



**ANALISA KINERJA SISTEM DISTRIBUSI AIR BERSIH PDAM  
KECAMATAN BANYUMANIK DI PERUMNAS BANYUMANIK  
(Studi Kasus Perumnas Banyumanik Kel. Srandol Wetan)**

**TESIS**

Disusun Dalam Rangka Memenuhi Salah Satu Persyaratan  
Menyelesaikan Program Magister Teknik Sipil  
Universitas Diponegoro Semarang

Oleh :

**Dian Vitta Agustina**  
NIM. L4A 004 035

**PROGRAM PASCA SARJANA  
MAGISTER TEKNIK SIPIL - UNIVERSITAS DIPONEGORO  
MANAJEMEN DAN REKAYASA INFRASTRUKTUR  
SEMARANG  
2007**

## ABSTRAK

### ANALISA KINERJA JARINGAN SISTEM DISTRIBUSI AIR BERSIH PDAM BANYUMANIK DI KELURAHAN SRONDOL WETAN PERUMNAS BANYUMANIK

*Air bersih merupakan kebutuhan dasar bagi manusia sehingga menjadi hal yang wajar jika sektor air bersih mendapat prioritas dalam penanganan dan pemenuhannya. PDAM sebagai perusahaan daerah pengelola air bersih seharusnya mampu untuk memenuhi kebutuhan tersebut. Dengan sistem pengolahan dan sistem jaringan perpipaan yang ada, PDAM diharapkan mampu untuk memenuhi kebutuhan air bersih masyarakat baik secara kuantitas, kualitas dan kontinuitas.*

*Tujuan penelitian ini untuk mengetahui kinerja jaringan distribusi, dilokasi yang dikelola oleh PDAM Banyumanik, tepatnya di Kelurahan Spondol Wetan, Perumnas Banyumanik dengan menganalisis kemampuan jaringan dalam memenuhi kebutuhan minimum pelanggan meliputi debit, tekanan, kontinuitas dan mengetahui kepuasan pelanggan terhadap kinerja PDAM.*

*Metode yang digunakan adalah dengan menganalisa kinerja sistem distribusi terhadap keandalan (reliability), kelentingan (resiliency) dan kerawanan (vulnerability), dan kepuasan pelanggan dianalisa dengan penyebaran kuesioner terhadap pelanggan PDAM, sedangkan analisis tekanan dan kontinuitas dilakukan dengan pencatatan tekanan dan meter air dilapangan yang hasil pengukuran dibandingkan dengan analisa teoritis dan program Epanet sebagai kontrol.*

*Berdasarkan survei yang dilakukan terhadap aspek kualitas fisik air (rasa, warna dan bau) lebih dari 40% warga menyatakan air yang diterima cukup layak, dari analisa terhadap pencatatan meteran air dapat diketahui bahwa sampai saat ini PDAM belum mampu untuk memenuhi kebutuhan pelanggan dimana tingkat keandalan hanya 32,99% (berdasarkan kebutuhan standar DPU 170 l/o/hari) dan 39,18% berdasarkan kebutuhan nyata, dan terjadi kejadian gagal 8,10 bulan dan 6,73bulan. Berdasarkan pencatatan tekanan air dilapangan, tekanan terendah 0,41m dan tertinggi 13,61m, dibandingkan program Epanet tekanan terendah 5,14m dan tertinggi 24,68 m. Untuk pengaliran air bersih masih dilakukan secara bergilir antara 1 sampai 2 hari sekali dan pada jam – jam tertentu disetiap hari Senin, Rabu, Jumat dan Minggu pada pagi hari untuk jalan Rasamala, setiap hari Rabu dan Jumat pada sore hari untuk Gaharu, setiap hari pada sore hari untuk pengaliran jalan Kruing, hal ini menjadi faktor penilaian pelanggan dimana 38 % dari pelanggan menyatakan tidak puas bahkan 40 % menyatakan sangat tidak memuaskan terhadap kinerja PDAM.*

*Dari hasil penelitian ini bahwa kinerja jaringan distribusi dan pelayanan PDAM di Kelurahan Spondol Wetan belum memenuhi standar secara kuantitas dan kontinuitas.*

**Kata kunci: Debit, Kualitas, Kuantitas, Kontinuitas**

**Performance Analysis  
On The Water Distribution System of PDAM Banyumanik in Sron dol Wetan  
District – Perumnas Banyumanik**

*Water is one of the basic requirement for humanbeing. It makes water gets the first priority in handling and accomplishing in human activities. PDAM has a local company of water management should be able to supply its customer needs. By the existing management and network system, PDAM is expected to supply water needs to the customers well. Both in quantity and quality aspect of water and also for its continuity.*

*This research is purposed to know the distribution network performance in the location managed by PDAM Banyumanik, especially in Sron dol Wetan District – Perumnas Banyumanik. By analyzing, its network capability in fulfill the customer’s minimum need include debit, pressure and continuity, we know whether the customers satisfy or not with the PDAM Banyumanik performance.*

*The research method used is by analyzing the distribution network performance to its reliability, resiliency and vulnerability. And customer satisfaction is analysed by spreading quessionnaire to the PDAM Banyumanik customers wich located in Sron dol Wetan District–Perumnas Banyumanik. To analyse water pressure and continuity we recorded the pressure and water debit. And the measurement result is compared with the theory as Epanet program as the control.*

*Based on the survey done which is conducted to water physical quality aspect (i.e. taste, color and smell), more than 40% customers state that the water they accepted is enough. On the contrary, from the analyzation to the record of water debit we can conclude that actually PDAM can’t able to meet the basic customers need, which is reliability level is only 32,99% (based on the standard requirements of DPU = 170 l/men/days) and 39,18% based on the real need. There is 9 months and 7 months for failure.*

*Based on the recording of water pressure in the field, the lowest pressure is 0,41m and the highest is 13,61m. Compare to the Epanet program, the lowest pressure is 5,14m and the highest is 24,68m. The water is distributed once in 1 to 2 days and it is done in certain hours. Every morning of Monday, Wednesday, Friday and Sunday for Rasamala Street; Wednesday and Friday evening for Gaharu and every evening for Kruing. There is 38% customers state unsatisfied to PDAM performance and 40% customers state extremely unsatisfied to it.*

*The result of this research is that the performance of distribution network and PDAM services in Sron dol Wetan District doesn’t meet the quantity dan continuity standard distribution of water.*

