000,00	6.000,00	103.555,70	1.201.246,12
	b. Tukang Kayu	OH	0,100	85.000,00	8.500,00		
2	c. Kepala Tukang Kayu	OH	0,010	90.000,00	900,00		
	d. Mandor	OH	0,005	100.000,00	500,00		
	B. Bahan						
	a. Kayu Balok 5/7	m <sup>3</sup>	0,012	4.595.500,00	55.146,00	63.125,00	446.293,75
	b. Paku Kayu Segala Ukuran	kg	0,020	17.060,00	341,20		
	c. Papan (3x20)cm	m <sup>3</sup>	0,007	4.595.500,00	32.168,50		
	Penggalian 1 m <sup>3</sup> Tanah Pondasi Sedalam 1,3 m, (2,2 m + 1,2 m) x 1,3 m x 0,8 m x 2 (7,07 m <sup>3</sup> )						
3	a. Pekerja	OH	0,750	80.000,00	60.000,00	63.125,00	446.293,75
	b. Mandor	OH	0,025	125.000,00	3.125,00		
	Penggalian 1 m <sup>3</sup> Tanah Lantai Broncap. Sedalam 0,15 m, (2 m + 1 m) x 0,15 m x 2 (0,90 m <sup>3</sup> )						
4	a. Pekerja	OH	0,750	80.000,00	60.000,00	63.125,00	56.812,50
	b. Mandor	OH	0,025	125.000,00	3.125,00		
	Pengurukan 1 m <sup>3</sup> Pasir untuk Pondasi Sedalam 0,1 m, (2,2m + 1,2 m) x 0,1 m x 0,8 m x 2 (0,54 m <sup>3</sup> )						
	A. Tenaga						
5	a. Pekerja	OH	0,300	80.000,00	24.000,00	280.598,00	151.522,92
	b. Mandor	OH	0,010	125.000,00	1.250,00		
	B. Bahan						
	a. Pasir Urug	m <sup>3</sup>	1,200	212.790,00	255.348,00		

Lanjutan Tabel 4.28

Pembangunan *Broncaptering* dan Pemasangan Aksesoris *Broncaptering*

Nomor	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Upah (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Total Harga (Rp)
	Pemasangan 1 m3 Batu Kosong Pondasi sedalam 0,2 m, (2,2m + 1,2 m) x 0,2 m x 0,8 m x 2 (1,09 m3)						
	A. Tenaga						
	a. Pekerja	OH	0,780	80.000,00	62.400,00		
	b. Tukang Batu	OH	0,390	100.000,00	39.000,00		
6	c. Kepala Tukang Batu	OH	0,039	108.000,00	4.212,00	503.948,28	549.303,63
	d. Mandor	OH	0,039	125.000,00	4.875,00		
	B. Bahan						
	a. Batu Kali	kg	1,200	251.280,00	301.536,00		
	b. Pasir Urug	m3	0,432	212.790,00	91.925,28		
	Pemasangan 1 m3 Pondasi Batu Kali, 1PC:3PS sedalam 0,6 m, (2,2m + 1,2 m) x 0,6 m x 0,45 m x 2 (1,84 m3)						
	A. Tenaga						
	a. Pekerja	OH	1,500	80.000,00	120.000,00		
	b. Tukang Batu	OH	0,750	100.000,00	75.000,00		
7	c. Kepala Tukang Batu	OH	0,008	108.000,00	810,00	961.757,55	1.769.633,89
	d. Mandor	OH	0,075	125.000,00	9.375,00		
	B. Bahan						
	a. Batu Kali 15/20	m3	1,200	250.000,00	300.000,00		
	b. Portland Cement (PC)	kg	202,000	1.610,00	325.220,00		
	c. Pasir Pasang	m3	0,485	270.830,00	131.352,55		



Lanjutan Tabel 4.28

Pembangunan *Broncaptering* dan Pemasangan Aksesoris *Broncaptering*

Nomor	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Upah (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Total Harga (Rp)
	Pemasangan 1 m2 Bekisting Sloof 20x25 cm Bagian Luar, (2,4 m + 1,4 m) x 0,25 m x 2 (1,90 m2)						
	A. Tenaga						
	a. Pekerja	OH	0,520	80.000,00	41.600,00		
	b. Tukang Kayu	OH	0,260	100.000,00	26.000,00		
8	c. Kepala Tukang Kayu	OH	0,026	108.000,00	2.808,00	285.482,00	542.415,80
	d. Mandor	OH	0,026	125.000,00	3.250,00		
	B. Bahan						
	a. Paku Kayu Segala Ukuran	kg	0,300	17.060,00	5.118,00		
	b. Minyak Bekisting	liter	0,100	15.060,00	1.506,00		
	c. Balok Kayu Kelas III	m3	0,045	4.560.000,00	205.200,00		
	Pemasangan 1 m2 Bekisting Sloof 20x25cm Bagian Dalam, (2 m + 1 m) x 0,25 m x 2 (1,5 m2)						
	A. Tenaga						
	a. Pekerja	OH	0,520	80.000,00	41.600,00		
	b. Tukang Kayu	OH	0,260	100.000,00	26.000,00		
9	c. Kepala Tukang Kayu	OH	0,026	108.000,00	2.808,00	285.482,00	428.223,00
	d. Mandor	OH	0,026	125.000,00	3.250,00		
	B. Bahan						
	a. Paku Kayu Segala Ukuran	kg	0,300	17.060,00	5.118,00		
	b. Minyak Bekisting	liter	0,100	15.060,00	1.506,00		
	c. Balok Kayu Kelas III	m3	0,045	4.560.000,00	205.200,00		

