

SKRIPSI

**PERENCANAAN SISTEM PENYEDIAAN AIR BERSIH DI
DESA BAMBANG KECAMATAN WAJAK KABUPATEN
MALANG**



**Disusun Oleh:
IRFAN ARDIANSYAH
14.21.903**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

2017

SKRIPSI

**PERENCANAAN SISTEM PENYEDIAAN AIR BERSIH DI
DESA BAMBANG KECAMATAN WAJAK KABUPATEN
MALANG**



Disusun Oleh:

IRFAN ARDIANSYAH

14.21.903

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

2017

LEMBAR PERSETUJUAN

SKRIPSI

**PERENCANAAN SISTEM PENYEDIAAN AIR BERSIH DI
DESA BAMBANG KECAMATAN WAJAK KABUPATEN
MALANG**

Disusun dan Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar

Sarjana Teknik S-1

Institut Teknologi Nasional Malang

Disusun Oleh:

IRFAN ARDIANSYAH

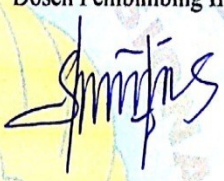
14.21.903

Menyetujui:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II


Dr. Ir. Kustamar, MT

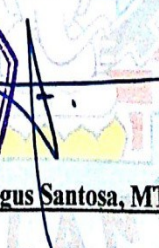

Sriliani Surbakti, ST., MT

Mengetahui:

Ketua Program Studi

Teknik Sipil S-1 ITN Malang




C. A. Agus Santosa, MT

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

2017

LEMBAR PENGESAHAN

SKRIPSI

**PERENCANAAN SISTEM PENYEDIAAN AIR BERSIH DI
DESA BAMBANG KECAMATAN WAJAK KABUPATEN
MALANG**

Dipertahankan Dihadapan Majelis Penguji Sidang Skripsi

Jenjang Strata Satu (S-1)

Pada hari : Selasa

Tanggal : 20 Desember 2016

Dan Diterima Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan

Guna Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

Disusun Oleh:

IRFAN ARDIANSYAH

14.21.903

Disahkan :

Ketua

Sekretaris

Ir. A. Agus Santosa, MT

Ir. Munasih, MT

Anggota Penguji :

Dosen Penguji I

Dosen Penguji II

Ir. H. Hirijanto, MT

Dr. Ir. Subandiyah Azis, CES

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

2017

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

NAMA : IRFAN ARDIANSYAH
NIM : 14.21.903
PROGRAM STUDI : TEKNIK SIPIL S-1 / KONSENTRASI TEKNIK
SUMBER DAYA AIR
FAKULTAS : TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi saya dengan judul :
“Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih di Desa Bambang Kecamatan Wajak Kabupaten Malang” adalah benar – benar merupakan hasil karya sendiri, bukan duplikat serta tidak mengutip atau menyadur seluruhnya karya orang lain kecuali disebut dari sumber aslinya yang tercantum dalam daftar pustaka.

Pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya tanpa ada paksaan dari pihak manapun.

Malang, 30 Januari 2017

Yang Membuat Pernyataan



(IRFAN ARDIANSYAH)

IRFAN ARDIANSYAH, NIM. 14.21.903, Program Studi Teknik Sipil Kosentrasi Teknik Sumber Daya Air, Fakultas Teknik & Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang, Desember 2016, **”Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih di Desa Bambang Kecamatan Wajak Kabupaten Malang”**, Dosen Pembimbing : Dr. Ir. Kustamar, MT. dan Sriliani Subakti, ST., MT.

ABSTRAKSI

Berdasarkan data (*BPS Kecamatan Wajak*) , pada tahun 2013 Desa Bambang sendiri jumlah penduduknya sebanyak 3967 jiwa (1023 KK) dengan jumlah penduduk laki-laki sebesar 2020 jiwa dan jumlah penduduk perempuan sebesar 1947 jiwa dengan kepadatan penduduk desanya sebanyak 1228 jiwa/km². Desa bambang keadaan wilayahnya berbukit-bukit serta 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 PDAM (Perusahaan Daerah Air Minum) belum masuk pada desa tersebut sehingga menyebabkan kekurangan air bersih.

Kajian ini bertujuan untuk mengetahui dan memaksimalkan ketersediaan air sumber untuk kebutuhan masyarakat Desa Bambang sampai dengan tahun 2035 serta kondisi hidrolis yang ada. Simulasi jaringan pipa dilakukan dengan bantuan program WaterCAD V8 XM Edition. Diketahui total debit yang tersedia di sumber mata air di Desa Bambang sebesar 5,0 liter/detik. Berdasarkan analisa hasil perhitungan diketahui bahwa besar total debit untuk bisa melayani 100% kebutuhan penduduk sebesar 6,51 liter/detik untuk daerah pelayanan Desa Bambang. Perhitungan dilakukan dengan simulasi kondisi tidak permanen dengan kebutuhan air berubah sesuai dengan kebutuhan tiap jamnya.

Berdasarkan hasil akhir simulasi, dengan menggunakan program WaterCAD V8 XM Edition, bahwa sistem jaringan pipa dapat berjalan dengan baik. Hal ini berdasarkan kondisi tekanan, kecepatan dan headloss yang sudah sesuai dengan syarat perencanaan dan volume tandon yang mampu untuk memenuhi kebutuhan air bersih di daerah studi.

Kata kunci: air bersih, jaringan pipa, jaringan perpipaan, simulasi program

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga dapat menyelesaikan penelitian dan skripsi yang berjudul : **”Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih di Desa Bambang Kecamatan Wajak Kabupaten Malang”**. Skripsi ini adalah untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan dalam meraih derajat Sarjana Teknik program Strata (S-1) Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional Malang.

Selama penelitian dan penyusunan skripsi ini, penulis tidak luput dari kendala. Kendala tersebut dapat diatasi penulis berkat adanya bantuan, bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan rasa terimakasih sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Kustamar, MT. dan Ibu Sriliani Surbakti, ST., MT. Selaku dosen pembimbing I dan dosen pembimbing II yang telah mengorbankan waktu, tenaga, dan pikiran untuk membimbing serta memberikan saran dalam menyelesaikan laporan skripsi ini.
2. Bapak Ir. H. Hirijanto, MT. dan Dr. Ir. Subandiyah Azis, CES. Selaku Dosen Penguji I dan Dosen Penguji II.
3. Bapak Ir. I Wayan Mundra, MT. Selaku Kepala Laboratorium Skripsi.
4. Ir. A. Agus Santoso, MT. Selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil.
5. Orang Tua penulis, Bapak Mashadi dan Ibu Istirohah, yang telah banyak memberikan dukungan, dorongan dan masukan kepada penulis selama menempuh studi ini.
6. Teman-teman Jurusan Teknik Sipil yang saling memberikan dukungan dan semangat terhadap teman seangkatan.
7. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang selama ini telah banyak memberikan dukungan kepada penulis.

Malang, 20 Januari 2017

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL

LEMBAR JUDUL

LEMBAR PERSETUJUAN

LEMBAR PENGESAHAN

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

ABSTRAKSI

KATA PENGANTAR.....i

DAFTAR ISI.....ii

DAFTAR TABEL.....vii

DAFTAR GAMBARix

BAB I	PENDAHULUAN1
	1.1 Latar Belakang..... 1
	1.2 Identifikasi Masalah..... 3
	1.3 Rumusan Masalah..... 4
	1.4 Batasan Masalah..... 4
	1.5 Tujuan dan Manfaat..... 5
BAB II	LANDASAN TEORI6
	2.1 Perkembangan Penduduk..... 6
	2.1.1 Analisa Kebutuhan Air Baku 6
	2.1.1.1 Sumber Air Baku..... 6
	2.1.1.2 Persyaratan Sistem Penyediaan Air Bersih..... 7
	2.1.2 Proyeksi Jumlah Penduduk..... 8
	2.1.2.1 Metode Geometrik..... 8
	2.1.2.2 Metode Aritmatrik..... 8
	2.1.2.3 Metode Eksponensial..... 9
	2.2 Uji Kesesuaian Metode Proyeksi..... 9
	2.2.1 Standar Deviasi..... 9
	2.2.2 Koefisien Korelasi..... 9
	2.3 Kebutuhan Air Bersih..... 10
	2.3.1 Kebutuhan Domestik..... 10
	2.3.2 Kebutuhan Non domestik..... 11
	2.4 Fluktuasi Kebutuhan Air..... 11
	2.5 Kehilangan Air..... 12
	2.5.1 Analisa Proyeksi Kebutuhan Air Baku 12
	2.5.2 Analisa Perencanaan Jaringan Perpipaan..... 12

2.6	Analisa Hidrolika Jaringan Perpipaan.....	13
2.6.1	Kecepatan Aliran.....	13
2.6.2	Hukum Bernoulli	13
2.6.3	Hukum Kontinuitas.....	15
2.6.4	Kehilangan Tinggi Tekan.....	16
2.6.4.1	KehilanganTinggi Mayor.....	17
2.6.4.2	KehilanganTinggi Minor	18
2.6.4.3	Analisa Pengembangan Jaringan Transmisi dan Distribusi.....	19
2.7	Komponen Sistem Jaringan Pipa Air	20
2.7.1	Pipa.....	20
2.7.1.1	Jenis Pipa.....	20
2.7.1.2	Kriteria Jaringan Pipa Air Bersih.....	24
2.7.2	Sarana Penunjang.....	25
2.8	Tandon.....	27
2.9	Mekanisme Pengaliran Dalam Air.....	29
2.9.1	Sistem Pemipaan.....	29
2.9.1.1	Pipa Hubungan Seri.....	29
2.9.1.2	Pipa Hubungan Paralel.....	30
2.10	Simulasi Aliran pada Kondisi Permanen.....	31
2.10.1	Analisa pada Kondisi Permanen.....	31
2.10.2	Analisa pada Kondisi Tidak Permanen.....	31
2.10.3	Perencanaan Teknik Unit Distribusi.....	32
2.11	Metode Analisa dalam Jaringan Perpipaan.....	32
2.11.1	Metode Titik Simpul.....	33
2.12	Analisa Sistem Jaringan Distribusi Air Bersih dengan Software Komputer.....	34
2.12.1	Deskripsi Program Water Distribution Modelling (<i>WaterCAD</i>).....	35
2.12.2	Tahapan – tahapan dalam Penggunaan <i>WaterCAD</i> ...36	
2.12.2.1	<i>Welcome Dialog</i>	36
2.12.2.2	Pembuatan Lembar Kerja.....	37
2.12.2.3	Pemodelan Komponen – komponen Sistem Jaringan Distribusi Air Baku.....	40
2.12.3	Proses Penggambaran Sistem Jaringan Distribusi Air Bersih.....	47
2.12.4	Perhitungan dan Analisis Sistem Jaringan Distribusi Air Bersih.....	47
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN.....	49
3.1	Kondisi Daerah Kajian.....	49
3.1.1	Umum.....	49
3.2	Data Pendukung Kajian.....	51
3.2.1	Kondisi Eksisting Sistem Distribusi Air Bersih di Desa Bambang.....	51
3.2.2	Dampak Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih..	53

3.2.2.1 Dampak Langsung.....	53
3.2.2.2 Dampak Tidak Langsung.....	53
3.2.3 Kependudukan.....	53
3.2.4 Kondisi Sosial Ekonomi.....	54
3.2.4.1 Pertanian.....	54
3.2.4.2 Peternakan.....	54
3.2.4.3 Perdagangan.....	55
3.2.4.4 Pendidikan.....	55
3.2.4.5 Kesehatan.....	55
3.2.5 Peta Kecamatan Wajak.....	56
3.3 Langkah – langkah Studi.....	57
3.3.1 Pengumpulan Data.....	57
3.3.2 Pengolahan Data.....	57
3.3.3 Perlakuan Simulasi Program <i>WaterCadV8 XM Edition</i>	58
BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN.....	62
4.1 Umum.....	62
4.2 Proyeksi Penduduk.....	63
4.2.1 Perhitungan Metode Proyeksi.....	63
4.2.1.1 Proyeksi Penduduk Metode Geometrik.....	63
4.2.1.2 Proyeksi Penduduk Metode Aritmtrik.....	64
4.2.1.3 Proyeksi Penduduk Metode Eksponensial.....	65
4.2.2 Uji Kesesuaian Metode Proyeksi.....	67
4.3 Perhitungan Kebutuhan Air Bersih.....	68
4.4 Perhitungan Fluktuasi Kebutuhan Air Bersih.....	72
4.5 Perencanaan Sistem Distribusi Air Bersih.....	73
4.5.1 Sistem Pengolahan Data.....	74
4.5.2 Analisa Penyediaan Air Bersih.....	74
4.5.3 Perencanaan Tandon.....	75
4.6 Hasil Simulasi Program <i>WaterCAD V8 XM Edition</i> pada Junction dan Pipa.....	79
4.6.1 Simulasi Program <i>WaterCAD V8 XM Edition</i> pada Junction.....	79
4.6.2 Simulasi Program <i>WaterCAD V8 XM Edition</i> pada Pipa.....	90
4.7 Rencana Anggaran Biaya.....	94
4.7.1 Analisa Harga Satuan Pekerjaan.....	94
4.7.2 Rincian Rencana Anggaran Biaya.....	99

	4.7.3 Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya.....	103
BAB V	PENUTUP.....	104
	5.1 Kesimpulan.....	104
	5.2 Saran.....	105
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kebutuhan Air Baku Berdasarkan Kategori Kota dan Jumlah Penduduk.....	11
Tabel 2.2 Kriteria Pemakaian Air Bersih.....	12
Tabel 2.3 Kekentalan Kinematik Air	17
Tabel 2.4 Koefisien Kekerasan Pipa Hazen-Wiliams (Chw)	18
Tabel 2.5 Koefisien Kehilangan Tinggi Tekan Berdasarkan Perubahan Bentuk Pipa (K)	19
Tabel 2.6 Keuntungan dan Kerugian Pipa Besi Tuang (<i>Cast Iron</i>)	21
Tabel 2.7 Keuntungan dan Kerugian Pipa Galvanis (<i>Galvanized Iron</i>)	22
Tabel 2.8 Keuntungan dan Kerugian Pipa Plastik (PVC).....	22
Tabel 2.9 Keuntungan dan Kerugian Pipa Baja (<i>Steel Pipe</i>)	23
Tabel 2.10 Keuntungan dan Kerugian Pipa Beton (<i>Cocrentel Pipe</i>)	23
Tabel 2.11 Keuntungan dan Kerugian Pipa HDPE	23
Tabel 2.12 Kriteria Jaringan Pipa	24
Tabel 2.13 Diameter Pipa Distribusi	24
Tabel 3.1 Banyaknya Dusun RW dan RT di Kecamatan Wajak	50
Tabel 3.2 Jumlah Penduduk Kecamatan Wajak Tahun 2013	54
Tabel 3.3 Jumlah Sekolah, Murid, Guru Kecamatan Wajak Tahun 2013	55
Tabel 3.4 Fasilitas Kesehatan Kecamatan Wajak Tahun 2013	55
Tabel 4.1 Data Jumlah Penduduk Desa Bambang.....	63
Tabel 4.2 Proyeksi Pertumbuhan Penduduk Tahun 2013–2035 Metode Geometrik.....	64
Tabel 4.3 Proyeksi Pertumbuhan Penduduk Tahun 2013–2035 Metode Aritmatik.....	65
Tabel 4.4 Proyeksi Pertumbuhan Penduduk Tahun 2013–2035 Metode Eksponensial.....	66

Tabel 4.5 Proyeksi Pertumbuhan Penduduk Desa Bambang Tahun 2013– 2035.....	67
Tabel 4.6 Uji Kesesuaian Proyeksi Penduduk.....	67
Tabel 4.7 Perhitungan Kebutuhan Air Bersih Kelurahan Mulyorejo 100 % Terlayani.....	71
Tabel 4.8 Rekap Hasil Perhitungan Air Bersih.....	71
Tabel 4.9 Faktor Pengali (<i>load factor</i>) Kebutuhan Titik Simpul.....	73
Tabel 4.10 Kondisi Muka Air dalam Tandon.....	76
Tabel 4.11 Hasil Simulasi Program <i>WaterCAD V8 XM Edition</i> pada Junction.....	79
Tabel 4.12 Hasil Simulasi Program <i>WaterCAD V8 XM Edition</i> pada Pipa....	90
Tabel 4.13 Harga Satuan Pengukuran dan Pemasangan Bowplank.....	94
Tabel 4.14 Harga Satuan Galian Tanah Pipa 90 mm.....	95
Tabel 4.15 Harga Satuan Galian Tanah Pipa 63 mm.....	95
Tabel 4.16 Harga Satuan Urugan Tanah Pipa 90 mm.....	96
Tabel 4.17 Harga Satuan Urugan Tanah Pipa 63 mm.....	96
Tabel 4.18 Harga Satuan Pengadaan Tangga.....	97
Tabel 4.19 Harga Satuan Pengadaan dan Pemasangan Pipa PVC ukuran 90 mm.....	97
Tabel 4.20 Harga Satuan Urugan Pengadaan dan Pemasangan Pipa PVC ukuran 63 mm.....	98
Tabel 4.21 Rincian Pengadaan Pekerjaan Bangunan Bak Penangkap Ukuran 1 x 1 x 0,6	99
Tabel 4.22 Rincian Pengadaan Pekerjaan Bangunan Tandon ukuran 5,5 x 5,5 x 2	100
Tabel 4.23 Rincian Pengadaan Pekerjaan Bangunan SPL (Saringan Pasir Lambat) 1 x 1 x 0,6.....	101
Tabel 4.24 Rincian Pengadaan Pemasangan Pipa Lengkap dengan Aksesoris Desa Bambang	102
Tabel 4.25 Rekapitulasi Anggaran Biaya.....	103

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Fluktuasi Pemakaian Air Bersih.....	12
Gambar 2.2 Diagram Energi pada Dua Tempat	14
Gambar 2.3 Aliran dengan Penampang Pipa yang Berbeda	15
Gambar 2.4 Pipa Bercabang	16
Gambar 2.5 Sistem Jaringan Distribusi	20
Gambar 2.6 Pipa Hubungan Seri	30
Gambar 2.7 Pipa Hubungan Paralel	31
Gambar 2.8 Skema Jaringan Sederhana	34
Gambar 2.9 Tampilan <i>Welcome Dialog</i> Pada WaterCAD.....	36
Gambar 2.10 Penamaan File Kerja Pada WaterCAD.....	37
Gambar 2.11 Pemilihan Rumus Pada WaterCAD.....	38
Gambar 2.12 Pengisian Skala Pada WaterCAD.....	39
Gambar 2.13 Aliran Penentuan Prototipe Dari Komponen-Komponen Sistem Jaringan Pada WaterCAD.....	40
Gambar 2.14 Pemodelan mata air.....	41
Gambar 2.15 Pemodelan Pompa	42
Gambar 2.16 Pemodelan Tandon	43
Gambar 2.17 Pemodelan Titik Simpul	44
Gambar 2.18 Pemodelan Kebutuhan Air Baku	45
Gambar 2.19 Pemodelan Pipa	46
Gambar 2.20 Proses Penggambaran Suatu Jaringan Dengan WaterCAD.....	47
Gambar 2.21 Tampilan Proses Running Sistem Jaringan Dengan WaterCAD.....	48
Gambar 3.1 Peta Adiministrasi Kabupaten Malang.....	50
Gambar 3.2 Tandon Air Eksisting Desa Bambang.....	51
Gambar 3.3 Akses Menuju Lokasi Sumber Air.....	52
Gambar 3.4 Sumber Air Desa Bambang.....	52
Gambar 3.5 Peta Kecamatan Wajak	56

Gambar 3.6 Bagan alir perencanaan sistem penyediaan air bersih.....	60
Gambar 3.7 Diagram Alir Penyelesaian Skripsi.....	61
Gambar 4.1 Fluktuasi Pemakaian Air Harian.....	72
Gambar 4.2 Skema Jaringan Distribusi Air Bersih.....	74
Gambar 4.3 Skema layout Jaringan Distribusi Air Bersih.....	75
Gambar 4.4 Grafik Fluktuasi Muka Air dalam Tandon.....	78
Gambar 4.5 Kondisi Hidrolis Dalam Pipa Transmisi Sumber – Broncap	
Rencana pada jam 00.00.....	79
Gambar 4.6 Kondisi Hidrolis Dalam Pipa Transmisi Sumber – Broncap	
Rencana pada jam 07.00.....	82
Gambar 4.7 Kondisi Hidrolis Dalam Pipa Transmisi Dari Broncap	
Rencana - Tandon Rencana pada jam 00.00.....	83
Gambar 4.8 Kondisi Hidrolis Dalam Pipa Transmisi Dari Broncap	
Rencana - Tandon Rencana pada jam 07.00.....	84
Gambar 4.9 Kondisi Hidrolis Dalam Pipa Transmisi Dari Tandon	
Rencana – Tandon Eksisting pada jam 00.00.....	85
Gambar 4.10 Kondisi Hidrolis Dalam Pipa Transmisi Dari Tandon	
Rencana – Tandon Eksisting pada jam 07.00.....	86
Gambar 4.11 Kondisi Hidrolis Dalam Pipa Transmisi Dari Tandon	
Eksisting – Daerah Layanan pada jam 00.00.....	87
Gambar 4.12 Kondisi Hidrolis Dalam Pipa Transmisi Dari Tandon	
Eksisting – Daerah Layanan pada jam 07.00.....	88

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan sumber daya alam yang dibutuhkan oleh setiap makhluk hidup, baik untuk memenuhi kebutuhan manusia secara langsung sebagai air baku untuk air minum, maupun yang tidak langsung sebagai kebutuhan irigasi. Ketersediaan air di muka bumi ini sebenarnya sangat melimpah karena dua pertiga permukaan bumi tertutupi air. Bumi memiliki sekitar 1,3 – 1,4 milyar km³ air, yang terbagi atas 97,5% berupa air laut, 1,75% berupa es, dan 0,73% berada di daratan sebagai air sungai, air danau, air tanah. Dan hanya 0,001% berbentuk uap di udara (Sosrodarsono, 1977:1).

Penyediaan air bersih untuk masyarakat khususnya di Kabupaten Malang mempunyai peranan yang sangat penting dalam meningkatkan kesehatan lingkungan, yakni mempunyai peranan dalam menurunkan angka penderita penyakit, yang berhubungan dengan air, dan berperan dalam meningkatkan standar atau kualitas hidup masyarakat.

Sampai saat ini penyediaan air bersih untuk masyarakat di Kabupaten Malang masih dihadapkan pada beberapa permasalahan yang cukup kompleks dan sampai saat ini masih belum dapat diatasi sepenuhnya. Salah satu masalah yang masih dihadapi sampai saat ini yakni masih rendahnya tingkat pelayanan air bersih untuk masyarakat serta minimnya air baku yang tersedia.

Dalam Undang-Undang No 25 Tahun 2000 tentang Program Pembangunan Nasional (PROPENAS) Tahun 2000-2004 Bab IX Pembangunan Daerah Butir C Program-Program Pembangunan, 2.6 Program Pembangunan Prasarana dan Sarana. Pemukiman yang berbunyi “Kegiatan pokok yang dilakukan adalah (1) peningkatan kualitas pelayanan dan pengelolaan prasarana dan sarana pemukiman, meliputi air bersih, drainase, air limbah, persampahan, penanggulangan banjir, jalan lokal, terminal, pasar, sekolah, perbaikan kampung dan sebagainya; (2) peningkatan kualitas operasi dan pemeliharaan prasarana dan sarana pemukiman”. Serta salah satu kesepakatan dalam Deklarasi Kyoto (*World Water Forum*) 24 Maret 2003 yang berbunyi “peningkatan akses terhadap air

bersih adalah penting bagi pembangunan berkelanjutan dan pengentasan kemiskinan dan kelaparan”. Maka sangatlah wajar jika sektor air bersih mendapatkan prioritas penanganan utama karena menyangkut kehidupan orang banyak.

Desa bambang Kecamatan Wajak Kabupaten Malang keadaan wilayahnya berbukit-bukit serta 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 PDAM (Perusahaan Daerah Air Minum) belum masuk pada desa tersebut sehingga menyebabkan kekurangan air bersih.

Salah satu upaya untuk memenuhi kebutuhan air bersih diwilayah ini adalah dengan memanfaatkan sumber air di Desa Bambang Kecamatan Wajak Kabupaten Malang. Menurut data yang diperoleh, sumber mata air di Desa Bambang mempunyai kapasitas debit 5 liter/detik sehingga dapat mencukupi kebutuhan air bersih pada Desa Bambang. Meskipun begitu tetap akan timbul permasalahan baru jika para masyarakat langsung mengambil air bersih dari sumber air yang ada yaitu pemakaiannya akan tidak merata dan akan menghabiskan tenaga serta waktu. Sehingga untuk mengatasi hal tersebut perlu adanya distribusi air bersih. Salah satunya dengan menggunakan jaringan perpipaan. Sehingga dalam kajian skripsi akan membahas “Studi Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih Untuk Desa Bambang Kecamatan Wajak Kabupaten Malang”, Kajiannya secara teknis merupakan suatu sistem jaringan yang melayani Desa Bambang Kecamatan Wajak Kabupaten Malang Provinsi Jawa Timur.

1.2 Identifikasi Masalah

Pada saat ini kebutuhan air bersih untuk air minum termasuk mandi, cuci, dan kakus (MCK) di Desa Bambang Kecamatan Wajak Kabupaten Malang mengandalkan bantuan jaringan Program Nasional Pemberdayaan Masyarakat (PNPM), memanfaatkan sumber mata air di Desa Bambang dan pada saat musim kemarau selalu mengalami kekeringan. Dengan tidak dapat dijaminnya kelangsungan ketersediaan air minum khususnya pada musim kemarau dan didukung juga dengan kondisi topografi di wilayah tersebut cenderung berbukit – bukit sehingga untuk mengandalkan sumur sangatlah sulit karena kondisi sumber air yang sangat dalam. maka pe-ngadaan penyediaan air minum di daerah ini sangat mendesak.

Salah satu usaha untuk memenuhi kebutuhan air bersih di wilayah ini adalah dengan memanfaatkan dan mengoptimalkan kapasitas debit sumber mata air di Desa Bambang yang belum termanfaatkan secara maksimal dan tepat, yang terletak di Desa Bambang Kecamatan Wajak Kabupaten Malang. Untuk itu dibuatlah perencanaan/pengembangan 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 baku untuk air minum di Desa Bambang Kecamatan Wajak Kabupaten Malang adalah sebagai berikut:

- Penyebaran sumber air yang tidak merata dan sebagian sumber air berada pada elevasi di bawah daerah layanan dengan topografi daerah berbukit-bukit.
- Jaringan penyediaan air bersih dari PDAM (Perusahaan Daerah Air Minum) belum masuk didesa tersebut sehingga perlunya pemanfaatan sumber air disekitar Desa Bambang untuk kebutuhan air bersih.

Analisa hidraulika 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.

1.3 Rumusan Masalah

Dengan mengacu pada uraian diatas, maka permasalahan dalam studi ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Berapakah besar debit kebutuhan air bersih di Desa Bambang Kecamatan Wajak Kabupaten Malang?
2. Bagaimana perencanaan sistem jaringan distribusi air bersih sampai tahun 2035 dengan menerapkan model simulasi dengan bantuan program *WaterCad V8 XM Edition* ?
3. Bagaimanakah kondisi hidrolis sistem jaringan distribusi air bersih untuk memenuhi kebutuhan di Desa Bambang Kecamatan Wajak Kabupaten Malang.

1.4 Batasan Masalah

Kajian ini dititikberatkan pada perencanaan sistem jaringan pipa air untuk pemenuhan kebutuhan air baku di Desa Bambang Kecamatan Wajak Kabupaten Malang. Agar kajian lebih terarah, dibuat batasan masalah sebagai berikut:

1. Sistem jaringan distribusi air bersih yang diamati dan diteliti berlokasi di wilayah Kabupaten Malang pada Jaringan Sistem Penyediaan Air Baku Sumber Desa Bambang.
2. Perencanaan jaringan perpipaan memanfaatkan debit yang tersedia dari sumber air di Desa Bambang.
3. Debit air yang digunakan sebesar 5 l/dtk dengan asumsi dapat digunakan untuk prediksi sampai tahun 2035.
4. Perencanaan hanya pada distribusi utama dan hanya fokus pada simulasi pelayanan grafitasi dari tandon menuju daerah pelayanan.
5. Program yang digunakan untuk mensimulasikan pendistribusian air bersih adalah paket program *WaterCad Version V8 XM Edition*.
6. Pendekatan simulasi dalam kajian ini menggunakan analisa kondisi hidrolika kondisi tidak permanen.
7. Tidak menghitung detail pembetonan pada tandon air.
8. Menghitung Rencana Anggaran Biaya (RAB).

1.5 Tujuan dan Manfaat

Adapun tujuan dari pelaksanaan studi ini adalah untuk:

1. Merencanakan sistem penyediaan air bersih untuk memenuhi kebutuhan air bersih bagi masyarakat di Desa Bambang Kecamatan Wajak Kabupaten Malang sampai dengan tahun 2035.
2. Membantu masyarakat di Desa Bambang yang kurang didalam mendapatkan air bersih untuk kebutuhan sehari – Sehari.
3. Meningkatkan taraf hidup masyarakat di Desa Bambang karena dengan tercukupi air bersihnya secara kesehatan, kebersihan, dan roda ekonomi di desa tersebut akan maju berkembang.

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

LANDASAN TEORI

2.1 Perkembangan Penduduk

Agar dapat menentukan kebutuhan air bersih pada masa mendatang perlu terlebih dahulu diperhatikan keadaan yang ada pada saat ini dan proyeksi jumlah penduduk di masa mendatang. Beberapa faktor yang mempengaruhi proteksi penduduk adalah:

1. Jumlah populasi dalam suatu wilayah
2. Kecepatan pertumbuhan penduduk
3. Kurun waktu proyeksi

2.1.1 Analisa Kebutuhan Air Baku

Hasil analisa ini selanjutnya digunakan sebagai dasar perhitungan perencanaan pengembangan penyediaan air bersih. Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 16 Tahun 2005 Air baku adalah air yang dapat berasal dari sumber air permukaan, cekungan air tanah dan atau air hujan yang memenuhi baku mutu tertentu sebagai air baku untuk air minum.

Air bersih adalah air yang dipergunakan untuk keperluan sehari hari dan akan menjadi air minum setelah dimasak terlebih dahulu. Sebagai batasannya air bersih adalah air yang memenuhi persyaratan bagi sistem penyediaan air minum, dimana persyaratan yang dimaksud adalah persyaratan dari segi kualitas air yang meliputi kualitas fisik, kimia, biologis dan radiologis. Sehingga apabila dikonsumsi tidak menimbulkan efek samping.

2.1.1.1 Sumber Air Baku

Sumber air baku yang digunakan untuk penyediaan air bersih dapat berasal dari :

1. Air hujan, sifat kualitas air hujan adalah bersifat lunak karena tidak mengandung larutan garam dan zat-zat mineral. Air hujan pada umumnya bersifat lebih bersih.
2. Air Permukaan, Air permukaan yang biasanya dimanfaatkan sebagai sumber atau bahan baku air bersih adalah **air waduk** (berasal dari air hujan), **air sungai** (berasal dari air hujan dan mata air), **air danau** (berasal dari air hujan, air sungai atau mata air)

3. Air Tanah, Secara praktis air tanah adalah bebas dari polutan karena berada di bawah permukaan tanah. Tetapi tidak menutup kemungkinan bahwa air tanah dapat tercemar oleh zat-zat yang mengganggu kesehatan seperti kandungan Fe, Mn, atau kesadahan yang terbawa oleh aliran permukaan tanah.
4. Mata Air, Dari segi kualitas, mata air adalah sangat baik bila dipakai sebagai air baku, karena berasal dari dalam tanah yang muncul ke permukaan tanah akibat tekanan, sehingga belum terkontaminasi oleh zat-zat pencemar.

2.1.1.2 Persyaratan Sistem Penyediaan Air Bersih

1. Persyaratan Kualitatif
 - a. Syarat-syarat fisik, Secara fisik air minum harus jernih, tidak berwarna, tidak berbau dan tidak berasa (tawar). Rasa seperti asin, manis, pahit dan asam tidak boleh terdapat dalam air minum untuk masyarakat.
 - b. Persyaratan Kimia, Air minum tidak boleh mengandung bahan-bahan kimia dalam jumlah yang melampaui batas, seperti PH (Keasaman) dan zat – zat yang terkandung harus sesuai dengan Peraturan Menteri kesehatan No. 416 Tahun 1990 Tentang syarat – syarat dan kualitas air bersih.
 - c. Persyaratan Biologis, Air minum tidak boleh mengandung kuman-kuman patogen dan parasitic seperti kuman-kuman thypus, kolera, dysentri dan gastroenteritis.
 - d. Persyaratan Radiologis, Air minum tidak boleh mengandung zat yang menghasilkan bahan-bahan yang mengandung radioaktif, seperti sinar alfa, beta dan gamma.
2. Persyaratan Kuantitatif, Persyaratan kuantitatif dalam penyediaan air bersih adalah ditinjau dari banyaknya air baku yang tersedia untuk memenuhi kebutuhan sesuai dengan jumlah penduduk yang akan dilayani. Jadi Debit air yang dipakai harus sesuai dengan tingkat pelayanan.
3. Persyaratan Kontinuitas, Persyaratan kontinuitas untuk penyediaan air bersih sangat erat hubungannya dengan kuantitas air yang tersedia yaitu air baku yang ada di alam. Arti kontinuitas disini adalah bahwa air baku untuk

air bersih tersebut dapat diambil terus menerus dengan fluktuasi debit yang relatif tetap, baik pada saat musim kemarau maupun musim hujan.

2.1.2 Proyeksi Jumlah penduduk

Setelah diketahui data kualitas air bersih secara lengkap dan secara pasti bahwa air baku layak di gunakan dalam memenuhi kebutuhan sehari – hari sesuai dengan Peraturan Pemerintah yang ada, maka langkah selanjutnya dilakukanlah proyeksi jumlah penduduk, dalam kajian ini proyeksi atau perkiraan jumlah penduduk dilakukan sampai 20 tahun ke depan. Untuk memperkirakan proyeksi jumlah penduduk dapat dilakukan dengan 3 metode, yaitu:

2.1.2.1 Metode Geometrik

Dengan menggunakan metode geometrik, maka perkembangan penduduk suatu daerah dapat dihitung dengan formula sebagai berikut (Muliakusumah, 2000:115). Metode ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$P_n = P_o (1+r)^n \quad (2-1)$$

dengan:

- P_n = jumlah penduduk dalam tahun ke-n (jiwa)
- P_o = jumlah penduduk pada tahun yang ditinjau (jiwa)
- r = angka pertambahan penduduk tiap tahun (%)
- n = jumlah tahun proyeksi (tahun)

2.1.2.2 Metode Aritmatik

Jumlah perkembangan penduduk dengan menggunakan metode ini dirumuskan sebagai berikut (Muliakusumah, 2000:115)

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

dengan:

- P_n = jumlah penduduk pada akhir tahun ke-n (jiwa)
- P₀ = jumlah penduduk pada tahun yang ditinjau (jiwa)
- r = angka pertambahan penduduk per tahun (%)
- n = jumlah tahun proyeksi (tahun)

2.1.2.3 Metode Eksponensial

Perkiraan jumlah penduduk berdasarkan metode eksponensial dapat didekati dengan persamaan berikut (Muliakusumah, 2000:115):

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

dengan:

- P_n = jumlah penduduk pada akhir tahun ke-n (jiwa)
- P_0 = jumlah penduduk pada tahun yang ditinjau (jiwa)
- r = angka pertambahan penduduk (%)
- n = periode tahun yang ditinjau (tahun)
- e = bilangan logaritma natural (2,7182818)

2.2 Uji Kesesuaian Metode Proyeksi

2.2.1 Standar Deviasi

Standar deviasi dapat diartikan sebagai nilai atau standar yang menunjukkan besar jarak sebaran terhadap nilai rata-rata. Jadi semakin besar nilai standar deviasi, maka data menjadi kurang akurat. Berikut merupakan rumusan dari perhitungan standar deviasi (Soewarno, 1995:75).

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} \quad (2-4)$$

dengan:

- S = Standar Deviasi
- X_i = Nilai Varian (Penduduk Proyeksi)
- \bar{X} = Nilai rata-rata
- n = Jumlah data

2.2.2 Koefisien Korelasi

Pemilihan metode proyeksi pertumbuhan penduduk di atas berdasarkan cara pengujian statistik yakni berdasarkan pada nilai koefisien korelasi yang

terbesar mendekati +1. Adapun rumusan untuk menentukan besarnya koefisien korelasi adalah sebagai berikut (Dajan, 1986:350):

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i}{\sqrt{\left(n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2 \right) \left(n \sum_{i=1}^n y_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n y_i \right)^2 \right)}} \quad (2-5)$$

dengan:

- r = koefisien korelasi
- X = tahun proyeksi
- Y = jumlah penduduk hasil proyeksi

2.3 Kebutuhan Air Bersih

Kebutuhan air adalah jumlah air yang dipergunakan secara wajar untuk keperluan pokok manusia (domestik) dan kegiatan-kegiatan lainnya yang memerlukan air. Pada umumnya banyak diperlukan oleh masyarakat untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari.

