



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**EVALUASI DAN PENGEMBANGAN  
SISTEM JARINGAN DISTRIBUSI AIR MINUM  
PDAM KOTA DEPOK, KANTOR CABANG 3,  
KECAMATAN SUKMAJAYA**

**SKRIPSI**

**GARRY RIZKIANDY PUTRA  
0606078033**

**FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
DEPOK  
JULI 2010**



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**EVALUASI DAN PENGEMBANGAN  
SISTEM JARINGAN DISTRIBUSI AIR MINUM  
PDAM KOTA DEPOK, KANTOR CABANG 3,  
KECAMATAN SUKMAJAYA**

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Teknik**

**GARRY RIZKIANDY PUTRA  
0606078033**

**FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
DEPOK  
JULI 2010**

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,  
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk  
telah saya nyatakan dengan benar.**

**Nama : Garry Rizkiandy Putra**

**NPM : 0606078033**

**Tanda Tangan : **

**Tanggal : 5 Juli 2010**

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi Ini Diajukan Oleh :  
Nama : Garry Rizkiandy Putra  
NPM : 0606078033  
Program Studi : Teknik Lingkungan  
Judul Skripsi : Evaluasi Sistem Jaringan Distribusi Air Minum  
PDAM Kota Depok Kantor Cabang 3  
Kecamatan Sukmajaya

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.

### DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Dr. Ir. Djoko M. Hartono, S.E., M.Eng

Pembimbing : Dr. Ir. Firdaus Ali, Msc

Penguji : Ir. El Khobar M Nazech, M.Eng

Penguji : Dr. Nyoman Suwartha, S.T, M.T, M.Agr

Ditetapkan di : Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, Depok  
Tanggal : 5 Juli 2010

## KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Lingkungan pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bpk. Dr. Ir. Djoko M Hartono, SE, MEng dan Bpk. Dr. Ir Firdaus Ali, MSc selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini
2. Bpk. Ir. El Khobar M Nazech, M.Eng dan Bpk. Dr. Nyoman Suwartha, S.T, M.T, M.Agr selaku dosen penguji sidang skripsi
3. Bpk. Erwin dan Bpk. Haris dari PDAM Tirta Kahuripan yang telah banyak membantu memperoleh dan mengolah data yang saya perlukan
4. Ibu Herni dari pihak BAPPEDA kota Depok yang telah banyak membantu dalam usaha memperoleh data kependudukan Depok
5. Bapak Kemat dari PT Lemtek Konsultan Indonesia yang telah membantu dalam usaha memperoleh data sistem jaringan air minum
6. Mama, Ayah, Mbak Nidya, Adik Laras yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral
7. Teknik lingkungan angkatan 2006 dan teman-teman di Departemen Sipil yang telah banyak membantu saya dalam menyelesaikan skripsi ini.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, 28 Juni 2010

Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

---

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Garry Rizkiandy Putra  
NPM : 0606078033  
Program Studi : Teknik Lingkungan  
Departemen : Teknik Sipil  
Fakultas : Teknik  
Jenis Karya : Skripsi

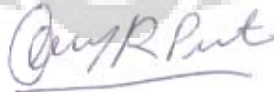
demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**EVALUASI DAN PENGEMBANGAN SISTEM JARINGAN DISTRIBUSI  
AIR MINUM PDAM KOTA DEPOK, KANTOR CABANG 3  
KECAMATAN SUKMAJAYA**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Fakultas Teknik Universitas Indonesia  
Pada tanggal : 5 Juli 2010  
Yang menyatakan



(Garry Rizkiandy Putra)

## ABSTRAK

Nama : Garry Rizkiandy Putra  
Program Studi : Teknik Lingkungan  
Judul : Evaluasi dan Pengembangan Sistem Jaringan Distribusi Air Minum PDAM Kota Depok Kantor Cabang 3 Kecamatan Sukmajaya

Tugas akhir ini membahas tentang evaluasi dan pengembangan pada sistem jaringan distribusi air minum yang ada di Kecamatan Sukmajaya yang merupakan daerah pelayanan PDAM Kota Depok Cabang 3. Dengan meningkatnya teknologi di bidang ilmu air minum, maka pada evaluasi dan pengembangan sistem jaringan menggunakan program Epanet. Dengan program Epanet, dapat melihat perilaku air di sistem jaringan distribusi air minum hingga sampai ke pelanggan. Tugas akhir ini bertujuan untuk mengetahui permasalahan dan faktor penyebabnya di sistem jaringan distribusi air minum. Tujuan berikutnya yaitu memberikan rekomendasi terhadap permasalahan. Permasalahannya yaitu terlalu besarnya tekanan air yang harus diberikan oleh PDAM agar tekanan yang sampai ke pelanggan sesuai dengan kebutuhan dan kriteria desain. Permasalahan selanjutnya yaitu kecepatan aliran pada pipa yang tidak sesuai dengan kriteria desain, serta semakin meningkatnya kebutuhan air minum sebanding dengan meningkatnya penduduk di Kecamatan Sukmajaya. Diameter dan material pipa yang sesuai merupakan solusi dalam mengatasi permasalahan di sistem jaringan distribusi air minum.

Kata kunci:

Tekanan air, kecepatan air, diameter pipa, material pipa, Epanet

## ABSTRACT

Name : Garry Rizkiandy Putra  
Study Program : Environmental Engineering  
Title : Evaluation and Development of Water Supply  
Distribution Network System, PDAM Depok,  
Branch Office 3, Sukmajaya District

The final research will discuss about the evaluation and development of water supply distribution network system in Sukmajaya District, PDAM service area of Depok, Branch 3. As increasing of technology in water supply knowledge, in the evaluation and development of water supply distribution network system using Epanet program. With Epanet program, able to see the behavior of water in water supply distribution network system as far as the customer. The final research aims to identify the problem and contributing factor in water supply distribution network system. Next objective giving recommendations on the matter. The problem is PDAM have to give huge water pressure in order to facilitate water pressure of the customer according to requirement and design criteria. Another matter is the water velocity on the pipe, and the increasing needs of drinking water, as increasing people in Sukmajaya District. Diameter and the appropriate pipe material is a solution in overcoming problems in drinking water distribution network system.

Keyword :

Water pressure, water velocity, pipe diameter, pipe material, Epanet



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	iv
ABSTRAK .....	v
ABSTRACT .....	vi
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL .....	xii
<b>1. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	2
1.4 Manfaat Penelitian .....	2
1.5 Batasan Penelitian .....	3
1.6 Sistematika Penulisan .....	3
<b>2. STUDI LITERATUR .....</b>	<b>5</b>
2.1 Gambaran Umum Jaringan Distribusi .....	5
2.2 Sumber Air Yang Dapat Diminum .....	6
2.3 Fasilitas Transportasi Air .....	6
2.4 Saluran Distribusi Dan Transmisi .....	7
2.5 Metode Distribusi Air Minum .....	7
2.5.1 Distribusi Secara Gravitasi .....	7
2.5.2 Distribusi Menggunakan Pompa Tanpa Penyimpanan .....	8
2.5.3 Distribusi Menggunakan Pompa Dengan Penyimpanan .....	9
2.6 Pola Jaringan Distribusi Air Minum .....	9
2.6.1 Jaringan Tertutup (Loop) .....	9
2.6.2 Jaringan Terbuka (Branch) .....	10
2.7 Kriteria Desain .....	11
2.8 Metode Proyeksi Penduduk .....	11
2.9 Jenis Dan Karakteristik Pipa .....	13
2.9.1 Pipa Besi .....	13
2.9.2 Pipa Baja .....	13
2.9.3 Pipa Beton .....	14
2.9.4 Pipa Plastik .....	14
2.10 Bangunan Air Penunjang .....	16
2.10.1 Reservoir .....	16
2.10.2 Pompa .....	16
2.10.3 Katup ( <i>Valve</i> ) .....	17
2.10.3.1 Katup Isolasi .....	18
2.10.3.2 <i>Check Valve</i> .....	18
2.10.3.3 Katup Tinggi .....	18
2.10.3.4 Katup Pembebas Udara dan Katup Hampa Udara...	19
2.10.3.5 Katup Pengontrol .....	19
2.10.4 Hidran .....	19

2.10.5 Meteran .....	20
2.11 Kehilangan Air .....	23
2.12 Perhitungan Jaringan Distribusi .....	25
2.12.1 Dasar Perhitungan Dimensi Pipa .....	25
2.12.2 Dasar Perhitungan Tekanan Pada Pipa Distribusi .....	26
2.12.3 Perhitungan Pompa .....	27
2.13 Epanet .....	28
2.14 WaterCAD .....	31
<b>3 METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>33</b>
3.1 Pendekatan .....	33
3.2 Variabel .....	33
3.2.1 Variabel Evaluasi Sistem Jaringan Distribusi Air Minum .....	33
3.2.2 Variabel Pengembangan Sistem Jaringan Distribusi Air Minum .....	34
3.2.3 Variabel Sistem Jaringan Distribusi Air Minum Dengan Membandingkan 2 Metode (Epanet dan WaterCAD) .....	34
3.3 Parameter .....	34
3.3.1 Parameter Evaluasi Sistem Jaringan Distribusi Air Minum .....	34
3.3.2 Parameter Pengembangan Sistem Jaringan Distribusi Air Minum .....	34
3.4 Kerangka Konsep .....	34
3.5 Data-data yang Dibutuhkan .....	36
3.5.1 Data Evaluasi Sistem Jaringan Distribusi Air Minum .....	36
3.5.2 Data Pengembangan Sistem Jaringan Distribusi Air Minum .....	36
3.6 Pengolahan Data .....	37
3.6.1 Pengolahan Data Evaluasi Sistem Jaringan Distribusi Air Minum .....	37
3.6.2 Pengolahan Data Evaluasi Sistem Jaringan Distribusi Air Minum .....	38
<b>4. GAMBARAN UMUM DAERAH KAJIAN .....</b>	<b>39</b>
4.1 Sejarah Kota Depok .....	39
4.1.1 Kondisi Geografis Kota Depok .....	39
4.1.2 Wilayah Administratif .....	40
4.1.3 Pemerintahan .....	42
4.1.4 Penduduk .....	43
4.1.5 Tenaga Kerja .....	44
4.2 Kecamatan Sukmajaya .....	44
4.2.1 Kependudukan .....	45
4.2.2 Fasilitas Sosial dan Ekonomi .....	46
4.2.2.1 Gedung Sekolah Menurut Status Sekolah .....	46
4.2.2.2 Tempat Pelayanan Kesehatan di Kecamatan Sukmajaya .....	47
4.2.2.3 Jumlah Sarana Peribadatan di Kecamatan Sukmajaya ...	48
4.3 Kondisi Eksisting Sistem Jaringan Perpipaan Distribusi Air Minum .....	49
4.3.1 Kondisi Eksisting Perpipaan Dan Bangunan Air Penunjang ...	50
4.3.1.1 Pipa .....	50
4.3.1.2 Pompa .....	51

4.3.1.3 Reservoir .....	52
4.3.2 Pola Perilaku Kebutuhan Air Daerah Pelayanan Cabang 3 .....	53
<b>5 EVALUASI SISTEM JARINGAN PERPIPAAN .....</b>	<b>57</b>
5.1 Menggambar Jaringan Eksisting .....	57
5.2 Menentukan Panjang Pipa Dengan Menggunakan Autocad .....	60
5.3 Aliran Yang Keluar Pada Tiap Node .....	60
5.4 Menentukan Elevasi Pada Tiap Node .....	62
5.5 Menentukan Titik Acuan .....	62
5.6 Menjalankan Program Epanet .....	63
5.6.1 Menjalankan Program Epanet Pada Seluruh Jaringan Perpipaan ..	63
5.6.2 Menjalankan Program Epanet Pada Titik Acuan Tiap Jam .....	69
5.7 Evaluasi Jaringan Eksisting dengan Epanet .....	71
5.7.1 Evaluasi Pompa Sistem Jaringan Distribusi Air Minum .....	72
5.7.2 Evaluasi Pada Seluruh Pipa Di Sistem Jaringan Perpipaan .....	76
5.7.3 Evaluasi Titik Acuan .....	80
<b>6 PENGEMBANGAN SISTEM JARINGAN DISTRIBUSI .....</b>	<b>84</b>
6.1 Kapasitas Instalasi dan Sumber Air Minum .....	84
6.2 Kebutuhan Air Minum Di Kecamatan Sukmajaya .....	86
6.2.1 Proyeksi Penduduk .....	86
6.2.2 Proyeksi Kebutuhan Air Minum .....	95
6.2.3 Tahapan Pengembangan .....	99
6.2.4 Pengembangan Daerah Pelayanan .....	99
6.3 Pengembangan Jaringan Distribusi Dengan Epanet .....	101
6.3.1 Menggambar Pengembangan Jaringan Dengan Epanet .....	101
6.3.2 Pengembangan Kebutuhan Air Pada Tiap Node .....	102
6.3.3 Pengembangan Pompa Distribusi .....	102
6.3.4 Pengembangan Karakteristik Jaringan Perpipaan .....	106
6.4 Perbandingan Program Epanet Dengan Watercad .....	114
6.4.1 Perbandingan EPANET Dan WaterCad Dengan Menggunakan Metode Yang Sama ( <i>Hazen-Williams</i> ) .....	114
6.4.2 Perbandingan EPANET Dan WaterCad Dengan Menggunakan Metode Yang Berbeda (EPANET = Darcy-Weisbach, WaterCAD = <i>Hazen-Williams</i> ) ...	120
<b>7 PENUTUP .....</b>	<b>124</b>
7.1 Kesimpulan .....	124
7.2 Saran .....	125
<b>DAFTAR REFERENSI .....</b>	<b>126</b>
<b>LAMPIRAN A</b>	
<b>LAMPIRAN B</b>	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Distribusi Secara Gravitasi .....	8
Gambar 2.2 Distribusi Menggunakan Pompa Tanpa Penyimpanan .....	8
Gambar 2.3 Distribusi Menggunakan Pompa Dengan Penyimpanan .....	9
Gambar 2.4 Sistem Jaringan Tertutup .....	10
Gambar 2.5 Sistem Jaringan Terbuka .....	11
Gambar 3.1 Kerangka Konsep .....	35
Gambar 4.1 Wilayah Administrasi Kota Depok .....	41
Gambar 4.2 Kecamatan Sukmajaya .....	45
Gambar 4.3 Jaringan Distribusi Air Bersih Eksisting .....	50
Gambar 4.4 Pompa Distribusi Cabang 3 .....	51
Gambar 4.5 Grafik Pola Perilaku Kebutuhan Air .....	54
Gambar 5.1 Sistem Jaringan Distribusi Air Minum Sukmajaya Di Epanet .....	57
Gambar 5.2 Jaringan Pipa Cabang 3 .....	63
Gambar 5.3 Tekanan Pada Tiap Node .....	64
Gambar 5.4 Kecepatan Pada Tiap Pipa .....	66
Gambar 5.5 Debit Pada Tiap Pipa .....	67
Gambar 5.6 Tekanan Titik Acuan Tiap Jam .....	69
Gambar 5.7 Kecepatan Aliran Dalam Pipa Di Titik Acuan Tiap Jam .....	70
Gambar 5.8 Tekanan Titik Acuan Eksisting .....	81
Gambar 5.9 Tekanan Titik Acuan Evaluasi .....	81
Gambar 5.10 Kecepatan Titik Acuan Eksisting .....	82
Gambar 5.11 Kecepatan Titik Acuan Evaluasi .....	82
Gambar 6.1 Pertumbuhan Penduduk Kecamatan Sukmajaya 2001-2008 .....	87
Gambar 6.2 Metode Aritmatika .....	89
Gambar 6.3 Metode Geometrik .....	91
Gambar 6.4 Metode <i>Decreasing Rate Of Increase</i> .....	93
Gambar 6.5 Perbandingan 3 Metode Proyeksi Penduduk .....	94
Gambar 6.6 Pengembangan Jaringan Distribusi Air Minum .....	100
Gambar 6.7 Pengembangan Jaringan Distribusi Air Minum .....	101

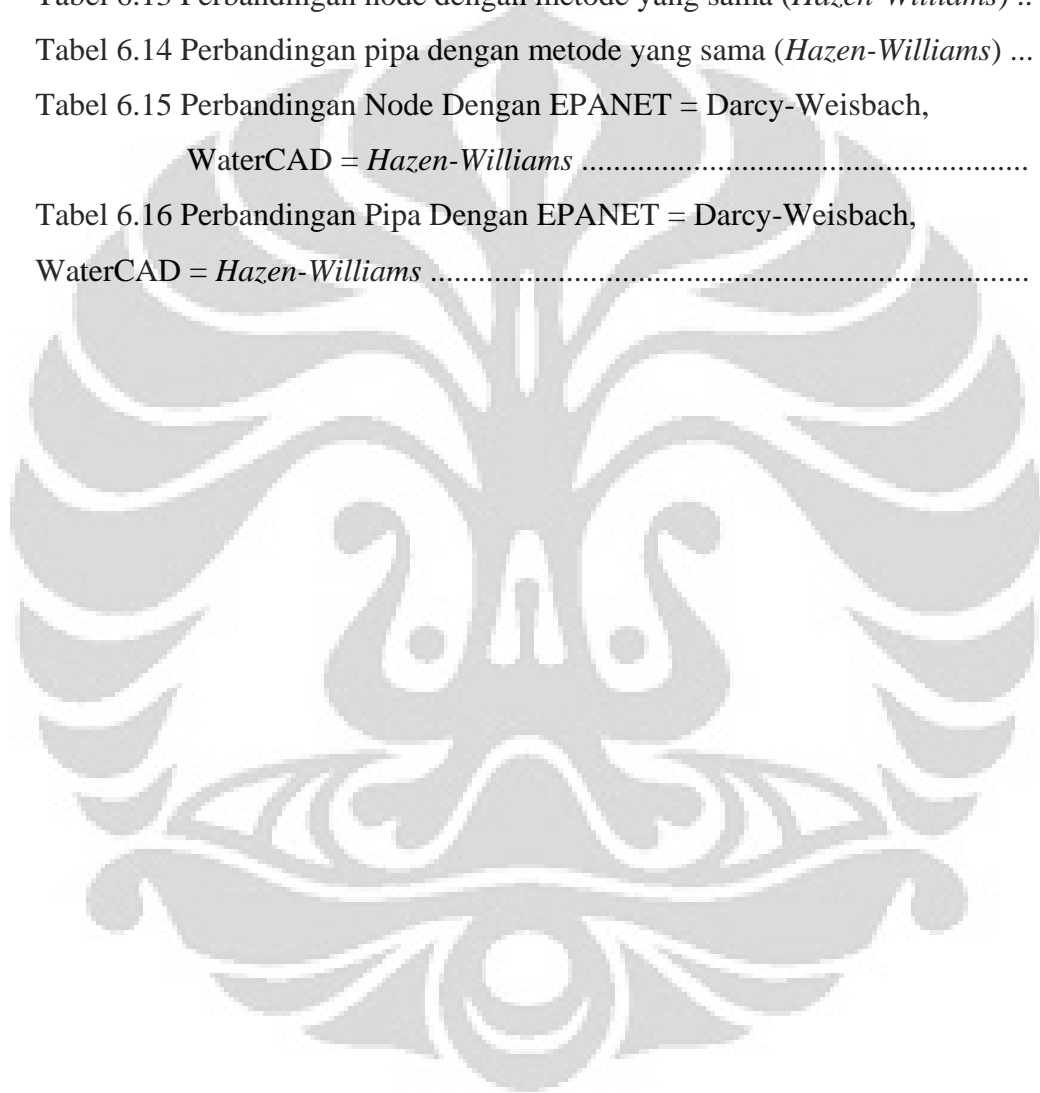
Gambar 6.8 Tekanan Pada Pengembangan Jaringan Distribusi Air Minum Di Epanet .....	104
Gambar 6.9 Jaringan Perpipaan Distribusi Air Minum .....	107
Gambar 6.10 Kecepatan Pada Pengembangan Jaringan Distribusi Air Minum Di Epanet .....	112
Gambar 6.11 Perbandingan Jaringan Metode Yang Sama (Epanet) .....	115
Gambar 6.12 Perbandingan Jaringan Metode Yang Sama (WaterCAD) .....	116



## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. Batas-Batas Wilayah Kecamatan di Kota Depok .....	41
Tabel 4.2 Banyaknya Kelurahan, RW, dan RT di Kota Depok Tahun 2006.....	43
Tabel 4.3 Jumlah Penduduk Kecamatan Sukmajaya .....	45
Tabel 4.4 Jumlah Gedung Sekolah .....	47
Tabel 4.5 Jumlah Tempat Pelayanan Kesehatan di Kecamatan Sukmajaya .....	48
Tabel 4.6 Jumlah Sarana Peribadatan di Kecamatan Sukmajaya .....	49
Tabel 4.7 Jenis Dan Material Pipa .....	51
Tabel 4.8 Karakteristik Pompa .....	52
Tabel 4.9 Karakteristik Reservoir .....	52
Tabel 4.10 Pola Perilaku Air .....	53
Tabel 4.11 Kehilangan Air Rata-Rata .....	55
Tabel 5.1 Diameter Dan Material Pipa .....	59
Tabel 5.2 Panjang Pipa Jaringan Distribusi Air Minum .....	60
Tabel 5.3 Debit Kelurahan Baktijaya .....	61
Tabel 5.4 Debit Kelurahan Abadijaya .....	62
Tabel 5.5 Laporan Pada Tiap Node .....	65
Tabel 5.6 Laporan Pada Tiap Pipa .....	68
Tabel 5.7 Karakteristik Pompa Distribusi .....	72
Tabel 5.8 Kebuthan Air Tiap Node .....	73
Tabel 5.9 Unit Headloss Tiap Pipa .....	75
Tabel 5.10 Evaluasi Pompa .....	76
Tabel 5.11 Perbandingan Pipa Eksisting Dan Evaluasi .....	77
Tabel 6.1 Data Sungai Ciliwung .....	84
Tabel 6.2 Fluktuasi Debit Sungai Ciliwung .....	85
Tabel 6.3 Perhitungan Metode Aritmatika .....	88
Tabel 6.4 Perhitungan Metode Geomtrik .....	90
Tabel 6.5 Metode Decreasing Rtae Of Increase .....	92
Tabel 6.6 Proyeksi Kebutuhan Air Penduduk Sukmajaya .....	97

Tabel 6.7 Rekapitulasi Proyeksi Kebutuhan Air .....	98
Tabel 6.8 Kebutuhan Air Pada Tiap Node .....	102
Tabel 6.9 Tekanan Pada Tiap Node Pengembangan .....	105
Tabel 6.10 Diameter dan Kekasaran Pipa Rencana Pengembangan .....	108
Tabel 6.11 Panjang Pipa Pengembangan .....	110
Tabel 6.12 Aliran Dan Kecepatan Aliran Di Dalam Pipa Pengembangan .....	113
Tabel 6.13 Perbandingan node dengan metode yang sama ( <i>Hazen-Williams</i> ) ..	117
Tabel 6.14 Perbandingan pipa dengan metode yang sama ( <i>Hazen-Williams</i> ) ...	118
Tabel 6.15 Perbandingan Node Dengan EPANET = Darcy-Weisbach, WaterCAD = <i>Hazen-Williams</i> .....	121
Tabel 6.16 Perbandingan Pipa Dengan EPANET = Darcy-Weisbach, WaterCAD = <i>Hazen-Williams</i> .....	122





# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Sumber daya air merupakan persoalan yang semakin serius akhir-akhir ini. Permasalahan yang terjadi cukup banyak dalam hal tidak sampainya air minum kepada para warga sesuai dengan kebutuhan. Dalam pengambilan suatu Kota yang nantinya akan dievaluasi mengenai sistem jaringan distribusi air minumnya, dipilih Kota Depok sebagai studi kasus. Instalasi air minum yang digunakan yaitu instalasi yang memberikan pelayanan air minum pada 3 kantor cabang PDAM di Kota Depok yaitu instalasi yang terletak di Jalan Legong. Ketiga kantor cabang tersebut yaitu kantor cabang II, kantor cabang III, dan kantor cabang IV. Sistem jaringan distribusi yang dievaluasi yaitu sistem jaringan distribusi air minum yang ada pada Kecamatan Sukmajaya yang termasuk dalam kantor cabang III, dengan penyuplaian air minum dari instalasi Legong.

Umumnya permasalahan yang sering terjadi adalah kebocoran pada pipa jaringan distribusi air minum. Permasalahan juga timbul akibat perkembangan Kota Depok yang cukup pesat berbanding lurus dengan tingginya tingkat pertumbuhan penduduk. Hal ini mengakibatkan permintaan akan kebutuhan air minum juga terus mengalami peningkatan. Dengan meningkatnya kebutuhan air minum pada masyarakat, pihak PDAM harus memberi perhatian yang cukup serius dengan memberikan pelayanan berupa penyuplaian air minum yang layak kepada masyarakat sesuai dengan kebutuhan dan memenuhi standar kesehatan.

Beberapa konsumen PDAM juga mengalami pelayanan yang kurang memuaskan. Permasalahan ini timbul karena debit dan tekanan dari air minum yang mereka terima sangat kecil dan terus mengalami penurunan. Penurunan tekanan ini erat kaitannya dengan kecepatan aliran dalam pipa yang tidak sesuai atau kecil. Hal ini mengakibatkan para konsumen kurang dapat menggunakan air tersebut untuk keperluan sehari-hari, mengingat cukup banyaknya kegiatan masyarakat yang menggunakan air minum. Penurunan debit dan tekanan yang hilang pada air minum hingga sampai ke konsumen dapat diakibatkan oleh



beberapa faktor. Faktor tersebut erat kaitannya dengan kondisi sistem jaringan distribusi air minum yang kurang baik.

## **1.2 Perumusan Masalah**

- Apakah tekanan air yang sampai kepada konsumen telah mencapai syarat kuantitas sesuai dengan kebutuhan konsumen?
- Apakah kecepatan yang ada dalam pipa telah sesuai dengan kriteria desain?
- Apakah dengan semakin bertambahnya penduduk, jaringan distribusi dapat terus mendistribusikan air minum sesuai dengan kebutuhan pelanggan?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Evaluasi dan perencanaan sistem jaringan distribusi air minum Kota Depok dibuat dengan tujuan untuk melengkapi persyaratan untuk menjadi Sarjana Teknik Lingkungan di Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

Adapun tujuannya yaitu :

1. Mengetahui permasalahan yang ada di sistem jaringan distribusi air minum PDAM Kota Depok cabang 3
2. Mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi permasalahan sistem jaringan distribusi air minum PDAM Kota Depok cabang 3
3. Memberikan rekomendasi pada permasalahan yang ada di sistem jaringan distribusi air minum PDAM Kota Depok cabang 3

## **1.4 Manfaat Penelitian**

1. Mengembangkan ilmu pengetahuan di bidang sistem jaringan distribusi air minum dengan menggunakan program Epanet dan WaterCAD
2. Memberikan bahan pertimbangan bagi PDAM Kota Depok dalam menyelesaikan permasalahan di sistem jaringan distribusi air minum

### **1.5 Batasan Penelitian**

Untuk membatasi permasalahan yang akan di bahas, maka penyusunan tugas akhir ini dibatasi ruang lingkupnya meliputi :

1. Kebutuhan air minum hanya meliputi perhitungan kuantitas
2. Proyeksi kebutuhan air minum sesuai dengan debit yang mampu diolah oleh instalasi Legong
3. Tidak memperhitungkan biaya perbaikan pipa
4. Tidak membahas prosedur penggantian pipa
5. Kehilangan air yang dievaluasi merupakan kehilangan air teknis
6. Daerah yang ditinjau adalah daerah pelayanan PDAM Kota Depok cabang 3, Kecamatan Sukmajaya

### **1.6 Sistematika Penulisan**

#### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini menguraikan tentang latar belakang, tujuan masalah, batasan masalah, metodologi penulisan.

#### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini berisi tentang studi literatur yang berhubungan dengan sistem jaringan distribusi air minum yang nantinya akan menjadi dasar perencanaan, baik perhitungan dan pengolahan data.

#### **BAB III METODOLOGI PENULISAN**

Bab ini berisi tentang metodologi yang digunakan dalam penulisan tugas akhir ini. Metodologi penulisan menerangkan tentang input, prosedur dan output yang dihasilkan dalam pengerjaan tugas akhir

#### **BAB IV GAMBARAN UMUM WILAYAH PERENCANAAN**

Bab ini berisi kondisi eksisting wilayah meliputi luas wilayah perencanaan, batas wilayah, yang akan dilakukan pengembangan sistem jaringan distribusi air minumnya.

#### **BAB V PROYEKSI PENDUDUK DAN KEBUTUHAN AIR MINUM**

Bab ini berisi hasil perhitungan proyeksi penduduk wilayah perencanaan hingga tahun 2020 dan perhitungan kebutuhan air minum berdasarkan proyeksi penduduk.

## **BAB VI PERHITUNGAN PERENCANAAN JARINGAN DISTRIBUSI AIR MINUM**

Bab ini berisi perhitungan tentang sistem jaringan distribusi air minum.

## **BAB VII PENUTUP**

Bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran yang diberikan oleh penulis.



## **BAB 2**

### **STUDI LITERATUR**

#### **2.1 Gambaran Umum Jaringan Distribusi**

Instalasi pengolahan air bersih merupakan suatu sistem pengolahan yang saling berkaitan dan terintegrasi. Pada sistem penyediaan air minum, sistem jaringan distribusi air bersih merupakan salah satu yang paling penting. Sistem tersebut menjadi sangat penting karena merupakan faktor utama dalam menyampaikan dan mengalirkan air bersih tersebut kepada para pelanggan. Akan terlihat aneh apabila air bersih yang telah diolah hingga sesuai bakumutu air minum namun tidak sampai kepada pelanggan. Maka dari itu penyediaan air minum dapat dikatakan baik apabila air tersebut bisa sampai kepada para pelanggan.

Sampainya air minum kepada para pelanggan juga harus memenuhi beberapa kriteria yakni:

- Dalam menyampaikan dan mengalirkan air tersebut kepada para pelanggan harus memenuhi beberapa syarat. Syarat yang paling utama yaitu air yang sampai kepada para pelanggan harus memenuhi syarat kualitas. Dalam hal ini syarat kualitas air minum sesuai dengan peraturan menteri kesehatan PerMenKes no. 907 Tahun 2002.
- Dalam pemenuhan kebutuhan air minum, para pelanggan juga mempunyai kebutuhan air minum yang berbeda-beda. Hal ini tergantung dari berbagai aspek seperti perbedaan aktivitas para pelanggan yang berhubungan dengan penggunaan air. Maka dari itu, penyediaan air juga harus memenuhi syarat kuantitas, dalam hal ini adalah air minum yang sampai kepada pelanggan harus sesuai dengan kebutuhan.
- Setelah memenuhi persyaratan kualitas dan kuantitas, tidak serta merta air tersebut telah memenuhi persyaratan dalam penyediaan air minum. Salah satu faktor yang juga tidak kalah penting yaitu pemenuhan tekanan air tersebut pada saat air tersebut sampai kepada konsumen atau pelanggan. Karena tiap pelanggan juga membutuhkan air yang mempunyai tekanan

yang cukup, sebagai contoh pada saat menyiram tanaman maupun mencuci mobil.

Sistem jaringan distribusi yaitu suatu unit terintegrasi yang terdiri dari jaringan perpipaan, katup, hidran, dan segala perlengkapan yang digunakan untuk membawa air, kemudian terdapat unit untuk penyimpanan, ekualisasi, dan sebagai permulaan dalam menentukan tujuan distribusi yang bernama reservoir, pipa servis yang menuju konsumen, meteran, dan segala peralatan yang dibutuhkan dalam sistem pengaliran setelah air meninggalkan stasiun pompa utama di reservoir. (Harold E. Babbitt, M.S, 1991)

## **2.2 Sumber Air Yang Dapat Diminum**

Air yang belum diolah atau yang lebih dikenal dengan air baku, dapat bersumber dari air tanah dan air permukaan seperti danau, reservoir, dan sungai. Air baku umumnya dialirkan ke instalasi pengolahan air, dimana air baku tersebut diproses, diolah, kemudian diproduksi menjadi output berupa air olahan atau air yang dapat diminum.

Tingkatan pengolahan air baku yaitu hingga air tersebut dapat diminum dilihat dari karakteristik air baku tersebut, standar air minum yang relevan, proses pengolahan yang digunakan, dan karakteristik sistem jaringan distribusinya. (Thomas M. Walski, 2003)

## **2.3 Fasilitas Transportasi Air**

Memindahkan air dari sumber ke pelanggan membutuhkan suatu jaringan yang berisi perpipaan, pompa, katup dan peralatan lainnya. Penyimpanan air dimaksudkan untuk mengakomodasi fluktuasi dalam permintaan yang berhubungan dengan tingkat penggunaan air yang bervariasi atau kebutuhan untuk pemadam kebakaran membutuhkan unit untuk fasilitas penyimpanan seperti tank atau reservoir. Perpipaan, penyimpanan, dan infrastruktur penunjang lainnya terintegrasi di dalam sistem jaringan distribusi air.

(Thomas M. Walski, 2003)

## 2.4 Saluran Distribusi Dan Transmisi

Sistem perpipaan sering dikategorikan ke dalam saluran transmisi dan saluran distribusi. Saluran transmisi terdiri dari komponen yang didesain untuk membawa air dengan jumlah yang cukup banyak dengan jarak yang cukup jauh, tipikalnya antar fasilitas utama dalam suatu sistem. Sebagai contoh saluran digunakan untuk memindahkan air dari fasilitas pengolahan ke tanki penyimpanan melewati beberapa kota. Pelanggan individu biasanya tidak dilayani dalam saluran transmisi.

Saluran distribusi mempunyai fungsi mengalirkan air hingga ke pelanggan. Saluran distribusi diameternya lebih kecil dari saluran transmisi dan umumnya jaringannya mengikuti topologi dan kontur yang ada pada suatu daerah. Elbow, tee, wyes, cross dan beberapa jenis lainnya merupakan elemen yang digunakan untuk menghubungkan bagian-bagian pipa. Hidran pemadam kebakaran, katup isolasi, katup control, dan katup peniup dan peralatan perawatan dan operasional yang lain merupakan peralatan yang dihubungkan pada saluran distribusi.

(Thomas M. Walski, 2003)

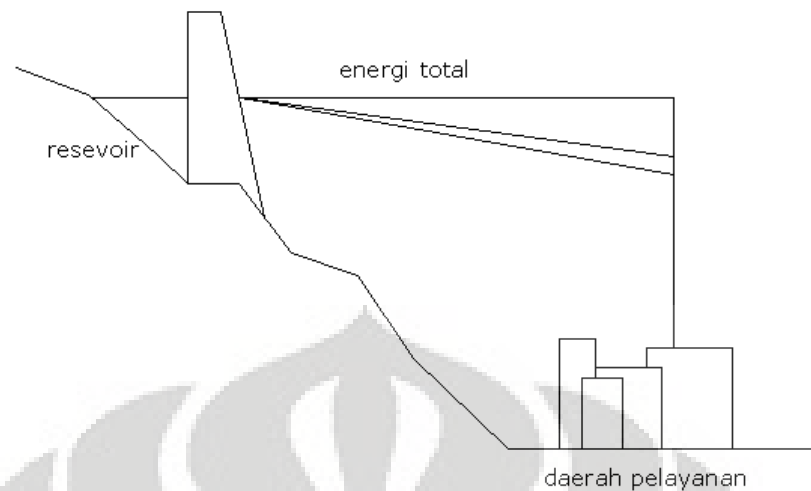
## 2.5 Metode Distribusi Air Minum

Terdapat beberapa metode pendistribusian air minum hingga sampai ke konsumen. Adapun metode tersebut diantaranya adalah :

- Distribusi secara gravitasi
- Distribusi menggunakan pompa tanpa penyimpanan (un-storage)
- Distribusi menggunakan pompa dengan penyimpanan (storage)

### 2.5.1 Distribusi Secara Gravitasi

Distribusi secara gravitasi dapat diterapkan apabila sumber air minum berada pada elevasi yang lebih tinggi dari suatu kota atau daerah. Metode ini merupakan metode yang sangat bergantung pada lokasi sumber air dan hanya dapat diterapkan pada daerah tertentu.

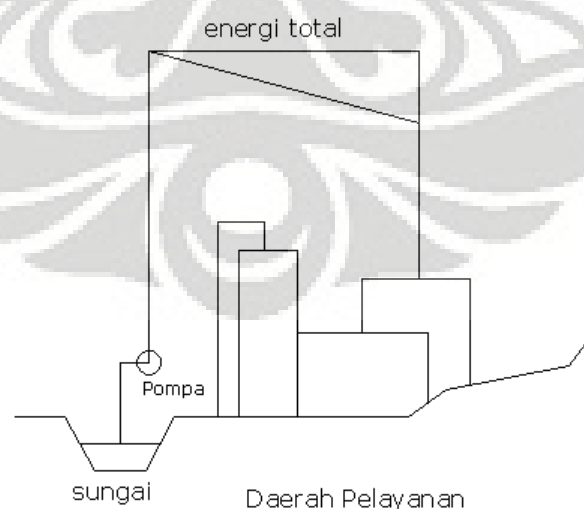


Gambar 2.1 Distribusi Secara Gravitasi

Sumber : Hasil Olahan

### 2.5.2 Distribusi Menggunakan Pompa Tanpa Penyimpanan(Storage)

Distribusi menggunakan pompa tanpa penyimpanan(storage) merupakan metode distribusi air minum yang kurang begitu sering diterapkan. Hal ini dikarenakan metode tersebut tidak menyediakan aliran air cadangan apabila terdapat kegagalan pada saat penyuplaian air minum dan tekanannya tentu saja akan berfluktuasi yang tergantung dari aliran yang bervariasi tersebut.

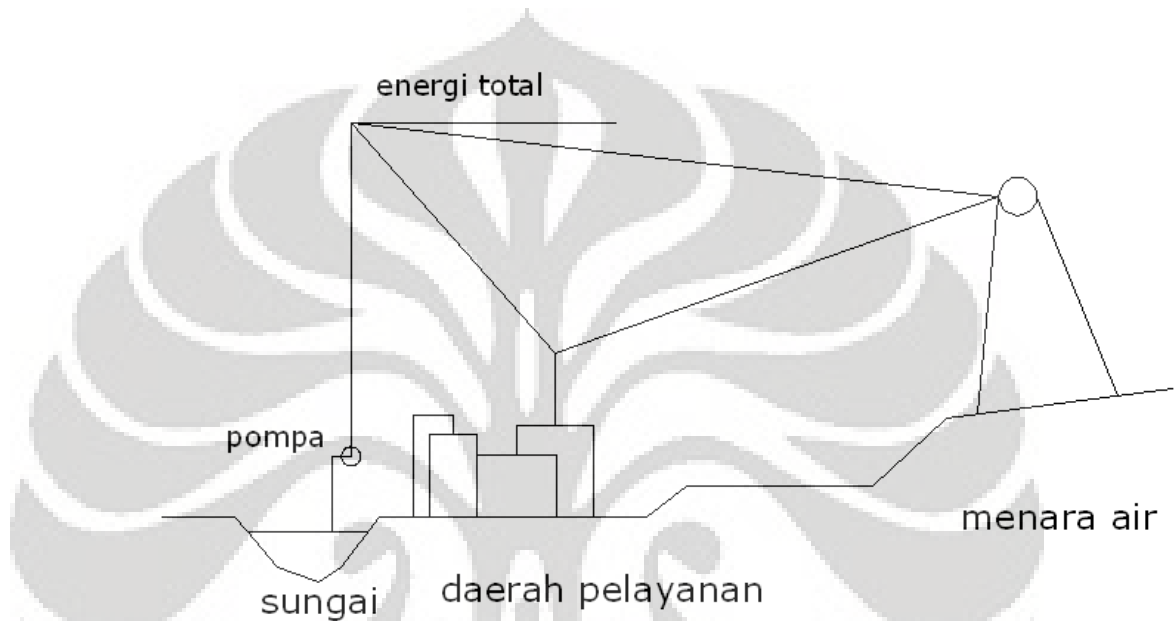


Gambar 2.2 Distribusi Menggunakan Pompa Tanpa Penyimpanan(Storage)

Sumber : Hasil Olahan

### 2.5.3 Distribusi Menggunakan Pompa Dengan Penyimpanan(Storage)

Distribusi menggunakan pompa dengan penyimpanan(storage) merupakan metode distribusi air minum yang paling sering digunakan. Air dipompa pada tingkat yang sama naik tinggi maupun rendah, namun apabila aliran lebih dari konsumsi yang dibutuhkan, dapat disimpan pada tanki penyimpanan terlebih dahulu untuk dialirkan kembali kepada masyarakat. (Terence J.Mcghee, 1991)



Gambar 2.3 Distribusi Menggunakan Pompa Dengan Penyimpanan(Storage)

Sumber : Hasil Olahan

## 2.6 Pola Jaringan Distribusi Air Minum

Pola jaringan, baik jaringan distribusi maupun jaringan transmisi dapat berupa jaringan terbuka (*branch*) dan jaringan tertutup (*loop*).

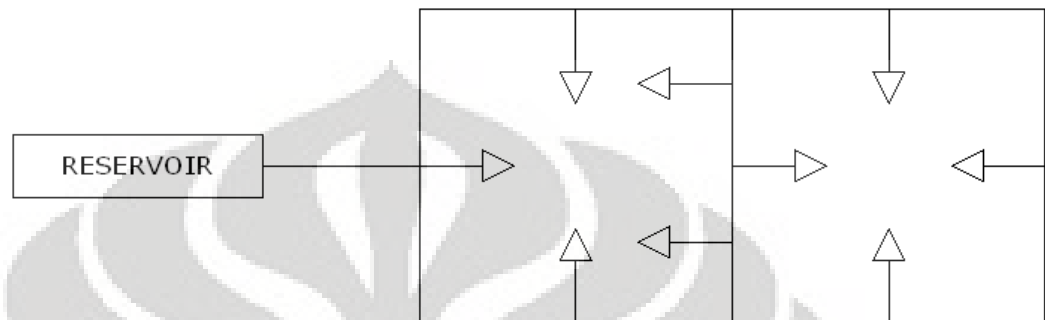
### 2.6.1 Jaringan Tertutup (*Loop*)

Pada sistem *loop* terdapat beberapa pola yang berbeda untuk diikuti oleh aliran air dari sumber air hingga ke tempat para pelanggan. Sistem *loop* pada umumnya merupakan sistem yang lebih diinginkan daripada sistem terbuka. Hal ini dikarenakan terdapat katup bergandengan yang cukup, dan dapat menyediakan elevasi layak yang lebih tinggi.

Pada sistem *loop* apabila terdapat permasalahan pada salah satu segmen perpipaan, dapat segera diisolasi dan dilakukan perbaikan dengan menimbulkan



dampak yang sedikit kepada area disekitar pipa bermasalah tersebut. Keuntungan lainnya dalam menerapkan sistem *loop* yaitu karena terdapat lebih dari satu pola aliran yang yang dapat menjangkau pelanggan, kecepatan akan menjadi lebih kecil dan kapasitas sistem akan menjadi lebih besar.



Gambar 2.4 Sistem Jaringan Tertutup (*loop*)

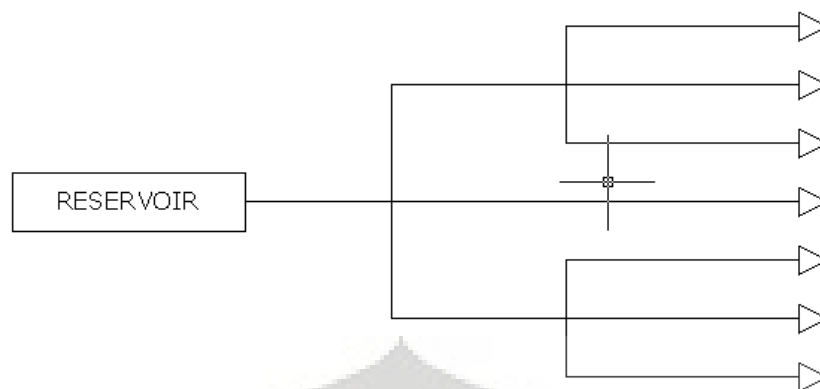
Sumber : Hasil Olahan

### 2.6.2 Jaringan Terbuka (*Branch*)

Jaringan terbuka atau *branch* juga disebut sebagai sistem yang menyerupai pepohonan. Dalam sistem ini aliran air hanya mempunyai satu pola yang memungkinkan dari sumber air hingga ke para pelanggan. Pada pola terbuka apabila terdapat permasalahan pada salah satu segmen perpipaan, maka pelanggan yang berada setelah pipa yang bermasalah tersebut akan terganggu dan terputus aliran air minumannya sampai pipa bermasalah tersebut selesai diperbaiki.