Lanjutan Tabel 4.28

Pembangunan *Broncaptering* dan Pemasangan Aksesoris *Broncaptering*

Nomor	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Upah (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Total Harga (Rp)
	Pembuatan 1 m <sup>3</sup> Beton 1PC:2PS:4KR Mutu K225 Sloof 20x25cm, (2,2 m + 1,2 m) x 0,25 m x 0,2 m x 2 (0,34 m <sup>3</sup> )						
	A. Tenaga						
	a. Pekerja	OH	1,650	80.000,00	132.000,00		
	b. Tukang Batu	OH	0,275	100.000,00	27.500,00		
10	c. Kepala Tukang Batu	OH	0,028	108.000,00	3.024,00	1.193.639,91	405.837,57
	d. Mandor	OH	0,083	125.000,00	10.375,00		
	B. Bahan						
	a. Portland Cement (PC)	kg	371,000	1.610,00	597.310,00		
	b. Pasir Cor	m <sup>3</sup>	0,499	345.450,00	172.241,37		
	c. Batu Pecah Mesin 2/3	m <sup>3</sup>	0,776	276.740,00	214.639,54		
	d. Air Bersih	liter	215,000	170,00	36.550,00		
	Pembesian 1 kg dengan Besi Beton Polos untuk Sloof 20x25, Begeul Ø8, Utama Ø10 (18,936 kg)						
	A. Tenaga						
	a. Pekerja	OH	0,007	80.000,00	560,00		
	b. Tukang Besi	OH	0,007	100.000,00	700,00		
11	c. Kepala Tukang Besi	OH	0,001	108.000,00	75,60	16.535,60	313.118,12
	d. Mandor	OH	0,0004	125.000,00	50,00		
	B. Bahan						
	a. Besi Beton Polos	Kg	1,050	14.140,00	14.847,00		
	b. Kawat Beton/Bedrat	kg	0,015	20.200,00	303,00		

Lanjutan Tabel 4.28

Pembangunan *Broncaptering* dan Pemasangan Aksesoris *Broncaptering*

Nomor	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Upah (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Total Harga (Rp)
	Pemasangan 1 m2 Bekisting Kolom 20x20 cm, 1,15 m x 0,2 m x 16 (3,68 m2)						
	A. Tenaga						
	a. Pekerja	OH	0,330	80.000,00	26.400,00		
	b. Tukang Kayu	OH	0,165	100.000,00	16.500,00		
	c. Kepala Tukang Kayu	OH	0,017	108.000,00	1.782,00		
12	d. Mandor	OH	0,017	125.000,00	2.062,50	188.857,25	694.994,68
	B. Bahan						
	a. Paku Kayu Segala Ukuran	kg	0,200	17.060,00	3.412,00		
	b. Minyak Bekisting	liter	0,200	15.060,00	3.012,00		
	c. Papan Kayu Kelas III	m3	0,008	4.595.500,00	34.466,25		
	d. Multiplek 9mm	lembar	0,175	119.100,00	20.842,50		
	e. Bambu Diameter 8 cm	batang	2,000	40.190,00	80.380,00		
	Pembuatan 1 m3 Beton 1PC:2PS:4KR Mutu K225 Kolom 20/20cm, 1,15 m x 0,2 m x 0,2 m x 4 (0,18 m3)						
	A. Tenaga						
	a. Pekerja	OH	1,650	80.000,00	132.000,00		
	b. Tukang Batu	OH	0,275	100.000,00	27.500,00		
	c. Kepala Tukang Batu	OH	0,028	108.000,00	3.024,00		
13	d. Mandor	OH	0,083	125.000,00	10.375,00	1.193.639,91	214.855,18
	B. Bahan						
	a. Portland Cement (PC)	kg	371,000	1.610,00	597.310,00		
	b. Pasir Cor	m3	0,499	345.450,00	172.241,37		
	c. Batu Pecah Mesin 2/3	m3	0,776	276.740,00	214.639,54		
	d. Air Bersih	liter	215,000	170,00	36.550,00		