**Keyword: debit, quality, quantity, continuity**

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
ABSTRAK.....	iv
ABSTRACT.....	v
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
SURAT – SURAT.....	xiv
<b>BAB I     PENDAHULUAN</b>	
1.1   Latar Belakang.....	I-1
1.2   Maksud dan Tujuan Penelitian.....	I-3
1.3   Ruang Lingkup.....	I-4
1.4   Rumusan Masalah .....	I-5
1.5   Batasan Masalah .....	I-5
1.6   Sistematika Penulisan.....	I-6
<b>BAB II    TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1   Infrastruktur Perkotaan .....	II-1
2.2   Definisi dan Persyaratan Air Bersih .....	II-3
2.2.1   Definisi Air Bersih.....	II-3
2.2.2   Persyaratan dalam Penyediaan Air Bersih.....	II-3
2.2.2.1   Persyaratan Kualitas .....	II-3
2.2.2.2   Persyaratan Kuantitas .....	II-4
2.2.2.3   Persyaratan Kontinuitas .....	II-4
2.2.2.4   Persyaratan Tekanan Air.....	II-5

2.3	Sistem Distribusi dan Sistem Pengaliran Air Bersih .....	II-6
2.3.1	Sistem Distribusi Air Bersih .....	II-6
2.3.2	Sistem Pengaliran Air Bersih .....	II-7
2.4	Kinerja Pengoperasian Jaringan Air Bersih .....	II-10
2.4.1	Keandalan ( <i>Reliability</i> ) .....	II-10
2.4.2	Kelentingan ( <i>Resiliency</i> ) .....	II-10
2.4.3	Kerawanan ( <i>Vulnerability</i> ) .....	II-13
2.5	Konsep Indikator Kinerja Jaringan dan Tingkat Kepuasan Pelanggan .....	II-14
2.6	Tolok Ukur Penilaian Kinerja dalam Penyediaan Air Bersih .....	II-16
2.7	Tolok Ukur Kepuasan dalam Penyediaan Air Bersih .....	II-17
2.8	Analisis Jaringan Pipa Distribusi Air Bersih .....	II-18
2.9	Aplikasi EPANET 2.0 dalam Analisa Jaringan Distribusi Air Bersih .....	II-19
2.9.1	Umum .....	II-19
2.9.2	Kegunaan EPANET 2.0 dalam Analisa Jaringan Distribusi Air Bersih .....	II-20
2.9.3	Input Data dalam EPANET 2.0 .....	II-21
2.10	Dimensi Kualitas Jasa Pelayanan PDAM .....	II-22
2.11	Konsep Kepuasan Pengguna Jasa / Pelanggan .....	II-23
2.12	Pengukuran Kualitas Jasa Pelayanan dalam Penyediaan Air Bersih .....	II-24

### **BAB III GAMBARAN UMUM LOKASI PENELITIAN**

3.1	Letak dan Batas Administratif .....	III-1
3.2	Kondisi Demografi .....	III-2
3.3	Kondisi Fisik Wilayah .....	III-4
3.3.1	Topografi .....	III-4
3.3.2	Klimatologi .....	III-5

3.3.3	Kondisi Umum Pelayanan Distribusi Air Bersih .....	III-5
3.3.3.1	Daerah Pelayanan.....	III-5
3.3.3.2	Jumlah Pelanggan dan Tingkat Pelayanan.....	III-6
3.3.3.3	Sumber Air Baku & Kapasitas Produksi .	III-7

#### **BAB IV METODOLOGI PENELITIAN**

4.1	Jenis Penelitian.....	IV-1
4.2	Pendekatan Studi.....	IV-1
4.3	Kebutuhan Data .....	IV-2
4.4	Teknik Pengumpulan Data.....	IV-4
4.5	Sampling Penelitian .....	IV-5
4.5.1	Teknik Sampling.....	IV-5
4.5.2	Ukuran / Jumlah Sampel.....	IV-5
4.6	Teknik Pengolahan dan Penyajian Data.....	IV-7
4.7	Prosedur Penelitian.....	IV-7
4.8	Metode Penelitian Lapangan .....	IV-8
4.9	Metode Analisa Hasil Penelitian Lapangan .....	IV-9
4.9.1	Analisa Tingkat Pemakaian Air .....	IV-10
4.9.2	Analisa Suplai Air Bersih PDAM.....	IV-10
4.9.3	Analisa Beban Pelayanan Masyarakat Kelurahan Srodol Wetan .....	IV-11
4.9.4	Analisa Jaringan.....	IV-11
4.10	Kerangka Pemikiran.....	IV-13
4.11	Jadwal Pelaksanaan Penelitian .....	IV-16

#### **BAB V DATA DAN PEMBAHASAN**

5.1	Kondisi Umum Responden .....	V-1
5.1.1	Jenis Kelamin Responden .....	V-1
5.1.2	Tingkat Pendidikan Reponden .....	V-2
5.1.3	Pekerjaan Responden.....	V-2
5.1.4	Kondisi Rumah.....	V-3
5.1.5	Jumlah Anggota Keluarga.....	V-3
5.1.6	Sumber Air Bersih .....	V-4

5.1.7	Penggunaan Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) ..	V-5
5.1.8	Penggunaan Rata – Rata Air Bersih .....	V-5
5.1.9	Pendapatan Responden .....	V-6
5.1.10	Pengeluaran Biaya Rekening PDAM .....	V-6
5.1.11	Kualitas Air .....	V-7
5.1.12	Kontinuitas .....	V-9
5.2	Analisa Sistem Berdasarkan Debit .....	V-13
5.3	Analisa Sistem Berdasar Tekanan.....	V-15
5.4	Analisa Sistem Berdasar Faktor Pendukung Kepuasan .....	V-27
5.5	Analisa Sosial ekonomi.....	V-31