Pada umumnya sistem penyediaan air minum merupakan kombinasi yang kompleks dari sistem *loop* dan sistem terbuka, dengan perpaduan fungsi dimana sistem *loop* dapat menyediakan alternative pola aliran air yang layak dan sistem terbuka dalam menghemat biaya dalam membangun infrastruktur.

(Thomas M. Walski, 2003)



Gambar 2.5 Sistem Jaringan Terbuka

Sumber : Hasil Olahan

## 2.7 Kriteria Desain

Kriteria desain yang harus dipenuhi dalam mengevaluasi sistem jaringan perpipaan distribusi air minum Kecamatan Sukmajaya harus sesuai dengan kriteria desain PDAM yaitu kecepatan air dalam pipa disyaratkan sebesar 0,15 m/detik – 1,5 m/detik (Terence J. McGhee, 1991)

Kemudian sesuai dengan kriteria desain yang digunakan Dirjen Cipta Karya, tinggi tekanan yang harus disediakan hingga titik terjauh minimum sebesar 10 m dan tinggi tekanan maximum 70 m. (Dirjen Cipta Karya, 1998)

Namun sesuai dengan kriteria desain yang digunakan oleh PDAM Tirta Kahuripan yang digunakan untuk cabang 3 Kecamatan Sukmajaya yaitu tinggi tekanan yang dibutuhkan oleh para penduduk yang ada di Kecamatan Sukmajaya yaitu 5 m pada tekanan minimum dan 25 m pada tekanan maksimum. (Laporan bulanan PDAM Tirta Kahuripan, 2009)

## 2.8 Metode Proyeksi Penduduk

### 1. Metode Aritmatik

Merupakan metode proyeksi penduduk dimana populasi diasumsikan meningkat pada tingkatan yang sama. Metode ini umumnya digunakan untuk mengestimasi pertumbuhan penduduk pada jangka waktu pendek

Rumus :

$$Y_t = Y_2 + K_a (T - T_2)$$

$$K_a = (Y_2 - Y_1) : (T_2 - T_1)$$

Dimana :

$Y_t$  = jumlah populasi yang dicari

$Y_0, Y_1, Y_2$  = populasi pada waktu  $T_0, T_1, T_2$

$K_a$  = laju pertumbuhan

## 2. Metode Geometrik

Merupakan metode proyeksi penduduk dimana populasi diasumsikan meningkat dengan proporsi sesuai dengan peningkatan penduduk sebelumnya. Metode ini umumnya digunakan untuk mengestimasi pertambahan penduduk pada jangka waktu pendek

Rumus :

$$\ln Y_t = \ln Y_2 + K_p (T - T_2)$$

$$K_p = (\ln Y_2 - \ln Y_1) : (T_2 - T_1)$$

Dimana :

$Y_t$  = jumlah populasi yang dicari

$Y_0, Y_1, Y_2$  = populasi pada waktu  $T_0, T_1, T_2$

$K_p$  = laju pertumbuhan

## 3. Metode Decrease Of Increasing Rate

Merupakan metode proyeksi penduduk dimana populasi diasumsikan dapat mencapai titik jenuh atau batas nilai tertentu

Rumus :

$$Y_t = Y_2 + (Z - Y_2)(1 - e)^{[-k_d(T - T_2)]}$$

$$Z = [2Y_0Y_1Y_2 - (Y_1^2)(Y_0 + Y_2)] : [Y_0Y_2 - Y_1^2]$$

$$K_d = [-1/(T_2 - T_1)] \ln[(Z - Y_2)/(Z - Y_1)]$$

$Y_t$  = jumlah populasi yang dicari

$Y_0, Y_1, Y_2$  = populasi pada waktu  $T_0, T_1, T_2$

(Syed R. Qasim, 2000)

## 2.9 Jenis Dan Karakteristik Pipa

Jenis dan karakteristik pipa yang umumnya digunakan untuk sistem jaringan distribusi yaitu

- Pipa besi
- Pipa baja
- Pipa beton
- Pipa plastik

### 2.9.1 Pipa Besi

Pipa besi mempunyai sifat yang sangat tahan lama dan diharapkan dalam penerapannya dapat mempunyai umur lebih dari 100 tahun. Namun, bagaimanapun juga, permasalahan korosi menyerang bagian dalam pipa mengakibatkan terkikisnya sehingga berkurangnya diameter dan meningkatkan kekasaran relatif pipa. Kombinasi dari kedua efek tersebut dapat mereduksi kapasitas hidrolis hingga 70 persen atau lebih.

Pipa besi difabrikasi dengan cara dibuat di dalam cetakan. Cetakan tersebut diputar dengan arah membujur dari porosnya. Umumnya pipa besi tersebut diproduksi dalam ukuran panjang 5,5 m (18 ft). Pipa besi dipasang dengan metode dan teknik yang bervariasi. Hal tersebut tergantung dari bagian yang akan dipasang dan lingkungan atau lokasinya. (Terence J.Mcghee, 1991)

### 2.9.2 Pipa Baja

Baja biasa digunakan untuk tempat aliran air, khususnya pada keadaan dimana diameternya lebar dan tekanan tinggi. Baja mempunyai keuntungan ekonomi di beberapa kondisi. Hal ini dikarenakan baja merupakan material yang kuat dan ringan.

Pipa baja lebih mudah dipindahkan dari satu tempat ke tempat lainnya dan lebih mudah dalam proses pemasangannya. Pipa yang terbuat dari material baja lebih mudah korosi dari pipa besi karena dinding pipa baja yang relatif tipis. Pada keadaan biasa, pipa baja mempunyai umur yang cukup lama yaitu 50 tahun. (Terence J.Mcghee, 1991)

### 2.9.3 Pipa Beton

Pipa silinder beton sering digunakan untuk infrastruktur pembawa air. Pipa beton difabrikasi dengan cara membungkus kawat dengan kekuatan tegang yang tinggi pada silinder baja yang telah dilapisi oleh semen mortar.

Kawat tersebut untuk mengikat silinder baja dan diselimuti oleh beton pada bagian luarnya. Untuk keadaan tekanan rendah, pipa beton tidak memerlukan kawat pengikat. Pipa beton difabrikasi dalam ukuran panjang dengan *range* antara 3,7 sampai 4,9 m (12 hingga 16 ft) dan untuk tekanan statis lebih dari 2700 kPa. (Terence J.McGhee, 1991)

### 2.9.4 Pipa Plastik

Pipa plastik difabrikasi dari material padat dan material tulangan fiber. Pipa plastik sering digunakan dalam perpipaan domestik dan pada sistem jaringan distribusi. Hal ini dikarenakan mudahnya dalam pemasangan dan perawatannya dan umumnya lebih murah dari material tradisional seperti besi dan beton. (Terence J.McGhee, 1991)

Manfaat dan kegunaan pipa PVC yaitu kuat dan tidak mudah pecah karena mengandung resin PVC dan aditif, dapat mereduksi pengaruh UV terhadap pipa dalam jangka waktu yang lama, tahan terhadap bahan kimia ekstrim, tahan lama, tidak dapat berkarat, bebas pemeliharaan, dan termasuk isolator yang baik dan tidak dapat menimbulkan api.

(Wavin, 2007)

### Jenis-jenis Pipa Plastik

#### Pipa PVC

Tipe-tipe pipa PVC yang digunakan untuk pipa air yaitu:

- ASTM D1785, Sch 40 dan 80 pipa (1/8 "sampai 24" ukuran)
- ASTM D2241, SDR pipa (SDR 13/ 5 untuk 64-1/8"sampai 36" ukuran)
- AWWA C900, Air induk 4"sampai 36"
- AWWA C905, Air transmisi pipa 14"sampai 36"
- AWWA C909, Molecularly Berorientasi Polivinil Klorida (PVCO)

Tekanan Pipa, 4"sampai 24" untuk Distribusi Air

Studi tentang pipa PVC yang dibuat di Eropa pada tahun 1930-an dan terus digunakan menunjukkan kehidupan yang sangat panjang berguna untuk produk ini dari seratus tahun atau lebih, yang umumnya akan melebihi umur struktur mereka diinstal masuk. (Priyadi, Danny, 2009)

#### Pipa *Polypropylene*

Pipa ini umumnya diaplikasikan pada industri yang melibatkan media korosif. *Polypropylene* dapat digunakan pada suhu hingga 150° F, dalam layanan tekanan terus-menerus, dan pada suhu hingga 180° F, dengan kondisi aliran gravitasi. *Polypropylene* adalah yang paling ringan dari semua termoplastik. pipa mempunyai ketahanan baik terhadap asam kuat kecuali oksidasi sangat aktif, seperti asam nitrat. Pipa juga memiliki resistansi yang sangat baik untuk alkali lemah dan kuat dan untuk sebagian besar pelarut organik, non-konduktor listrik.

#### Pipa HDPE

Pipa HDPE (*High Density PolyEthylene*) atau pipa PE (*PolyEthylene*). Pipa HDPE sudah menjadi standard untuk pipa air minum di Indonesia, karena pipa HDPE adalah pipa anti karat, cepat dan mudah dalam pemasangan serta pipa HDPE memiliki masa operasional yang jauh lebih lama dibandingkan pipa besi. Pipa PE tahan sampai 16 bar maksimum dan temperatur sekitar 60°Celcius. Tahan terhadap aneka zat kimia dan pipa PE memiliki sifat "*food grade*" yaitu aman untuk dikonsumsi.

Pipa PE di Indonesia sudah mulai meluas digunakan untuk *supply* air minum, irigasi serta perkebunan. Diameter pipa PE dimulai dari 20mm hingga 1200 mm. Fitting pipa PE sudah sangat lengkap, mulai dari compression fitting, butt fusion fitting, electrofusion fitting dan juga socket fusion fitting ada tersedia.

#### Karakteristik PIPA HDPE

- Memiliki fleksibilitas tinggi (kekuatan tensil > 22 mPa dan elastisitas >700%)
- Memiliki kemampuan dalam menahan benturan
- Memiliki ketahanan akan temperatur rendah bahkan temperatur air beku

- Ringan (mengapung di air) dengan densitas =  $0.94 \text{ gr/cm}^3$ , sehingga mudah dalam penanganan dan transportasi
- Metode penyambungan yang cepat dan mudah
- Tahan terhadap korosi dan abrasi
- Permukaan halus, akan meminimalisasi hilangnya tekanan
- Jangka waktu pemakaian 50 tahun

(Boring, Adi, 2009)

## 2.10 Bangunan Air Penunjang

### 2.10.1 Reservoir

Reservoir mempunyai arti yang cukup penting dalam sistem jaringan distribusi air minum yang erat kaitannya dengan konstruksi dan pengoperasian jaringan tersebut. Reservoir dapat menyuplai maupun menerima air dengan kapasitas yang besar jika tingkat hidrolis tidak terpengaruh dan konstan.

Reservoir digunakan untuk menyimpan air dimana tingkat hidrolis diatur oleh beberapa faktor lain selain tingkat penggunaan air. Danau, sumur bawah tanah, pada instalasi pengolahan air minum sering direpresentasikan sebagai reservoir dalam jaringan distribusi air minum. (Thomas M. Walski, 2003)

Reservoir pada sistem jaringan distribusi dapat diklasifikasikan berdasarkan posisinya, dalam hal ini di permukaan atau di tempat yang tinggi atau diklasifikasikan berdasarkan material yang digunakan untuk dibangunnya seperti baja, beton, kayu, dan lain-lain.

(Terence J. McGhee, 1991)

### 2.10.2 Pompa

Pompa merupakan sebuah elemen yang membutuhkan energi dalam meningkatkan tingkat hidrolis. karena air mengalir secara “*downhill*”, yang artinya dari energi yang lebih tinggi menuju ke energi yang lebih rendah, maka pompa dibutuhkan untuk meningkatkan tekanan pada lokasi yang diinginkan untuk mengatasi kehilangan tekanan pada pipa dan perbedaan elevasi. Jika sistem tidak sepenuhnya dioperasikan secara gravitasi, maka pompa merupakan bagian terintegrasi dari sistem distribusi.



Pada sistem distribusi tipe yang paling sering digunakan adalah pompa sentrifugal. Pompa sentrifugal mempunyai motor yang berputar di dalam pompa yang dinamakan impeller. Energi mekanis yang berasal dari impeller yang berputar disalurkan kepada air, menghasilkan peningkatan tekanan.

(Thomas M. Walski, 2003)

Pada pompa sentrifugal, kinerja pompa adalah untuk mengalirkan air. Kinerja pompa digambarkan dengan 4 parameter :

- Tekanan (head)
- Efisiensi
- Daya pompa (daya yang digunakan untuk menyalakan pompa)
- Tekanan sedot positif yang dibutuhkan

Namun hanya parameter tekanan yang merupakan persamaan energi yang penting dalam menyelesaikan masalah jaringan perpipaan.

(Thomas M. Walski, 2003)

### 2.10.3 Katup (*Valve*)

Katup merupakan elemen yang dapat dibuka dan ditutup dengan kapasitas yang berbeda dan aliran yang bervariasi, yang pada intinya mengatur pergerakan air melewati jaringan pipa. Katup dapat diklasifikasikan kedalam 5 kategori yang umum :

- Katup isolasi
- Katup langsung
- Katup tinggi
- Air release and katup hampa udara
- Katup pengatur

Beberapa katup dimaksudkan untuk membatasi aliran secara otomatis berdasarkan tekanan atau aliran, dan untuk hal yang lain dioperasikan secara manual dan digunakan untuk mematikan sistem tersebut.

(Thomas M. Walski, 2003)



### 2.10.3.1 Katup Isolasi

Tipe umum katup yang sering digunakan dalam sistem jaringan distribusi adalah katup isolasi, yang dapat menutup secara manual untuk menahan aliran air. Kata *isolation* secara tidak langsung mengatakan bahwa tujuan utama katup ini yaitu untuk menyediakan ruang jeda untuk mematikan atau mengurangi porsi air yang masuk kedalam sistem, sebagai contoh mengganti pipa yang pecah atau bocor.

Sistem jaringan distribusi air minum yang didesain dengan baik mempunyai beberapa *isolation valve* di sepanjang jaringan. Hal ini akan menguntungkan pada saat proses perawatan dan apabila dalam keadaan darurat. Terdapat beberapa tipe *isolation valve* yang sering digunakan, termasuk *gate valve* (tipe yang sering digunakan), *butterfly valve*, *globe valve*, dan *plug valve*.

### 2.10.3.2 Check valve

*Check valve* digunakan untuk memastikan air dapat mengalir di dalam 1 arah melewati jaringan pipa, namun tidak dapat mengalir pada arah yang berlawanan. Terdapat air yang mengalir ke belakang melalui katup yang menyebabkan katup tertutup dan katup tersebut tetap tertutup hingga aliran air sekali lagi mulai memasuki katup pada arah ke depan.

Pemeriksaan katup yang paling mudah umumnya menggunakan piringan berbentuk sendi atau penutup untuk mencegah aliran dari arah yang tidak diinginkan. Sebagai contoh debit yang berasal dari pipa yang dipompa harus diikuti dalam pemeriksaan katup untuk mencegah aliran yang kembali ke pompa. Jika pompa tidak dicek katupnya pada bagian yang mengeluarkan debit, maka air dapat mengalir ke belakang melewati pompa ketika daya pompa dimatikan.

### 2.10.3.3 Katup Tinggi

Beberapa peralatan air menggunakan peralatan yang dinamakan katup tinggi pada titik dimana jaringan pipa masuk ke tank. Ketika ketinggian tank meningkat menjadi batas ketinggian tertentu, katup menutup untuk mencegah aliran selanjutnya yang akan masuk. Ketika aliran air cenderung berkebalikan,

katup terbuka kembali dan membiarkan tank untuk menyalurkan permintaan pelanggan pada sistem.

#### 2.10.3.4 Katup Pembebas Udara Dan Katup Hampa Udara

Kebanyakan sistem umumnya terdapat katup penyedia air yang digunakan untuk mengeluarkan air yang terjebak selama sistem beroperasi dan katup pengosongan untuk mengalirkan udara pada saat sistem mulai berjalan dan memasukkan udara ke dalam sistem pada saat tekanan negatif.

Tipe katup yang seperti ini sering ditemui pada saat sistem dalam keadaan tinggi, dimana banyak udara yang terjebak, terdapat beberapa perubahan aliran, atau tekanan berkurang hingga di bawah *ambient* atau tekanan pada saat keadaan atmosferik. Kombinasi katup udara yang dapat bekerja pada kedua fungsi katup tersebut merupakan tipe katup yang sering digunakan.

#### 2.10.3.5 Katup Pengontrol

Katup pengontrol disebut juga katup pengatur, penyetelan katup ini merupakan hal yang paling penting. Untuk katup pengontrol aliran, penyetelan ditujukan pada penyetelan aliran, dan untuk katup pengontrol penutup, yang ditujukan untuk koefisien kehilangan minor. Untuk pengontrolan tekanan dasar, bagaimanapun juga penyetelan dilakukan pada tingkat hidrolisnya atau tekanan katup yang hendak dipertahankan. (Thomas M. Walski, 2003)

#### 2.10.4 Hidran

Hidran pemadam kebakaran umumnya dibuat dari besi. Alat ini biasanya digunakan dengan cara memasang hidran pada pipa yang terdapat katup pada jaringan distribusi. Hal ini dimaksudkan agar kapan saja hidran pemadam kebakaran dapat digunakan dengan cara membuka katup. Untuk kota-kota yang mempunyai resiko kebakaran yang tinggi, pada hidran diberi pompa.

Hidran harus dapat mengalirkan 600 gpm (2271 liter/menit) dengan kehilangan tekanan tidak lebih dari 4 Pa pada hidran dan total kehilangan tidak lebih dari 8 Pa antara jalan utama dan outlet. Diameter pada hidran tidak boleh kurang dari 2,5 in (0,0635 m). Diameter hidran sekurang-kurangnya 0,1016 in.

(Harold E. Babbitt, M.S, 1991)

#### 2.10.5 Meteran

Meteran yang digunakan pada sistem jaringan distribusi adalah tipe meteran yang mengukur kecepatan aliran dan meteran yang mengukur aliran air. Meteran debit digunakan paling utama pada aliran kecil, seperti yang dibutuhkan oleh pengguna air menengah ke bawah. Meteran debit mengukur tingkat aliran dengan mencatat waktu container pada saat ia penuh maupun kosong. Meteran kecepatan mengukur kecepatan aliran yang melewati suatu penampang pipa.

(Harold E. Babbitt, M.S, 1991)

#### Jenis-Jenis Meteran Air

##### Meteran Air Mekanis

Meteran ini terdiri dari sebuah impeller (baling-baling didorong oleh aliran air), dayung atau turbin terpasang dalam jangka dari pipa dan mekanis terhubung melalui kopling dan roda gigi ke perangkat output (analog elektronik dial atau layar). Aliran air mengubah impeller atau dayung, menyebabkan roda gigi memutar dial atau perangkat output. Perangkat output menunjukkan laju aliran dan / atau aliran kumulatif.

##### Elektro Mekanik

Pada prinsipnya serupa dengan impeller mekanis atau turbin meter, meteran ini memiliki pendorong terpasang di tengah pipa yang didorong oleh aliran air. Sebuah sinyal elektronik yang dihasilkan oleh magnet di ujung-ujung impeller dan diterima oleh sensor di tubuh utama. Frekuensi sinyal diukur dan dikonversi menjadi laju aliran menggunakan elektronik.

##### Ultrasonik

Ada dua jenis ultrasonik meter - doppler meter dan waktu transit meter. Doppler meter mengukur frekuensi akustik sinyal yang dikirim melalui aliran air dari transduser kepala. Sinyal yang dipantulkan kembali ke transduser kepala dari partikel bergerak dan udara gelembung di dalam air. Perbedaan frekuensi sinyal

yang dikirim dan diterima akan diukur dan dikonversi menjadi laju aliran. Mengukur waktu transit meter perbedaan dalam waktu untuk sinyal akustik untuk lewat antara dua transduser yang terletak di sisi berlawanan pipa. Kecepatan suara perjalanan ke arah aliran dibandingkan dengan perjalanan kecepatan suara melawan arah aliran, sehingga rata-rata kecepatan yang akan dihitung. Pengukuran ini kemudian dikonversi ke laju aliran. Kedua jenis meter memiliki modul elektronik yang menampilkan laju aliran serta volume kumulatif debit. Sifat elektronik meter tersebut memungkinkan aliran tampilan yang akan remote mount. Jenis ini cocok untuk meter di bawah tanah instalasi.

#### Elektromagnetik

Meter ini beroperasi dengan menciptakan sebuah medan magnet melintasi aliran air, yang bertindak sebagai listrik konduktor, menginduksi tegangan listrik. Tegangan itu, diukur oleh elektroda tubuh dalam meter sebanding dengan kecepatan rata-rata air. Kecepatan rata-rata itu diubah menjadi laju aliran. Modul layar elektromagnetik meter menunjukkan aliran kumulatif tarif dan volume dan dapat berfungsi sebagai *remote-mount*, membuat meteran cocok untuk instalasi bawah tanah.

#### Multi-Jet Meter

Multi-jet meter sangat akurat dalam ukuran kecil dan biasanya digunakan dalam 5/8 "ke 2" ukuran untuk perumahan dan komersial yang lebih kecil. Multi-jet meter menggunakan beberapa port yang mengelilingi ruang internal, untuk menciptakan sebuah jet air melawan impeller. Para pendorong kecepatan rotasi dalam kaitannya dengan kecepatan aliran air. Multi-jet sangat akurat pada laju aliran yang rendah, tetapi tidak digunakan dalam ukuran yang lebih besar, karena mereka tidak melalui jalur aliran lurus yang diperlukan untuk laju alir tinggi digunakan dalam diameter pipa besar.

Multi-jet meter umumnya memiliki elemen saringan internal yang dapat melindungi pelabuhan dari jet jika terdapat sumbatan. Multi-jet meter biasanya memiliki perunggu paduan tubuh yang terdapat pada luar casing, dengan

mengukur bagian-bagian internal modern terbuat dari termoplastik dan stainless steel.

#### *Turbin Meter*

*Turbin meter* yang kurang akurat dari perpindahan dan jet meter pada laju aliran rendah, tetapi unsur pengukuran tidak menempati atau sangat membatasi seluruh jalur aliran. Arah aliran umumnya langsung melalui meteran, sehingga laju aliran yang lebih tinggi dan kehilangan tekanan kurang dari perpindahan-type meter.

*Turbin meter* adalah meteran pilihan bagi pengguna komersial yang besar, perlindungan kebakaran, dan sebagai master meter untuk sistem distribusi air. Strainers umumnya diperlukan untuk dipasang di depan meteran untuk mengukur elemen melindungi dari kerikil atau sampah lainnya yang bisa masuk ke sistem distribusi air. Turbine meter umumnya tersedia untuk 1-1/2 "sampai 12" atau ukuran pipa yang lebih besar. Meter turbin tubuh biasanya dibuat dari perunggu, besi cor, atau ulet besi. Elemen turbin internal dapat plastik atau non-korosif logam paduan.

#### *Compound Meter*

*Compound meter* digunakan di mana tingkat aliran tinggi diperlukan, tetapi kadang-kadang ada tingkat lebih kecil aliran yang masih perlu diukur secara akurat. Senyawa meter memiliki dua elemen mengukur dan katup untuk mengatur aliran antara mereka. Laju aliran tinggi, air biasanya dialihkan terutama atau sepenuhnya kepada turbin bagian dari meter.

Ketika laju aliran drop ke tempat meteran turbin tidak bisa diukur dengan akurat, cek tutup katup untuk mengalihkan air ke meteran yang lebih kecil yang dapat mengukur laju aliran yang lebih rendah secara akurat. Dengan menambahkan pendaftaran meter tinggi dan rendah register, utilitas yang memiliki total konsumsi melalui meteran.

## 2.11 Kehilangan Air

Kehilangan air pada sistem jaringan distribusi air minum dapat dibagi kedalam 2 kategori dasar, yaitu kehilangan yang diakibatkan oleh pipa yang meledak dan kehilangan yang diakibatkan dari kebocoran. Ledakan ditandai dengan kehilangan air secara tiba-tiba yang dibatasi pada saat durasi yang dilaporkan dan ledakan yang tidak dilaporkan diperbolehkan untuk diberhentikan.

Kehilangan akibat kebocoran ditandai dengan merembesnya air secara terus-menerus dari sambungan pipa dan dari saluran yang pecah dan penuh dengan lubang akibat korosi.

Kuantitas kebocoran dari sistem jaringan distribusi air berpengaruh terhadap tekanan pada sistem, maka dari itu mengurangi tekanan selama keadaan tidak puncak dapat mengurangi kebocoran.

(Thomas M. Walski, 2003)

Kehilangan air atau NRW (Non-Revenue Water) berbeda dengan kebocoran air (Water Leakage). Pengertian kebocoran air dapat dikatakan lebih sempit dari kehilangan air. Kebocoran air lebih tepat digunakan untuk kehilangan air secara fisik/teknis saja.

Terdapat 2 jenis kehilangan air, yaitu :

1. Kehilangan air pada sistem distribusi, termasuk di dalamnya kebocoran pipa, joint, fitting, kebocoran pada tanki dan reservoir, air yang melimpah keluar dari reservoir, dan open-drain atau sistem blow-offs yang tidak memadai. Kehilangan ini disebut sebagai *real losses* atau disebut sebagai kehilangan teknis. Kehilangan teknis dipahami sebagai kehilangan air secara fisik dari sistem yang bertekanan, sampai dengan titik meter air pelanggan. Volume kehilangan tahunan berdasarkan semua tipe kebocoran, pipa pecah dan limpasan tergantung pada frekuensi, debit, dan rata-rata lamanya kebocoran individu. Dengan catatan, meskipun kehilangan air secara fisik yang terjadi setelah meter air pelanggan adalah tidak termasuk dalam perhitungan kehilangan air teknis, namun tetap berarti, sehingga perlu diperhatikan dalam pengelolaan kebutuhan air.
2. Kehilangan air non fisik, yang berakibat kepada kehilangan penerimaan atas pengelolaan air, termasuk di dalamnya meteran yang tidak akurat



hingga penggunaan air secara tidak sah atau *illegal*, kehilangan ini disebut sebagai *apparent losses* atau kehilangan air komersial. Kehilangan air komersial dipahami sebagai perhitungan untuk semua tipe dan ketidakakuratan termasuk meter air produksi dan meter air pelanggan, ditambah konsumsi tidak resmi (pencurian air). Dengan catatan, bahwa pencatatan pada meter air produksi yang lebih rendah dari yang sebenarnya, dan pencatatan pada meter air pelanggan yang lebih tinggi dari yang sebenarnya, menyebabkan perhitungan kehilangan air lebih rendah dari yang sebenarnya.

Masalah paling nyata dari kehilangan air secara teknis adalah kebocoran. Penyebab umum dari adanya kebocoran, yaitu :

1. Pemasangan instalasi dan tingkat kerja yang buruk
2. Material yang buruk
3. Ketidaksesuaian material dengan pemasangan
4. Pemadatan dalam penimbunan tanah yang tidak baik, dimana tanah belum padat tetapi pekerjaan sudah dianggap selesai
5. Tinggi tekanan air
6. Fluktuasi tekanan
7. Kelebihan tekanan
8. Pengaratan
9. Getaran dan beban kendaraan bermotor
10. Kondisi lingkungan, seperti udara dingin
11. Buruknya jadwal pemeliharaan

Upaya penurunan NRW dapat fokus kepada empat strategi, yaitu :

1. Pemilihan jenis material pipa yang cocok dan pengelolaan aset jaringan perpipaan mulai dari pemasangan, pemeliharaan, memperbaharui, dan penggantian komponen pada jaringan pipa.
2. Kecepatan dan kualitas perbaikan pipa yang rusak
3. Pengendalian kebocoran secara aktif
4. Pengelolaan tekanan air pada jaringan pipa

Penanganan kehilangan air, baik kehilangan air secara teknis dan kehilangan air secara non-teknis yaitu :

1. Program penanganan kehilangan air secara teknis, mencakup 4 komponen utama, yaitu :
  - 1) Pendeteksian kebocoran air secara lebih efektif
  - 2) Pengelolaan tekanan air dan pengendalian level tekanan air
  - 3) Membenahi sistem, dengan pemeliharaan, penggantian dan rehabilitasi
  - 4) Meningkatkan kecepatan dalam merespon laporan untuk perbaikan kebocoran pipa
2. Program penanganan kehilangan air komersial, mencakup 4 komponen utama yaitu :
  - 1) Menurunkan kesalahan pada meter air dengan cara pengujian, perekatan yang baik, dan penggantinya
  - 2) Menurunkan kesalahan oleh manusia dengan cara pelatihan, standarisasi, pelaporan dan auditing
  - 3) Menurunkan kesalahan oleh computer dengan cara auditing, checking, analisa rutin, upgrade
  - 4) Menurunkan pencurian air, dengan cara pendidikan, tindakan hukum, tindakan prabayar, pembatasan tekanan dan pengendalian aliran.

(Penurunan Kehilangan Air, Pengalaman Jakarta Setelah Kerjasama Pelayanan Air Minum Pemerintah-Swasta 1998-2008)

## 2.12 Perhitungan Jaringan Distribusi

### 2.12.1 Dasar Perhitungan Dimensi Pipa

Dimensi pipa didasarkan pada rumus perhitungan debit dan kontinuitas

$$Q_1 = Q_2$$

$$A_1 \cdot V_1 = A_2 \cdot V_2$$

$$A = \frac{1}{4} \pi D^2$$

Dimana :

Q = Debit Aliran (m<sup>3</sup>/s)

V = Kecepatan Aliran (m/detik)

A = Luas Lingkaran (m<sup>2</sup>)



D = Diameter Pipa (m)  
(Potter, Merle C, 1991)

### 2.12.2 Dasar Perhitungan Tekanan Pada Pipa Distribusi

Kehilangan tekanan hidrolis pipa karena pengaliran pipa karena faktor gesekan pipa dapat dihitung menggunakan tiga formula berbeda, yaitu :

- Formula Hazen-Williams
- Formula Darcy-Weisbach
- Formula Chezy-Manning

Formula Hazen-Williams adalah formula yang umum digunakan di Amerika Serikat. Formula tersebut tidak dapat digunakan untuk cairan selain air dan hanya untuk aliran turbulen. Formula Darcy-Weisbach banyak digunakan secara teoretis. Dapat diaplikasikan untuk semua kondisi cairan. Formula Chezy-Manning banyak digunakan untuk aliran pada saluran terbuka. (Lewis A. Rossman, 2000)

#### Kehilangan Tekanan Utama

Kehilangan Tekanan utama yaitu kehilangan tekanan pada air di dalam pipa yang diakibatkan oleh viskositas air yang bergesekan dengan material dinding pipa. maka di dalam perhitungan kehilangan tekanan utama menggunakan factor gesekan (f). Perhitungan kehilangan tekanan utama atau utama losses menggunakan metode Darcy-weisbach yaitu :

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

$h_L$  = kehilangan tekanan utama (m)

f = faktor gesek

L = panjang pipa (m)

V = kecepatan aliran (m/detik)

D = diameter pipa (m)

g = kecepatan gravitasi (m/detik<sup>2</sup>)

Sebelum mencari nilai f, terlebih dahulu dicari nilai e. Nilai e yaitu menggambarkan material penyusun pipa yang dapat dilihat pada diagram Moody.

Setelah mendapatkan nilai  $e$ , kemudian dicari nilai  $e/D$ . setelah mendapatkan nilai  $e/D$  maka nilai  $f$  dapat dicari dengan menggunakan diagram Moody. (Potter, Merle C, 1991)

Kehilangan tekanan utama juga dapat dihitung dengan formula Hazen-Williams. Berikut merupakan formula Hazen-Williams dalam menghitung tekanan utama :

$$hL = \frac{Q \cdot L^{0,54}}{0,27853 \cdot C \cdot D^{2,63}}$$

Dimana :

$hL$  = kehilangan tekanan sepanjang pipa (m)

$Q$  = debit aliran dalam pipa ( $m^3/s$ )

$C$  = koefisien kekasaran pada pipa

$D$  = diameter pipa (mm)

$L$  = panjang pipa (m)

### 2.12.3 Perhitungan Pompa

Perhitungan daya pompa dapat dilakukan setelah mendapatkan nilai  $H_p$  (head pump) dari persamaan energi. Setelah mendapatkan nilai  $H_p$ , maka perhitungan daya pompa dapat dilakukan dengan rumus berikut :

$$W_p = \frac{Q \gamma H_p}{\eta_p}$$

$W_p$  = Daya Pompa (Watt)

$Q$  = Debit Aliran Air ( $m^3/S$ )

$\gamma$  = Massa Jenis Air

$H_p$  = Tekanan Pompa (m)

$H$  = Efisiensi Pompa

(Potter, Merle C, 1991)

### *Water Hammer*

*Water Hammer* terjadi ketika memutuskan aliran air secara tiba-tiba kemudian air bergerak cepat melalui pipa ke arah sebaliknya, menciptakan semacam gelombang kejut dan suara kencang. Secara potensial, *water hammer* dapat merusak sistem dengan memperlemah sambungan pada pipa dan menyebabkan kebocoran katup atau bahkan pecah dalam pipa.

Beberapa faktor penyebab *waterhammer*:

- Ukuran pipa yang tidak benar dalam kaitannya dengan kecepatan aliran air
- Tekanan air tinggi tanpa adanya katup pengurang tekanan
- Geometrik pipa yang lurus tanpa belokan
- Struktur sistem perpipaan yang kurang mengikat satu sama lain
- Tidak adanya tempat untuk mengurangi atau menyerap gelombang

(HowStuffWorks, 2006)

### **2.13 Epanet**

Epanet adalah program komputer yang menggambarkan simulasi hidrolis dan kecenderungan kualitas air yang mengalir di dalam jaringan pipa. Jaringan itu sendiri terdiri dari Pipa, Node (titik koneksi pipa), pompa, katub, dan tangki air atau reservoir.

Epanet menjajaki aliran air di tiap pipa, kondisi tekanan air di tiap titik dan kondisi konsentrasi bahan kimia yang mengalir di dalam pipa selama dalam periode pengaliran. Sebagai tambahan, usia air (*water age*) dan pelacakan sumber dapat juga disimulasikan.

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

Epanet dapat terintegrasi untuk melakukan editing dalam pemasukan data, running simulasi dan melihat hasil running dalam berbagai bentuk (format),

Sudah pula termasuk kode-kode yang berwarna pada peta, tabel data-data, grafik, serta citra kontur.

Fasilitas yang lengkap serta pemodelan hidrolis yang akurat adalah salah satu langkah yang efektif dalam membuat model tentang pengaliran serta kualitas air. Epanet adalah alat bantu analisis hidrolis yang didalamnya terkandung kemampuan seperti :

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

Epanet memodelkan sistem distribusi air sebagai kumpulan garis yang menghubungkan node-node. Garis tersebut menggambarkan pipa, pompa dan katub kontrol. Node menggambarkan sambungan, tangki, dan reservoir. Input dasar yang dibutuhkan bagi sambungan (junction) adalah:

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

Hasil computasi buat sambungan (junction) pada seluruh periode waktu simulasi adalah

- Head Hidrolis ( energi internal per satuan berat dari fluida)
- Tekanan (pressure)
- Kualitas Air

Sambungan (junction) juga dapat :

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

#### Pipa

Pipa adalah penghubung yang membawa air dari satu poin ke poin lainnya dalam jaringan. Epanet mengasumsikan bahwa semua pipa adalah penuh berisi air setiap waktunya. Arah aliran adalah dari titik dengan tekanan hidrolis tertinggi (Energi Internal per berat air) menuju titik dengan tekanan rendah. Input untuk pipa adalah :

- Data node awal dan akhir
- Diameter
- Panjang
- Koefisien kekasaran (untuk menjelaskan hilang tekanan)
- Status (terbuka, tertutup, atau ada check valve)

#### Pompa

Pompa adalah link yang memberi tenaga ke fluida untuk menaikkan head hidrolisnya. Input parameternya adalah node awal dan akhir, dan kurva pompa (kombinasi dari head dan aliran dimana pompa harus memproduksinya). Sebagai

pengganti kurva pompa, pompa dapat direpresentasikan sebagai pompa yang memiliki energi konstan, mensuplai konstan energi (horsepower atau kilowatt) kepada fluida untuk seluruh kombinasi dari aliran dan head.

#### Tahapan Menggunakan Epanet

Tahapan dalam menggunakan Epanet untuk pemodelan sistem distribusi air :

1. Gambar jaringan yang menjelaskan sistem distribusi atau mengambil dasar jaringan sebagai file text
2. Mengedit properties dari object
3. Gambarkan bagaimana sistem beroperasi
4. Memilih tipe analisis
5. Jalankan (run) analisis hidrolis/kualitas air.
6. Lihat hasil dari analisis

(Rossman, A Lewis, 2000)

#### 2.14 WaterCAD

WaterCAD adalah program yang dibuat oleh Bentley System, Inc yang merupakan solusi dari model kualitas dan hidrolis air yang mudah digunakan. Watercad merupakan perangkat yang serbaguna dengan berbagai macam aplikasi dan kemampuan termasuk permodelan hidrologi, optimasi dan pengaturan permodelan air, dan permodelan kualitas air. Watercad mempunyai kelengkapan tambahan yang dapat digunakan untuk mempresentasikan hasil numerik sebagai interpretasinya.

Dalam memasukkan input data di WaterCAD hampir mirip pada saat memasukkan input data pada Epanet.

Berikut merupakan langkah-langkah yang mudah dalam menjalankan program WaterCAD :

- Tahap pertama yaitu menggambar dan mendesain sistem yang akan dijalankan beserta seluruh karakteristiknya (label pipa, material pipa, diameter pipa, panjang pipa, kebutuhan air, dan lain-lain)
- Jalankan simulasinya. Simulasi dijalankan berdasarkan rumus yang digunakan pada saat awal program Watercad dibuka

- Untuk mendapatkan hasil dapat dilihat dalam format tabel. Adapun yang dapat dilihat berupa laporan yang ada tiap node dan tiap pipa (Haestad, 2002)



## **BAB 3**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Pendekatan**

Pada penulisan tugas akhir ini terdapat beberapa tujuan yang ingin dicapai sesuai dengan pembahasan sebelumnya. Adapun tujuan-tujuan yang ingin dicapai yaitu :

1. Mengetahui permasalahan yang ada di sistem jaringan distribusi Air Minum PDAM kota Depok cabang 3
2. Mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi permasalahan sistem jaringan distribusi Air Minum PDAM kota Depok cabang 3
3. Memberikan rekomendasi pada permasalahan yang ada di sistem jaringan distribusi Air Minum PDAM kota Depok cabang 3

Dalam mencapai tujuan-tujuan di atas, maka diperlukan pendekatan secara kuantitatif dan kualitatif. Pendekatan secara kuantitatif akan lebih sering digunakan karena batasan masalah yang ditinjau berupa kehilangan air secara teknis. Pendekatan secara kualitatif hanya dilakukan pada saat memberikan rekomendasi mengenai material pipa apa yang akan digunakan dan pengaruh apa yang timbul pada air yang mengalir di dalamnya.

Selain material pipa yang digunakan, keseluruhan variabel akan dievaluasi dengan pendekatan kuantitatif. Karena segala perhitungan dan pengolahan data akan disesuaikan dengan kriteria desain.

#### **3.2 Variabel**

##### **3.2.1 Variabel Evaluasi Sistem Jaringan Distribusi Air Minum**

Dalam evaluasi sistem jaringan distribusi Air Minum kecamatan Sukmajaya, variabel yang akan digunakan berdasarkan pada tujuan penelitian adalah:

- Dimensi pada sistem perpipaan jaringan distribusi
- Material pipa yang akan digunakan



### 3.2.2 Variabel Pengembangan Sistem Jaringan Distribusi Air Minum

Dalam melakukan pengembangan sistem jaringan distribusi Air Minum kecamatan Sukmajaya, variabel yang akan digunakan adalah :

- Debit yang dibutuhkan pada tahun rencana
- Dimensi pada sistem perpipaan jaringan distribusi
- Material pipa yang akan digunakan

### 3.2.3 Variabel Sistem Jaringan Distribusi Air Minum dengan Membandingkan 2 Metode (Epanet dan WaterCAD)

- Metode perhitungan hidrolis yang pada program Epanet dan WaterCAD

## 3.3 Parameter

### 3.3.1 Parameter Evaluasi Sistem Jaringan Distribusi Air Minum

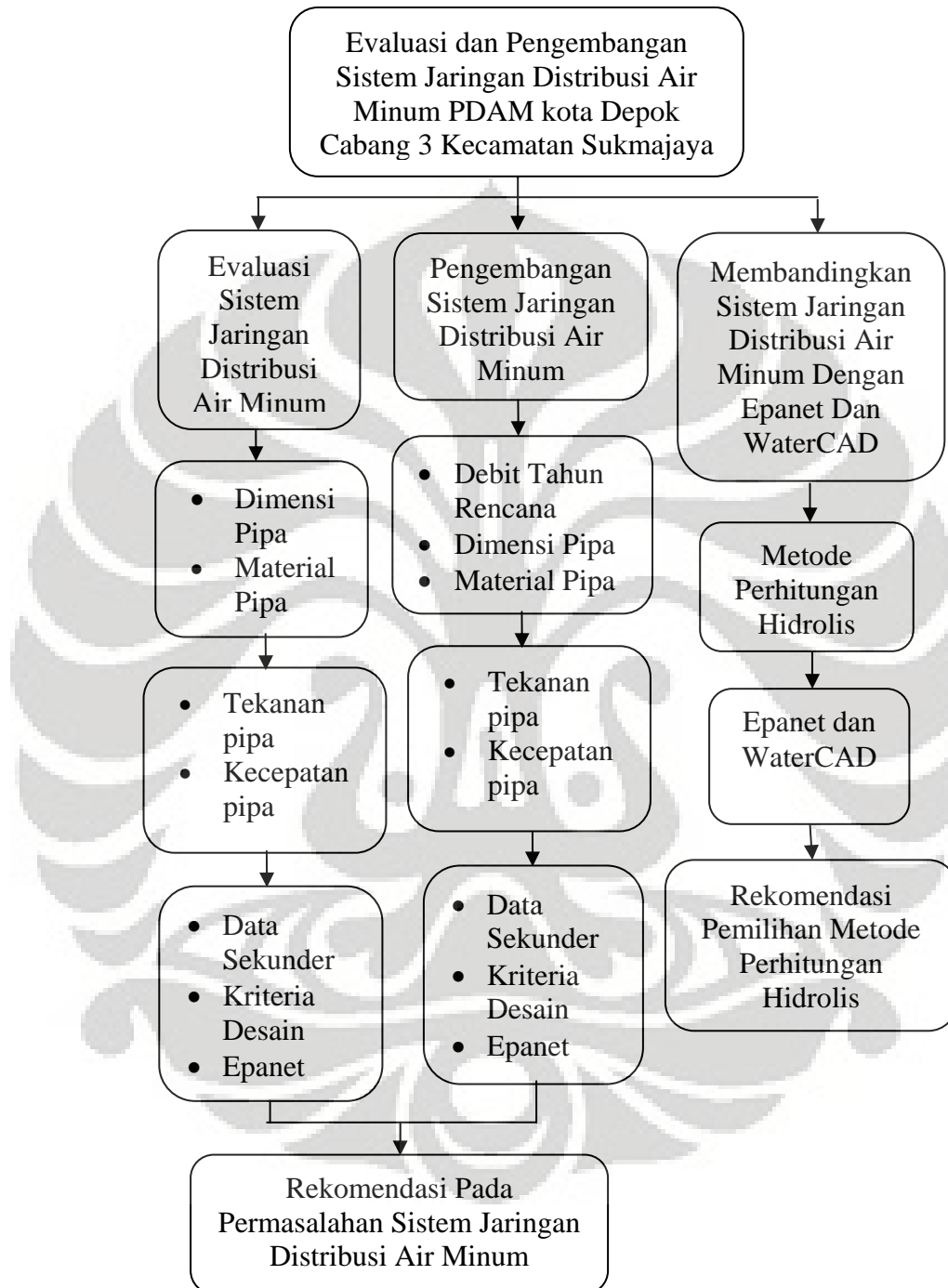
- Tekanan yang ada pada tiap titik pelayanan
- Kecepatan yang mengalir pada tiap pipa

### 3.3.2 Parameter Pengembangan Sistem Jaringan Distribusi Air Minum

- Tekanan yang ada pada tiap titik pelayanan
- Kecepatan yang mengalir pada tiap pipa

## 3.4 Kerangka Konsep

Kerangka konsep digunakan sebagai landasan yang paling mendasar dalam mengerjakan tugas akhir. Landasan tersebut merupakan langkah-langkah yang terintegrasi dalam menyelesaikan tugas akhir



Gambar 3.1 Kerangka Konsep

### 3.5 Data-Data Yang Dibutuhkan

Berdasarkan pengolahan data yang dilakukan, data-data yang dibutuhkan dalam penulisan tugas akhir ini terdiri dari 2 jenis. Adapun kedua data tersebut yaitu data yang dibutuhkan pada saat evaluasi dan data yang dibutuhkan pada saat pengembangan jaringan distribusi.