Lanjutan Tabel 4.28

Pembangunan *Broncaptering* dan Pemasangan Aksesoris *Broncaptering*

Nomor	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Upah (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Total Harga (Rp)
	Pembesian 1 kg dengan Besi Beton Polos untuk Kolom 20x20, Begeul Ø8, Utama Ø10 (11,439 kg)						
	A. Tenaga						
	a. Pekerja	OH	0,007	80.000,00	560,00		
	b. Tukang Besi	OH	0,007	100.000,00	700,00		
14	c. Kepala Tukang Besi	OH	0,001	108.000,00	75,60	16.535,60	189.150,73
	d. Mandor	OH	0,0004	125.000,00	50,00		
	B. Bahan						
	a. Besi Beton Polos	kg	1,050	14.140,00	14.847,00		
	b. Kawat Beton/Bedrat	kg	0,015	20.200,00	303,00		
	Pemasangan 1 m <sup>2</sup> Bekisting untuk Plat Lantai, (2 m + 1 m) x 0,15 m x 2 (0,90 m <sup>2</sup> )						
	A. Tenaga						
	a. Pekerja	OH	0,660	80.000,00	52.800,00		
	b. Tukang Kayu	OH	0,330	100.000,00	33.000,00		
	c. Kepala Tukang Kayu	OH	0,033	108.000,00	3.564,00		
15	d. Mandor	OH	0,033	125.000,00	4.125,00	455.082,50	409.574,25
	B. Bahan						
	a. Paku Kayu Segala Ukuran	kg	0,400	17.060,00	6.824,00		
	b. Minyak Bekisting	ltr	0,200	15.060,00	3.012,00		
	c. Papan Kayu Kelas III	m <sup>3</sup>	0,015	4.595.500,00	68.932,50		
	d. Multiplek 9mm	lembar	0,350	119.100,00	41.685,00		
	e. Bambu Dia 8 cm	batang	6,000	40.190,00	241.140,00		

Lanjutan Tabel 4.28

Pembangunan *Broncaptering* dan Pemasangan Aksesoris *Broncaptering*

Nomor	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Upah (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Total Harga (Rp)
	Pembuatan 1 m <sup>3</sup> Beton 1PC:2PS:4KR Mutu K225 Plat Lantai, 2 m x 1 m x 0,15 m (0,3 m <sup>3</sup> )						
	A. Tenaga						
	a. Pekerja	OH	1,650	80.000,00	132.000,00		
	b. Tukang Batu	OH	0,275	100.000,00	27.500,00		
	c. Kepala Tukang Batu	OH	0,028	108.000,00	3.024,00		
16	d. Mandor	OH	0,083	125.000,00	10.375,00	1.193.639,91	358.091,97
	B. Bahan						
	a. Portland Cement (PC)	kg	371,000	1.610,00	597.310,00		
	b. Pasir Cor	m <sup>3</sup>	0,499	345.450,00	172.241,37		
	c. Batu Pecah Mesin 2/3	m <sup>3</sup>	0,776	276.740,00	214.639,54		
	d. Air Bersih	liter	215,000	170,00	36.550,00		
	Pembesian 1 kg dengan Besi Beton Polos untuk Plat Lantai Tebal 15 cm, Utama Ø10 (16,533 kg)						
	A. Tenaga						
	a. Pekerja	OH	0,007	80.000,00	560,00		
	b. Tukang Besi	OH	0,007	100.000,00	700,00		
17	c. Kepala Tukang Besi	OH	0,001	108.000,00	75,60	16.535,60	273.383,07
	d. Mandor	OH	0,000	125.000,00	50,00		
	B. Bahan						
	a. Besi Beton Polos	kg	1,050	14.140,00	14.847,00		
	b. Kawat Beton/Bedrat	kg	0,015	20.200,00	303,00		

Lanjutan Tabel 4.28  
Pembangunan *Broncaptering* dan Pemasangan Aksesoris *Broncaptering*

Nomor	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Upah (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Total Harga (Rp)
	Pemasangan 1 m PVC Waterstop Lebar 150 mm untuk Plat Lantai 2 m x 1 m (14 lembar)						
	A. Tenaga						
18	a. Pekerja	OH	0,055	80.000,00	4.400,00		
	b. Tukang Batu	OH	0,035	100.000,00	3.500,00	69.805,32	977.274,41
	c. Mandor	OH	0,003	125.000,00	375,00		
	B. Bahan						
	a. Waterstop Lebar 150 mm	m	1,050	58.600,30	61.530,32		
	Pengurukan 1 m <sup>3</sup> Tanah Pondasi, 7,07 m <sup>3</sup> + 0,9 m <sup>3</sup> - 0,54 m <sup>3</sup> - 1,09 m <sup>3</sup> - 1,84 m <sup>3</sup> - 0,34 m <sup>3</sup> - 0,3 m <sup>3</sup> (3,86 m <sup>3</sup> )						
19	A. Tenaga						
	a. Pekerja	OH	0,300	80.000,00	24.000,00	25.875,00	99.877,50
	b. Mandor	OH	0,015	125.000,00	1.875,00		
	Pemasangan 1 m <sup>2</sup> Bekisting untuk Dinding, (2 m + 1 m) x 1,15 m x 4 (13,80 m <sup>2</sup> )						
	A. Tenaga						
20	a. Pekerja	OH	0,660	80.000,00	52.800,00		
	b. Tukang Kayu	OH	0,330	100.000,00	33.000,00		
	c. Kepala Tukang Kayu	OH	0,033	108.000,00	3.564,00		
	d. Mandor	OH	0,033	125.000,00	4.125,00	281.179,00	3.880.270,20
	B. Bahan						
	a. Paku Kayu Segala Ukuran	kg	0,200	17.060,00	3.412,00		
	b. Minyak Bekisting	liter	0,100	15.060,00	1.506,00		
	c. Papan Kayu Kelas III	m <sup>3</sup>	0,009	4.595.500,00	41.359,50		
	d. Multiplek 9mm	lembar	0,175	119.100,00	20.842,50		
	e. Bambu Dia 8 cm	batabg	3,000	40.190,00	120.570,00		