## **BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN**

6.1	Kesimpulan .....	VI-1
6.2	Saran .....	VI-3

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

## **SURAT – SURAT**

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Konsumsi Air Berdasarkan Kategori Kota.....	II-4
Tabel 2.2	Skala Penilaian ( <i>Scoring</i> ) Tingkat Kepuasan Pelanggan .....	II-24
Tabel 3.1	Jumlah Penduduk Berdasarkan Latar Belakang Pendidikan...	III-4
Tabel 3.2	Jumlah Penduduk Berdasarkan Mata Pencaharian.....	III-4
Tabel 3.3	Wilayah Pelayanan PDAM Semarang .....	III-6
Tabel 3.4	Daerah Pelayanan PDAM Semarang Selatan .....	III-8
Tabel 4.1	Tabel Kebutuhan Data .....	IV-3
Tabel 5.1	Jenis Kelamin Responden .....	V-1
Tabel 5.2	Tingkat Pendidikan Responden .....	V-2
Tabel 5.3	Pekerjaan Responden .....	V-3
Tabel 5.4	Lama Menempati Rumah.....	V-3
Tabel 5.5	Jumlah Anggota Keluarga.....	V-4
Tabel 5.6	Sumber Air Bersih.....	V-5
Tabel 5.7	Penggunaan Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) .....	V-5
Tabel 5.8	Penggunaan Rata – Rata Air Bersih.....	V-6
Tabel 5.9	Pengeluaran Pembayaran Rekening PDAM.....	V-7
Tabel 5.10	Bau Air PDAM.....	V-7
Tabel 5.11	Rasa Air PDAM.....	V-8
Tabel 5.12	Warna Air PDAM.....	V-9
Tabel 5.13	Kontinuitas Aliran.....	V-10
Tabel 5.14	Debit Lokasi Erwan .....	V-11
Tabel 5.15	Debit Lokasi Suwarsih .....	V-11
Tabel 5.16	Debit Lokasi Mumpuni .....	V-11
Tabel 5.17	Debit Lokasi Waninto .....	V-11
Tabel 5.18	Debit Lokasi Toegiyono .....	V-11
Tabel 5.19	Debit Lokasi yulianto.....	V-11
Tabel 5.20	Debit Lokasi Atmoko .....	V-12
Tabel 5.21	Debit Lokasi Pri H .....	V-12
Tabel 5.22	Debit Lokasi Tri H .....	V-12
Tabel 5.23	Debit Lokasi Didik H.....	V-12

Tabel 5.24	Debit Lokasi Jati.....	V-12
Tabel 5.25	Debit Lokasi Fx. Aji Suseno.....	V-12
Tabel 5.26	Kinerja Pelayanan Jaringan Air Bersih di Perumnas Banyumanik Berdasarkan Kebutuhan Minimal 20,4 m <sup>3</sup> .....	V-14
Tabel 5.27	Kinerja Pelayanan Jaringan Air Bersih di Perumnas Banyumanik Berdasarkan Kebutuhan Nyata.....	V-15
Tabel 5.28	Tekanan Aliran Air PDAM.....	V-15
Tabel 5.29	Tekanan Lokasi Waninto .....	V-17
Tabel 5.30	Tekanan Lokasi Toegiyono.....	V-17
Tabel 5.31	Tekanan Lokasi Yulianto.....	V-17
Tabel 5.32	Tekanan Lokasi Fx. Aji suseno .....	V-17
Tabel 5.33	Tekanan Lokasi Erwan .....	V-17
Tabel 5.34	Tekanan Lokasi Mumpuni.....	V-17
Tabel 5.35	Tekanan Lokasi Didik Hariyadi .....	V-18
Tabel 5.36	Tekanan Lokasi Jati.....	V-18
Tabel 5.37	Tekanan Lokasi Suwarsih.....	V-18
Tabel 5.38	Tekanan Lokasi Atmoko .....	V-18
Tabel 5.39	Tekanan Lokasi Pri H.....	V-18
Tabel 5.40	Tekanan Lokasi Tri H.....	V-18
Tabel 5.41	Pembagian Pengaliran dan Waktu Pengaliran .....	V-19
Tabel 5.42	Rekapitulasi Perbandingan Tekanan pengamatan dan Epanet	V-24
Tabel 5.43	Rekapitulasi Kecepatan hasil Epanet Pada Pipa di Lokasi Pengamatan .....	V-25
Tabel 5.44	Perhitungan Pompa .....	V-27
Tabel 5.45	Tingkat Kepuasan Pelanggan Terhadap Pelayanan Air Bersih	V-27
Tabel 5.46	Overlapping antara aspek kinerja dengan kondisi sosial ekonomi.....	V-31

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Sistem Pengaliran Distribusi Air Bersih .....	II-9
Gambar 3.1	Peta Perumnas Banyumanik Semarang.....	III-2
Gambar 3.2	Peta Daerah Studi.....	III-3
Gambar 4.1	Skema Kerangka Pikir Analisa Sistem Jaringan Air Bersih....	IV-10
Gambar 4.2	Diagram Alir Tahapan Kegiatan Penelitian....	IV-11
Gambar 5.1	Persentase Jenis Kelamin Responden .....	V-1
Gambar 5.2	Tingkat Pendidikan Responden .....	V-2
Gambar 5.3	Persentase Jumlah Anggota Keluarga .....	V-4
Gambar 5.4	Persentase Pendapatan Responden .....	V-6
Gambar 5.5	Skema Sistem Transmisi Jalur .....	V-20
Gambar 5.6	Grafik Regresi Kepuasan Pelanggan.....	V-29

## DAFTAR LAMPIRAN

- a. Hasil Laboratorium Air PDAM
- b. Hasil Analisa SPSS
- c. Analisa Tingkat Kinerja
- d. Gambar
- e. Hasil Epanet
- f. Dokumentasi

## **SURAT – SURAT**

1. Surat Permohonan Pembimbing Tesis
2. Surat Permohonan Data ke BAPPEDA Kota Semarang
3. Surat Permohonan Data ke PDAM Banyumanik Kota Semarang
4. Surat Permohonan Data ke Kantor Kecamatan Banyumanik Kota Semarang
5. Surat Disposisi Bidang Penelitian dan Pengembangan PDAM Kota Semarang
6. Surat Ijin Survey Ke Kepala kelurahan Srandol Wetan
7. Lembar Asistensi

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Air merupakan kebutuhan yang sangat penting bagi kelangsungan hidup manusia; tanpa air tidak akan ada kehidupan di bumi. Tubuh manusia 65%-nya terdiri atas air. Bumi mengandung sejumlah besar air, lebih kurang  $1,4 \times 10^9 \text{ km}^3$ , yang terdiri atas samudera, laut, sungai, danau, gunung es, dan sebagainya. Namun dari sekian banyak air yang terkandung di bumi hanya 3 % yang berupa air tawar yang terdapat dalam sungai, danau, dan air tanah.

Karena pentingnya kebutuhan akan air bersih, maka adalah hal yang wajar jika sektor air bersih mendapatkan prioritas penanganan utama karena menyangkut kehidupan orang banyak. Penanganan akan pemenuhan kebutuhan air bersih dapat dilakukan dengan berbagai cara, disesuaikan dengan sarana dan prasarana yang ada. Di daerah perkotaan, sistem penyediaan air bersih dilakukan dengan sistem perpipaan dan non perpipaan. Sistem perpipaan dikelola oleh Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) dan sistem non perpipaan dikelola oleh masyarakat baik secara individu maupun kelompok.