Pemakaian air oleh masyarakat tidak terbatas pada keperluan domestik, namun untuk keperluan industri dan keperluan perkotaan. Besarnya pemakaian oleh masyarakat dipengaruhi oleh banyak faktor, seperti tingkat hidup, pendidikan, tingkat ekonomi dan kondisi sosial. Dengan demikian, dalam perencanaan suatu sistem penyediaan air, kemungkinan penggunaan air dan variasinya haruslah diperhitungkan secermat mungkin (Linsley, 1996:91).

Macam kebutuhan air bersih umumnya dibagi atas dua kelompok yaitu:

1. Kebutuhan Domestik
2. Kebutuhan Non Domestik

2.3.1 Kebutuhan Domestik

Kebutuhan air domestik, dihitung berdasarkan proyeksi jumlah penduduk yang menjadi daerah layanan. Kebutuhan air domestik sangat tergantung dengan jumlah penduduk dan laju pertumbuhan penduduk, dimana dalam kajian ini akan diproyeksikan sampai akhir tahun 2035.

Tabel 2.1 Kebutuhan air baku berdasarkan kategori kota dan jumlah penduduk

Kategori kota	Keterangan	Jumlah Penduduk	Kebutuhan air (ltr/org/hr)
I	Kota Metropolitan	Diatas 1 juta	190
II	Kota Besar	500.000 - 1 juta	170
III	Kota Sedang	100.000 - 500.000	150
IV	Kota Kecil	20.000 - 100.000	130
V	Desa	10.000 - 20.000	100
VI	Desa Kecil	3.000 - 10.000	60

Sumber : Pedoman Kebijakan Program Pembangunan Prasarana Kota Terpadu (P3KT) Ditjen Cipta Karya, 1994.

2.3.2 Kebutuhan Non domestic

Kebutuhan non domestik merupakan kebutuhan air selain untuk keperluan rumah tangga dan sambungan kran umum, seperti penyediaan air untuk sarana sosial, tempat ibadah, sekolah, rumah sakit, asrama dan juga untuk keperluan komersil seperti industri, hotel, perdagangan serta untuk pelayanan jasa umum. berdasarkan Permen PU Tentang Penyelenggaraan Pengembangan SPAM tingkat pelayanan air untuk kebutuhan non domestik sebesar 15% dari kebutuhan domestic

2.4 Fluktuasi Kebutuhan Air

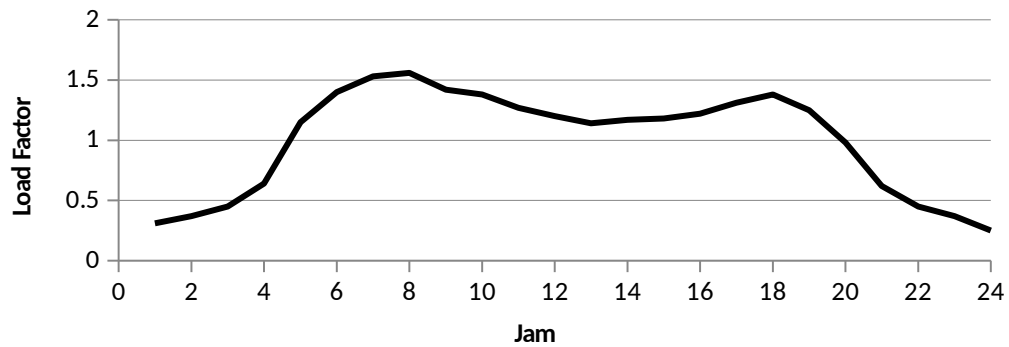
Besarnya pemakaian air pada daerah studi berbeda pada setiap jamnya, hal ini dikarenakan terjadinya fluktuasi pada setiap jam yang dipengaruhi oleh pemakaian/faktor beban konsumen.

Dalam perhitungan proyeksi kebutuhan air baku ini didapat:

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

Kebutuhan air maksimum = 1,15 x Kebutuhan air rata-rata

Kebutuhan jam puncak = 1,56 x Kebutuhan air rata-rata



Gambar 2.1 Fluktuasi Pemakaian Air Harian

Sumber: Ditjen Cipta Karya Departemen PU 1994:24

Tabel 2.2 Kriteria Pemakaian Air Bersih

Jam	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
LF	0,31	0,37	0,45	0,64	1,15	1,43	1,53	1,55	1,43	1,38	1,27	1,27
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	0,47	0,37	0,25

Sumber: Grafik Fluktuasi Pemakaian Air Bersih Oleh Ditjen Cipta Karya Departemen PU

2.5 Kehilangan Air

Kehilangan air merupakan besar air yang hilang selama proses pendistribusian air. Berdasarkan Permen PU Tentang Penyelenggaraan Pengembangan SPAM kehilangan air karena faktor teknis maksimal sebesar 15% dan faktor nonteknis mendekati nol.

2.5.1 Analisa Proyeksi Kebutuhan Air Baku

Perhitungan kebutuhan air baku merupakan jumlah dari kebutuhan domestik dan non-domestik yang diproyeksikan sesuai dengan prosentase pelayanan rencana.

2.5.2 Analisa Perencanaan Jaringan Perpipaan

Analisa jaringan perpipaan merupakan proses yang dilakukan supaya jaringan pipa tersebut bisa tersalurkan pada titik-titik rencana awal sampai pada

daerah pelayanan rencana dengan outlet dari pipa transmisi berupa reservoir / tandon yang berfungsi untuk menampung air yang dapat mensuplai kebutuhan air pada daerah layanan rencana.

2.6 Analisa Hidrolika Jaringan Perpipa

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, yaitu (Priyantoro, 1991:5):

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 referensi (datum line).

2.6.1 Kecepatan Aliran

Kecepatan aliran dalam pipa berbeda-beda tergantung jenis pipa yang digunakan, dimana hal ini juga akan disesuaikan dengan kondisi setempat mengenai kemiringan lahan maupun adanya penambahan tekanan dari adanya pemompaan. Kecepatan tidak boleh terlalu kecil sebab dapat menyebabkan endapan dalam pipa tidak terdorong, selain itu juga diameter pipa jadi berkurang karena adanya endapan itu, dan itu akan membebani biaya perawatan. Sebaliknya, jika kecepatan aliran terlalu tinggi, maka akan berakibat korosi pada pipa dan juga menambah nilai headloss yang berakibat elevasi reservoirnya harus tinggi. Untuk menghitung kecepatan digunakan rumus sebagai berikut:

$$Q = A \cdot V \tag{2-6}$$

$$Q = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 \cdot V \tag{2-7}$$

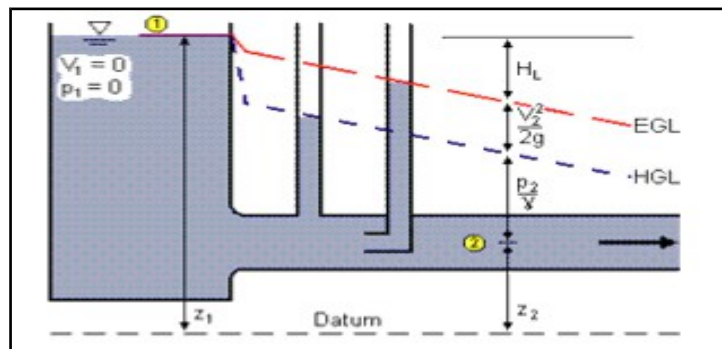
2.6.2 Hukum Bernoulli

Air di dalam pipa selalu mengalir dari tempat yang memiliki tinggi energi lebih besar menuju tempat yang memiliki tinggi energi lebih kecil. Hal tersebut dikenal dengan prinsip Bernoulli, bahwa tinggi energi total pada sebuah penampang pipa adalah jumlah energi kecepatan, energi tekanan dan energi ketinggian yang dapat ditulis sebagai berikut:

$E_{Tot} = \text{Energi ketinggian} + \text{Energi kecepatan} + \text{Energi tekanan}$

$$E_{Tot} = h + \frac{V^2}{2g} + \frac{p}{\gamma_w} \quad (2-8)$$

Menurut teori kekekalan energi dari hukum Bernoulli yakni apabila tidak ada energi yang lolos atau diterima antara dua titik dalam satu sistem tertutup, maka energi totalnya tetap konstan. Hal tersebut dapat dijelaskan pada gambar 2.2 di bawah ini:



Gambar 2.2 Diagram Energi Pada Dua Tempat

Sumber : Bentley, 2007

Adapun persamaan Bernoulli dalam gambar diatas dapat ditulis sebagai berikut (Bentley, 2007)

$$z_1 + \frac{p_1}{\gamma_w} + \frac{V_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\gamma_w} + \frac{V_2^2}{2g} + HL \quad (2-9)$$

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/m²)

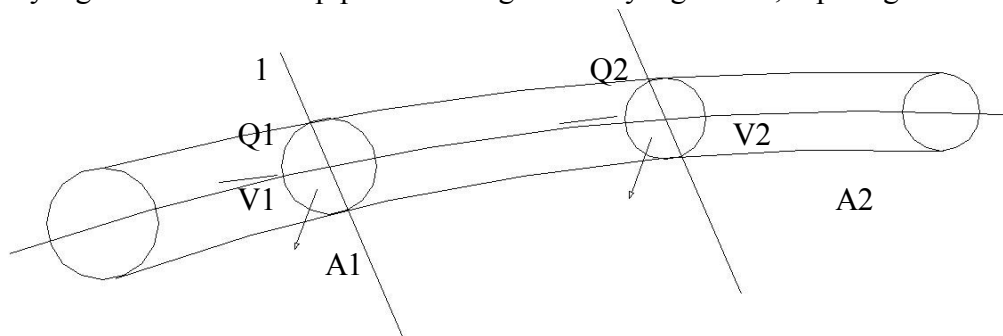
γ_w = berat jenis air (kg/m³)

- V_1, V_2 = kecepatan aliran di titik 1 dan 2 (m/det)
 g = percepatan gravitasi (m/det²)
 z_1, z_2 = tinggi elevasi di titik 1 dan 2 dari garis yang ditinjau (m)
 H_L = kehilangan tinggi tekan dalam pipa (m)

Pada Gambar 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 merupakan kehilangan energi (head loss) yang terjadi sepanjang antara penampang 1 dan 2.

2.6.3 Hukum Kontinuitas

Air yang mengalir dalam suatu pipa secara terus menerus yang mempunyai luas penampang A m² dan kecepatan v m/det akan memiliki debit yang sama pada setiap penampangnya. Dalam persamaan Hukum Kontinuitas dinyatakan bahwa debit yang masuk ke dalam pipa sama dengan debit yang keluar, seperti gambar.



Gambar 2.3 Aliran dengan Penampang Pipa yang Berbeda

Sumber: Triatmodjo 1996:137

Hubungan antara Hukum Kontinuitas dengan ketiga bagan pada gambar diatas. dapat ditunjukkan dengan dua persamaan berikut (Priyantoro, 1991:8):

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{masuk}} &= Q_{\text{keluar}} \\
 A_1 \cdot V_1 &= A_2 \cdot V_2
 \end{aligned}
 \tag{2-10}$$

dengan :

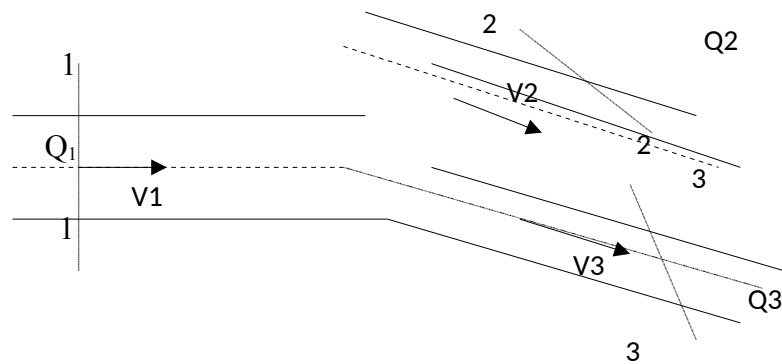
- Q = debit yang mengalir (m³/detik)
 A = luas penampang (m²)
 V = kecepatan (m/detik)

Hal ini juga berlaku pada pipa bercabang. Hukum Kontinuitas pada pipa bercabang, dimana debit yang masuk ke dalam pipa akan sama dengan penjumlahan dari debit-debit yang keluar dari percabangan pipa.

$$Q_1 = Q_2 + Q_3$$

$$A_1 \cdot V_1 = A_2 \cdot V_2 + A_3 \cdot V_3 \quad (2-11)$$

Hukum Kontinuitas pada pipa bercabang seperti diperlihatkan pada gambar di bawah.



Gambar 2.4 Pipa Bercabang

Sumber : Linsley, 1996 : 276

Pada jaringan distribusi air bersih, pipa merupakan komponen yang utama. Pipa berfungsi sebagai sarana mengalirkan zat cair dari suatu titik simpul ke titik simpul yang lain. Aliran dalam pipa timbul bila terjadi perbedaan tekanan pada dua tempat, yang bisa terjadi karena adanya perbedaan elevasi muka air atau karena digunakannya pompa.

2.6.4 Kehilangan Tinggi Tekan (*Head Loss*)

Pada perencanaan jaringan pipa air tidak mungkin dapat dihindari adanya kehilangan tinggi tekan selama air mengalir melalui pipa tersebut. Kehilangan tinggi tekan dalam pipa dapat dibedakan menjadi kehilangan tinggi tekan mayor (major losses) dan kehilangan tinggi tekan minor (minor losses).

Dalam merencanakan sistem jaringan distribusi air baku, aliran dalam pipa harus berada pada kondisi aliran turbulen. Untuk mengetahui kondisi aliran dalam pipa turbulen atau tidak, dapat dihitung dengan identifikasi bilangan Reynold menggunakan persamaan berikut (Triatmodjo, 1996:4):

$$Re = \frac{DV}{\nu} \quad (2-12)$$

dengan :

Re = Bilangan Reynold

D = diameter pipa (m)

V = kecepatan rerata (m/det)

ν = kekentalan kinematik (m^2/det)

Dari perhitungan bilangan Reynold, maka sifat aliran di dalam pipa dapat diketahui dengan kriteria sebagai berikut (Triatmodjo, 1996:5):

Re < 2000 → aliran bersifat laminar

Re = 2000 – 4000 → aliran bersifat transisi

Re > 4000 → aliran bersifat turbulen

Tabel 2.3 Kekentalan Kinematik Air

Suhu (°C)	Kekentalan Kinematik (m^2/det)	Suhu (°C)	Kekentalan Kinematik (m^2/det)
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, 2001

2.6.4.1 Kehilangan Tinggi Tekan Mayor (*Major Losses*)

Tegangan geser yang terjadi pada dinding pipa merupakan penyebab utama menurunnya garis energi pada suatu aliran (*major losses*) selain bergantung juga pada jenis pipa. Ada beberapa teori dan formula untuk menghitung besarnya kehilangan tinggi tekan mayor ini yaitu dari Hazen-Williams, Darcy-Weisbach, Manning, Chezy, Colebrook-White dan Swamme-Jain. Adapun besarnya kehilangan tinggi tekan mayor dalam kajian ini dihitung dengan persamaan Hazen-Williams (Bentley, 2007):

$$Q = 0.85 \cdot C_{hw} \cdot A \cdot R^{0,63} \cdot S^{0,54}$$

(2-13)

$$V = 0.85 \cdot C_{hw} \cdot R^{0,63} \cdot S^{0,54}$$

(2-14)

Atau

$$h_f = \frac{10,666Q^{1,85}}{C^{1,85} D^{4,85}} \times L$$

(2-15)

dengan:

V = kecepatan aliran pada pipa (m/det)

C_{hw} = koefisien kekasaran pipa Hazen-Williams (Tabel 2.3)

A = luas penampang aliran (m²)

Q = debit aliran pada pipa (m³/det)

S = kemiringan hidraulis

R = jari-jari hidrolis (m)

L = panjang pipa (m)

h_f = kehilangan tinggi (m)

Tabel 2.4 Koefisien Kekasaran Pipa Hazen-Williams (Chw)

No	Bahan Pipa	Nilai Koefisien Hazen-Williams (C _{hw})	No	Bahan Pipa	Nilai Koefisien Hazen-Williams (C _{hw})
1	Asbestos Cemen	140	6	Copper	130 – 140
2	Brass	130 – 140	7	Galvanized iron	120
3	Brick sewer	100	8	Glass	140
4	Cast iron :		9	Lead	130 – 140
	- New unlined	130	10	Plastic	140 – 150
	- 10 years old	107 – 113	11	PVC	130 – 150
	- 20 years old	98 – 100	12	Steel	
	- 30 years old	75 – 90		- Coal-tarenamel	145 – 150
	- 40 years old	64 – 83		- New unlined	140 – 150
5	Concrete or			- Riveted	110
	- Steel forms	140	13	Tin	130
	- Wooden forms	120	14	Vitrified clay (Good	110 – 140
	- Sentrifugally spun	135	15	Wood stave	120

Sumber : Bentley, 2007

2.6.4.2 Kehilangan Tinggi Tekan Minor (*Minor Losses*)

Kehilangan energi minor diakibatkan oleh adanya belokan pada pipa sehingga menimbulkan turbulensi. Selain itu juga dikarenakan adanya

penyempitan maupun pembesaran penampang secara mendadak. Hal tersebut umumnya dibangkitkan oleh adanya katup dan sambungan pipa atau fitting (Bentley, 2007).

Pada pipa-pipa yang panjang, kehilangan minor ini sering diabaikan tanpa kesalahan yang berarti ($L/D \gg 1000$), tetapi dapat menjadi cukup penting pada pipa yang pendek (Priyantoro, 1991:37). Kehilangan minor pada umumnya akan lebih besar bila terjadi perlambatan kecepatan aliran di dalam pipa dibandingkan peningkatan kecepatan akibat adanya pusaran arus yang ditimbulkan oleh pemisahan aliran dari bidang batas pipa (Linsley, 1989:273). Adapun kehilangan tinggi tekan minor dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$h_{Lm} = k \cdot \frac{V^2}{g} \quad (2-16)$$

dengan:

h_{Lm} = kehilangan tinggi minor (m)

V = kecepatan rata-rata dalam pipa (m/det)

g = percepatan graVitasi (m/det²)

K = koefisien kehilangan tinggi tekan minor

Besarnya nilai koefisien K sangat beragam, tergantung dari bentuk fisik pengecilan, pembesaran, belokan, dan katup. Namun nilai K ini masih merupakan pendekatan karena dipengaruhi bahan, kehalusan sambungan, dan umur sambungan. Adapun nilai K dapat dilihat pada Tabel dibawah.

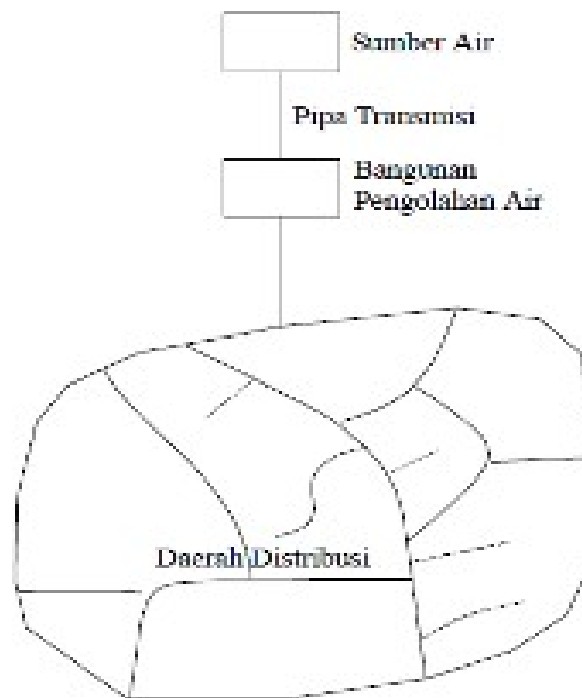
Tabel 2.5 Koefisien Kehilangan Tinggi Tekan Berdasarkan Perubahan Bentuk Pipa (K)

Jenis Perubahan Bentuk Pipa	K	Jenis Perubahan Bentuk Pipa	K
Inlet		Belokan 90°	
Bell mouth	0,03 – 0,05	R/D = 4	0,16-0,18
Rounded	0,12-0,25	R/D = 2	0,19-0,25
Sharp Edged	0,50	R/D = 1	0,35-0,40
Projecting	0,80	Belokan Tertentu	
Pengecilan Tiba-tiba		$\theta = 15^\circ$	0,05
$D_2/D_1 = 0,80$	0,18	$\theta = 30^\circ$	0,10
$D_2/D_1 = 0,50$	0,37	$\theta = 45^\circ$	0,20
$D_2/D_1 = 0,20$	0,49	$\theta = 60^\circ$	0,35
Pengecilan Mengerucut		$\theta = 90^\circ$	0,80
$D_2/D_1 = 0,80$	0,05	T (Tee)	
$D_2/D_1 = 0,50$	0,07	Aliran searah	0,03-0,04
$D_2/D_1 = 0,20$	0,08	Aliran bercabang	0,75-1,80
Pembesaran Tiba-tiba		Persilangan	
$D_2/D_1 = 0,80$	0,16	Aliran searah	0,50
$D_2/D_1 = 0,50$	0,57	Aliran bercabang	0,75
$D_2/D_1 = 0,20$	0,92		
Pembesaran Mengerucut		45° Wye	
$D_2/D_1 = 0,80$	0,03	Aliran searah	0,30
$D_2/D_1 = 0,50$	0,08	Aliran bercabang	0,50
$D_2/D_1 = 0,20$	0,13		

Sumber : Bentley, 2007

2.6.4.3 Analisa Pengembangan Jaringan Transmisi dan Distribusi

Yang dimaksud dengan jaringan pipa transmisi adalah jaringan pipa yang digunakan untuk mengalirkan air baku dari bangunan penyadap air ke bangunan pengolahan air atau dari bangunan penyadap air langsung ke reservoir (bila tidak menggunakan bangunan pengolahan). Pipa transmisi ini pada umumnya hanya merupakan satu atau beberapa jalur pipa saja. Jaringan pipa transmisi ini harus mampu mengalirkan air dengan debit aliran rata-rata pada hari maksimum.



Gambar 2.5 Sistem Jaringan Distribusi

2.7 Komponen Sistem Jaringan Pipa Air

2.7.1 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.

2.7.1.1 Jenis Pipa

Pada suatu sistem jaringan distribusi air bersih, pipa merupakan komponen

yang utama. Dalam pelayanan penyediaan air bersih lebih banyak digunakan pipa bertekanan karena lebih sedikit kemungkinan tercemar dan biayanya lebih murah dibandingkan menggunakan saluran terbuka atau talang. Suatu pipa bertekanan adalah pipa yang dialiri air dalam keadaan penuh (*Linsley, 1996:280*). Dalam pemilihan pipa yang akan dipakai sangat dipengaruhi pertimbangan-pertimbangan sebagai berikut (*Mays, 2000:332*):

1. Kondisi yang digunakan:

- Tekanan (tersebut saat pengoperasian dan pemindahan)
- Beban tanah, kapasitas tanah dan potensi daerah yang digunakan
- Potensi korosi dari tanah
- Potensi korosi dari air

2. Ketersediaan:

- Ketersediaan bahan pipa dan pengalaman ahli dalam menginstalasi pipa
- Ukuran dan ketebalan
- Potensi korosi dari air

3. Karakteristik pipa:

- Kekuatan pipa (khususnya jika terjadi pukulan air)
- Bentuk
- Ketahanan terhadap korosi
- Ketahanan terhadap gesekan air

4. Ekonomi:

- Biaya (biaya instalasi termasuk pekerjaan dan bahan)
- Usia pipa yang dibutuhkan
- Biaya perbaikan dan pemeliharaan

Pipa yang umumnya dipakai untuk sistem jaringan distribusi air terbuat dari bahan-bahan seperti di bawah ini:

1. Pipa Besi Tuang (*Cast Iron*)

Pipa besi tuang telah digunakan lebih dari 200 tahun yang lalu. Pipa ini biasanya dicelupkan dalam larutan kimia untuk perlindungan terhadap karat. Panjang biasa dari suatu bagian pipa adalah 4 m dan 6 m. Tekanan maksimum pipa sebesar 25 kg/cm² dan umur pipa dapat mencapai 100 tahun (*Linsley, 1996:297*). Keuntungan dan kerugian dari pipa ini seperti tersaji pada Tabel 2.6.

Tabel 2.6 Keuntungan dan Kerugian Pipa Besi Tuang (*Cast Iron*)

Keuntungan	Kerugian
- Pipa cukup murah - Pipa mudah disambung - Pipa tahan karat	- Pipa berat sehingga biaya pengangkutan mahal - Pipa keras sehingga mudah pecah - Dibutuhkan tenaga ahli dalam penyambungan

2. Pipa Besi Galvanis (*Galvanized Iron*)

Pipa jenis ini bahannya terbuat dari pipa baja yang dilapisi seng. Pelapisan dengan cara ini merupakan pengendalian karat yang efektif. Umur pipa pendek yaitu antara 7 – 10 tahun. Pipa berlapis seng digunakan secara luas untuk jaringan pelayanan sistem distribusi yang kecil (Linsley, 1996:297). Keuntungan dan kerugian dari pipa ini seperti tersaji pada Tabel 2.7.

Tabel 2.7 Keuntungan dan Kerugian Pipa *Galvanized Iron*

Keuntungan	Kerugian
- Harga murah dan banyak tersedia di pasaran - Ringan sehingga mudah diangkut - Pipa mudah disambung	- Pipa mudah berkarat dalam air yang asam

3. Pipa Plastik (PVC)

Pipa ini lebih dikenal dengan sebutan pipa PVC (*Poly Vinyl Chloride*). Panjang pipa 4 m atau 6 m dengan ukuran diameter pipa mulai 16 mm hingga 350 mm. Dan umur pipa dapat mencapai 75 tahun (Linsley, 1996:301). Keuntungan dan kerugian dari pipa ini seperti tersaji pada Tabel 2.8.

Tabel 2.8 Keuntungan dan Kerugian Pipa PVC

Keuntungan	Kerugian
- Harga murah dan banyak tersedia di pasaran - Ringan sehingga mudah diangkut - Mudah dalam pemasangan dan penyambungan - Pipa tahan karat	- Pipa jenis ini mempunyai koefisien muai besar sehingga tidak tahan panas - Mudah bocor dan pecah

4. Pipa Baja (*Steel Pipe*)

Pipa ini terbuat dari baja lunak dan mempunyai banyak ragam di pasaran. mempunyai garis tengah sampai lebih dari 6 m. Umur pipa baja yang cukup

terlindungi paling sedikit 40 tahun (Linsley, 1996:296). Pipa-pipa baja yang ditanam dalam tanah biasanya tidak dilengkapi dengan sambungan pemuaian karena tidak mengalami perbedaan suhu yang besar. Sebaliknya untuk pipa-pipa baja yang langsung terkena udara dibutuhkan sambungan pemuaian untuk memperkecil tegangan suhu. Keuntungan dan kerugian dari pipa ini seperti tersaji pada Tabel 2.9

Tabel 2.9 Keuntungan dan Kerugian Pipa Baja

Keuntungan	Kerugian
<ul style="list-style-type: none"> - Tersedia dalam berbagai ukuran panjang - Mudah dalam pemasangan dan penyambungan - Kekuatan lentur yang kuat, dan dilapisi campuran semen sebagai pelindung 	<ul style="list-style-type: none"> - Pipa tidak tahan karat - Pipa berat, biaya mahal

5. Pipa Beton (*Concretel Pipe*)

Pipa ini tersedia dalam ukuran garis tengah 750 mm – 3.600 mm, sedangkan panjang standar 3,6 – 7,2 m. Pipa ini berumur 30 – 50 tahun (Linsley, 1996:299). Keuntungan dan kerugian dari pipa ini seperti tersaji pada Tabel 2.10.

Tabel 2.10 Keuntungan dan Kerugian Pipa Beton

Keuntungan	Kerugian
<ul style="list-style-type: none"> - Bermutu tinggi - Tidak menggunakan tulangan 	<ul style="list-style-type: none"> - Air alkali bisa menyebabkan berkarat

6. Pipa HDPE

Pipa plastik bertekanan yang banyak digunakan untuk pipa air dan pipa gas. Disebut pipa plastik karena material HDPE berasal dari polymer minyak bumi. Pipa-pipa HDPE memiliki daya tahan lama karena adanya rekayasa teknologi canggih. Teknologi yang digunakan untuk memproduksi pipa ini dikenal sebagai Process Intensification (Intensifikasi Proses) atau PI singkatnya. Pipa HDPE dapat disambungkan dengan cara pemanasan (*heat fusion*) untuk membentuk sambungan bersama yang kuat atau lebih kuat daripada pipa itu sendiri dan tanpa kebocoran. Keuntungan dan kerugian dari pipa ini seperti tersaji pada Tabel 2.11.

Tabel 2.11 Keuntungan dan Kerugian Pipa HDPE

Keuntungan	Kerugian
<ul style="list-style-type: none"> - Tersedia dalam berbagai ukuran panjang - Tahan hingga 50 tahun pemakaian - Aman bagi kesehatan karena bersifat “<i>Food Grade</i>” - Tahan Karat 	<ul style="list-style-type: none"> - Diameter pipa maksimal 400 mm - Tidak dapat digunakan untuk pipa transmisi dalam skala besar

2.7.1.2 Kriteria Jaringan Pipa Air Bersih

Dalam perencanaan jaringan pipa harus memenuhi kriteria-kriteria agar pada saat pengoperasian dapat berjalan sesuai dengan standar yang ada.

Tabel 2.12 Kriteria Jaringan Pipa

No.	Parameter	Perubahan
1	Kecepatan 0,01-2,5 m/detik	<ul style="list-style-type: none"> - Kecepatan kurang dari 0,01 m/detik <ul style="list-style-type: none"> a. Diameter pipa diperkecil b. Ditambahkan pompa c. Elevasi hulu pipa hendaknya lebih tinggi (d disesuaikan di lapangan) - Kecepatan lebih dari 2,5 m/detik <ul style="list-style-type: none"> a. Diameter pipa diperbesar b. Elevasi pipa bagian hulu terlalu besar dibandingkan dengan hilir
2	<i>Headloss Gradient</i> 0 – 15 m/km	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Headloss Gradient</i> lebih dari 15 m/km <ul style="list-style-type: none"> a. Diameter pipa diperbesar b. Elevasi pipa bagian hulu terlalu besar dibandingkan dengan hilir pipa
3	Tekanan 16 Bar (163,2 mH ₂ O)	<ul style="list-style-type: none"> - Tekanan kurang dari 0 Bar <ul style="list-style-type: none"> a. Diameter pipa diperbesar b. Ditambahkan pompa c. Pemasangan pipa yang kedua di bagian atas, sebagian atau keseluruhan dari panjang pipa - Tekanan lebih dari 16 Bar (163,2 mH₂O) <ul style="list-style-type: none"> a. Diameter pipa diperkecil b. Ditambahkan bangunan bak pelepas tekan c. Pemasangan <i>Pressure Reducer Valve</i> (PRV)

Sumber: SNI 06-4829-2005

Tabel 2.13 Diameter Pipa Distribusi

Cakupan	Pipa Distribusi	Pipa Distribusi	Pipa Distribusi	Pipa
---------	-----------------	-----------------	-----------------	------

Sistem	Utama	Pembawa	Pembagi	Pelayanan
Sistem Kecamatan	≥ 100 mm	75-100 mm	75 mm	50 mm
Sistem Kota	≥ 150 mm	100-150 mm	75 mm	50-75 mm

Sumber: Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No: 18/PRT/M/2007
Tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan
Air Minum 2007:62

Dalam perencanaan dimensi pipa harus memenuhi ketentuan teknis sebagai berikut:

- a. Pipa harus direncanakan untuk mengalirkan debit maksimum harian;
- b. Kehilangan tekanan dalam pipa tidak lebih 30% dari total tekanan statis (head statis) pada sistem perpipaan dengan pemompaan. Untuk sistem gravitasi, kehilangan tekanan maksimum 5 m/1000 m.

2.7.2. Sarana Penunjang

Pipa yang bisa digunakan dalam distribusi air minum harus dilengkapi dengan alat bantu agar bisa berfungsi dengan baik, seperti:

1. Sambungan antar pipa

- ☉ Mangkok (*bell*) dan Lurus (*spigot*)

Spigot dari suatu pipa dimasukkan ke dalam *bell (socket)* pipa lainnya untuk menghindari suatu kebocoran.

- ☉ *Flange Joint*

Biasanya digunakan untuk pipa yang bertekanan tinggi, untuk sambungan yang dekat dengan pompa perlu disiapkan *packing* diantara *flange* untuk mencegah kebocoran.

- ☉ *Increaser* dan *Reducer*

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

- ☉ Perlengkapan “T”

Untuk pipa sekunder dipasang tegak lurus (90°) pada pipa primer berbentuk T. Pada ujung perlengkapan dapat terdiri kombinasi *spigot*, *socket* dan *flens*.

- ☉ Perlengkapan “Y”

Digunakan untuk menyambung pipa yang bercabang, misalnya sambungan

untuk pipa sekunder yang dipasang pada primer dengan sudut 45°.

☺ Belokan (*bend/elbow*)

Belokan (*Bend*) digunakan untuk mengubah arah dari lurus dengan sudut perubahan standar yang merupakan sudut dari belokan tersebut. Besar belokan standar adalah 11 1/4°, 22 1/2°, 45° dan 90°.

2. Katup (*valve*)

☺ PRV (*Pressure Reducing Valve*) atau katup penurun tekanan.

Digunakan untuk menanggulangi tekanan yang terlalu besar di hilir katup. Jika tekanan naik melebihi nilai batas, maka PRV akan menutup dan akan terbuka penuh bila tekanan di hulu lebih rendah dari nilai yang telah ditetapkan pada katup tersebut.

☺ PSV (*Pressure Sustaining Valve*) atau katup penstabil tekanan.

Digunakan untuk menanggulangi penurunan secara drastis pada tekanan di hulu dari nilai yang telah ditetapkan. Jika tekanan di hulu lebih rendah dari batas minimumnya, maka katup akan menutup.

☺ PBV (*Pressure Breaking Valve*) atau katup pemecah tekanan.

Digunakan untuk memberikan tekanan tambahan pada tekanan yang menurun di katup. Disamping itu, katup jenis ini dapat juga memberikan tambahan tekanan pada aliran yang berbalik arah (karena tekanan di hilir lebih tinggi dari tekanan di hulu) sehingga tekanan di hilir lebih rendah daripada tekanan di hulu.

☺ FCV (*Flow Control Valve*) atau katup pengatur aliran.

Digunakan untuk membatasi aliran maksimum rata-rata yang melalui katup dari hulu ke hilir. Dimaksudkan untuk melindungi suatu komponen tertentu yang letaknya di hilir agar tidak rusak akibat aliran yang terlalu besar.

☺ TCV (*Throttle Control Valve*) atau katup pengatur tenaga.

Katup jenis ini digunakan untuk mengontrol *minor losses* yang berubah setiap waktu.

☺ GPV (*General Purpose Valve*) atau katup biasa.

Katup biasa (GPV) dapat digunakan untuk menyatakan sebuah ikatan jika

hubungan antara aliran dan kehilangan tinggi dapat disediakan oleh penggunaan, sebagai pengganti dari salah satu rumus standar hidrolika.

☺ **Katup Penguras (BO)**

Katup penguras dipasang pada pipa transmisi yang elevasinya paling rendah pengurasan/pencucian pipa agar kotoran–kotoran yang mengendap pada pipa dapat dibuang dengan mudah. Katup penguras ini modelnya sama dengan katup pengatur debit yang membedakan hanya fungsinya penggunaannya.

☺ ***Air Relief Valve*/BR (Katup Udara)**

Katup udara dipasang pada jaringan pipa transmisi pada bagian elevasi tertinggi misalnya pada jembatan – jembatan pipa dimaksudkan guna membuang udara yang ada di dalam pipa hal ini guna menjamin kelancaran aliran air. Katup udara ini yang umum digunakan adalah model tunggal dan model ganda yang biasa dikenal dengan nama *air vent valve*.

3. Meter Air

Meter air digunakan untuk mengetahui debit atau jumlah aliran yang mengalir dalam pipa. Salah satu manfaat penggunaan meter air pada sistem jaringan penyediaan air bersih adalah untuk mengetahui jumlah air yang mengalir ke konsumen.

2.8 Tandon

Secara umum tandon adalah tempat tampungan sementara air baku dari sumber.