Lanjutan Tabel 4.28

Pembangunan *Broncaptering* dan Pemasangan Aksesoris *Broncaptering*

Nomor	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Upah (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Total Harga (Rp)
	Pembuatan 1 m <sup>3</sup> Beton IPC:2PS:4KR Mutu K225 Dinding Tebal 20 cm, (2 m + 1 m) x 1,15 m x 0,2 m x 2 (1,38 m <sup>3</sup> )						
	A. Tenaga						
	a. Pekerja	OH	1,650	80.000,00	132,000,00		
	b. Tukang Batu	OH	0,275	100.000,00	27,500,00		
21	c. Kepala Tukang Batu	OH	0,028	108.000,00	3,024,00	1.193.639,91	1.647.223,08
	d. Mandor	OH	0,083	125.000,00	10,375,00		
	B. Bahan						
	a. Portland Cement (PC)	kg	371,000	1.610,00	597.310,00		
	b. Pasir Cor	m <sup>3</sup>	0,499	345.450,00	172.241,37		
	c. Batu Pecah Mesin 2/3	m <sup>3</sup>	0,776	276.740,00	214.639,54		
	d. Air Bersih	liter	215,000	170,00	36.550,00		
	Pembesian 1 kg dengan Besi Beton Polos untuk Dinding Tebal 20 cm, Utama Ø10 (57,040 kg)						
	A. Tenaga						
	a. Pekerja	OH	0,007	80.000,00	560,00		
	b. Tukang Besi	OH	0,007	100.000,00	700,00		
22	c. Kepala Tukang Besi	OH	0,001	108.000,00	75,60	16.535,60	943.190,62
	d. Mandor	OH	0,000	125.000,00	50,00		
	B. Bahan						
	a. Besi Beton Polos	kg	1,050	14.140,00	14.847,00		
	b. Kawat Beton/Bedrat	kg	0,015	20.200,00	303,00		
	Pemasangan 1 m PVC Waterstop Lebar 150 mm untuk Dinding, (2 m + 1 m) x 1,15 m x 2 (46 lembar)						
	A. Tenaga						
	a. Pekerja	OH	0,055	80.000,00	4.400,00		
23	b. Tukang Batu	OH	0,035	100.000,00	3.500,00	69.805,32	3.211.044,49
	c. Mandor	OH	0,003	125.000,00	375,00		
	B. Bahan						
	a. Waterstop Lebar 150 mm	m	1,050	58.600,30	61.530,32		



Lanjutan Tabel 4.28  
Pembangunan *Broncaptering* dan Pemasangan Aksesoris *Broncaptering*

Nomor	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Upah (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Total Harga (Rp)
	Pemasangan 1 m2 Bekisting Ring Balok 20x25 cm Bagian Luar, (2,4 m + 1,4 m) x 0,25 m x 2 (1,9 m2)						
	A. Tenaga						
	a. Pekerja	OH	0,660	80.000,00	52.800,00		
	b. Tukang Kayu	OH	0,330	100.000,00	33.000,00		
	c. Kepala Tukang Kayu	OH	0,033	108.000,00	3.564,00		
24	d. Mandor	OH	0,033	125.000,00	4.125,00	388.489,00	738.129,10
	B. Bahan						
	a. Paku Kayu Segala Ukuran	kg	0,400	17.060,00	6.824,00		
	b. Minyak Bekisting	liter	0,200	15.060,00	3.012,00		
	c. Papan Kayu Kelas III	m3	0,018	4.595.500,00	82.719,00		
	d. Multiplek 9mm	lembar	0,350	119.100,00	41.685,00		
	e. Bambu Dia 8 cm	batang	4,000	40.190,00	160.760,00		
	Pemasangan 1 m2 Bekisting Ring Balok 20x25cm Bagian Dalam, (2 m + 1 m) x 0,25 m x 2 (1,5 m2)						
	A. Tenaga						
	a. Pekerja	OH	0,660	80.000,00	52.800,00		
	b. Tukang Kayu	OH	0,330	100.000,00	33.000,00		
	c. Kepala Tukang Kayu	OH	0,033	108.000,00	3.564,00		
25	d. Mandor	OH	0,033	125.000,00	4.125,00	388.489,00	582.733,50
	B. Bahan						
	a. Paku Kayu Segala Ukuran	kg	0,400	17.060,00	6.824,00		
	b. Minyak Bekisting	liter	0,200	15.060,00	3.012,00		
	c. Papan Kayu Kelas III	m3	0,018	4.595.500,00	82.719,00		
	d. Multiplek 9mm	lembar	0,350	119.100,00	41.685,00		
	e. Bambu Dia 8 cm	batang	4,000	40.190,00	160.760,00		