Kehadiran PDAM dimungkinkan melalui Undang-undang No. 5 tahun 1962 sebagai kesatuan usaha milik Pemda yang memberikan jasa pelayanan dan menyelenggarakan kemanfaatan umum di bidang air minum. PDAM dibutuhkan masyarakat perkotaan untuk mencukupi kebutuhan air bersih yang layak dikonsumsi. Karena air tanah di perkotaan pada umumnya telah tercemar. Penggunaan air tanah secara berlebihan telah menurunkan permukaan air tanah dan intrusi air laut, yang mengakibatkan menurunnya kualitas air tanah. Masyarakat sering mengeluh air yang disalurkan PDAM sering macet, keruh. Masyarakat di beberapa wilayah pelayanan akhirnya hanya menggunakan air PAM untuk mandi dan mencuci. Sedangkan untuk minum dan memasak mereka mengeluarkan uang ekstra untuk membeli AMDK (Air Minum Dalam Kemasan).

Pengelolaan pelayanan air bersih untuk kebutuhan masyarakat Kota Semarang dilaksanakan oleh PDAM Kota Semarang yang merupakan perusahaan milik pemerintah Kota Semarang. Sama dengan PDAM di kota-kota lain di Indonesia, PDAM kota Semarang juga mempunyai masalah yang sama

yaitu tingkat pelayanan (*coverage level*) yang rendah dan tingkat kehilangan air (*uncounted water*) yang tinggi. Tingkat kebocoran Perusahaan Air Minum di Indonesia rata-rata diatas 30%.

Pada kawasan perumahan, kebutuhan akan air bersih membentuk pola tersendiri yang sangat dipengaruhi oleh pertumbuhan penduduk di kawasan perumahan tersebut dan karakteristik masyarakat yang ada, menyangkut tingkat ekonomi, topografi dan kebiasaan sosial masyarakat pada khususnya. Sistem penyediaan air bersih yang dikelola PDAM dalam memperoleh air bersih akan menghasilkan kualitas dan kuantitas pelayanan yang berbeda dari satu kota/kabupaten dengan kota/kabupaten lainnya. Hal ini juga terjadi pada Perumnas Banyumanik yang terdiri dari tiga kelurahan, yaitu Kelurahan Spondol Wetan, Pedalangan dan Padangsari. Dalam penelitian ini akan dilakukan penelitian di Kelurahan Spondol Wetan karena terbatasnya kemampuan peneliti dan luasnya daerah cakupan Perumnas Banyumanik (lebih dari 1000 KK).

Penduduk di Perumnas Banyumanik Kelurahan Spondol Wetan mempunyai tingkat ekonomi dan status sosial yang beragam. Dari perbedaan sistem penyediaan air bersih yang digunakan oleh masyarakat dalam memperoleh air bersih yang 90% persen dari PDAM Banyumanik, didapatkan kualitas dan kuantitas penyediaan air bersih yang berbeda, dikarenakan kinerja tiap sistem sangat dipengaruhi oleh berbagai hal, baik yang bersifat teknis maupun non teknis. Pada sistem penyediaan air bersih dengan perpipaan, kualitas pelayanan tergantung pada kondisi jaringan pipa distribusi air dan kinerja pelayanan. Sedangkan kualitas pelayanan pada sistem penyediaan air bersih non perpipaan tergantung pada kondisi lingkungan alam sekitarnya. Dari hasil survei pendahuluan secara langsung di lokasi daerah layanan PDAM Banyumanik, didapatkan kondisi bahwa debit aliran kecil (kurang mencukupi), tekanan air kurang, aliran berlangsung secara tidak kontinyu atau jam-jam pengaliran sering tidak menentu sehingga sangat merugikan warga perumahan.

Dalam pelaksanaannya, sistem penyediaan air minum di Perumahan Banyumanik belum dapat berjalan dengan lancar. Terdapat beberapa permasalahan yang timbul dalam proses penyediaan air selama ini, yaitu :

- a) Sistem distribusi tidak mampu memenuhi kebutuhan air seluruh pelanggan; yang dapat dilihat dari pasokan air tidak dalam 24 jam. Bahkan menurut survei sementara yang telah dilakukan, air PDAM hanya mengalir dalam 2 hari sekali, dan lama waktu pengaliran maksimal hanya 2 jam.
- b) Debit pengambilan dari sumber air baku tidak bisa maksimal sehingga tidak mampu mencukupi kebutuhan pelanggan.

Disamping permasalahan-permasalahan yang timbul dalam sistem penyediaan air minum, PDAM juga menghadapi tantangan untuk meningkatkan kinerja sistem dalam rangka mengatasi peningkatan konsumsi air masyarakat. Konsumsi air akan selalu mengalami peningkatan seiring dengan pertumbuhan populasi. Pertumbuhan penduduk akan meningkatkan jumlah kebutuhan air secara umum karena bertambahnya konsumsi air. Melihat kondisi dan kenyataan tersebut, perlu adanya perbaikan sistem penyediaan air minum PDAM Banyumanik secara keseluruhan untuk meningkatkan kemampuan pelayanan dalam memenuhi kebutuhan air minum masyarakat.

Untuk mengetahui lebih lanjut mengenai pelayanan PDAM Banyumanik dan bagaimana sebenarnya masyarakat Perumnas Banyumanik menghadapi persoalan ini perlu dilakukan studi tentang kinerja pelayanan penyediaan air bersih. Dengan demikian diharapkan akan dapat diketahui gambaran nyata tentang kondisi penyediaan air bersih termasuk berbagai permasalahannya untuk dapat dicari cara pemecahannya. Disamping itu dapat diketahui adanya kerawanan air bersih yang timbul pada kawasan yang menjadi obyek studi sehingga hal ini akan dapat menjadi bahan evaluasi dan masukan bagi para perencana kota khususnya pihak PDAM dan sebagai bahan pembelajaran masyarakat untuk menyadari manfaat besar dari air bersih.

## **1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian**

Maksud dari penelitian ini adalah untuk menganalisa kinerja sistem distribusi air minum yang telah dilakukan oleh PDAM Banyumanik dalam memenuhi kebutuhan air minum di Perumnas Banyumanik Kelurahan Spondol Wetan dengan jumlah penduduk 19.000 jiwa.