Adapun fungsi yang sangat penting dari tandon diantaranya sebagai berikut:

- ☺ Menampung kelebihan air pada pemanfaatan atau pemakaian air
- ☺ Mensuplay air pada saat pemakaian puncak pada daerah pelayanan
- ☺ Menambah tekanan pada jaringan pipa
- ☺ Tempat pengendapan kotoran
- ☺ Tempat pembubuhan desinfektan

Volume jumlah dan lokasi tandon air disesuaikan dengan rencana daerah layanan sehingga pemenuhan kebutuhan air baku dapat dipenuhi sepanjang waktu dan terdistribusi ke seluruh rencana daerah layanan. Sumber air untuk tandon air dapat berasal dari jaringan pipa air baku yang diambil dari sumber air ataupun dari

supply melalui jalan darat (truk tanki, dll).

Persyaratan yang harus dipenuhi baik untuk perencanaan tandon air maupun *hydrant* umum adalah: mudah dijangkau, terletak dekat/di pinggir jalan darat, terdistribusi merata untuk daerah layanan, dekat dengan pusat kegiatan.

Elevasi pada tandon diidentifikasi sebagai elevasi dasar tandon. Elevasi muka air tandon adalah jarak vertikal dari dasar tandon muka air bebas, sehingga tekanannya lebih besar dari nol. Besarnya kapasitas tandon bergantung pada variasi kebutuhan air minimum, maksimum, kapasitas konstan pemompaan dan faktor kegunaan dari tandon tersebut. Rencana volume tandon ditentukan dengan memperhitungkan debit pada jam puncak dan perkiraan lama jam puncak.

Untuk keamanan diberikan volume untuk ruang udara dalam tandon yang di ambil sebesar 10 % dari volume tandon. Kemudian volume tandon ditambah dengan volume udara dijadikan sebagai volume rencana dalam pembuatan tandon. Dengan demikian diperoleh dimensi tandon dengan persamaan sebagai berikut:

$$V = T. L. P \quad (2-17)$$

dengan:

V = volume tandon (m³)

T = tinggi tandon (m)

L = lebar tandon (m)

P = panjang tandon (m)

Setiap tandon paling tidak memiliki perlengkapan sebagai berikut:

- a. Pipa air masuk (*inlet*) dan pipa air keluar (*outlet*)

Pipa air masuk berfungsi untuk mengalirkan air ke dalam tandon. Tandon biasanya mempunyai inlet dan outlet yang terpisah. Hal ini dimaksudkan untuk meningkatkan sirkulasi aliran di dalam tandon sehingga air yang keluar mempunyai kualitas yang terjamin.

- b. Lubang inspeksi (*manhole*)

Setiap tandon harus dilengkapi dengan lubang inspeksi untuk memudahkan perawatan dengan ukuran yang cukup agar orang yang masuk ke dalam tandon tidak sulit.

- c. Tangga naik dan turun ke dalam bak

Tangga harus disiapkan untuk menjaga keamanan dan kemudahan akses ke

beberapa bagian tandon.

Pipa pelimpah terutama digunakan pada saat pengukur ketinggian air dalam keadaan rusak. Ujung dari pipa peluap ini tidak boleh disambung langsung ke pipa buangan, harus ada celah udara yang cukup. Pada ujung pipa peluap juga harus dilengkapi dengan saringan serangga.

d. Pipa penguras

Pipa penguras dipakai untuk menguras tandon. Pada pipa ini dibuat pengamanan seperti pipa peluap.

e. Alat penunjuk level air

Alat penunjuk level air digunakan untuk menunjukkan tinggi rendahnya permukaan air.

f. Ventilasi udara

Ventilasi udara dipasang pada tandon untuk keluar masuknya udara pada saat air turun dan naik, juga harus dipasang saringan serangga.

2.9 Mekanisme Pengaliran dalam Pipa

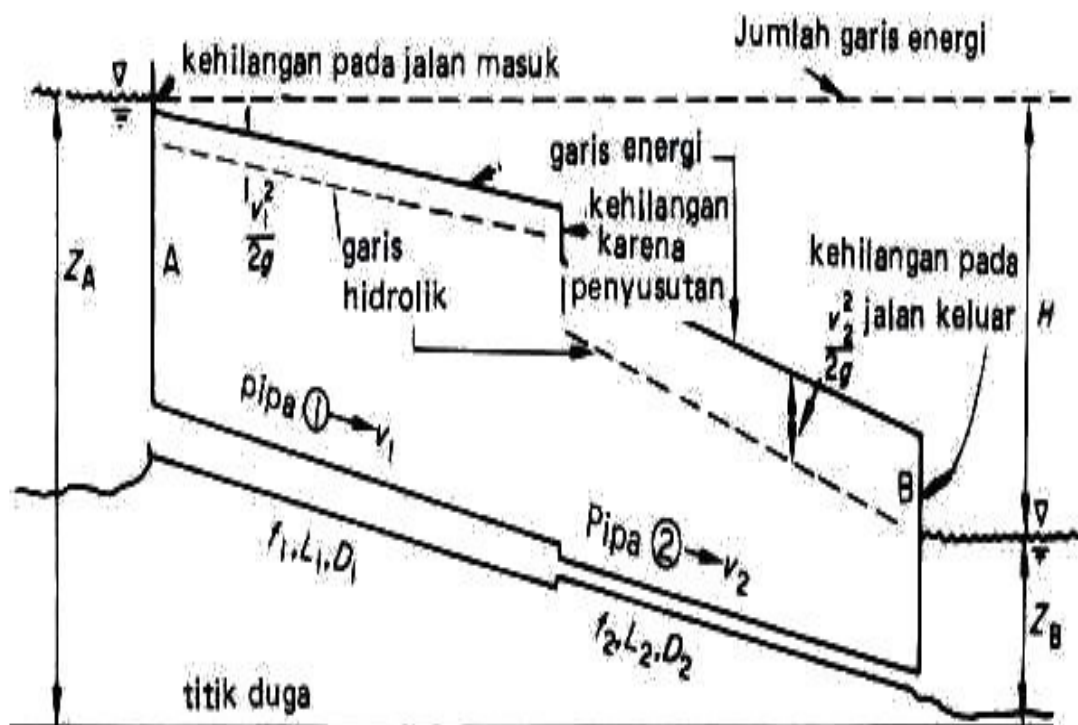
2.9.1 Sistem Pemipaan

Sistem pemipaan berfungsi untuk mengalirkan zat cair dari satu tempat ke tempat yang lain. Aliran terjadi karena adanya perbedaan tinggi tekanan di kedua tempat, yang bisa terjadi karena adanya perbedaan elevasi muka air atau karena digunakannya pompa. Beberapa contoh sistem pemipaan adalah pengaliran minyak antar kota/daerah, pipa pembawa dan pipa pesat dari waduk ke turbin pembangkit listrik tenaga air, jaringan air minum di perkotaan, dan sebagainya. (Triatmodjo, 1996:69)

Sistem pengaliran dalam pipa pada jaringan distribusi air bersih dapat dibagi menjadi dua yaitu hubungan seri dan hubungan paralel.

2.9.1.1 Pipa Hubungan Seri

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



Gambar 2.6 Pipa Hubungan Seri

Sumber: Dake 1985:78

Persamaan Kontinuitas (Triatmodjo, 1996:74):

$$Q = Q_1 = Q_2 \quad (2-18)$$

dengan:

Q = total debit pada pipa yang terpasang seri (m³/det)

Q₁, Q₂ = adalah debit pada pipa 1 dan 2 (m³/det)

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

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

dengan :

H = Total kehilangan tekan pada pipa yang terpasang seri (m)
 hf_1, hf_2 = Kehilangan pada tiap pipa (m)

2.9.1.2 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:

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

dengan :

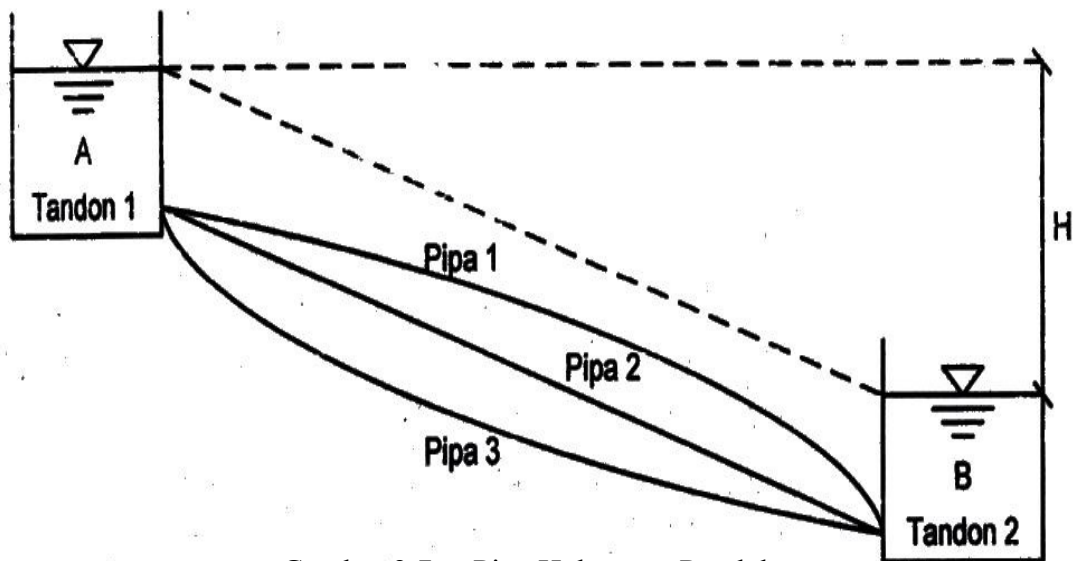
H, hf_1, hf_2 dan hf_3 = Kehilangan tekan tiap pipa (m)

Sedangkan persamaan kontinuitasnya:

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

Q = Total debit pada pipa paralel (m^3/dt)

Q_1, Q_2, Q_3 = Debit pada tiap pipa (m^3/dt)



Gambar 2.7 Pipa Hubungan Paralel

Sumber: Triatmodjo, 1996:79

2.10 Simulasi Aliran pada Sistem Jaringan Distribusi

Dalam kajian ini hanya dibahas analisa tekanan dan aliran di sistem jaringan distribusi pada kondisi tidak permanen.

2.10.1 Analisa pada Kondisi Permanen

Analisa pada kondisi permanen akan mengevaluasi kondisi aliran, tekanan dan kapasitas dari komponen sistem distribusi air bersih termasuk sistem pipa, penampungan dan sistem pompa pada corak permintaan tunggal. Simulasi ini dilakukan pada saat kondisi kritis pada harian maksimum, jam puncak, kebutuhan puncak dan pengisian tampungan sehingga memberikan suatu informasi dari kondisi jaringan pada waktu yang diberikan.

2.10.2 Analisa pada Kondisi Tidak Permanen

Analisa pada kondisi tidak permanen akan mengevaluasi kondisi aliran, tekanan dan kapasitas dari komponen sistem distribusi air bersih termasuk sistem pipa, penampungan dan sistem pompa pada corak rangkaian permintaan serial dengan permintaan sistem berubah-ubah. Dalam simulasi ini terdapat beberapa parameter yang digunakan seperti: karakteristik tandon, kontrol operasi, pompa, durasi dan nilai tahap waktu, rasio dan faktor beban (loading factor). Beberapa kriteria dan asumsi yang digunakan yaitu: simulasi didasarkan pada perhitungan fluktuasi beban titik simpul sebagai akibat corak perubahan permintaan yang dilakukan pada kondisi normal dimana variasi kebutuhan titik simpul disebabkan oleh fluktuasi kebutuhan pelanggan tiap jam dengan durasi 24 jam.

2.10.3 Perencanaan Teknik Unit Distribusi

Dalam perencanaan jaringan distribusi, air yang dihasilkan dari instalasi pengelolaan air dapat ditampung dalam reservoir yang berfungsi untuk menjaga keseimbangan antara produksi dengan kebutuhan, sebagai penyimpan kebutuhan air dalam kondisi darurat dan sebagai penyediaan kebutuhan air untuk keperluan instalasi. Reservoir dibangun dalam bentuk reservoir tanah yang umumnya untuk menampung produksi air dari sistem instalasi pengelolaan air, atau dalam bentuk menara air yang umumnya untuk mengantisipasi kebutuhan puncak pada daerah distribusi.

Ketentuan-ketentuan yang harus dipenuhi dalam perencanaan denah (*lay-out*) sistem distribusi adalah sebagai berikut:

- a) Denah (*lay-out*) sistem distribusi ditentukan berdasarkan keadaan topografi wilayah pelayanan dan lokasi instalasi pengelolaan air.
- b) Tipe sistem distribusi ditentukan berdasarkan keadaan topografi wilayah

- pelayanan
- c) Jika keadaan topografi tidak memungkinkan untuk sistem grafitasi seluruhnya, diusulkan kombinasi sistem grafitasi dan pompa. Jika semua wilayah pelayanan relatif datar, maka dapat digunakan sistem pemompaan langsung, kombinasi dengan menggunakan menara air, atau penambahan pompa penguat (*booster pump*).
 - d) Jika terdapat perbedaan elevasi wilayah pelayanan terlalu besar atau lebih dari 40 m, wilayah pelayanan dibagi menjadi beberapa zona sedemikian rupa sehingga memenuhi persyaratan tekanan minimum. Untuk mengatasi tekanan yang berlebihan dapat digunakan katup pelepas tekan (*Pressure Reducing Valve*). Untuk mengatasi kekurangan tekanan dapat digunakan pompa penguat.

2.11 Metode Analisa dalam Jaringan Pipa

Keluaran yang utama dari analisa pada jaringan pipa adalah nilai tinggi tekan pada tiap titik simpul dan besarnya debit pada tiap pipa. Pada setiap jaringan pipa terdapat dua kondisi dasar yang harus dipenuhi (Webber, 1971:122):

1. Hukum konservasi energi, jumlah aljabar dari kehilangan energi yang dikelilingi setiap putaran (*loop*) atau setiap jaringan pipa tertutup harus sama dengan nol. Kekekalan energi pada dasarnya suatu energi tidak dapat hilang, atau dapat dikatakan bahwa jumlah energi selalu tetap (kekal). Dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\Sigma h_f = 0$$

2. Hukum kontinuitas, aliran yang memasuki suatu titik pertemuan harus sama besar dengan yang meninggalkan titik tersebut. Dapat dirumuskan sebagai berikut:

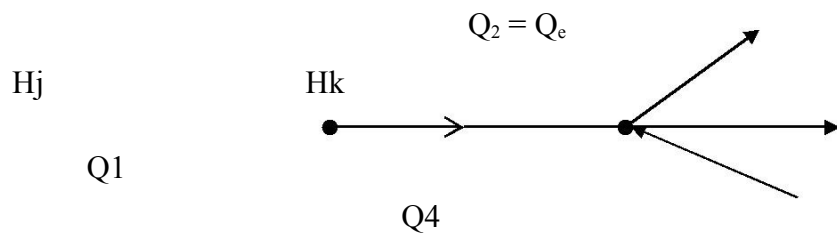
$$\Sigma Q_{in} - \Sigma Q_{out} = \Sigma Q_E$$

Dalam menggunakan dua persamaan di atas, *Handy Cross* (1936) menawarkan dua metode untuk analisa pada jaringan pipa. Dua metode tersebut adalah metode jaringan tertutup (*loop method*) dan metode titik simpul (*node method*). Metode jaringan tertutup menyatakan persamaan energi dipandang dari segi debit aliran pada pipa. Sedangkan metode titik simpul menyatakan persamaan kontinuitas dari segi elevasi tinggi tekan pada suatu titik simpul

persimpangan (*junction nodes*).

2.11.1 Metode Titik Simpul (*Node Method*)

Dalam persamaan titik simpul digunakan persamaan kontinuitas aliran dengan lebih mempertimbangkan besarnya debit aliran pada pipa seperti yang dipakai dalam metode jaringan tertutup (*loop method*). Pada Gambar 2.8. ditunjukkan suatu skema jaringan dengan memakai metode titik simpul.



$$Q_{in} - Q_{out} = Q_e$$

$$(Q_1 - Q_4) - Q_3 = Q_2$$

Gambar 2.8 Skema Jaringan Sederhana

Sumber: Webber, 1971:126

Penggunaan sistem keseimbangan debit ini merupakan modifikasi yang diusulkan oleh R.J. Connish dengan langkah sebagai berikut (Webber, 1971:126):

1. Asumsi tinggi tekan h_a pada tiap-tiap titik pertemuan yang tekanannya belum diketahui.
2. Memilih salah satu dari titik-titik pertemuan ini dan hitung nilai H_{fa} untuk masing-masing percabangan.
3. Hitung dan cocokkan debit Q_a dengan menggunakan rumus.
4. Jika tinggi tekanan yang telah diasumsikan pada awal perhitungan tidak sesuai dengan jumlah debit pada titik pertemuan atau tidak sama dengan nol, maka hitung kelebihan atau kekurangan pada debit $\bar{\sigma} Q_a$.

5. Menghitung nilai $\left(\frac{\sum h_{fa}}{Q_a} \right)$ untuk tiap-tiap jaringan tertutup.

6. Menentukan koreksi \hat{H} pada pipa pertemuan dengan persamaan:

$$\Delta h = \frac{m \sum Q_a}{\sum (Q_a / h_{fa})}$$

7. Kehilangan tinggi tekan pada titik-titik pertemuan dihitung dengan menggunakan persamaan:
$$H = h_a + Ah$$
8. Hasil perhitungan tinggi tekanan untuk titik-titik pertemuan diterapkan di dalam jaringan pipa yang diperoleh dari kehilangan tinggi sebelumnya.
9. Ulangi lagi langkah-langkah diatas sampai didapatkan keseimbangan seperti yang diharapkan.

2.12 Analisis Sistem Jaringan Distribusi Air Bersih Dengan Software Komputer

Perencanaan sistem jaringan distribusi air bersih merupakan suatu perencanaan yang rumit. Penyebab utama rumitnya perencanaan itu dikarenakan banyaknya jumlah proses trial and error yang harus dilakukan pada seluruh komponen yang ada pada sistem jaringan distribusi air bersih jaringan tersebut. Akan tetapi kerumitan dalam perencanaan sistem jaringan distribusi air bersih dapat diatasi dengan bantuan program komputer untuk perencanaan sistem jaringan distribusi air bersih sehingga 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 dan WaterCAD. Dalam kajian ini digunakan program WaterCAD v8i karena program ini tergolong baru dan belum banyak diketahui dalam fungsinya untuk menganalisis sistem jaringan distribusi Air Bersih. Berikut ini akan dipaparkan mengenai langkah-langkah penggunaan program WaterCAD v8i.

2.12.1 Deskripsi Program Water Distribution Modelling (*WaterCAD*)

Program *WaterCAD* v 8i merupakan produksi dari *Bentley* tahun 20018 dengan jumlah pipa yang mampu dianalisis yaitu tidak terbatas sesuai pemesanan spesifikasi program *WaterCAD* pada *Bentley*. Program ini dapat bekerja pada sistem Windows 95, 98 dan 2000 serta Windows NT 4.0 ke atas. Program yang tampilan *interfacenya* sangat memudahkan pengguna ini khusus menyelesaikan lingkup perencanaan dan pengoptimalisasian sistem jaringan distribusi air baku, yaitu:

- ⇒ menganalisis sistem jaringan distribusi air pada satu kondisi waktu
- ⇒ menganalisis tahapan-tahapan atau periodisasi simulasi pada sistem jaringan terhadap adanya kebutuhan air yang berfluktuatif menurut waktu
- ⇒ menganalisis skenario perbandingan atau alternatif jaringan pada kondisi yang berlainan pada saat bersamaan
- ⇒ menganalisis kondisi jaringan pada saat kondisi ekstrim untuk keperluan pemadam kebakaran atau *hydrant (fire flow analysis)*
- ⇒ menganalisis kualitas air yang didistribusikan
- ⇒ menghitung konstruksi biaya dari jaringan yang dibuat menurut alternatifnya

Sedangkan fasilitas tambahan yang menyertai program WaterCAD ini adalah (Bentley, 2008) :

- ⇒ mendukung GIS database connection sehingga mengenali extension file dari program GIS (ArcView, ArcInfo, ArcCAD, MapInfo dan AutoCAD) yang akan memudahkan untuk memindahkan lembar kerja program tersebut ke lembar kerja WaterCAD dengan aman
- ⇒ mendukung program Microsoft Office, Microsoft Excel dan Microsoft Access mendukung program Epanet Versi Windows dan Kypipe sehingga dapat menyimpan gambar jaringan pipa ke dalam bentuk file WaterCAD (.wtg).

2.12.2 Tahapan-tahapan Dalam Penggunaan WaterCAD

2.12.2.1 Welcome Dialog

Pada setiap pembukaan awal program *WaterCAD*, akan diperlihatkan sebuah *dialog box* yang disebut *welcome dialog*. Kotak tersebut memuat *tutorials*, *create new project*, *open existing project* serta *exit WaterCAD* seperti terlihat pada

gambar di bawah. Melalui *welcome dialog* ini pengguna dapat langsung mengakses ke bagian lain untuk menjalankan program ini.

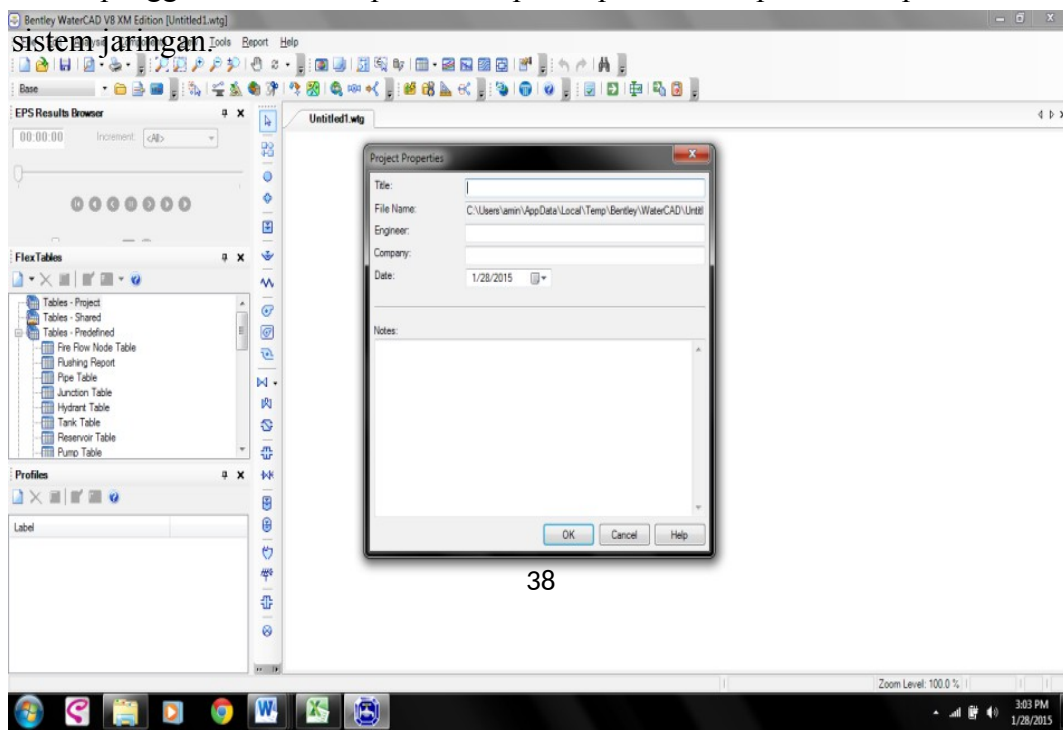


Gambar 2.9 Tampilan *Welcome Dialog* Pada WaterCAD

Tutorials, digunakan untuk mempelajari program dengan melihat contoh jaringan yang telah disediakan. WaterCAD akan menuntun kita memahami cara menggunakan program ini. Untuk membuka tutorial dilakukan dengan mendouble klik kotak tutorial. Dan Create new project digunakan untuk membuat lembar kerja baru. Sedangkan open existing project digunakan untuk membuka kembali pekerjaan atau data yang telah disimpan sebelumnya. Untuk membuka menu ini pun digunakan cara yang sama seperti pada tutorials. Exit WaterCAD digunakan apabila ingin mengakhiri program ini melalui dialog box.

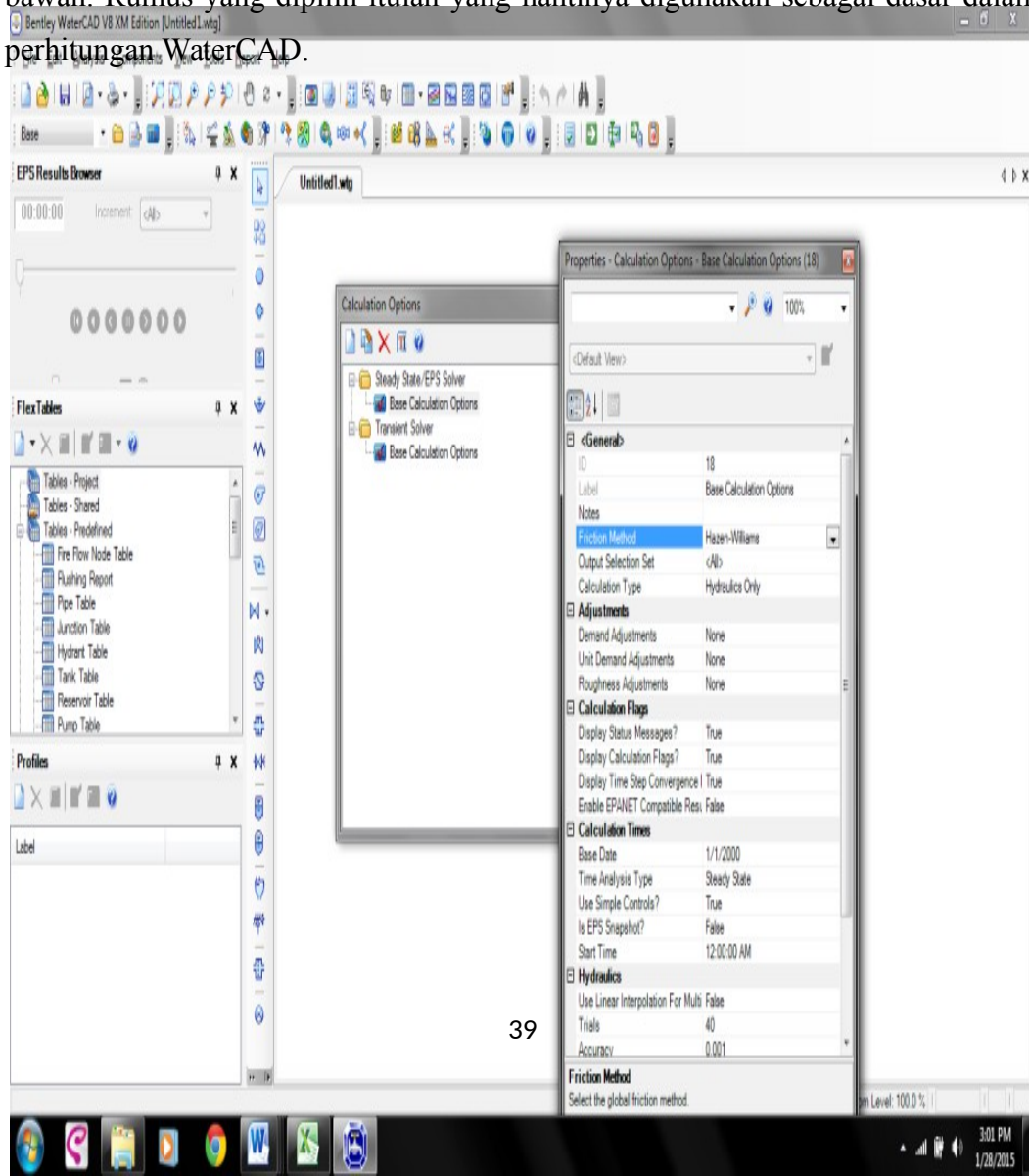
2.12.2.2 Pembuatan Lembar Kerja

Pembuatan lembar kerja baru atau create new project pada program WaterCAD ini dapat dilakukan melalui dua cara yaitu melalui welcome dialog box atau melalui pilihan new pada menu utama File. Sebelum proses penggambaran atau pengubahan jaringan dilakukan, terlebih dahulu akan ditemui tampilan project setup wizard. Project setup wizard ini terdiri dari empat tahapan yaitu penamaan file, pemilihan rumus, penentuan besaran dari skala dan dimensi dalam penggambaran serta penentuan prototipe dari komponen-komponen dalam



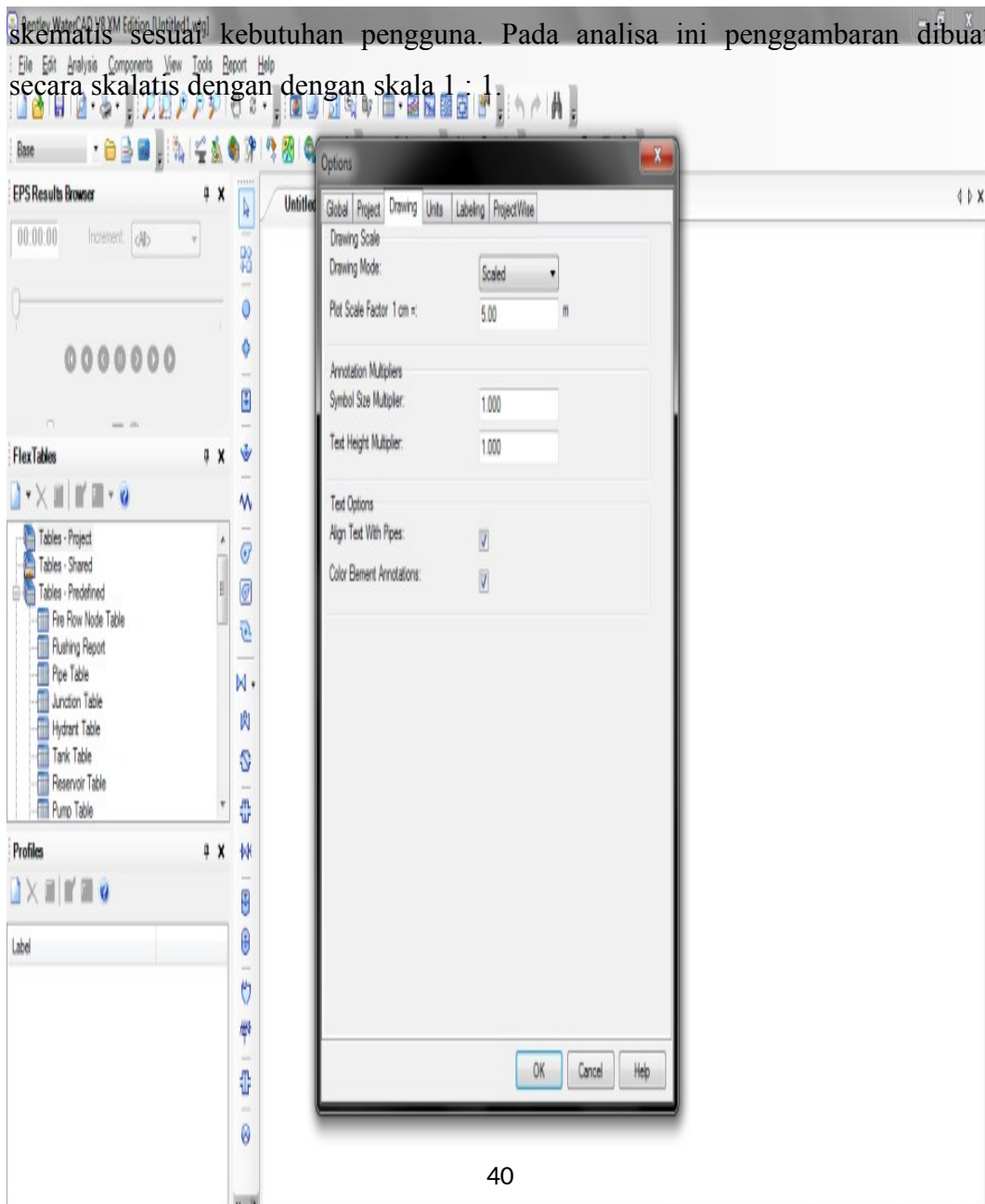
Gambar 2.10 Penamaan File Kerja Pada WaterCAD

Setelah penamaan file maka tampilan berikutnya adalah pemilihan formula dari Darcy-Weisbach, Hazen-Williams dan Manning seperti pada gambar di bawah. Rumus yang dipilih itulah yang nantinya digunakan sebagai dasar dalam perhitungan WaterCAD.



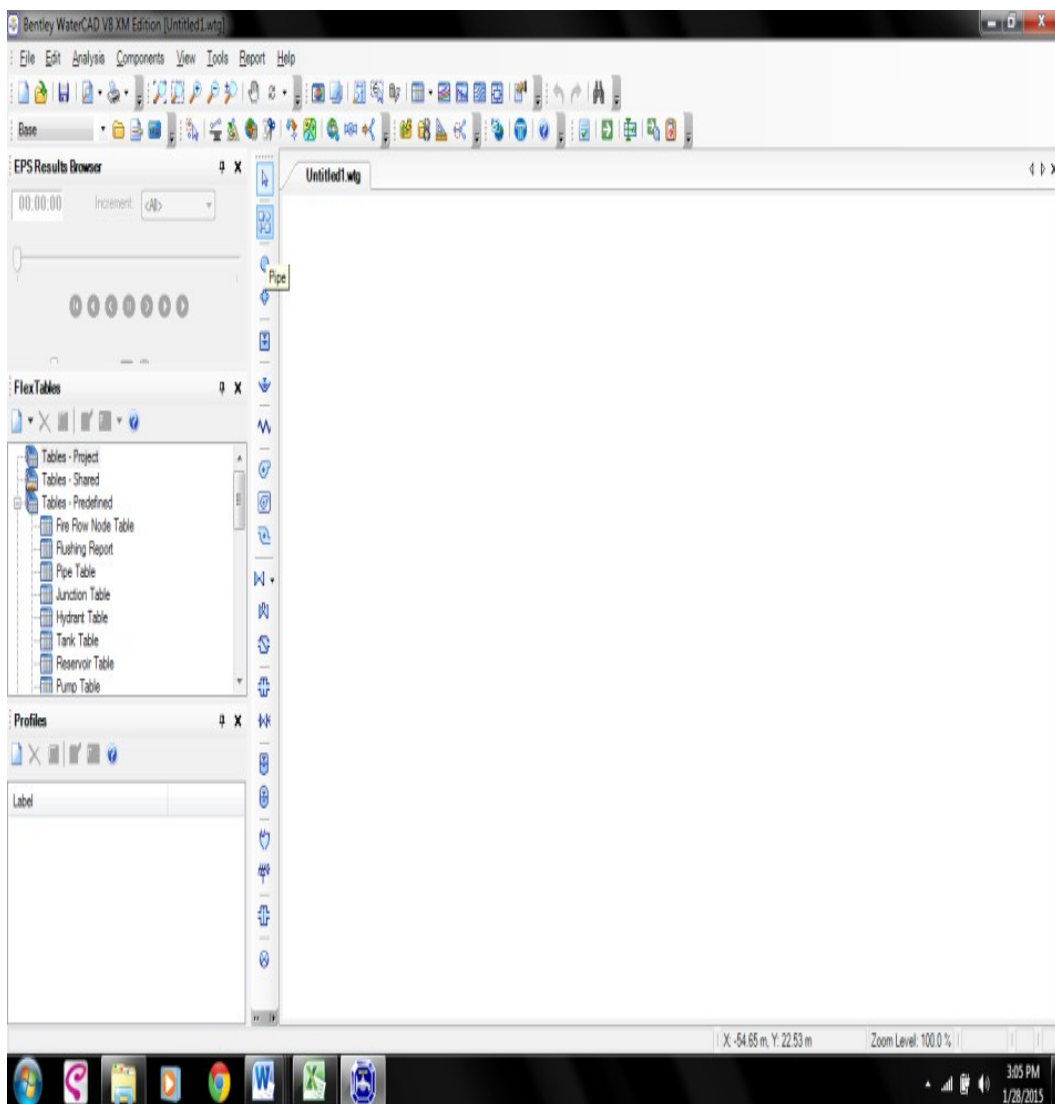
Gambar 2.11 Pemilihan Rumus Pada WaterCAD

Proses selanjutnya adalah penentuan skala dimensi dalam penggambaran jaringan pipa yang disesuaikan dengan kebutuhan dari perencanaan dan keinginan dari pengguna. Gambar jaringan dapat dibuat secara skalatis, maupun secara skematis sesuai kebutuhan pengguna. Pada analisa ini penggambaran dibuat secara skalatis dengan dengan skala 1 : 1



Gambar 2.12 Pengisian Skala Pada WaterCAD

Bagian terakhir dari project setup wizard adalah pengisian data-data teknis atau pemodelan komponen-komponen sistem jaringan distribusi Air Baku yang akan dipakai dalam penggambaran yang memudahkan untuk pengecekan. Komponen tersebut ada enam macam yaitu pipa, titik simpul, tandon, katup, tandon dan pompa seperti ditunjukkan pada gambar berikut.