Lanjutan Tabel 4.28

Pembangunan *Broncaptering* dan Pemasangan Aksesoris *Broncaptering*

Nomor	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Upah (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Total Harga (Rp)
	Pembuatan 1 m <sup>3</sup> Beton 1PC:2PS:4KR Mutu K225 Ring Balk 20/25cm, (2,2 m + 1,2 m) x 0,25 m x 0,2 m x 2 (0,34 m <sup>3</sup> )						
	A. Tenaga						
	a. Pekerja	OH	1,650	80.000,00	132.000,00		
	b. Tukang Batu	OH	0,275	100.000,00	27.500,00		
26	c. Kepala Tukang Batu	OH	0,028	108.000,00	3.024,00	1.193.639,91	405.837,57
	d. Mandor	OH	0,083	125.000,00	10.375,00		
	B. Bahan						
	a. Portland Cement (PC)	kg	371,000	1.610,00	597.310,00		
	b. Pasir Cor	m <sup>3</sup>	0,499	345.450,00	172.241,37		
	c. Batu Pecah Mesin 2/3	m <sup>3</sup>	0,776	276.740,00	214.639,54		
	d. Air Bersih	liter	215,000	170,00	36.550,00		
	Pembesian 1 kg dengan Besi Beton Polos untuk Ring Balok 20x25, Begeul Ø8, Utama Ø10 (18,936 kg)						
	A. Tenaga						
	a. Pekerja	OH	0,007	80.000,00	560,00		
	b. Tukang Besi	OH	0,007	100.000,00	700,00		
27	c. Kepala Tukang Besi	OH	0,001	108.000,00	75,60	16.535,60	313.118,12
	d. Mandor	OH	0,000	125.000,00	50,00		
	B. Bahan						
	a. Besi Beton Polos	kg	1,050	14.140,00	14.847,00		
	b. Kawat Beton/Bedrat	kg	0,015	20.200,00	303,00		

Lanjutan Tabel 4.28

Pembangunan *Broncaptering* dan Pemasangan Aksesoris *Broncaptering*

Nomor	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Upah (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Total Harga (Rp)
	Pemasangan 1 m2 Bekisting untuk Plat Atas, 2 m x 1 m (2 m2)						
	A. Tenaga						
	a. Pekerja	OH	0,660	80.000,00	52.800,00		
	b. Tukang Kayu	OH	0,330	100.000,00	33.000,00		
	c. Kepala Tukang Kayu	OH	0,033	108.000,00	3.564,00		
28	d. Mandor	OH	0,033	125.000,00	4.125,00	455.082,50	910.165,00
	B. Bahan						
	a. Paku Kayu Segala Ukuran	kg	0,400	17.060,00	6.824,00		
	b. Minyak Bekisting	liter	0,200	15.060,00	3.012,00		
	c. Papan Kayu Kelas III	m3	0,015	4.595.500,00	68.932,50		
	d. Multiplek 9mm	lebar	0,350	119.100,00	41.685,00		
	e. Bambu Dia 8 cm	batang	6,000	40.190,00	241.140,00		
	Pemasangan 1 m2 Bekisting untuk Manhole 10 cm x 50 cm x 50 cm, 0,5 m x 0,1 m x 4 (0,2 m2)						
	a. Semen Portland	kg	0,660	80.000,00	52.800,00		
	b. Pasir Beton	kg	0,330	100.000,00	33.000,00		
	c. Kerikil	kg	0,033	108.000,00	3.564,00		
	d. Air	liter	0,033	125.000,00	4.125,00		
29	B. Bahan					455.082,50	91.016,50
	a. Paku Kayu Segala Ukuran	kg	0,400	17.060,00	6.824,00		
	b. Minyak Bekisting	liter	0,200	15.060,00	3.012,00		
	c. Papan Kayu Kelas III	m3	0,015	4.595.500,00	68.932,50		
	d. Multiplek 9mm	lebar	0,350	119.100,00	41.685,00		
	e. Bambu Dia 8 cm	batang	6,000	40.190,00	241.140,00		

Lanjutan Tabel 4.28

Pembangunan *Broncaptering* dan Pemasangan Aksesoris *Broncaptering*

Nomor	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Upah (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Total Harga (Rp)
	1 m3 Volume Manhole pada Plat Atas , 0,5 m x 0,5 m x 0,10 m (0,025 m3)						
	Pembuatan 1 m3 Beton 1PC:2PS:4KR Mutu K225 Plat Atas Tebal 10 cm, (2 m x 1 m x 0,10 m) - 0,025 m3 = (0,175 m3)						
	A. Tenaga						
	a. Pekerja	OH	1,650	80.000,00	132.000,00		
	b. Tukang Batu	OH	0,275	100.000,00	27.500,00		
30	c. Kepala Tukang Batu	OH	0,028	108.000,00	3.024,00	1.193.639,91	208.886,98
	d. Mandor	OH	0,083	125.000,00	10.375,00		
	B. Bahan						
	a. Portland Cement (PC)	kg	371,000	1.610,00	597.310,00		
	b. Pasir Cor	m3	0,499	345.450,00	172.241,37		
	c. Batu Pecah Mesin 2/3	m3	0,776	276.740,00	214.639,54		
	d. Air Bersih	liter	215,000	170,00	36.550,00		
	Pembesian 1 kg dengan Besi Beton Polos untuk Plat Atas Tebal 10 cm, Utama Ø10 (14,466 kg)						
	A. Tenaga						
	a. Pekerja	OH	0,007	80.000,00	560,00		
	b. Tukang Besi	OH	0,007	100.000,00	700,00		
31	c. Kepala Tukang Besi	OH	0,001	108.000,00	75,60	16.535,60	239.203,99
	d. Mandor	OH	0,000	125.000,00	50,00		
	B. Bahan						
	a. Besi Beton Polos	kg	1,050	14.140,00	14.847,00		
	b. Kawat Beton/Bedrat	kg	0,015	20.200,00	303,00		