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengidentifikasi pola pemakaian air bersih oleh masyarakat khususnya pada Perumnas Banyumanik Kelurahan Srandol Wetan, mencakup tingkat konsumsi masyarakat dan kebutuhan air bersih
2. Mengevaluasi kinerja sistem penyediaan air bersih yang ada saat ini, khususnya di Perumnas Banyumanik Kelurahan Srandol Wetan, yang meliputi indikator unjuk kerja yaitu keandalan (*reliability*), kelentingan (*resiliency*), serta kerawanan (*vulnerability*)
3. Menganalisa faktor-faktor yang berpengaruh/persyaratan yang harus terpenuhi agar suatu sistem distribusi air bersih dapat berjalan, yang meliputi kapasitas tampungan yang dapat memenuhi kebutuhan masyarakat, debit aliran, kecepatan aliran, dan tekanan
4. Menganalisa kualitas dan kuantitas air bersih yang dihasilkan oleh PDAM, dibandingkan dengan besarnya kebutuhan air bersih masyarakat di lingkungan Perumnas Banyumanik
5. Menganalisa tingkat kepuasan masyarakat terhadap pelayanan air bersih dengan meninjau faktor-faktor yang mempengaruhi

### **1.3 Ruang Lingkup**

Penelitian yang dilakukan untuk mendapatkan hasil analisa terhadap kinerja jaringan, serta tingkat kepuasan masyarakat terhadap sistem distribusi air bersih PDAM Cabang Banyumanik dalam memenuhi kebutuhan air bersih masyarakat Perumnas Banyumanik Kelurahan Srandol Wetan, adalah meliputi beberapa kegiatan sebagai berikut :

1. Analisa kinerja pelayanan sistem jaringan distribusi air bersih yang meliputi indikator unjuk kerja yaitu keandalan (*reliability*), kelentingan (*resiliency*), serta kerawanan (*vulnerability*)
2. Analisa faktor-faktor yang mempengaruhi berjalannya suatu sistem jaringan distribusi air minum, yang meliputi pasokan air di jaringan pipa distribusi air minum yang dapat memenuhi kebutuhan masyarakat, debit aliran, kecepatan aliran, dan kondisi tekanan.
3. Analisa dilakukan dengan pengoperasian program software EPANET 2.0 sebagai alat bantu menganalisa faktor-faktor tersebut

4. Analisa tingkat kepuasan pelanggan terhadap pelayanan sistem jaringan distribusi air bersih PDAM Cabang Banyumanik, yang meliputi faktor kualitas, kuantitas, dan kontinuitas aliran air bersih

#### **1.4 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang serta maksud dan tujuan dari penelitian ini, maka lebih lanjut akan dikaji masalah kinerja jaringan, serta tingkat kepuasan masyarakat terhadap sistem distribusi air bersih PDAM Cabang Banyumanik dalam memenuhi kebutuhan air bersih masyarakat Perumnas Banyumanik Kelurahan Spondol Wetan, yaitu sebagai berikut :

1. Apakah kinerja sistem distribusi air bersih PDAM Cabang Banyumanik telah memenuhi kebutuhan masyarakat khususnya masyarakat Perumnas Banyumanik Kelurahan Spondol Wetan terhadap kebutuhan air bersih?
2. Apakah pelayanan yang diberikan oleh PDAM Cabang Banyumanik telah memberikan pelayanan/hasil kerja yang optimal dalam memenuhi kebutuhan air bersih warga Perumnas Banyumanik Kelurahan Spondol Wetan?
3. Apakah faktor-faktor yang mempengaruhi sistem distribusi air bersih oleh PDAM Cabang Banyumanik saat ini belum dapat berjalan secara optimal?
4. Apakah masyarakat telah puas dengan tingkat pelayanan sistem distribusi air bersih yang ada?
5. Adakah kecenderungan masyarakat terhadap pemilihan sistem penyediaan air bersih yang ada saat ini?

#### **1.5 Batasan Masalah**

Penelitian ini merupakan studi lapangan untuk memperoleh gambaran identifikasi kinerja dari sistem jaringan distribusi air bersih oleh PDAM Cabang Banyumanik dalam memenuhi kebutuhan air bersih masyarakat Perumnas Banyumanik Kelurahan Spondol Wetan.

Untuk menyesuaikan dengan konsentrasi Manajemen dan Rekayasa Infrastruktur, maka penelitian ini memerlukan pembatasan permasalahan, adapun pembatasan permasalahan yang akan dikaji dalam penelitian ini adalah :

1. Penelitian terbatas pada sistem jaringan distribusi air bersih di Perumnas Banyumanik Kelurahan Spondol Wetan, dengan ditunjang secara makro terhadap sistem jaringan air bersih Kecamatan Banyumanik, yang dikelola oleh PDAM Banyumanik
2. Analisa kinerja sistem distribusi air bersih, terutama berdasarkan debit aliran air pada *flow meter* yang ditinjau terhadap indikator unjuk kerja yang meliputi keandalan (*reliability*), kelentingan (*resiliency*), serta kerawanan (*vulnerability*)
3. Besarnya jumlah air yang tercatat pada meter air pelanggan, diasumsikan merupakan kemampuan layanan sistem distribusi air bersih pada Perumnas Banyumanik Kelurahan Spondol Wetan
4. Parameter tekanan air dan kontinuitas aliran merupakan faktor penunjang dalam melengkapi hasil analisa terhadap indikator unjuk kerja jaringan sistem distribusi air bersih terhadap parameter debit aliran air
5. Tingkat kepuasan pelanggan yang dimaksud pada penelitian ini yaitu mengenai kepuasan terhadap pasokan air bersih oleh PDAM Sub Sistem Kecamatan Banyumanik, yang meliputi kualitas, kuantitas, dan kontinuitas
6. Kualitas air bersih pada penelitian ini dibatasi pada bau, rasa, dan warna dari air bersih yang didistribusikan ke pelanggan
7. Kuantitas air bersih yang dimaksud yaitu terpenuhinya kebutuhan setiap pelanggan, yang dalam penelitian ini adalah warga Perumnas Banyumanik Kelurahan Spondol Wetan
8. Kontinuitas aliran air bersih yang dimaksud adalah tercukupinya pasokan air bersih sesuai dengan kebutuhan pelanggan, dan mengalir secara kontinyu selama 24 jam setiap hari

## **1.6 Sistematika Penulisan**

Dalam penelitian ini sistematika penulisan akan disusun menjadi 7 (tujuh) bab saling melengkapi dan saling berhubungan sehingga merupakan satu kesatuan yang utuh. Adapun sistematika penulisan adalah diuraikan sebagai berikut :

**Bab I    Pendahuluan**

Menguraikan yang menjadi latar belakang penelitian, pembatasan dan perumusan masalah, maksud dan tujuan yang ingin dicapai, ruang lingkup, dan sistematika dari penulisan laporan penelitian.