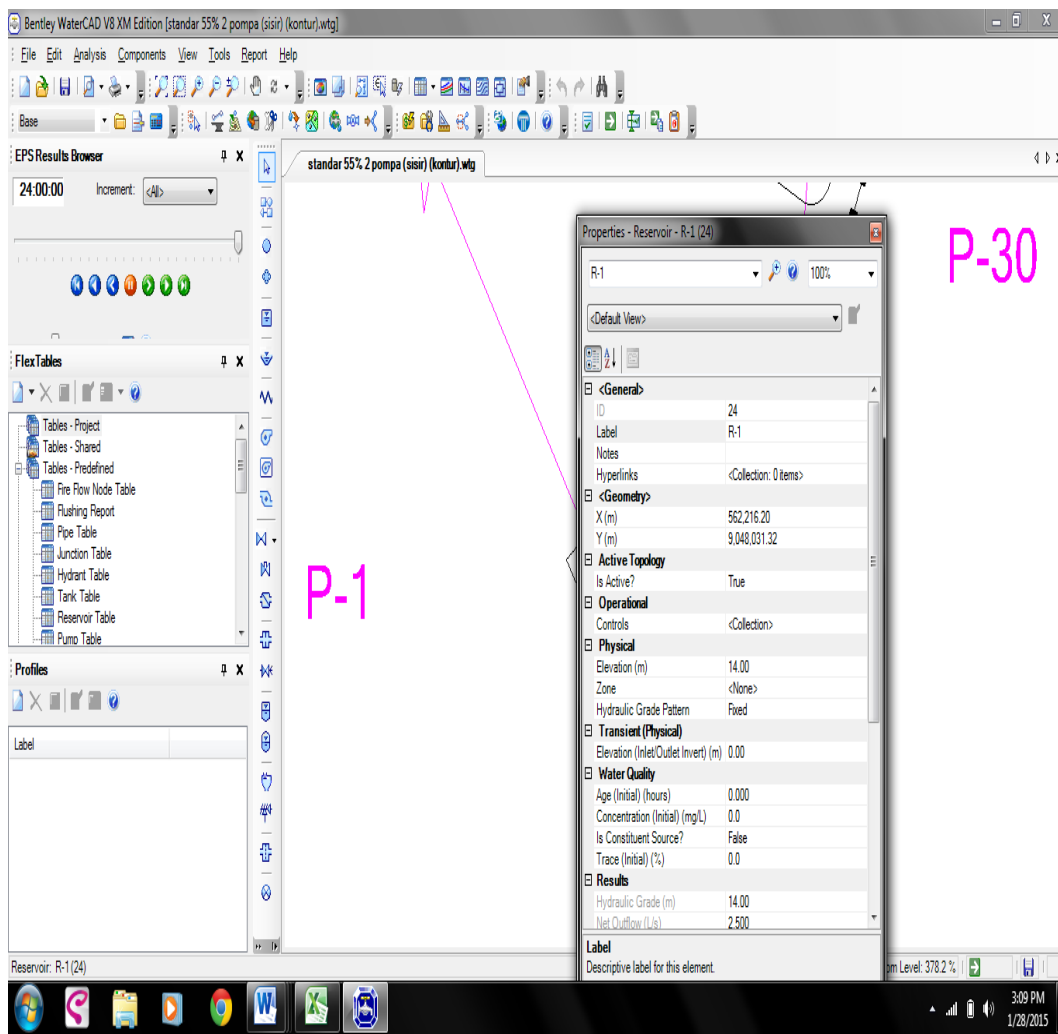


Gambar 2.13 Penentuan Prototipe Dari Komponen-Komponen Sistem Jaringan Pada WaterCAD

2.12.2.3 Pemodelan Komponen-Komponen Sistem Jaringan Distribusi Air Baku

Dalam WaterCAD, komponen-komponen sistem jaringan distribusi air baku seperti titik simpul, pipa, tandon, mata air dan pompa tersebut dimodelkan sedemikian rupa sehingga mendekati kinerja komponen tersebut di lapangan. Untuk keperluan pemodelan, WaterCAD telah memberikan penamaan setiap komponen tersebut secara otomatis yang dapat diganti sesuai dengan keperluan agar memudahkan dalam pengerjakan, 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. Adapun jenis-jenis pemodelan komponen sistem jaringan distribusi Air Baku dalam WaterCAD adalah :

☒ Pemodelan mata air (reservoir)

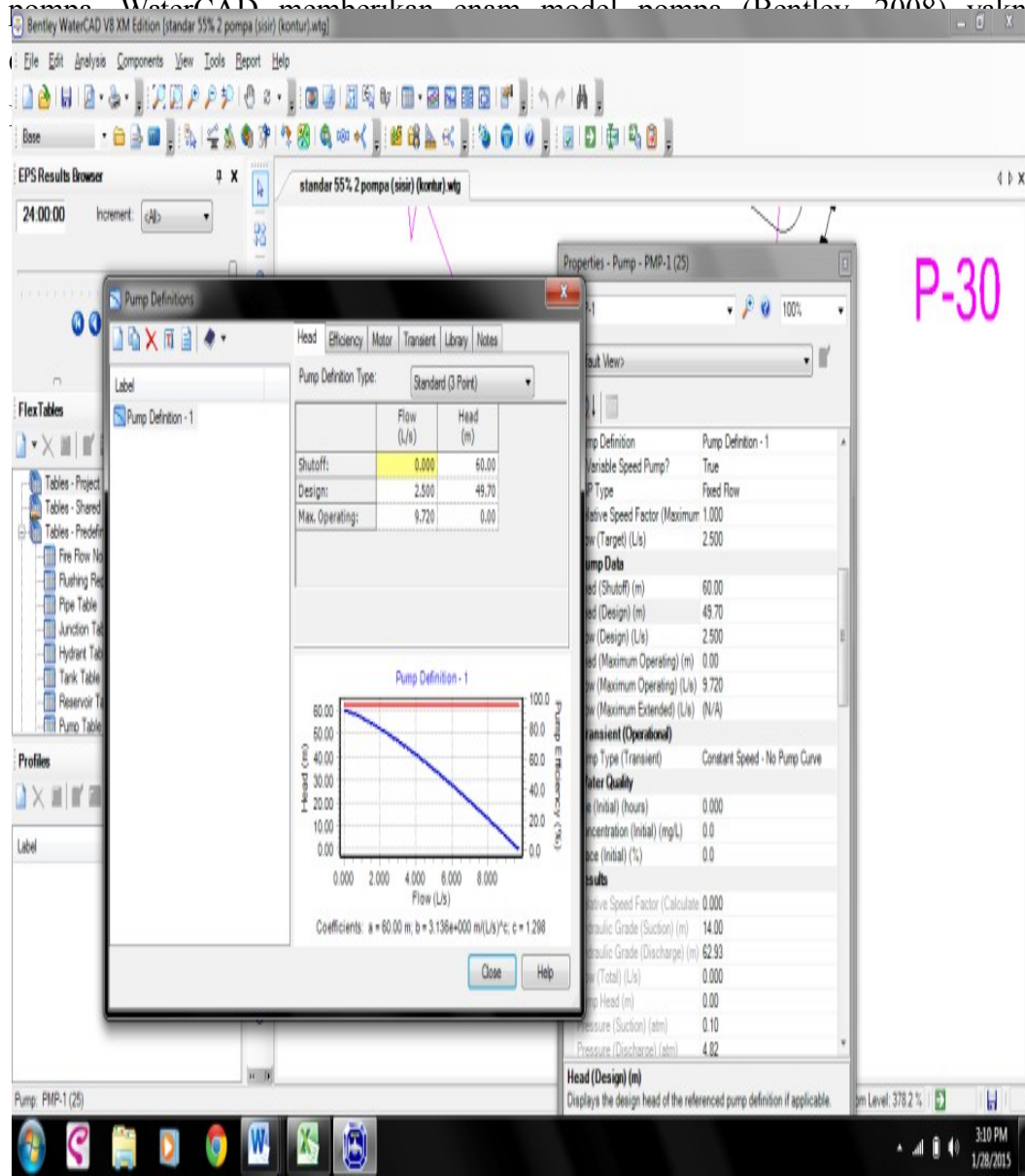


Gambar 2.14 Pemodelan Mata Air

☒ **Pemodelan pompa (*pump*)**

Pemodelan pompa pada WaterCAD membutuhkan data masukan seperti model dan kekuatan pompa, data tinggi head dan debit pompa serta elevasi

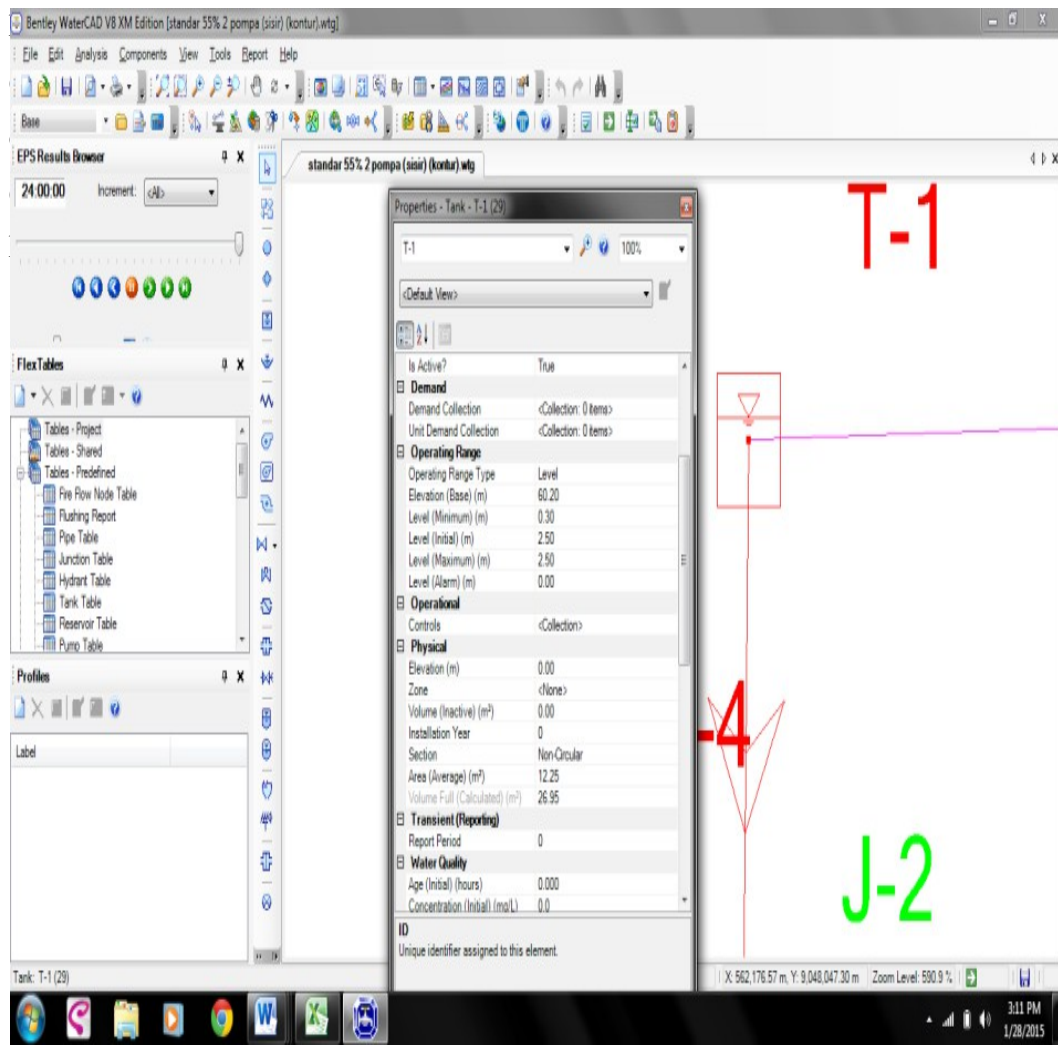
pompa. WaterCAD memberikan enam model pompa (Bentley, 2008) yakni



Gambar 2.15 Pemodelan pompa

☒ **Pemodelan tandon (*watertank*)**

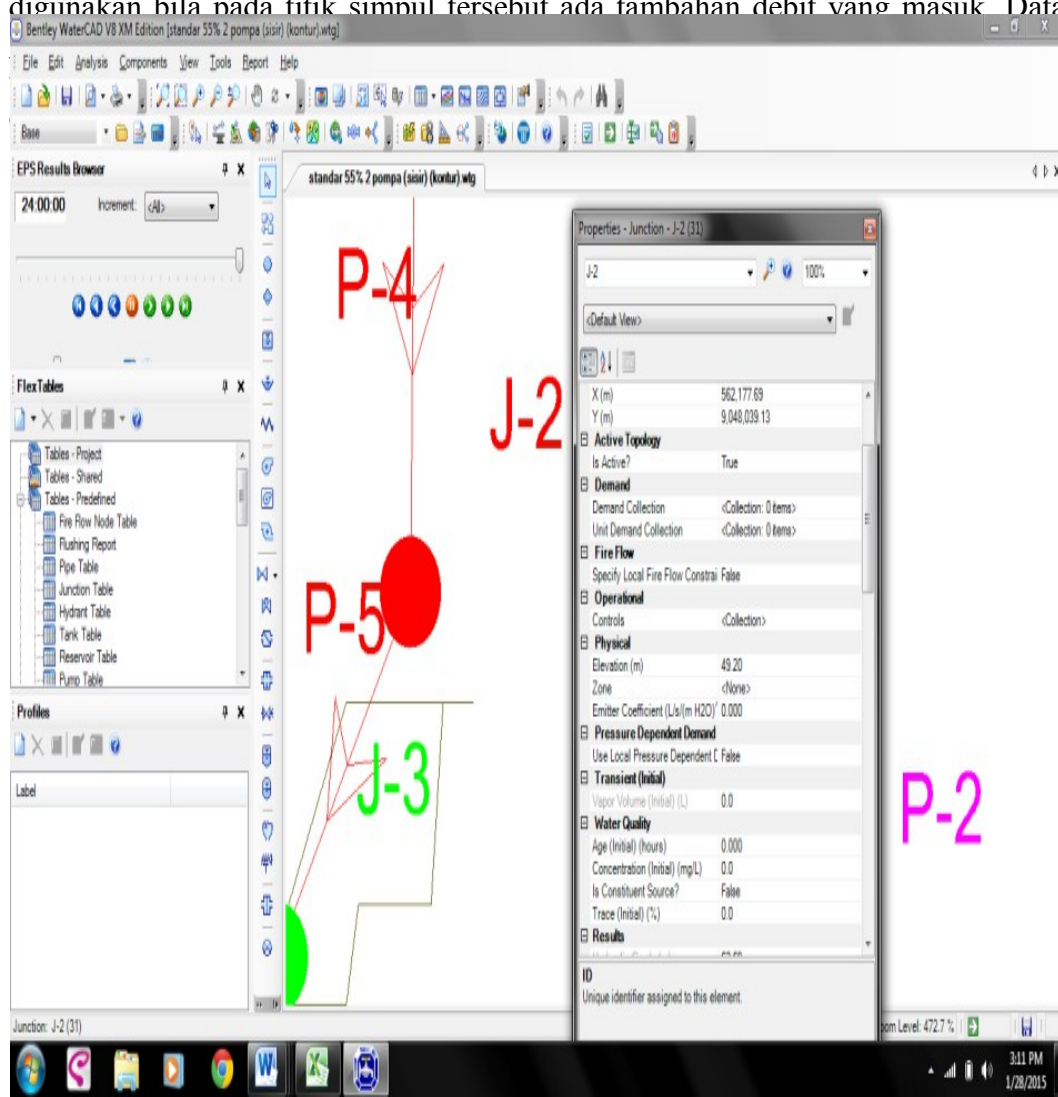
Untuk pemodelan tandon diperlukan beberapa data yaitu ukuran bentuk dan elevasi tandon. Pada kondisi steady state simulation, permukaan air dalam tandon akan menjadi konstan (constant water surface elevation) dan pada kondisi Extended Period Simulation permukaan air di dalam tandon menjadi berubah-ubah sesuai kebutuhan. WaterCAD memberikan pilihan untuk menentukan



Gambar 2.16 Pemodelan tandon

□ **Pemodelan titik-titik simpul (*junction*)**

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

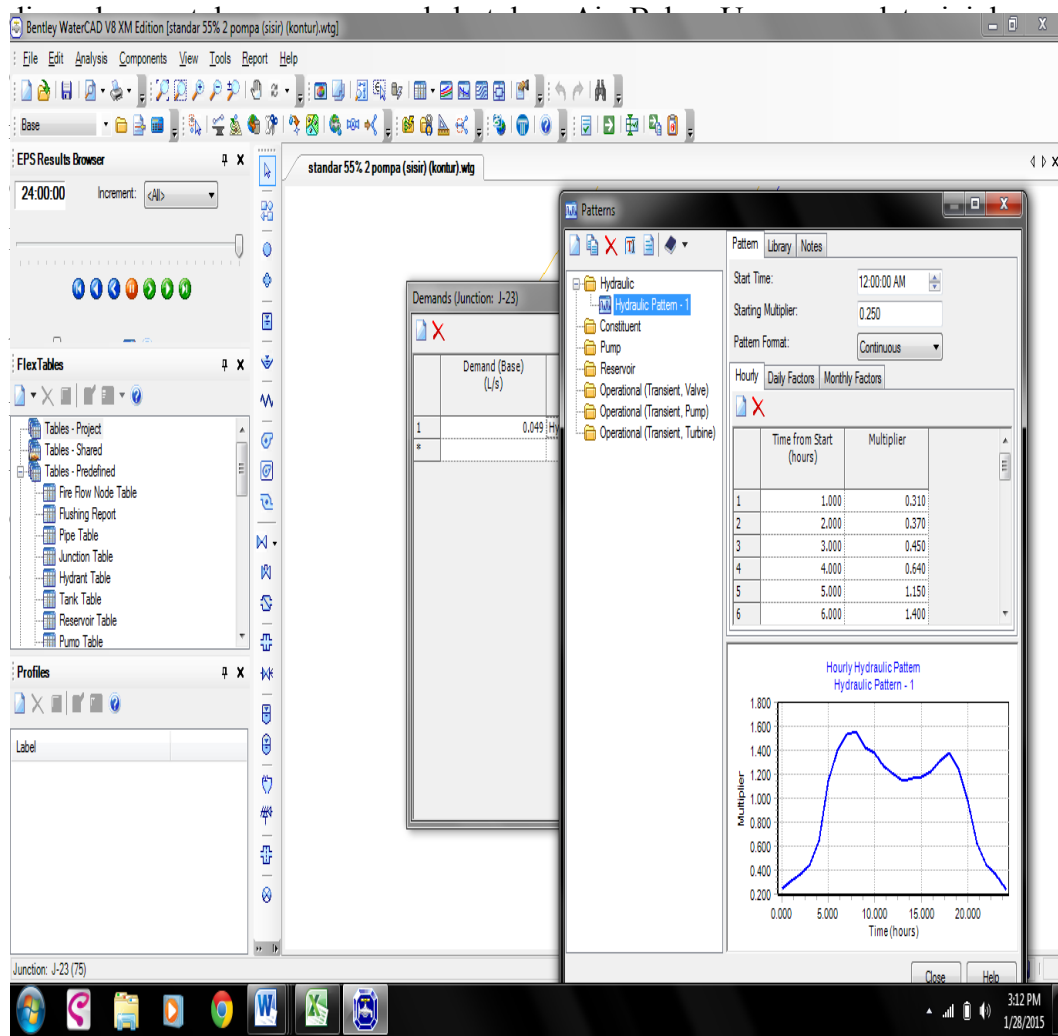


Gambar 2.17 Pemodelan titik simpul

☐ Pemodelan kebutuhan Air Baku

Kebutuhan Air Baku pada tiap-tiap titik simpul dapat berbeda-beda yang bergantung dari luas cakupan layanan dan jumlah konsumen pada titik simpul tersebut. Kebutuhan air menurut WaterCAD 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.

Data fixed demand atau yang disebut pula baseline flow kurang akurat bila

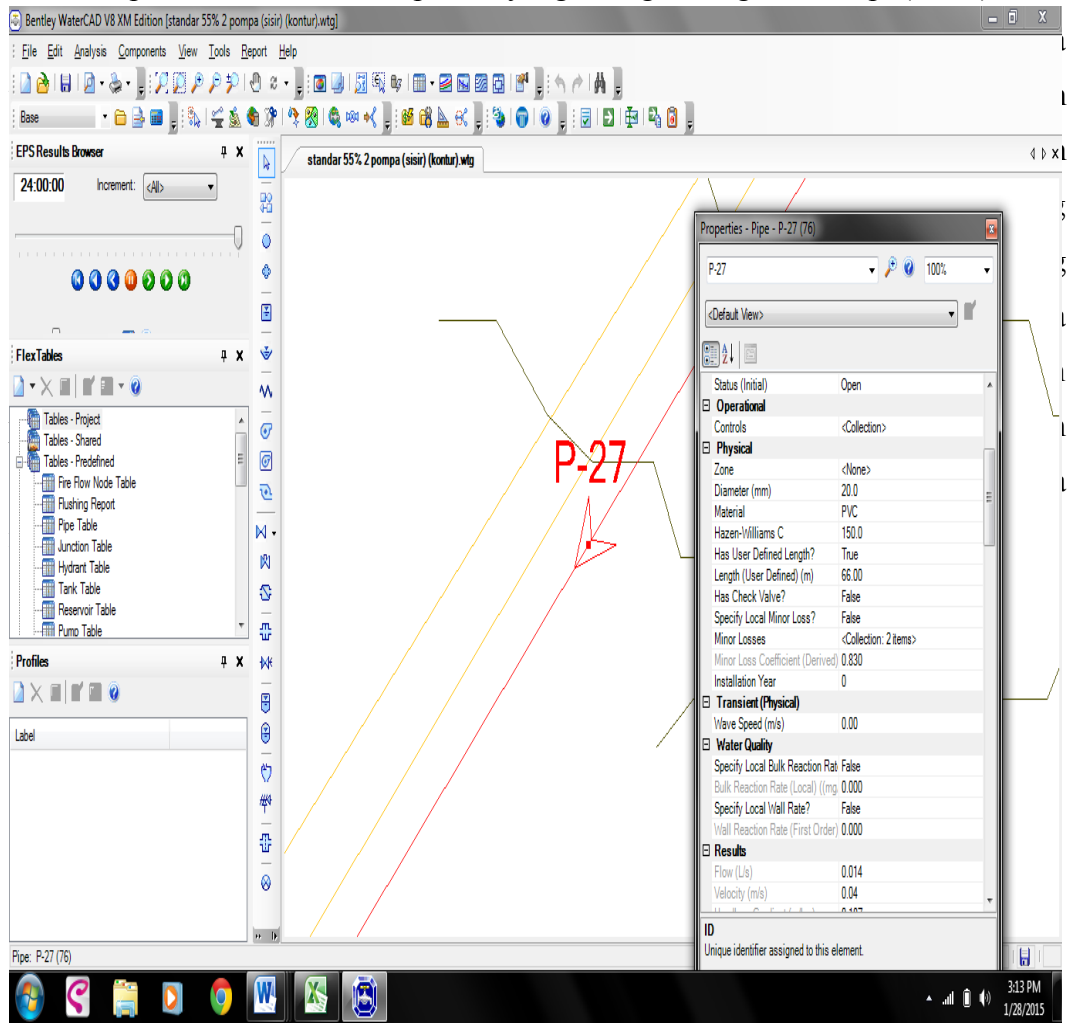


Gambar 2.18 Pomodelan Kebutuhan Air Baku



Pemodelan Pipa

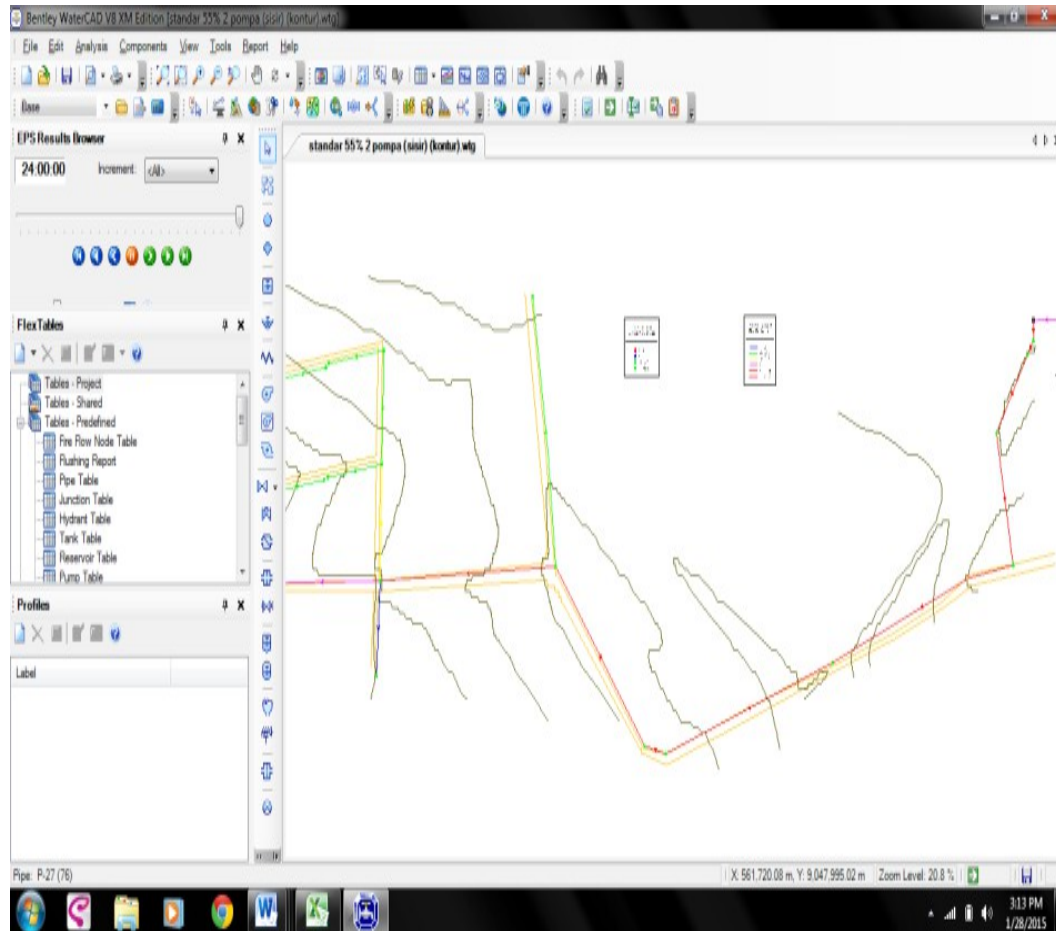
Pipa adalah suatu komponen yang menghubungkan katup (valve), titik



Gambar 2.19 Pemodelan pipa

2.12.3 Proses Penggambaran Sistem Jaringan Distribusi Air Bersih

Setelah project setup wizard diisi dan pemodelan komponen telah selesai dilakukan, maka proses pembuatan jaringan pipa dapat dimulai. Pada sisi samping dan atas lembar kerja terdapat berbagai tools untuk menggambarkan jaringan pipa beserta komponennya. Proses penggambaran cukup sederhana dan mudah, dengan memilih model atau komponen yang akan digambar kemudian diletakkan pada lembar kerjanya. Yang perlu dipastikan yaitu antar komponen-komponen pada seluruh jaringan harus benar-benar tersambung agar tidak menyebabkan kesalahan dalam perhitungan dan analisis nantinya.



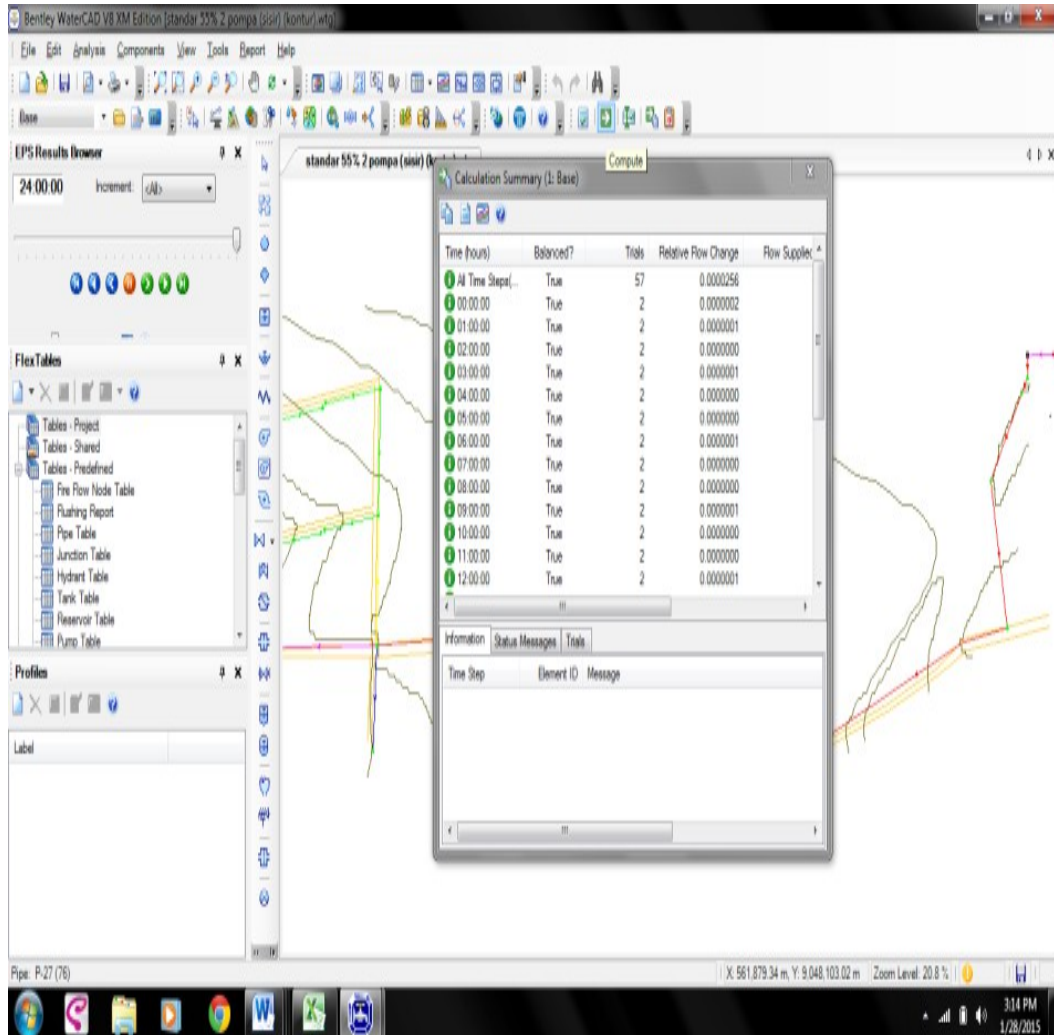
Gambar 2.20 Proses Penggambaran Suatu Jaringan Dengan WaterCAD

2.12.4 Perhitungan Dan Analisis Sistem Jaringan Distribusi Air Bersih

Setelah jaringan tergambar dan semua komponen tertata sesuai dengan yang diinginkan, maka untuk menganalisis sistem jaringan tersebut dilakukanlah running (compute). Ada dua pilihan analisis yang dapat dilakukan yaitu steady state yang dapat dianalisis bersamaan dengan fasilitas fire flow analysis dan extended period yang dapat dianalisis bersamaan dengan water quality analysis. Untuk memberi nilai hasil analisis yang dilakukan, ada tiga buah tanda hasil analisis yaitu warna hijau, kuning dan merah.

Warna hijau berarti bahwa sistem jaringan distribusi Air Bersih benar-benar baik tanpa ada masalah. Warna kuning berarti sistem jaringan dapat bekerja, namun ada beberapa bagian yang bermasalah. Sedangkan warna merah berarti sistem tersebut tidak dapat bekerja seperti yang diharapkan karena ada kesalahan dalam perencanaan maupun pada penggambaran. Pada setiap tanda warna kuning dan merah, selalu ada catatan-catatan dari hasil analisis. Catatan-catatan tersebut

dapat dilihat pada bagian report yang akan selalu diberikan setelah proses analisis selesai dilakukan pada setiap komponen sistem dengan meng-klik komponen sistem jaringan tersebut.



Gambar 2.21 Tampilan Proses Running Sistem Jaringan Dengan WaterCAD

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Dalam penyusunan Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih di Desa Bambang Kecamatan Wajak diperlukan data-data teknis yang mendukung didalam perencanaan jaringan perpipaan pada daerah tersebut.

Adapun data-data yang diperlukan dalam kajiannya antara lain sebagai berikut:

- Peta Topografi
- Data ketersediaan Air
- Data jumlah penduduk yang akan dilayani
- Referensi yang berkaitan dengan studi ini.

Data yang terkumpul selanjutnya digunakan untuk menghitung dan melakukan perencanaan sistem penyediaan air bersih pada daerah kajian. Berikut ini akan disajikan deskripsi kondisi daerah kajian, data-data teknis dan metode penelitian dalam kajian sstem penyediaan air bersih di Desa Bambang Kecamatan Wajak Kabupaten Malang.

3.1 Kodisi Daerah Kajian

3.1.1 Umum

Desa Bambang terletak di Kecamatan Wajak, Kabupaten Malang. Kecamatan Wajak adalah sebuah kawasan yang terletak pada bagian timur wilayah Kabupaten Malang. Secara Geografis, Kecamatan Wajak terletak antara 112,4218 BT – 112,4800 BT dan 8,0956 LS – 8,0425 LS.

Adapun batas wilayah administrasi Kecamatan Wajak adalah sebagai berikut:

Sebelah Utara : Kecamatan Poncokusumo
 Sebelah Timur : Kecamatan Tirtoyudo
 Sebelah Selatan : Kecamatan Turen dan Dampit
 Sebelah Barat : Kecamatan Tajinan dan Bululawang

Luas Kecamatan Wajak secara keseluruhan sekitar 94,56 km². Kecamatan Wajak terbagi menjadi 13 desa, 40 dusun, 141 RW, dan 478 RT. Desa Bambang terdiri dari 3 Dusun, 6 RW, dan 18 RT.

Tabel 3.1 Banyaknya Dusun, RW, dan RT di Kecamatan Wajak

Nama Desa/Kelurahan	Dusun	RW	RT
Sumberputih	4	8	36
Wonoayu	1	2	6
Bambang	3	8	26
Bringin	3	19	45
Dadapan	3	11	33
Patok Picis	4	6	26
Blayu	3	8	31
Codo	3	15	54
Sukolilo	3	12	30
Kidangbang	3	11	43
Sukoanyar	4	12	39
Wajak	3	20	84
Ngembal	3	9	25
Jumlah	40	141	478

3.2.1 Kondisi Eksisting Sistem Distribusi Air bersih di Desa Bambang

Pada lokasi perencanaan distribusi air bersih di Desa Bambang kondisi di wilayah tersebut sebelum ada jaringan perpipaan masyarakatnya masih mengandalkan air bersih dari sumur bor yang meskipun jumlahnya terbatas karena tidak semua masyarakat di Desa Bambang mempunyai sumur bor. Beberapa masyarakat yang tidak memiliki sumur bor masih mengandalkan air bersih dari sumber air yaitu melalui pipa – pipa kecil yang dibuat sukarela oleh masyarakat dari sumber air yang kemudian air tersebut ditampung di dalam tandon serta dalam pendistribusiannya langsung dari tandon. Berikut ini gambar tandon eksisting yang di buat sukarela oleh masyarakat :



Gambar 3.2 Tandon Air Eksisting Desa Bambang

Sumber : Hasil Survey Lokasi

Selain itu juga wilayah Desa Bambang Kecamatan Wajak belum terlayani oleh pelayanan PDAM (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 PDAM (Perusahaan Daerah Air Minum) tidak bisa masuk ke wilayah tersebut. Berikut ini merupakan jalan menuju sumber air Desa Bambang :



Gambar 3.3 Akses Menuju Lokasi Sumber Air

Sumber : Hasil Survey Lokasi

Sehingga masyarakat Desa Bambang Kecamatan Wajak di dalam memenuhi kehidupan sehari – hari hanya mengandalkan air bersih dari sumur bor dan juga sumber air bersih dari mata air. Berikut gambar sumber mata air di Desa Bambang :



Gambar 3.4 Sumber Air Desa Bambang

Sumber : Hasil Survey Lokasi

Berdasarkan kondisi eksisting di Desa Bambang Kec. Wajak dimana air bersih masih sangat terbatas karena kurangnya memaksimalkan potensi sumber air yang ada. Apalagi jika dilihat di lapangan potensi sumber air di Desa Bambang sangat baik secara kualitas air dan debit airnya yang mencapai 5 lt/dtk sehingga dari debit air tersebut masih memungkinkan untuk dikembangkan secara maksimal dan optimal.