Lanjutan Tabel 4.28

Pembangunan *Broncaptering* dan Pemasangan Aksesoris *Broncaptering*

Nomor	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Upah (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Total Harga (Rp)
	Pemasangan 1 m PVC Waterstop Lebar 150 mm untuk Plat Atas 2 m x 1 m (12 lembar)						
	A. Tenaga						
32	a. Pekerja	OH	0,055	80.000,00	4.400,00	69.805,32	837.663,78
	b. Tukang Batu	OH	0,035	100.000,00	3.500,00		
	c. Mandor	OH	0,003	125.000,00	375,00		
	B. Bahan						
	a. Waterstop Lebar 150 mm	m	1,050	58.600,30	61.530,32		
	Pembuatan 1 m <sup>2</sup> Pasangan 1/2 Bata Merah Bak Limpasan Overflow, (0,65 m + 0,65 m + 0,35 m) x 0,4 m (0,66 m <sup>2</sup> )						
	A. Tenaga						
33	a. Pekerja	OH	0,300	80.000,00	24.000,00	123.115,69	81.256,36
	b. Tukang Batu	OH	0,100	100.000,00	10.000,00		
	c. Kepala Tukang Batu	OH	0,010	108.000,00	1.080,00		
	d. Mandor	OH	0,015	125.000,00	1.875,00		
	B. Bahan						
	a. Bata Merah	m <sup>3</sup>	70,000	800,00	56.000,00		
	b. Portland Cement (PC)	kg	11,500	1.610,00	18.515,00		
	c. Pasir Pasang	m <sup>3</sup>	0,043	270.830,00	11.645,69		
	Pemasangan 1 m <sup>2</sup> Plesteran Halus 1PC:2PS Sloof 20x25cm Tebal 15 mm, 2,2 m dan 1,2 m (6,12 m <sup>2</sup> )						
	A. Tenaga						
34	a. Pekerja	OH	0,300	80.000,00	24.000,00	62.752,24	384.043,71
	b. Tukang Batu	OH	0,150	100.000,00	15.000,00		
	c. Mandor	OH	0,015	125.000,00	1.875,00		
	B. Bahan						
	a. Portland Cement (PC)	kg	10,224	1.610,00	16.460,64		
	b. Pasir Pasang	m <sup>3</sup>	0,020	270.830,00	5.416,60		

Lanjutan Tabel 4.28

Pembangunan *Broncaptering* dan Pemasangan Aksesoris *Broncaptering*

Nomor	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Upah (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Total Harga (Rp)
	Pemasangan 1 m2 Plesteran Halus 1PC:2PS Kolom 20x20cm Tebal 15 mm, 1,15 m (3,68 m2)						
	A. Tenaga						
35	a. Pekerja	OH	0,300	80.000,00	24.000,00	62.752,24	230.928,24
	b. Tukang Batu	OH	0,150	100.000,00	15.000,00		
	c. Mandor	OH	0,015	125.000,00	1.875,00		
	B. Bahan						
	a. Portland Cement (PC)	kg	10,224	1.610,00	16.460,64		
	b. Pasir Pasang	m3	0,020	270.830,00	5.416,60		
	Pemasangan 1 m2 Plesteran Halus 1PC:2PS Plat Lantai Tebal 15 mm, 2 m x 1 m (4 m2)						
	A. Tenaga						
36	a. Pekerja	OH	0,300	80.000,00	24.000,00	62.752,24	251.008,96
	b. Tukang Batu	OH	0,150	100.000,00	15.000,00		
	c. Mandor	OH	0,015	125.000,00	1.875,00		
	B. Bahan						
	a. Portland Cement (PC)	kg	10,224	1.610,00	16.460,64		
	b. Pasir Pasang	m3	0,020	270.830,00	5.416,60		
	Pemasangan 1 m2 Plesteran Halus 1PC:2PS Dinding Tebal 15 mm, 2 m dan 1 m (13,8 m2)						
	A. Tenaga						
37	a. Pekerja	OH	0,300	80.000,00	24.000,00	62.752,24	865.980,91
	b. Tukang Batu	OH	0,150	100.000,00	15.000,00		
	c. Mandor	OH	0,015	125.000,00	1.875,00		
	B. Bahan						
	a. Portland Cement (PC)	kg	10,224	1.610,00	16.460,64		
	b. Pasir Pasang	m3	0,020	270.830,00	5.416,60		