**Bab II    Tinjauan Pustaka**

Bab ini membahas dasar teori tentang peranan sistem air bersih di perkotaan, sistem jaringan distribusi air bersih, indikator unjuk kerja pengoperasian sistem distribusi air bersih, analisa jaringan perpipaan, standar debit aliran air bersih, standar tekanan air, standar kontinuitas aliran, standar kualitas air minum, serta tingkat kepuasan terhadap pelayanan sistem jaringan distribusi air bersih

**Bab III   Gambaran Umum Lokasi Penelitian**

Mendeskripsikan tentang gambaran umum lokasi penelitian, kondisi umum dari lokasi penelitian yang meliputi kependudukan, perekonomian, kondisi topografi, klimatologis, kondisi perumahan, serta fasilitas umum dan sosial yang ada

**Bab IV    Metodologi Penelitian**

Membahas metode penelitian yang berisikan tentang alur pikir penelitian, pembatasan penelitian, populasi dan sampel penelitian, metode pengumpulan data, instrumen penelitian serta pengolahan dan analisis data penelitian.

**Bab V     Data dan Pembahasan**

Memaparkan karakteristik data penelitian, hasil pengolahan data penelitian dan membahas tentang hasil dari penelitian yang dibandingkan dengan studi literatur, untuk mengetahui kondisi yang ada di daerah studi.

**Bab VI    Kesimpulan dan Saran**

Memberikan kesimpulan dari hasil penelitian dan saran-saran yang dianggap perlu untuk meningkatkan kinerja serta tingkat kepuasan pelanggan terhadap sistem distribusi air bersih PDAM Banyumanik

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Infrastruktur Perkotaan

Sistem infrastruktur merupakan pendukung utama fungsi sistem sosial dan ekonomi dalam kehidupan masyarakat. Sistem infrastruktur didefinisikan sebagai fasilitas-fasilitas atau struktur-struktur dasar, peralatan-peralatan, instalasi-instalasi yang dibangun dan yang dibutuhkan untuk berfungsinya sistem sosial dan ekonomi masyarakat (*Grigg, 2000 dalam Kodoatie, 2003, Bab I hal 9*).

Secara lebih spesifik oleh *American Public Works Association (Stone, 1974 dalam Kodoatie, 2003, Bab VII hal. 187)* infrastruktur didefinisikan sebagai fasilitas-fasilitas fisik yang dikembangkan oleh agen-agen publik untuk fungsi pemerintahan dalam penyediaan air, tenaga listrik, pembuangan limbah, transportasi dan pelayanan seimbang untuk memfasilitasi tujuan ekonomi dan sosial.

Dari definisi tersebut infrastruktur dapat dibagi dalam 13 kategori (*Grigg, 1974 dalam Kodoatie, 2003, Bab VII hal. 188*) yang meliputi :

1. Sistem penyediaan air : waduk, penampungan air, transmisi dan distribusi, fasilitas pengelolaan air (*treatment plant*);
2. Sistem pengelolaan air limbah : pengumpul, pengolahan, pembuangan dan daur ulang;
3. Fasilitas pengelolaan limbah (padat);
4. Fasilitas pengendalian banjir, drainase dan irigasi;
5. Fasilitas lintas air dan navigasi;
6. Fasilitas transportasi : jalan rel, bandar udara, termasuk didalamnya adalah tanda-tanda lalu lintas dan fasilitas pengontrol;
7. Sistem transit publik;
8. Sistem kelistrikan : produksi dan distribusi;
9. Fasilitas gas alam;
10. Gedung publik : sekolah, rumah sakit;
11. Fasilitas perumahan publik;
12. Taman kota sebagai daerah resapan, tempat bermain termasuk stadion;
13. Komunikasi.

Tiga belas kategori diatas dapat lebih diperkecil pengelompokannya (Griggs, 1988 dalam Kodoatie, 2003 Bab VI hal. 168) yaitu :

- Grup transportasi (jalan, jalan raya dan jembatan);
- Grup pelayanan transportasi (transit, bandara dan pelabuhan);
- Grup komunikasi;
- Grup keairan (air, air buangan, sistem keairan termasuk jalan air yaitu sungai, saluran terbuka, pipa);
- Grup pengelolaan limbah (sistem pengelolaan limbah padat);
- Grup bangunan;
- Grup distribusi dan produksi energi.

Perancangan masing-masing komponen infrastruktur maupun keseluruhannya harus dilakukan dalam konteks keterpaduan dan menyeluruh. Di Indonesia infrastruktur perkotaan dikembangkan secara terpadu dengan konsep pendekatan pembangunan kota yang dikenal sebagai Program Pembangunan Prasarana Kota Terpadu (P3KT).

Komponen-komponen infrastruktur yang tercakup dalam P3KT dibatasi pada komponen-komponen yang menjadi tanggung jawab Departemen Pekerjaan Umum (Kodoatie,2003, Bab VII hal. 188), yaitu :

1. Perencanaan Kota;
2. Peremajaan Kota;
3. Pembangunan Kota Baru;
4. Jalan Kota;
5. Air Bersih;
6. Drainase;
7. Air Limbah;
8. Persampahan;
9. Pengendalian Banjir;
10. Perumahan;
11. Perbaikan Kampung;
12. Perbaikan Prasarana Kawasan Pasar dan
13. Rumah Sewa.

Infrastruktur perkotaan dapat menjadi faktor penentu kebijakan perkembangan lahan atau suatu kawasan. Sistem jaringan air bersih merupakan salah satu dari infrastruktur perkotaan yang dibuat untuk memenuhi kebutuhan

air bersih penduduk suatu kota. Sehingga dapat dilihat bahwa pemenuhan kebutuhan air bersih memegang peranan penting dalam perkembangan suatu kota. Apabila fasilitas infrastruktur telah terbangun secara benar, dan penyediaan pelayanan umum telah terjamin sesuai dengan rencana yang ditetapkan, maka pola perkembangan masyarakat dapat dikendalikan secara efektif.

## **2.2 Definisi dan Persyaratan Air Bersih**

### **2.2.1 Definisi Air Bersih**

Air bersih adalah air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari dan akan menjadi air minum setelah dimasak terlebih dahulu. Sebagai batasannya, air bersih adalah air yang memenuhi persyaratan bagi sistem penyediaan air minum. Adapun persyaratan yang dimaksud adalah persyaratan dari segi kualitas air yang meliputi kualitas fisik, kimia, biologi dan radiologis, sehingga apabila dikonsumsi tidak menimbulkan efek samping (Ketentuan Umum Permenkes No. 416/Menkes/PER/IX/1990 (Dalam Modul Gambaran Umum Penyediaan dan Pengolahan Air Minum Edisi Maret 2003 hal. 3 dari 41)

### **2.2.2 Persyaratan dalam Penyediaan Air Bersih**

#### **2.2.2.1 Persyaratan Kualitas**

Persyaratan kualitas menggambarkan mutu dari air baku air bersih. Dalam Modul Gambaran Umum Penyediaan dan Pengolahan Air Minum Edisi Maret 2003 hal. 4-5 dinyatakan bahwa persyaratan kualitas air bersih adalah sebagai berikut :

#### **1. Persyaratan fisik**

Secara fisik air bersih harus jernih, tidak berbau dan tidak berasa. Selain itu juga suhu air bersih sebaiknya sama dengan suhu udara atau kurang lebih 25°C, dan apabila terjadi perbedaan maka batas yang diperbolehkan adalah 25°C ± 3°C.