3.2.2 Dampak Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih

3.2.2.1 Dampak Langsung

Dengan adanya pekerjaan ini dampak negatif yang akan dirasakan masyarakat adalah:

1. Akan terjadi gangguan dalam hal kenyamanan akibat adanya pekerjaan konstruksi yang melibatkan alat-alat berat.
2. Pemanfaatan air baku pada lokasi sumber yang dikelola swadaya masyarakat akan sementara terganggu akibat adanya pekerjaan konstruksi pada lokasi sumber air baku tersebut.

Sedangkan dampak positif yang akan dirasakan masyarakat adalah:

1. Terbukanya lapangan kerja pada saat adanya pekerjaan konstruksi.
2. Lebih tertatanya sistem pemanfaatan air pada lokasi-lokasi sumber air baku sehingga pemanfaatannya lebih maksimal.
3. Dapat meningkatkan suplai air baku kepada masyarakat sehingga kebutuhan air baku dapat terpenuhi.

3.2.2.2 Dampak Tidak Langsung

Dengan meningkatnya pelayanan air baku kepada masyarakat, maka derajat kesehatan dan kesejahteraan masyarakat juga akan turut meningkat karena air merupakan salah satu kebutuhan utama masyarakat. Selain itu dengan adanya pengelolaan yang baik pada sumber-sumber air baku yang ada secara tidak langsung juga merupakan upaya dalam menjaga sumber air baku sehingga dapat dimanfaatkan secara terus menerus.

3.2.3 Kependudukan

Berdasarkan data (*BPS Kecamatan Wajak*) , pada tahun 2013 Kecamatan Wajak jumlah penduduknya mencapai 86.916 jiwa. Dengan luas wilayah sekitar 94,56 km², maka kepadatan penduduk sekitar 919 jiwa/km². Komposisi penduduk menurut jenis kelamin menunjukkan bahwa 49,73% adalah penduduk laki-laki dan 50,27% penduduk perempuan dengan angka sex ratio sebesar 98,62%.

Untuk Desa Bambang sendiri jumlah penduduknya sebanyak 3967 jiwa (1023 KK) dengan jumlah penduduk laki-laki sebesar 2020 jiwa dan jumlah

penduduk perempuan sebesar 1947 jiwa dengan kepadatan penduduk desanya sebanyak 1228 jiwa/km².

Tabel 3.2 Jumlah Penduduk Kecamatan Wajak Tahun 2013

Nama Desa/Kelurahan	Luas (Km ²)	Jumlah Penduduk		Kepadatan Penduduk	
		Jiwa	KK	Jiwa (Km ²)	KK (Km ²)
Sumberputih	5.07	6127	1563	1208	308
Wonoayu	2.61	1086	382	416	146
Bambang	17.61	3961	1023	225	58
Bringin	5.05	6203	1562	1228	309
Dadapan	5.21	6634	1679	1273	322
Patok Picis	20.91	6204	2008	297	96
Blayu	3.76	6651	1913	1769	509
Codo	6.14	8277	2650	1348	432
Sukolilo	5.73	6838	1803	1193	315
Kidangbang	5.02	7652	2084	1524	415
Sukoanyar	4.39	6596	1779	1503	405
Wajak	10.22	15248	4219	1492	413
Ngembal	2.84	5439	1378	1915	485
2014	94.56	86916	24043	919	254

Sumber : BPS Kecamatan Wajak

3.2.4 Kondisi Sosial Ekonomi

3.2.4.1 Pertanian

Total luas lahan sawah di Kecamatan Wajak tercatat seluas 1933,40 ha dengan rincian 1816.60 ha berpengairan diusahakan dan 116,80 ha tidak berpengairan diusahakan. Pada Tahun 2013, hasil produksi padi mencapai 6714,28 ton. Hasil produksi perkebunan jagung pada tahun 2013 sebesar 82561,74 ton, ubi kayu 1639,34 ton, Ubi Jalar 49,09 ton, Kacang Tanah 116,03 ton, Kelapa 3271,60 ton, Cengkeh 57,10 ton, Kopi 873,62 ton, Tebu 439880 ton, Kapuk Randu 503,70 ton, Kakao 40 ton, dan The 57,60 ton.

3.2.4.2 Peternakan

Untuk peternakan populasi sapi perah, sapi potong, kuda berturut-turut masing-masing sebanyak 1870 ekor, 14820 ekor, dan 15 ekor. Untuk populasi kambing dan domba masing-masing sebanyak 4048 ekor dan 3542 ekor. Sementara itu, populasi unggas yang terdiri dari ayam buras, ayam petelur, ayam pedaging, itik, dan entok masing-masing tercatat sebesar 111133 ekor, 4164198 ekor, 63690 ekor, 2770 ekor, dan 16719 ekor.

3.2.4.3 Perdagangan

Mengacu data kantor desa, jumlah toko/warung/kios yang tercatat sebanyak 764 unit, pasar permanen 4 buah, pasar tidak permanen 2 buah, minimarket 12 buah, warung makan 234 buah, koperasi sebanyak 17 buah.

3.2.4.4 Pendidikan

Pada tahun 2014 jumlah TK sebanyak 35 sekolah, SD 38 sekolah, SMP 11 sekolah, SMA/SMK 2 sekolah.

Tabel 3.3 Jumlah Sekolah, Murid, Guru Kecamatan Wajak Tahun 2013

	Sekolah(unit)	Murid (orang)	Guru (orang)
TK	21	1060	62
SD	57	8869	552
SMP	10	2090	239
SMA	4	289	23

Sumber : BPS Kecamatan Wajak

3.2.4.5 Kesehatan

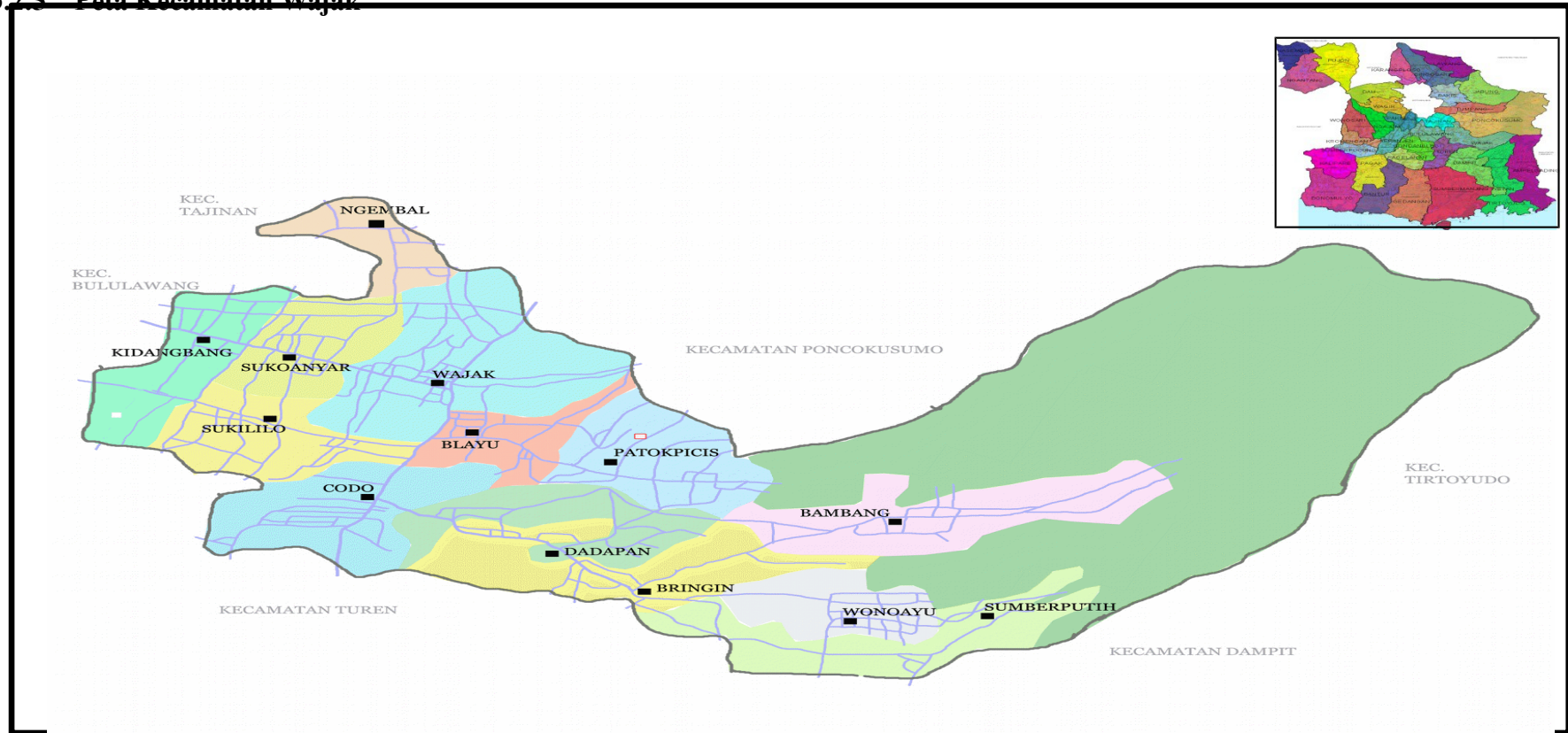
Kecamatan Wajak telah disediakan polindes sebanyak 11 unit, puskesmas / puskesmas pembantu 3 unit, posyandu 61 unit.

Tabel 3.4 Fasilitas Kesehatan Kecamatan Wajak Tahun 2013

Fasilitas Kesehatan	unit
Rumah Sakit Bersalin	1
Polindes	12
Puskesmas	1
Puskesmas Pembantu	4
Posyandu	96
Dokter Praktek	6
Bidan Praktek	16
Toko Khusus Obat/Apotek	6

Sumber : BPS Kecamatan Wajak

3.2.5 Peta Kecamatan Wajak



Gambar 3.5 Peta Kecamatan Wajak

Sumber : BPS Kecamatan Wajak

3.3 Langkah – langkah Studi

Langkah – langkah studi disusun secara sistematis sehingga mempermudah penyelesaian studi ini. Langkah – langkah studi yang dilakukan adalah:

3.3.1 Pengumpulan Data

Ada beberapa data yang dibutuhkan, yaitu:

No	Nama Data/ Peta	Sumber	Keterangan
1.	Peta Topografi	Bakosurtanal	Peta ini digunakan untuk menentukan letak pipa yang akan digunakan untuk mendistribusi air bersih.
2.	Data Jumlah Penduduk	Kantor Desa setempat.	Data yang diperlukan berupa jumlah penduduk Desa Bambang yang nantinya akan digunakan untuk menghitung proyeksi penduduk selama 20 tahun mendatang. Data penduduk yang didapatkan dari tahun 2013.
3.	Data Ketersediaan Air	PT. Koperasi Inti Kesejahteraan (<i>Consulting Engineers</i>)	Data ketersediaan air yang dimaksudkan adalah data debit yang diperoleh dari hasil perhitungan sumber air desa Bambang.

3.3.2 Pengolahan Data

Untuk mencapai tujuan yang diharapkan diperlukan pengerjaan yang dibagi menjadi 3, yaitu analisa kebutuhan air bersih, analisa penyediaan air bersih, dan analisa biaya konstruksi. Adapun langkah – langkahnya adalah sebagai berikut:

No	Analisa	Keterangan
1.	Analisa Kebutuhan Air Bersih	<ul style="list-style-type: none"> • Melakukan perhitungan penduduk dengan proyeksi 20 tahun. • Perhitungan dimulai dengan perhitungan nilai standar deviasi dan koefisien korelasi. Kemudian dapat dipilih proyeksi penduduk yang paling mendekati kenyataan. • Perhitungan kebutuhan penduduk dengan membagi kebutuhan air menjadi 3 bagian, yaitu kebutuhan domestik, non domestik, dan kehilangan air.
2.	Analisa Penyediaan Air Bersih	<ul style="list-style-type: none"> • Melakukan perencanaan jaringan perpipaan pada wilayah studi. Perencanaan dimaksudkan untuk mengetahui kondisi hidrolis dari jaringan perpipaan yang telah direncanakan. • Melakukan running jaringan perpipaan dengan menggunakan <i>WaterCAD V8 XM Edition</i>. • Menganalisa hasil <i>WaterCAD V8 XM Edition</i> dengan standar jaringan distribusi air bersih.
3.	Analisa Biaya Konstruksi	<ul style="list-style-type: none"> • Menghitung biaya yang dikeluarkan dalam keseluruhan perencanaan jaringan distribusi air bersih.

3.3.3 Perlakuan Simulasi Program *WaterCad V8 XM Edition*

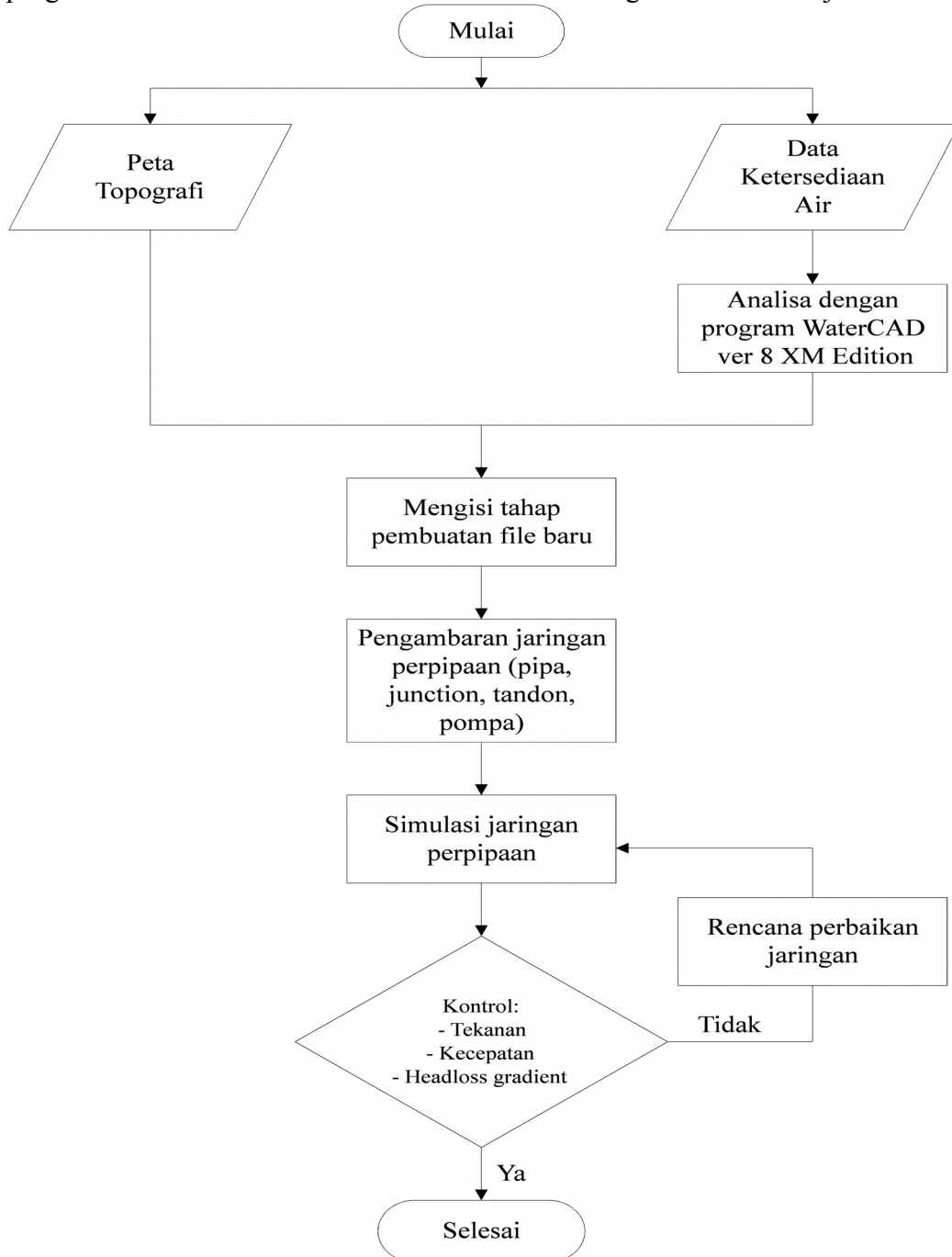
Analisis sistem jaringan pipa pada daerah Kabupaten Sumbawa Besar ini dilakukan berdasarkan data-data yang telah terkumpul. Untuk melakukan simulasi sistem jaringan pipa pada *WaterCad V8 XM Edition* diperlukan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Pembukaan dan penamaan file baru sistem jaringan pipa dalam format *WaterCad*.
2. Mengisi tahap pembuatan file baru sistem jaringan pipa:
 - a. Memilih rumus kehilangan tinggi tekan (*Hazen-Williams, Darcy Weisbach dan manning*) dimana dalam kajian ini nantinya akan dipilih rumus kehilangan tinggi tekan *Hazen-Williams*.

- b. Memilih metode penggambaran pipa (*schematic* dan *scalatic*) dimana dalam kajian ini dipilih metode penggambaran pipa secara *schematic* dengan latar belakang gambar pipa berupa peta situasi dan kontur daerah kajian.
 - c. Memodelkan komponen sistem jaringan distribusi air bersih pipa, titik simpul, pompa.
3. Menggambar sistem jaringan pipa
4. 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 yang diharapkan. Komponen-komponen jaringan distribusi air bersih mempunyai beberapa kata kunci dalam pemrogramannya, yaitu:
 1. *Pressure Pipe*, data pipa, nomer titik, titik simpul awal dan akhir, panjang, diameter, koefisien kekasaran serta bahan pipa.
 2. *Pressure Junction*, titik simpul, nomer titik, elevasi debit kebutuhan.
 3. *Tank*, data tandon, nomer identitas, elevasi dasar, dimensi tandon, elevasi HWL dan LWL.
 4. *Reservoir*, data sumber, elevasi, diasumsikan konstan.
 5. *Pump*, data pompa, elevasi, tinggi tekan, kapasitas pompa, nomer titik simpul awal dan akhir.
 6. *Valve*, data katup, diameter, jenis, koefisien kekasaran, nomer titik simpul awal dan akhir.
 7. *Compute*, melakukan proses simulasi.
 8. *Report*, hasil dari simulasi, titik simpul, pipa.

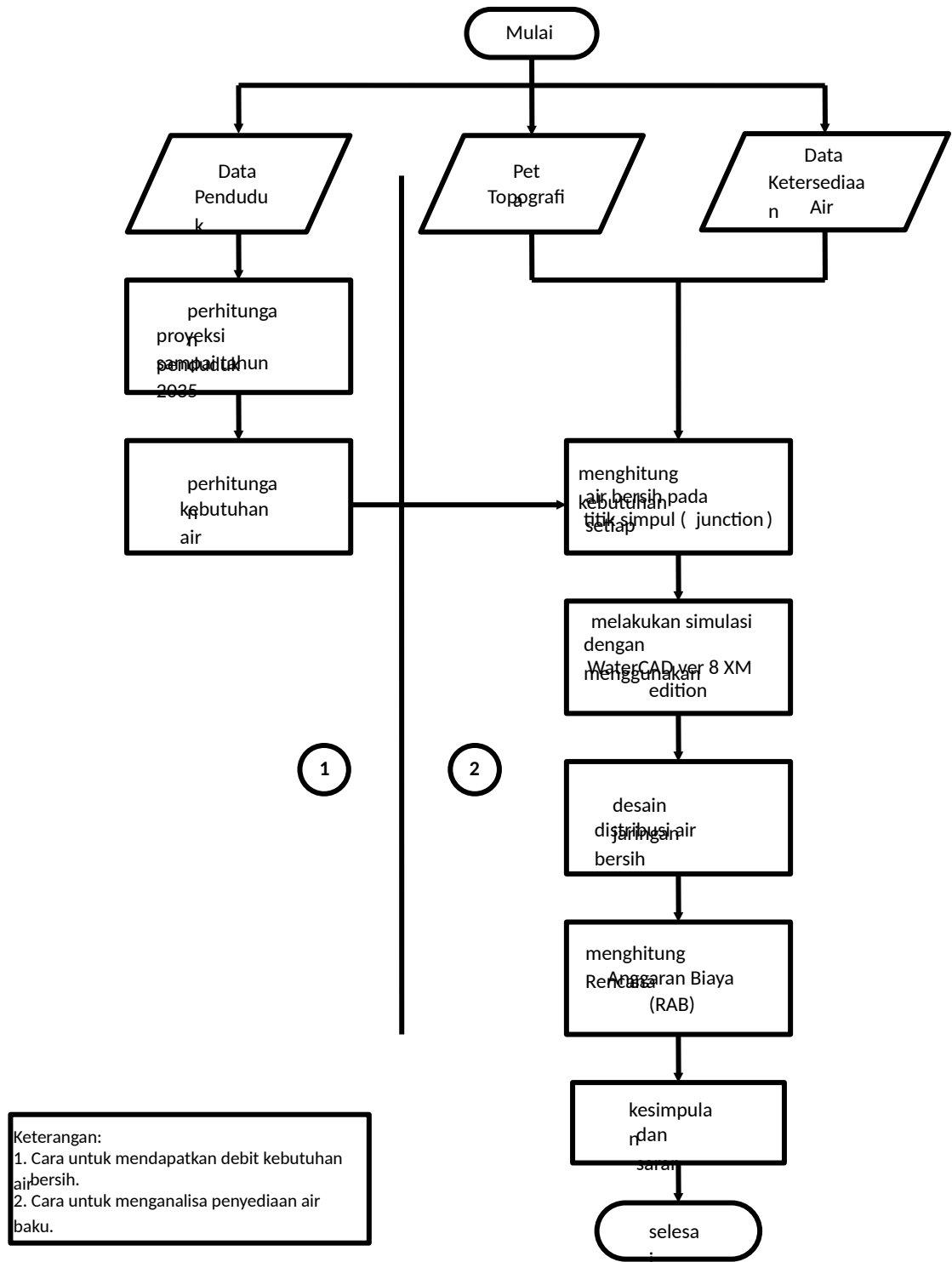
Jika hasil (*report*) yang didapat tidak sesuai/tidak memenuhi syarat maka akan dilakukan perubahan hingga didapat hasil yang sesuai.

Bagan alir perencanaan sistem penyediaan air bersih dengan simulasi program *WaterCAD V8 XM Edition* di Desa Bambang Kecamatan Wajak



Gambar 3.6 Bagan alir perencanaan sistem penyediaan air bersih

Berikut Metodologi Penelitian didalam penyelesaian skripsi yang dipaparkan didalam bagan alir.



Gambar 3.7 Diagram Alir Penyelesaian Skripsi

BAB IV

ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Umum

Dalam bab ini akan membahas mengenai perhitungan yang akan dilakukan guna mengkaji studi perencanaan jaringan distribusi air bersih di Desa Bambang Kecamatan Wajak Kabupaten Malang. Perhitungan awal yang dilakukan adalah menghitung proyeksi penduduk selama 20 tahun, yaitu dari tahun 2015 s/d tahun 2035. Dengan demikian akan diketahui jumlah penduduk sampai tahun 2035 serta analisa kemampuan pelayanan dan perhitungan kebutuhan air bersih (kebutuhan rata – rata, kebutuhan air maksimum, dan kebutuhan air pada jam puncak).

Dalam proses memproyeksikan jumlah penduduk ada data – data yang mempengaruhi hasil pada waktu menghitung proyeksi penduduk, yaitu :

1. Proyeksi jumlah penduduk harus sesuai dengan jumlah pertumbuhan atau penambahan penduduk, data di dapat dari kantor Desa Bambang atau dari BPS (Badan Pusat Statistik) di Kabupaten Malang.
2. Data pengembangan wilayah khususnya di Desa Bambang seperti terdapat pembangunan perumahan, pasar, dan lain - lain yang nantinya dapat mempengaruhi kebutuhan air bagi masyarakat dan proses perhitungan proyeksi penduduk di Desa Bambang.

Dari data yang didapat dari kantor Desa di wilayah Bambang, kedepannya tidak ada proses pembangunan yang mencakup wilayah besar seperti perumahan atau pasar – pasar dan yang lainnya. Sehingga di dalam proyeksi jumlah penduduk data yang dipakai yaitu jumlah pertumbuhan atau penambahan penduduk.

Pada proses Simulasi dengan program *WaterCAD V8 XM Edition* dapat dilakukan setelah semua data selesai di analisa. Hasil dari setiap simulasi akan ditinjau kembali. Apabila terdapat beberapa masalah, maka perubahan komponen sistem tersebut perlu dilakukan untuk mendapatkan hasil yang sesuai dengan perencanaan.

4.2 Proyeksi Penduduk

Perhitungan proyeksi penduduk dapat dilakukan dengan 3 metode, yaitu metode geometrik, metode aritmatik, dan metode eksponensial. Setelah diketahui hasil dari perhitungan masing-masing metode, ditentukan pula nilai dari standart deviasi dan koefisien korelasi (r) dari masing-masing metode, untuk menentukan

metode mana yang akan di pakai untuk menghitung proyeksi kebutuhan air. Kriteria penentuan metode proyeksi penduduk yang dipilih berdasarkan pada nilai koefisien korelasi yang terbesar mendekati +1.

Dalam Permen PU Tentang Penyelenggaraan Pengembangan SPAM Lampiran I, proyeksi penduduk dilakukan dalam jangka waktu 15-20 tahun kedepan dengan perhitungan dilakukan tiap jangka waktu 5 tahunan. Pada studi ini perhitungan proyeksi penduduk dilakukan sampai dengan 20 tahun kedepan mulai dari tahun 2015 sampai dengan tahun 2035.

Tabel 4.1 Data Jumlah Penduduk Desa Bambang

Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)	Pertambahan Penduduk	
		Jiwa	%
2010	3.889		
2011	3.915	26,00	0,655681184
2012	3.941	26,00	0,655681184
2013	3.967	26,00	0,655681184
2014	3.993	26,00	0,655681184
	Rerata	26,00	0,66

Sumber: Desa Bambang

4.2.1 Perhitungan Metode Proyeksi Penduduk

4.2.1.1 Proyeksi Penduduk Metode Geometrik

Perhitungan proyeksi pertumbuhan penduduk dengan menggunakan metode geometrik dihitung berdasarkan persamaan (2-1) dan tabel (4-2). Contoh perhitungan pertumbuhan penduduk Desa Bambang tahun 2035:

- Angka pertumbuhan penduduk (r) = 0,66%
- Tahun proyeksi (n) = 20
- Jumlah penduduk pada tahun akhir (P_n) = 3.967 (tahun 2013)

Maka perhitungan proyeksi jumlah penduduk untuk tahun 2035 adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 P_n &= P_0 (1 + r)^n \\
 &= 3.967 (1 + 0,0066)^{20} \\
 &= 4.585 \text{ jiwa}
 \end{aligned}$$

Dengan cara perhitungan yang sama, didapatkan pula hasil proyeksi jumlah penduduk hingga tahun 2035 yang disajikan pada tabel 4.2

Tabel 4.2 Proyeksi Pertumbuhan Penduduk Tahun 2015–2035 Metode Geometrik

No.	Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)
1	2015	4.020
2	2016	4.046
3	2017	4.073
4	2018	4.100
5	2019	4.127
6	2020	4.154
7	2021	4.181
8	2022	4.209
9	2023	4.237
10	2024	4.265
11	2025	4.293
12	2026	4.321
13	2027	4.350
14	2028	4.378
15	2029	4.407
16	2030	4.436
17	2031	4.466
18	2032	4.495
19	2033	4.525
20	2034	4.555
21	2035	4.585

Sumber: Hasil Perhitungan

4.2.1.2 Proyeksi Penduduk Metode Aritmatik

Perhitungan proyeksi pertumbuhan penduduk dengan menggunakan metode aritmatik dihitung berdasarkan persamaan (2-2) dan tabel (4-2). Contoh perhitungan pertumbuhan penduduk Desa Bambang tahun 2035:

- Angka pertumbuhan penduduk (r) = 0,66%
- Tahun proyeksi (n) = 20
- Jumlah penduduk pada tahun akhir (P_n) = 3.967 (tahun 2013)

Maka perhitungan proyeksi jumlah penduduk untuk tahun 2035 adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 P_n &= P_0 (1 + r .n) \\
 &= 3.967 (1 + (0,0066 .20)) \\
 &= 4.543 \text{ jiwa}
 \end{aligned}$$

Dengan cara perhitungan yang sama, didapatkan pula hasil proyeksi jumlah penduduk hingga tahun 2035 yang disajikan pada tabel 4.3

Tabel 4.3 Proyeksi Pertumbuhan Penduduk Tahun 2015–2035 Metode Aritmatrik

No.	Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)
1	2015	4.019
2	2016	4.046
3	2017	4.072
4	2018	4.098
5	2019	4.124
6	2020	4.150
7	2021	4.176
8	2022	4.203
9	2023	4.229
10	2024	4.255
11	2025	4.281
12	2026	4.307
13	2027	4.334
14	2028	4.360
15	2029	4.386
16	2030	4.412
17	2031	4.438
18	2032	4.464
19	2033	4.491
20	2034	4.517
21	2035	4.543

Sumber: Hasil Perhitungan

4.2.1.3 Proyeksi Penduduk Metode Eksponensial

Perhitungan proyeksi pertumbuhan penduduk dengan menggunakan metode aritmatik dihitung berdasarkan persamaan (2-3) dan tabel (4-2). Contoh perhitungan pertumbuhan penduduk Desa Bambang tahun 2035:

- Angka pertumbuhan penduduk (r) = 0,66%
- Tahun proyeksi (n) = 20
- Jumlah penduduk pada tahun akhir (P_0) = 3.967 (tahun 2013)
- Bilangan logaritmanatural (e) = 2,7182818

Maka perhitungan proyeksi jumlah penduduk untuk tahun 2035 adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 P_n &= P_0 \cdot e^{r \cdot n} \\
 &= 3967 \cdot 2,7182818^{(0,0066 \cdot 20)}
 \end{aligned}$$

= 4.587 jiwa

Dengan cara perhitungan yang sama pada setiap desa, didapatkan pula hasil proyeksi jumlah penduduk hingga tahun 2035 yang disajikan pada tabel 4.4

Tabel 4.4. Proyeksi Pertumbuhan Penduduk Tahun 2015–2035 Metode Eksponensial

No.	Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)
1	2015	4.020
2	2016	4.046
3	2017	4.073
4	2018	4.100
5	2019	4.127
6	2020	4.155
7	2021	4.182
8	2022	4.210
9	2023	4.238
10	2024	4.266
11	2025	4.294
12	2026	4.322
13	2027	4.351
14	2028	4.380
15	2029	4.409
16	2030	4.438
17	2031	4.467
18	2032	4.497
19	2033	4.527
20	2034	4.557
21	2035	4.587

Sumber: Hasil Perhitungan

Berikut ini adalah rekapitulasi hasil dari perhitungan proyeksi penduduk dengan metode geometrik, metode aritmatik, dan metode eksponensial.

Tabel 4.5 Proyeksi Pertumbuhan Penduduk Desa Bambang Tahun 2015–2035

No	Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)		
		Geometrik	Aritmatik	Eksponensial
1	2015	4.020	4.019	4.020
2	2016	4.046	4.046	4.046
3	2017	4.073	4.072	4.073

4	2018	4.100	4.098	4.100
5	2019	4.127	4.124	4.127
6	2020	4.154	4.150	4.155
7	2021	4.181	4.176	4.182
8	2022	4.209	4.203	4.210
9	2023	4.237	4.229	4.238
10	2024	4.265	4.255	4.266
11	2025	4.293	4.281	4.294
12	2026	4.321	4.307	4.322
13	2027	4.350	4.334	4.351
14	2028	4.378	4.360	4.380
15	2029	4.407	4.386	4.409
16	2030	4.436	4.412	4.438
17	2031	4.466	4.438	4.467
18	2032	4.495	4.464	4.497
19	2033	4.525	4.491	4.527
20	2034	4.555	4.517	4.557
21	2035	4.585	4.543	4.587

Sumber: Hasil Perhitungan

4.2.2 Uji Kesesuaian Metode Proyeksi

Dalam menentukan metode proyeksi penduduk yang mendekati kebenaran harus dilakukan uji kesesuaian proyeksi berdasarkan standar deviasi dan koefisien korelasi. Berikut merupakan tabel rekapitulasi uji kesesuaian 3 metode tersebut.

Tabel 4.6 Uji Kesesuaian Proyeksi Penduduk

No	Uji Kesesuaian	Metode		
		Geometri k	Aritmatik	Ekspensial
1.	Standart Deviasi	190,442	177,579	191,097
2.	Koefisien Korelasi	0,95134	0,94907	0,95135

Sumber: Hasil Perhitungan

Berdasarkan perhitungan uji kesesuaian proyeksi penduduk, metode aritmatik yang mendekati kebenaran karena memiliki standar deviasi terkecil dan koefisien korelasi mendekati 1. Metode tersebut akan digunakan untuk menghitung proyeksi penduduk selama 20 tahun. Perlu diperhatikan bahwa studi ini hanya terbatas pada lingkup Desa.

Studi ini terfokus pada Desa Bambang, Kecamatan Wajak, Kabupaten Malang. Berdasarkan dari data BPS (Badan Pusat Stastitik) pada tahun 2013, untuk Desa Bambang sendiri jumlah penduduknya sebanyak 3967

jiwa (1023 KK) dengan jumlah penduduk laki-laki sebesar 2020 jiwa dan jumlah penduduk perempuan sebesar 1947 jiwa dengan kepadatan penduduk desanya sebanyak 1228 jiwa/km².

Pada perencanaan ini diasumsikan 1 (satu) KK terdapat 5 jiwa penduduk. Sehingga jumlah penduduk wilayah studi didapatkan 1450 jiwa penduduk. Jumlah penduduk inilah yang nantinya digunakan dalam perhitungan proyeksi penduduk.

Dari tabel aritmatik 4.3 di atas, dapat diketahui bahwa proyeksi penduduk selama 20 tahun dapat diketahui jumlahnya sebanyak 4543 jiwa penduduk yang nantinya digunakan sebagai dasar dalam perhitungan kebutuhan air bersih.

4.3 Perhitungan Kebutuhan Air Bersih

Perhitungan kebutuhan air bersih di wilayah studi dapat dianalisa sebagai berikut.

1. Parameter yang ditetapkan merupakan data untuk dasar perhitungan.

a. Faktor Pemakaian

Besarnya pemakaian air pada daerah studi berbeda pada setiap jamnya, hal ini dikarenakan terjadinya fluktuasi pada setiap jam yang dipengaruhi oleh pemakaian/faktor beban konsumen.

Dalam perhitungan proyeksi kebutuhan air baku ini didapat:

- Kebutuhan air rata-rata = Kebutuhan domestik + Kebutuhan non domestik
- Kebutuhan air maksimum = 1,15 x Kebutuhan air rata-rata
- Kebutuhan jam puncak = 1,56 x Kebutuhan air rata-rata

Sesuai dengan Grafik Fluktuasi Pemakaian Air Harian Ditjen Cipta Karya.

Jam	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
LF	0,31	0,37	0,45	0,64	1,15	1,4	1,53	1,56	1,42	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

b. Tingkat kehilangan air akibat kebocoran sebesar 15%. Kehilangan air merupakan besar air yang hilang selama proses pendistribusian air. Berdasarkan Permen PU Tentang Penyelenggaraan Pengembangan SPAM kehilangan air karena faktor teknis maksimal sebesar 25% dan faktor non teknis mendekati nol.