Data-data yang digunakan bersifat data sekunder dimana data-data tersebut didapatkan dari lembaga dan instansi yang terkait dalam penulisan tugas akhir.

#### 3.5.1 Evaluasi Sistem Jaringan Distribusi Air Minum

- Jaringan perpipaan air minum eksisting  
Jaringan eksisting meliputi bentuk jaringan sistem perpipaan air minum berdasarkan daerah pelayanannya.
- Topografi kecamatan Sukmajaya  
Berisi tentang elevasi di atas permukaan laut daerah studi yaitu kecamatan Sukmajaya
- Karakteristik pompa eksisting  
Terdiri dari data mengenai aliran dan tekanan pompa
- Karakteristik pipa eksisting  
Karakteristik pipa eksisting yaitu dimensi pipa dan material yang digunakan oleh pipa
- Kebutuhan air kecamatan Sukmajaya  
Berisi tentang kebutuhan air di tiap daerah pelayanan yang ada di kecamatan Sukmajaya
- Daerah pelayanan cabang 3 kota Depok
- Studi literatur
- Kriteria desain

#### 3.5.2 Pengembangan Sistem Jaringan Distribusi Air Minum

Data yang dibutuhkan pada saat evaluasi dan pengembangan sistem jaringan distribusi air minum lebih kurang sama. Yang membedakan yaitu pada saat proses pengembangan dibutuhkan data penduduk yang ada di di kecamatan

Sukmajaya untuk menghitung proyeksi penduduk dan proyeksi kebutuhan air sesuai dengan tahun pengembangan yang direncanakan.

- Jumlah penduduk kecamatan Sukmajaya
- Jumlah fasilitas kecamatan Sukmajaya
- Data kebutuhan air tiap penduduk
- Data kebutuhan air tiap fasilitas
- Jaringan eksisting
- Topografi kecamatan Sukmajaya
- Studi literatur
- Kriteria desain

### **3.6 Pengolahan Data**

#### **3.6.1 Pengolahan Data Evaluasi Sistem Jaringan Distribusi Air Minum**

Dalam melakukan evaluasi sistem jaringan distribusi air minum yang menjadi variabel yaitu dimensi pipa dan material yang digunakan. Kedua variabel tersebut yang dimodifikasi agar dapat mencapai kondisi yang diinginkan sesuai dengan kriteria desain.

Kedua variabel terdapat dalam sistem perpipaan. Sebelum memulai evaluasi dengan Menggunakan Epanet, terdapat beberapa hal yang harus dilakukan. Hal-hal yang harus dilakukan diantaranya menggambar jaringan eksisting, kemudian memasukkan data-data yang dibutuhkan program Epanet agar program tersebut dapat dijalankan. Semua data yang dimasukkan pada evaluasi merupakan data eksisting.

Parameter yang dilihat yaitu tekanan dan kecepatan yang ada mengalir dalam pipa. Parameter yang diukur harus sesuai dengan kriteria desain. Adapun kriteria desain yang digunakan yaitu kriteria desain yang digunakan oleh PDAM Tirta Kahuripan, dimana tekanan yang diperbolehkan yaitu 5 m hingga 25 m, dan kecepatan yang diperbolehkan yaitu 0,15 m/detik hingga 1,5 m/detik.

Untuk melihat apakah parameter telah sesuai dengan kriteria desain yang digunakan dapat kita lihat pada titik acuan. Titik acuan adalah titik-titik yang mewakili dua kelurahan yang merupakan daerah pelayanan cabang 3. Pada tiap

titik acuan akan dilihat apakah parameter telah sesuai dengan kriteria desain pada setiap jamnya. Hal ini dikarenakan para pelanggan menginginkan air tiap jam walaupun secara fluktuatif.

### 3.6.2 Pengolahan Data Pengembangan Jaringan Distribusi Air Minum

Pada tahap pengembangan, langkah-langkah yang dilakukan hampir serupa dengan yang dilakukan pada saat mengevaluasi sistem jaringan distribusi air minum. Parameter yang digunakan juga sama yaitu tekanan yang sampai kepada pelanggan dan kecepatan yang mengalir di dalam pipa.

Hal yang membedakan yaitu terletak pada data-data yang digunakan. Pada tahap pengembangan menggunakan data-data seperti jumlah penduduk dan jumlah fasilitas-fasilitas yang ada di kecamatan Sukmajaya. Data-data tersebut yang nantinya akan diolah untuk mendapatkan data kebutuhan air.

Metode proyeksi penduduk dilakukan dengan beberapa cara untuk membandingkan metode yang mana yang akan dipilih untuk perhitungan proyeksi penduduk. Metode yang akan dipilih harus berdasarkan pola peningkatan penduduk dan karakteristik dari kecamatan Sukmajaya.

Pengembangan yang dilakukan terdiri dari menambah pelanggan pada daerah pelayanan eksisting dan yang kedua adalah ekspansi jaringan. Dalam melakukan ekspansi jaringan dilakukan pada daerah-daerah yang belum terjangkau jaringan perpipaan eksisting. Pengembangan dilakukan dengan persen peningkatan tertentu sesuai dengan debit yang boleh diambil di sumber air yaitu sungai Ciliwung.

Pada tahap pengembangan tidak mengamati titik acuan seperti yang dilakukan pada tahap evaluasi. Hal ini dikarenakan pada tahap pengembangan dilakukan secara keseluruhan dan tidak membandingkan dengan keadaan eksisting. Pada tahap pengembangan sudah pasti perlu adanya perubahan dari kondisi eksisting, hal ini dikarenakan dengan bertambahnya kebutuhan air sesuai dengan debit rencana, maka perlu adanya perbaikan pada jaringan perpipaan.

## **BAB 4**

### **GAMBARAN UMUM DAERAH KAJIAN**

#### **4.1 Sejarah Kota Depok**

Depok bermula dari sebuah Kecamatan yang berada dalam lingkungan Kewedanaan (Pembantu Bupati) Wilayah Parung Kabupaten Bogor, kemudian pada tahun 1976 perumahan mulai dibangun baik oleh Perum Perumnas maupun pengembang yang kemudian diikuti dengan dibangunnya kampus Universitas Indonesia (UI), serta meningkatnya perdagangan dan jasa, yang semakin pesat, sehingga diperlukan kecepatan pelayanan.

Pada tahun 1981 pemerintah membentuk Kota Administratif Depok berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 43 Tahun 1981 yang peresmiannya di selenggarakan pada tanggal 18 Maret 1982 oleh Menteri Dalam Negeri (H. Amir Machmud) yang terdiri dari 3 (tiga) Kecamatan dan 17 (tujuh belas) desa.

Selama Kurun waktu 17 tahun Kota Administratif Depok berkembang dengan pesat baik di bidang pemerintah, pembangunan dan kemasyarakatan, Khususnya bidang pemerintah semua desa berubah menjadi kelurahan dan adanya pemekaran kelurahan, sehingga pada akhirnya Depok terdiri dari 3 (tiga) Kecamatan dan 23 (dua puluh tiga) kelurahan. Dengan semakin pesatnya perkembangan dan tuntutan aspirasi masyarakat yang semakin mendesak agar Kota Administratif Depok ditingkatkan menjadi Kotamadya dengan harapan pelayanan menjadi maksimum. Disisi lain Pemerintah Kabupaten Bogor bersama-sama Pemerintah Propinsi Jawa Barat memperhatikan perkembangan tersebut dan mengusulkannya kepada Pemerintah Pusat dan Dewan Perwakilan Rakyat.

##### **4.1.1 Kondisi Geografi Kota Depok**

Secara geografis Kota Depok terletak pada koordinat  $6^{\circ} 19'00''$  -  $6^{\circ} 28'00''$  Lintang Selatan dan  $106^{\circ}43'00''$  -  $106^{\circ}55'30''$  Bujur Timur. Bentang alam Depok dari Selatan ke Utara merupakan daerah dataran rendah – perbukitan bergelombang lemah, dengan elevasi antara 50–140 meter diatas permukaan laut dan kemiringan lerengnya kurang dari 15

persen. Kota Depok sebagai salah satu wilayah termuda di Jawa Barat, mempunyai luas wilayah sekitar 200.29 Km<sup>2</sup>.

#### 4.1.2 Wilayah Administratif

Wilayah Kota Depok berbatasan dengan tiga Kabupaten dan satu Propinsi. Secara lengkap wilayah ini mempunyai batas-batas sebagai berikut:

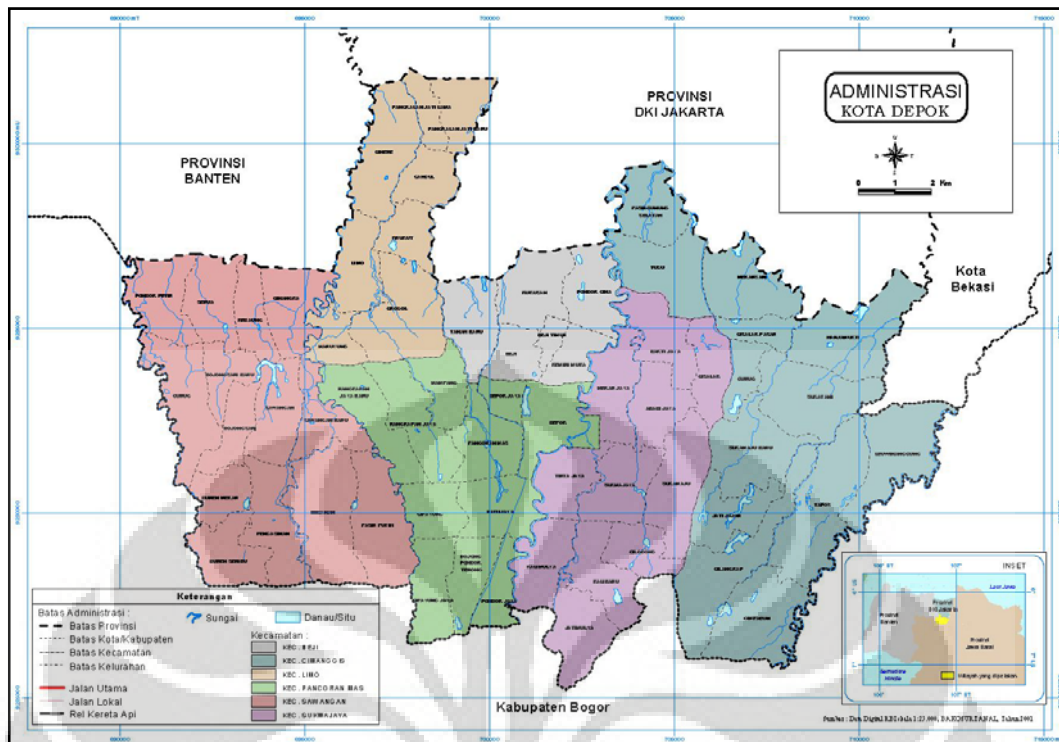
- Sebelah Utara berbatasan dengan Kecamatan Ciputat Kabupaten Tangerang dan Wilayah Daerah Khusus Ibu Kota Jakarta.
- Sebelah Timur berbatasan dengan Kecamatan Pondokgede Kota Bekasi dan Kecamatan Gunung Putri Kabupaten Bogor.
- Sebelah Selatan berbatasan dengan Kecamatan Cibinong dan Kecamatan Bojonggede Kabupaten Bogor.
- Sebelah Barat berbatasan dengan Kecamatan Parung dan Kecamatan Gunungsindur Kabupaten Bogor.

Letak Kota Depok sangat strategis, diapit oleh Kota Jakarta dan Kota Bogor. Hal ini menyebabkan Kota Depok semakin tumbuh dengan pesat seiring dengan meningkatnya perkembangan jaringan transportasi yang tersinkronisasi secara regional dengan Kota-Kota lainnya.

Kota Depok merupakan dataran landai dengan rata-rata ketinggian 121 m dari permukaan laut dan merupakan daerah resapan air bagi DKI Jakarta. Secara topografis wilayah ini perlu dikendalikan dan direncanakan pembangunannya sehingga tidak mengancam ketersediaan air bagi wilayah DKI Jakarta. Kondisi wilayah Kota Depok merupakan tanah darat dan tanah sawah. Sebagian besar tanah darat merupakan areal pemukiman sesuai dengan fungsi Kota Depok yang dikembangkan sebagai pusat pemukiman, pendidikan, perdagangan dan jasa.

Kota Depok terbagi atas 6 (enam) Kecamatan, yaitu: Kecamatan Limo, Kecamatan Sawangan, Kecamatan Pancoran Mas, Kecamatan Beji, Kecamatan Sukmajaya, dan Kecamatan Cimanggis.





Gambar 4.1 Wilayah Administrasi Kota Depok

Sumber : BAPPEDA Depok, 2008

Tabel 4.1. Batas-Batas Wilayah Kecamatan di Kota Depok

No.	Kecamatan	Batas Wilayah	
1.	Sawangan	Utara	: Kabupaten Tangerang
		Selatan	: Kecamatan Parung Kab. Bogor
		Timur	: Kecamatan Limo dan Pancoran Mas Kota Depok
		Barat	: Kecamatan Parung dan Gunung Sindur Kab. Bogor
2.	Pancoran Mas	Utara	: Kecamatan Limo dan Beji Kota Depok
		Selatan	: Kecamatan Bojong Gede Kab. Bogor
		Timur	: Kecamatan Sukmajaya Kota Depok
3.	Sukmajaya	Barat	: Kecamatan Sawangan Kota Depok
		Utara	: Kecamatan Cimanggis Kota Depok
		Selatan	: Kecamatan Cibinong Kota Depok
4.	Cimanggis	Timur	: Kecamatan Cimanggis Kota Depok
		Barat	: Kecamatan Beji dan Pancoran Mas Kota Depok
		Utara	: DKI Jakarta



No.	Kecamatan	Batas Wilayah	
		Selatan	: KecamatanCibinong Kab. Bogor
		Timur	: Kabupaten Bekasi dan Kec. Gn. Putri Kab. Bogor
		Barat	: Kecamatan Sukmajaya dan Beji Kota Depok
5.	Beji	Utara	: DKI Jakarta
		Selatan	: Kecamatan Pancoran Mas Kota Depok
		Timur	: Kecamatan Sukmajaya dan Cimanggis Kota Depok
		Barat	: Kecamatan Limo dan Pancoran Mas Kota Depok
6.	Limo	Utara	: DKI Jakarta
		Selatan	: Kecamatan Pancoran Mas Kota Depok
		Timur	: DKI Jakarta dan Kec. Beji Kota Depok
		Barat	: Kab. Tangerang dan Kec. Sawangan Kota Depok

Sumber : BAPPEDA Kota Depok tahun 2008

#### 4.1.3 Pemerintahan

Berdasarkan Surat Keputusan Dewan Perwakilan Rakyat Daerah Kabupaten Daerah Tingkat II Bogor tanggal 16 Mei 1994 Nomor 135/SK.DPRD/03/1994 tentang Persetujuan Pembentukan Kotamadya Daerah Tingkat II Depok dan Keputusan Dewan Perwakilan Rakyat Daerah Propinsi Daerah Tingkat I Jawa Barat tanggal 7 Juli 1997 Nomor 135/Kep.Dewan 06/DPRD/1997 tentang Persetujuan Atas Pembentukan Kotamadya Dati II Depok dan untuk lebih meningkatkan daya guna dan hasil guna penyelenggaraan pemerintah, pelaksanaan pembangunan, dan pelayanan kepada masyarakat serta untuk lebih meningkatkan peran aktif masyarakat, maka pembentukan Kota Depok sebagai wilayah administratif baru di Propinsi Jawa Barat ditetapkan dengan Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 15 Tahun 1999.

Berdasarkan Undang-undang tersebut, dalam rangka pengembangan fungsi Kotanya sesuai dengan potensinya dan guna memenuhi kebutuhan pada masa-masa mendatang, terutama untuk sarana dan prasarana fisik Kota, serta untuk kesatuan perencanaan, pembinaan wilayah, dan penduduk yang berbatasan dengan wilayah Kota Administratif Depok, maka wilayah Kota Depok tidak hanya terdiri dari wilayah Kota Administratif Depok, tetapi juga meliputi sebagian wilayah

Kabupaten Bogor lainnya, yaitu Kecamatan Limo, Kecamatan Cimanggis, Kecamatan Sawangan dan sebagian wilayah Kecamatan Bojonggede yang terdiri dari Desa Pondokterong, Desa Ratujaya, Desa Pondokjaya, Desa Cipayung dan Desa Cipayung Jaya.

Sehingga wilayah Kota Depok terdiri dari 6 Kecamatan. Hal ini mengakibatkan bertambahnya beban tugas dan volume kerja dalam penyelenggaraan pemerintahan, pembangunan dan pembinaan serta pelayanan masyarakat di Kota Depok. Sampai dengan tahun 2008 Kota Depok mempunyai 63 kelurahan, 840 Rukun Warga (RW), dan 4.648 Rukun Tetangga (RT).

Tabel 4.2 Banyaknya Kelurahan, RW, dan RT di Kota Depok Tahun 2006

No.	Kecamatan	Jumlah Kelurahan	RW	RT
1.	Sawangan	14	137	577
2.	Pancoran Mas	11	149	837
3.	Sukmajaya	11	170	1134
4.	Cimanggis	13	208	1189
5.	Beji	6	72	369
6.	Limo	8	82	388
	Kota Depok	63	818	4494

Sumber : BAPPEDA Kota Depok tahun 2008

#### 4.1.4 Penduduk

Jumlah penduduk Kota Depok pada tahun 2008 mencapai 1.503.677 jiwa, yang terdiri dari laki-laki 780.092 jiwa dan perempuan 723.585 jiwa. Laju pertumbuhan penduduk Kota Depok tahun 2008 3,43 persen, sedangkan rasio jenis kelamin di Kota Depok adalah 102. Kecamatan Cimanggis paling banyak penduduknya dibanding Kecamatan lain di Kota Depok, yaitu 412.388 jiwa, Sedangkan Kecamatan dengan penduduk terkecil adalah Kecamatan Beji yaitu 143.190 jiwa.

Di Tahun 2008, kepadatan penduduk Kota Depok mencapai 7.507,50 jiwa/km<sup>2</sup>. Kecamatan Sukmajaya merupakan Kecamatan terpadat di Kota Depok dengan tingkat kepadatan 10.264,61 jiwa/km<sup>2</sup>, kemudian Kecamatan Beji dengan

tingkat kepadatan 10.013,29 jiwa/km<sup>2</sup>. Sedangkan Kecamatan dengan kepadatan penduduk terendah adalah Kecamatan Sawangan yaitu sebesar 3.714,75 jiwa/km<sup>2</sup>.

#### 4.1.5 Tenaga Kerja

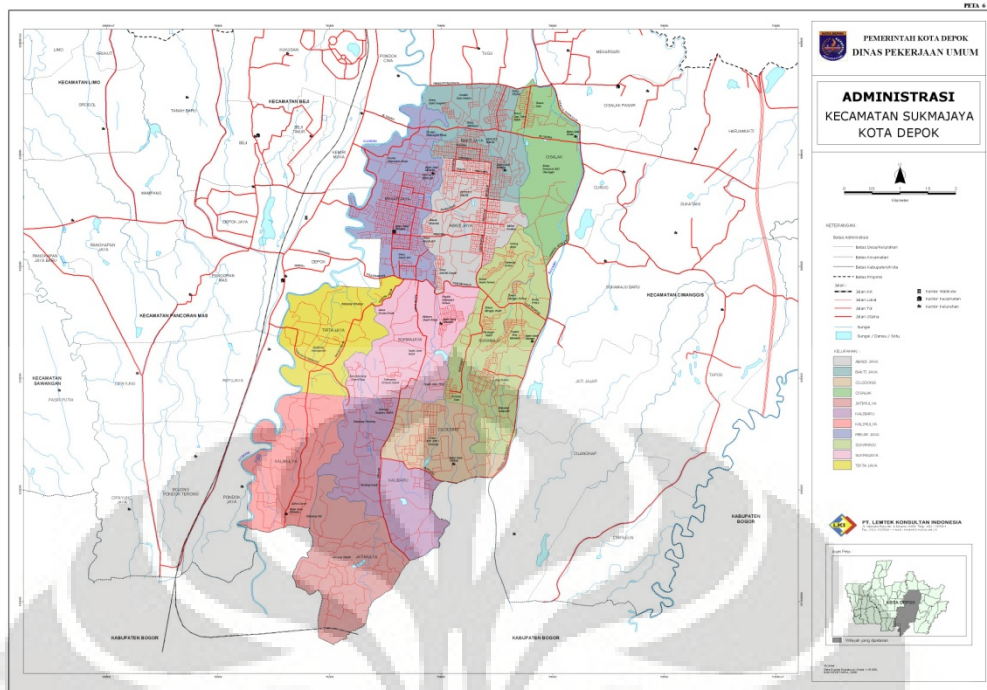
Penduduk usia kerja didefinisikan sebagai penduduk yang berumur 10 tahun keatas. Penduduk usia kerja terdiri dari “ angkatan kerja” dan bukan angkatan kerja. Penduduk yang tergolong “Angkatan Kerja adalah mereka yang aktif dalam kegiatan ekonomi. Kesempatan kerja memberikan gambaran besarnya tingkat penyerapan pasar kerja, sehingga angkatan kerja yang tidak terserap dikategorikan sebagai pengangur. Hasil Survei Angkatan Kerja Nasional 2007, dapat diperoleh gambaran bahwa pada tahun 2006, penduduk Kota Depok yang bekerja 44,63 % sedangkan yang menganggur sekitar 7,85 %. Jadi penduduk Kota Depok yang tergolong angkatan kerja 61,33 %, sisanya merupakan penduduk bukan angkatan kerja. Penduduk yang bekerja masih didominasi laki-laki dari pada perempuan (laki-laki 69,98 % dan perempuan 37.00 %).

#### 4.2 Kecamatan Sukmajaya

Kecamatan Sukmajaya merupakan salah satu dari sebelas Kecamatan yang ada di Kota Depok. Pusat pemerintahan Kecamatan Sukmajaya berkedudukan dikelurahan Mekar Jaya. Kecamatan Sukmajaya terdiri dari 11 kelurahan dengan jumlah penduduk sebanyak 304.726 Jiwa dan luas wilayah 3.156 Km<sup>2</sup>.

Kecamatan Sukmajaya merupakan daerah yang termasuk ke dalam daerah pelayanan PDAM Kota Depok cabang 3. Sumber air minum Kecamatan Sukmajaya berasal dari instalasi pengolahan air minum yang terletak di jalan Legong. Secara lengkap wilayah Kecamatan Sukmajaya mempunyai batas-batas sebagai berikut :

- Utara : Kecamatan Cimanggis Kota Depok
- Selatan: Kecamatan Cibinong Kota Depok
- Timur : Kecamatan Cimanggis Kota Depok
- Barat : Kecamatan Beji dan Pancoran Mas Kota Depok



Gambar 4.2 Kecamatan Sukmajaya

Sumber : BAPPEDA Kota Depok, 2008

#### 4.2.1 Kependudukan

Jumlah penduduk, luas wilayah, kepadatan pada daerah pelayanan PDAM Kota Depok cabang 3 Kecamatan Sukmajaya dibagi ke dalam 11 kelurahan. Adapun kelurahan-kelurahan tersebut yaitu Kalimulya, Jatimulya, Kalibaru, Cilodong, Sukamaju, Sukmajaya, Tirtajaya, Mekarjaya, Abadijaya, Baktijaya, Dan Cisalak.

Tabel 4.3 Jumlah Penduduk Kecamatan Sukmajaya

No	Kelurahan	Jumlah Penduduk(Jiwa)	Luas(Km <sup>2</sup> )	Kepadatan(Jiwa/Km <sup>2</sup> )
1	Kalimulya	8177	233	35,09
2	Jatimulya	4518	216	20,92
3	Kalibaru	14179	407	34,84
4	Cilodong	10852	292	37,16
5	Sukamaju	39514	388	101,84
6	Sukmajaya	20550	332	61,9
7	Tirtajaya	9449	285	33,15

No	Kelurahan	Jumlah Penduduk(Jiwa)	Luas(Km <sup>2</sup> )	Kepadatan(Jiwa/Km <sup>2</sup> )
8	Mekarjaya	69265	266	260,39
9	Abadijaya	57138	237	241,09
10	Baktijaya	56947	255	223,32
11	Cisalak	14137	245	57,7
Jumlah		304726	3156	1107,4

*Sumber : Kantor Pemberdayaan Masyarakat Kelurahan tahun 2008*

#### 4.2.2 Fasilitas Sosial Dan Ekonomi

##### 4.2.2.1 Gedung Sekolah Menurut Status Sekolah dan Tingkatan di Kecamatan Sukmajaya

Terdapat berbagai macam gedung sekolah yang ada di Kecamatan Sukmajaya. Beberapa gedung sekolah tersebut digunakan sebagian masyarakat untuk memperoleh ilmu pengetahuan dan sarana informasi pendidikan. Adapun jumlah gedung sekolah menurut status sekolah dan tingkatan di Kecamatan Sukmajaya adalah sebagai berikut :

Tabel 4.4 Jumlah Gedung Sekolah

No	Kelurahan	Negeri				Swasta			
		TK	SD	SLTP	SLTA	TK	SD	SLTP	SLTA
1	Kalimulya	-	3	-	-	1	-	1	-
2	Jatimulya	-	2	-	-	1	-	-	-
3	Kalibaru	-	3	1	-	2	-	2	1
4	Cilodong	-	5	-	-	2	-	1	-
5	Sukamaju	-	7	-	-	7	-	2	-
6	Sukmajaya	-	4	-	1	4	1	1	2
7	Tirtajaya	-	1	-	-	1	-	-	-
8	Mekarjaya	-	18	1	-	10	1	3	2
9	Abadijaya	-	15	-	1	10	-	4	6
10	Baktijaya	-	9	2	-	10	3	2	-
11	Cisalak	-	4	-	-	5	2	1	1
Jumlah		0	71	4	2	53	7	17	12

Sumber : Depdibud tahun 2008

#### 4.2.2.2 Tempat Pelayanan Kesehatan di Kecamatan Sukmajaya

Tempat pelayanan kesehatan merupakan tempat yang dimanfaatkan oleh penduduk Kecamatan Sukmajaya untuk mendapatkan jasa pengobatan maupun membeli obat. Adapun tempat-tempat pelayanan kesehatan di Kecamatan Sukmajaya adalah sebagai berikut :

Tabel 4.5 Jumlah Tempat Pelayanan Kesehatan di Kecamatan Sukmajaya

No	Kelurahan	Rumah Sakit	Puskesmas	Posyandu	Pos KB	Balai Pengobatan	Jumlah
1	Kalimulya	-	-	6	4	1	11
2	Jatimulya	-	-	8	8	2	18
3	Kalibaru	2	-	8	16	4	30
4	Cilodong	-	1	9	9		19
5	Sukamaju	8	-	4	-	4	16
6	Sukmajaya	-	-	13	13	1	27
7	Tirtajaya	1	-	2	2	1	6
8	Mekarjaya	5	-	2	2	5	14
9	Abadijaya	4	1	28	24	6	63
10	Baktijaya	4	1	30	27	5	67
11	Cisalak	2	-	14	22	7	45
Jumlah		26	3	124	127	36	316

Sumber : Kantor Pemberdayaan Masyarakat Kelurahan tahun 2008

#### 4.2.2.3 Jumlah Sarana Peribadatan di Kecamatan Sukmajaya

Sarana peribadatan yang ada di Kecamatan Sukmajaya dimanfaatkan penduduknya untuk mendekatkan diri kepada Tuhan Yang Maha Esa. Terdapat beberapa sarana peribadatan sesuai dengan agama dan kepercayaan masing-masing. Adapun sarana peribadatan di Kecamatan Sukmajaya adalah sebagai berikut:



Tabel 4.6 Jumlah Sarana Peribadatan di Kecamatan Sukmajaya

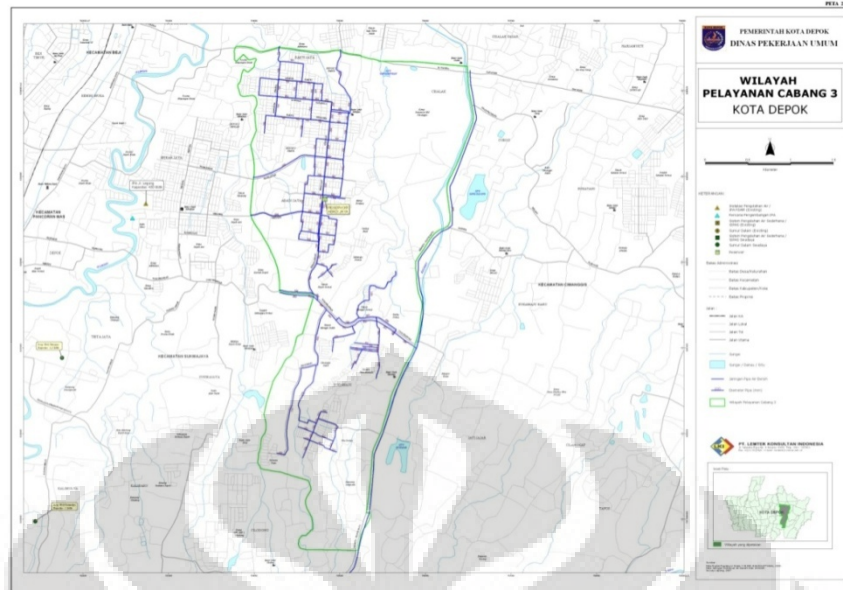
No	Kelurahan	Masjid	Langgar	Gereja	Pura	Wihara	Jumlah
1	Kalimulya	6	13	-	-	-	19
2	Jatimulya	4	14	-	-	-	18
3	Kalibaru	7	35	1	-	-	43
4	Cilodong	7	9	1	-	-	17
5	Sukamaju	24	31	1	-	-	56
6	Sukmajaya	8	18	-	-	-	26
7	Tirtajaya	5	21	-	-	-	26
8	Mekarjaya	26	18	4	-	-	48
9	Abadijaya	20	23	3	1	-	47
10	Baktijaya	31	6	4	-	-	41
11	Cisalak	6	16	2	-	-	24
Jumlah		144	204	16	1	0	365

Sumber : BAPPEDA Kota Depok tahun 2008

### 4.3 Kondisi Eksisting Sistem Jaringan Perpipaan Distribusi Air Minum

Sebelum kita mengevaluasi pipa jaringan distribusi air bersih, terlebih dahulu kita harus mengetahui kondisi eksisting sistem jaringan perpipaan yang ada di cabang 3. Jaringan distribusi Kecamatan Sukmajaya melayani 2 daerah pelayanan yang terdiri dari kelurahan Abadijaya dan Baktijaya dengan total debit yang dialurkan ke kedua kelurahan tersebut sebesar 196482 m<sup>3</sup> pada tiap bulannya. Instalasi air minum yang digunakan yaitu instalasi air minum yang terdapat di Legong. Berikut merupakan gambar yang menunjukkan jaringan sistem perpipaan distribusi air minum PDAM Kota Depok cabang 3 Kecamatan Sukmajaya.:





Gambar 4.3 Jaringan Distribusi Air Bersih Eksisting

Sumber : BAPPEDA Kota Depok, 2008

#### 4.3.1 Kondisi Eksisting Perpipaan Dan Bangunan Air Penunjang

##### 4.3.1.1 Pipa

Terdapat beberapa macam variasi ukuran diameter yang ada pada pipa jaringan distribusi Kecamatan Sukmajaya. Ukuran disesuaikan dengan debit yang masuk dan melalui pipa tersebut. Pada sistem perpipaan air minum Kota Depok juga terdapat beberapa variasi material yang digunakan. Adapun beberapa material masih menggunakan material yang tidak seharusnya digunakan pada sistem jaringan distribusi air bersih. Hal ini dikarenakan terdapat beberapa pipa yang ada pada sistem jaringan distribusi air minum Kecamatan Sukmajaya belum dilakukan perbaikan. Baik diameter maupun materialnya. Berikut adalah variasi diameter dan material yang digunakan pada jaringan sistem perpipaan distribusi air minum PDAM Kota Depok cabang 3 Kecamatan Sukmajaya:

Tabel 4.7 Jenis Dan Material Pipa

Pipa	Inner Diameter	Outter Diameter	Roughness	
			Darcy-Weisbach	Hazen-Williams
PVC	100	88	0,005	150
Galvanis Iron	150	145	0,5	120
PVC	200	188	0,005	150
ACP	250	225	1,5	100
ACP	300	275	1,5	100

Sumber : BAPPEDA Kota Depok, 2008

#### 4.3.1.2 Pompa

Pada sistem jaringan distribusi air minum Kecamatan Sukmajaya menggunakan instalasi air minum yang terletak di Legong. Instalasi tersebut memfasilitasi kebutuhan air minum untuk 3 cabang pelayanan, yakni cabang 2, cabang 3, dan cabang 4. Dari ketiga cabang tersebut, mempunyai pompa yang mempunyai jenis dan karakteristik yang berbeda-beda. Pada cabang 3 menggunakan 3 pompa dengan karakteristik yang sama. Adapun jenis dan karakteristik pompa yang digunakan pada pipa yang mengalirkan airnya ke cabang 3 yaitu Kecamatan Sukmajaya adalah :



Gambar 4.4 Pompa Distribusi Cabang 3

Sumber : Hasil Dokumentasi

Berikut merupakan karakteristik pompa yang digunakan untuk mengalirkan debit

Tabel 4.8 Karakteristik Pompa

Unit Pompa Distribusi	
Merek/ Buatan	Ebara, Japan
Tipe	Centrifugal
Model	150 X100 IBLNBM
No. Seri	P.8127502 - 1, P.8127502 - 2
	P.8127502 - 3, PM 765059 M
Kapasitas	70 ltr/detik
Tinggi	60 m
Penggerak	Motor Listrik
Daya	75 Hp
Tahun	1980

Sumber : PDAM Cabang 3, Kecamatan Sukmajaya

Pada saat memasukkan data tentang pompa ke EPANET di evaluasi jaringan perpipaan eksisting, yang diperlukan yaitu menggambar kurva pompa yang terdiri dari tinggi tekanan (head) dan debit yang dialirkan oleh pompa.

#### 4.3.1.3 Reservoir

Unit bak reservoir yang digunakan di Kecamatan Sukmajaya terdapat pula di jalan Legong. Adapun karakteristik reservoir yang digunakan pada sistem jaringan distribusi air minum Kecamatan Sukmajaya adalah :

Tabel 4.9 Karakteristik Reservoir

Konstruksi	Beton, bentuk empat persegi panjang, dengan ukuran P 22 m x L 6 m x T 4 m, diatas tertutup dengan beton
Kapasitas	± 2000 m <sup>3</sup>
Tahun	1978

Sumber : PDAM Kota Depok Cabang 3

#### 4.3.2 Pola Perilaku Kebutuhan Air Daerah Pelayanan Cabang 3

Cabang 3 melayani 2 kelurahan yaitu kelurahan Abadijaya dan Baktijaya. Tiap kelurahan mempunyai pola perilaku kebutuhan masing-masing, selain daerah pelayanan, instalasi juga mempunyai pola perilaku penyuplaian air ke daerah pelayanan. Pola perilaku penyuplaian air tersebut didapat dari pembacaan meter induk yang ada di instalasi. Sedangkan pola perilaku kebutuhn air pelanggan di dapat dari laporan bulanan PDAM.

Pola perilaku kebutuhan air digambarkan melalui *multiplier*. *Multiplier* adalah nilai pembacaan meteran pada tiap jam dibagi dengan rata-rata pembacaan meteran selama 24 jam. Berikut merupakan data pola perilaku kebutuhan air yang ada di tiap kelurahan.

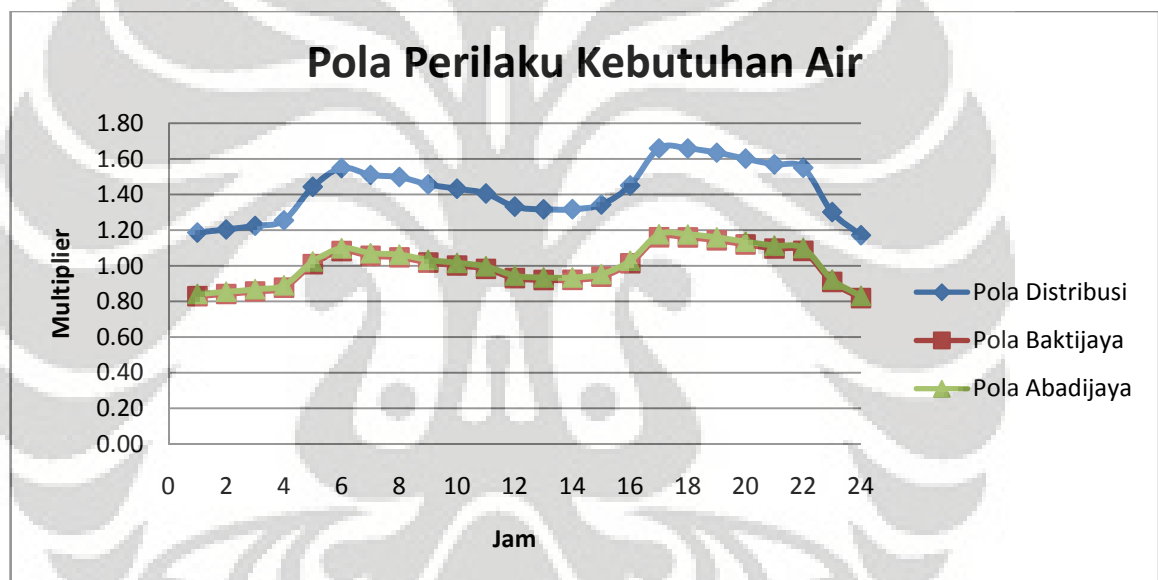
Tabel 4.10 Pola Perilaku Air (*Multiplier*)

No	Jam	Pola Baktijaya	Pola Abadijaya	Pola Instalasi
1	2:00 Pm	0.83	0.84177305	1.1869
2	3:00 Pm	0.842103968	0.854048706	1.204208675
3	4:00 Pm	0.85641973	0.868567528	1.224680214
4	5:00 Pm	0.87790766	0.890360251	1.255407954
5	6:00 Pm	1.00953266	1.023852272	1.443631704
6	7:00 Pm	1.08310596	1.098469165	1.548841523
7	8:00 Pm	1.056320341	1.071303608	1.510538088
8	9:00 Pm	1.047753744	1.062615499	1.498287853
9	10:00 Pm	1.018859336	1.033311241	1.45696885
10	11:00 Pm	1.001966165	1.016178451	1.432811617
11	12:00 Am	0.983278524	0.997225737	1.40608829
12	1:00 Am	0.93158748	0.944801487	1.332170097
13	2:00 Am	0.920986387	0.934050024	1.317010534
14	3:00 Am	0.921443577	0.934513699	1.317664316
15	4:00 Am	0.939708318	0.953037514	1.343782894
16	5:00 Am	1.014607469	1.028999064	1.45088868
17	6:00 Am	1.160451078	1.176911377	1.659445041

Universitas Indonesia

No	Jam	Pola Baktijaya	Pola Abadijaya	Pola Instalasi
18	7:00 Am	1.159771007	1.17622166	1.658472541
19	8:00 Am	1.143523618	1.159743811	1.635238774
20	9:00 Am	1.119978333	1.135864551	1.601569016
21	10:00 Am	1.097358858	1.112924232	1.569223167
22	11:00 Am	1.08402034	1.099396515	1.550149086
23	12:00 Pm	0.910008113	0.922916029	1.301311601
24	1:00 Pm	0.819307332	0.830928713	1.171609485

Sumber : PDAM Depok Cabang 3, 2009



Gambar 4.5 Grafik Pola Perilaku Kebutuhan Air

Sumber : Hasil Olahan

Dapat kita lihat bahwa jumlah kehilangan air di kelurahan Abadijaya sebesar 41% dan Baktijaya yaitu sebesar 43%. Kebocoran yang masih diperbolehkan yaitu sekitar 20 %. Besarnya kebocoran rata-rata dapat dilihat padatable berikut.

Tabel 4.11 Kehilangan Air Rata-Rata

No	Jam	Pola Bhaktijaya	Pola Abadijaya	Pola Distribusi	Loss Baktijaya	Loss Abadijaya
1	2:00 Pm	0.83	0.84	1.19	0.36	0.35
2	3:00 Pm	0.84	0.85	1.20	0.36	0.35
3	4:00 Pm	0.86	0.87	1.22	0.37	0.36
4	5:00 Pm	0.88	0.89	1.26	0.38	0.37
5	6:00 Pm	1.01	1.02	1.44	0.43	0.42
6	7:00 Pm	1.08	1.10	1.55	0.47	0.45
7	8:00 Pm	1.06	1.07	1.51	0.45	0.44
8	9:00 Pm	1.05	1.06	1.50	0.45	0.44
9	10:00 Pm	1.02	1.03	1.46	0.44	0.42
10	11:00 Pm	1.00	1.02	1.43	0.43	0.42
11	12:00 Am	0.98	1.00	1.41	0.42	0.41
12	1:00 Am	0.93	0.94	1.33	0.40	0.39
13	2:00 Am	0.92	0.93	1.32	0.40	0.38
14	3:00 Am	0.92	0.93	1.32	0.40	0.38
15	4:00 Am	0.94	0.95	1.34	0.40	0.39
16	5:00 Am	1.01	1.03	1.45	0.44	0.42
17	6:00 Am	1.16	1.18	1.66	0.50	0.48
18	7:00 Am	1.16	1.18	1.66	0.50	0.48
19	8:00 Am	1.14	1.16	1.64	0.49	0.48
20	9:00 Am	1.12	1.14	1.60	0.48	0.47
21	10:00 Am	1.10	1.11	1.57	0.47	0.46
22	11:00 Am	1.08	1.10	1.55	0.47	0.45
23	12:00 Pm	0.91	0.92	1.30	0.39	0.38
24	1:00 Pm	0.82	0.83	1.17	0.35	0.34
				Rata-Rata	0.43	0.41

Sumber :Hasil Olahan

Kehilangan air tersebut dapat berupa kehilangan teknis maupun kehilangan non teknis yang telah dijelaskan pada bab 2. Namun pada tugas akhir ini hanya menyinggung permasalahan yang mengakibatkan kehilangan air secara teknis.