#### **2. Persyaratan kimiawi**

Air bersih tidak boleh mengandung bahan-bahan kimia dalam jumlah yang melampaui batas. Beberapa persyaratan kimia antara lain adalah : pH, total solid, zat organik, CO<sub>2</sub> agresif, kesadahan, kalsium (Ca), besi (Fe), mangan

(Mn), tembaga (Cu), seng (Zn), chlorida (Cl), nitrit, flourida (F), serta logam berat.

### 3. Persyaratan bakteriologis

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

### 4. Persyaratan radioaktifitas

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

#### 2.2.2.2 Persyaratan Kuantitas (Debit)

Persyaratan kuantitas dalam penyediaan air bersih adalah ditinjau dari banyaknya air baku yang tersedia. Artinya air baku tersebut dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan sesuai dengan kebutuhan daerah dan jumlah penduduk yang akan dilayani.

Persyaratan kuantitas juga dapat ditinjau dari standar debit air bersih yang dialirkan ke konsumen sesuai dengan jumlah kebutuhan air bersih. Kebutuhan air bersih masyarakat bervariasi, tergantung pada letak geografis, kebudayaan, tingkat ekonomi, dan skala perkotaan tempat tinggalnya. Besarnya konsumsi air berdasarkan kategori kota dapat dilihat pada tabel 2.1

**Tabel 2.1 Konsumsi Air Berdasarkan Kategori Kota**

Kategori Kota	Jumlah Penduduk (orang)	Konsumsi Air (lt/org/hari)
Metropolitan	> 1.000.000	210
Besar	500.000 – 1.000.000	170
Sedang	100.000 – 500.000	150
Kecil	20.000 – 100.000	90

Sumber : Kimpraswil, 2003

#### 2.2.2.3 Persyaratan Kontinuitas

Air baku untuk air bersih harus dapat diambil terus menerus dengan fluktuasi debit yang relatif tetap, baik pada saat musim kemarau maupun musim hujan. Kontinuitas juga dapat diartikan bahwa air bersih harus tersedia 24 jam per hari, atau setiap saat diperlukan, kebutuhan air tersedia. Akan tetapi kondisi

ideal tersebut hampir tidak dapat dipenuhi pada setiap wilayah di Indonesia, sehingga untuk menentukan tingkat kontinuitas pemakaian air dapat dilakukan dengan cara pendekatan aktifitas konsumen terhadap prioritas pemakaian air. Prioritas pemakaian air yaitu minimal selama 12 jam per hari, yaitu pada jam-jam aktifitas kehidupan, yaitu pada pukul 06.00 – 18.00.

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

Sistem jaringan perpipaan didesain untuk membawa suatu kecepatan aliran tertentu. Kecepatan dalam pipa tidak boleh melebihi 0,6–1,2 m/dt. Ukuran pipa harus tidak melebihi dimensi yang diperlukan dan juga tekanan dalam sistem harus tercukupi. Dengan analisis jaringan pipa distribusi, dapat ditentukan dimensi atau ukuran pipa yang diperlukan sesuai dengan tekanan minimum yang diperbolehkan agar kuantitas aliran terpenuhi.

#### **2.2.2.4 Persyaratan Tekanan Air**

Konsumen memerlukan sambungan air dengan tekanan yang cukup, dalam arti dapat dilayani dengan jumlah air yang diinginkan setiap saat. Untuk menjaga tekanan akhir pipa di seluruh daerah layanan, pada titik awal distribusi diperlukan tekanan yang lebih tinggi untuk mengatasi kehilangan tekanan karena gesekan, yang tergantung kecepatan aliran, jenis pipa, diameter pipa, dan jarak jalur pipa tersebut.

Dalam pendistribusian air, untuk dapat menjangkau seluruh area pelayanan dan untuk memaksimalkan tingkat pelayanan maka hal wajib untuk diperhatikan adalah sisa tekanan air. Sisa tekanan air tersebut paling rendah adalah 5mka (meter kolom air) atau 0,5 atm (satu atm = 10 m), dan paling tinggi adalah 22mka (setara dengan gedung 6 lantai).

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

tekanan terlalu tinggi akan menyebabkan pecahnya pipa, serta merusak alat-alat plambing (kloset, *urinoir*, *faucet*, *lavatory*, dll). Tekanan juga dijaga agar tidak terlalu rendah, karena jika tekanan terlalu rendah maka akan menyebabkan terjadinya kontaminasi air selama aliran dalam pipa distribusi.

## **2.3 Sistem Distribusi dan Sistem Pengaliran Air Bersih**

### **2.3.1 Sistem Distribusi Air Bersih**

Sistem distribusi adalah sistem yang langsung berhubungan dengan konsumen, yang mempunyai fungsi pokok mendistribusikan air yang telah memenuhi syarat ke seluruh daerah pelayanan. Sistem ini meliputi unsur sistem perpipaan dan perlengkapannya, hidran kebakaran, tekanan tersedia, sistem pemompaan (bila diperlukan), dan reservoir distribusi (Enri Damanhuri, 1989).

Sistem distribusi air minum terdiri atas perpipaan, katup-katup, dan pompa yang membawa air yang telah diolah dari instalasi pengolahan menuju pemukiman, perkantoran dan industri yang mengkonsumsi air. Juga termasuk dalam sistem ini adalah fasilitas penampung air yang telah diolah (reservoir distribusi), yang digunakan saat kebutuhan air lebih besar dari suplai instalasi, meter air untuk menentukan banyak air yang digunakan, dan keran kebakaran.

Dua hal penting yang harus diperhatikan pada sistem distribusi adalah tersedianya jumlah air yang cukup dan tekanan yang memenuhi (kontinuitas pelayanan), serta menjaga keamanan kualitas air yang berasal dari instalasi pengolahan.