- c. Kebutuhan domestik di daerah pelayanan adalah 60 liter/jiwa/hari. Nilai ini diambil berdasarkan karakteristik penduduk di lokasi studi yang sebagian besar bermata pencaharian sebagai buruh dan petani. Dan juga didukung dengan tabel 2.1. (kategori pelayanan air minum) untuk desa kecil dengan penduduk antara 3000 – 10.000 jiwa.
 - d. Kebutuhan non domestik
Kebutuhan non domestik ditujukan untuk berbagai fasilitas umum, berdasarkan permen PU Tentang Penyelenggaraan Pengembangan SPAM tingkat pelayanan air untuk kebutuhan non domestik sebesar 15% dari kebutuhan domestik.
2. Proyeksi Kebutuhan Air 100% Terlayani.
 - a. Proyeksi jumlah penduduk pada tahun 2035 adalah 4543 jiwa.
 - b. Tingkat pelayanan 100%
 - c. Jumlah penduduk berdasarkan tingkat pelayanan
 $= 100\% \times 4543$
 $= 4543 \text{ jiwa}$
 3. Kebutuhan air bersih
 - a. Kebutuhan domestik
 $= \text{jumlah penduduk terlayani} \times \text{kebutuhan air bersih daerah layanan}$

$$= \frac{4543 \times 60}{86400}$$

$$= 3,16 \text{ liter/dtk}$$
 - b. Kebutuhan non domestik
 $= 15\% \times \text{kebutuhan domestik}$
 $= 0,15 \times 3,16$
 $= 0,47 \text{ liter/dtk}$
 - c. Kehilangan air akibat kebocoran
 $= 15\% \times (\text{kebutuhan domestik} + \text{kebutuhan non domestik})$
 $= 0,15 \times (3,16 + 0,47)$
 $= 0,54 \text{ liter/dtk}$
 - d. Kebutuhan air rata – rata (dengan kebocoran 15%)
 $= \text{kebutuhan domestik} + \text{kebutuhan non domestik} + \text{kehilangan air akibat kebocoran}$
 $= 3,16 + 0,47 + 0,54$
 $= 4,17 \text{ liter/dtk}$
 - e. Kebutuhan harian maksimum
 $= \text{kebutuhan air rata – rata} \times 1,15$
 $= 4,17 \times 1,15$
 $= 4,80 \text{ liter/dtk}$
 - f. Kebutuhan jam puncak
 $= \text{kebutuhan air rata – rata} \times 1,56$
 $= 4,17 \times 1,56$
 $= 6,51 \text{ liter/dtk}$

Berikut ini merupakan tabel rekapitulasi perhitungan kebutuhan air bersih.

Tabel 4.7 Perhitungan Kebutuhan Air Bersih Kelurahan Mulyorejo 100 % Terlayani

No	Uraian	Satuan	Tahun				
			2015	2020	2025	2030	2035
1	Jumlah penduduk total	Jiwa	4.019	4.150	4.281	4.412	4.543
2	Jumlah jiwa / Rumah	Jiwa	5	5	5	5	5
3	Jumlah Rumah	Unit Rumah	804	830	856	882	909
4	prosentase jumlah SR	%	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
5	Jumlah SR	Unit Rumah	804	830	856	882	909
6	Kebutuhan air untuk tiap 1 orang per hari	lt/hr/org	60	60	60	60	60
7	Kebutuhan air domestic	lt/hari	241200	249000	256800	264600	272700
		lt/detik	2,79	2,88	2,97	3,06	3,16
8	Kebutuhan air non domestik = 15% Keb. Domestik	lt/detik	0,42	0,43	0,45	0,46	0,47
9	Kebutuhan air baku rata-rata (dengan kebocoran 15%)	lt/detik	3,69	3,81	3,93	4,05	4,17
		m ³ /hari	318,99	329,30	339,62	349,93	360,65
		m ³ /bulan	9569,61	9879,08	10188,54	10498,01	10819,37
		juta m ³ /tahun	0,12	0,12	0,12	0,13	0,13
10	Kebutuhan harian maksimum = 1,15 x kebutuhan air baku	lt/detik	4,25	4,38	4,52	4,66	4,80
11	Kebutuhan air pada jam puncak = 1,56 x kebutuhan air baku	lt/detik	5,76	5,95	6,13	6,32	6,51

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 4.8 Rekap Hasil Perhitungan Air Bersih

Desa	Debit Ketersediaan l/dtk	Kebutuhan Air Baku		
		Rata – rata	Harian Maksimum	Jam Puncak
		l/dtk	l/dtk	l/dtk
Bambang	5	4,17	4,80	6,51

Sumber: Hasil Perhitungan

Berdasarkan dari hasil perhitungan kebutuhan air yang telah dilakukan, didapatkan total debit yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan di Desa Bambang sampai tahun 2035 dengan pelayanan 100% pada jam puncak sebesar 6,51 lt/dtk. Dengan debit yang tersedia sebesar 5 lt/dtk.

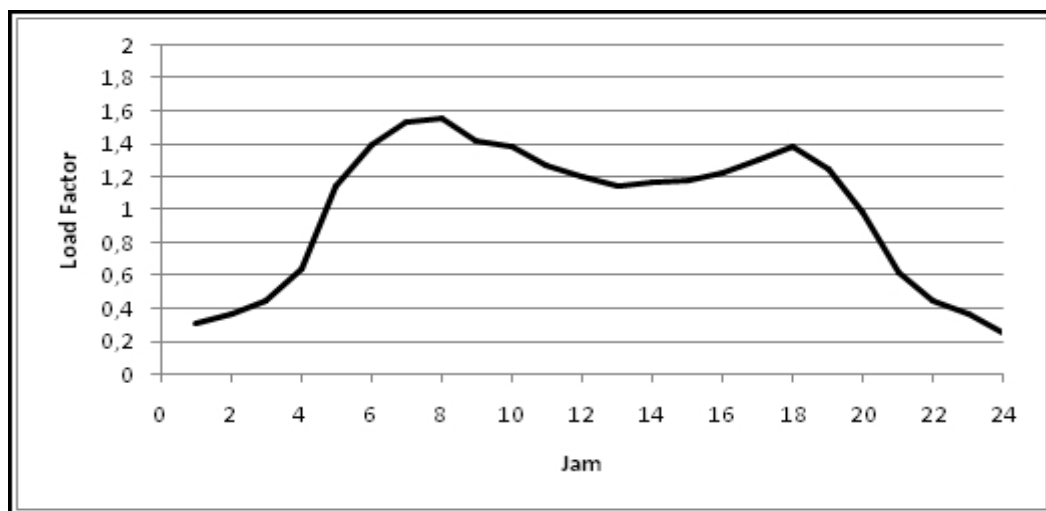
4.4 Perhitungan Fluktuasi Kebutuhan Air Bersih

Fungsi dari suatu sistem jaringan distribusi air bersih adalah untuk menyediakan besarnya kebutuhan bagi konsumen dengan tekanan yang cukup pada berbagai macam kondisi permintaan.

Kondisi permintaan pada studi ini didefinisikan sebagai fluktuasi dari kebutuhan harian di suatu titik simpul (debit pembebanan) yang diakibatkan oleh suatu urutan corak perubahan kebutuhan sepanjang hari, kebutuhan puncak harian dan adanya kebutuhan krisis ketika terjadi kerusakan pada pipa.

Kriteria dan asumsi yang dipakai untuk mengevaluasi adanya variasi debit pembebanan di setiap titik simpul pada studi ini adalah sebagai berikut:

- a. Corak variasi kebutuhan air bersih harian yang terjadi pada titik simpul dihitung dengan metode pendekatan penelitian corak fluktuasi kebutuhan air bersih harian yang dilakukan oleh Ditjen Cipta Karya Departemen PU (Anonim, 1994:24) seperti yang disajikan pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Fluktuasi Pemakaian Air Harian

Sumber: (Anonim, 1994:24)

Dari kurva fluktuasi kebutuhan pemakaian air bersih harian hasil penelitian Ditjen Cipta Karya yang disajikan pada Gambar 4.1 tersebut dapat diketahui besarnya faktor pengali tiap jam terhadap nilai kebutuhan rerata sistem sebagai berikut:

Tabel 4.9 Faktor Pengali (*load factor*) Kebutuhan Titik Simpul

Jam	Load Factor	Jam	Load Factor
1	0,31	13	1,14
2	0,37	14	1,17
3	0,45	15	1,18
4	0,64	16	1,22
5	1,15	17	1,31
6	1,4	18	1,38
7	1,53	19	1,25
8	1,56	20	0,98
9	1,42	21	0,62
10	1,38	22	0,45
11	1,27	23	0,37
12	1,2	24	0,25

Sumber: (Grafik fluktuasi pemakaian air bersih oleh Ditjen Cipta Karya
Departemen PU)

- b. Variasi kebutuhan air akibat kebutuhan puncak harian yang terjadi pada titik simpul dengan pendekatan faktor kebutuhan air puncak (*peak factor*) pada sistem distribusi air bersih diasumsikan sudah terwakili dalam corak fluktuasi kebutuhan air bersih harian dengan metode pendekatan hasil penelitian Ditjen Cipta Karya tersebut.

4.5 Perencanaan Sistem Distribusi Air Bersih

Perencanaan jaringan pipa distribusi air bersih ini direncanakan dengan tidak menggunakan jaringan yang sudah ada atau jaringan eksisting, melainkan pembuatan jaringan awal dari sumber air tanah. Dengan adanya pembuatan jaringan dari awal ini diharapkan dapat memanfaatkan secara optimal kapasitas sumber yang telah tersedia, dan diharapkan mampu melayani kebutuhan penduduk.

Adapun sebagai kriteria perencanaan jaringan pipa pada sistem distribusi air bersih dapat dikatakan memenuhi syarat atau tidak adalah sebagai berikut

- Tekanan yang terdapat di titik simpul (*junction*) 0,5 – 16 atm.
- Kecepatan dalam pipa 0,01 – 4,5 m/dt.
- Kemiringan garis hidrolis (*headloss gradien*) 0 - 15 m/km.

Apabila tekanan yang terjadi tidak sesuai dengan syarat perencanaan sistem jaringan distribusi air bersih maka dapat dilakukan perbaikan jaringan pipa dengan kondisi:

1. Tekanan kurang dari 0,5 atm, dilakukan perbaikan dengan cara:
 - Penggantian pipa dengan diameter yang lebih besar
 - Menaikan tinggi tandon

2. Tekanan lebih besar 16 atm, dilakukan perbaikan dengan cara:
 - Pembuatan bak pelepas tekan
 - Pemasangan *Pressure Reducer Valve* (PRV)
 - Menurunkan tinggi tandon

4.5.1 Sistem Pengolahan Data

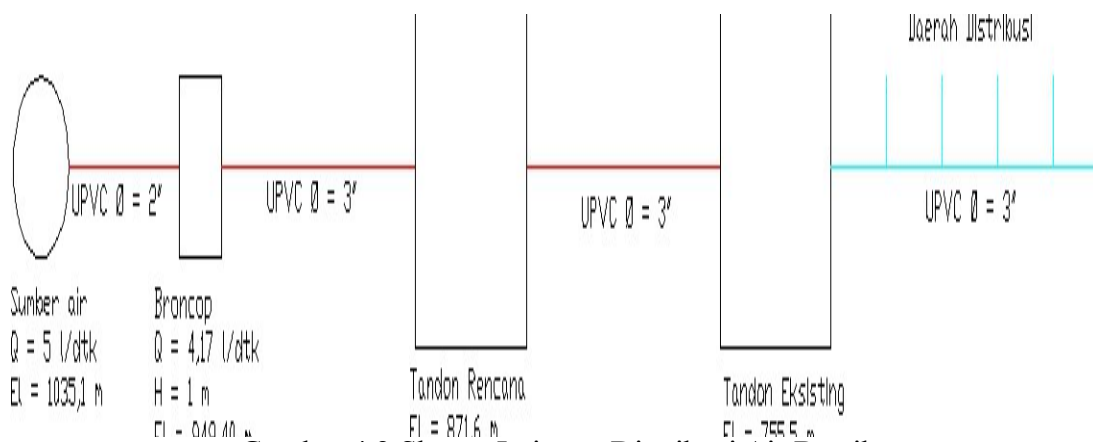
Tahapan awal pengerjaan jaringan distribusi air bersih pada lokasi studi dilakukan dengan melihat kondisi topografi wilayah. Hal ini untuk memudahkan dalam perletakan *reservoir*, tandon, *junction*, dan pipa.

Setelah selesai memasukkan background layer dilanjutkan memasang titik – titik pada setiap komponen (*reservoir*, tandon, *junction*, pipa).

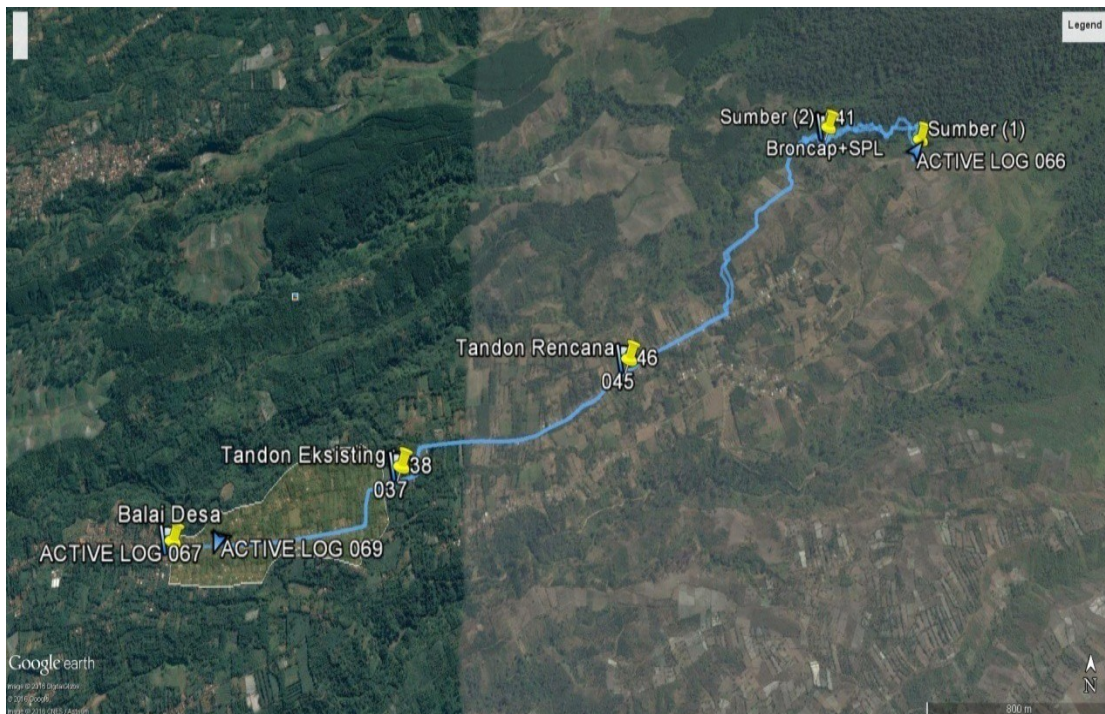
Untuk pembuatan jaringan distribusi air bersih, dilanjutkan dengan memasukkan data elevasi dan *demand* (kebutuhan) setiap wilayah pada setiap akhir *junction*. Pipa yang digunakan dalam studi ini adalah pipa UPVC.

4.5.2 Analisa Penyediaan Air Bersih

Studi ini direncanakan dengan menggunakan pipa 2' dan 3' untuk mendapatkan perencanaan dan pola operasi yang sesuai dengan kondisi daerah studi.



Gambar 4.2 Skema Jaringan Distribusi Air Bersih



Gambar 4.3 Skema layout Jaringan Distribusi Air Bersih

Sumber: Hasil Investigasi lapangan

4.5.3 Perencanaan Tandon

Fungsi tandon adalah untuk memenuhi kebutuhan akibat naik turunnya pemakaian air yang akan dilirkan dalam sistem distribusi. Dimensi tandon direncanakan secara coba-coba sehingga didapat dimensi dengan kapasitas yang efektif. Berikut merupakan rencana kapasitas tandon yang akan dipakai:

H minumum	= 0,150 m
H <i>initial</i>	= 2,000 m
Panjang	= 5,500 m
Lebar	= 5,500 m
H jagaan	= 0,250 m

Reservoir digunakan untuk melayani daerah layanan Desa Bambang Kecamatan Wajak, direncanakan dengan volume total 65,040 m³. Inflow debit yang masuk ke dalam reservoir sebesar 5 l/dtk debit yang mampu dikeluarkan menuju ke daerah layanan adalah sebesar 4,17 l/dtk. Hal tersebut adalah untuk menghindari desain dimensi reservoir yang terlalu besar dan mengembalikan kondisi air yang penuh seperti pada saat awal operasi sehingga operasi reservoir dapat berlangsung terus menerus selama 24 jam setiap hari. Kondisi air dalam reservoir dapat dilihat pada tabel dan grafik simulasi di bawah.

Tabel 4.10 Kondisi Muka Air dalam Tandon

Jam ke	Multiplier (faktor beban konsumen)	Continuous Multipliers	Inflow	Outflow Desa layanan	Net Inflow	Net Inflow	Vol. Inflow/jam	Vol. Outflow/jam	Kumulatif Vol. inflow	Kumulatif Vol. Outflow	Volume air eff dalam tandon	Volume air Tot. Dalam Tandon	Tinggi Air Dalam Tandon
			l/det	l/det	l/det	m ³	m ³	m ³	m ³ /jam	m ³ /jam	m ³	m ³	m
0.00	0.25	0.28	5.00	1.17	3.83	13.80	18.00	4.20	18.00	4.20	60.50	65.04	2.15
1.00	0.31	0.34	5.00	1.42	3.58	12.90	18.00	5.10	36.00	9.31	60.50	65.04	2.15
2.00	0.37	0.41	5.00	1.71	3.29	11.85	18.00	6.15	54.00	15.46	60.50	65.04	2.15
3.00	0.45	0.55	5.00	2.27	2.73	9.82	18.00	8.18	72.00	23.64	60.50	65.04	2.15
4.00	0.64	0.90	5.00	3.73	1.27	4.56	18.00	13.44	90.00	37.08	60.50	65.04	2.15
5.00	1.15	1.28	5.00	5.32	-0.32	-1.14	18.00	19.14	108.00	56.22	60.50	65.04	2.15
6.00	1.40	1.47	5.00	6.11	-1.11	-3.99	18.00	21.99	126.00	78.21	59.36	63.90	2.11
7.00	1.53	1.55	5.00	6.44	-1.44	-5.19	18.00	23.19	144.00	101.41	55.37	59.90	1.98
8.00	1.56	1.49	5.00	6.21	-1.21	-4.37	18.00	22.37	162.00	123.77	50.17	54.71	1.81
9.00	1.42	1.40	5.00	5.84	-0.84	-3.02	18.00	21.02	180.00	144.79	45.81	50.34	1.66
10.00	1.38	1.33	5.00	5.53	-0.53	-1.89	18.00	19.89	198.00	164.68	42.79	47.33	1.56
11.00	1.27	1.24	5.00	5.15	-0.15	-0.54	18.00	18.54	216.00	183.22	40.90	45.44	1.50
12.00	1.20	1.17	5.00	4.88	0.12	0.44	18.00	17.56	234.00	200.79	40.36	44.90	1.48
13.00	1.14	1.16	5.00	4.82	0.18	0.66	18.00	17.34	252.00	218.12	40.79	45.33	1.50
14.00	1.17	1.18	5.00	4.90	0.10	0.36	18.00	17.64	270.00	235.76	41.46	45.99	1.52
15.00	1.18	1.20	5.00	5.00	0.00	-0.01	18.00	18.01	288.00	253.78	41.82	46.35	1.53
16.00	1.22	1.27	5.00	5.28	-0.28	-0.99	18.00	18.99	306.00	272.77	41.80	46.34	1.53
17.00	1.31	1.35	5.00	5.61	-0.61	-2.19	18.00	20.19	324.00	292.96	40.81	45.35	1.50
18.00	1.38	1.32	5.00	5.48	-0.48	-1.74	18.00	19.74	342.00	312.70	38.62	43.16	1.43
19.00	1.25	1.12	5.00	4.65	0.35	1.26	18.00	16.74	360.00	329.44	36.88	41.42	1.37
20.00	0.98	0.80	5.00	3.34	1.66	5.99	18.00	12.01	378.00	341.45	38.14	42.68	1.41
21.00	0.62	0.54	5.00	2.23	2.77	9.97	18.00	8.03	396.00	349.48	44.13	48.67	1.61
22.00	0.45	0.41	5.00	1.71	3.29	11.85	18.00	6.15	414.00	355.63	54.10	58.64	1.94
23.00	0.37	0.31	5.00	1.29	3.71	13.35	18.00	4.65	432.00	360.29	60.50	65.04	2.15
24.00	0.25	0.28	5.00	1.17	3.83	13.80	18.00	4.20	450.00	364.49	60.50	65.04	2.15

Jumlah 24.00 120 100.080

Dimensi tandon yang direncanakan:

H min =	0.150	m	H jagaan =	0.250	m
H initial =	2.000	m	H Total =	2.400	m
H max =	2.000	m	Vol. eff =	60.500	m ³
Panjang =	5.500	m	Vol. mati =	4.538	m ³
Lebar =	5.500	m	Vol. Tot =	65.038	m ³
Area =	30.250	m ²			

min 1
sen 1

Sumber: Hasil Perhitungan

Berikut ini merupakan Contoh perhitungan kondisi muka air dalam tandon pada jam 00.00

Diketahui : - panjang tandon = 5,5 m
 - lebar tandon = 5,5 m
 - H_{maks} = 2,0 m
 - H_{mati} = 0,150 m

Ditanyakan : - Berapa volume air total dalam tandon air yang direncanakan ?
 - Berapa tinggi air dalam tandon air yang direncanakan ?

Penyelesaian :

- Luas = Panjang x Lebar
 = 5,5 x 5,5
 = 30,250 m²
- Volume Effektif = (Panjang x Lebar) x H_{maks}
 = (5,5 x 5,5) x 2,000
 = 60,500 m³
- Volume Mati = (Panjang x Lebar) x H_{mati}
 = (5,5 x 5,5) x 0,150
 = 4,538 m³
- Volume Total = Volume Effektif + Volume Mati
 = 60,500 + 4,538
 = 65,038 m³
- *Outflow* = *Continuous Multipliers* x Inflow
 = 0,28 x 5,00
 = 1,17 lt/det
- *Net Inflow* = *Inflow* – *Outflow*
 = 5,00 – 1,17
 = 3,83 lt/det
- *Net Inflow* (m³/jam) = $\frac{(Net\ Inflow\ x\ 3600)}{1000}$
 = $\frac{(3,83\ x\ 3600)}{1000}$
 = 13,80 m³/jam

- Volume *Inflow* = $\frac{(Inflow \times 3600)}{1000}$

$$= \frac{(5 \times 3600)}{1000}$$

$$= 18 \text{ m}^3$$
- Volume *Outflow* = $\frac{(Outflow \times 3600)}{1000}$

$$= \frac{(1,17 \times 3600)}{1000}$$

$$= 4,20 \text{ m}^3$$
- Volume Air Total Dalam Tandon = Vol. Air Eff. Dalam Tandon + Vol. Mati

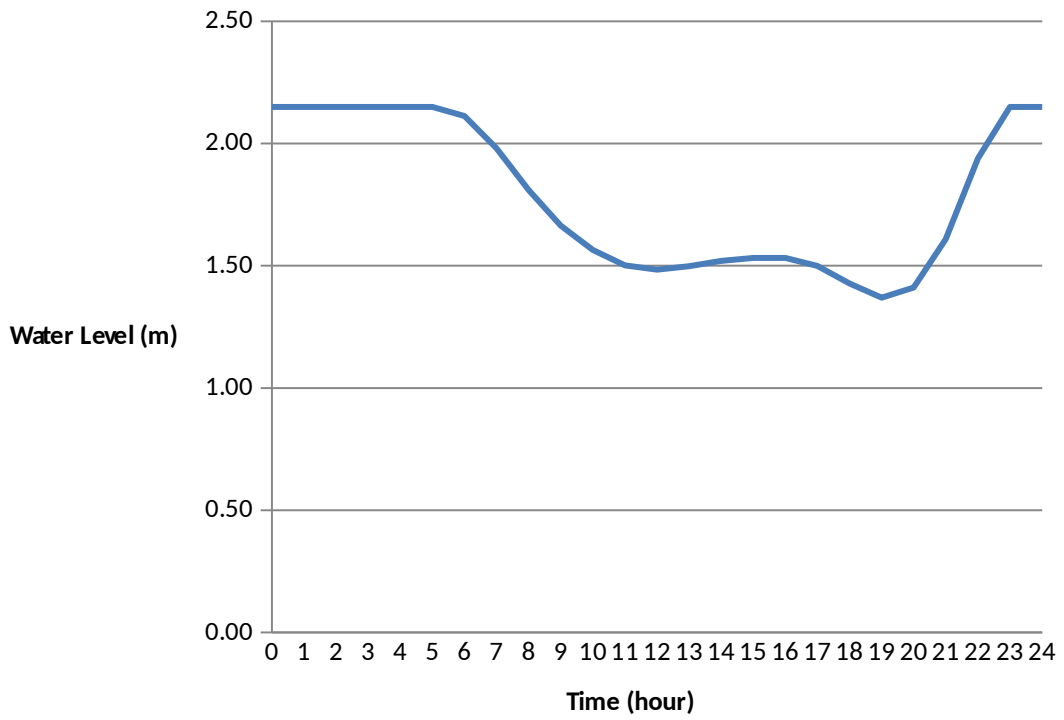
$$= 60,500 + 4,538$$

$$= 65,040 \text{ m}^3$$
- Tinggi Air Dalam Tandon = $\frac{Volume \text{ Air Total Dalam Tandon}}{Luas}$

$$= \frac{65,040}{30,250}$$

$$= 2,15 \text{ m}$$

Jadi pada jam 00.00 volume air total dalam tandon sebesar 65,040 m³ dan tinggi muka air dalam tandon setinggi 2,15 m.



= 2,150 m

Gambar 4.4 Grafik Fluktuasi Muka Air dalam Tandon

Sumber: Hasil Perhitungan

4.6 Hasil Simulasi Program *WaterCAD V8 XM Edition* pada Junction dan Pipa

Junction merupakan titik bayangan yang berguna sebagai titik kontrol dalam perencanaan. Data yang diperlukan adalah data elevasi dan data kebutuhan air penduduk. Penempatan patok junction ini berjarak 50 m. Berikut ini sebaran junction pada daerah studi:

4.6.1 Simulasi Program *WaterCAD V8 XM Edition* pada Junction

Tabel 4.11 Hasil Simulasi Program *WaterCAD V8 XM Edition* pada Junction

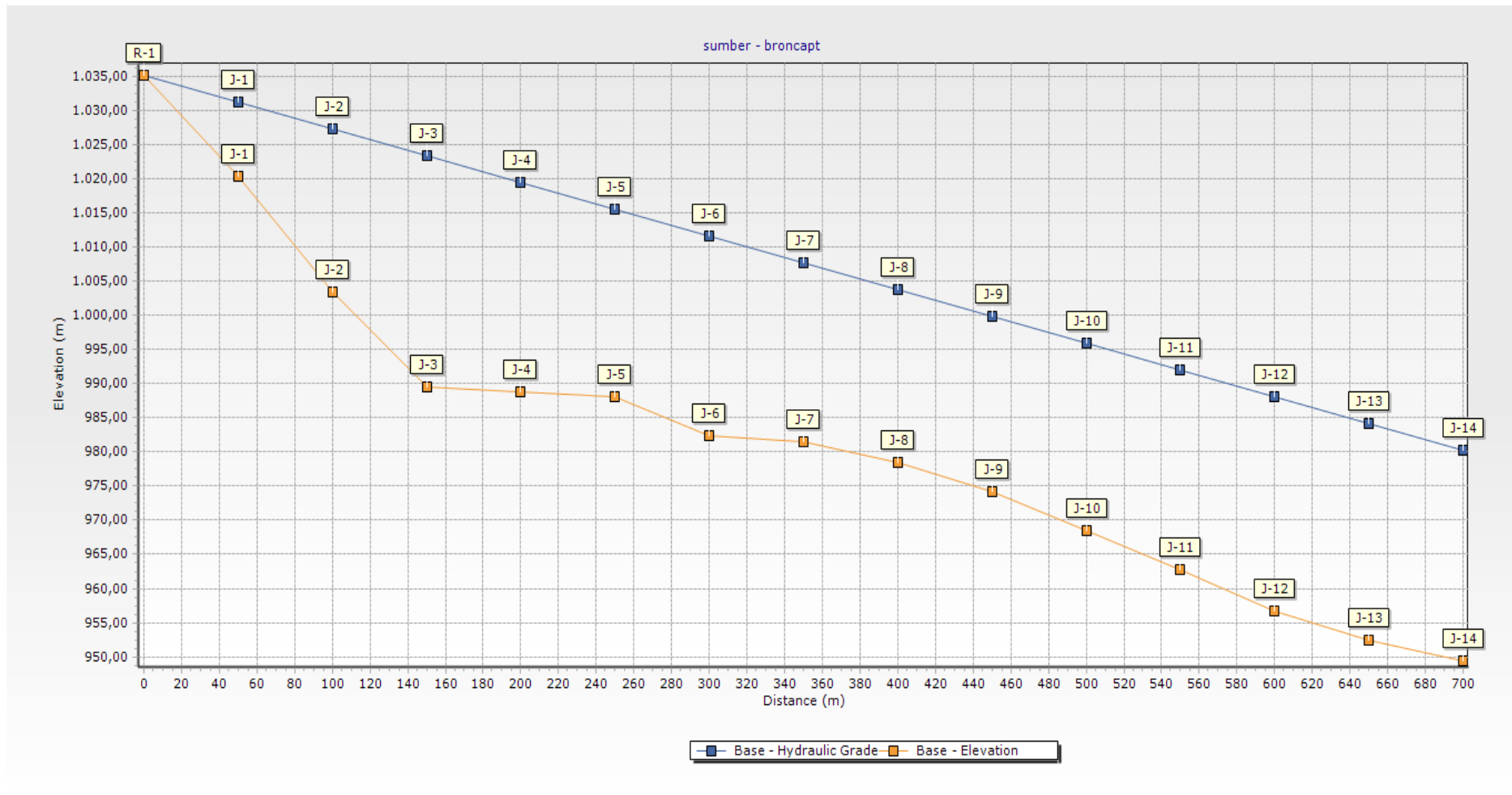
Label	Elevation (m)	Hydraulic Grade (m)		Pressure (kg/cm ²)	
		00.00	07.00	00.00	07.00
R-1	1.035,1				
J-1	1.020,30	1.031,1 8	1.031,1 8	1	1
J-2	1.003,40	1.027,2 6	1.027,2 6	2	2
J-3	989,50	1.023,3 4	1.023,3 4	3	3
J-4	988,80	1.019,4 3	1.019,4 3	3	3
J-5	988,00	1.015,5 1	1.015,5 1	3	3
J-6	982,40	1.011,5 9	1.011,5 9	3	3
J-7	981,50	1.007,6 7	1.007,6 7	3	3
J-8	978,50	1.003,7 5	1.003,7 5	2	2
J-9	974,20	999,83	999,83	3	3
J-10	968,40	995,92	995,92	3	3
J-11	962,80	992	992	3	3
J-12	956,70	988,08	988,08	3	3
J-13	952,40	984,16	984,16	3	3
J-14	949,40	980,24	980,24	3	3
J-15	943,50	949,29	949,29	1	1
J-16	932,00	949,16	949,16	2	2
J-17	929,50	949,02	949,02	2	2
J-18	929,50	948,89	948,89	2	2
J-19	928,20	948,76	948,76	2	2
J-20	928,90	948,62	948,62	2	2
J-21	919,20	948,49	948,49	3	3
J-22	912,30	948,35	948,35	4	4
J-23	908,10	948,22	948,22	4	4
J-24	906,40	948,09	948,09	4	4
J-25	904,90	947,95	947,95	4	4
J-26	916,10	947,82	947,82	3	3

Label	Elevation (m)	Hydraulic Grade (m)		Pressure (kg/cm ²)	
		00.00	07.00	00.00	07.00
J-27	929,10	947,68	947,68	2	2
J-28	933,10	947,55	947,55	1	1
J-29	934,80	947,42	947,42	1	1
J-30	927,20	947,28	947,28	2	2
J-31	922,40	947,15	947,15	2	2
J-32	917,80	947,02	947,02	3	3
J-33	914,10	946,88	946,88	3	3
J-34	914,00	946,75	946,75	3	3
J-35	910,40	946,61	946,61	4	4
J-36	910,80	946,48	946,48	3	3
J-37	910,60	946,35	946,35	3	3
J-38	912,80	946,21	946,21	3	3
J-39	908,30	946,08	946,08	4	4
J-40	905,50	945,94	945,94	4	4
J-41	900,20	945,81	945,81	4	4
J-42	895,20	945,68	945,68	5	5
J-43	889,40	945,54	945,54	5	5
J-44	886,20	945,41	945,41	6	6
J-45	884,40	945,27	945,27	6	6
J-46	882,40	945,14	945,14	6	6
J-47	880,8	945,01	945,01	6	6
J-48	878,5	944,87	944,87	6	6
J-49	875,4	944,74	944,74	7	7
J-50	871,6	944,6	944,6	7	7
J-51	867,3	871,5	871,5	0	0
J-52	863,4	871,36	871,36	1	1
J-53	859,2	871,23	871,23	1	1
J-54	855,1	871,09	871,09	2	2
J-55	851,9	870,96	870,96	2	2
J-56	849,1	870,83	870,83	2	2
J-57	846	870,69	870,69	2	2
J-58	842,8	870,56	870,56	3	3
J-59	838,5	870,42	870,42	3	3
J-60	834,3	870,29	870,29	4	4
J-61	831,2	870,16	870,16	4	4
J-62	827,4	870,02	870,02	4	4
J-63	823,9	869,89	869,89	5	5
J-64	821,6	869,75	869,75	5	5
J-65	819,3	869,62	869,62	5	5
J-66	816,5	869,49	869,49	5	5
J-67	812,7	869,35	869,35	6	6
J-68	807,8	869,22	869,22	6	6
J-69	802,6	869,08	869,08	7	7

Label	Elevation (m)	Hydraulic Grade (m)		Pressure (kg/cm ²)	
		00.00	07.00	00.00	07.00
J-70	797,2	868,95	868,95	7	7
J-71	793,2	868,82	868,82	7	7
J-72	789,3	868,68	868,68	8	8
J-73	788,5	868,55	868,55	8	8
J-74	787,6	868,42	868,42	8	8
J-75	785	868,28	868,28	8	8
J-76	784,2	868,15	868,15	8	8
J-77	783,5	868,01	868,01	8	8
J-78	781,6	867,88	867,88	8	8
J-79	778,7	867,75	867,75	9	9
J-80	775,5	867,61	867,61	9	9
J-81	773,6	775,5	775,43	0	0
J-82	771,8	775,49	775,34	0	0
J-83	770,1	775,49	775,25	1	1
J-84	767,1	775,49	775,16	1	1
J-85	764,5	775,48	775,08	1	1
J-86	761,8	775,48	774,99	1	1
J-87	757,6	775,47	774,9	2	2
J-88	755,6	775,47	774,81	2	2
J-89	753,8	775,47	774,72	2	2
J-90	750,5	775,47	774,71	2	2
J-91	747,5	775,46	774,62	3	3
J-92	744,7	775,46	774,54	3	3
J-93	742,1	775,35	771,92	3	3
J-94	740	775,24	769,3	3	3
J-95	737,2	775,13	766,69	4	3
J-96	734,4	775,02	764,07	4	3
J-97	731,1	774,91	761,46	4	3
J-98	727,7	774,8	758,84	5	3
J-99	724	774,68	756,22	5	3
J-100	720,4	774,57	753,61	5	3
J-101	717,3	774,46	750,99	6	3
J-102	714,4	774,35	748,38	6	3
J-103	711,7	774,24	745,76	6	3
J-104	709	774,13	743,14	6	3
J-105	706,1	774,02	740,53	7	3

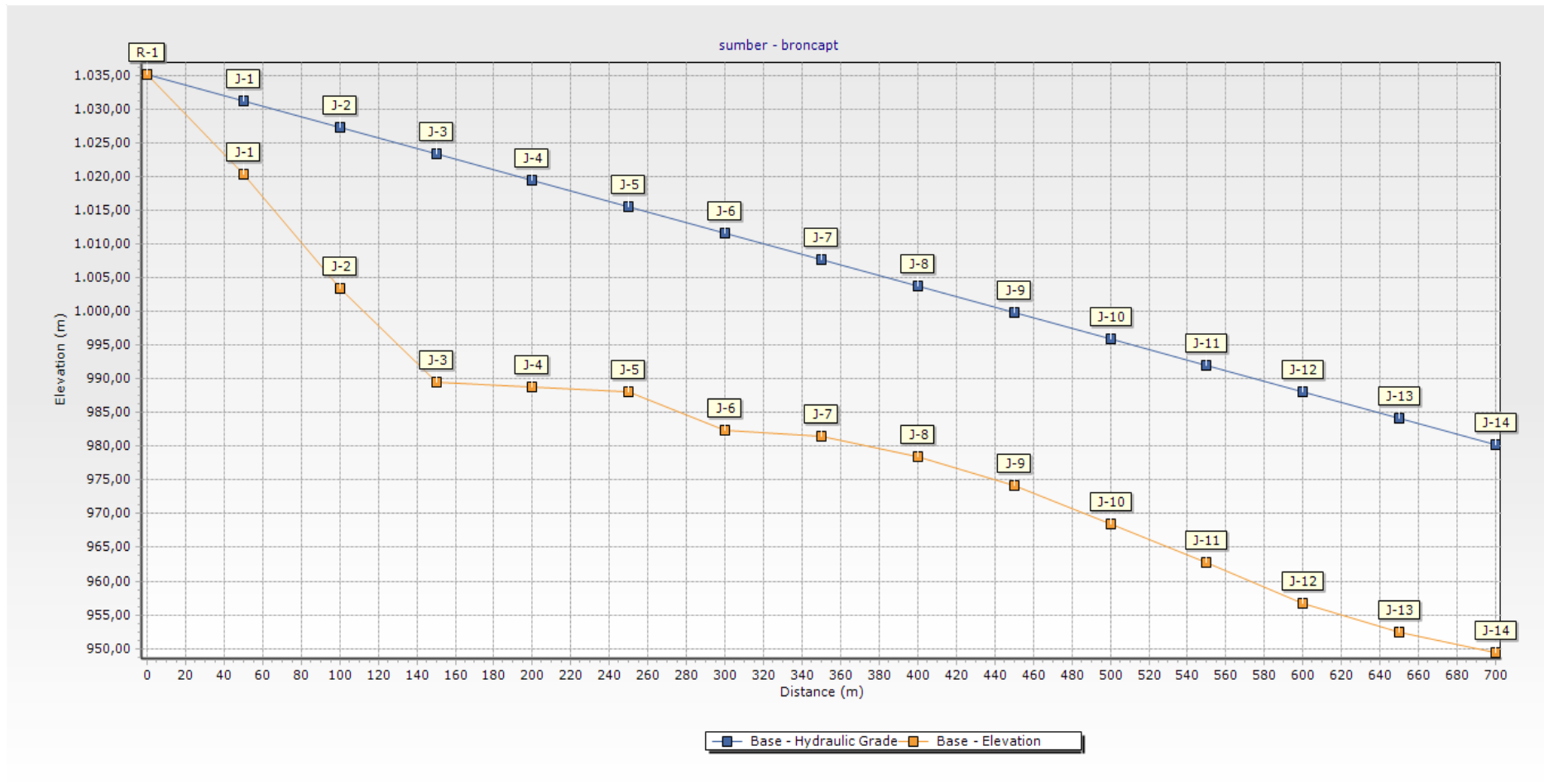
Sumber : Hasil Analisa Software Watercad v8i

Berikut merupakan penyajian grafik tekanan pada sistem perpipaan transmisi baik dari Sumber ke Broncap, Broncap ke Tandon, Tandon ke Tandon Eksisting, dan Tandon Eksisting ke Daerah Layanan.