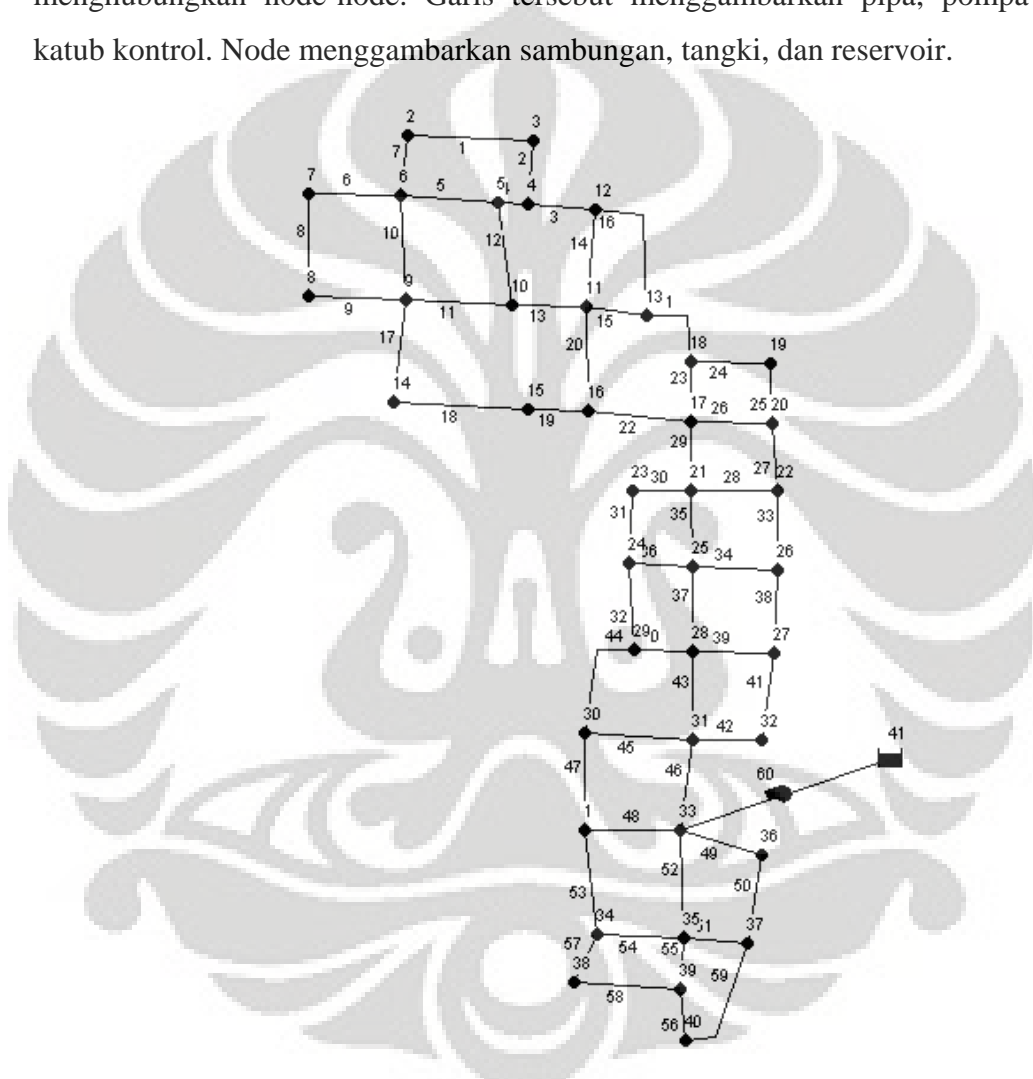


## BAB 5

### EVALUASI SISTEM JARINGAN PERPIPAAN DISTRIBUSI AIR MINUM

#### 5.1 Menggambar Jaringan Eksisting

Epanet memodelkan sistem distribusi air sebagai kumpulan garis yang menghubungkan node-node. Garis tersebut menggambarkan pipa, pompa dan katub kontrol. Node menggambarkan sambungan, tangki, dan reservoir.



Gambar 5.1 Sistem Jaringan Distribusi Air Minum Sukmajaya Di Epanet

Sumber : Hasil Olahan

Pada instalasi Legong tidak mempunyai tanki. Maka garis pada program Epanet mewakili pipa dan pompa, sedangkan node mewakili *discharge* dan reservoir. Setelah menggambar jaringan eksisting pada program Epanet, maka



dibutuhkan data-data untuk dimasukkan pada tiap node dan garis. Adapun data yang dibutuhkan program Epanet yaitu :

1. Sambungan (junction)

Input dasar yang dibutuhkan bagi sambungan (junction) adalah:

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

Hasil computasi buat sambungan (junction)

- Head Hidrolis ( energi internal per satuan berat dari fluida)
- Tekanan (pressure)
- Kualitas Air

2. Reservoir

- Input utama untuk reservoir adalah head hidrolis (sebanding dengan elevasi permukaan air jika bukan reservoir bertekanan)

3. Tanki

- Tidak terdapat tanki

4. Pompa

- Input parameternya adalah node awal dan akhir, dan kurva pompa (kombinasi dari head dan aliran dimana pompa harus memproduksinya).

5. Pipa

Input untuk pipa adalah :

- Data node awal dan akhir
- Diameter
- Panjang
- Koefisien kekasaran (untuk menjelaskan hilang tekan)
- Status (terbuka, tertutup, atau ada check valve)

Perhitungan output untuk pipa termasuk antara lain :

- Laju aliran
- Kecepatan
- Headloss

Pada peta jaringan distribusi air minum eksisting, data yang didapat yaitu berupa diameter dan material yang digunakan oleh pipa. Maka dari itu kedua data

tersebut yang pertama kali dimasukkan pada program Epanet. Berikut merupakan tabel mengenai diameter dan material pipa :

Tabel 5.1 Diameter Dan Material Pipa

Link Id	D	Material	R	Link Id	D	Material	R
	mm		(H-W)		mm		(H-W)
Pipe 1	88	PVC	150	Pipe 31	88	PVC	150
Pipe 2	88	PVC	150	Pipe 32	88	PVC	150
Pipe 3	145	GI	120	Pipe 33	88	PVC	150
Pipe 4	145	GI	120	Pipe 34	225	ACP	100
Pipe 5	88	PVC	150	Pipe 35	225	ACP	100
Pipe 6	88	PVC	150	Pipe 36	225	ACP	100
Pipe 7	88	PVC	150	Pipe 37	275	ACP	100
Pipe 8	88	PVC	150	Pipe 38	88	PVC	150
Pipe 9	145	GI	120	Pipe 39	88	PVC	150
Pipe 10	88	PVC	150	Pipe 40	88	PVC	150
Pipe 11	145	GI	120	Pipe 41	88	PVC	150
Pipe 12	88	PVC	150	Pipe 42	88	PVC	150
Pipe 13	145	GI	120	Pipe 43	275	ACP	100
Pipe 14	88	PVC	150	Pipe 44	88	PVC	150
Pipe 15	225	PVC	100	Pipe 45	88	PVC	150
Pipe 16	145	GI	120	Pipe 46	275	ACP	100
Pipe 17	88	PVC	150	Pipe 47	88	PVC	150
Pipe 18	145	GI	120	Pipe 48	275	ACP	100
Pipe 19	145	GI	120	Pipe 49	88	PVC	150
Pipe 20	145	GI	120	Pipe 50	88	PVC	150
Pipe 21	225	PVC	100	Pipe 51	88	PVC	150
Pipe 22	145	GI	120	Pipe 52	88	PVC	150
Pipe 23	225	PVC	100	Pipe 53	145	PVC	120
Pipe 24	88	PVC	150	Pipe 54	88	PVC	150
Pipe 25	145	GI	120	Pipe 55	88	PVC	150
Pipe 26	88	PVC	150	Pipe 56	88	PVC	150
Pipe 27	88	PVC	150	Pipe 57	88	PVC	150
Pipe 28	88	PVC	150	Pipe 58	88	PVC	150
Pipe 29	275	ACP	100	Pipe 59	88	PVC	150
Pipe 30	88	PVC	150				

Sumber : Hasil Olahan

## 5.2 Menentukan Panjang Pipa Dengan Menggunakan Autocad

Sebelum mulai menggunakan EPANET, terlebih dahulu memasukkan semua data yang diperlukan. Data yang masih kurang pada jenis dan karakteristik perpipaan yaitu panjang pipa. Hal ini dikarenakan dimensi yang didapat dari peta hanya diameter, maka dari itu, pindahkan peta ke program Autocad, kemudian kondisikan peta di Autocad sesuai dengan skala yang ada pada peta, kemudian mulai untuk mengukur panjang pipanya. Berikut merupakan panjang pipa yang didapat dari hasil olahan menggunakan Autocad :

Tabel 5.2 Panjang Pipa Jaringan Distribusi Air Minum

Link ID	m	Link ID	m	Link ID	m
Pipe 1	270	Pipe 21	230	Pipe 41	220
Pipe 2	210	Pipe 22	230	Pipe 42	200
Pipe 3	150	Pipe 23	120	Pipe 43	220
Pipe 4	60	Pipe 24	210	Pipe 44	300
Pipe 5	210	Pipe 25	120	Pipe 45	220
Pipe 6	210	Pipe 26	210	Pipe 46	200
Pipe 7	210	Pipe 27	210	Pipe 47	230
Pipe 8	200	Pipe 28	200	Pipe 48	210
Pipe 9	220	Pipe 29	210	Pipe 49	210
Pipe 10	200	Pipe 30	140	Pipe 50	190
Pipe 11	220	Pipe 31	210	Pipe 51	190
Pipe 12	200	Pipe 32	230	Pipe 52	250
Pipe 13	190	Pipe 33	210	Pipe 53	220
Pipe 14	200	Pipe 34	200	Pipe 54	190
Pipe 15	120	Pipe 35	190	Pipe 55	100
Pipe 16	300	Pipe 36	140	Pipe 56	100
Pipe 17	230	Pipe 37	240	Pipe 57	100
Pipe 18	330	Pipe 38	220	Pipe 58	240
Pipe 19	90	Pipe 39	210	Pipe 59	250
Pipe 20	230	Pipe 40	110		

Sumber : Hasil Olahan

## 5.3 Aliran Yang Keluar Pada Tiap Node Atau Junction

Pada sistem jaringan distribusi air minum kecamatan Sukmajaya, terdapat 40 node yang melayani 2 kelurahan. Adapun kedua kelurahan tersebut yaitu kelurahan Baktijaya dan Abadijaya. Debit yang ada untuk melayani kedua kelurahan tersebut yaitu  $196.482 \text{ m}^3$  tiap bulannya. PDAM kota Depok membagi

wilayah pelayanan cabang 3 menjadi 33 blok. Debit untuk melayani kelurahan bhakti jaya sebesar 110.902 m<sup>3</sup> tiap bulannya, sedangkan pada kelurahan Abadijaya sebesar 885.580 m<sup>3</sup> tiap bulannya.

Jumlah node yang ada pada kelurahan Baktijaya berjumlah 22 node, sedangkan pada kelurahan Abadijaya berjumlah 18 node. Perbedaan debit yang mengalir pada kedua kelurahan tersebut yaitu daerah pelayanan pada kelurahan Baktijaya lebih besar daripada kelurahan Abadijaya. Adapun aliran yang keluar lewat node berdasarkan kelurahan yang dilayani sebagai berikut :

Tabel 5.3 Debit Kelurahan Baktijaya

No Node	Debit (m <sup>3</sup> /bulan)	Debit (l/detik)	No Node	Debit (m <sup>3</sup> /bulan)	Debit (l/detik)
2	4195	1,62	13	6139	2,37
3	3591	1,39	18	6327	2,44
7	3612	1,39	19	5562	2,15
6	3713	1,43	14	6192	2,39
5	3569	1,38	15	5880	2,27
4	6071	2,34	16	4813	1,86
12	6365	2,46	17	5760	2,22
8	5588	2,16	20	3850	1,49
9	6058	2,34	23	3519	1,36
10	6209	2,40	21	3607	1,39
11	6182	2,39	22	4100	1,58

Sumber : Laporan Bulanan PDAM Depok, 2009

Tabel 5.4 Debit Kelurahan Abadijaya

No Node	Debit (m <sup>3</sup> /bulan)	Debit (l/detik)	No Node	Debit (m <sup>3</sup> /bulan)	Debit (l/detik)
24	3894	1,50	1	6280	2,42
25	5581	2,15	33	5850	2,26
26	3582	1,38	36	3725	1,44
29	6228	2,40	34	4238	1,64
28	6190	2,39	35	3628	1,40
27	5329	2,06	37	3765	1,45
30	5286	2,04	38	4562	1,76
31	6338	2,45	39	3714	1,43
32	3710	1,43	40	3680	1,42

Sumber : Laporan Bulanan PDAM Depok, 2009

#### 5.4 Menentukan Elevasi Pada Tiap Node

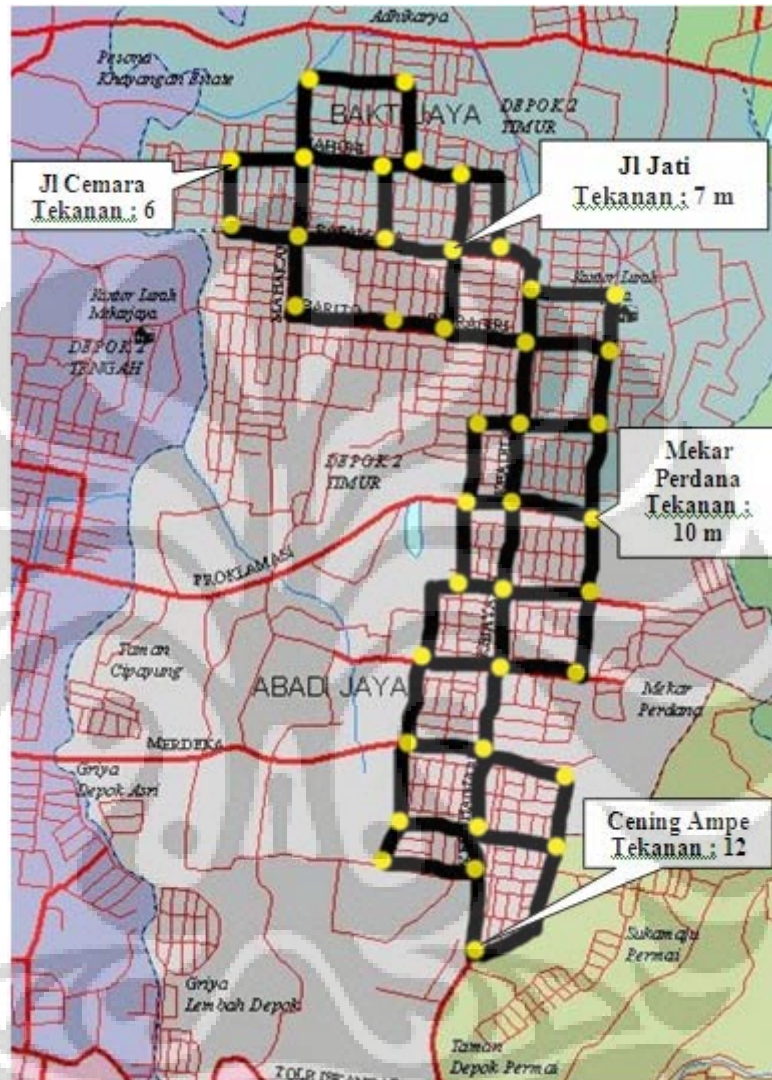
Dalam penentuan elevasi yang ada pada tiap node, menggunakan data yaitu peta topografi kota Depok. Peta topografi kota Depok dapat dilihat pada lampiran A gambar 1. Apabila kita melihat pada peta topografi kota Depok dapat kita lihat bahwa elevasi di kecamatan Sukmajaya mempunyai nilai lebih kurang 75 m diatas permukaan laut. Dapat dikatakan kecamatan Sukmajaya yang ada di kota Depok mempunyai elevasi yang cukup tinggi.

#### 5.5 Menentukan Titik Acuan

Dalam menentukan titik acuan, harus mewakili dari kedua kelurahan yang merupakan daerah pelayanan cabang 3 dan mempunyai permasalahan. Dalam penentuan titik acuan, maka dipilih 2 titik yang mewakili kelurahan Baktijaya, yaitu titik yang mewakili Jl. Cemara dan titik yang mewakili Jl Jati. Kemudian 2 titik yang mewakili kelurahan Abadijaya yaitu titik yang mewakili daerah Mekar Perdana dan titik yang mewakili daerah Cening Ampe.

Adapun titik acuan digunakan untuk melihat apakah daerah yang diwakilkan oleh titik acuan tersebut telah sesuai dengan kriteria baik penggunaan material pipa, tekanan dan kecepatan aliran yang ada dalam pipa. Tekanan pada pipa yang

mengalir ke Jl Cemara, Jl Jati, Mekar Perdana dan Cening Ampe berturut-turut yaitu 6 m, 7 m, 10 m, dan 12 m.



Gambar 5.2 Jaringan Pipa Cabang 3

Sumber : Hasil Olahan

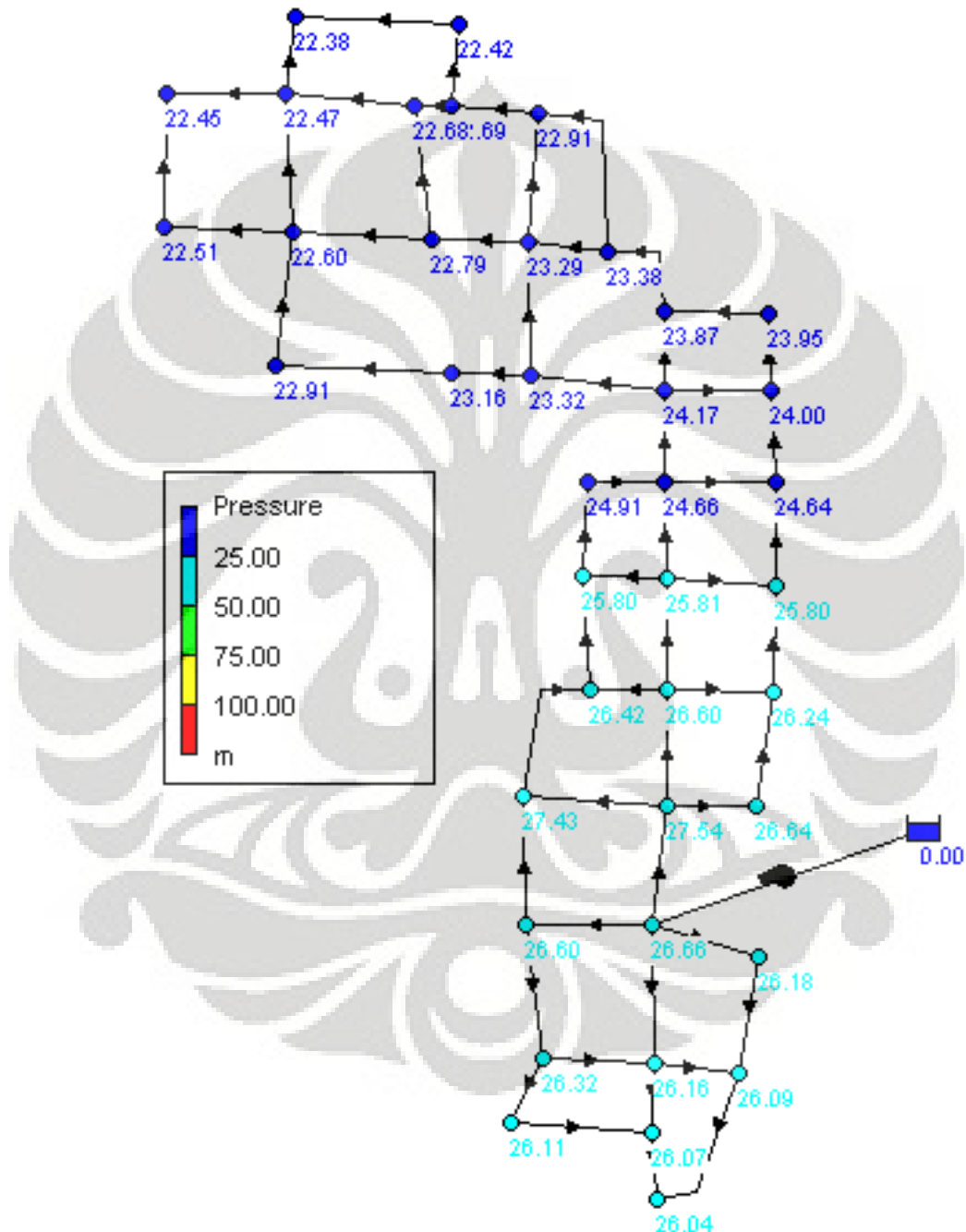
## 5.6 Menjalankan Program Epanet

### 5.6.1 Menjalankan Program Epanet Pada Seluruh Jaringan Perpipaan

Setelah memasukkan semua data-data yang ada ke program EPANET, maka program coba untuk dijalankan dengan memilih pilihan *run analysis* yang ada pada program EPANET. Adapun satuan yang digunakan pada debit yaitu liter per detik, kemudian formula yang digunakan yaitu formula Hazen-Williams. Jika



telah memilih satuan liter per detik pada debit yang mengalir di setiap sambungan dan pipa, maka seluruh perhitungan pun dengan Satuan Internasional. Maka setelah dijalankan programnya dapat kita lihat hasil sebagai berikut :



Gambar 5.3 Tekanan Pada Tiap Node

Sumber : Hasil Olahan

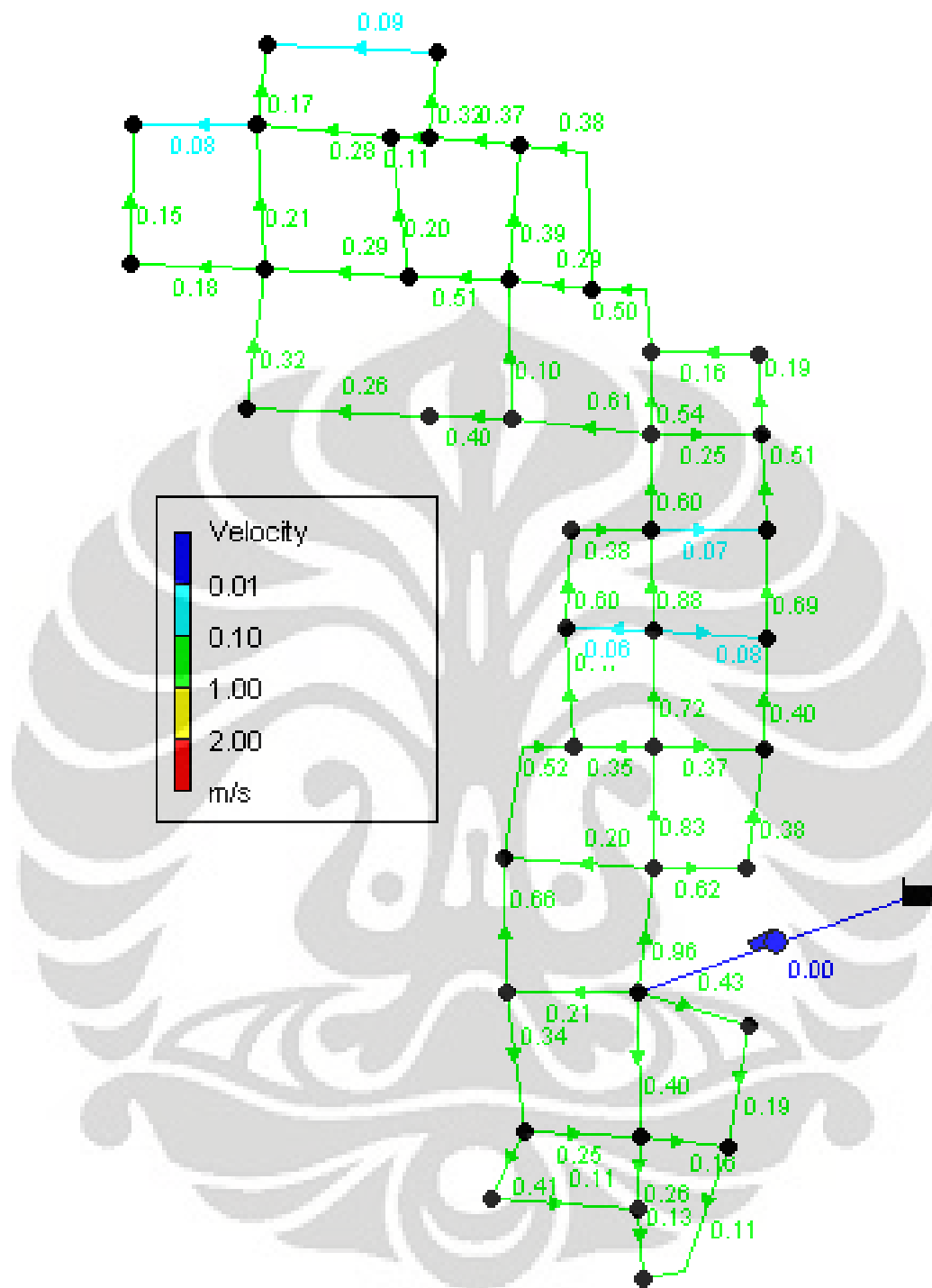


Dengan kita melihat gambar jaringan yang telah di dijalankan pada program EPANET pada gambar diatas, maka kita dapat membuat beberapa laporan. Laporan-laporan tersebut yakni laporan-laporan yang ada pada tiap node (titik) yaitu tekanan yang ada pada tiap node.

Tabel 5.5 Laporan Pada Tiap Node

Node ID	Base Demand	Pressure	Node ID	Base Demand	Pressure
	LPS	M		LPS	M
Junc 2	1,62	22,38	Junc 22	1,58	24,64
Junc 3	1,39	22,42	Junc 23	1,36	24,91
Junc 4	2,34	22,69	Junc 24	1,5	25,8
Junc 5	1,38	22,68	Junc 25	2,15	25,81
Junc 6	1,43	22,47	Junc 26	1,39	25,8
Junc 7	1,39	22,45	Junc 27	2,05	26,24
Junc 8	2,16	22,51	Junc 28	2,38	26,6
Junc 9	2,34	22,6	Junc 29	2,4	26,42
Junc 10	2,4	22,79	Junc 30	2,03	27,43
Junc 11	2,39	23,29	Junc 31	2,44	27,54
Junc 12	2,46	22,91	Junc 32	1,43	26,64
Junc 13	2,37	23,38	Junc 1	2,42	26,6
Junc 14	2,39	22,91	Junc 33	2,26	26,66
Junc 15	2,27	23,16	Junc 34	1,64	26,32
Junc 16	1,86	23,32	Junc 35	1,4	26,16
Junc 17	2,22	24,17	Junc 36	1,44	26,18
Junc 18	2,44	23,87	Junc 37	1,45	26,09
Junc 19	2,15	23,95	Junc 38	1,76	26,11
Junc 20	1,49	24	Junc 39	1,43	26,07
Junc 21	1,39	24,66	Junc 40	1,42	26,04

Sumber : Hasil Olahan



Gambar 5.4 Kecepatan Pada Tiap Pipa

Sumber : Hasil Olahan



Laporan-laporan yang ada di pipa-pipa jaringan distribusi memuat data-data yang mencakup kecepatan aliran dan debit yang ada pada tiap pipa. Adapun laporan-laporan tersebut yaitu :

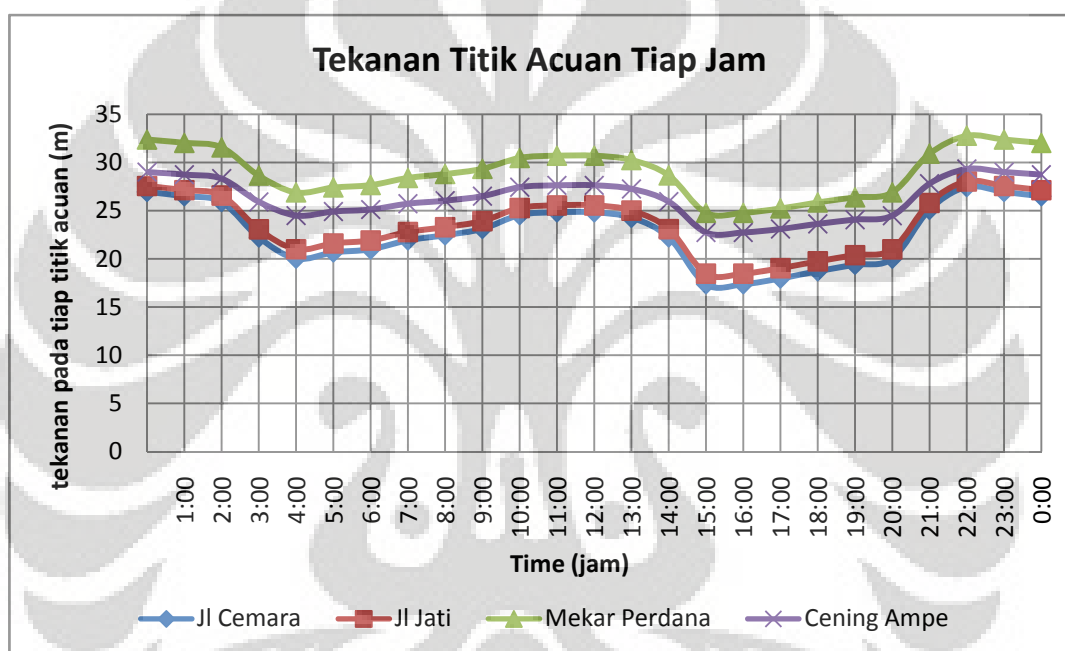
Tabel 5.6 Laporan Pada Tiap Pipa

Link ID	Flow LPS	Velocity M/DETIK	Link ID	Flow LPS	Velocity M/DETIK
Pipe 1	-0,56	0,09	Pipe 31	-3,67	0,6
Pipe 2	-1,95	0,32	Pipe 32	-2,87	0,47
Pipe 3	-6,14	0,37	Pipe 33	-4,21	0,69
Pipe 4	1,85	0,11	Pipe 34	-3,14	0,08
Pipe 5	1,69	0,28	Pipe 35	34,94	0,88
Pipe 6	0,51	0,08	Pipe 36	2,3	0,06
Pipe 7	1,06	0,17	Pipe 37	-42,53	0,72
Pipe 8	-0,88	0,15	Pipe 38	-2,46	0,4
Pipe 9	-3,04	0,18	Pipe 39	-2,23	0,37
Pipe 10	1,31	0,21	Pipe 40	2,13	0,35
Pipe 11	-4,72	0,29	Pipe 41	-2,32	0,38
Pipe 12	1,22	0,2	Pipe 42	-3,78	0,62
Pipe 13	-8,34	0,51	Pipe 43	49,32	0,83
Pipe 14	2,35	0,39	Pipe 44	-3,18	0,52
Pipe 15	-11,42	0,29	Pipe 45	-1,21	0,2
Pipe 16	-6,25	0,38	Pipe 46	-56,8	0,96
Pipe 17	-1,97	0,32	Pipe 47	-4,04	0,66
Pipe 18	-4,36	0,26	Pipe 48	-12,18	0,21
Pipe 19	-6,63	0,4	Pipe 49	2,62	0,43
Pipe 20	1,66	0,1	Pipe 50	1,16	0,19
Pipe 21	-20,04	0,5	Pipe 51	-0,98	0,16
Pipe 22	-10,15	0,61	Pipe 52	-2,46	0,4
Pipe 23	21,53	0,54	Pipe 53	5,67	0,34
Pipe 24	-0,95	0,16	Pipe 54	1,53	0,25
Pipe 25	-3,1	0,19	Pipe 55	1,58	0,26
Pipe 26	-1,51	0,25	Pipe 56	0,79	0,13
Pipe 27	-3,08	0,51	Pipe 57	2,47	0,41
Pipe 28	-0,45	0,07	Pipe 58	0,67	0,11
Pipe 29	35,41	0,6	Pipe 59	0,65	0,11
Pipe 30	-2,31	0,38			

Sumber : Hasil Olahan

### 5.6.2 Menjalankan Program Epanet Pada Titik Acuan Tiap Jam

Pada pembahasan awal telah dijelaskan bahwa akan meninjau 4 titik yang mewakili daerah-daerah yang ada di kelurahan Baktijaya dan Abadijaya tiap jammnya. Laporan pada tiap titik-titik yang mewakili kelurahan Bakti jaya yaitu Jl Cemara dan Jl Jati dapat dilihat pada lampiran A tabel 1 dan tabel 2. Selanjutnya laporan dari titik-titik yang mewakili kelurahan Abadijaya. Adapun terdiri dari daerah Mekar Perdana dan Cening Ampe. Berikut merupakan laporan kedua daerah tersebut dapat dilihat pada lampiran A tabel 3 dan tabel 4 :

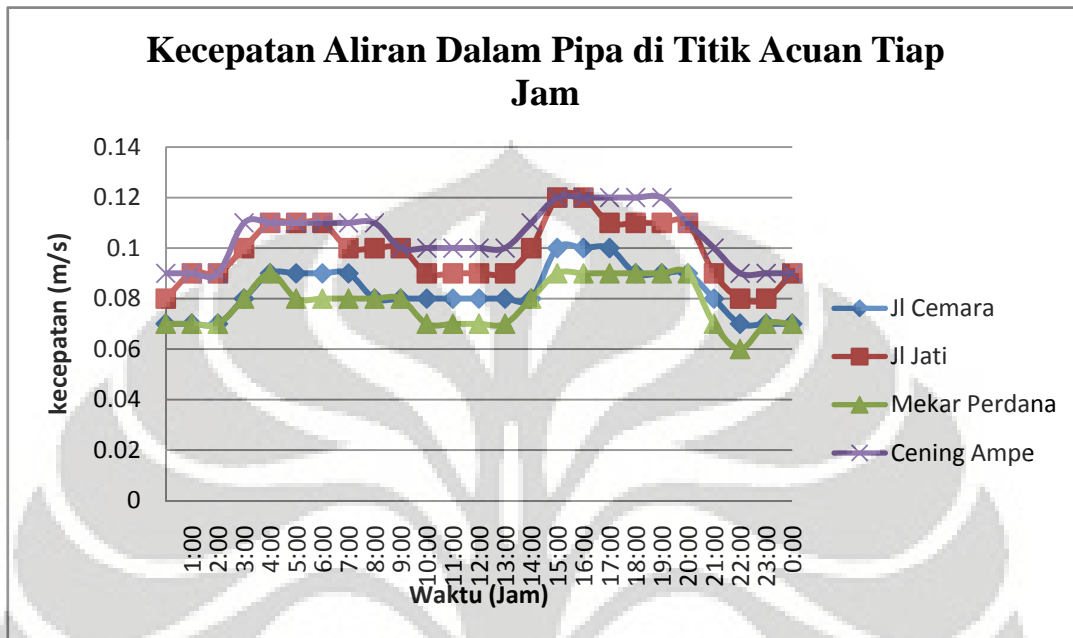


Gambar 5.6 Tekanan Titik Acuan Tiap Jam

Sumber : Hasil Olahan

Jika dilihat pada lampiran A tabel 5 dan grafik di atas, tekanan yang ada pada node tiap jammnya pada keempat daerah tersebut hampir mendekati atau lebih dari kriteria desain yaitu 25 m. Padahal jika dilihat pada laporan bulanan PDAM, keempat wilayah tersebut tekanan yang terjadi di bawah 20 m. Hal ini dikarenakan cukup banyaknya tekanan yang hilang pada sistem jaringan perpipaan, sehingga PDAM harus menggunakan tekanan yang besar agar tekanan yang sampai ke konsumen sesuai dengan kebutuhan.

Pada pipa sistem jaringan distribusi cabang 3 juga dievaluasi mengenai kecepatan aliran dalam pipa. Grafik dan tabel yang menggambarkan kecepatan aliran dalam tiap pipa pada tiap titik acuan dapat dilihat pada lampiran A tabel 6.



Gambar 5.7 Kecepatan Aliran Dalam Pipa Di Titik Acuan Tiap Jam

Sumber : Hasil Olahan

Dapat kita lihat pada tiap jamnya terdapat beberapa kecepatan aliran pipa yang tidak mencapai kecepatan aliran sesuai dengan kriteria desain. Terdapat beberapa kecepatannya di bawah kriteria desain yaitu di bawah 0,15 m/detik. Hal tersebut dapat dikarenakan diameter dan material pipa yang digunakan tidak sesuai.

Karena sistem jaringan distribusi air minum merupakan sistem yang terintegrasi, maka untuk menyelesaikan permasalahan tekanan dan kecepatan aliran dalam pipa harus dilakukan pada keseluruhan sistem jaringan. Dimulai dari evaluasi sistem pemompaan, kemudian dilanjutkan dengan evaluasi sistem jaringan perpipaan.

### 5.7 Evaluasi Jaringan Eksisting Dengan Epanet

Pada tahap evaluasi telah dimasukkan semua data yang dibutuhkan untuk dimasukkan ke dalam program Epanet. Setelah program dijalankan, maka dapat kita lihat pada laporan-laporan yang dilampirkan. Adapun laporan-laporan tersebut berupa laporan pada tiap node (junction) dan laporan pada tiap link (sambungan).

Adapun data yang dapat disajikan pada laporan node atau junction yaitu

- Kebutuhan air tiap node (*demand*)
- Tekanan air (*pressure*).

Kemudian data yang dapat disajikan pada laporan pada tiap link yaitu

- Debit aliran pada tiap pipa
- Kecepatan pada tiap pipa

Yang dijadikan variabel dalam mengevaluasi sistem jaringan perpipaan distribusi air minum kecamatan Sukmajaya adalah:

- Tekanan yang ada pada tiap node
- Kecepatan yang ada pada tiap pipa

Adapun kriteria desain yang harus dipenuhi dalam mengevaluasi sistem jaringan perpipaan distribusi air minum kecamatan Sukmajaya harus sesuai dengan kriteria desain PDAM yaitu kecepatan air dalam pipa diisyaratkan sebesar 0,15 m/detik – 1,2 m. (Terence J.McGhee, 1991).

Kemudian sesuai dengan kriteria desain yang digunakan Dirjen Cipta Karya, tinggi tekanan yang harus disediakan hingga titik terjauh minimum sebesar 10 m dan tinggi tekanan maximum 70 m. (Dirjen Cipta Karya, 1998)

Namun sesuai dengan kriteia desain yang digunakan oleh PDAM Tirta Kahuripan yang digunakan untuk cabang 3 kecamatan Sukmajaya yaitu tinggi tekanan yang dibutuhkan oleh para penduduk yang ada di kecamatan Sukmajaya yaitu 5 m pada tekanan minimum dan 25 m pada tekanan maksimum. (laporan bulanan PDAM Tirta Kahuripan, 2009)

Dalam tahap evaluasi, keempat titik acuan yang mewakili kelurahan Baktijaya dan Abadijaya harus mempunyai besar tekanan dan kecepatan aliran dalam pipa yang sesuai dengan kriteria desain yang digunakan. Tekanan pada keempat titik dengan menggunakan Epanet jika dibandingkan dengan tekanan



yang terjadi sebenarnya terdapat perbedaan, dimana tekanan di keempat titik tersebut bila dijalankan dengan program Epanet jauh lebih besar. Hal ini disebabkan terdapat kehilangan tekanan di jaringan perpipaan, kehilangan tekanan di jaringan perpipaan bisa disebabkan material dan diameter pipa yang sudah tidak memadai.

Maka dari itu perlu adanya evaluasi secara keseluruhan jaringan agar kecepatan dan tekanan pada tiap pipa lebih merata dan sesuai dengan kriteria desain. Kecepatan aliran pun harus juga diperhatikan agar tidak menggerus pipa jika terlalu cepat dan akan menimbulkan pengendapan sisa flok dan menimbulkan kerak apabila terlalu lambat.

#### 5.7.1 Evaluasi Pompa Sistem Jaringan Distribusi Air Minum

Tahap yang dilakukan pertama yaitu mengevaluasi sistem pemompaan. Dalam mengevaluasi pompa yang digunakan di sistem jaringan perpipaan air minum, hal yang pertama kali harus dilakukan yaitu mengevaluasi apakah tinggi tekanan dan debit yang dialirkan oleh pompa telah sesuai dengan kebutuhan pelanggan. Berikut merupakan spesifikasi pompa yang digunakan di jaringan perpipaan distribusi air minum :

Tabel 5.7 Karakteristik Pompa Distribusi

Unit Pompa Distribusi	
Merek/ Buatan	Ebara, Japan
Tipe	Centrifugal
Model	150 X100 IBLNBM
No. Seri	P.8127502 - 1, P.8127502 - 2 P.8127502 - 3, PM 765059 M
Kapasitas	70 ltr/detik
Tinggi	60 m
Penggerak	Motor Listrik
Daya	75 Hp
Tahun	1980

Sumber : PDAM kota Depok, 2008

Tabel diatas merupakan keterangan mengenai jenis dan karakteristik pompa yang digunakan oleh PDAM Depok cabang 3 kecamatan Sukmajaya. Adapun kapasitas dan tinggi tekanan yang terdapat di pompa harus dapat memfasilitasi kebutuhan pelanggan.

Berikut merupakan kebutuhan debit air yang diperlukan oleh kecamatan Sukmajaya yang dibagi ke dalam 2 kelurahan yaitu kelurahan Abadijaya dan kelurahan Baktijaya. Debit total yang dibutuhkan pada kecamatan Sukmajaya yaitu 196.482 m<sup>3</sup> tiap bulannya, atau setara 75,8 l/detik. berikut merupakan data mengenai kebutuhan air yang diperlukan tiap kelurahan :

Tabel 5.8 Kebuthan Air Tiap Node

Kelurahan	Blok	Jumlah Node	Debit (m <sup>3</sup> /Bulan)	Debit (l/detik)
Baktijaya	1-12,33	22	110902	42,78
Abadijaya	13-32	18	85580	33,01

Sumber : laporan bulanan PDAM Tirta Kahuripan, 2009

Apabila kita melihat kedua tabel tersebut dapat kita lihat bahwa debit yang dialirkan pada pompa cukup memenuhi kebutuhan air yang ada di kecamatan Sukmajaya. Debit yang dialirkan oleh pompa yaitu 80 l/detik, sedangkan debit yang dibutuhkan oleh pelanggan di kecamatan Sukmajaya yaitu 78,8 l/detik. Pada debit pompa sudah cukup memfasilitasi kebutuhan air di kecamatan Sukmajaya.

Tahap evaluasi kedua dari pompa di jaringan perpipaan eksisting yaitu tekanan yang diberikan oleh pompa tersebut. Adapun tekanan yang diberikan pada pompa eksisting yaitu 30 m. Sedangkan tekanan yang dibutuhkan oleh pelanggan kecamatan Sukmajaya sesuai dengan kriteria PDAM kota Depok yaitu 5 m hingga 25 m. hal-hal yang dipertimbangkan dalam menentukan tekanan pada pompa adalah elevasi yang ada pada tiap node, tekanan ideal yang dibutuhkan oleh para pelanggan, elevasi reservoir sebagai tekanan awal, rata-rata tekanan yang hilang pada tiap pipa. Maka dapat kita lakukan perhitungan sebagai berikut :

- Elevasi rata-rata pada tiap node = 78 m
- Tekanan ideal yang dibutuhkan oleh pelanggan = 10 m

Maka head yang dibutuhkan oleh pelanggan pada tiap node rata-rata =  $78 \text{ m} + 10 \text{ m} \rightarrow 88 \text{ m}$

Nilai 88 m merupakan nominal dari head ideal yang harus difasilitasi pompa untuk sampainya air minum ke tiap pelanggan. Namun head yang harus difasilitasi pompa diawal distribusi air minum tidak boleh tepat sebesar nilai head yang dibutuhkan pelanggan yaitu 88 m. Hal ini dikarenakan terdapat kehilangan tekanan yang ada di setiap pipa yang dilewati. Maka dari itu dalam mengevaluasi pompa yang baik diperlukan pertimbangan mengenai hilangnya head yang ada pada tiap pipa. Untuk perhitungan head ideal pompa pada saat awal akan mengalirkan air ke pelanggan dapat kita lakukan sebagai berikut :

- Elevasi reservoir = 75
- Tinggi reservoir = 4 m
- Ketinggian air di reservoir = 3 m
- Bagian reservoir yang masuk ke dalam tanah = 2m
- Total head reservoir =  $75 + (3 - 2) \rightarrow 76 \text{ m}$

Kemudian, setelah itu kita menghitung total headloss max yang terjadi di tiap pipa. Hal ini untuk memprediksi besarnya tekanan yang hilang pada saat air melewati tiap pipa. Adapun perhitungan kehilangan tekanan total :

Kehilangan tekanan total = kehilangan tekanan rata-rata x panjang pipa terjauh dari pompa

Data kehilangan tekanan bisa didapatkan pada laporan junction yang dilampirkan pada saat EPANET telah selesai dijalankan. Berikut merupakan data mengenai nomer pipa dan kehilangan tekanan yang terjadi di dalamnya.