Lanjutan Tabel 4.28

Pembangunan *Broncaptering* dan Pemasangan Aksesoris *Broncaptering*

Nomor	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Upah (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Total Harga (Rp)
	Pemasangan 1 m <sup>2</sup> Plesteran Halus 1PC:2PS Ring Balok 20x25cm Tebal 15 mm, 2,2 m dan 1,2 m (6,12 m <sup>2</sup> )						
	A. Tenaga						
38	a. Pekerja	OH	0,300	80.000,00	24.000,00	62.752,24	384.043,71
	b. Tukang Batu	OH	0,150	100.000,00	15.000,00		
	c. Mandor	OH	0,015	125.000,00	1.875,00		
	B. Bahan						
	a. Portland Cement (PC)	kg	10,224	1.610,00	16.460,64		
	b. Pasir Pasang	m <sup>3</sup>	0,020	270.830,00	5.416,60		
	1 m <sup>2</sup> Luas Manhole pada Plat Atas , 0,5 m x 0,5 m x 0,10 m (0,5 m <sup>2</sup> )						
	Pemasangan 1 m <sup>2</sup> Plesteran Halus 1PC:2PS Plat Atas Tebal 15 mm, 2 m x 1 m (4 m <sup>2</sup> ) - (0,5 m <sup>2</sup> ) = (3,5 m <sup>2</sup> )						
	A. Tenaga						
39	a. Pekerja	OH	0,300	80.000,00	24.000,00	62.752,24	219.632,84
	b. Tukang Batu	OH	0,150	100.000,00	15.000,00		
	c. Mandor	OH	0,015	125.000,00	1.875,00		
	B. Bahan						
	a. Portland Cement (PC)	kg	10,224	1.610,00	16.460,64		
	b. Pasir Pasang	m <sup>3</sup>	0,020	270.830,00	5.416,60		
	Pemasangan Pipa PVC 4 inc, 1 m (8 m)						
40	a. Pekerja	OH	0,1050	80.000,00	8.400,00	15.012,50	120.100,00
	b. Tukang Pipa	OH	0,0530	100.000,00	5.300,00		
	c. Mandor	OH	0,0105	125.000,00	1.312,50		
	Pemasangan Pipa PVC 2 inc, 1 m (1 m)						
41	a. Pekerja	OH	0,0810	80.000,00	6.480,00	11.592,50	3.540,00
	b. Tukang Pipa	OH	0,0410	100.000,00	4.100,00		
	c. Mandor	OH	0,0081	125.000,00	1.012,50		



Lanjutan Tabel 4.28

Pembangunan *Broncaptering* dan Pemasangan Aksesoris *Broncaptering*

Nomor	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Upah (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Total Harga (Rp)
	Pemasangan <i>Pemasangan Steel Gate Valve</i> 4 inch outlet						
42	a.Pekerja	OH	1,714	80.000,00	137.120,00	244.245,00	244.245,00
	b.Tukang Pipa	OH	0,857	100.000,00	85.700,00		
	d. Mandor	OH	0,1714	125.000,00	21.425,00		
	Pemasangan <i>Pemasangan Steel Gate Valve</i> 4 inch Pembuangan						
43	a.Pekerja	OH	1,714	80.000,00	137.120,00	244.245,00	244.245,00
	b.Tukang Pipa	OH	0,857	100.000,00	85.700,00		
	d. Mandor	OH	0,1714	125.000,00	21.425,00		
	Pemasangan Ventilator Pipa Ø 2"						
44	a. Pekerja	OH	0,375	80.000,00	30.000,00	36.250,00	36.250,00
	d. Mandor	OH	0,050	125.000,00	6.250,00		
	Pemasangan Water Meter Ø 0,75"						
45	a. Pekerja	OH	1,030	80.000,00	82.400,00	92.500,00	92.500,00
	d. Mandor	OH	0,081	125.000,00	10.100,00		
	Pemasangan <i>Manhole</i> 1 cm x 50 cm x 50 cm						
46	a. Pekerja	OH	0,980	80.000,00	78.400,00	90.900,00	90.900,00
	d. Mandor	OH	0,100	125.000,00	12.500,00		
			Jumlah				26.386.646,77

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 4.29  
Rencana Anggaran Biaya (RAB) Pekerjaan Pipa

Nomor	Uraian	Total Harga (Rp)
1	Pengadaan Pipa	255.409.697,80
2	Pemasangan Pipa Distribusi Induk Utama	83.878.069,78
3	Pemasangan Pipa Pelayanan Distribusi Sambungan Per Blok	41.755.267,96
	Jumlah	381.043.035,54

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 4.30  
Rencana Anggaran Biaya (RAB) Pekerjaan *Broncaptering*

Nomor	Uraian	Total Harga (Rp)
1	Pengadaan Komponen <i>Broncaptering</i>	10.802.692,00
2	Pembangunan <i>Broncaptering</i>	26.386.646,77
	Jumlah	37.189.338,77

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 4.31  
Rekapitulasi Total Biaya Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Nomor	Uraian	Total Harga (Rp)
1	Pekerjaan Pipa	381.043.035,54
2	Pekerjaan <i>Broncaptering</i>	37.189.338,77
	Jumlah	418.232.374,31
	PPN 10%	41.823.237,43
	Jumlah + Pajak	460.055.611,74
	Dibulatkan	460.055.700,00
	<i>Terbilang: Empat Ratus Enam Puluh Juta</i>	
	<i>Lima Puluh Lima Ribu Tujuh Ratus Rupiah</i>	