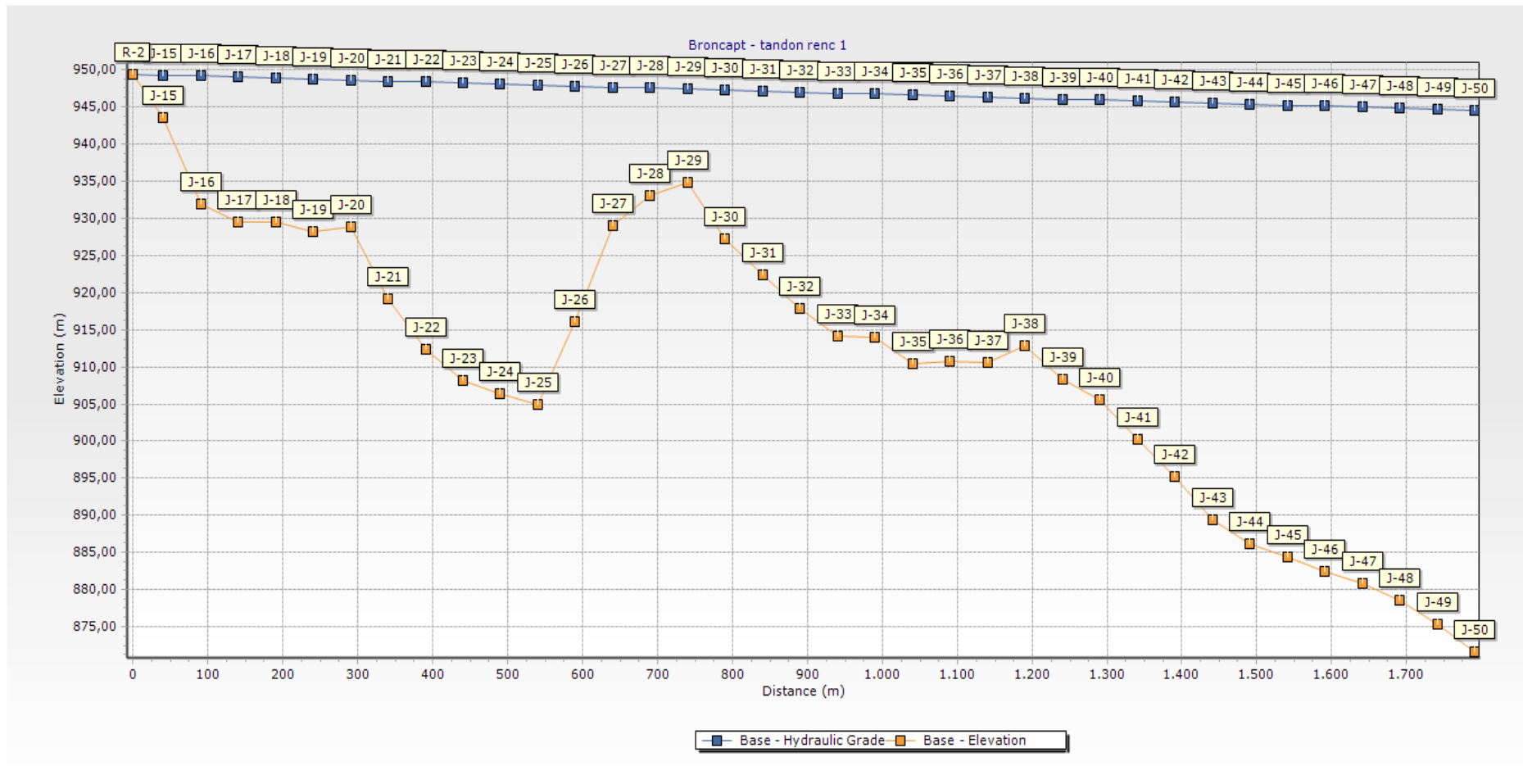
Gambar 4.5 Kondisi Hidrolis Dalam Pipa Transmisi Sumber – Broncapt Rencana pada jam 00.00

Sumber : Hasil Analisa Software Watercad v8



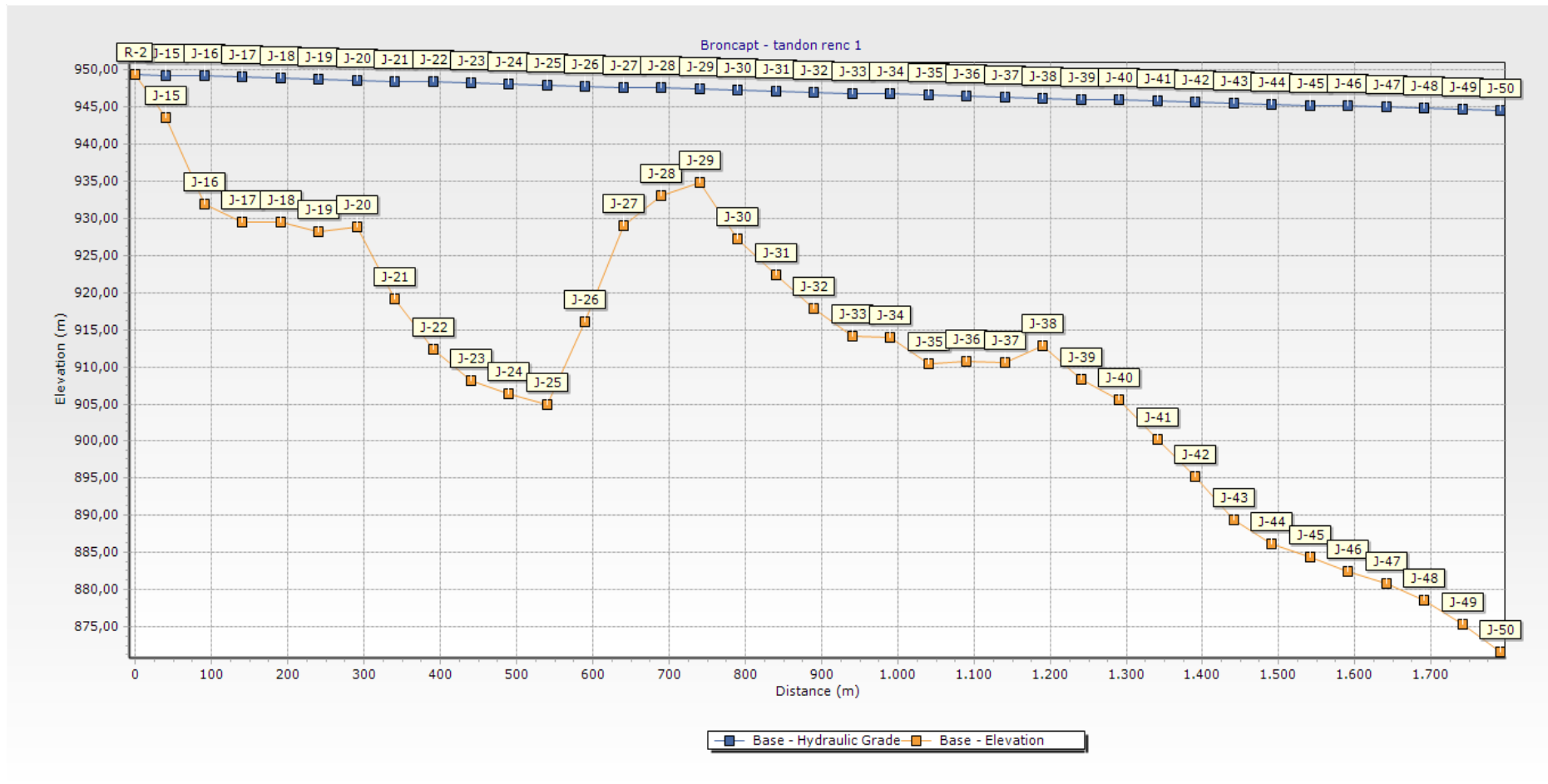
Gambar 4.6 Kondisi Hidrolis Dalam Pipa Transmisi Sumber – Broncap Rencana pada jam 07.00

Sumber : Hasil Analisa Software Watercad v8



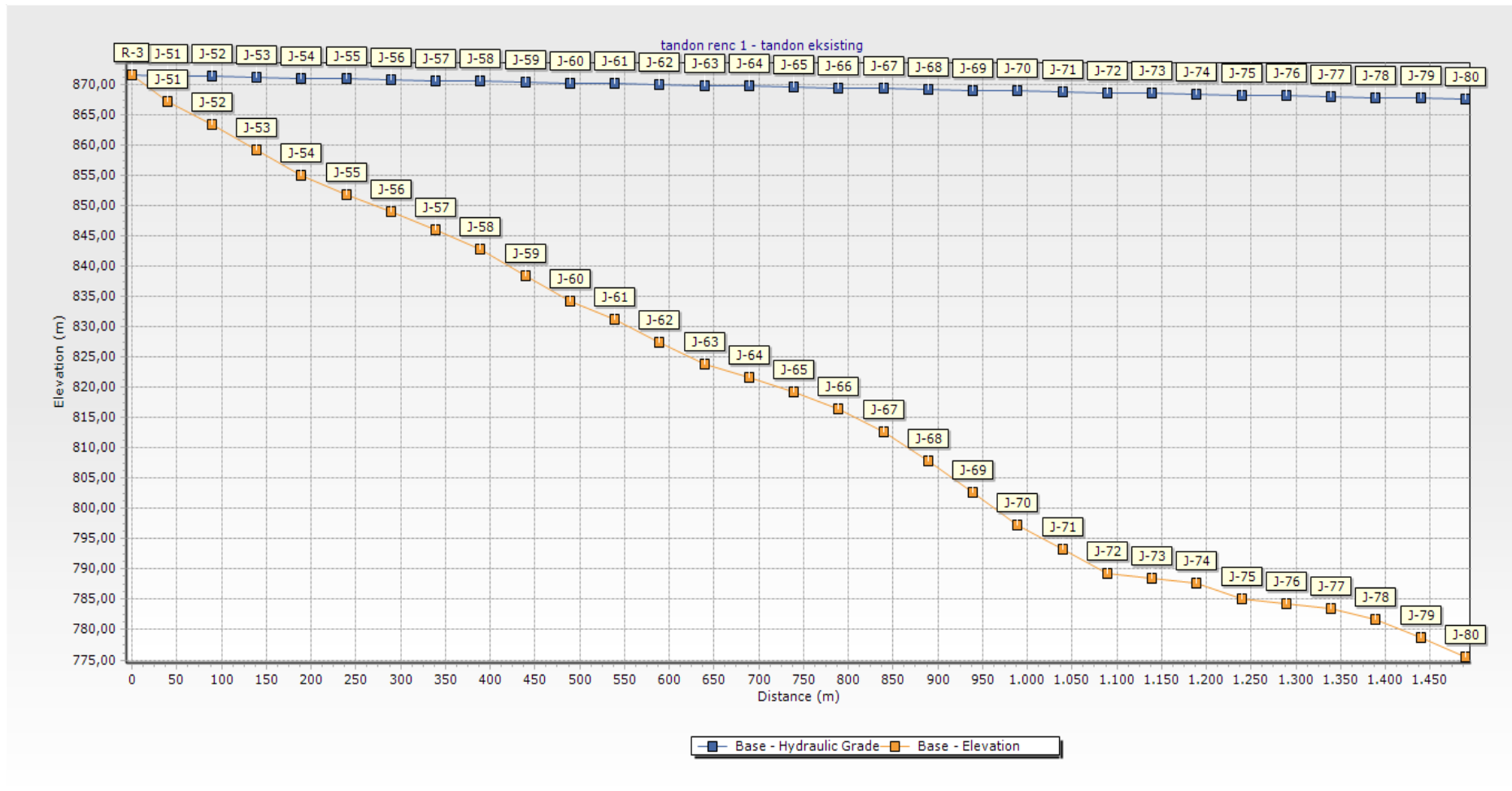
Gambar 4.7 Kondisi Hidrolis Dalam Pipa Transmisi Dari Broncap Rencana - Tandon Rencana pada jam 00.00

Sumber : Hasil Analisa Software Watercad v8



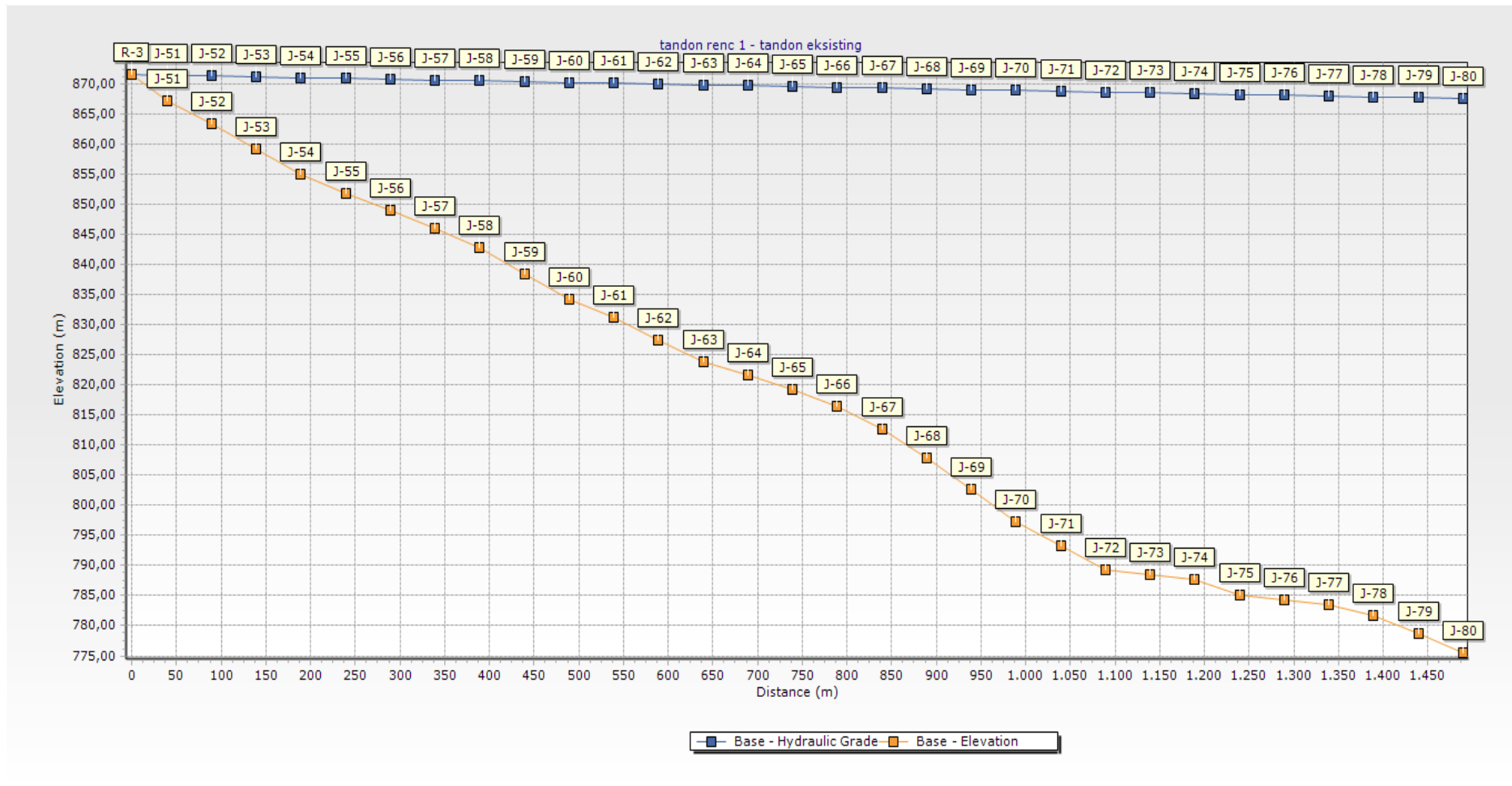
Gambar 4.8 Kondisi Hidrolis Dalam Pipa Transmisi Dari Broncapt Rencana - Tandon Rencana pada jam 07.00

Sumber : Hasil Analisa Software Watercad v8



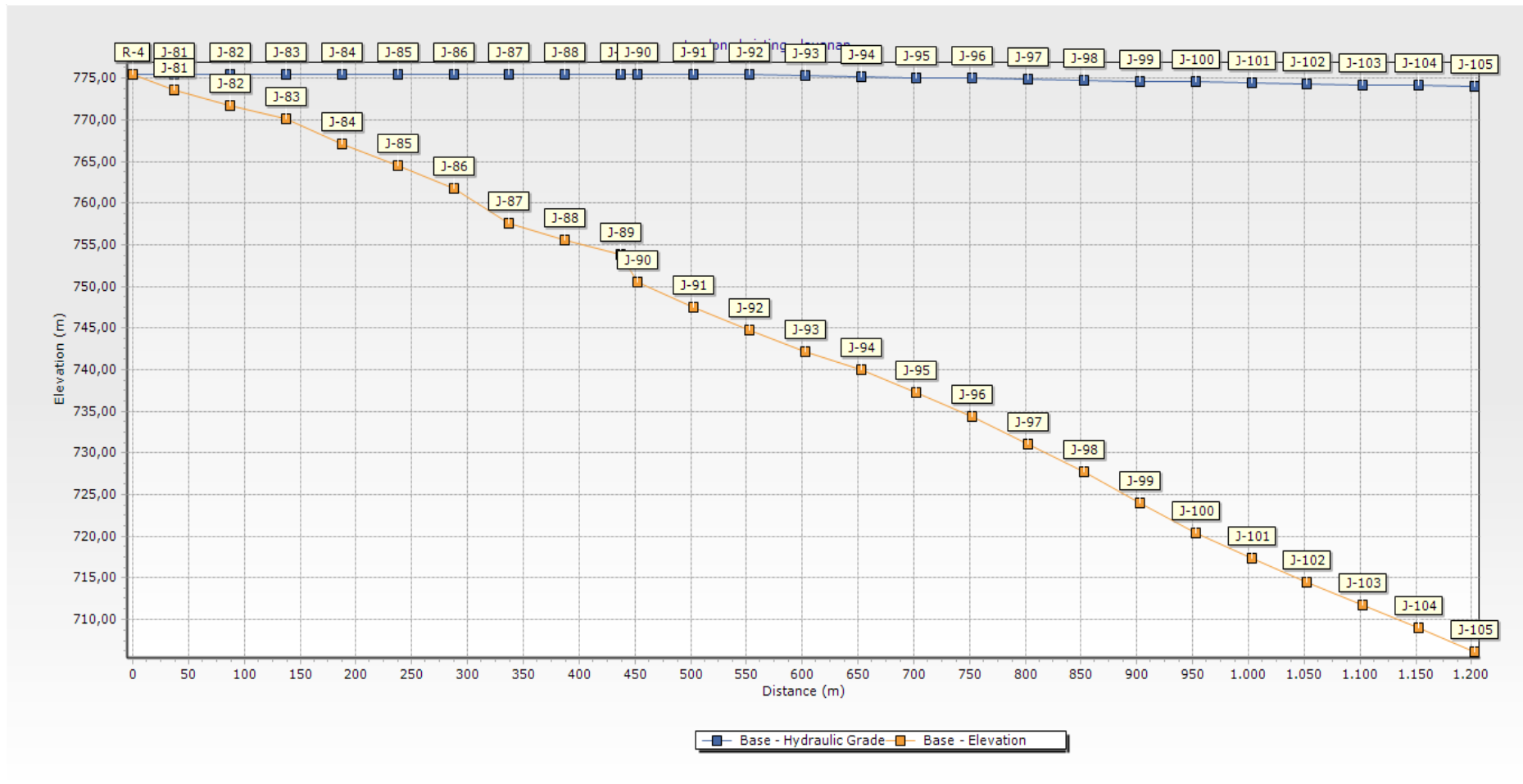
Gambar 4.9 Kondisi Hidrolis Dalam Pipa Transmisi Dari Tandon Rencana – Tandon Eksisting pada jam 00.00

Sumber : Hasil Analisa Software Watercad v8



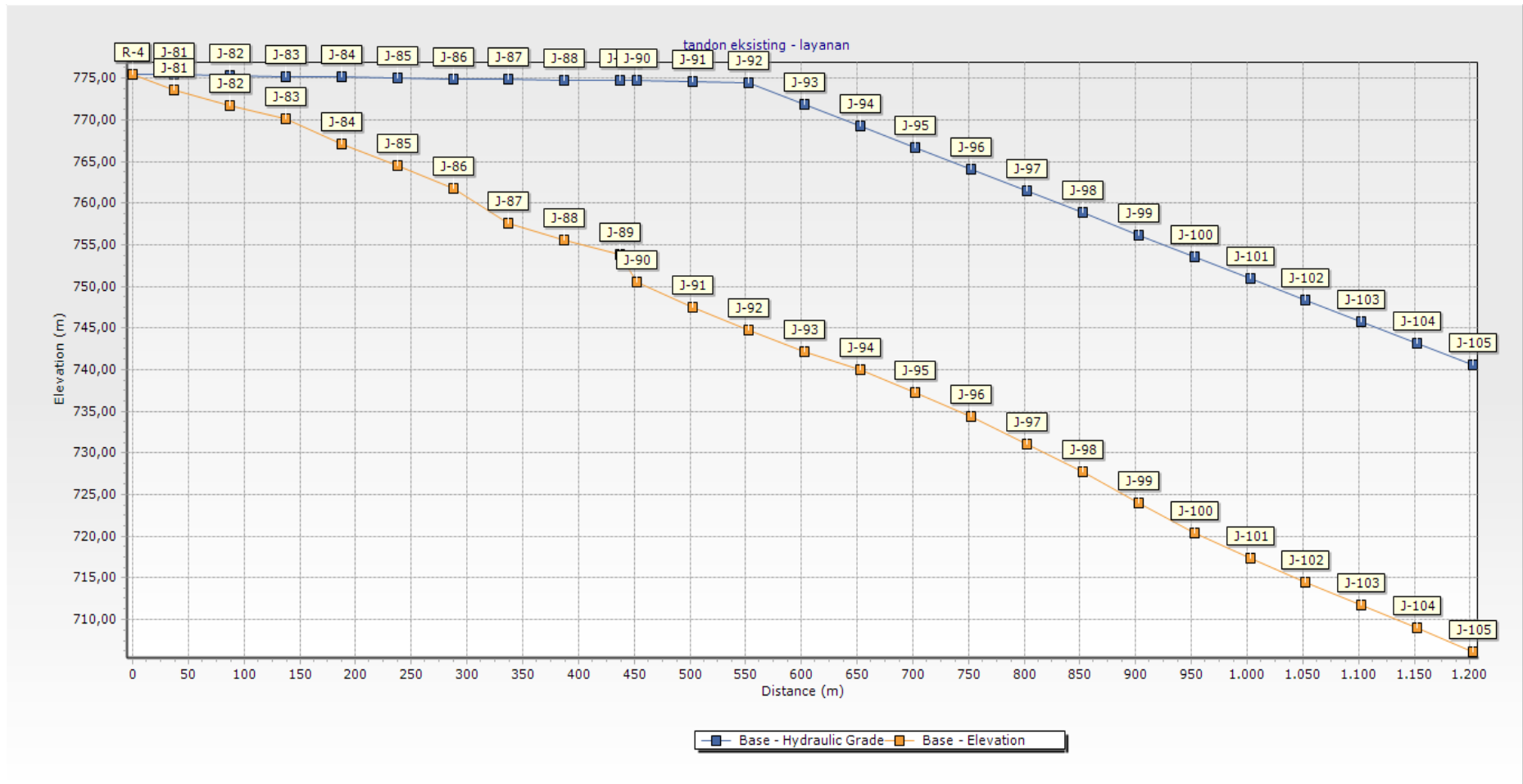
Gambar 4.10 Kondisi Hidrolis Dalam Pipa Transmisi Dari Tandon Rencana – Tandon Eksisting pada jam 07.00

Sumber : Hasil Analisa Software Watercad v8



Gambar 4.11 Kondisi Hidrolis Dalam Pipa Transmisi Dari Tandon Eksisting – Daerah Layanan pada jam 00.00

Sumber : Hasil Analisa Software Watercad v8



Gambar 4.12 Kondisi Hidrolis Dalam Pipa Transmisi Dari Tandon Eksisting – Daerah Layanan pada jam 07.00

Sumber : Hasil Analisa Software Watercad v8

4.6.2 Simulasi Program *WaterCAD V8 XM Edition* pada Pipa

Tabel 4.12 Hasil Simulasi Program *WaterCAD V8 XM Edition* pada Pipa

Label	Start Node	Stop Node	Length (m)	Dia (in)	Flow (L/s)		Velocity (m/s)		Headloss Gradient (m/km)	
					00.00	07.00	00.00	07.00	00.00	07.00
P-1	R-1	J-1	50	2	4,170	4,170	0,51	0,51	2,677	2,677
P-2	J-1	J-2	50	2	4,170	4,170	0,51	0,51	2,679	2,679
P-3	J-2	J-3	50	2	4,170	4,170	0,51	0,51	2,677	2,677
P-4	J-3	J-4	50	2	4,170	4,170	0,51	0,51	2,679	2,679
P-5	J-4	J-5	50	2	4,170	4,170	0,51	0,51	2,677	2,677
P-6	J-5	J-6	50	2	4,170	4,170	0,51	0,51	2,679	2,679
P-7	J-6	J-7	50	2	4,170	4,170	0,51	0,51	2,677	2,677
P-8	J-7	J-8	50	2	4,170	4,170	0,51	0,51	2,679	2,679
P-9	J-8	J-9	50	2	4,170	4,170	0,51	0,51	2,677	2,677
P-10	J-9	J-10	50	2	4,170	4,170	0,51	0,51	2,679	2,679
P-11	J-10	J-11	50	2	4,170	4,170	0,51	0,51	2,677	2,677
P-12	J-11	J-12	50	2	4,170	4,170	0,51	0,51	2,679	2,679
P-13	J-12	J-13	50	2	4,170	4,170	0,51	0,51	2,677	2,677
P-14	J-13	J-14	50	2	4,170	4,170	0,51	0,51	2,677	2,677
P-15	J-14	J-15	50	3	4,170	4,170	0,51	0,51	2,677	2,677
P-16	J-15	J-16	50	3	4,170	4,170	0,51	0,51	2,677	2,677
P-17	J-16	J-17	50	3	4,170	4,170	0,51	0,51	2,679	2,679
P-18	J-17	J-18	50	3	4,170	4,170	0,51	0,51	2,677	2,677
P-19	J-18	J-19	50	3	4,170	4,170	0,51	0,51	2,679	2,679
P-20	J-19	J-20	50	3	4,170	4,170	0,51	0,51	2,677	2,677
P-22	J-21	J-22	50	3	4,170	4,170	0,51	0,51	2,679	2,679
P-23	J-22	J-23	50	3	4,170	4,170	0,51	0,51	2,677	2,677
P-24	J-23	J-24	50	3	4,170	4,170	0,51	0,51	2,679	2,679

Label	Start Node	Stop Node	Length (m)	Dia (in)	Flow (L/s)		Velocity (m/s)		Headloss Gradient (m/km)	
					00.00	07.00	00.00	07.00	00.00	07.00
P-1	R-1	J-1	50	2	4,170	4,170	0,51	0,51	2,677	2,677
P-2	J-1	J-2	50	2	4,170	4,170	0,51	0,51	2,679	2,679
P-25	J-24	J-25	50	3	4,170	4,170	0,51	0,51	2,677	2,677
P-26	J-25	J-26	50	3	4,170	4,170	0,51	0,51	2,679	2,679
P-27	J-26	J-27	50	3	4,170	4,170	0,51	0,51	2,677	2,677
P-28	J-27	J-28	50	3	4,170	4,170	0,51	0,51	2,679	2,679
P-29	J-28	J-29	50	3	4,170	4,170	0,51	0,51	2,677	2,677
P-30	J-29	J-30	50	3	4,170	4,170	0,51	0,51	2,677	2,677
P-31	J-30	J-31	50	3	4,170	4,170	0,51	0,51	2,679	2,679
P-32	J-31	J-32	50	3	4,170	4,170	0,51	0,51	2,677	2,677
P-33	J-32	J-33	50	3	4,170	4,170	0,51	0,51	2,679	2,679
P-34	J-33	J-34	50	3	4,170	4,170	0,51	0,51	2,677	2,677
P-35	J-34	J-35	50	3	4,170	4,170	0,51	0,51	2,679	2,679
P-36	J-35	J-36	50	3	4,170	4,170	0,51	0,51	2,677	2,677
P-37	J-36	J-37	50	3	4,170	4,170	0,51	0,51	2,679	2,679
P-38	J-37	J-38	50	3	4,170	4,170	0,51	0,51	2,677	2,677
P-39	J-38	J-39	50	3	4,170	4,170	0,51	0,51	2,679	2,679
P-40	J-39	J-40	50	3	4,170	4,170	0,51	0,51	2,677	2,677
P-41	J-40	J-41	50	3	4,170	4,170	0,51	0,51	2,677	2,677
P-42	J-41	J-42	50	3	4,170	4,170	0,51	0,51	2,679	2,679
P-43	J-42	J-43	50	3	4,170	4,170	0,51	0,51	2,677	2,677
P-44	J-43	J-44	50	3	4,170	4,170	0,51	0,51	2,679	2,679
P-45	J-44	J-45	50	3	4,170	4,170	0,51	0,51	2,677	2,677
P-46	J-45	J-46	50	3	4,170	4,170	0,51	0,51	2,679	2,679
P-47	J-46	J-47	50	3	4,170	4,170	0,51	0,51	2,677	2,677

Label	Start Node	Stop Node	Length (m)	Dia (in)	Flow (L/s)		Velocity (m/s)		Headloss Gradient (m/km)	
					00.00	07.00	00.00	07.00	00.00	07.00
P-1	R-1	J-1	50	2	4,170	4,170	0,51	0,51	2,677	2,677
P-2	J-1	J-2	50	2	4,170	4,170	0,51	0,51	2,679	2,679
P-48	J-47	J-48	50	3	4,170	4,170	0,51	0,51	2,679	2,679
P-49	J-48	J-49	50	3	4,170	4,170	0,51	0,51	2,677	2,677
P-50	J-49	J-50	50	3	4,170	4,170	0,51	0,51	2,679	2,679
P-51	J-50	J-51	50	3	4,170	4,170	0,51	0,51	2,679	2,679
P-52	J-51	J-52	50	3	4,170	4,170	0,51	0,51	2,677	2,677
P-53	J-52	J-53	50	3	4,170	4,170	0,51	0,51	2,679	2,679
P-54	J-53	J-54	50	3	4,170	4,170	0,51	0,51	2,677	2,677
P-55	J-54	J-55	50	3	4,170	4,170	0,51	0,51	2,679	2,679
P-56	J-55	J-56	50	3	4,170	4,170	0,51	0,51	2,677	2,677
P-57	J-56	J-57	50	3	4,170	4,170	0,51	0,51	2,677	2,677
P-58	J-57	J-58	50	3	4,170	4,170	0,51	0,51	2,679	2,679
P-59	J-58	J-59	50	3	4,170	4,170	0,51	0,51	2,677	2,677
P-60	J-59	J-60	50	3	4,170	4,170	0,51	0,51	2,679	2,679
P-61	J-60	J-61	50	3	4,170	4,170	0,51	0,51	2,677	2,677
P-62	J-61	J-62	50	3	4,170	4,170	0,51	0,51	2,679	2,679
P-63	J-62	J-63	50	3	4,170	4,170	0,51	0,51	2,677	2,677
P-64	J-63	J-64	50	3	4,170	4,170	0,51	0,51	2,679	2,679
P-65	J-64	J-65	50	3	4,170	4,170	0,51	0,51	2,677	2,677
P-66	J-65	J-66	50	3	4,170	4,170	0,51	0,51	2,679	2,679
P-67	J-66	J-67	50	3	4,170	4,170	0,51	0,51	2,677	2,677
P-68	J-67	J-68	42	3	4,170	4,170	0,51	0,51	2,677	2,677
P-69	J-68	J-59	50	3	4,170	4,170	0,51	0,51	2,679	2,679
P-70	J-69	J-60	50	3	4,170	4,170	0,51	0,51	2,677	2,677

Label	Start Node	Stop Node	Length (m)	Dia (in)	Flow (L/s)		Velocity (m/s)		Headloss Gradient (m/km)	
					00.00	07.00	00.00	07.00	00.00	07.00
P-1	R-1	J-1	50	2	4,170	4,170	0,51	0,51	2,677	2,677
P-2	J-1	J-2	50	2	4,170	4,170	0,51	0,51	2,679	2,679
P-71	J-70	J-71	50	3	4,170	4,170	0,51	0,51	2,679	2,679
P-72	J-71	J-72	50	3	4,170	4,170	0,51	0,51	2,677	2,677
P-73	J-72	J-73	50	3	4,170	4,170	0,51	0,51	2,679	2,679
P-74	J-73	J-74	50	3	4,170	4,170	0,51	0,51	2,677	2,677
P-75	J-74	J-75	50	3	4,170	4,170	0,51	0,51	2,679	2,679
P-76	J-75	J-76	50	3	4,170	4,170	0,51	0,51	2,677	2,677
P-77	J-76	J-77	50	3	4,170	4,170	0,51	0,51	2,679	2,679
P-78	J-77	J-78	50	3	4,170	4,170	0,51	0,51	2,677	2,677
P-79	J-78	J-79	50	3	0,680	3,353	0,07	0,41	0,076	2,679
Label	Start Node	Stop Node	Length (m)	Dia (in)	Flow (L/s)		Velocity (m/s)		Headloss Gradient (m/km)	
					00.00	07.00	00.00	07.00	00.00	07.00
P-80	J-79	J-80	50	3	0,608	3,353	0,07	0,41	0,076	1,787
P-81	J-80	J-81	50	3	0,608	3,353	0,07	0,41	0,074	1,787
P-82	J-81	J-82	50	3	0,608	3,353	0,07	0,41	0,076	1,789
P-83	J-82	J-83	50	3	0,608	3,353	0,07	0,41	0,076	1,787
P-84	J-83	J-84	50	3	0,608	3,353	0,07	0,41	0,076	1,787
P-85	J-84	J-85	50	3	0,608	3,353	0,07	0,41	0,076	1,789
P-86	J-85	J-86	50	3	0,608	3,353	0,07	0,41	0,074	1,787
P-87	J-86	J-87	50	3	0,608	3,353	0,07	0,41	0,074	1,787
P-88	J-87	J-88	50	3	0,608	3,353	0,07	0,41	0,076	1,789
P-89	J-88	J-89	50	3	0,608	3,353	0,3	0,41	2,213	1,787
P-90	J-89	J-90	50	3	0,608	3,353	0,3	1,65	2,213	2,321

Label	Start Node	Stop Node	Length (m)	Dia (in)	Flow (L/s)		Velocity (m/s)		Headloss Gradient (m/km)	
					00.00	07.00	00.00	07.00	00.00	07.00
P-1	R-1	J-1	50	2	4,170	4,170	0,51	0,51	2,677	2,677
P-2	J-1	J-2	50	2	4,170	4,170	0,51	0,51	2,679	2,679
P-91	J-90	J-91	50	3	0,608	3,353	0,3	1,65	2,212	2,321
P-92	J-91	J-92	50	3	0,608	3,353	0,3	1,65	2,213	2,321
P-93	J-92	J-93	50	3	0,608	3,353	0,3	1,65	2,213	2,321
P-94	J-93	J-94	50	3	0,608	3,353	0,3	1,65	2,212	2,319
P-95	J-94	J-95	50	3	0,608	3,353	0,3	1,65	2,213	2,321
P-96	J-95	J-96	50	3	0,608	3,353	0,3	1,65	2,213	2,321
P-97	J-96	J-97	50	3	0,608	3,353	0,3	1,65	2,213	2,321
P-98	J-97	J-98	50	3	0,608	3,353	0,3	1,65	2,212	2,321
P-99	J-98	J-99	50	3	0,608	3,353	0,3	1,65	2,213	2,321
P-100	J-99	J-100	50	3	0,608	3,353	0,3	1,65	2,213	2,321
P-101	J-100	J-101	50	3	0,608	3,353	0,3	1,65	2,212	2,321
P-102	J-101	J-102	50	3	4,17	4,17	0,51	1,65	2,679	2,321
P-103	J-102	J-103	50	3	4,17	4,17	0,51	0,51	2,678	2,679
P-104	J-103	J-104	50	3	0,608	3,353	0,07	0,51	0,076	2,678
P-105	J-104	J-105	50	3	0,608	3,353	0,03	0,41	0,015	1,789
P-105	J-105	J-80	50	3	0,608	3,353	0,07	0,18	0,076	0,249

Sumber : Hasil Analisa Software Watercad v8

Contoh Perhitungan (P-16) :

- Panjang pipa = 50 m
- Diameter = 0,090 m (3 in)
- Material = UPVC
- Koef. Hazen = 130
- Debit = 5 lt/dt = 5×10^{-3} m³/dt
- Kecepatan = 0,51 m/det
- *Headloss* = 2,677 m/km

Rumus Hazen Williams:

$$Q = 0.85 \cdot C_{hw} \cdot A \cdot R^{0,63} \cdot S^{0,54}$$

$$V = 0.85 \cdot C_{hw} \cdot R^{0,63} \cdot S^{0,54}$$

Sehingga didapatkan:

$$R = \frac{A}{P} = \frac{1/4 \pi D^2}{\pi D} = \frac{D}{4} = 0,0225 \text{ m}$$

$$S = \frac{hf}{L} = 0,002677 \text{ m/m}$$

$$= 0,002677 \times 50$$

$$hf = 0,13385 \text{ m}$$

$$V = 0.85 \cdot C_{hw} \cdot R^{0,63} \cdot S^{0,54}$$

$$= 0,85 \times 130 \times 0,0225^{0,63} \times 0,002677^{0,54}$$

$$= 0,513207 \approx 0,51 \text{ m/det}$$

$$Q = 0.85 \cdot C_{hw} \cdot A \cdot R^{0,63} \cdot S^{0,54}$$

$$= V \times A \text{ dimana } A = 0,0197365 \text{ m}^2$$

$$= 0,85 \times 130 \times 0,0197 \times 0,0916 \times 0,0408$$

$$= 8,1 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{det}$$

dengan menggunakan rumus k didapatkan:

$$= \frac{10,67L}{C_{hw}^{1,85} \cdot D^{4,87}}$$

$$k = 19485,79$$

$$= \frac{10,67L}{C_{hw}^{1,85} \cdot D^{4,87}}$$

$$h_f = k \cdot Q^{1,85}$$

$$= 18485,79 \times (0,00811,85)$$

$$= 2,67654 \approx 2,677 \text{ m/km}$$

4.7 Rencana Anggaran Biaya

Rencana Anggaran Biaya dilakukan untuk mengetahui besarnya biaya yang dikeluarkan dari awal persiapan proyek hingga proyek tersebut selesai.