Tabel 5.9 Unit Headloss Tiap Pipa

Link ID	Headloss m/km	Link ID	Headloss m/km	Link ID	Headloss m/km
Pipe 1	0,13	Pipe 21	2,16	Pipe 41	1,83
Pipe 2	1,32	Pipe 22	3,72	Pipe 42	4,5
Pipe 3	1,46	Pipe 23	2,47	Pipe 43	4,31
Pipe 4	0,16	Pipe 24	0,35	Pipe 44	3,33
Pipe 5	1,01	Pipe 25	0,41	Pipe 45	0,54
Pipe 6	0,11	Pipe 26	0,82	Pipe 46	5,6
Pipe 7	0,43	Pipe 27	3,08	Pipe 47	5,09
Pipe 8	0,3	Pipe 28	0,09	Pipe 48	0,32
Pipe 9	0,4	Pipe 29	2,33	Pipe 49	2,29
Pipe 10	0,63	Pipe 30	1,8	Pipe 50	0,5
Pipe 11	0,9	Pipe 31	4,25	Pipe 51	0,37
Pipe 12	0,56	Pipe 32	2,7	Pipe 52	2,02
Pipe 13	2,58	Pipe 33	5,49	Pipe 53	1,26
Pipe 14	1,86	Pipe 34	0,07	Pipe 54	0,84
Pipe 15	0,76	Pipe 35	6,05	Pipe 55	0,89
Pipe 16	1,55	Pipe 36	0,04	Pipe 56	0,25
Pipe 17	1,35	Pipe 37	3,28	Pipe 57	2,04
Pipe 18	0,78	Pipe 38	2,03	Pipe 58	0,18
Pipe 19	1,69	Pipe 39	1,69	Pipe 59	0,18
Pipe 20	0,13	Pipe 40	1,56	rata-rata	1,675254

Sumber : Hasil Olahan

Rata-rata headloss tiap pipa = 1,67 m/Km

- Panjang pipa terjauh dari pompa = 2560 m → 2,56 Km
- head loss max = 1,67 m/Km x 2,56 Km = 4,28 → 5 m
- head yang harus dipenuhi pompa =
- head yang dibutuhkan tiap pelanggan – head reservoir + headloss max  
→ 88 m – 76 m + 5 m = 17 m → 20 m
- head yang harus dipenuhi pompa = 20 m

Dari hasil perhitungan debit aliran dan head pompa maka didapatkan hasil sebagai berikut

Tabel 5.10 Evaluasi Pompa

Evaluasi Pompa Distribusi		
	Sebelum	Sesudah
Flow (l/detik)	80	80
Head (m)	30	20

Sumber : Hasil Olahan

### 5.7.2 Evaluasi Pada Seluruh Pipa Di Sistem Jaringan Perpipaan Distribusi Air minum

Setelah mengevaluasi sistem pemompaan air yang ada di instalasi Legong, tahap selanjutnya yaitu mengevaluasi sistem perpipaan. Adapun variabel yang akan dievaluasi diantaranya adalah diameter pipa dan kekasaran pipa.

Jaringan perpipaan merupakan jaringan yang terintegrasi satu sama lain, maka dari itu jika terdapat salah satu pipa dimodifikasi baik dimensi maupun materialnya, maka juga akan berpengaruh dampaknya kepada pipa-pipa yang lain.

Dengan mengevaluasi diameter dan kekasaran pipa, diharapkan kecepatan aliran yang ada di dalam pipa sesuai dengan kriteria desain yaitu 0,15 m/detik – 1,5 m/detik dan tekanan yang sampai pada pelanggan 5 – 25 m.

Pada evaluasi pipa hal yang perlu diperhatikan yaitu diameter yang sesuai dengan debit yang mengalir dalam pipa tersebut. Kemudian hal kedua yang perlu diperhatikan adalah kecepatan yang ada di dalam pipa tidak boleh terlalu besar karena akan cepat menggerus pipa. Kecepatan rendah air dalam pipa juga akan menyebabkan pengendapan dalam pipa, maka kecepatan air dalam pipa harus disesuaikan dengan kriteria desain yaitu 0,15 – 1,5 m/detik. Berikut merupakan tabel sistem perpipaan jaringan distribusi air minum secara keseluruhan yang telah dievaluasi :

Tabel 5.11 Perbandingan Pipa Eksisting Dan Evaluasi

Perbandingan Pipa Eksisting Dan Evaluasi						
Link ID	Diameter (Mm)		Roughness		Velocity (M/DETIK)	
	Eksisting	Evaluasi	Eksisting	Evaluasi	Eksisting	Evaluasi
Pipe 1	88	88	150	150	0,1	0,15
*Pipe 2	88	138	150	150	0,36	0,17
*Pipe 3	145	188	120	150	0,42	0,22
**Pipe 4	145	88	120	150	0,13	0,17
*Pipe 5	88	138	150	150	0,31	0,17
*Pipe 6	88	138	150	150	0,09	0,17
Pipe 7	88	88	150	150	0,2	0,15
Pipe 8	88	88	150	150	0,16	0,16
**Pipe 9	145	88	120	150	0,21	0,24
*Pipe 10	88	138	150	150	0,24	0,17
**Pipe 11	145	88	120	150	0,32	0,15
*Pipe 12	88	138	150	150	0,23	0,2
*Pipe 13	145	188	120	150	0,57	0,24
*Pipe 14	88	138	150	150	0,43	0,19
Pipe 15	225	238	100	150	0,32	0,19
*Pipe 16	145	188	120	150	0,42	0,22
*Pipe 17	88	188	150	150	0,36	0,2
*Pipe 18	145	188	120	150	0,3	0,3
*Pipe 19	145	238	120	150	0,45	0,24
Pipe 20	145	138	120	150	0,11	0,24
Pipe 21	225	238	100	150	0,56	0,39
*Pipe 22	145	238	120	150	0,69	0,37
Pipe 23	225	238	100	150	0,61	0,41
Pipe 24	88	88	150	150	0,18	0,24
Pipe 25	145	138	120	150	0,21	0,26
*Pipe 26	88	138	150	150	0,28	0,31
*Pipe 27	88	188	150	150	0,57	0,36
*Pipe 28	88	138	150	150	0,08	0,29
Pipe 29	275	288	100	150	0,67	0,51
Pipe 30	88	88	150	150	0,42	0,34
*Pipe 31	88	138	150	150	0,68	0,24
*Pipe 32	88	238	150	150	0,53	0,29
*Pipe 33	88	238	150	150	0,78	0,37
Pipe 34	225	238	100	150	0,09	0,19
Pipe 35	225	238	100	150	0,98	0,63
Pipe 36	225	238	100	150	0,06	0,18
Pipe 37	275	288	100	150	0,8	0,48

Perbandingan Pipa Eksisting Dan Evaluasi						
Link ID	Diameter (mm)		Roughness		Velocity (m/detik)	
	Eksisting	Evaluasi	Eksisting	Evaluasi	Eksisting	Evaluasi
*Pipe 38	88	188	150	150	0,45	0,33
Pipe 39	88	88	150	150	0,41	0,15
*Pipe 40	88	188	150	150	0,39	0,34
*Pipe 41	88	188	150	150	0,43	0,38
*Pipe 42	88	188	150	150	0,69	0,44
Pipe 43	275	288	100	150	0,93	0,68
*Pipe 44	88	138	150	150	0,59	0,42
*Pipe 45	88	188	150	150	0,22	0,18
Pipe 46	275	288	100	150	1,07	0,83
*Pipe 47	88	188	150	150	0,74	0,5
Pipe 48	275	288	100	150	0,23	0,31
*Pipe 49	88	138	150	150	0,48	0,19
Pipe 50	88	88	150	150	0,21	0,2
Pipe 51	88	88	150	150	0,18	0,2
*Pipe 52	88	188	150	150	0,45	0,2
Pipe 53	145	138	120	150	0,38	0,24
Pipe 54	88	88	150	150	0,28	0,21
**Pipe 55	88	68	150	150	0,29	0,38
**Pipe 56	88	68	150	150	0,14	0,22
*Pipe 57	88	138	150	150	0,45	0,2
Pipe 58	88	88	150	150	0,12	0,17
**Pipe 59	88	68	150	150	0,12	0,22

Ket : \* diperbesar, \*\* diperkecil

Sumber : Hasil Olahan

Pada tabel di atas dapat kita lihat bahwa terjadi beberapa perubahan pada pipa di jaringan distribusi pada tahap evaluasi. Perubahan yang dilakukan pada sistem perpipaan yaitu difokuskan pada diameter dan kekasaran pipa. Perubahan yang dilakukan pada diameter dan kekasaran pipa tersebut dimaksudkan untuk menambah besarnya kecepatan air yang mengalir di dalam pipa.

Pada perubahan diameter pipa dilakukan 2 jenis perubahan yang tujuannya sama-sama meningkatkan kecepatan aliran dalam pipa. Adapun perubahan tersebut yaitu memperbesar dan memperkecil diameter pipa. Memperbesar pipa dimaksudkan untuk mengalirkan air yang berasal dari reservoir dengan volume yang lebih besar ke daerah pelayanan yang kita inginkan.



Semakin besarnya kebutuhan air pada suatu daerah, maka diameter pipa yang digunakan semakin besar. Semakin besar diameter pipa, maka semakin besar volume air yang masuk ke dalam pipa tersebut. Pembesaran pipa dilakukan pada 28 jenis pipa. Adapun ke 28 jenis pipa tersebut yaitu pipa nomor 2, 3, 5, 6, 10, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 22, 26, 27, 28, 31, 32, 33, 38, 40, 41, 42, 44, 45, 47, 49, 52, 57.

Pembesaran diameter pipa tidak hanya dapat mengalirkan air dalam volume yang lebih besar, namun apabila diameter pipa terlalu besar jika dibandingkan dengan debit air yang mengalir dalam pipa tersebut maka dapat mengakibatkan kecepatan aliran dalam pipa menjadi menurun. Oleh karena itu dalam menentukan besar diameter pipa harus disesuaikan dengan aliran yang lewat dalam pipa tersebut.

Karena merubah geometrik pipa dengan cara membesarkan diameter pipa tidak sepenuhnya memberikan solusi atas permasalahan kecepatan aliran dalam pipa, maka selain membesarkan diameter pipa agar volume air yang mengalir di dalam pipa bertambah, juga dengan mengecilkan diameter pipa.

Umumnya pipa yang dikecilkan diameternya merupakan pipa yang letaknya cukup jauh dari sumber air atau instalasi. Jauhnya instalasi dengan daerah pelayanan juga mempengaruhi tekanan dan kecepatan aliran dalam pipa. Semakin jauhnya jarak daerah pelayanan dengan instalasi akan menyebabkan cukup banyak kehilangan tekanan yang juga berpengaruh dengan menurunnya kecepatan aliran dalam pipa. Terdapat 6 jenis pipa yang diameternya dikecilkan untuk menambah kecepatan aliran dalam pipa. Keenam pipa tersebut yaitu pipa nomor 4, 9, 11, 55, 56, 59.

Perubahan pada sistem perpipaan tidak hanya merubah geometrik pada pipa, tapi juga merubah material pipa. Pipa eksisting yang digunakan pada sistem jaringan perpipaan air minum di kecamatan Sukmajaya menggunakan 3 material. Adapun material tersebut yaitu PVC, besi *galvanis*, dan semen asbes.

Rekomendasi material pipa yang digunakan yaitu menggunakan pipa PVC atau dengan material pipa yang lebih lembut, yaitu dengan kekasaran Hazen-Williams lebih dari 150. Material PVC dijadikan rekomendasi karena banyak manfaat dan kegunaan yang didapat. Adapun manfaat dan kegunaannya tersebut yaitu PVC kuat dan tidak mudah pecah karena mengandung resin PVC dan aditif,

dapat mereduksi pengaruh UV terhadap pipa dalam jangka waktu yang lama, tahan terhadap bahan kimia ekstrim, tahan lama, tidak dapat berkarat, bebas pemeliharaan, dan termasuk isolator yang baik dan tidak dapat menimbulkan api.

Penggunaan material asbes untuk pipa distribusi air minum sudah tidak layak lagi digunakan, hal ini dikarenakan penggunaan pipa dari asbes dapat mempengaruhi kualitas air karena bersifat karsinogenik dan mempengaruhi kecepatan dalam pipa.

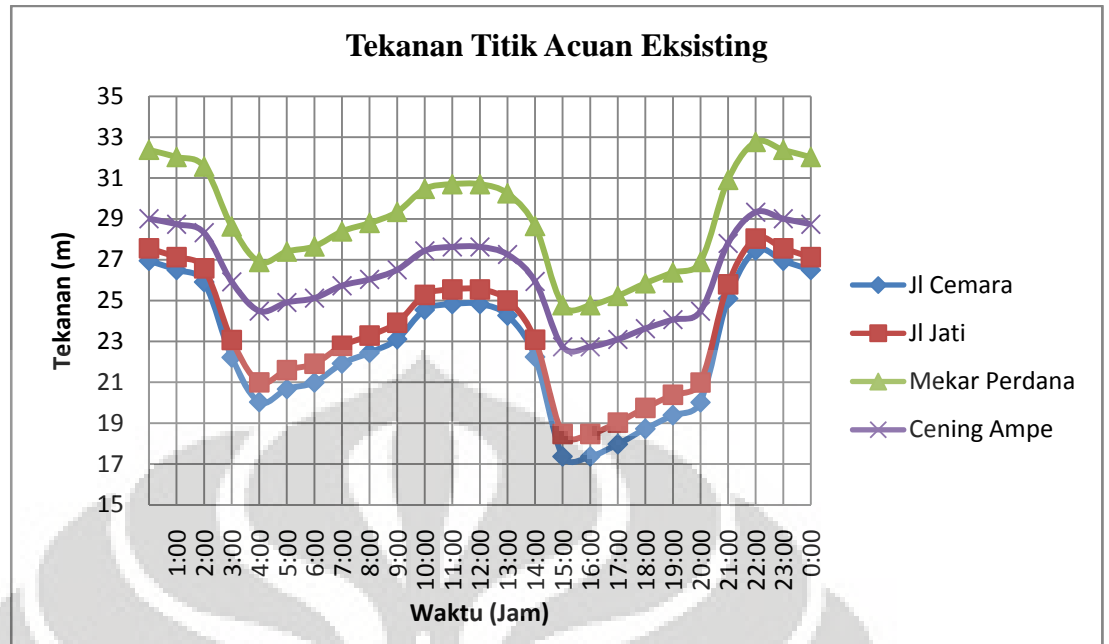
Pemakaian pipa besi juga menimbulkan permasalahan. Pipa yang terbuat dari material besi mempunyai sifat yang tidak elastis sehingga jika berbenturan dengan benda lain yang masuk ke dalam tanah akan mudah pecah dan retak. Permasalahan selanjutnya dari pipa besi yaitu permasalahan korosi yang menyerang bagian dalam pipa mengakibatkan terkikisnya sehingga berkurangnya diameter dan meningkatkan kekasaran relatif pipa. Kombinasi dari kedua efek tersebut dapat mereduksi kapasitas hidrolis hingga 70 persen atau lebih.

Penggantian material pipa menjadi PVC diterapkan pada beberapa pipa. Terdapat 2 jenis material pipa eksisting yang harus dirubah menjadi PVC, yaitu material besi dan asbes. Karena penggunaan material asbes dan besi pada pipa eksisting diterapkan pada pipa dengan diameter diatas 100 mm, Maka penggantian pipa dilakukan pada pipa-pipa dengan diameter diatas 100 mm.

Hasil evaluasi disetiap pipa pada sistem jaringan distribusi dapat kita lihat pada tabel di atas. Dapat kita lihat pada titik bahwa setelah dievaluasi kecepatan aliran yang ada di dalam pipa telah memenuhi kriteria desain, yaitu. Adapun rata-rata kecepatan yang ada dalam pipa sebesar 0,3 telah sesuai dengan kriteria desain yaitu 0,15 – 1,5 m/detik.

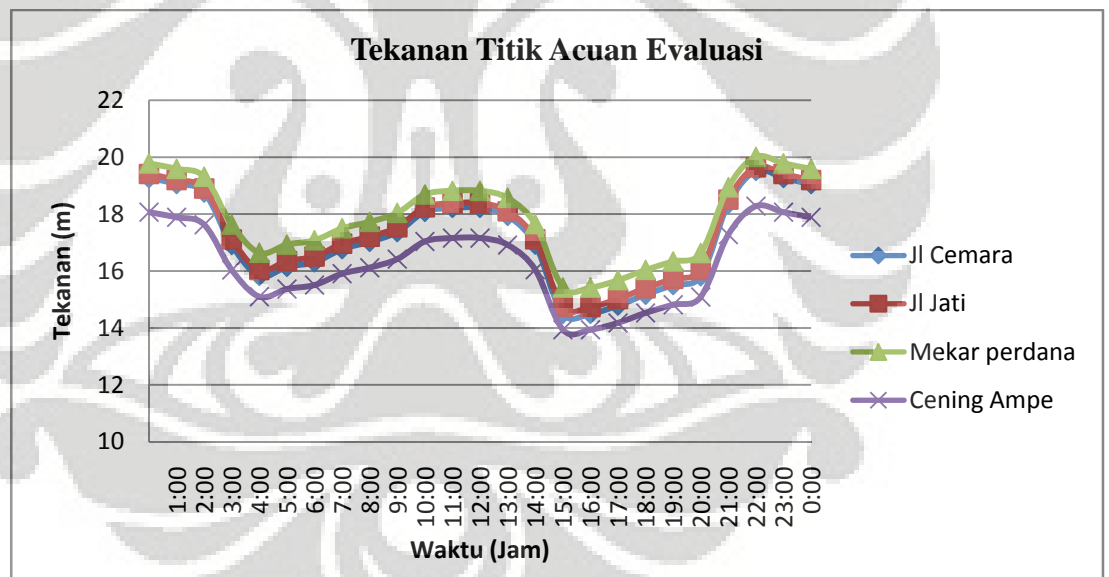
### 5.7.3 Evaluasi Titik Acuan

Terdapat 4 titik acuan yang dievaluasi, yaitu titik yang mewakilkan Jl Cemara, Jl Jati, daerah Mekar Perdana, dan daerah Cening Ampe. Keempat titik tersebutlah yang mewakilkan daerah pelayanan cabang 3 yaitu kelurahan Baktijaya dan kelurahan Abadijaya. Berikut merupakan hasil evaluasi sistem jaringan perpipaan air minum terhadap keempat titik tersebut.



Gambar 5.8 Tekanan Titik Acuan Eksisting

Sumber : Hasil Olahan

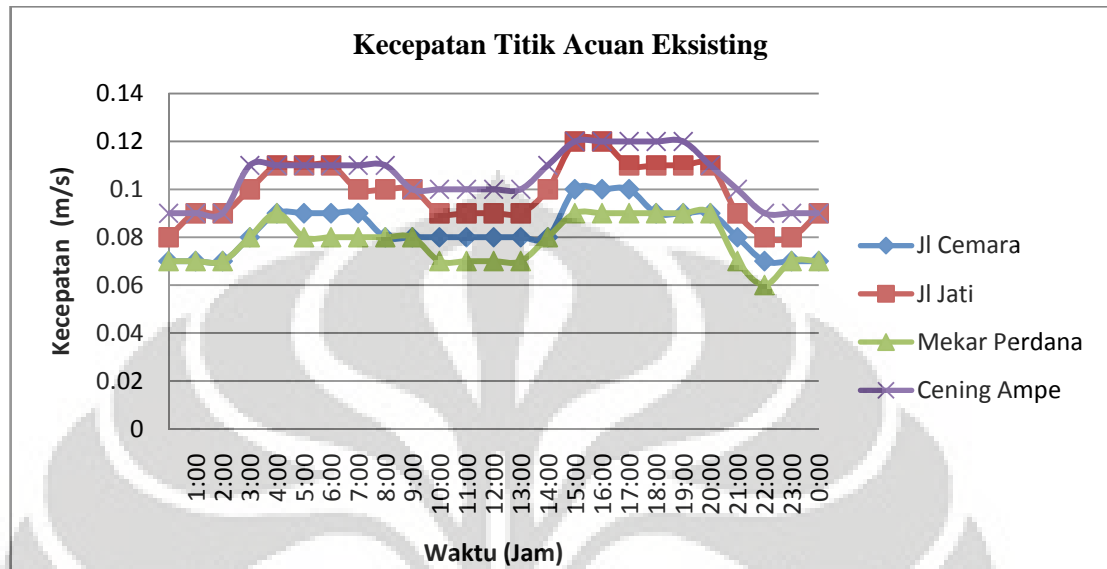


Gambar 5.9 Tekanan Titik Acuan Evaluasi

Sumber : Hasil Olahan

Dapat kita lihat pada lampiran A tabel 7 dan pada grafik diatas, setelah evaluasi jaringan perpipaan secara menyeluruh, maka tekanan yang terjadi pada tiap node telah sesuai dengan kriteria desain yaitu 5 m – 25 m. Rata-rata tekanan yang

terjadi di Jl Cemara sebesar 17,2 m, Jl Jati 17,3 , Mekar Perdana 17,8, Cening Ampe 16,3 m



Gambar 5.10 Kecepatan Titik Acuan Eksisting

Sumber : Hasil Olahan

Gambar 5.11 Kecepatan Titik Acuan Evaluasi

Sumber : Hasil Olahan

Pada lampiran A tabel 8 dan pada grafik di atas dapat kita lihat bahwa setelah dilakukan perubahan geometrik pipa dengan cara membesarkan dan mengecilkan diameter sesuai dengan debit yang masuk, dan merubah material pipa dengan material yang lebih halus yaitu PVC, maka dapat kita lihat pada grafik bahwa kecepatan aliran dalam pipa telah sesuai dengan desain kriteria 0,15 m/detik – 1,5 m/detik. Adapun rata-rata kecepatan pada keempat titik acuan yaitu Jl Cemara 0,15 m/detik , Jl Jati 0,21 m/detik, Mekar Perdana 0,17 m/detik, dan Cening Ampe 0,19 m/detik



## BAB 6

### PENGEMBANGAN SISTEM JARINGAN DISTRIBUSI AIR MINUM

#### 6.1 Kapasitas Instalasi Legong Dan Sumber Air Minum

Instalasi pengolahan air minum Legong merupakan instalasi yang melayani 3 cabang pelayanan, yaitu daerah pelayanan cabang 2, cabang 3 dan cabang 4. Saat ini kapasitas Legong sebesar 450 l/s, dengan kapasitas yang terpasang 360 l/s dan kapasitas yang terpakai sebesar 345,5 l/s. pada daerah pelayanan cabang 3, yaitu kecamatan Sukmajaya menggunakan debit pada instalasi Legong sebesar 75,8 l/s. Debit tersebut tidak mencukupi untuk melayani kebutuhan air penduduk pada pengembangan, maka dibutuhkan penambahan debit pada instalasi Legong.

Sumber air instalasi Legong berasal dari sungai Ciliwung. Berikut merupakan data mengenai sungai Ciliwung :

Tabel 6.1 Data Sungai Ciliwung

Nama Sungai	Ciliwung
Lokasi stasiun pencatat	KP.Kelapa,Desa Rawa Panjang,Kab. Bogor
No.Pos Duga Air	02-012-01-05
Induk Sungai	Ciliwung
Letak Geografis	-106 <sup>o</sup> 48 BT, -062 <sup>o</sup> 72 LS
Luas DAS	211 Km <sup>2</sup>
Alat pencatat	Pesawat otomatis mingguan PDAB
Kecepatan aliran	(0,1 -0,4 ) m/dt

Sumber: Masterplan Sistem Penyediaan Air Minum Kota Bogor,2008

Tabel 6.2 Fluktuasi Debit Sungai Ciliwung

Debit Ciliwung Tahun 2003				Debit Ciliwung Tahun 2004			
Bulan	Debit (m <sup>3</sup> /detik)			Bulan	Debit (m <sup>3</sup> /detik)		
	Minimum	Rata-rata	Maksimum		Minimum	Rata-rata	Maksimum
Jan	3,68	9,31	27,7	Jan	13,9	25,28	77,4
Feb	18	79,3	200,2	Feb	15	35,98	160,1
Mar	25,6	46,37	97	Mar	7,64	19,36	42,4
Apr	25,6	48,77	202,3	Apr	12,4	24,48	71
Mei	16,8	51,67	176	Mei	8,81	18,99	48,3
Jun	6,94	11,54	21	Jun	2,24	4,24	8,41
Jul	1,2	3,16	7,29	Jul	1,38	3,25	10,5
Agust	1,2	3,21	14,7	Agust	0,74	2,01	4,75
Sep	1,65	8,46	28,5	Sep	2,87	5,97	11,4
Okt	2,98	15,81	56,2	Okt	10,1	19,55	46,3
Nop	3,68	11,32	44,3	Nop	2,87	9,51	19
Des	8,4	16,31	60,6	Des	3,33	19,21	50,4

Sumber: Masterplan Sistem Penyediaan Air Minum Kota Bogor, 2008

Dari data mengenai sungai Ciliwung di atas dapat kita lihat bahwa debit sungai Ciliwung fluktuatif tiap bulan pada tiap tahunnya. Instalasi Legong dalam mengambil debit sungai Ciliwung untuk diolah menjadi air minum harus sesuai dengan debit rata-ratanya. Selama ini instalasi Legong mengambil 450 l/s dari sungai Ciliwung untuk diolah menjadi air minum. Karena debit rata-rata debit sungai Ciliwung lebih kurang sebesar 20.500 l/s, maka penambahan debit untuk pengembangan dapat dilakukan.

Selain berkaitan dengan besarnya debit yang boleh diambil, pada pengembangan sistem jaringan distribusi harus disesuaikan dengan tersedianya area untuk menambah instalasi pengolahan air minum untuk menambah debit air minum yang akan diolah. Penambahan instalasi dapat dilakukan mengolah air baku hingga pada debit sebesar 1350 l/s, atau setara dengan menambah 2 instalasi yang sama seperti instalasi yang telah digunakan sekarang ini.



Saat ini kapasitas sisa atau *idle capacity* pada instalasi Legong sebesar 90 l/s, kemudian ditambah dengan kapasitas rencana, maka terdapat air baku sebesar 990 l/s yang dapat diolah untuk melayani cabang 2,3, dan 4. Daerah pelayanan cabang 3 yaitu kecamatan Sukmajaya mendapat 30 % yaitu sekitar 316,7 l/s untuk memenuhi kebutuhan air minum penduduknya. Apabila dijumlahkan dengan air yang disuplai PDAM kepada pelanggan, yaitu sekitar 191 l/s, maka debit air baku pada kecamatan Sukmajaya hingga tahun yang direncanakan sebesar 507 l/s.

## **6.2 Kebutuhan Air Minum Di Kecamatan Sukmajaya**

Untuk mengetahui debit sebesar 507 l/s dapat melayani berapa penduduk kecamatan Sukmajaya, maka dilakukan pada tahap perhitungan kebutuhan air minum. Tahap awal dalam menghitung kebutuhan air minum yaitu menghitung proyeksi penduduk yang ada di kecamatan Sukmajaya yang dilanjutkan dengan menghitung proyeksi kebutuhan air minum.

### **6.2.1 Proyeksi Penduduk**

Dalam menghitung proyeksi penduduk, terdapat beberapa hal yang harus diperhatikan, beberapa hal tersebut yaitu karakteristik dan juga data historis dari daerah tersebut. Data historis diperlukan untuk melihat pola peningkatan penduduk yang terjadi pada tiap tahun. Berikut merupakan grafik yang menjelaskan data historis peningkatan penduduk kecamatan Sukmajaya dari tahun 2001 – 2008 :



Gambar 6.1 Pertumbuhan Penduduk Kecamatan Sukmajaya 2001-2008

Sumber : BAPPEDA kota Depok, 2009

Setelah mengetahui pola peningkatan penduduk kecamatan Sukmajaya, maka perhitungan proyeksi penduduk dapat langsung dilakukan. Hal ini dikarenakan dalam menghitung proyeksi penduduk dibutuhkan data-data historis. Proyeksi penduduk dilakukan dengan 3 metode. Adapun metode tersebut yaitu metode aritmatika, geometrik dan *decreasing rate of increase*. Perhitungan proyeksi penduduk dilakukan dengan 3 cara agar dapat memilih perhitungan proyeksi penduduk yang mana yang paling cocok digunakan.

Metode Aritmatika

Rumus :

$$Y_t = Y_2 + K_a (T - T_2)$$

$$K_a = (Y_2 - Y_1) : (T_2 - T_1)$$

Dimana :

$Y_t$  = jumlah populasi yang dicari

$Y_0, Y_1, Y_2$  = populasi pada waktu  $T_0, T_1, T_2$

$K_a$  = laju pertumbuhan

Tabel 6.3 Perhitungan Metode Aritmatika

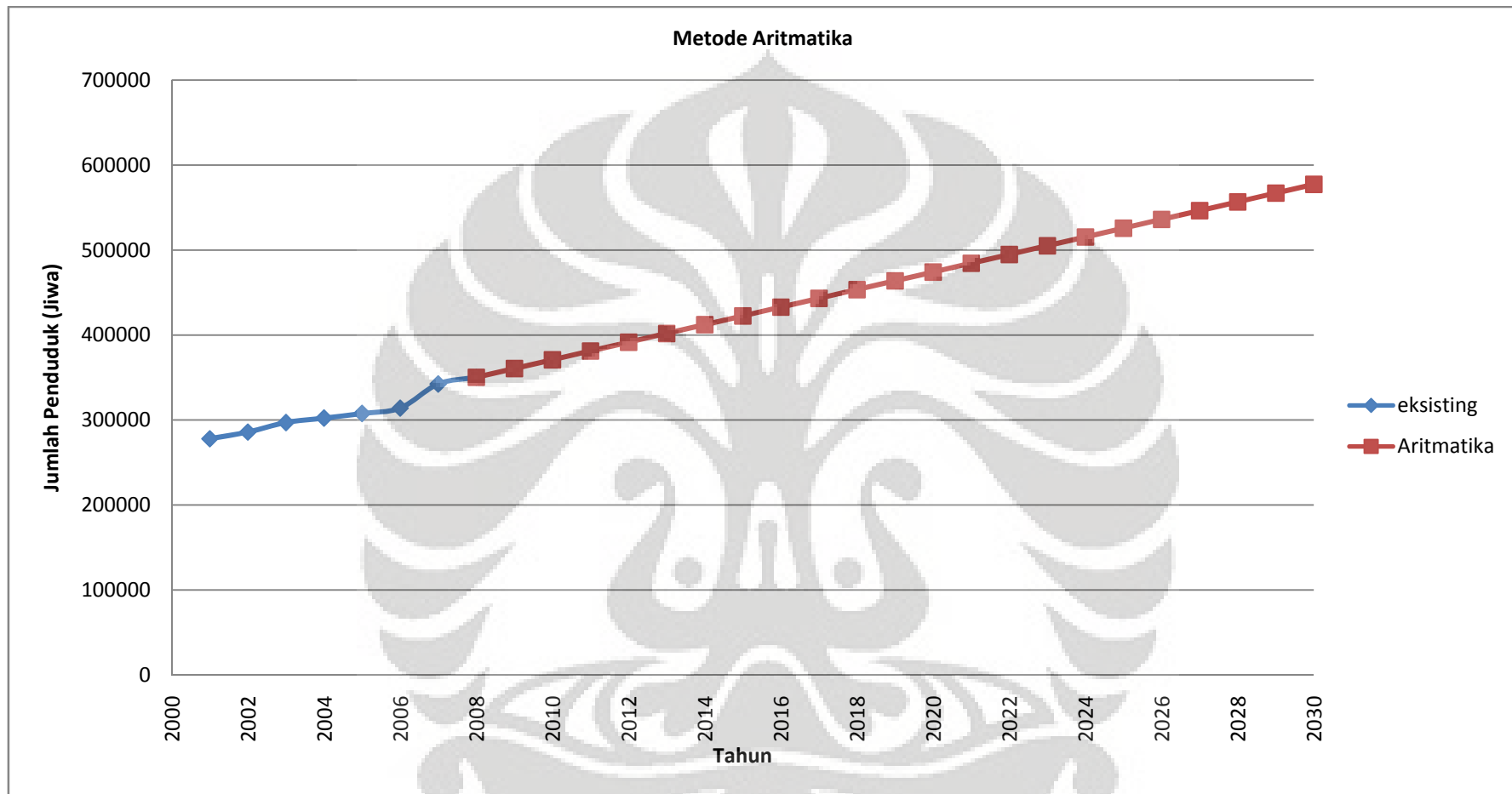
Tahun	2001	2002	2003	2004	
Penduduk	278080	285928	297098	302311	
Tahun	2005	2006	2007	2008	2009
Penduduk	307753	314147	342447	350331	360652

Sumber : Hasil perhitungan

$$K_a = (350331 - 278080) / (2008 - 2001) \rightarrow 10321,57$$

$$Y_t = 350331 + 10321,57(2009 - 2008) \rightarrow 360652$$





Gambar 6.2 Metode Aritmatika

Sumber : Hasil Perhitungan

Universitas Indonesia

Metode Geometrik

Rumus :

$$\ln Y_t = \ln Y_2 + K_p (T - T_2)$$

$$K_p = (\ln Y_2 - \ln Y_1) : (T_2 - T_1)$$

Dimana :

$Y_t$  = jumlah populasi yang dicari

$Y_0, Y_1, Y_2$  = populasi pada waktu  $T_0, T_1, T_2$

$K_p$  = laju pertumbuhan

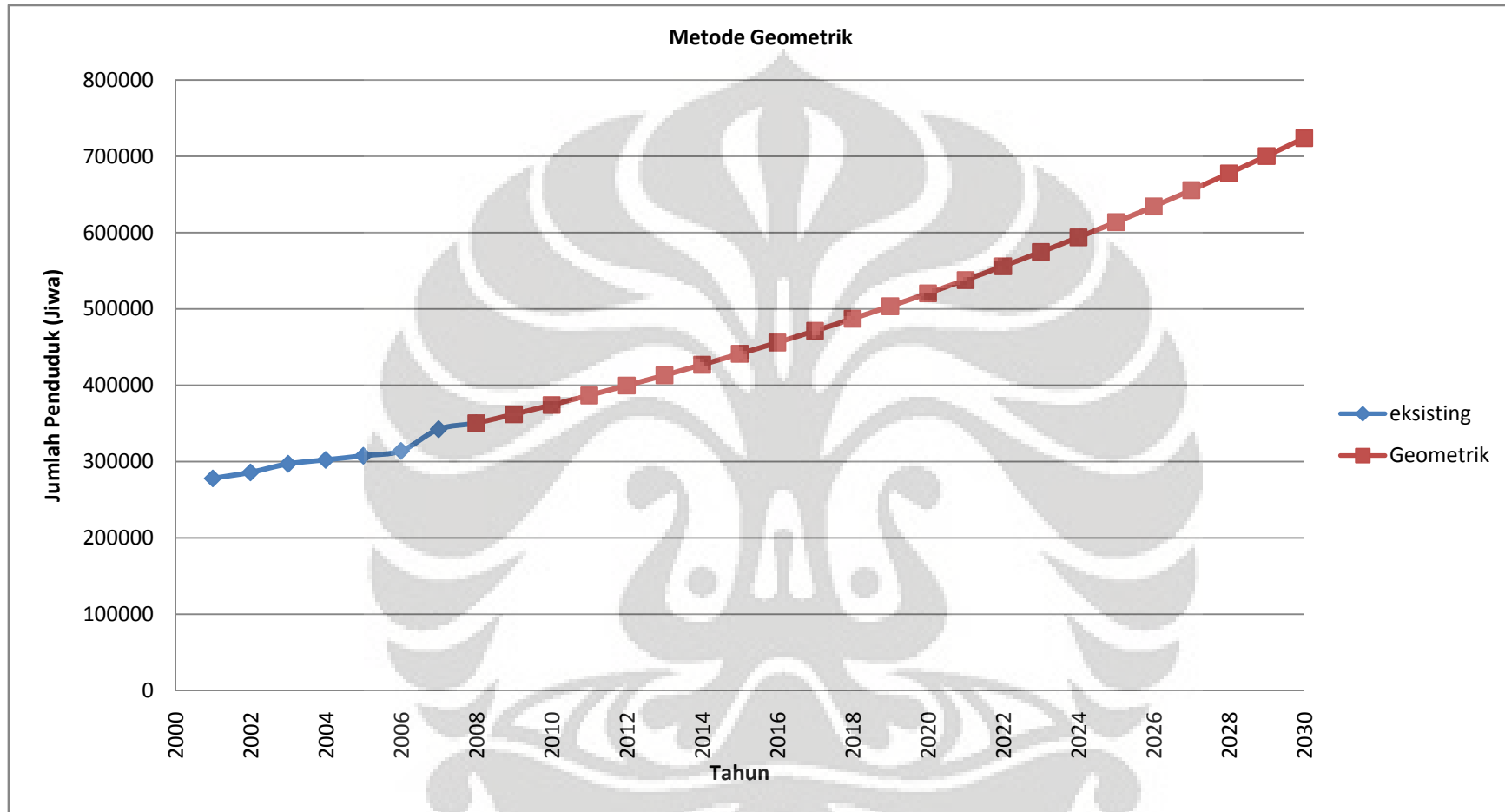
Tabel 6.4 Perhitungan Metode Geomtrik

Tahun	2001	2002	2003	2004	
Penduduk	278080	285928	297098	302311	
Tahun	2005	2006	2007	2008	2009
Penduduk	307753	314147	342447	350331	362083

Sumber : Hasil Perhitungan

$$K_p = (\ln 350331 - \ln 278080) / (2008 - 2001) \rightarrow 0,0329$$

$$\ln Y_t = \ln 350331 + 0,0329(2009 - 2008) \rightarrow Y_t = 362083$$



Gambar 6.3 Metode Geometrik

Sumber : Hasil Perhitungan

Universitas Indonesia

Metode *Decreasing rate of increase*

$$Y_t = Y_2 + (Z - Y_2)(1 - e)^{[-kd(T - T_2)]}$$

$$Z = [2Y_0Y_1Y_2 - (Y_1^2)(Y_0 + Y_2)] : [Y_0Y_2 - Y_1^2]$$

$$Kd = [-1/(T_2 - T_1)] \ln[(Z - Y_2)/(Z - Y_1)]$$

Tabel 6.5 Metode Decreasing Rate Of Increase

Tahun	2001	2002	2003		2004
Penduduk	278080	285928	297098		302311
Tahun	2005	2006	2007	2008	2009
Penduduk	307753	314147	342447	350331	371156

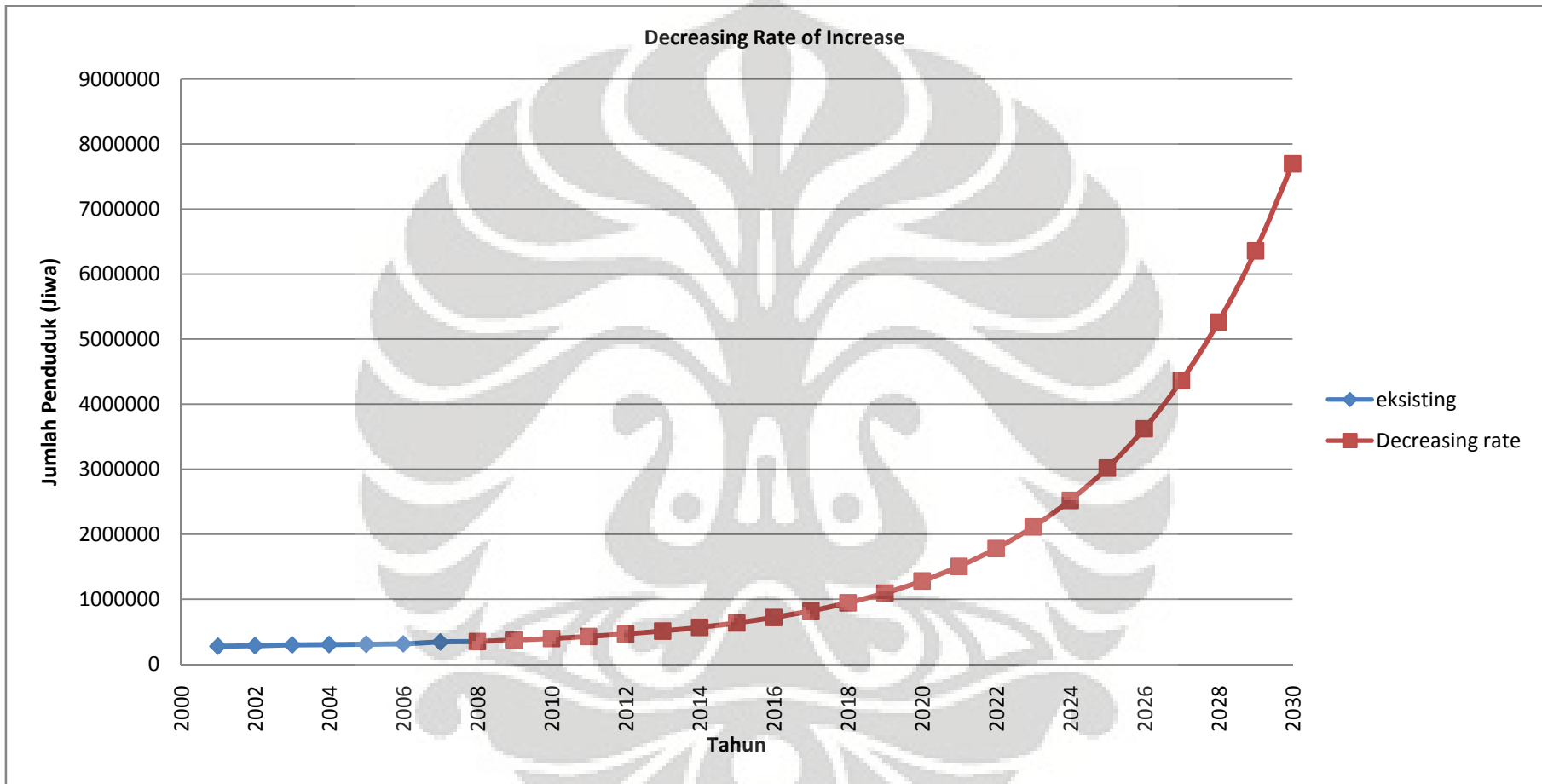
Sumber : Hasil Perhitungan

$$Z = [2 \times 285928 \times 307753 \times 350331 - (307753^2)(285928 + 350331)] : [285928 \times 350331 - (307753^2)]$$

$$Z = 255351$$

$$Kd = [-1/(2008 - 2005)] \ln [(255351 - 350331)/(255351 - 307753)] \rightarrow -0,198$$

$$Y_t = 350331 + (255351 - 350331)(1 - e)^{[-(-0,198)(2009 - 2008)]} \rightarrow 371156$$

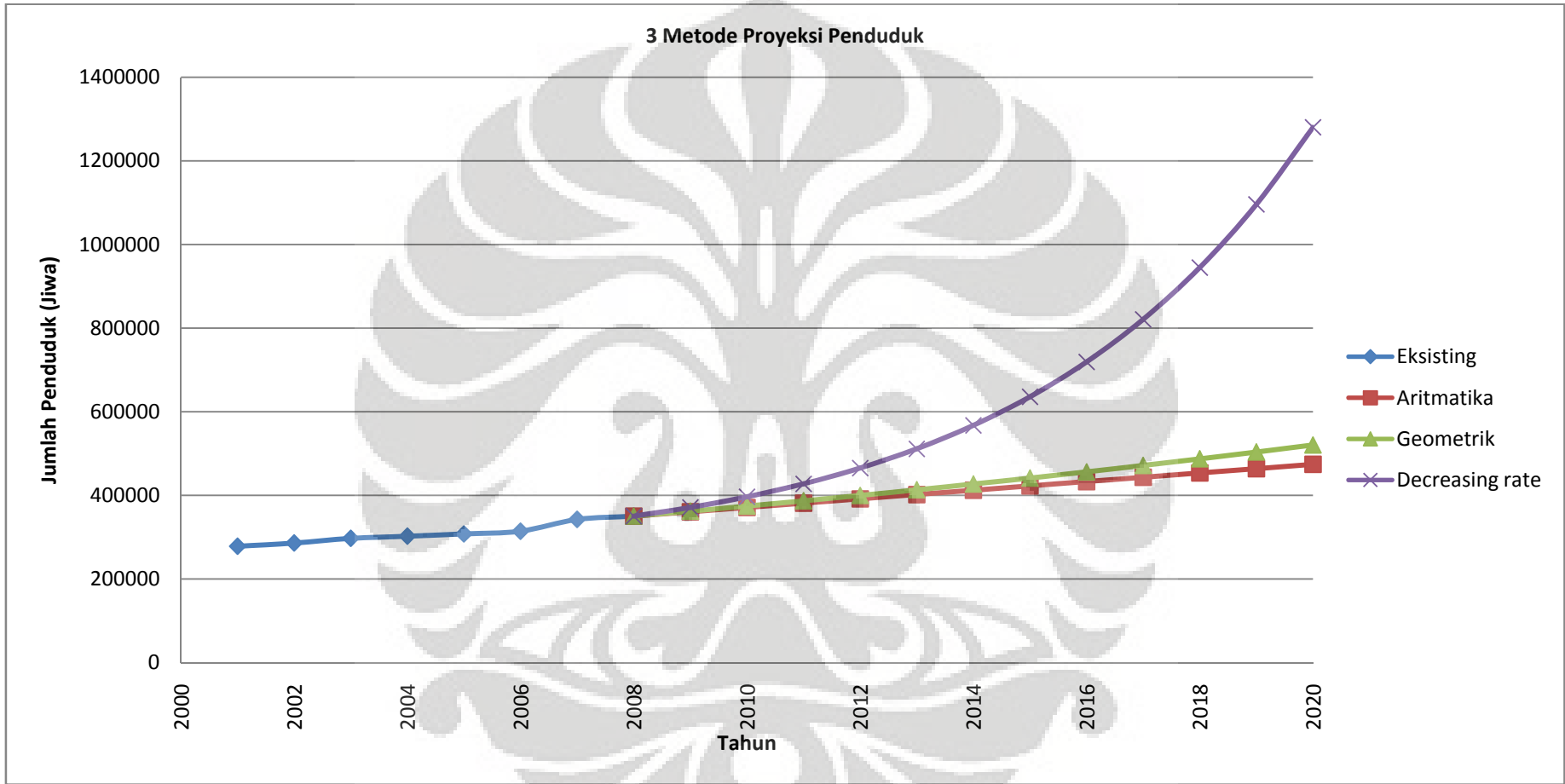


Gambar 6.4 Metode Decreasing Rate of Increase

Sumber : Hasil Perhitungan

Universitas Indonesia





Gambar 6.5 Perbandingan 3 Metode Proyeksi Penduduk

Sumber : Hasil Perhitungan

Apabila kita lihat pada ketiga grafik yang mempresentasikan metode proyeksi penduduk yang digunakan tersebut, maka dapat kita lihat keanekaragaman bentuk. Dimana pada metode aritmatika bentuk grafiknya menyerupai garis linier, pada metode geometrik grafiknya parabola, kemudian pada grafik *Decreasing Rate of Increase* bentuknya parabola yang lebih curam.