Sumber: Hasil Perhitungan

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan analisa yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil perhitungan kebutuhan air bersih, dapat diketahui besarnya debit kebutuhan air rata-rata pada tahun 2037 sebesar 3,115 liter/detik. Dengan ketersediaan debit sumber sebesar 5,7 liter/detik maka dapat disimpulkan debit sumber yang tersedia mampu mencukupi kebutuhan air bersih untuk penduduk di Desa Kepatihan hingga tahun 2037.
2. Dari simulasi dengan menggunakan program *software Watercad V.8.i (SELECTseries6)* dapat diketahui bahwa dalam perencanaan sistem jaringan air bersih ini menggunakan jenis pipa berbahan PVC (*Poly Vinyl Chloride*) untuk pipa distribusi utama dan pipa distribusi sambungan per blok dengan diameter pipa berkisar antara 1 hingga 4 inch dan 0,75 inch, keseluruhan total panjang pipa distribusi utama 4.596 meter dan pipa distribusi sambungan tiap blok 3.187 meter, terdiri dari 104 junction, dua *Pressure Reducing Valve (PRV)* dan satu sumber air.
3. Kondisi hidraulik jaringan air bersih yang direncanakan, yaitu sebagai berikut:
  - a. Kecepatan pada pukul 00.00 tidak memenuhi kriteria perencanaan karena kurang dari kecepatan minimum sebesar 0,04 m/dt parameter yang diijinkan yaitu 0,1 - 2 m/dt. Hal ini disebabkan karena kebutuhan air pada titik tersebut terlalu kecil. Namun, hal tersebut dapat ditoleransi jika terjadi pada jam minimum penggunaan air. *Headloss gradient* pada pukul 00.00 memenuhi kriteria perencanaan sebesar 0,065 – 0,613 m/km parameter yang diijinkan yaitu 0 – 15 m/km. Tekanan pada pukul 00.00 memenuhi kriteria perencanaan sebesar 0,61 – 7,33 atm parameter yang diijinkan yaitu 0,5 – 8 atm.
  - b. Kecepatan pada pukul 07.00 memenuhi kriteria perencanaan sebesar 0,2 – 0,8 m/dt parameter yang diijinkan yaitu 0,1 – 2,5 m/dt. *Headloss gradient* pada pukul 07.00 memenuhi kriteria perencanaan sebesar 1,590 – 14,374 m/km parameter yang diijinkan yaitu 0 – 15 m/km. Tekanan pada pukul 07.00

memenuhi kriteria perencanaan sebesar 0,54 – 7,13 atm parameter yang diijinkan yaitu 0,5 – 8 atm.

4. Rekapitulasi Total Rencana anggaran biaya (RAB) yang dibutuhkan untuk pekerjaan pembangunan jaringan air bersih di Desa Kepatihan, Kecamatan Tirtoyudo, Kabupaten Malang senilai Rp 460.055.611,74 dibulatkan menjadi Rp 460.055.700,00 (*Empat Ratus Enam Puluh Juta Lima Puluh Lima Ribu Tujuh Ratus Rupiah*).

## 5.2. Saran

Untuk mendapatkan hasil yang baik dalam suatu perencanaan sistem jaringan air bersih, maka perlu diperhatikan hal-hal sebagai berikut :

1. Ketersediaan data yang ada sangat membantu dalam perencanaan sistem jaringan tersebut.
2. Peran pemerintah untuk merealisasikan perencanaan jaringan air bersih di Desa Kepatihan, Kecamatan Tirtoyudo, Kabupaten Malang maupun sumber air bersih yang berada di sekitar Desa Kepatihan agar potensi sumber air bersih dapat dimanfaatkan dengan optimal untuk kesejahteraan penduduk akan air bersih.
3. Adanya kerjasama antara pihak yang bertanggung jawab serta penduduk sekitar untuk menjaga kelestarian alam di sekitar sumber beserta fasilitas yang ada agar air bersih yang dihasilkan tetap terus terjaga secara kontinuitas maupun kualitas.

## DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standardisasi Nasional. (2011). *Tata Cara Pemasangan Pipa Transmisi dan Pipa Distribusi Serta Bangunan Pelintas Pipa (SNI 7511:2011)*. Jakarta: BSN.
- Bentley Methods. (2015). *User's Guide WaterCAD V8i (SELECTseries 6) WATERBUY CT*. USA: Bentley. Press.
- BPS dan BAPPEDA Kabupaten Malang. (2007). *Kecamatan Tirtoyudo Dalam Angka 2017*. Malang: BPS dan BAPPEDA Kabupaten Malang.
- Dake. JMK. (1985). *Hidrolika Teknik. Terjemahan Oleh Endang P. Tacyhan dan Y. P. Pangaribuan*. Jakarta: Erlangga.
- Departemen Pekerjaan Umum. (2007). *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No: 18/PRT/M/2007 Tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- DPU Ditjen Cipta Karya. (1987). *Buku Utama Sistem Jaringan Pipa. Diktat Kursus Perpipaan Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Cipta Karya Direktorat Air Bersih*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jenderal Cipta Karya, Direktorat Air Bersih.
- Linsley, Ray K, dan Yoseph B. Franzini. (1996). *Teknik Sumber Daya Air*. Jilid I. Jakarta: Erlangga.
- Mays, Lary W. (1999). *Water Distribution System Hand Book*. New York: Mc. Graw Hill.
- Muliakusumah, Sutarsih. (1998). *Proyeksi Penduduk*. Jakarta: Fakultas Ekonomi UI.
- Priyantoro, Dwi. (1991). *Hidraulika Saluran Tertutup*. Malang: Jurusan Pengairan Fakultas
- Soewarno. (1995). *Hidrologi : Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data Jilid 1*. Bandung : Nova.
- Triatmojdo, Bambang. (1996). *Hidraulika II*. Edisi kedua. Yogyakarta: Beta Offset.
- Webber, N. B. (1971). *Fluid Mechanics For Civil Engineering, S. I Edition*. London: Chapman and Hall Ltd.



“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”