Sebelum menghitung rencana anggaran biaya, diperlukan data harga satuan pekerjaan. Data satuan pekerjaan untuk perencanaan jaringan distribusi air bersih adalah sebagai berikut:

4.7.1 Analisa Harga Satuan Pekerjaan

A. Pekerjaan Persiapan

Tabel 4.13 Harga Satuan Pengukuran dan Pemasangan Bowplank

JENIS PEKERJAAN : Pengukuran dan Pemasangan Bowplank

SATUAN PEMBAYARAN : m3

NO.	KOMPONEN	SATUAN	PERKIRAAN Kuantitas	HARGA Satuan (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
A. TENAGA					
1	Pekerja	Org/ hr	0,100	70.000,00	7.000,00
2	Tukang Kayu	Org/ hr	0,100	90.000,00	9.000,00
3	Kepala Tukang Kayu	Org/ hr	0,010	97.000,00	970,00
4	Mandor	Org/ hr	0,005	105.000,00	525,00
Sumber : PT. Koperasi Inti Karya (Kopri) (Kopri Engineering)					17.495,00
B. BAHAN					
1	Ukuk 5/7	m ³	0,012	6.920.000	83.040,00
2	Paku Kayu Segala Ukuran	kg	0,020	17.000	340,00
3	Papan (3x20)cm	m ³	0,007	7.335.000	51.345,00
JUMLAH HARGA BAHAN					134.725,00
C. JUMLAH HARGA TENAGA DAN BAHAN (A + B)					152.220,00

B. Pekerjaan Tanah

Tabel 4.14 Harga Satuan Galian Tanah Pipa 90 mm

A. TENAGA					
1	Pekerja	Org/ hr	0,111	70.000,00	7.742,00
2	Tukang Gali Tanah	Org/ hr	-	90.000,00	-
3	Kepala Tukang	Org/ hr	-	97.000,00	-
4	Mandor	Org/ hr	0,004	105.000,00	388,50
JUMLAH HARGA TENAGA					8.130,50
B. BAHAN		98			
JUMLAH HARGA BAHAN					-
C. JUMLAH HARGA TENAGA DAN BAHAN (A + B)					8.130,50

Sumber : PT. Koperasi Inti Kesejahteraan (Consulting Engineers)
Tabel 4.15 Harga Satuan Galian Tanah Pipa 63 mm

JENIS PEKERJAAN : Galian tanah biasa Pipa 63 mm
SATUAN PEMBAYARAN : m'

NO.	KOMPONEN	SATUAN	PERKIRAAN Kuantitas	HARGA SATUAN (Rp.)	JMLAH HARGA (Rp.)
A.	TENAGA				
1	Pekerja	Org/ hr	0,087	70.000,00	6.076,00
2	Tukang Gali Tanah	Org/ hr	-	90.000,00	-
3	Kepala Tukang	Org/ hr	-	97.000,00	-
4	Mandor	Org/ hr	0,003	105.000,00	304,50
JMLAH HARGA TENAGA					6.380,50
B	BAHAN				
JENIS PEKERJAAN : Urugan kembali Pipa 90 mm					
SATUAN PEMBAYARAN : m'					
JMLAH HARGA BAHAN					-
Sumber: JMLAH HARGA TENAGA DAN BAHAN (A + B)					6.380,50

NO.	KOMPONEN	SATUAN	PERKIRAAN Kuantitas	HARGA SATUAN (Rp.)	JMLAH HARGA (Rp.)
A.	TENAGA				
1	Pekerja	Org/ hr	0,042	70.000,00	2.961,00
2	Tukang Gali Tanah	Org/ hr	-	90.000,00	-
3	Kepala Tukang	Org/ hr	-	97.000,00	-
4	Mandor	Org/ hr	0,002	105.000,00	220,50
JMLAH HARGA TENAGA					3.181,50
B	BAHAN	99			
JMLAH HARGA BAHAN					-
C	JMLAH HARGA TENAGA DAN BAHAN (A + B)				3.181,50

Sumber : PT. Koperasi Inti Kesejahteraan (Consulting Engineers)

Tabel 4.17 Harga Satuan Urugan Tanah Pipa 63 mm

JENIS PEKERJAAN : Urugan kembali Pipa 63 mm

SATUAN PEMBAYARAN : m'

NO.	KOMPONEN	SATUAN	PERKIRAAN KUANTITAS	HARGA SATUAN (Rp.)	JMLAH HARGA (Rp.)
A.	TENAGA				
1	Pekerja	Org/ hr	0,034	70.000,00	2.366,00
2	Tukang Gali Tanah	Org/ hr	-	90.000,00	-
3	Kepala Tukang	Org/ hr	-	97.000,00	-
4	Mandor	Org/ hr	0,002	105.000,00	178,50
JMLAH HARGA TENAGA					2.544,50
JENIS PEKERJAAN : Tangga					
SATUAN PEMBAYARAN : m					

Sumber : PT. Koperasi Inti Kesejahteraan (Consulting Engineers)

C.	Jumlah Harga Tenaga dan Bahan (A + B)				2.544,50
-----------	--	--	--	--	-----------------

NO.	KOMPONEN	SATUAN	PERKIRAAN KUANTITAS	HARGA SATUAN (Rp.)	JMLAH HARGA (Rp.)
A.	TENAGA				
1	Pekerja	Org/ hr	0,020	70.000,00	1.400,00
2	Tukang Besi	Org/ hr	0,030	90.000,00	2.700,00
3	Kepala Tukang Besi	Org/ hr	0,003	97.000,00	291,00
4	Mandor	Org/ hr	0,003	105.000,00	315,00
JMLAH HARGA TENAGA					4.706,00
B	BAHAN				
1	Pipa Besi \varnothing 1,5	m	1,150	73525,00	84553,75
2	Solar	ltr	0,010	7500,00	75,00
3	Minyak Pelumas	ltr	0,001	40948,96	40,95
4	Elektroda	kg	0,020	54000,00	1080,00
5	Sewa Mesin Las	hr	0,016	250000	4000
JMLAH HARGA BAHAN					89.749,70
C	JMLAH HARGA TENAGA DAN BAHAN (A + B)				94.455,70

Sumber : PT. Koperasi Inti Kesejahteraan (Consulting Engineers)

Tabel 4.19 Harga Satuan Pengadaan dan Pemasangan Pipa PVC ukuran 90 mm

JENIS PEKERJAAN : Pengadaan dan Pemasangan Pipa PVC RRJS-12,5 Ø 90 mm
SATUAN PEMBAYARAN : m'

NO.	KOMPONEN	SATUAN	PERKIRAAN Kuantitas	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
A.	TENAGA				
1	Pekerja	Org/ hr	0,081	70.000,00	5.670,00
2	Tukang Pipa	Org/ hr	0,135	90.000,00	12.150,00
3	Kepala Tukang Pipa	Org/ hr	0,014	97.000,00	1.309,50
4	Mandor	Org/ hr	0,004	105.000,00	430,50
JUMLAH HARGA TENAGA					19.560,00
B	BAHAN				
1	Pipa PVC RRJ6m' S-12,5 Ø 3"	m'	1,000	67608,33333	67.608,33
JUMLAH HARGA BAHAN					67.608,33
JUMLAH HARGA TENAGA DAN BAHAN (A + B)					87.168,33

Sumber : PT. Koperasi Inti Kesejahteraan (Consulting Engineers)

Tabel 4.20 Harga Satuan Urugan Pengadaan dan Pemasangan Pipa PVC ukuran 63

mm

JENIS PEKERJAAN : Pengadaan dan Pemasangan Pipa PVC RRJS-12,5 Ø 63 mm
SATUAN PEMBAYARAN : m'

NO.	KOMPONEN	SATUAN	PERKIRAAN Kuantitas	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
A.	TENAGA				
1	Pekerja	Org/ hr	0,054	70.000,00	3.780,00
2	Tukang Pipa	Org/ hr	0,090	90.000,00	8.100,00
3	Kepala Tukang Pipa	Org/ hr	0,009	97.000,00	873,00
4	Mandor	Org/ hr	0,003	105.000,00	283,50
JUMLAH HARGA TENAGA					13.036,50
B	BAHAN				
1	Pipa PVC RRJ6m' S-12,5 Ø 2"	m'	1,000	33500	33.500,00
JUMLAH HARGA BAHAN					33.500,00
C	JUMLAH HARGA TENAGA DAN BAHAN (A + B)				46.536,50

Sumber : PT. Koperasi Inti Kesejahteraan (Consulting Engineers)

4.7.2 Rincian Rencana Anggaran Biaya

Dari pengelompokan perhitungan diatas, dapat dijadikan satu dalam bentuk total pekerjaan yang meliputi volume total, harga satuan dan total harga. Berikut ini perhitungan rincian anggaran biayanya.

Tabel 4.21 Rincian Pengadaan Pekerjaan Bangunan Bak Penangkap Ukuran 1x1x0,6

No.	Jenis Pekerjaan	Volume	Harga Satuan	Jumlah Harga (Rp.)
I PEKERJAAN PERSIAPAN				
1	Pengukuran dan Pemasangan Bowplank	4 m ^l	152,220.00	608,880.00
Jumlah I				Rp 608,880.00
II PEKERJAAN GALIAN DAN URUGAN				
1	Galian Tanah Biasa	0.63 m ³	55,125.00	34,729
Jumlah II				Rp 34,728.75
III PEKERJAAN BETON DAN PASANGAN				
1	Beton, 1 pc: 2ps: 4 kr (K175)	1.47 m ³	1,166,742.00	1,715,110.74
2	Bekisting Lantai	3.60 m ²	468,011.00	1,684,839.60
3	Pasangan Batu Kali 1 pc :3 ps	0.16 m ²	973,302.50	155,728.40
4	Plesteran 15 mm (1 pc : 2 ps)	0.30 m ²	60,622.00	18,186.60
5	Plesteran Siar Adukan 1 pc : 2 ps	0.70 m ²	51,745.00	36,221.50
6	Pembesian dengan besi polos	24.68 kg	15,254.90	376,490.93
Jumlah III				Rp 3,986,578
REKAPITULASI				
I	PEKERJAAN PERSIAPAN			Rp 608,880
II	PEKERJAAN GALIAN DAN URUGAN			Rp 34,729
III	PEKERJAAN BETON DAN PASANGAN			Rp 3,986,578
JUMLAH				Rp 4,630,187

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.22 Rincian Pengadaan Pekerjaan Bangunan Tandon ukuran 5,5x5,5x2

No.	Jenis Pekerjaan	Volume	Harga Satuan	Jumlah Harga (Rp.)
I PEKERJAAN PERSIAPAN				
2	Pengukuran dan Pemasangan Bouplank	20.00 m'	152,220.00	3,044,400.00
Jumlah I				3,044,400.00
II PEKERJAAN PENGADAAN DAN PEMASANGAN PIPA LENGKAP DENGAN ACCESORIES				
1	Tangga Pipa	4.50 m'	94,455.70	425,050.65
2	Pemasangan Steel Gate Valve Ø 110 mm	1 bh	2,095,200.00	2,095,200.00
3	Pemasangan Steel Gate Valve Ø 63 mm	2 bh	865,812.00	1,731,624.00
4	Flange Socket PVC RRJ □ 4"	1 bh	310,200.00	310,200.00
5	Flange Spigot PVC RRJ □ 4"	2 bh	266,200.00	532,400.00
6	Flange Socket PVC RRJ □ 3"	1 bh	231,000.00	231,000.00
7	Flange Socket PVC RRJ 2"	2 bh	173,800.00	347,600.00
8	Flange Spigot PVC RRJ 2"	2 bh	156,200.00	312,400.00
9	Packing Karet □ 4"	3 bh	10,500.00	31,500.00
10	Packing Karet 3"	1 bh	8,000.00	8,000.00
11	Packing Karet 2"	4 bh	6,500.00	26,000.00
12	Pemasangan Steel Wall Pipe Ø 110 mm L.050 m	2 bh	544,122.50	1,088,245.00
13	Pemasangan Steel Wall Pipe Ø 90 mm L.050 m	1 bh	491,010.00	491,010.00
14	Pemasangan Steel Wall Pipe Ø 63 mm L.050 m	2 bh	420,322.50	840,645.00
15	Band All Flange 90° - 4"	3 bh	432,250.00	1,296,750.00
16	Band All Flange 90° - 3"	2 bh	375,310.00	750,620.00
17	Baut Mur 5/8 x 2"	64 bh	2,750.00	176,000.00
18	Pengadaan dan Pemasangan Pipa GI Ø 110 mm	4 m'	265,398.00	1,061,592.00
19	Pengadaan dan Pemasangan Pipa GI Ø 90 mm	4 m'	191,373.00	765,492.00
20	Pengadaan dan Pemasangan Pipa GI Ø 63 mm	2 m'	126,398.00	252,796.00
Jumlah II				12,774,124.65
III PEKERJAAN GALIAN DAN URUGAN				
1	Galian Tanah Biasa	44.52 m3	55,125.00	2,454,330.38
2	Urugan Pasir	0.54 m3	244,050.00	132,885.23
Jumlah III				2,587,215.60
IV PEKERJAAN BETON DAN PLESTERAN				
1	Beton, 1 pc: 2ps: 4 kr (K225)	23.08 m3	1,235,161.00	28,507,515.88
2	Pembesian dengan besi polos	2,627.78 kg	15,254.90	40,086,475.36
3	Bekisting Balok	50.60 m2	393,911.00	19,931,896.60
4	Bekisting Lantai	39.05 m2	468,011.00	18,275,829.55
5	Bekisting Dinding (2x Pakai)	96.80 m2	280,838.50	27,185,166.80
6	Bekisting Kolom	14.40 m2	191,805.50	2,761,999.20
7	Plesteran Halus 1pc : 2 ps	141.22 m2	60,622.00	8,561,038.84
8	Beton Rabat	1.73 m3	980,325.00	1,692,531.11
9	Benangan Sudut	32.00 m'	27,635.00	884,320.00
10	Pengecatan Tembok Baru	74.25 m2	30,150.59	2,238,681.31
11	Waterstop Lebar 150mm	22.00 m'	68,845.32	1,514,596.93
Jumlah IV				151,640,051.58
REKAPITULASI				
I	PEKERJAAN PERSIAPAN		Rp	3,044,400.00
II	PEKERJAAN PENGADAAN DAN PEMASANGAN PIPA LENGKAP DENGAN ACCESORIES		Rp	12,774,124.65
III	PEKERJAAN GALIAN DAN URUGAN		Rp	2,587,215.60
IV	PEKERJAAN BETON DAN PLESTERAN		Rp	151,640,051.58
			JUMLAH	Rp 170,045,791.82

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.23 Rincian Pengadaan Pekerjaan Bangunan SPL (Saringan Pasir Lambat) ukuran 4,4x2,2x1,75

No.	Jenis Pekerjaan	Volume	Harga Satuan	Jumlah Harga (Rp.)
I PEKERJAAN PERSIAPAN				
2	Pengukuran dan Pemasangan Bowplank	12 m'	152,220.00	1,826,640.00
Jumlah I				Rp 1,826,640.00
II PEKERJAAN GALIAN DAN URUGAN				
1	Galian Tanah Biasa	22.46 m ³	55,125.00	1,238,328
Jumlah II				Rp 1,238,328.00
III PEKERJAAN PENGADAAN DAN PEMASANGAN PIPA LENGKAP DENGAN ACCESORIES				
1	Tangga Pipa 2" □	4.50 m'	94,455.70	425,050.65
2	Ventilator Pipa 2"	2 bh	300,000.00	600,000.00
3	Pemasangan Steel Gate Valve 90 mm	3 bh	1,425,555.80	4,276,667.40
4	Pemasangan Steel Wall Pipe Ø 110 mm L.050 m	1 bh	544,122.50	544,122.50
5	Pemasangan Steel Wall Pipe Ø 90 mm L.050 m	3 bh	491,010.00	1,473,030.00
6	Flange Socket PVC RRJ 4"	1 bh	310,200.00	310,200.00
7	Flange Socket PVC RRJ 3"	3 bh	231,000.00	693,000.00
8	Flange Spigot PVC RRJ 3"	3 bh	213,400.00	640,200.00
9	Packing Karet 4"	1 bh	10,500.00	10,500.00
10	Packing Karet 3"	6 bh	8,000.00	48,000.00
11	Pengadaan dan Pemasangan Pipa GI Ø 110 mm	3 m'	265,398.00	796,194.00
12	Pengadaan dan Pemasangan Pipa GI Ø 90 mm	4 m'	191,373.00	727,217.40
13	Bend All Flange 90° - 4"	3 bh	432,250.00	1,296,750.00
14	Bend All Flange 90° - 3"	6 bh	375,310.00	2,251,860.00
15	Tee All Flange 3" x 3"	1 bh	491,400.00	491,400.00
Jumlah III				Rp 14,584,192
IV PEKERJAAN BETON DAN SARINGAN PASIR LAMBAT				
1	Beton, 1 pc: 2ps: 4 kr (K225)	15.96 m ³	1,235,161.00	19,706,993.76
2	Pembesian dengan besi polos	1265.93 kg	15,254.90	19,311,678.27
3	Bekisting Dinding (2x Pakai)	29.25 m ²	280,838.50	8,214,526.13
4	Bekisting Kolom	5.60 m ²	191,805.50	1,074,110.80
5	Bekisting Lantai	11.20 m ²	468,011.00	5,241,723.20
6	Bekisting Balok	14.40 m ²	393,911.00	5,672,318.40
7	Urugan Pasir	0.56 m ³	244,050.00	136,179.90
8	Ijuk	2.00 kg	14,399.00	28,798.00
9	Batu Belah 5/7	0.50 m ³	260,500.00	131,292.00
10	Plesteran Halus 1pc: 2 ps	30.23 m ²	60,622.00	1,832,603.06
11	Benangan Sudut	37.80 m'	27,635.00	1,044,603.00
12	Pengecatan Tembok Baru	30.23 m ²	30,150.59	911,452.34
Jumlah IV				Rp 63,306,278.85
REKAPITULASI				
I	PEKERJAAN PERSIAPAN			Rp 1,826,640
II	PEKERJAAN PENGADAAN DAN PEMASANGAN PIPA LENGKAP			Rp 14,584,192
III	PEKERJAAN GALIAN DAN URUGAN			Rp 1,238,328
IV	PEKERJAAN BETON DAN SARINGAN PASIR LAMBAT			Rp 63,306,279
JUMLAH				Rp 80,955,439

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.24 Rincian Pengadaan Pemasangan Pipa Lengkap dengan Aksesoris Desa Bambang

No.	Jenis Pekerjaan	Volume	Harga Satuan	Jumlah Harga (Rp.)
I PEKERJAAN GALIAN DAN URUGAN				
1	Galian Tanah Biasa :			
	1. Pipa PVC RRI S-12,5 Ø 90 mm	3979 m'	8,130.50	32,351,259.50
	2. Pipa PVC RRI S-12,5 Ø 63 mm	1238 m'	6,380.50	7,899,059.00
2	Urugan Kembali			
	1. Pipa PVC RRI S-12,5 Ø 90 mm	3979 m'	3,181.50	12,659,188.50
	2. Pipa PVC RRI S-12,5 Ø 63 mm	1238 m'	2,544.50	3,150,091.00
Jumlah I				Rp 56,059,598.00
II PEKERJAAN PENGADAAN DAN PEMASANGAN PIPA LENGKAP DENGAN ACCESORIES				
1	Pengadaan dan Pemasangan Pipa PVC RRI S-12,5 Ø 90 mm	3979 m'	87,168.33	346,842,798.33
2	Pengadaan dan Pemasangan Pipa PVC RRI S-12,5 Ø 63 mm	1238 m'	46,536.50	57,612,187.00
Jumlah II				Rp 404,454,985.33
III PEKERJAAN PENGADAAN PERALATAN SAMBUNGAN RUMAH				
1	Clamp Saddle dia 63 mm	1 bh	35,000.00	35,000.00
2	Pipa PVC Ø 1/2"	1 lj	21,000.00	21,000.00
3	Knee PVC Ø 1/2"	6 bh	1,170.00	7,020.00
4	Knee Draat Dalam PVC Ø 1/2"	1 lj	2,730.00	2,730.00
5	Sockdraat Dalam PVC Ø 1/2"	2 bh	2,730.00	5,460.00
6	Sockdraat Luar PVC Ø 1/2"	1 lj	1,560.00	1,560.00
7	Water Meter Ø 1/2"	1 bh	180,400.00	180,400.00
8	Stop Kran Ø 1/2"	1 lj	36,000.00	36,000.00
9	Kran Ø 1/2"	1 bh	16,675.00	16,675.00
10	Box Water meter	1 lj	120,450.00	120,450.00
TOTAL HARGA				Rp 426,295.00
Jumlah III		75	UNIT	Rp 31,972,125.00
REKAPITULASI				
I	PEKERJAAN GALIAN DAN URUGAN			Rp 56,059,598
II	PEKERJAAN PENGADAAN DAN PEMASANGAN PIPA LENGKAP DENGAN ACCESORIES			Rp 404,454,985
III	PEKERJAAN PENGADAAN PERALATAN SAMBUNGAN RUMAH			Rp 31,972,125
JUMLAH				Rp 492,486,708

Sumber : Hasil Perhitungan

4.7.3 Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya

Berikut ini merupakan Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya yang telah direncanakan dari seluruh pekerjaan dalam Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih di Desa Bambang Kecamatan Wajak Kabupaten Malang.

Tabel 4.25 Rekapitulasi Anggaran Biaya

NO.	JENIS PEKERJAAN	BIAYA
1	PEKERJAAN PENDAHULUAN (UITZET DAN PAPAN NAMA)	Rp. 1,500,000.00
2	PEKERJAAN PENGADAAN DAN PEMASANGAN PIPA LENGKAP	Rp. 530,595,125.00
3	PEKERJAAN BANGUNAN PENANGKAP (1 x 1 x 0,6)	Rp. 4,630,186.52
4	PEKERJAAN PEMBANGUNAN SARINGAN PASIR LAMBAT	Rp. 80,955,438.79
5	PEKERJAAN PEMBANGUNAN TANDON (5,5 x 5,5 x 2)	Rp. 170,045,791.82
		Jumlah Rp. 787,726,542.14
		PPn 10% Rp. 78,772,654.21
		Total Biaya Rp. 866,499,196.35
		Dibulatkan Rp. 866,400,000.00
Terbilang : ****Delapan Ratus Enam Puluh Enam Juta Empat Ratus Ribu Rupiah****		

Sumber : Hasil Perhitungan

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa yang dilakukan, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Inflow debit yang masuk ke dalam reservoir sebesar 5 l/dtk debit yang mampu dikeluarkan menuju ke daerah layanan adalah sebesar 4,17 l/dtk. Hal tersebut adalah untuk menghindari desain dimensi reservoir yang terlalu besar dan mengembalikan kondisi air yang penuh seperti pada saat awal operasi sehingga operasi reservoir dapat berlangsung terus menerus selama 24 jam setiap hari. Reservoir direncanakan dengan volume total 65,040 m³. Dapat disimpulkan bahwa besarnya debit sumber yang tersedia mampu mencukupi kebutuhan air bersih sampai tahun 2035.
2. Berdasarkan hasil analisa program bantu *watercad v8 xm edition* pada jaringan pipa didapatkan sistem hasil perencanaannya sebagai berikut:
 - a. Pipa yang direncanakan menggunakan jenis pipa UPVC dengan diameter 3", 2". Pemilihan diameter bergantung pada rencana debit yang disalurkan. Semakin besar debit semakin besar pula diameter pipa yang dibutuhkan agar tidak terjadi kehilangan tekan yang besar.
 - b. Kecepatan yang terjadi dalam pipa adalah 0,03 m/dtk – 0,51 m/dtk , semakin besar debit semakin besar pula kecepatan aliran yang terjadi dalam pipa.
3. Kondisi hidrolis sistem jaringan distribusi air bersih yang didapatkan dari analisa program bantu *watercad v8 xm edition*, yaitu :
 - a. *Headloss Gradient* yang terjadi sebesar 0,015 m/km – 2,679 m/km
 - b. Tekanan yang terjadi dalam pipa sebesar 0 – 9 kg/cm² sehingga tidak memerlukan spesifikasi pipa yang tinggi, untuk UPVC dapat menggunakan UPVC dengan nominal tekan 10 kg/cm² sehingga biaya pengadaan dan pemasangan pipa dapat ditekan.

- c. Berdasarkan Hasil Analisa program bantu *watercad v8 xm edition*, perencanaan jaringan pipa sistem penyediaan air bersih sesuai dengan kriteria dan syarat yang telah ditentukan menurut *SNI 06-4829-2005*.

Berdasarkan hasil perhitungan rencana anggaran biaya (RAB), total biaya yang diperlukan dalam pembangunan adalah sebesar **Rp. 866.400.000,- (Delapan Ratus Enam Puluh Enam Juta Empat Ratus Ribu Rupiah)** sudah termasuk PPh.

5.2 Saran

Untuk mendapatkan hasil yang baik dalam suatu perencanaan jaringan pipa, maka hal – hal yang perlu diperhatikan adalah sebagai berikut:

1. Ketersediaan data harus lengkap supaya dapat membantu dalam perencanaan distribusi jaringan perpipaan.
2. Kondisi topografi dan geografis pada lokasi sekitar sumber mata air harus tetap terjaga kelestariannya sampai proyeksi tahun 2035 supaya tidak mempengaruhi terhadap debit air.
3. Sebaiknya digunakan pemilihan alternatif yang sesuai dengan kondisi daerah studi dan juga pertimbangan dari berbagai aspek.
4. Adanya kerjasama dari berbagai pihak untuk menjaga kelestarian dan fasilitas yang sudah ada.
5. Penelitian skripsi ini dapat diteruskan lagi dengan membahas biaya operasional dan *Maintenance* supaya layanan suplai air bersih dapat tercapai sampai dengan tahun 2035.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1994. Kriteria Perencanaan Ditjen Cipta Karya Dinas PU, Jakarta: Dinas Pekerjaan Umum.
- Anonim 2002. NSPM Kimpraswil Pedoman / Petunjuk Teknik Dan Manual Bagian 6 Volume IV, V & VI Air Minum Perkotaan. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Badan Standarisasi Nasional 2005. SNI. 06-4829-2005 : Kriteria Jaringan Pipa.
- Badan Pusat Statistik, 2013. <http://bps.go.id> Tentang Jumlah Penduduk Desa Bambang Kecamatan Wajak Kabupaten Malang.
- Bentley Methods. 2007. *User's Guide WaterCAD v8 for Windows WATERBUY CT*. USA: Bentley. Press.
- Dajan, Anto. 1974. *Pengantar Metode Statistik jilid II*. Jakarta: LP3ES
- Dake. JMK. 1985. Hidrolika Teknik. Terjemahan Oleh Endang P. Tacyhan dan Y. P. Pangaribuan. Jakarta: Erlangga.
- DPU Ditjen Cipta Karya. 1994. Pedoman Kebijakan Program Pembangunan Prasarana Kota Terpadu (P3KT).
- Departemen Pekerjaan Umum, 2005. Peraturan Pemerintah Nomor 16 Tahun 2005, Tentang Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum. Jakarta : Dinas PU.
- Departemen Pekerjaan Umum, 2007. Peraturan Pemerintah No: 18/PRT/M/2007 Tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum 2007:62. Jakarta : Dinas PU.
- Linsley, Ray K, dan Yoseph B. Franzini. 1996. *Teknik Sumber Daya Air*. Jilid I. Jakarta: Erlangga.
- Mays, Lary W. 2000. *Water Distribution System Hand Book*. New York: Mc. Graw Hill.
- Muliakusumah, Sutarsih. 2000. *Proyeksi Penduduk*. Jakarta: Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.
- Peraturan Pemerintah (PP). 2000. Undang – undang Republik Indonesia Nomor 25 Tahun 2000 Tentang Program Pembangunan Nasional (PROPENAS) Tahun 2000 – 2004. Jakarta : Pemerintah RI
- Priyantoro, Dwi. 1991. *Hidrolika Saluran Tertutup*. Malang: Jurusan Pengairan Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.

Soewarno, 1995. *Hidrologi Jilid 1*. Bandung : Nova

Suyono Sosrodarsono, Ir, Kensaku Takeda, 1977. *Bendungan Tipe Urugan*. Jakarta : PT. Pradnya Paramita.

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.

**LEMBAR PERSETUJUAN
SKRIPSI**

**PERENCANAAN SISTEM PENYEDIAAN AIR BERSIH DI
DESA BAMBANG KECAMATAN WAJAK KABUPATEN
MALANG**

*Disusun dan Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik S-1
Institut Teknologi Nasional Malang*

Disusun Oleh:

IRFAN ARDIANSYAH

14.21.903

Menyetujui:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II


Dr. Ir. Kustamar, MT


Sriliani Surbakti, ST., MT

Mengetahui:

Ketua Program Studi

Teknik Sipil S-1 ITN Malang



Ir. A. Agus Santosa, MT

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

2017

LEMBAR PENGESAHAN

SKRIPSI

**PERENCANAAN SISTEM PENYEDIAAN AIR BERSIH DI
DESA BAMBANG KECAMATAN WAJAK KABUPATEN
MALANG**

Dipertahankan Dihadapan Majelis Penguji Sidang Skripsi

Jenjang Strata Satu (S-1)

Pada hari : Selasa

Tanggal : 20 Desember 2016

Dan Diterima Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan

Guna Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

Disusun Oleh:

IRFAN ARDIANSYAH

14.21.903

Disahkan :

Ketua

Sekretaris

Ir. A. Agus Santosa, MT

Ir. Munasih, MT

Anggota Penguji :

Dosen Penguji I

Dosen Penguji II

Ir. H. Hirijanto, MT

Dr. Ir. Subandiyah Azis, CES

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

2017

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

NAMA : IRFAN ARDIANSYAH
NIM : 14.21.903
PROGRAM STUDI : TEKNIK SIPIL S-1 / KONSENTRASI TEKNIK
SUMBER DAYA AIR
FAKULTAS : TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi saya dengan judul :
"Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih di Desa Bambang Kecamatan Wajak Kabupaten Malang" adalah benar – benar merupakan hasil karya sendiri, bukan duplikat serta tidak mengutip atau menyadur seluruhnya karya orang lain kecuali disebut dari sumber aslinya yang tercantum dalam daftar pustaka.

Pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya tanpa ada paksaan dari pihak manapun.

Malang, 30 Januari 2017

Yang Membuat Pernyataan



(IRFAN ARDIANSYAH)

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1994. *Kriteria Perencanaan Ditjen Cipta Karya Dinas PU*, Jakarta: Dinas Pekerjaan Umum.
- Anonim 2002. *NSPM Kimpraswil Pedoman / Petunjuk Teknik Dan Manual Bagian 6 Volume IV, V & VI Air Minum Perkotaan*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Badan Standarisasi Nasional 2005. SNI. 06-4829-2005 : *Kriteria Jaringan Pipa*.
- Badan Pusat Statistik, 2013. <http://bps.go.id> Tentang Jumlah Penduduk Desa Bambang Kecamatan Wajak Kabupaten Malang.
- Bentley Methods. 2007. *User's Guide WaterCAD v8 for Windows WATERBUY CT*. USA: Bentley. Press.
- Dajan, Anto. 1974. *Pengantar Metode Statistik jilid II*. Jakarta: LP3ES
- Dake. JMK. 1985. *Hidrolika Teknik*. Terjemahan Oleh Endang P. Tacyhan dan Y. P. Pangaribuan. Jakarta: Erlangga.
- DPU Ditjen Cipta Karya. 1994. *Pedoman Kebijakan Program Pembangunan Prasarana Kota Terpadu (P3KT)*.
- Departemen Pekerjaan Umum, 2005. *Peraturan Pemerintah Nomor 16 Tahun 2005, Tentang Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum*. Jakarta : Dinas PU.
- Departemen Pekerjaan Umum, 2007. *Peraturan Pemerintah No: 18/PRT/M/2007 Tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum 2007:62*. Jakarta : Dinas PU.
- Linsley, Ray K, dan Yoseph B. Franzini. 1996. *Teknik Sumber Daya Air*. Jilid I. Jakarta: Erlangga.
- Mays, Lary W. 2000. *Water Distribution System Hand Book*. New York: Mc. Graw Hill.
- Muliakusumah, Sutarsih. 2000. *Proyeksi Penduduk*. Jakarta: Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.
- Peraturan Pemerintah (PP). 2000. *Undang – undang Republik Indonesia Nomor 25 Tahun 2000 Tentang Program Pembangunan Nasional (PROPENAS) Tahun 2000 – 2004*. Jakarta : Pemerintah RI
- Priyantoro, Dwi. 1991. *Hidrolika Saluran Tertutup*. Malang: Jurusan Pengairan Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.

Soewarno, 1995. *Hidrologi Jilid 1*. Bandung : Nova

Suyono Sosrodarsono, Ir, Kensaku Takeda, 1977. *Bendungan Tipe Urugan*.
Jakarta : PT. Pradnya Paramita.

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.