Dalam menentukan metode mana yang akan dipilih dalam proyeksi penduduk dilakukan berdasarkan data-data historis yang ada dan karakteristik daerah tersebut. Kota Depok merupakan kota yang sedang mengalami perkembangan di segala aspek, baik pemerintahan, ekonomi dan sebagainya, maka dapat kita kategorikan penduduk Depok berkembang secara bertahap menyerupai garis linier, karena jika menjulang menyerupai bentuk parabola umumnya terjadi pada daerah yang telah mengalami kemajuan yang cukup pesat. Maka dari itu metode yang dipilih yaitu metode Aritmatik.

Metode aritmatik dipilih juga berdasarkan kemiripan grafik proyeksi penduduk dengan grafik penduduk pada tahun eksisting, yaitu tahun 2001 - 2008. Dengan mempunyai kemiripan dengan data peningkatan historis, dapat dikatakan perkembangan penduduk di kecamatan Sukmajaya di tahun yang akan datang akan menyerupai proyeksi penduduk yang dilakukan dengan metode aritmatik.

### 6.2.2 Proyeksi Kebutuhan Air Minum

Proyeksi kebutuhan air minum merupakan perhitungan kebutuhan air minum berdasarkan jumlah penduduk dan fasilitas-fasilitas yang ada pada suatu daerah yang telah diproyeksikan hingga pada tahun yang direncanakan. Dalam memproyeksikan kebutuhan air minum pada kecamatan Sukmajaya harus berdasarkan debit yang menjadi acuan yaitu sebesar 507 l/s.

Pada saat ini, PDAM kota Depok menggunakan standar kebutuhan air tiap jiwa sebesar 100 l/hari, namun pada saat pengembangan dari tahun 2011 hingga pada tahun yang ditentukan menggunakan standar 120 l/hari, hal ini dikarenakan permintaan akan air minum oleh penduduk pada tiap tahunnya pasti mengalami peningkatan. Kemudian berikut merupakan standar pemakaian air yang digunakan pada perhitungan proyeksi kebutuhan air minum :

- Musholla 2 m<sup>3</sup>/unit/hari

- Gereja protestan 1,5 m<sup>3</sup>/unit/hari
- Gereja katolik 1,5 m<sup>3</sup>/unit/hari
- Pura 1,5 m<sup>3</sup>/unit/hari
- Masjid 3 m<sup>3</sup>/unit/hari
- Wihara 1,5 m<sup>3</sup>/unit/hari
- SD 0,4 m<sup>3</sup>/unit/hari
- SMA 0,8 m<sup>3</sup>/unit/hari
- SMP 0,5 m<sup>3</sup>/unit/hari
- TK 0,2 m<sup>3</sup>/unit/hari
- Rumah sakit 6 m<sup>3</sup>/unit/hari
- Puskesmas 3 m<sup>3</sup>/unit/hari
- Kantor 1,5 m<sup>3</sup>/unit/hari
- Industri 8800 l/unit/hari
- Toko 1,2 m<sup>3</sup>/unit/hari
- Pasar 5 m<sup>3</sup>/unit/hari
- Hotel 0.3 m<sup>3</sup>/unit/hari

(Dirjen Cipta Karya, Tata Cara Perancangan Teknik Unit Distribusi Dan Pelayanan (AB-K/RE-RT/TC/012/98))

Berikut merupakan tabel proyeksi kebutuhan air penduduk dan fasilitas yang ada di kecamatan Sukmajaya :

Tabel 6.6 Proyeksi Kebutuhan Air Penduduk Sukmajaya

Tahun	Jumlah Penduduk	% Terlayani	Penduduk Terlayani	Kebutuhan Air (L/Jiwa/Hari)	Kebutuhan Air (L/Hari)
2011	381296	0,208	79309,50	120	9517141,02
2012	391617	0,224	87722,27	120	10526672,64
2013	401939	0,24	96465,32	120	11575839,09
2014	412260	0,256	105538,66	120	12664640,37
2015	422582	0,272	114942,30	120	13793076,48
2016	432904	0,288	124676,22	120	14961147,43
2017	443225	0,304	134740,44	120	16168853,21
2018	453547	0,32	145134,94	120	17416193,83
2019	463868	0,336	155859,74	120	18703169,28
2020	474190	0,352	166914,82	120	20029779,57

Sumber : Hasil Perhitungan

Pada tahun 2008 persen penduduk terlayani hanya sekitar 16 %, maka diharapkan mulai pada tahun 2011, pelayanan telah meningkat hingga 20 % dan puncaknya pada tahun 2020 peningkatan daerah pelayanan sebesar 35 %.

Dalam memproyeksikan kebutuhan air minum di kecamatan Sukmajaya tidak hanya kebutuhan penduduk, namun juga menghitung kebutuhan air tiap fasilitas seperti fasilitas ibadah, pendidikan, kesehatan, komersial dan sebagainya. Berikut merupakan tabel mengenai proyeksi kebutuhan air minum tiap fasilitas.

Tabel 6.7 Rekapitulasi Proyeksi Kebutuhan Air

Tahun	Kebutuhan Air Minum (M3/Day)									Total	Total (Peak)
	Domesik	Ibadah	Pendidikan	Kesehatan	Kantor	Industri	Toko	Pasar	Hotel	(M3/Day)	(L/S)
2011	5605	616	44	65,1	161,7	74	10	14	0	6590	191
2012	6347	624	45	69,3	196,35	154	10	14	0	7461	216
2013	7123	637	51	71,4	252	246	12	14	1	8407	243
2014	9517	642	58	79,8	256,2	253	13	14	2	10834	313
2015	10527	644	60	86,1	263,55	253	14	14	3	11865	343
2016	11576	644	61	98,7	266,7	265	16	17,5	4	12949	375
2017	12665	659	65	111,3	273	277	18	24,5	4	14097	408
2018	13793	659	65	115,5	278	277	19	24,5	5	15236	441
2019	14961	666	65	114	279	275	19	23	5	16408	475
2020	16169	684	67	117	287	283	19	24	5	17653	511

Sumber : Hasil Perhitungan

### 6.2.3 Tahapan Pengembangan

Tabel di atas merupakan tabel rekapitulasi proyeksi kebutuhan air di kecamatan Sukmajaya. Pengembangan sistem jaringan distribusi air minum dilakukan hanya dengan 1 tahap, yaitu hingga tahun 2020. Alasan proyeksi kebutuhan air hanya sampai 2020 dikarenakan apabila kita ingin mengembangkan daerah pelayanan cabang 3 hingga 35 % dengan peningkatan yang konstan yaitu sebesar 0,16 % pada tiap tahunnya maka debit maksimum yang bisa diolah instalasi yaitu sekitar 507 l/s berada pada tahun 2020. Total kebutuhan air dikalikan dengan faktor puncak karena nilai tersebut yang nantinya akan masuk pada jaringan perpipaan.

### 6.2.4 Pengembangan Daerah Pelayanan

Saat ini daerah pelayanan pada cabang 3 yaitu kecamatan Sukmajaya kurang lebih telah 16 % terlayani penduduknya akan kebutuhan air minumannya. Nominal tersebut termasuk kecil apabila dibandingkan dengan seluruh penduduk di kecamatan Sukmajaya. Maka dari itu diharapkan hingga tahun 2020 yang telah disesuaikan dengan debit maksimum yang bisa diolah di instalasi Legong, PDAM kota Depok dapat meningkatkan daerah pelayanan cabang 3 hingga sebesar 35 %.

Selain meningkatkan kebutuhan air pada tiap node yang ada, meningkatkan daerah pelayanan juga dilakukan dengan cara mengekspansi jaringan distribusi air minum pada kecamatan Sukmajaya. Berikut merupakan gambar ekspansi jaringan distribusi air minum di Kecamatan Sukmajaya :



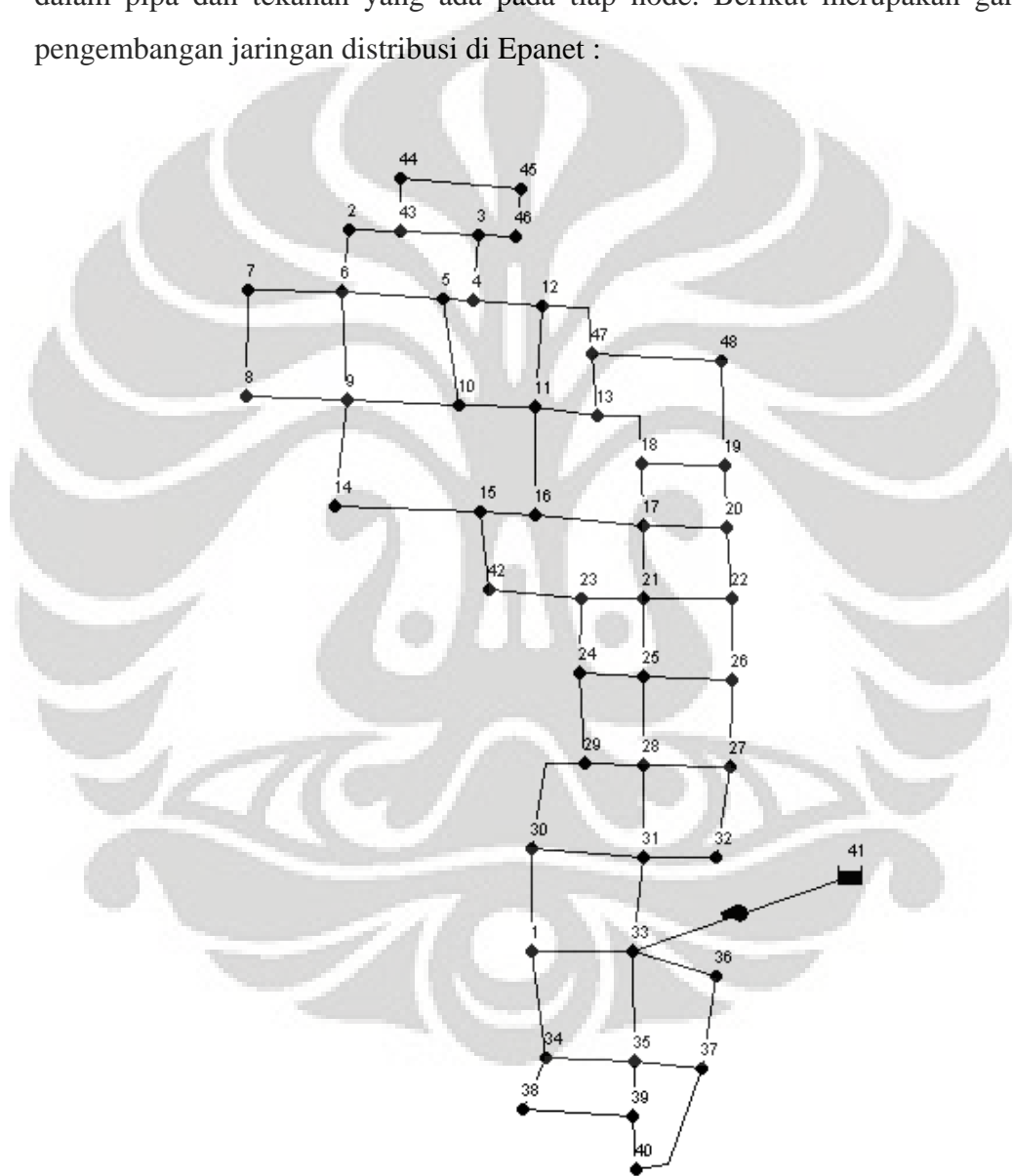




### 6.3 Pengembangan Jaringan Distribusi Dengan Epanet

#### 6.3.1 Menggambar Pengembangan Jaringan Distribusi Dengan Epanet

Setelah mendapatkan kebutuhan air yang ada pada tiap node, maka data tersebut dimasukkan pada Epanet. Hal ini dimaksudkan untuk melihat apakah diameter pipa yang ada pada kondisi eksisting dapat mampu menampung debit air yang masuk hingga tahun 2020. Variabel yang dilihat tentu saja kecepatan aliran dalam pipa dan tekanan yang ada pada tiap node. Berikut merupakan gambar pengembangan jaringan distribusi di Epanet :



Gambar 6.7 Pengembangan Jaringan Distribusi Air Minum

Sumber : Hasil Olahan

### 6.3.2 Pengembangan Kebutuhan Air Pada Tiap Node

Setelah menggambar pengembangan jaringan distribusi air minum di Epanet, maka langkah selanjutnya adalah memasukkan kebutuhan air yang ada pada tiap node. Berikut merupakan tabel kebutuhan air pada tiap node :

Tabel 6.8 Kebutuhan Air Pada Tiap Node

Kebutuhan Air							
Node ID	LPS	Node ID	LPS	Node ID	LPS	Node ID	LPS
Junc 2	7,89	Junc 14	11,65	Junc 26	9,79	Junc 37	10,29
Junc 3	6,76	Junc 15	11,06	Junc 27	14,57	Junc 38	12,47
Junc 4	11,42	Junc 16	9,06	Junc 28	16,93	Junc 39	10,16
Junc 5	6,72	Junc 17	10,84	Junc 29	17,03	Junc 40	10,06
Junc 6	6,99	Junc 18	1,91	Junc 30	14,45	Junc 42	10,73
Junc 7	6,8	Junc 19	10,47	Junc 31	17,33	Junc 43	8,77
Junc 8	10,51	Junc 20	7,24	Junc 32	10,14	Junc 44	8,29
Junc 9	11,4	Junc 21	6,79	Junc 1	17,17	Junc 45	7,8
Junc 10	11,68	Junc 22	7,71	Junc 33	16	Junc 46	8,77
Junc 11	11,63	Junc 23	6,62	Junc 34	11,59	Junc 47	10,73
Junc 12	11,98	Junc 24	10,65	Junc 35	9,92	Junc 48	9,75
Junc 13	11,55	Junc 25	15,26	Junc 36	10,19		

Sumber : Hasil Perhitungan

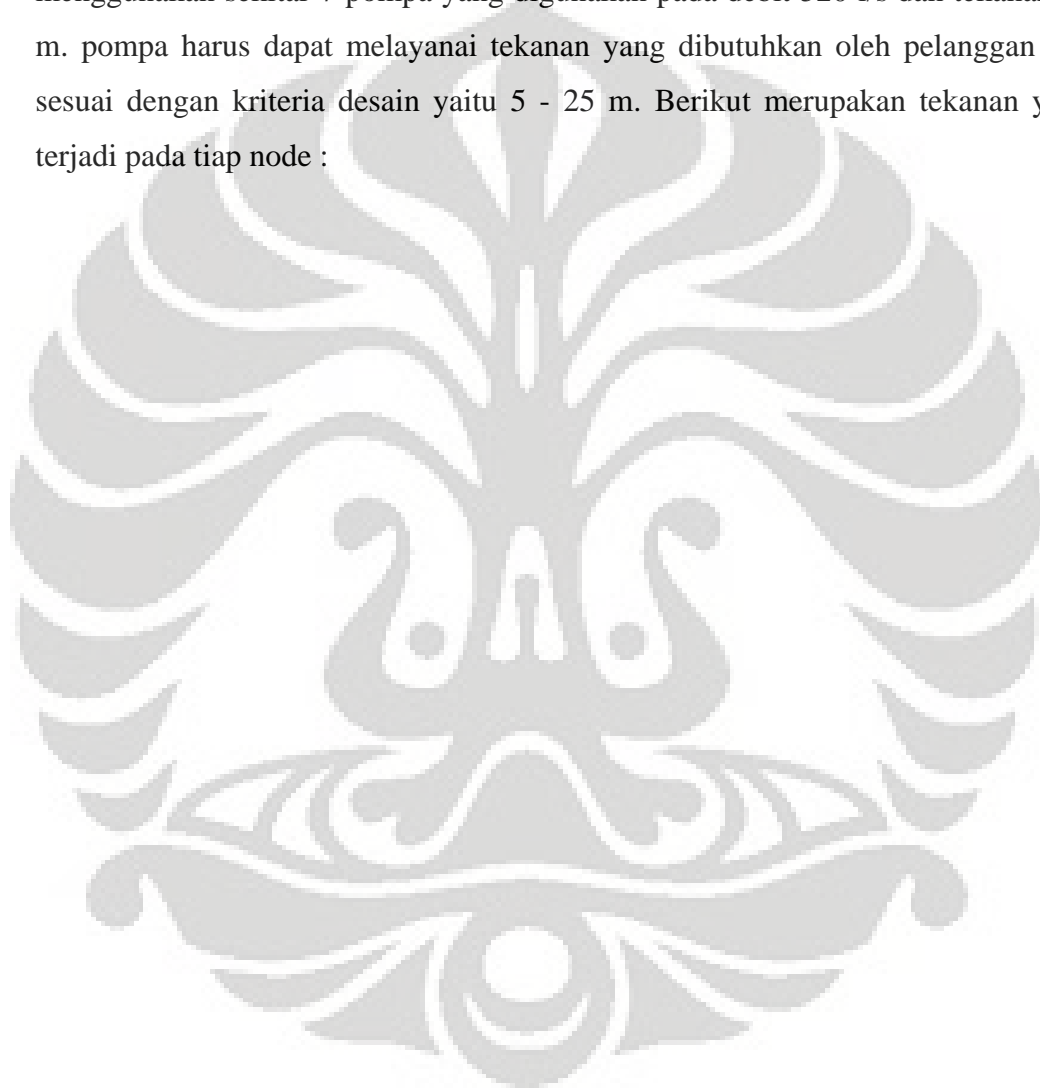
Kebutuhan air pada tiap node apabila dijumlah yaitu setara dengan kapasitas maksimum instalasi Legong untuk daerah pelayanan cabang 3, yaitu sekitar 520 l/s.

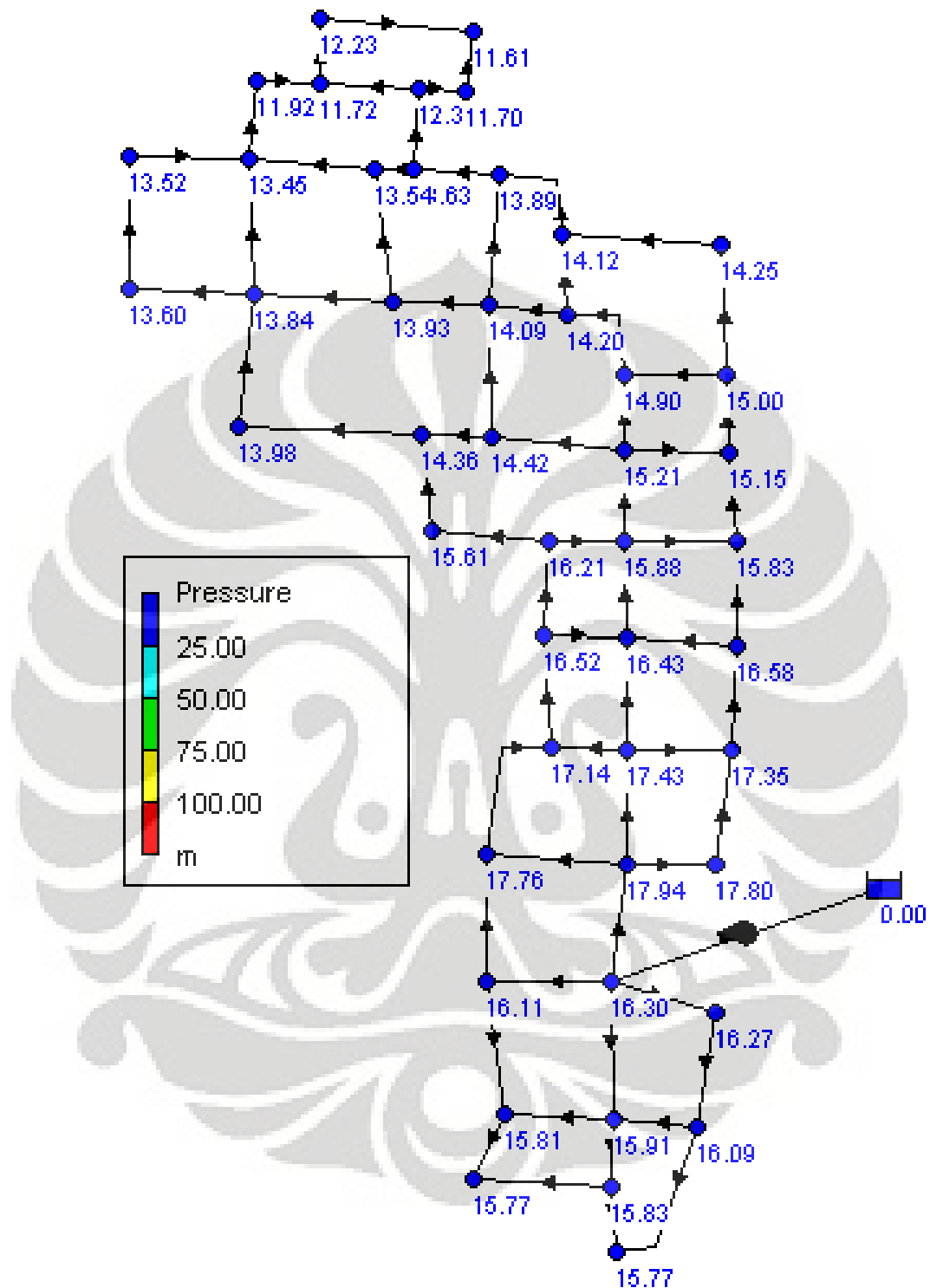
### 6.3.3 Pengembangan Pompa Distribusi

Setelah memasukkan data kebutuhan air pada tiap node, langkah selanjutnya yaitu mendesain pompa distribusi agar debit dan tekanannya sesuai dengan kebutuhan pelanggan. Perhitungan pompa hampir sama dengan pada saat evaluasi, hal ini dikarenakan elevasi kota Depok yang datar. Namun untuk debit

pompa mengalami perubahan dikarenakan perubahan yang terjadi pada kebutuhan air pada tiap node.

Debit pompa harus dapat melayani kebutuhan air pelanggan. Kebutuhan air tiap node apabila dijumlah sebesar 520 l/s. Karena pompa yang digunakan pompa dengan karakteristik debit 70 l/s dan head 60 m, maka untuk dapat memenuhi kebutuhan debit dan tekanan sesuai dengan kebutuhan pelanggan menggunakan sekitar 7 pompa yang digunakan pada debit 520 l/s dan tekanan 20 m. pompa harus dapat melayani tekanan yang dibutuhkan oleh pelanggan dan sesuai dengan kriteria desain yaitu 5 - 25 m. Berikut merupakan tekanan yang terjadi pada tiap node :





Gambar 6.8 Tekanan Pada Pengembangan Jaringan Distribusi Air Minum Di Epanet

Sumber : Hasil Olahan

Tabel 6.9 Tekanan Pada Tiap Node Pengembangan

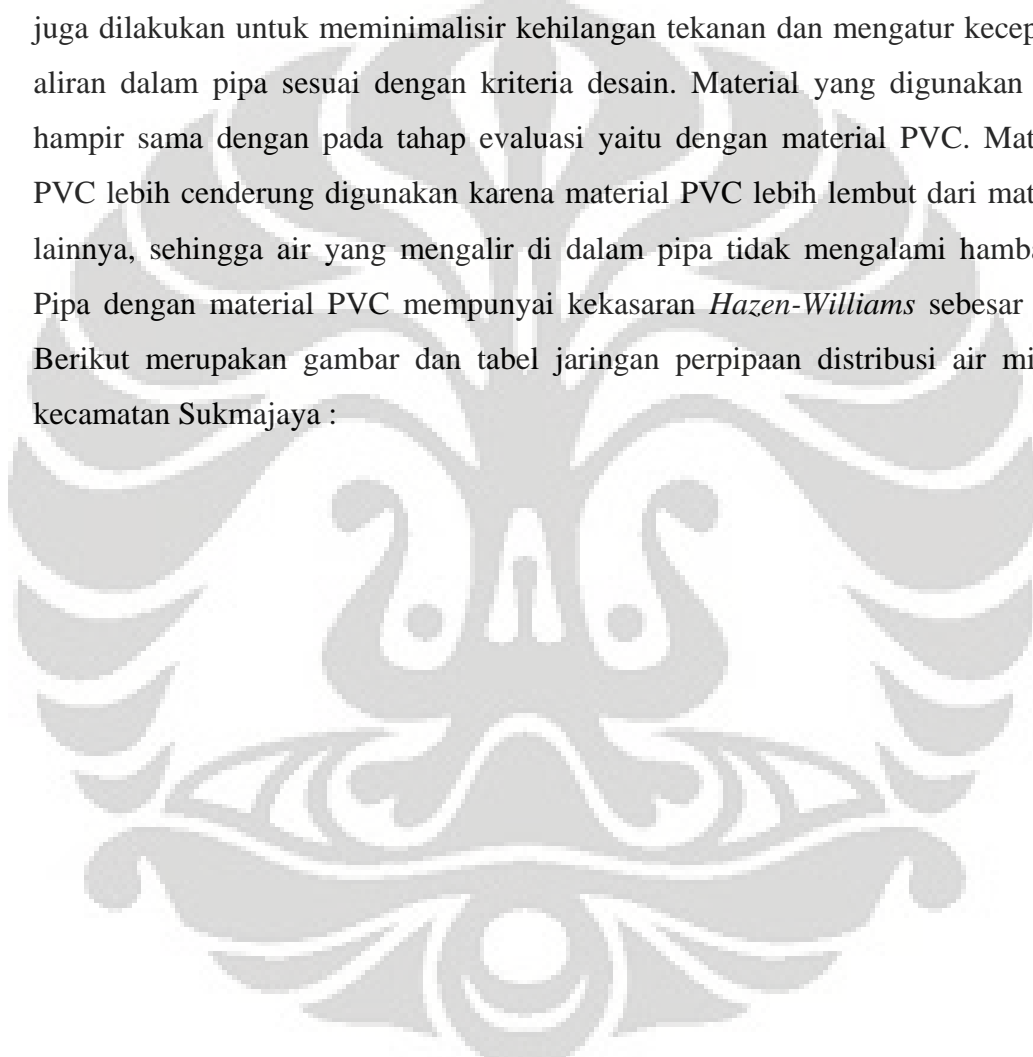
Node ID	LPS	m	Node ID	LPS	M
Junc 2	7,89	11,92	Junc 26	9,79	16,58
Junc 3	6,76	12,39	Junc 27	14,86	17,35
Junc 4	11,42	13,63	Junc 28	17,27	17,43
Junc 5	6,72	13,54	Junc 29	17,37	17,14
Junc 6	6,99	13,45	Junc 30	14,74	17,76
Junc 7	6,8	13,52	Junc 31	17,68	17,94
Junc 8	10,51	13,6	Junc 32	10,34	17,8
Junc 9	11,4	13,84	Junc 1	17,51	16,11
Junc 10	11,68	13,93	Junc 33	22,88	16,3
Junc 11	11,63	14,09	Junc 34	11,82	15,81
Junc 12	11,98	13,89	Junc 35	10,12	15,91
Junc 13	11,55	14,2	Junc 36	10,39	16,27
Junc 14	11,65	13,98	Junc 37	10,5	16,09
Junc 15	11,06	14,36	Junc 38	12,72	15,77
Junc 16	9,06	14,42	Junc 39	10,36	15,83
Junc 17	10,84	15,21	Junc 40	10,26	15,77
Junc 18	1,91	14,9	Junc 42	10,73	15,61
Junc 19	10,47	15	Junc 43	8,77	11,72
Junc 20	7,24	15,15	Junc 44	8,29	12,23
Junc 21	6,79	15,88	Junc 45	7,8	11,61
Junc 22	7,71	15,83	Junc 46	8,77	11,7
Junc 23	6,62	16,21	Junc 47	10,73	14,12
Junc 24	10,65	16,52	Junc 48	9,75	14,25
Junc 25	15,26	16,43			

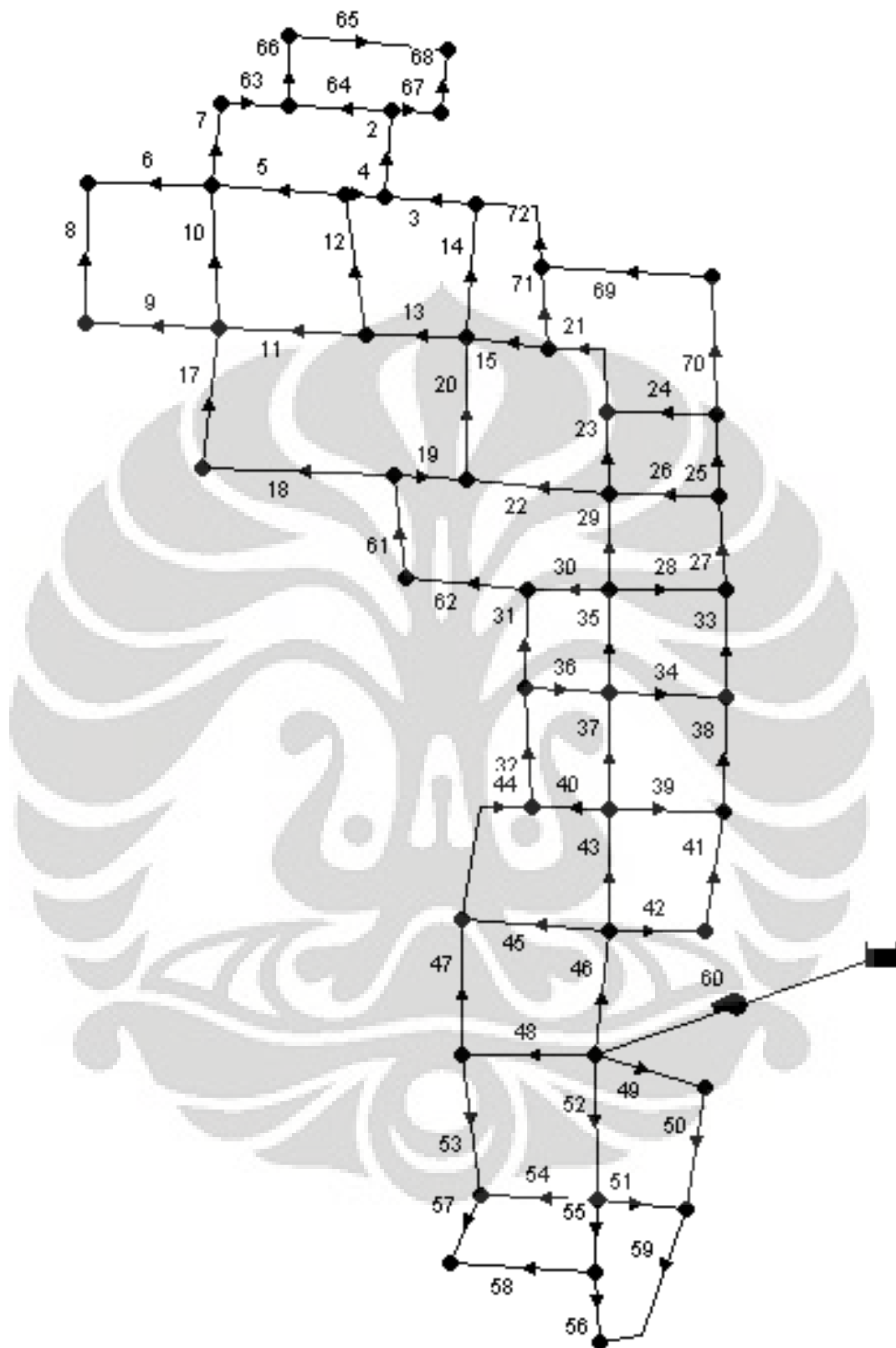
Sumber : Hasil Olahan

#### 6.3.4 Pengembangan Karakteristik Jaringan Perpipaan Distribusi Air Minum

Dengan bertambahnya kebutuhan air minum pada tiap node, maka diameter pipa juga harus diganti dengan diameter yang sesuai dengan debit yang mengalir di dalam pipa tersebut. Variabel pada sistem perpipaan yang ditinjau pada tahap pengembangan sama dengan tahap evaluasi jaringan yaitu kecepatan yang mengalir dalam pipa dan tekanan yang sampai pada pelanggan.

Selain perubahan geometrik pada pipa, perubahan kekasaran pada pipa juga dilakukan untuk meminimalisir kehilangan tekanan dan mengatur kecepatan aliran dalam pipa sesuai dengan kriteria desain. Material yang digunakan juga hampir sama dengan pada tahap evaluasi yaitu dengan material PVC. Material PVC lebih cenderung digunakan karena material PVC lebih lembut dari material lainnya, sehingga air yang mengalir di dalam pipa tidak mengalami hambatan. Pipa dengan material PVC mempunyai kekasaran *Hazen-Williams* sebesar 150. Berikut merupakan gambar dan tabel jaringan perpipaan distribusi air minum kecamatan Sukmajaya :





Gambar 6.9 Jaringan Perpipaan Distribusi Air Minum

Sumber : Hasil Olahan



Tabel 6.10 Diameter dan Kekasaran Pipa Rencana Pengembangan

Link ID	Diameter (mm)		Ket	Roughness
	Evaluasi	Pengembangan		
Pipe 1	88	138	Diperbesar	150
Pipe 2	138	188	Diperbesar	150
Pipe 3	188	288	Diperbesar	150
Pipe 4	88	138	Diperbesar	150
Pipe 5	138	188	Diperbesar	150
Pipe 6	138	188	Diperbesar	150
Pipe 7	88	138	Diperbesar	150
Pipe 8	88	238	Diperbesar	150
Pipe 9	88	238	Diperbesar	150
Pipe 10	138	138	Tetap	150
Pipe 11	88	238	Diperbesar	150
Pipe 12	138	138	Tetap	150
Pipe 13	188	288	Diperbesar	150
Pipe 14	138	288	Diperbesar	150
Pipe 15	238	288	Diperbesar	150
Pipe 16	188	238	Diperbesar	150
Pipe 17	188	288	Diperbesar	150
Pipe 18	188	288	Diperbesar	150
Pipe 19	238	238	Tetap	150
Pipe 20	138	288	Diperbesar	150
Pipe 21	238	288	Diperbesar	150
Pipe 22	238	288	Diperbesar	150
Pipe 23	238	288	Diperbesar	150
Pipe 24	88	188	Diperbesar	150
Pipe 25	138	288	Diperbesar	150
Pipe 26	138	188	Diperbesar	150
Pipe 27	188	238	Diperbesar	150
Pipe 28	138	188	Diperbesar	150

Link ID	Diameter (mm)		Ket	Roughness
	Evaluasi	Pengembangan		
Pipe 29	288	338	Diperbesar	150
Pipe 30	88	188	Diperbesar	150
Pipe 31	138	338	Diperbesar	150
Pipe 32	238	338	Diperbesar	150
Pipe 33	238	238	Tetap	150
Pipe 34	238	238	Tetap	150
Pipe 35	238	388	Diperbesar	150
Pipe 36	238	238	Tetap	150
Pipe 37	288	338	Diperbesar	150
Pipe 38	188	288	Diperbesar	150
Pipe 39	88	338	Diperbesar	150
Pipe 40	188	288	Diperbesar	150
Pipe 41	188	288	Diperbesar	150
Pipe 42	188	388	Diperbesar	150
Pipe 43	288	488	Diperbesar	150
Pipe 44	138	288	Diperbesar	150
Pipe 45	188	238	Diperbesar	150
Pipe 46	288	588	Diperbesar	150
Pipe 47	188	288	Diperbesar	150
Pipe 48	288	388	Diperbesar	150
Pipe 49	138	388	Diperbesar	150
Pipe 50	88	238	Diperbesar	150
Pipe 51	88	138	Diperbesar	150
Pipe 52	188	238	Diperbesar	150
Pipe 53	138	188	Diperbesar	150
Pipe 54	88	138	Diperbesar	150
Pipe 55	68	238	Diperbesar	150
Pipe 56	68	138	Diperbesar	150
Pipe 57	138	188	Diperbesar	150

Link ID	Diameter (mm)		Ket	Roughness
	Evaluasi	Pengembangan		
Pipe 58	88	188	Diperbesar	150
Pipe 59	68	138	Diperbesar	150
Pipe 61	-	188	Pipa Baru	150
Pipe 62	-	238	Pipa Baru	150
Pipe 65	-	88	Pipa Baru	150
Pipe 66	-	138	Pipa Baru	150
Pipe 67	-	138	Pipa Baru	150
Pipe 68	-	88	Pipa Baru	150
Pipe 69	-	238	Pipa Baru	150
Pipe 70	-	188	Pipa Baru	150

Sumber :Hasil Olahan

Tabel 6.11 Panjang Pipa Pengembangan

Link ID	m
Pipe 61	200
Pipe 62	180
Pipe 65	290
Pipe 66	140
Pipe 67	120
Pipe 68	130
Pipe 69	290
Pipe 70	210

Sumber :Hasil Olahan

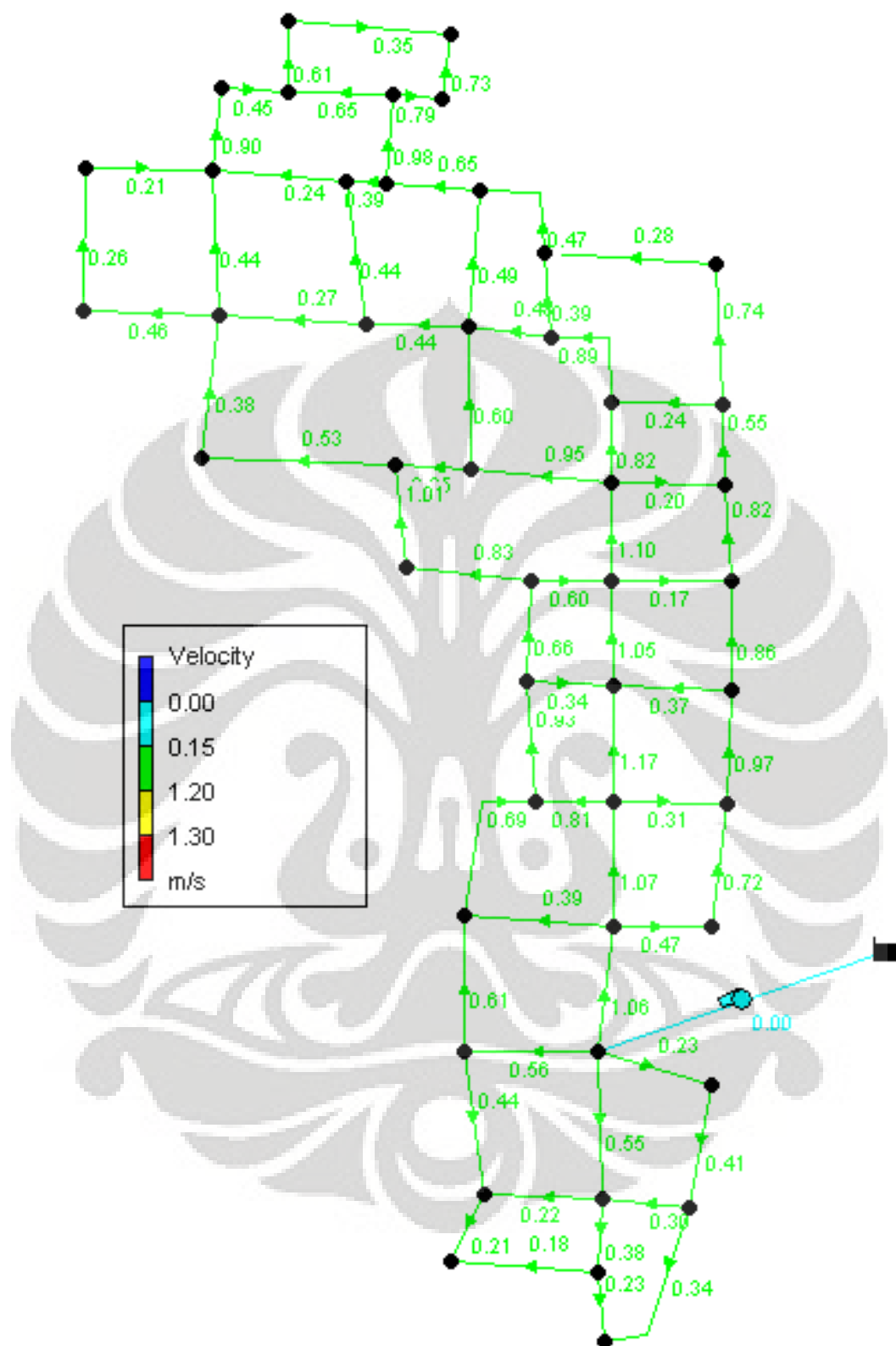
Pada tabel di atas dapat kita lihat bahwa diameter pipa yang lama tidak dapat memenuhi aliran kebutuhan air pada tahun rencana pengembangan, yaitu 10 tahun yang akan datang. Hal itu dapat kita lihat terdapat cukup banyak pergantian pipa yang dilakukan. Adapun pipa yang diameternya dibesarkan terdapat 54 pipa. Karena pengembangan juga menerapkan ekspansi jaringan maka rekomendasi berupa terdapat 8 pipa baru yang akan dipasang.

Dengan mengganti semua material pipa menjadi PVC diharapkan tidak ada permasalahan pada kecepatan aliran dalam pipa. Hal ini dikarenakan material pipa yang dipilih merupakan material yang paling lembut. Untuk melihat hasil

**Universitas Indonesia**

dari kecepatan aliran di dalam pipa setelah diameter disesuaikan dengan debit yang masuk dan penggantian material pipa yang lebih halus dapat kita lihat pada gambar dan tabel berikut.





Gambar 6.10 Kecepatan pada pengembangan jaringan distribusi air minum di Epanet

Sumber : Hasil Olahan

Tabel 6.12 Aliran Dan Kecepatan Aliran Di Dalam Pipa Pengembangan

Link ID	Flow	V	Link ID	Flow	V	Link ID	Flow	V
	LPS	m/detik		LPS	m/detik		LPS	m/detik
Pipe 2	-27,14	0,98	Pipe 26	-5,6	0,2	Pipe 49	26,93	0,23
Pipe 3	-42,53	0,65	Pipe 27	-36,54	0,82	Pipe 50	18,27	0,41
Pipe 4	5,8	0,39	Pipe 28	-4,76	0,17	Pipe 51	4,43	0,3
Pipe 5	6,78	0,24	Pipe 29	130,08	1,1	Pipe 52	-24,35	0,55
Pipe 6	-5,87	0,21	Pipe 30	-16,68	0,6	Pipe 53	12,2	0,44
Pipe 7	13,42	0,9	Pipe 31	-59,24	0,66	Pipe 54	-3,35	0,22
Pipe 8	-11,58	0,26	Pipe 32	-83,47	0,93	Pipe 55	16,99	0,38
Pipe 9	-20,41	0,46	Pipe 33	-38,25	0,86	Pipe 56	3,45	0,23
Pipe 10	6,64	0,44	Pipe 34	16,44	0,37	Pipe 57	5,7	0,21
Pipe 11	-12,1	0,27	Pipe 35	123,86	1,05	Pipe 58	-4,9	0,18
Pipe 12	6,62	0,44	Pipe 36	-15,28	0,34	Pipe 59	5,1	0,34
Pipe 13	-28,53	0,44	Pipe 37	-104,96	1,17	Pipe 61	-27,99	1,01
Pipe 14	31,75	0,49	Pipe 38	-62,92	0,97	Pipe 62	-37	0,83
Pipe 15	-31,1	0,48	Pipe 39	-28,2	0,31	Pipe 63	6,79	0,45
Pipe 17	-24,53	0,38	Pipe 40	53,03	0,81	Pipe 64	-9,65	0,65
Pipe 18	-34,32	0,53	Pipe 41	-47,1	0,72	Pipe 65	-2,11	0,35
Pipe 19	-15,62	0,35	Pipe 42	-55,72	0,47	Pipe 66	-9,08	0,61
Pipe 20	38,95	0,6	Pipe 43	200,58	1,07	Pipe 67	11,81	0,79
Pipe 21	-58,23	0,89	Pipe 44	-44,91	0,69	Pipe 68	4,44	0,73
Pipe 22	-62,18	0,95	Pipe 45	-17,22	0,39	Pipe 69	-12,43	0,28
Pipe 23	53,18	0,82	Pipe 46	-288,26	1,06	Pipe 70	-20,62	0,74
Pipe 24	-6,65	0,24	Pipe 47	-39,97	0,61	Pipe 71	17,43	0,39
Pipe 25	-36,06	0,55	Pipe 48	-66,76	0,56	Pipe 72	20,84	0,47

Sumber : Hasil Perhitungan

Pada tabel di atas dapat kita lihat kecepatan aliran yang terjadi di tiap pipa. Dapat kita lihat dengan adanya penggantian diameter dan material pipa yang sesuai, maka kecepatan dalam tiap pipa yang dihasilkan telah sesuai dengan kriteria desain yaitu 0,15 m/s – 1,5 m/s.

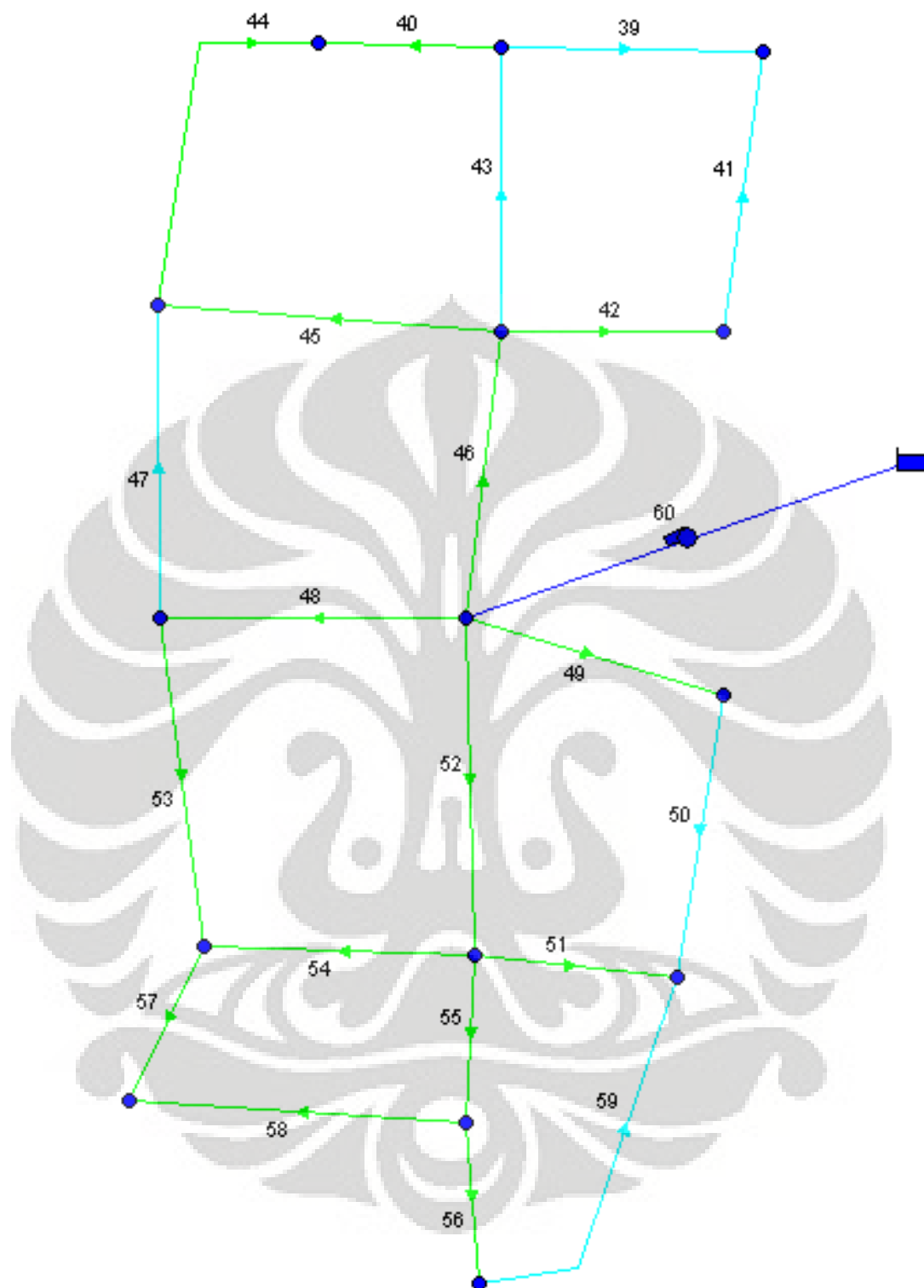
## 6.4 Perbandingan Program Epanet Dengan Watercad

Pada sub bab ini akan dijelaskan mengenai perbandingan antara permodelan sistem jaringan distribusi air minum dengan menggunakan program EPANET dan program Watercad. Perbandingan kedua program sistem jaringan distribusi air minum ini dimaksudkan untuk mengembangkan keilmuwan di bidang air minum dan juga untuk melihat perbedaan dan kesamaan yang ada pada kedua program tersebut. Daerah yang akan dijadikan perbandingan kedua program tersebut yaitu kelurahan Abadijaya.

Perbandingan kedua program tersebut dilakukan dengan cara memasukkan data-data yang sama ke dua program tersebut dengan menggunakan metode yang sama, kemudian hasil dari kedua program tersebut dibandingkan. Perbandingan yang kedua yaitu memasukkan data-data yang sama namun diolah dengan metode yang berbeda kemudian dibandingkan hasil olahannya. Pada saat menggunakan metode yang sama, kedua program menggunakan metode *Hazen-Williams*. Pada saat menggunakan metode yang berbeda, pada EPANET menggunakan *Darcy-Weisbach*, sedangkan Watercad menggunakan *Hazen-Williams*.

### 6.4.1 Perbandingan EPANET Dan WaterCad Dengan Menggunakan Metode Yang Sama ( *Hazen-Williams* )

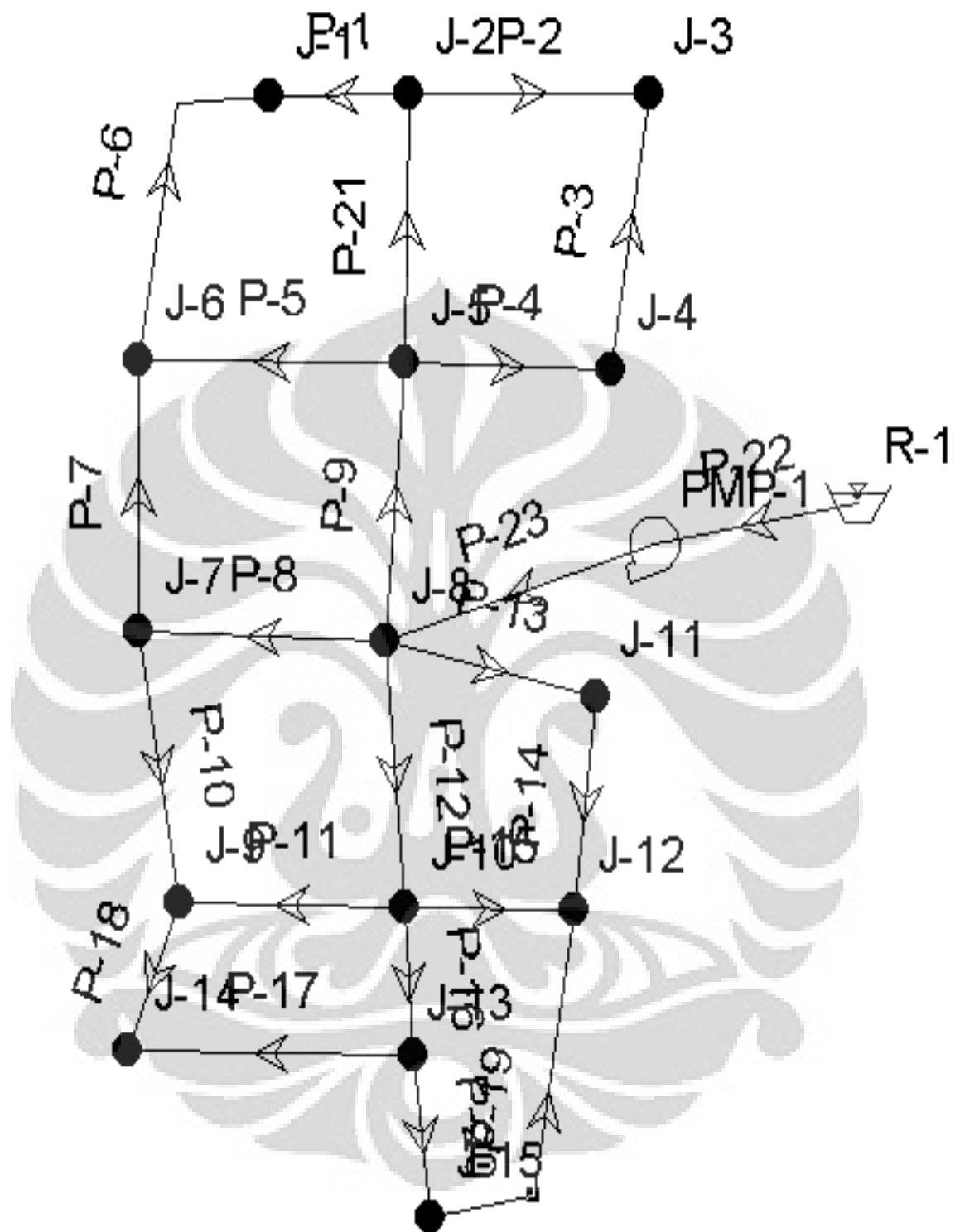
Data-data yang dibutuhkan pada tiap elemen, baik *junction* dan pipa dalam EPANET dan WaterCAD sama-sama dimasukkan. Kemudian masing-masing program dijalankan dengan menggunakan metode yang sama yaitu metode *Hazen-Williams*. Karena menggunakan metode *Hazen-Williams*, maka untuk kekasaran pipa menggunakan konstanta 150. Hal ini dikarenakan material pipa yang digunakan terbuat dari material PVC. Berikut merupakan gambar dan tabel mengenai perbandingan kedua program tersebut :



Gambar 6.11 Perbandingan jaringan metode yang sama (EPANET)

Sumber : Hasil Olahan





Gambar 6.12 Perbandingan Jaringan Metode Yang Sama (Watercad)

Sumber : Hasil Olahan

Tabel 6.13 Perbandingan node dengan metode yang sama (*Hazen-Williams*)

Node ID		Pressure Head (m)	
EPANET	Watercad	EPANET	Watercad
Junc 27	J-3	23,06	21,55
Junc 28	J-2	23,44	22,07
Junc 29	J-1	22,54	20,87
Junc 30	J-6	23,35	21,95
Junc 31	J-5	23,64	22,34
Junc 32	J-4	23,21	21,76
Junc 1	J-7	21,75	20,49
Junc 33	J-8	21,92	20,72
Junc 34	J-9	20,8	19,2
Junc 35	J-10	21,64	20,35
Junc 36	J-11	21,11	19,59
Junc 37	J-12	20,65	19,05
Junc 38	J-14	19,75	17,78
Junc 39	J-13	21,31	19,9
Junc 40	J-15	20,98	19,45

Sumber : Hasil Olahan

Tabel 6.14 Perbandingan pipa dengan metode yang sama (*Hazen-Williams*)

Link ID		Flow (l/detik)		Velocity (m/detik)	
EPANET	Watercad	EPANET	Watercad	EPANET	Watercad
Pipe 39	P-2	-2,31	2,72	0,38	0,45
Pipe 40	P-1	5,22	-6,09	0,86	1
Pipe 41	P-3	-10,07	-11,85	0,36	0,43
Pipe 42	P-4	-18,69	-21,99	0,67	0,79
Pipe 43	P-21	21,93	25,74	0,49	0,58
Pipe 44	P-6	-9,25	10,94	0,62	0,73
Pipe 45	P-5	-14,2	16,75	0,51	0,6
Pipe 46	P-9	-69,55	81,8	0,78	0,91
Pipe 47	P-7	-7,34	-8,65	0,49	0,58
Pipe 48	P-8	-34,01	-40,01	0,52	0,61
Pipe 49	P-13	11,37	13,56	0,76	0,91
Pipe 50	P-14	2,71	3,37	0,45	0,55
Pipe 51	P-15	-4,11	-4,74	0,68	0,78
Pipe 52	P-12	-40,03	-46,92	0,61	0,72
Pipe 53	P-10	12,08	14,2	0,81	0,95
Pipe 54	P-11	-3,76	-4,42	0,62	0,73
Pipe 55	P-16	23,73	27,84	0,85	1
Pipe 56	P-20	10,48	-12,24	0,7	0,82
Pipe 57	P-18	5,98	-7,03	0,98	1,16
Pipe 58	P-17	-4,62	5,44	0,76	0,89
Pipe 59	P-19	-1,93	-2,18	0,32	0,36

Sumber : Hasil Olahan

Tabel-tabel di atas menerangkan tentang perbandingan antara penggunaan 2 program yang berbeda tetapi menggunakan metode yang sama, yaitu Hazen-williams. Hasil perbandingan kedua program tersebut dapat kita lihat pada kedua elemen yang ada pada sistem jaringan distribusi air minum yaitu node dan pipa. Pada elemen node atau titik, yang menjadi alat pembanding yaitu tekanan yang

terjadi pada tiap node. Sedangkan pada tiap pipa alat pembandingnya yaitu aliran dalam pipa dan kecepatan dalam pipa.

Apabila kita lihat pada tabel-tabel diatas, terjadi kemiripan dan sedikit perbedaan pada jaringan distribusi yang dimodelkan dengan Epanet dan Watercad. Perbedaan-perbedaan tersebut dapat kita lihat dari variabel yang dibandingkan yaitu tekanan yang terjadi tiap node, dan aliran dan kecepatan yang ada di dalam pipa.

Timbulnya perbedaan-perbedaan tersebut diakibatkan oleh beberapa hal. Walaupun hampir mirip cara mengoperasikan program Epanet dan Watercad, namun ada beberapa perbedaan di dalam memasukkan data-data baik yang dibutuhkan oleh tiap node, maupun tiap pipa. Perbedaan juga terjadi pada saat memasukkan data pompa.

Pada saat memasukkan data untuk tiap node, baik pada program EPANET maupun Watercad tidak ada perbedaan. Data yang dibutuhkan untuk dimasukkan ke dalam tiap node yaitu kebutuhan air yang ada pada tiap node dan elevasi yang ada pada tiap node. Pada tiap node juga dapat dimasukkan data fluktuasi pemakaian air tiap jamnya.

Pada saat memasukkan data pipa pada program watercad mempunyai sedikit perbedaan dengan program Epanet. Adapun data-data yang dibutuhkan pada tiap program sama, yaitu panjang pipa, diameter pipa, koefisien kekasaran pipa. Namun hal yang membedakan yaitu, pada Watercad juga harus memilih material pipa yang nantinya berkorelasi dengan koefisien kekasaran pipa.

Tidak seperti Epanet yang bebas mengisi koefisien kekasaran pipa hingga dapat menggunakan material yang paling lembut, pada watercad material yang digunakan terbatas oleh material yang ada pada program watercad. Namun pengguna watercad tidak akan bingung memilih material pipa mana yang akan digunakan karena watercad menyajikan material pipa tersebut dalam bentuk daftar. Tidak hanya koefisien kekasaran pipa yang dapat disajikan oleh program Watercad, namun koefisien kehilangan minor pun juga disajikan dalam bentuk daftar sesuai dengan belokan yang terjadi pada tiap pipa.

Data yang dimasukkan untuk permodelan pompa pada program Watercad dan Epanet juga terdapat perbedaan. Adapun perbedaan tersebut yaitu pada

program Epanet, pompa diasumsikan sebagai link atau sambungan, namun pada watercad, pompa dianggap sebagai node atau titik. Maka dari itu, pada watercad, pada saat menggunakan pompa juga perlu dipasang pipa yang menghubungkan pompa tersebut, baik sebelum maupun sesudahnya. Dalam menentukan diameter pipa sesudah dan sebelum pompa inilah yang mempengaruhi tekanan dan kecepatan pada sistem jaringan pipa pada saat program dijalankan. Hal yang membedakan kedua yaitu pada Watercad, pompa juga memerlukan data elevasi, sehingga memungkinkan pompa dapat diletakkan pada ketinggian berapapun yang dikehendaki.

#### 6.4.2 Perbandingan EPANET Dan WaterCad Dengan Menggunakan Metode Yang Berbeda (EPANET = Darcy-Weisbach, WaterCAD = Hazen-Williams)

Tahap selanjutnya yaitu membandingkan kedua program tersebut namun dengan metode yang berbeda. Dalam hal ini program Epanet akan dikerjakan dengan formula *Darcy-Weisbach* dan WaterCAD akan dikerjakan dengan formula *Hazen-Williams*. Selain asumsi kedua formula tersebut yang berbeda, perbedaan yang paling mencolok kemudian adalah koefisien kekasaran yang digunakan oleh kedua formula juga semakin berbeda.

Pada formula Darcy-Weisbach, semakin kasar suatu pipa maka koefisien kekasarannya semakin besar, dan sebaliknya. Namun pada formula *Hazen-Williams*, semakin lembut material pipa maka semakin besar koefisien kekasarannya. Perbedaan rumus antara keduanya adalah yang membedakan asumsi yang digunakan dalam menentukan koefisien kekasaran pada tiap pipa. Dengan menggunakan jaringan yang sama pada tahap perbandingan sebelumnya, berikut merupakan tabel mengenai perbandingan kedua formula tersebut.

Tabel 6.15 Perbandingan Node Dengan EPANET = Darcy-Weisbach,  
Watercad = *Hazen-Williams*

Node ID		Pressure Head (m)	
EPANET (D-W)	Watercad (H-W)	EPANET (D-W)	Watercad (H-W)
Junc 27	J-3	23,06	21,55
Junc 28	J-2	23,45	22,07
Junc 29	J-1	22,54	20,87
Junc 30	J-6	23,36	21,95
Junc 31	J-5	23,65	22,34
Junc 32	J-4	23,22	21,76
Junc 1	J-7	21,75	20,49
Junc 33	J-8	21,92	20,72
Junc 34	J-9	20,8	19,2
Junc 35	J-10	21,65	20,35
Junc 36	J-11	21,11	19,59
Junc 37	J-12	20,63	19,05
Junc 38	J-14	19,74	17,78
Junc 39	J-13	21,32	19,9
Junc 40	J-15	20,99	19,45

Sumber : Hasil Olahan

Tabel 6.16 Perbandingan Pipa Dengan EPANET = Darcy-Weisbach,  
Watercad = Hazen-Williams

Link ID		Flow (l/detik)		Velocity (m/detik)	
EPANET (D-W)	Watercad (H-W)	EPANET (D-W)	Watercad (H-W)	EPANET (D-W)	Watercad (H-W)
Pipe 39	P-2	-2,24	2,72	0,37	0,45
Pipe 40	P-1	5,24	-6,09	0,86	1
Pipe 41	P-3	-10,14	-11,85	0,37	0,43
Pipe 42	P-4	-18,76	-21,99	0,68	0,79
Pipe 43	P-21	21,87	25,74	0,49	0,58
Pipe 44	P-6	-9,24	10,94	0,62	0,73
Pipe 45	P-5	-14,29	16,75	0,51	0,6
Pipe 46	P-9	-69,65	81,8	0,78	0,91
Pipe 47	P-7	-7,23	-8,65	0,48	0,58
Pipe 48	P-8	-33,97	-40,01	0,52	0,61
Pipe 49	P-13	11,37	13,56	0,76	0,91
Pipe 50	P-14	2,7	3,37	0,44	0,55
Pipe 51	P-15	-4,11	-4,74	0,68	0,78
Pipe 52	P-12	-39,97	-46,92	0,61	0,72
Pipe 53	P-10	12,14	14,2	0,81	0,95
Pipe 54	P-11	-3,71	-4,42	0,61	0,73
Pipe 55	P-16	23,73	27,84	0,85	1
Pipe 56	P-20	10,49	-12,24	0,7	0,82
Pipe 57	P-18	6	-7,03	0,99	1,16
Pipe 58	P-17	-4,6	5,44	0,76	0,89
Pipe 59	P-19	-1,94	-2,18	0,32	0,36

Sumber : Hasil Olahan

Pada tabel perhitungan diatas dapat kita lihat bahwa perhitungan dengan menggunakan *Darcy-Weisbach* dan *Hazen Williamss* tidak memiliki perbedaan yang cukup signifikan. Seperti yang kita ketahui bahwa Formula *Hazen-Williamss* adalah formula yang umum digunakan di Amerika Serikat. Formula tersebut tidak

dapat digunakan untuk cairan selain air dan hanya untuk aliran turbulen. Sedangkan formula *Darcy-Weisbach* banyak digunakan secara teoretis dan dapat diaplikasikan untuk semua kondisi cairan.

Karena memiliki persamaan yaitu merupakan formula untuk menghitung air, maka hasil perhitungan yang didapat dari kedua formula menunjukkan angka yang hampir sama. Perbedaan dapat dilihat pada saat perhitungan kehilangan tekanan yang diterapkan pada kedua formula tersebut. Perbedaan juga dapat dilihat dari pemakaian koefisien kekasaran pipa berdasarkan materialnya. Dimana pada *Hazen-Williamss* semakin kasar maka koefisien semakin rendah nominalnya, sedangkan *Darcy-Weisbach* sebaliknya, semakin kasar, maka semakin tinggi nominal koefisien kekasarannya.

Pada perhitungan kehilangan tekanan dapat kita lihat perbedaan dari kedua formula tersebut. *Hazen Williamss* merupakan formula yang umum dalam menghitung air minum, sehingga semua data yang dibutuhkan untuk menghitung kehilangan tekanan langsung dimasukkan ke dalam rumus, termasuk koefisien kekasaran pipa. Sedangkan pada *Darcy-Weisbach*, koefisien kekasaran pipa tidak langsung dimasukkan ke dalam rumus kehilangan tekanan, namun dihitung kembali untuk mendapatkan nilai  $f$  (faktor friksi). Kemudian faktor friksi inilah yang nantinya akan digunakan untuk menghitung kehilangan tekanan.

Karena *Darcy-Weisbach* merupakan perhitungan yang dilakukan secara teoritis dan semua data yang dibutuhkan dihitung secara detail, dapat dikatakan bahwa nilai yang dihasilkan lebih mendekati benar. Namun terkadang situasi di lapangan tidak selamanya seperti dengan yang dipelajari pada teori, sehingga jika dilihat dari penerapannya, formula *Hazen-Williamss* lebih sering digunakan pada perhitungan hidrolis sistem jaringan perpipaan air minum.



## **BAB 7**

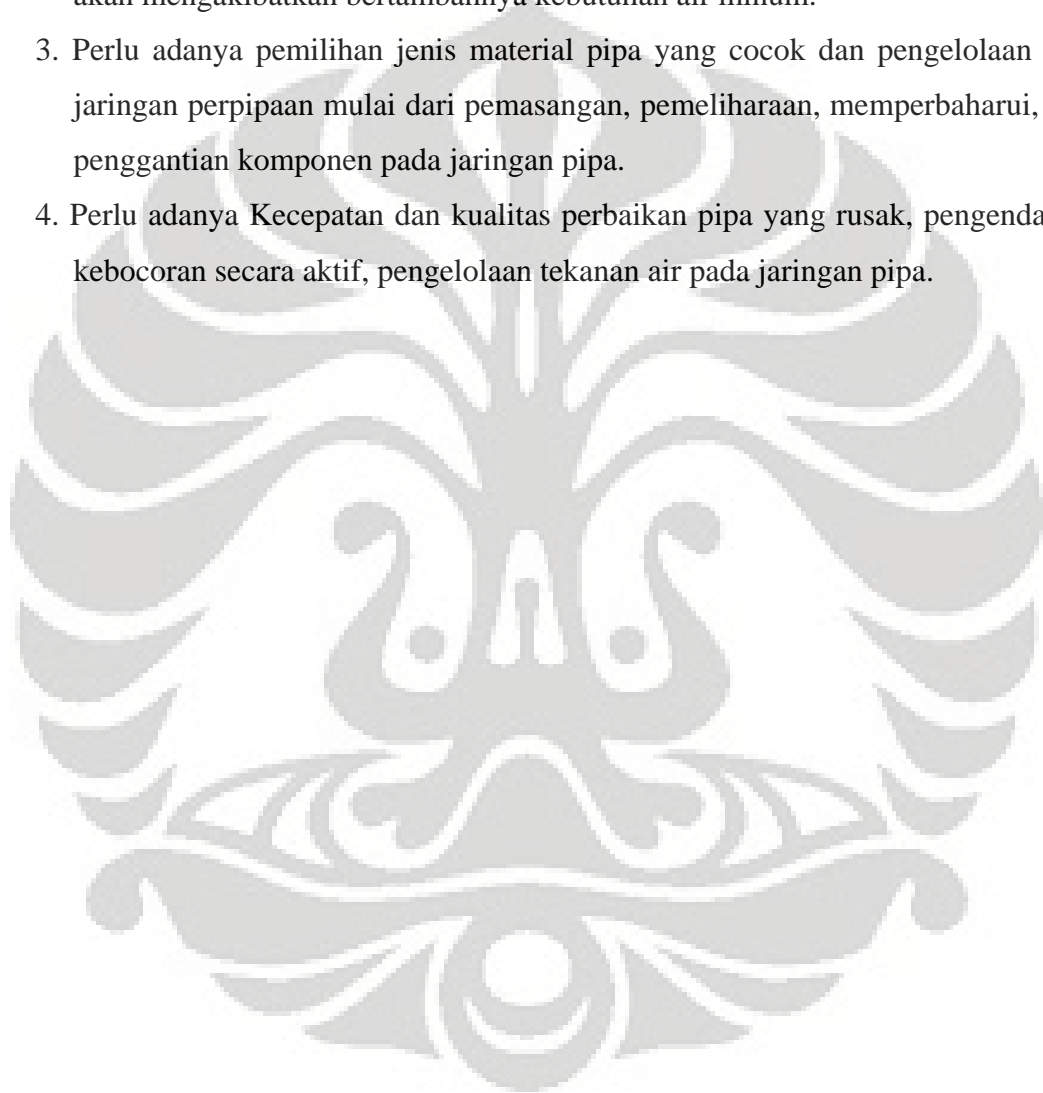
### **PENUTUP**

#### **7.1 Kesimpulan**

1. Permasalahan yang ada di sistem jaringan distribusi air minum PDAM Kota Depok cabang 3 kecamatan sukrajaya adalah dibutuhkannya tekanan pompa yang besar agar tekanan air memenuhi kebutuhan pelanggan
2. Permasalahan yang kedua yaitu kecepatan aliran dalam pipa berada di bawah kriteria desain, yaitu di bawah 0,15 l/detik
3. Faktor penyebab permasalahan tersebut yaitu kehilangan air teknis di sistem jaringan distribusi air minum. Kehilangan air teknis umumnya diakibatkan karena kebocoran pada pipa.
4. Diameter dan material pipa yang tidak sesuai mengakibatkan tekanan dan kecepatan air di dalam pipa tidak sesuai dengan kebutuhan pelanggan.
5. Pada tahap evaluasi jaringan air minum eksisting, penggantian diameter pipa yang lebih besar dilakukan pada 28 jenis pipa dan, dan penggantian diameter pipa yang lebih kecil dilakukan pada 6 jenis pipa.
6. Permasalahan selanjutnya bertambahnya kebutuhan air seiring dengan bertambahnya penduduk di daerah pelayanan, sehingga perlu adanya pengembangan sistem jaringan distribusi air minum
7. Dengan menggunakan program Epanet, lebih memudahkan dalam mengevaluasi dan melakukan pengembangan sistem jaringan distribusi air minum. Hal ini dikarenakan karena program Epanet dapat memodelkan perilaku air pada sistem jaringan distribusi air minum.

## 7.2 Saran

1. Debit yang masuk dalam pipa harus disesuaikan dengan diameter pipa agar kecepatan tekanan air yang dihasilkan tidak terlalu kecil atau terlalu besar dari keinginan pelanggan.
2. Perlu adanya perencanaan pengembangan pada sistem jaringan distribusi air minum untuk mewaspadai adanya peningkatan penduduk di masa depan yang akan mengakibatkan bertambahnya kebutuhan air minum.
3. Perlu adanya pemilihan jenis material pipa yang cocok dan pengelolaan aset jaringan perpipaan mulai dari pemasangan, pemeliharaan, memperbaharui, dan penggantian komponen pada jaringan pipa.
4. Perlu adanya Kecepatan dan kualitas perbaikan pipa yang rusak, pengendalian kebocoran secara aktif, pengelolaan tekanan air pada jaringan pipa.



## DAFTAR REFERENSI

Ali, Firdaus. (2009). *Penurunan Kehilangan Air, Pengalaman Jakarta Setelah Kerjasama Pelayanan Air Minum Pemerintah-Swasta 1998-2008*. BADAN REGULATOR PAM JAKARTA

Bappeda Depok. *Depok Dalam Angka*

Boring, Adi. (2009). *Pipa HDPE*. (Online).  
[http://www.88db.com/pipa\\_hdpe.html](http://www.88db.com/pipa_hdpe.html), Diakses 7 September 2009

Direktorat Jenderal Cipta Karya. (1998). *Perancangan Teknik Unit Distribusi Dan Pelayanan*. (Ab-K/Re-Rt/Tc/012/98)

Haestad. (2002). *Watercad User's Guide*. Haestad Methods, Inc, United States

Harold E. Babbitt, M.S., (1991). *Water Supply Engineering*. United States Of America : McGraw-Hill

Howstuffworks. (2006). *How To Stop Water Hammer*. (Online),  
[Http://Home.Howstuffworks.Com/Home-Improvement/Plumbing/How-To-Fix-Pipes5.Html](http://Home.Howstuffworks.Com/Home-Improvement/Plumbing/How-To-Fix-Pipes5.Html), Diakses Tanggal 8 Juli 2010

PDAM Tirta Kahuripan Kabupaten Bogor. (2009). *Laporan Bulanan*. 01/CAB.III/IX/LB/2009

Potter, Merle C. (1991). *Mechanical Of Fluids*. United States Of Ameica : Prentice-Hall

Priyadi, Danny. (2009). *Keuntungan Pipa PVC*. (Online).

<http://www.winilon.com/keuntunganpipapvc.html>, Diakses Tanggal 7 Januari 2010

Qasim, Syed. R. (2000). *Water Works Engineering*. United States Of America : Prentice-Hall

Rossmann, A Lewis. (2000). *Epanet User Manual*. Water Supply And Water Resources Division National Risk Management Research Laboratory Cincinnati : Ekamitra Engineering

Rumah-Ku.Com.(2009). *Pipa Air*. (Online).

<http://www.rumah-ku.com/pipaair.html>, Diakses Tanggal 7 Januari 2010

Terence J.McGhee.(1991). *Water Supply And Sewerage*. United States : Mcgraw-Hill

Thomas M. Walski. (2003). *Advance Water Distribution Modeling And Management*.

Wavin. (2007). *Aplikasi Pipa Air Bersih Bertekanan*



**Lampiran A**

**Evaluasi Sistem Jaringan Distribusi Air**

**Minum PDAM Kota Depok Cabang 3**

**Kecamatan Sukmajaya**

Tabel 1 Pengukuran Jl Cemara Tiap Jam

Time Series Table Jl. Cemara (Pressure = 6 M)							
Node 7			Link 6				
Time	Demand	Pressure	Length	Diameter	Roughness	Flow	Velocity
Hours	LPS	M	M	Mm		LPS	M/S
0:00	1.17	26.95	210	88	150	0.43	0.07
1:00	1.2	26.5	210	88	150	0.44	0.07
2:00	1.22	25.91	210	88	150	0.45	0.07
3:00	1.4	22.22	210	88	150	0.51	0.08
4:00	1.5	20.03	210	88	150	0.55	0.09
5:00	1.47	20.67	210	88	150	0.54	0.09
6:00	1.46	20.99	210	88	150	0.53	0.09
7:00	1.42	21.92	210	88	150	0.52	0.09
8:00	1.39	22.45	210	88	150	0.51	0.08
9:00	1.36	23.11	210	88	150	0.5	0.08
10:00	1.29	24.55	210	88	150	0.47	0.08
11:00	1.28	24.83	210	88	150	0.47	0.08
12:00	1.28	24.83	210	88	150	0.47	0.08
13:00	1.31	24.27	210	88	150	0.48	0.08
14:00	1.4	22.24	210	88	150	0.51	0.08
15:00	1.61	17.37	210	88	150	0.59	0.1
16:00	1.61	17.37	210	88	150	0.59	0.1
17:00	1.58	17.97	210	88	150	0.58	0.1
18:00	1.56	18.72	210	88	150	0.57	0.09
19:00	1.53	19.39	210	88	150	0.56	0.09
20:00	1.5	20.02	210	88	150	0.55	0.09
21:00	1.26	25.1	210	88	150	0.46	0.08
22:00	1.14	27.46	210	88	150	0.42	0.07
23:00	1.17	26.95	210	88	150	0.43	0.07
24:00:00	1.2	26.5	210	88	150	0.44	0.07

Sumber : Hasil Olahan

Tabel 2 Pengukuran Jl Jati Tiap Jam

Time Series Table Jl. Jati (Pressure = 7 M)							
Node 11			Link 20				
Time	Demand	Pressure	Length	Diameter	Roughness	Flow	Velocity
Hours	LPS	M	M	Mm		LPS	M/S
0:00	0:14	27.56	230	145	120	1.39	0.08
1:00	1:26	27.13	230	145	120	1.42	0.09
2:00	2:24	26.58	230	145	120	1.46	0.09
3:00	9:50	23.07	230	145	120	1.67	0.1
4:00	13:55	21	230	145	120	1.79	0.11
5:00	12:43	21.6	230	145	120	1.76	0.11
6:00	12:14	21.91	230	145	120	1.74	0.11
7:00	10:33	22.79	230	145	120	1.69	0.1
8:00	9:21	23.29	230	145	120	1.66	0.1
9:00	8:09	23.92	230	145	120	1.62	0.1
10:00	5:16	25.28	230	145	120	1.54	0.09
11:00	4:48	25.55	230	145	120	1.52	0.09
12:00	4:48	25.55	230	145	120	1.52	0.09
13:00	6:00	25.01	230	145	120	1.56	0.09
14:00	9:50	23.09	230	145	120	1.67	0.1
15:00	18:28	18.47	230	145	120	1.92	0.12
16:00	18:28	18.47	230	145	120	1.92	0.12
17:00	17:16	19.03	230	145	120	1.89	0.11
18:00	16:19	19.75	230	145	120	1.86	0.11
19:00	15:07	20.39	230	145	120	1.82	0.11
20:00	13:55	20.99	230	145	120	1.79	0.11
21:00	4:04	25.8	230	145	120	1.51	0.09
22:00	23:02	28.04	230	145	120	1.36	0.08
23:00	0:14	27.56	230	145	120	1.39	0.08
24:00:00	49:26:24	27.13	230	145	120	1.42	0.09

Sumber : Hasil Olahan

Tabel 3 Pengukuran Daerah Mekar Perdana Tiap Jam

Time Series Table Mekar Perdana (Pressure = 10 M)							
Node 26			Link 34				
Time	Demand	Pressure	Length	Diameter	Roughness	Flow	Velocity
Hours	LPS	M	M	Mm		LPS	M/S
0:00	1.17	32.38	200	225	100	-2.63	0.07
1:00	1.2	32.03	200	225	100	-2.69	0.07
2:00	1.22	31.56	200	225	100	-2.76	0.07
3:00	1.4	28.63	200	225	100	-3.16	0.08
4:00	1.5	26.89	200	225	100	-3.38	0.09
5:00	1.47	27.4	200	225	100	-3.32	0.08
6:00	1.46	27.65	200	225	100	-3.29	0.08
7:00	1.42	28.39	200	225	100	-3.2	0.08
8:00	1.39	28.8	200	225	100	-3.14	0.08
9:00	1.36	29.34	200	225	100	-3.07	0.08
10:00	1.29	30.47	200	225	100	-2.91	0.07
11:00	1.28	30.7	200	225	100	-2.88	0.07
12:00	1.28	30.7	200	225	100	-2.88	0.07
13:00	1.31	30.25	200	225	100	-2.95	0.07
14:00	1.4	28.65	200	225	100	-3.16	0.08
15:00	1.61	24.77	200	225	100	-3.63	0.09
16:00	1.61	24.77	200	225	100	-3.63	0.09
17:00	1.58	25.23	200	225	100	-3.58	0.09
18:00	1.56	25.85	200	225	100	-3.51	0.09
19:00	1.53	26.38	200	225	100	-3.44	0.09
20:00	1.5	26.89	200	225	100	-3.38	0.09
21:00	1.26	30.91	200	225	100	-2.85	0.07
22:00	1.14	32.77	200	225	100	-2.57	0.06
23:00	1.17	32.38	200	225	100	-2.63	0.07
24:00:00	1.2	32.03	200	225	100	-2.69	0.07

Sumber : Hasil Olahan



Tabel 4 Pengukuran Daerah Cening Ampe Tiap Jam

Time Series Table Cening Ampe (Pressure = 12 M)							
Node 40			Link 59				
Time	Demand	Pressure	Length	Diameter	Roughness	Flow	Velocity
Hours	LPS	M	M	Mm		LPS	M/S
0:00	1.21	29.01	250	88	150	0.55	0.09
1:00	1.22	28.74	250	88	150	0.55	0.09
2:00	1.26	28.33	250	88	150	0.57	0.09
3:00	1.45	25.92	250	88	150	0.65	0.11
4:00	1.55	24.49	250	88	150	0.7	0.11
5:00	1.52	24.91	250	88	150	0.69	0.11
6:00	1.51	25.12	250	88	150	0.68	0.11
7:00	1.46	25.73	250	88	150	0.66	0.11
8:00	1.45	26.04	250	88	150	0.65	0.11
9:00	1.41	26.51	250	88	150	0.63	0.1
10:00	1.33	27.44	250	88	150	0.6	0.1
11:00	1.32	27.63	250	88	150	0.6	0.1
12:00	1.32	27.63	250	88	150	0.6	0.1
13:00	1.35	27.26	250	88	150	0.61	0.1
14:00	1.45	25.94	250	88	150	0.65	0.11
15:00	1.66	22.74	250	88	150	0.75	0.12
16:00	1.66	22.74	250	88	150	0.75	0.12
17:00	1.65	23.1	250	88	150	0.74	0.12
18:00	1.6	23.63	250	88	150	0.72	0.12
19:00	1.58	24.07	250	88	150	0.71	0.12
20:00	1.55	24.48	250	88	150	0.7	0.11
21:00	1.31	27.8	250	88	150	0.59	0.1
22:00	1.18	29.33	250	88	150	0.53	0.09
23:00	1.21	29.01	250	88	150	0.55	0.09
24:00:00	1.22	28.74	250	88	150	0.55	0.09

Sumber : Hasil Olahan

Tabel 5 Tekanan Titik Acuan Tiap Jam

Time	Tekanan Cemara		Tekanan Jati		Tekanan Mekar Perdana		Tekanan Cening Ampe	
	Eksisting	Epanet	Eksisting	Epanet	Eksisting	Epanet	Eksisting	Epanet
Hours	M	M	M	M	M	M	M	M
0:00	6	26.95	7	27.56	10	32.38	12	29.01
1:00	6	26.5	7	27.13	10	32.03	12	28.74
2:00	6	25.91	7	26.58	10	31.56	12	28.33
3:00	6	22.22	7	23.07	10	28.63	12	25.92
4:00	6	20.03	7	21	10	26.89	12	24.49
5:00	6	20.67	7	21.6	10	27.4	12	24.91
6:00	6	20.99	7	21.91	10	27.65	12	25.12
7:00	6	21.92	7	22.79	10	28.39	12	25.73
8:00	6	22.45	7	23.29	10	28.8	12	26.04
9:00	6	23.11	7	23.92	10	29.34	12	26.51
10:00	6	24.55	7	25.28	10	30.47	12	27.44
11:00	6	24.83	7	25.55	10	30.7	12	27.63
12:00	6	24.83	7	25.55	10	30.7	12	27.63
13:00	6	24.27	7	25.01	10	30.25	12	27.26
14:00	6	22.24	7	23.09	10	28.65	12	25.94
15:00	6	17.37	7	18.47	10	24.77	12	22.74
16:00	6	17.37	7	18.47	10	24.77	12	22.74
17:00	6	17.97	7	19.03	10	25.23	12	23.1
18:00	6	18.72	7	19.75	10	25.85	12	23.63
19:00	6	19.39	7	20.39	10	26.38	12	24.07
20:00	6	20.02	7	20.99	10	26.89	12	24.48
21:00	6	25.1	7	25.8	10	30.91	12	27.8
22:00	6	27.46	7	28.04	10	32.77	12	29.33
23:00	6	26.95	7	27.56	10	32.38	12	29.01
24:00:00	6	26.5	7	27.13	10	32.03	12	28.74
Rata-Rata	6	22.7328	7	23.5584	10	29.0328	12	26.2536

Sumber : Hasil Olahan

Tabel 6 Kecepatan Aliran Dalam Pipa Di Titik Acuan Tiap Jam

Time	V Cemara	V Jati	V Mekar Perdana	V Cening Ampe
Hours	M/S	M/S	M/S	M/S
0:00	0.07	0.08	0.07	0.09
1:00	0.07	0.09	0.07	0.09
2:00	0.07	0.09	0.07	0.09
3:00	0.08	0.1	0.08	0.11
4:00	0.09	0.11	0.09	0.11
5:00	0.09	0.11	0.08	0.11
6:00	0.09	0.11	0.08	0.11
7:00	0.09	0.1	0.08	0.11
8:00	0.08	0.1	0.08	0.11
9:00	0.08	0.1	0.08	0.1
10:00	0.08	0.09	0.07	0.1
11:00	0.08	0.09	0.07	0.1
12:00	0.08	0.09	0.07	0.1
13:00	0.08	0.09	0.07	0.1
14:00	0.08	0.1	0.08	0.11
15:00	0.1	0.12	0.09	0.12
16:00	0.1	0.12	0.09	0.12
17:00	0.1	0.11	0.09	0.12
18:00	0.09	0.11	0.09	0.12
19:00	0.09	0.11	0.09	0.12
20:00	0.09	0.11	0.09	0.11
21:00	0.08	0.09	0.07	0.1
22:00	0.07	0.08	0.06	0.09
23:00	0.07	0.08	0.07	0.09
24:00:00	0.07	0.09	0.07	0.09
Rata-Rata	0.0828	0.0988	0.078	0.1048

Sumber : Hasil Olahan

Tabel 7 Evaluasi Tekanan Titik Acuan

Time	Tekanan Cemara		Tekanan Jati		Tekanan Mekar Perdana		Tekanan Cening Ampe	
	Eksisting	Evaluasi	Eksisting	Evaluasi	Eksisting	Evaluasi	Eksisting	Evaluasi
Hours	m	m	m	m	m	m	m	m
0:00	26.95	19.27	27.56	19.41	32.38	19.78	29.01	18.07
1:00	26.5	19.06	27.13	19.2	32.03	19.59	28.74	17.89
2:00	25.91	18.76	26.58	18.9	31.56	19.31	28.33	17.63
3:00	22.22	16.92	23.07	17.11	28.63	17.63	25.92	16.04
4:00	20.03	15.83	21	16.04	26.89	16.64	24.49	15.1
5:00	20.67	16.15	21.6	16.35	27.4	16.93	24.91	15.37
6:00	20.99	16.31	21.91	16.51	27.65	17.08	25.12	15.51
7:00	21.92	16.77	22.79	16.96	28.39	17.5	25.73	15.91
8:00	22.45	17.03	23.29	17.21	28.8	17.73	26.04	16.12
9:00	23.11	17.37	23.92	17.54	29.34	18.04	26.51	16.42
10:00	24.55	18.08	25.28	18.24	30.47	18.69	27.44	17.04
11:00	24.83	18.22	25.55	18.38	30.7	18.82	27.63	17.16
12:00	24.83	18.22	25.55	18.38	30.7	18.82	27.63	17.16
13:00	24.27	17.94	25.01	18.1	30.25	18.57	27.26	16.92
14:00	22.24	16.93	23.09	17.12	28.65	17.65	25.94	16.05
15:00	17.37	14.5	18.47	14.74	24.77	15.42	22.74	13.94
16:00	17.37	14.5	18.47	14.74	24.77	15.42	22.74	13.94
17:00	17.97	14.79	19.03	15.02	25.23	15.68	23.1	14.18
18:00	18.72	15.17	19.75	15.4	25.85	16.04	23.63	14.53
19:00	19.39	15.51	20.39	15.73	26.38	16.34	24.07	14.82
20:00	20.02	15.82	20.99	16.04	26.89	16.63	24.48	15.09
21:00	25.1	18.36	25.8	18.51	30.91	18.94	27.8	17.28
22:00	27.46	19.52	28.04	19.65	32.77	20.01	29.33	18.28
23:00	26.95	19.27	27.56	19.41	32.38	19.78	29.01	18.07
24:00:00	26.5	19.06	27.13	19.2	32.03	19.59	28.74	17.89
Rata-Rata	22.7328	17.1744	23.5584	17.3556	29.033	17.865	26.2536	16.256

Sumber :Hasil Olahan

Tabel 8 Kecepatan Evaluasi Titik Acuan

Time	V Cemara		V Jati		V Mekar Perdana		V Cening Ampe	
	Eksisting	Evaluasi	Eksisting	Evaluasi	Eksisting	Evaluasi	Eksisting	Evaluasi
Hours	M/S	M/S	M/S	M/S	M/S	M/S	M/S	M/S
0:00	0.07	0.13	0.08	0.18	0.07	0.14	0.09	0.17
1:00	0.07	0.13	0.09	0.19	0.07	0.15	0.09	0.17
2:00	0.07	0.13	0.09	0.19	0.07	0.15	0.09	0.17
3:00	0.08	0.15	0.1	0.22	0.08	0.17	0.11	0.2
4:00	0.09	0.16	0.11	0.23	0.09	0.19	0.11	0.21
5:00	0.09	0.16	0.11	0.23	0.08	0.18	0.11	0.21
6:00	0.09	0.16	0.11	0.23	0.08	0.18	0.11	0.21
7:00	0.09	0.15	0.1	0.22	0.08	0.18	0.11	0.2
8:00	0.08	0.15	0.1	0.22	0.08	0.17	0.11	0.2
9:00	0.08	0.15	0.1	0.21	0.08	0.17	0.1	0.19
10:00	0.08	0.14	0.09	0.2	0.07	0.16	0.1	0.18
11:00	0.08	0.14	0.09	0.2	0.07	0.16	0.1	0.18
12:00	0.08	0.14	0.09	0.2	0.07	0.16	0.1	0.18
13:00	0.08	0.14	0.09	0.2	0.07	0.16	0.1	0.19
14:00	0.08	0.15	0.1	0.22	0.08	0.17	0.11	0.2
15:00	0.1	0.17	0.12	0.25	0.09	0.2	0.12	0.23
16:00	0.1	0.17	0.12	0.25	0.09	0.2	0.12	0.23
17:00	0.1	0.17	0.11	0.25	0.09	0.2	0.12	0.23
18:00	0.09	0.17	0.11	0.24	0.09	0.19	0.12	0.22
19:00	0.09	0.17	0.11	0.24	0.09	0.19	0.12	0.22
20:00	0.09	0.16	0.11	0.23	0.09	0.19	0.11	0.21
21:00	0.08	0.14	0.09	0.2	0.07	0.16	0.1	0.18
22:00	0.07	0.12	0.08	0.18	0.06	0.14	0.09	0.16
23:00	0.07	0.13	0.08	0.18	0.07	0.14	0.09	0.17
24:00:00	0.07	0.13	0.09	0.19	0.07	0.15	0.09	0.17
Rata-Rata	0.0828	0.1484	0.0988	0.214	0.078	0.17	0.1048	0.1952

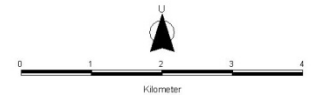
Sumber : Hasil Olahan





PEMERINTAH KOTA DEPOK  
DINAS PEKERJAAN UMUM

# KONTUR KOTA DEPOK



**KETERANGAN :**

Batas Administrasi

- ..... Batas Desa/Kelurahan
- ..... Batas Kecamatan
- ..... Batas Kabupaten/Kota
- - - - - Batas Propinsi

- Sungai
- Sungai / Danau / Setu

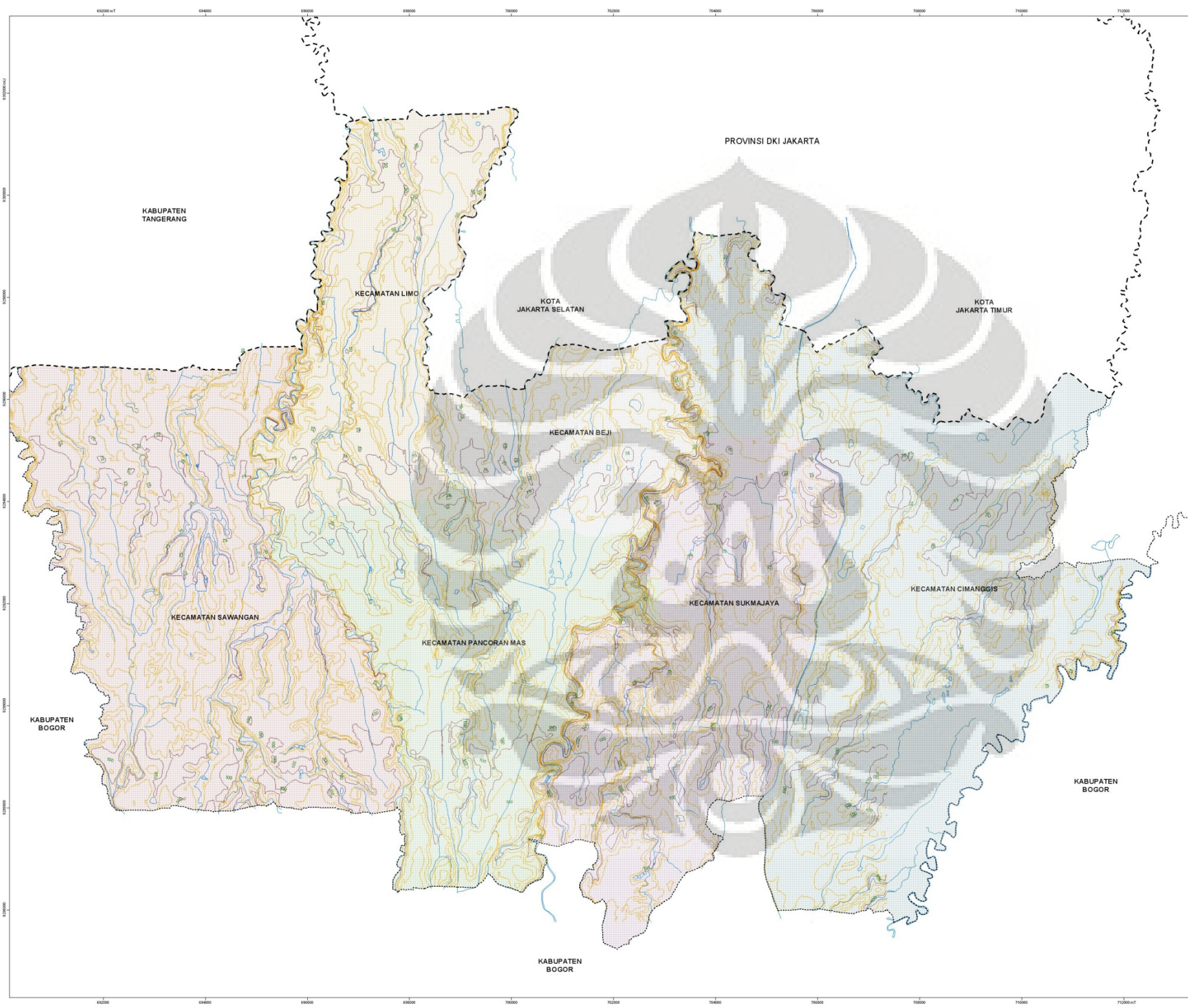
- Garis Kontur (Interval selang kontur 5 meter)
- Garis Kontur Indeks



**PT. LEMTEK KONSULTAN INDONESIA**  
Jl. Sunda Kelapa No. 104-1045, Teluk, 0531 - 01001  
Fax: (021) 5322928 - e-mail : lemtektk@ptn.net.id



Sumber:  
Peta Digital Rupabumi Skala 1:10.000, BAKOSURTANAL, 2000  
BAPPENAS Kota Depok

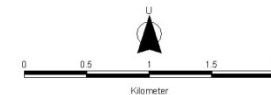






PEMERINTAH KOTA DEPOK  
DINAS PEKERJAAN UMUM

# ADMINISTRASI KECAMATAN SUKMAJAYA KOTA DEPOK



**KETERANGAN :**

- Batas Administrasi
  - ..... Batas Desa/Kelurahan
  - ..... Batas Kecamatan
  - ..... Batas Kabupaten/Kota
  - - - - - Batas Propinsi
- Jalan :
- Jalan KA
  - Jalan Lokal
  - Jalan Tol
  - Jalan Utama
  - Sungai
  - Sungai / Danau / Setu
- Kantor Walikota
  - Kantor Kecamatan
  - Kantor Kelurahan

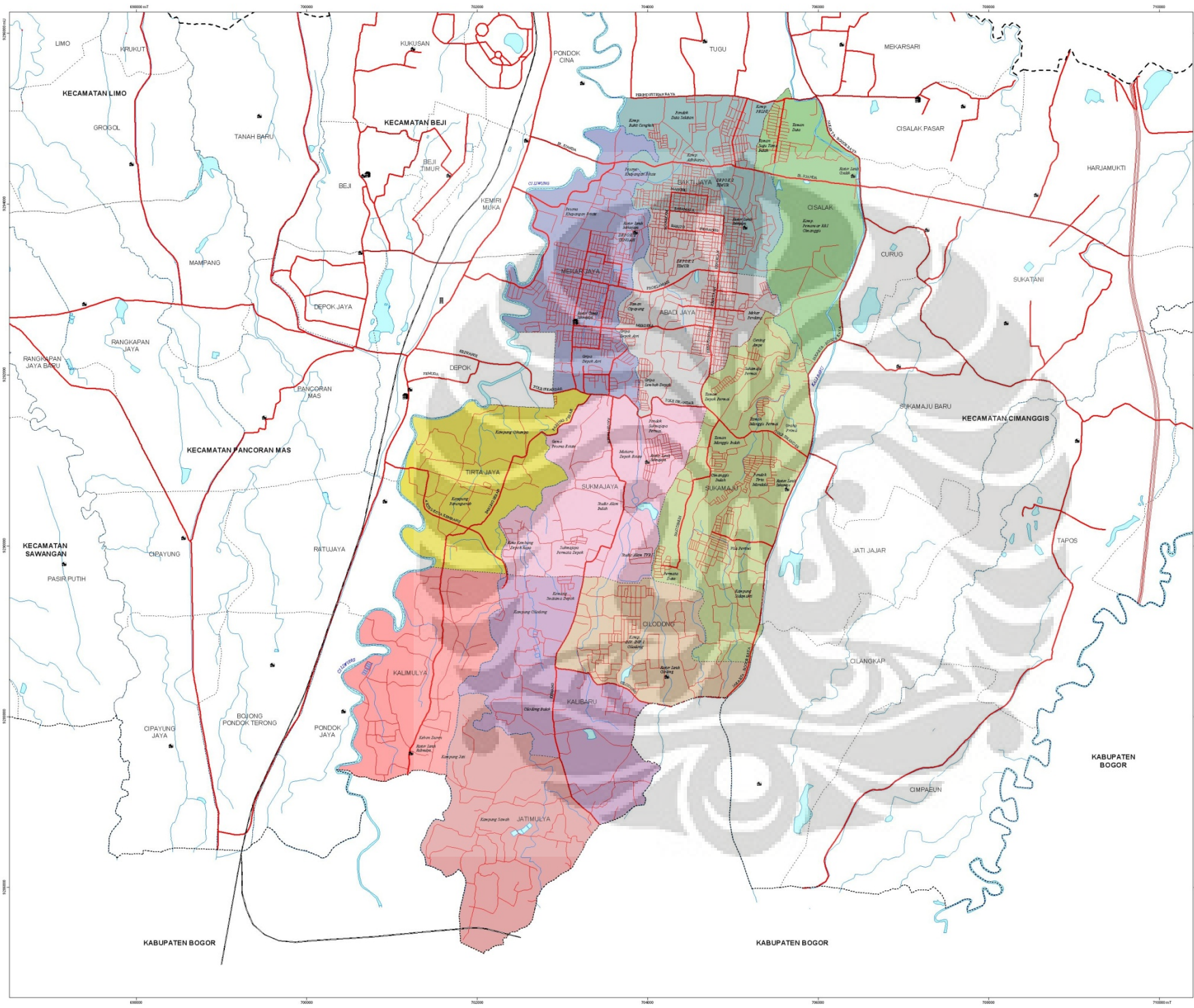
**KELURAHAN :**

- ABADI JAYA
- BAKTI JAYA
- CLODONG
- CISALAK
- JATIMULYA
- KALIBARU
- KALIMULYA
- MEKAR JAYA
- SUKAMAJU
- SUKMAJAYA
- TIRTA JAYA

**LKI** PT. LEMTEK KONSULTAN INDONESIA  
Jl. Merdeka Raya No. 4 Jakarta 10110 Telp. (021) 392141



Sumber :  
Peta Digital Republik Indonesia 1:10.000,  
BAR GEURT ANAL 2000

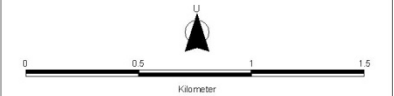






PEMERINTAH KOTA DEPOK  
DINAS PEKERJAAN UMUM

# WILAYAH PELAYANAN CABANG 3 KOTA DEPOK



KETERANGAN :

- Instalasi Pengolahan Air / IPA PDAM (Existing)
- Rencana Pengembangan IPA
- Sistem Pengolahan Air Sederhana / SIPAS (Existing)
- Sumur Dalam (Existing)
- Sistem Pengolahan Air Sederhana / SIPAS Swadaya
- Sumur Dalam Swadaya
- Reservoir

- Batas Administrasi
- Batas Desa/Kelurahan
  - Batas Kecamatan
  - Batas Kabupaten/Kota
  - Batas Propinsi

Jalan :

- Jalan KA
- Jalan Lokal
- Jalan Tol
- Jalan Utama
- Sungai
- Sungai / Danau / Situ
- Jaringan Pipa Air Bersih
- 100 Diameter Pipa (mm)
- Wilayah Pelayanan Cabang 3

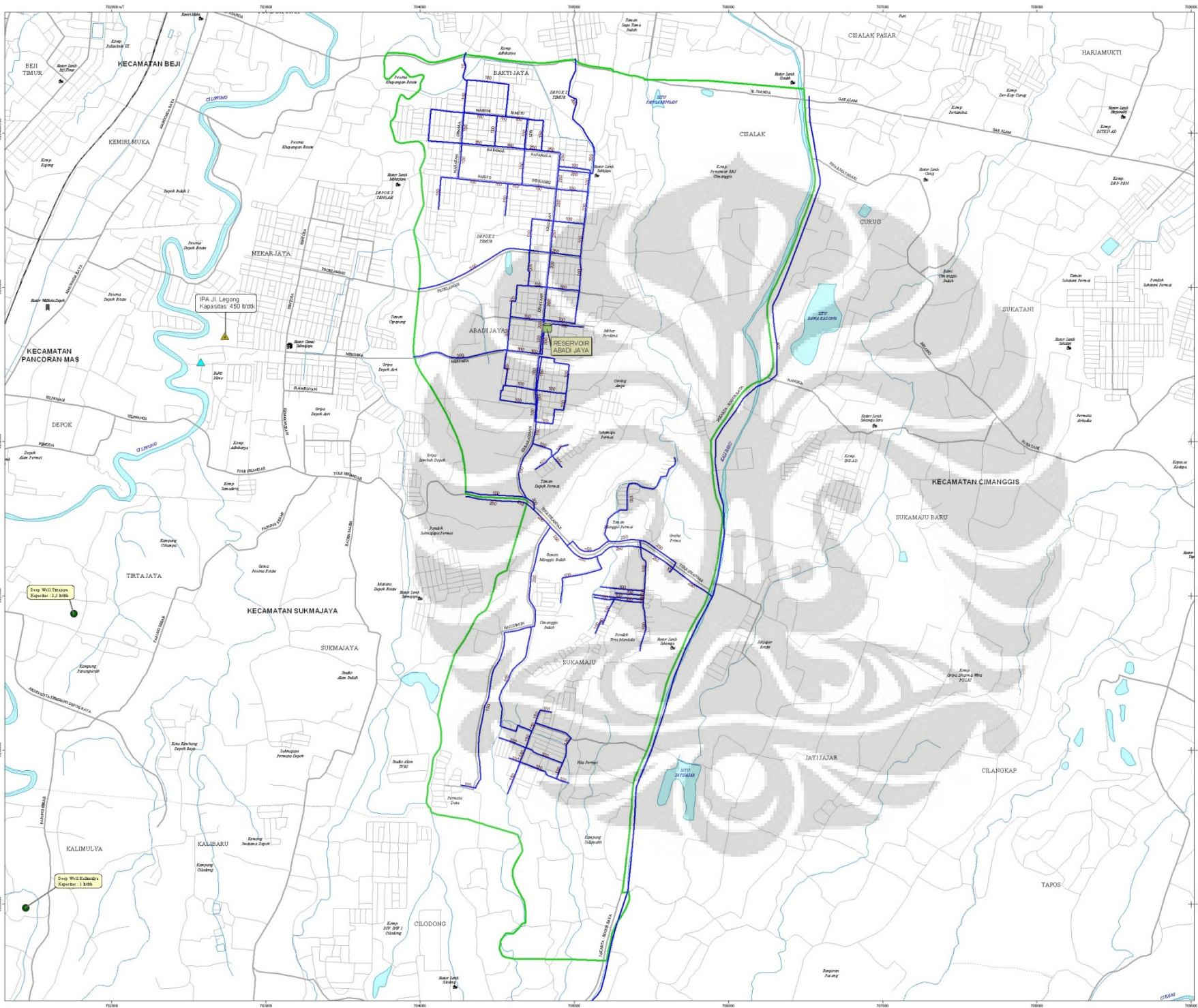


PT. LEMTEK KONSULTAN INDONESIA  
Jl. Sekeloa Raya No. 4 Jakarta 14430 Telp. (021) 7700431  
Fax. (021) 5112524 e-mail : lemteki@emtek.com

Inset Peta :



Sumber:  
Peta Digital Kabupaten Jawa 1:10.000, © AECOSURATANAL, 2000.  
Peta Jaringan Distribusi Air Bersih RAB. BODOP.  
Survey Lapangan, 2007



Evaluasi dan Pengembangan..., Garry Rizkiandy Putra, FT UI, 2010





**Lampiran B**  
**Pengembangan Sistem Jaringan Distribusi Air**  
**Minum PDAM Kota Depok Cabang 3**  
**Kecamatan Sukmajaya**

Tabel 1 Proyeksi Penduduk Metode Aritmatika

Tahun	2001	2002	2003	2004	2005
Jumlah Penduduk	278,080	285,928	297,098	302311	307,753
Tahun	2006	2007	2008	2009	2010
Jumlah Penduduk	314,147	342,447	350331	360652.6	370974.1
Tahun	2011	2012	2013	2014	2015
Jumlah Penduduk	381295.7143	391617.2857	401938.8571	412260.4	422582
Tahun	2016	2017	2018	2019	2020
Jumlah Penduduk	432903.5714	443225.1429	453546.7143	463868.3	474189.9
Tahun	2021	2022	2023	2024	2025
Jumlah Penduduk	484511.4286	494833	505154.5714	515476.1	525797.7
Tahun	2026	2027	2028	2029	2030
Jumlah Penduduk	536119.2857	546440.8571	556762.4286	567084	577405.6

Tabel 2 Proyeksi Penduduk Metode Geometrik

Tahun	2001	2002	2003	2004	2005
Jumlah Penduduk	278,080	285,928	297,098	302311	307,753
Tahun	2006	2007	2008	2009	2010
Jumlah Penduduk	314,147	342,447	350331	362083.2	374229.7
Tahun	2011	2012	2013	2014	2015
Jumlah Penduduk	386783.6106	399758.6729	413168.9972	427029.2	441354.3
Tahun	2016	2017	2018	2019	2020
Jumlah Penduduk	456160.0216	471462.3884	487278.0892	503624.3	520519
Tahun	2021	2022	2023	2024	2025
Jumlah Penduduk	537980.3064	556027.4206	574679.9441	593958.2	613883.1
Tahun	2026	2027	2028	2029	2030
Jumlah Penduduk	634476.4914	655760.6715	677758.8516	700495	723993.8

Tabel 3 Proyeksi Penduduk Metode Decreasing Rate Of Increase

Tahun	2001	2002	2003	2004	2005
Jumlah Penduduk	278,080	285,928	297,098	302311	307,753
Tahun	2006	2007	2008	2009	2010
Jumlah Penduduk	314,147	342,447	350331	371155.9	396546.9
Tahun	2011	2012	2013	2014	2015
Jumlah Penduduk	427504.9431	465250.7776	511272.6379	567385.1	635800.6
Tahun	2016	2017	2018	2019	2020
Jumlah Penduduk	719216.6307	820922.1964	944927.3851	1096122	1280466
Tahun	2021	2022	2023	2024	2025
Jumlah Penduduk	1505229.249	1779273.318	2113403.376	2520794	3017507
Tahun	2026	2027	2028	2029	2030
Jumlah Penduduk	3623128.057	4361535.552	5261843.81	6359551	7697937



Tabel 4 Kebutuhan Air Penduduk

Tahun	Jumlah Penduduk (Aritm)	% Terlayani	Penduduk Terlayani	Kebutuhan Air (L/Jiwa/Hari)	Kebutuhan Air (L/Hari)	Kebutuhan Air (M3/Hari)
2008	350331	0.16	56052.96	100	5605296	5605.296
2009	360653	0.176	63474.85257	100	6347485.257	6347.485257
2010	370974	0.192	71227.03543	100	7122703.543	7122.703543
2011	381296	0.208	79309.50857	120	9517141.029	9517.141029
2012	391617	0.224	87722.272	120	10526672.64	10526.67264
2013	401939	0.24	96465.32571	120	11575839.09	11575.83909
2014	412260	0.256	105538.6697	120	12664640.37	12664.64037
2015	422582	0.272	114942.304	120	13793076.48	13793.07648
2016	432904	0.288	124676.2286	120	14961147.43	14961.14743
2017	443225	0.304	134740.4434	120	16168853.21	16168.85321
2018	453547	0.32	145134.9486	120	17416193.83	17416.19383
2019	463868	0.336	155859.744	120	18703169.28	18703.16928
2020	474190	0.352	166914.8297	120	20029779.57	20029.77957
2021	484511	0.368	178300.2057	130	23179026.74	23179.02674
2022	494833	0.384	190015.872	130	24702063.36	24702.06336
2023	505155	0.4	202061.8286	130	26268037.71	26268.03771
2024	515476	0.416	214438.0754	130	27876949.81	27876.94981
2025	525798	0.432	227144.6126	130	29528799.63	29528.79963
2026	536119	0.448	240181.44	130	31223587.2	31223.5872
2027	546441	0.464	253548.5577	130	32961312.5	32961.3125
2028	556762	0.48	267245.9657	130	34741975.54	34741.97554
2029	567084	0.496	281273.664	130	36565576.32	36565.57632
2030	577406	0.512	295631.6526	130	38432114.83	38432.11483

Tabel 5 Kebutuhan Air Gereja Protestan

Tahun	Gereja Protestan	Kebutuhan Air (M3/Unit/Hari)	Kebutuhan Air (M3/Hari)
2001	44	1.5	66
2002	44	1.5	66
2003	45	1.5	68
2004	45	1.5	68
2005	45	1.5	68
2006	45	1.5	68
2007	46	1.5	69
2008	46	1.5	69
2009	46	1.5	70
2010	48	1.5	72
2011	49	1.5	74
2012	50	1.5	76
2013	52	1.5	78
2014	53	1.5	80
2015	54	1.5	82
2016	56	1.5	84
2017	57	1.5	86
2018	58	1.5	88
2019	60	1.5	90
2020	61	1.5	92
2021	62	1.5	94
2022	64	1.5	96
2023	65	1.5	98
2024	66	1.5	100
2025	68	1.5	102
2026	69	1.5	104
2027	70	1.5	106
2028	72	1.5	108
2029	73	1.5	110
2030	74	1.5	112

Tabel 6 Kebutuhan Air Mushola

Tahun	Mushola	Kebutuhan Air (m <sup>3</sup> /Unit/Hari)	Kebutuhan Air (m <sup>3</sup> /Hari)
2001	198	2	396
2002	200	2	400
2003	206	2	412
2004	206	2	412
2005	206	2	412
2006	206	2	412
2007	206	2	412
2008	206	2	412
2009	211	2	422
2010	217	2	434
2011	223	2	447
2012	229	2	459
2013	235	2	471
2014	241	2	483
2015	247	2	495
2016	253	2	507
2017	260	2	519
2018	266	2	531
2019	272	2	543
2020	278	2	555
2021	284	2	567
2022	290	2	580
2023	296	2	592
2024	302	2	604
2025	308	2	616
2026	314	2	628
2027	320	2	640
2028	326	2	652
2029	332	2	664
2030	338	2	676

Tabel 7 Kebutuhan Air Gereja Katolik

Tahun	Gereja Katolik	Kebutuhan Air (m <sup>3</sup> /Unit/Hari)	Kebutuhan Air (m <sup>3</sup> /Hari)
2001	8	1.5	12
2002	10	1.5	15
2003	10	1.5	15
2004	13	1.5	20
2005	15	1.5	23
2006	15	1.5	23
2007	16	1.5	24
2008	16	1.5	24
2009	16	1.5	23
2010	16	1.5	24
2011	16	1.5	25
2012	17	1.5	25
2013	17	1.5	26
2014	18	1.5	26
2015	18	1.5	27
2016	18	1.5	28
2017	19	1.5	28
2018	19	1.5	29
2019	20	1.5	29
2020	20	1.5	30
2021	20	1.5	31
2022	21	1.5	31
2023	21	1.5	32
2024	22	1.5	32
2025	22	1.5	33
2026	22	1.5	34
2027	22	1.5	33
2028	23	1.5	35
2029	23	1.5	35
2030	23	1.5	35



Tabel 8 Kebutuhan Air Pura

Tahun	Pura	Kebutuhan Air (m <sup>3</sup> /Unit/Hari)	Kebutuhan Air (m <sup>3</sup> /Hari)
2001	0	1.5	0
2002	0	1.5	0
2003	1	1.5	1.5
2004	1	1.5	1.5
2005	1	1.5	1.5
2006	1	1.5	1.5
2007	1	1.5	1.5
2008	1	1.5	1.5
2009	1	1.5	1.3
2010	1	1.5	1.4
2011	1	1.5	1.4
2012	1	1.5	1.4
2013	1	1.5	1.5
2014	1	1.5	1.5
2015	1	1.5	1.6
2016	1	1.5	1.6
2017	1	1.5	1.6
2018	1	1.5	1.7
2019	1	1.5	1.7
2020	1	1.5	1.7
2021	1	1.5	1.8
2022	1	1.5	1.8
2023	1	1.5	1.9
2024	1	1.5	1.9
2025	1	1.5	1.9
2026	1	1.5	2.0
2027	1	1.5	2.0
2028	1	1.5	2.0
2029	1	1.5	2.1
2030	1	1.5	2.1

Tabel 9 Kebutuhan Air Masjid

Tahun	Masjid	Kebutuhan Air (m <sup>3</sup> /Unit/Hari)	Kebutuhan Air (m <sup>3</sup> /Hari)
2001	135	3	405
2002	136	3	408
2003	137	3	411
2004	138	3	414
2005	138	3	414
2006	138	3	414
2007	144	3	432
2008	144	3	432
2009	144	3	432
2010	147	3	442
2011	152	3	455
2012	156	3	467
2013	160	3	479
2014	164	3	492
2015	168	3	504
2016	172	3	516
2017	176	3	529
2018	180	3	541
2019	184	3	553
2020	189	3	566
2021	193	3	578
2022	197	3	590
2023	201	3	603
2024	205	3	615
2025	209	3	627
2026	213	3	639
2027	217	3	652
2028	221	3	664
2029	225	3	676
2030	230	3	689

Tabel 10 Kebutuhan Air Wihara

Tahun	Wihara	Kebutuhan Air (m <sup>3</sup> /Unit/Hari)	Kebutuhan Air (m <sup>3</sup> /Hari)
2001	1	1.5	1.5
2002	2	1.5	3
2003	2	1.5	3
2004	2	1.5	3
2005	2	1.5	3
2006	2	1.5	3
2007	2	1.5	3
2008	2	1.5	3
2009	2	1.5	3.088387023
2010	2	1.5	3.176774047
2011	2	1.5	3.26516107
2012	2	1.5	3.353548093
2013	2	1.5	3.441935117
2014	2	1.5	3.53032214
2015	2	1.5	3.618709164
2016	2	1.5	3.707096187
2017	3	1.5	3.79548321
2018	3	1.5	3.883870234
2019	3	1.5	3.972257257
2020	3	1.5	4.06064428
2021	3	1.5	4.149031304
2022	3	1.5	4.237418327
2023	3	1.5	4.325805351
2024	3	1.5	4.414192374
2025	3	1.5	4.502579397
2026	3	1.5	4.590966421
2027	3	1.5	4.679353444
2028	3	1.5	4.767740467
2029	3	1.5	4.856127491
2030	3	1.5	4.944514514

Tabel 11 Kebutuhan Air SD

Tahun	SD	Kebutuhan Air (m <sup>3</sup> /Unit/Hari)	Kebutuhan Air (m <sup>3</sup> /Hari)
2001	50	0.4	20
2002	55	0.4	22
2003	65	0.4	26
2004	80	0.4	32
2005	80	0.4	32
2006	81	0.4	32.4
2007	91	0.4	36.4
2008	91	0.4	36.4
2009	92	0.4	36.63846731
2010	94	0.4	37.51202573
2011	96	0.4	38.38558414
2012	98	0.4	39.25914256
2013	100	0.4	40.13270097
2014	103	0.4	41.00625939
2015	105	0.4	41.8798178
2016	107	0.4	42.75337622
2017	109	0.4	43.62693463
2018	111	0.4	44.50049304
2019	113	0.4	45.37405146
2020	116	0.4	46.24760987
2021	118	0.4	47.12116829
2022	120	0.4	47.9947267
2023	122	0.4	48.86828512
2024	122	0.4	48.8
2025	122	0.4	48.8
2026	122	0.4	48.8
2027	123	0.4	49.2
2028	123	0.4	49.2
2029	123	0.4	49.2
2030	123	0.4	49.2

Tabel 12 Kebutuhan Air SMA

Tahun	SMA	Kebutuhan Air (m <sup>3</sup> /Unit/Hari)	Kebutuhan Air (m <sup>3</sup> /Hari)
2001	25	0.8	20
2002	25	0.8	20
2003	27	0.8	21.6
2004	30	0.8	24
2005	31	0.8	24.8
2006	31	0.8	24.8
2007	32	0.8	25.6
2008	32	0.8	25.6
2009	32	0.8	25.35941764
2010	33	0.8	26.04589019
2011	33	0.8	26.73236274
2012	34	0.8	27.41883529
2013	35	0.8	28.10530784
2014	36	0.8	28.79178039
2015	37	0.8	29.47825293
2016	38	0.8	30.16472548
2017	39	0.8	30.85119803
2018	39	0.8	31.53767058
2019	40	0.8	32.22414313
2020	41	0.8	32.91061567
2021	42	0.8	33.59708822
2022	43	0.8	34.28356077
2023	44	0.8	34.97003332
2024	45	0.8	35.65650587
2025	45	0.8	36.34297842
2026	46	0.8	37.02945096
2027	47	0.8	37.71592351
2028	48	0.8	38.40239606
2029	48	0.8	38.4
2030	48	0.8	38.4

Tabel 13 Kebutuhan Air SMP

Tahun	SMP	Kebutuhan Air (m <sup>3</sup> /Unit/Hari)	Kebutuhan Air (m <sup>3</sup> /Hari)
2001	18	0.5	9
2002	18	0.5	9
2003	24	0.5	12
2004	26	0.5	13
2005	31	0.5	15.5
2006	32	0.5	16
2007	33	0.5	16.5
2008	33	0.5	16.5
2009	33	0.5	16.60470167
2010	34	0.5	17.00060188
2011	35	0.5	17.39650209
2012	36	0.5	17.7924023
2013	36	0.5	18.18830251
2014	37	0.5	18.58420272
2015	38	0.5	18.98010292
2016	39	0.5	19.37600313
2017	40	0.5	19.77190334
2018	40	0.5	20.16780355
2019	41	0.5	20.56370376
2020	42	0.5	20.95960397
2021	43	0.5	21.35550418
2022	44	0.5	21.75140439
2023	44	0.5	22.1473046
2024	44	0.5	22
2025	45	0.5	22.5
2026	45	0.5	22.5
2027	45	0.5	22.5
2028	46	0.5	23
2029	46	0.5	23
2030	46	0.5	23

Tabel 14 Kebutuhan Air TK

Tahun	TK	Kebutuhan Air (m <sup>3</sup> /Unit/Hari)	Kebutuhan Air (m <sup>3</sup> /Hari)
2001	68	0.2	13.6
2002	68	0.2	13.6
2003	68	0.2	13.6
2004	69	0.2	13.8
2005	70	0.2	14
2006	70	0.2	14
2007	71	0.2	14.2
2008	71	0.2	14.2
2009	71	0.2	14.28378998
2010	73	0.2	14.69257997
2011	76	0.2	15.10136995
2012	78	0.2	15.51015993
2013	80	0.2	15.91894992
2014	82	0.2	16.3277399
2015	84	0.2	16.73652988
2016	86	0.2	17.14531986
2017	88	0.2	17.55410985
2018	90	0.2	17.96289983
2019	92	0.2	18.37168981
2020	94	0.2	18.7804798
2021	96	0.2	19.18926978
2022	98	0.2	19.59805976
2023	100	0.2	20.00684975
2024	102	0.2	20.41563973
2025	104	0.2	20.82442971
2026	106	0.2	21.2332197
2027	108	0.2	21.64200968
2028	110	0.2	22.05079966
2029	112	0.2	22.45958965
2030	114	0.2	22.86837963



Tabel 15 Kebutuhan Air Rumah Sakit

Tahun	Rumah Sakit	Kebutuhan Air (m <sup>3</sup> /Unit/Hari)	Kebutuhan Air (m <sup>3</sup> /Hari)
2001	15	6	90
2002	16	6	96
2003	16	6	96
2004	18	6	108
2005	19	6	114
2006	22	6	132
2007	25	6	150
2008	26	6	156
2009	26	6	155.9110973
2010	27	6	159.380288
2011	27	6	162.8494787
2012	28	6	166.3186693
2013	28	6	169.78786
2014	29	6	173.2570507
2015	29	6	176.7262413
2016	30	6	180.195432
2017	31	6	183.6646227
2018	31	6	187.1338133
2019	32	6	190.603004
2020	32	6	194.0721947
2021	32	6	192
2022	33	6	198
2023	33	6	198
2024	33	6	198
2025	34	6	204
2026	34	6	204
2027	34	6	204
2028	34	6	204
2029	34	6	204
2030	34	6	204

Tabel 16 Kebutuhan Air Puskesmas

Tahun	Puskesmas	Kebutuhan Air (m <sup>3</sup> /Unit/Hari)	Kebutuhan Air (m <sup>3</sup> /Hari)
2001	1	3	3
2002	1	3	3
2003	2	3	6
2004	2	3	6
2005	3	3	9
2006	3	3	9
2007	3	3	9
2008	3	3	9
2009	3	3	7.54548321
2010	3	3	7.744354013
2011	3	3	7.943224816
2012	3	3	8.142095618
2013	3	3	8.340966421
2014	3	3	8.539837223
2015	3	3	8.738708026
2016	3	3	8.937578829
2017	3	3	9.136449631
2018	3	3	9.335320434
2019	3	3	9.534191236
2020	3	3	9.733062039
2021	3	3	9.931932841
2022	3	3	10.13080364
2023	3	3	10.32967445
2024	4	3	10.52854525
2025	4	3	10.72741605
2026	4	3	10.92628685
2027	4	3	11.12515766
2028	4	3	12
2029	4	3	12
2030	4	3	12

Tabel 17 Kebutuhan Air Kantor

Tahun	Kantor	Kebutuhan Air (m <sup>3</sup> /Unit/Hari)	Kebutuhan Air (m <sup>3</sup> /Hari)
2001	154	1.5	161.7
2002	187	1.5	196.35
2003	240	1.5	252
2004	244	1.5	256.2
2005	251	1.5	263.55
2006	254	1.5	266.7
2007	260	1.5	273
2008	265	1.5	278.25
2009	266	1.5	279.3345468
2010	273	1.5	286.5077062
2011	280	1.5	293.6808656
2012	287	1.5	300.8540249
2013	293	1.5	308.0271843
2014	300	1.5	315.2003437
2015	307	1.5	322.373503
2016	314	1.5	329.5466624
2017	321	1.5	336.7198218
2018	328	1.5	343.8929811
2019	334	1.5	351.0661405
2020	341	1.5	358.2392999
2021	348	1.5	365.4124592
2022	355	1.5	372.5856186
2023	362	1.5	379.7587779
2024	369	1.5	386.9319373
2025	375	1.5	394.1050967
2026	382	1.5	401.278256
2027	383	1.5	402.15
2028	385	1.5	404.25
2029	387	1.5	406.35
2030	388	1.5	407.4

Tabel 18 Kebutuhan Air Industri

Tahun	Tempat Industri	Kebutuhan Air (L/Unit/Hari)	Kebutuhan Air (L/Hari)	Kebutuhan Air (m <sup>3</sup> /Hari)
2001	12	8800	105600	73.9
2002	25	8800	220000	154.0
2003	40	8800	352000	246.4
2004	41	8800	360800	252.6
2005	41	8800	360800	252.6
2006	43	8800	378400	264.9
2007	45	8800	396000	277.2
2008	45	8800	396000	277.2
2009	45	8800	393482.9763	275.4
2010	46	8800	403853.7204	282.7
2011	47	8800	414224.4645	290.0
2012	48	8800	424595.2085	297.2
2013	49	8800	434965.9526	304.5
2014	51	8800	445336.6967	311.7
2015	52	8800	455707.4408	319.0
2016	53	8800	466078.1848	326.3
2017	54	8800	476448.9289	333.5
2018	55	8800	486819.673	340.8
2019	56	8800	497190.4171	348.0
2020	58	8800	507561.1611	355.3
2021	59	8800	517931.9052	362.6
2022	60	8800	528302.6493	369.8
2023	61	8800	538673.3934	377.1
2024	62	8800	549044.1374	384.3
2025	64	8800	559414.8815	391.6
2026	65	8800	569785.6256	398.8
2027	66	8800	580156.3697	406.1
2028	66	8800	580800	406.6
2029	67	8800	589600	412.7
2030	67	8800	589600	412.7

Tabel 19 Kebutuhan Air Toko

Tahun	Toko	Kebutuhan Air (m <sup>3</sup> /Unit/Hari)	Kebutuhan Air (m <sup>3</sup> /Hari)
2001	12	1.2	10
2002	12	1.2	10
2003	14	1.2	12
2004	15	1.2	13
2005	17	1.2	14
2006	19	1.2	16
2007	22	1.2	18
2008	23	1.2	19
2009	23	1.2	19
2010	23	1.2	19
2011	24	1.2	20
2012	24	1.2	20
2013	25	1.2	21
2014	25	1.2	21
2015	26	1.2	22
2016	26	1.2	22
2017	27	1.2	22
2018	27	1.2	23
2019	28	1.2	23
2020	28	1.2	24
2021	29	1.2	24
2022	29	1.2	24
2023	29	1.2	24
2024	29	1.2	24
2025	30	1.2	25
2026	30	1.2	25
2027	30	1.2	25
2028	30	1.2	25
2029	30	1.2	25
2030	30	1.2	25

Tabel 20 Kebutuhan Air Pasar

Tahun	Pasar	Kebutuhan Air (m <sup>3</sup> /Unit/Hari)	Kebutuhan Air (m <sup>3</sup> /Hari)
2001	4	5	14
2002	4	5	14
2003	4	5	14
2004	4	5	14
2005	4	5	14
2006	5	5	17.5
2007	7	5	24.5
2008	7	5	24.5
2009	7	5	23.17150067
2010	7	5	23.68709164
2011	7	5	24.20268261
2012	7	5	24.71827358
2013	7	5	25.23386455
2014	7	5	25.74945551
2015	8	5	26.26504648
2016	8	5	26.78063745
2017	8	5	27.29622842
2018	8	5	27.81181939
2019	8	5	28.32741036
2020	8	5	28.84300133
2021	8	5	28
2022	8	5	28
2023	9	5	31.5
2024	9	5	31.5
2025	9	5	31.5
2026	9	5	31.5
2027	9	5	31.5
2028	9	5	31.5
2029	9	5	31.5
2030	9	5	31.5

Tabel 21 Kebutuhan Air Hotel

Tahun	Hotel	Kebutuhan Air (m <sup>3</sup> /Unit/Hari)	Kebutuhan Air (m <sup>3</sup> /Hari)
2001	1	0.3	0
2002	2	0.3	0
2003	4	0.3	1
2004	8	0.3	2
2005	16	0.3	3
2006	21	0.3	4
2007	21	0.3	4
2008	22	0.3	5
2009	22	0.3	5
2010	22	0.3	5
2011	22	0.3	5
2012	22	0.3	5
2013	23	0.3	5
2014	23	0.3	5
2015	23	0.3	5
2016	23	0.3	5
2017	23	0.3	5
2018	23	0.3	5
2019	24	0.3	5
2020	24	0.3	5
2021	24	0.3	5
2022	24	0.3	5
2023	24	0.3	5
2024	24	0.3	5
2025	25	0.3	5
2026	25	0.3	5
2027	25	0.3	5
2028	25	0.3	5
2029	25	0.3	5
2030	25	0.3	5



Tabel 22 Rekapitulasi Kebutuhan Air

Tahun	Kebutuhan Air Bersih (M3/Day)									Total Kebutuhan Air	Faktor Peak	Total Kebutuhan Air
	Pemukiman	Ibadah	Pendidikan	Kesehatan	Kantor	Industri	Toko	Pasar	Hotel	(M3/Day)		(L/S)
2011	5605	616	44	65.1	161.7	74	10	14	0	6590	2.5	191
2012	6347	624	45	69.3	196.35	154	10	14	0	7461	2.5	216
2013	7123	637	51	71.4	252	246	12	14	1	8407	2.5	243
2014	9517	642	58	79.8	256.2	253	13	14	2	10834	2.5	313
2015	10527	644	60	86.1	263.55	253	14	14	3	11865	2.5	343
2016	11576	644	61	98.7	266.7	265	16	17.5	4	12949	2.5	375
2017	12665	659	65	111.3	273	277	18	24.5	4	14097	2.5	408
2018	13793	659	65	115.5	278	277	19	24.5	5	15236	2.5	441
2019	14961	666	65	114	279	275	19	23	5	16408	2.5	475
2020	16169	684	67	117	287	283	19	24	5	17653	2.5	511
2021	17416	703	68	120	294	290	20	24	5	18939	2.5	548
2022	18703	722	70	122	301	297	20	25	5	20265	2.5	586
2023	20030	741	72	125	308	304	21	25	5	21630	2.5	626
2024	23179	760	73	127	315	312	21	26	5	24818	2.5	718
2025	24702	779	75	130	322	319	22	26	5	26380	2.5	763
2026	26268	798	77	132	330	326	22	27	5	27984	2.5	810
2027	27877	817	78	135	337	334	22	27	5	29632	2.5	857
2028	29529	836	80	138	344	341	23	28	5	31322	2.5	906
2029	31224	855	82	140	351	348	23	28	5	33056	2.5	956
2030	32961	874	83	143	358	355	24	29	5	34832	2.5	1008