Tugas pokok sistem distribusi air bersih adalah menghantarkan air bersih kepada para pelanggan yang akan dilayani, dengan tetap memperhatikan faktor kualitas, kuantitas dan tekanan air sesuai dengan perencanaan awal. Faktor yang didambakan oleh para pelanggan adalah ketersediaan air setiap waktu.

Suplai air melalui pipa induk mempunyai dua macam sistem; yaitu (Kamala, bab VII hal 97) :

- *Continuous system*

Dalam sistem ini air minum yang disuplai ke konsumen mengalir terus menerus selama 24 jam. Keuntungan sistem ini adalah konsumen setiap saat dapat memperoleh air bersih dari jaringan pipa distribusi di posisi pipa manapun. Sedang kerugiannya pemakaian air akan cenderung akan lebih boros dan bila

terjadi sedikit kebocoran saja, maka jumlah air yang hilang akan sangat besar jumlahnya.

- *Intermittent system*

Dalam sistem ini air bersih disuplai 2-4 jam pada pagi hari dan 2-4 jam pada sore hari. Kerugiannya adalah pelanggan air tidak bisa setiap saat mendapatkan air dan perlu menyediakan tempat penyimpanan air dan bila terjadi kebocoran maka air untuk *fire fighter* (pemadam kebakaran) akan sulit didapat. Dimensi pipa yang digunakan akan lebih besar karena kebutuhan air untuk 24 jam hanya disuplai dalam beberapa jam saja. Sedang keuntungannya adalah pemborosan air dapat dihindari dan juga sistem ini cocok untuk daerah dengan sumber air yang terbatas.

### **2.3.2 Sistem Pengaliran Air Bersih**

Untuk mendistribusikan air minum kepada konsumen dengan kuantitas, kualitas dan tekanan yang cukup memerlukan sistem perpipaan yang baik, reservoir, pompa dan dan peralatan yang lain. Metode dari pendistribusian air tergantung pada kondisi topografi dari sumber air dan posisi para konsumen berada. Menurut *Howard S Peavy et.al* (1985, Bab 6 hal. 324-326) sistem pengaliran yang dipakai adalah sebagai berikut;

a. Cara Gravitasi

Cara pengaliran gravitasi digunakan apabila elevasi sumber air mempunyai perbedaan cukup besar dengan elevasi daerah pelayanan, sehingga tekanan yang diperlukan dapat dipertahankan. Cara ini dianggap cukup ekonomis, karena hanya memanfaatkan beda ketinggian lokasi.

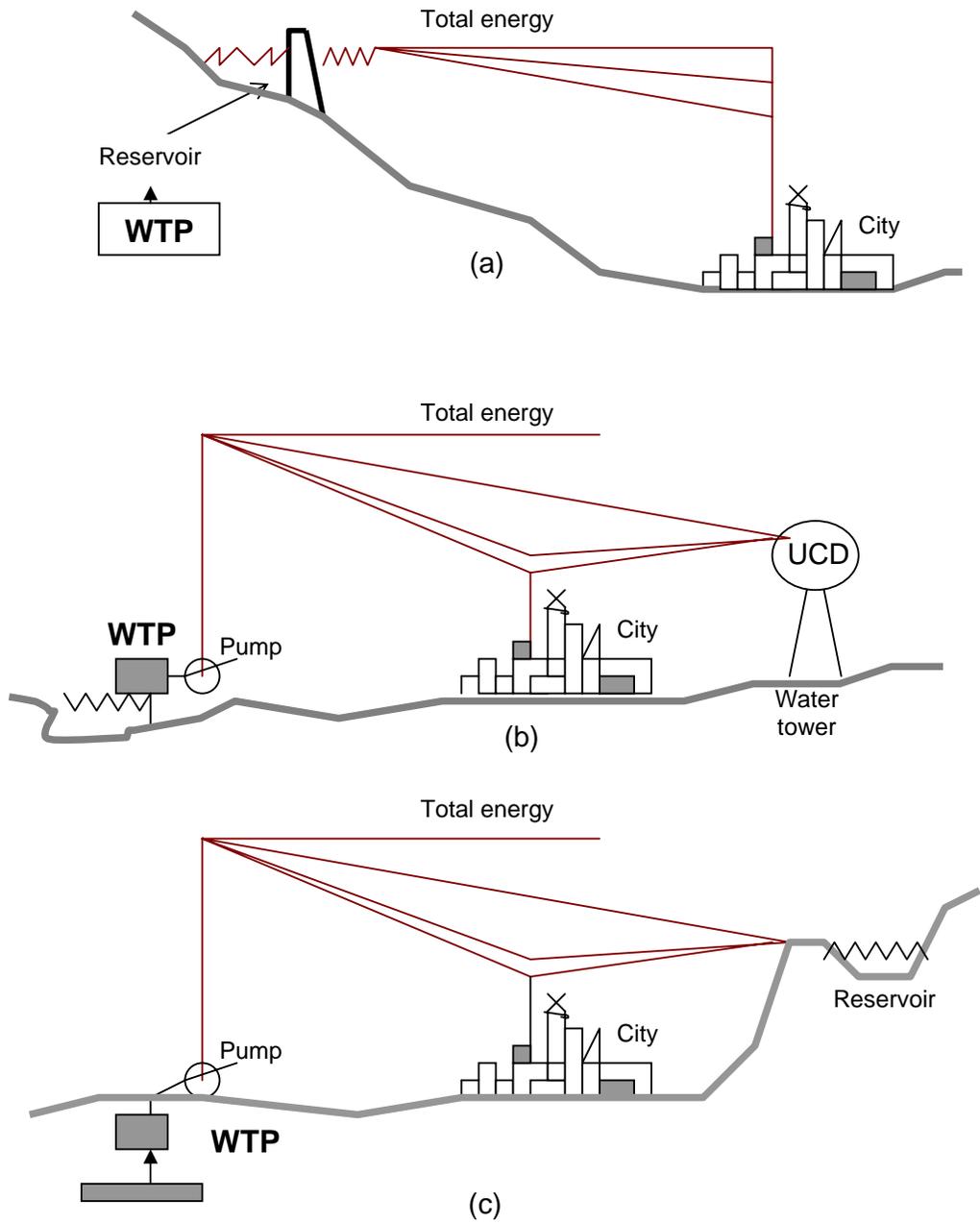
b. Cara Pemompaan

Pada cara ini pompa digunakan untuk meningkatkan tekanan yang diperlukan untuk mendistribusikan air dari reservoir distribusi ke konsumen. Sistem ini digunakan jika elevasi antara sumber air atau instalasi pengolahan dan daerah pelayanan tidak dapat memberikan tekanan yang cukup.

c. Cara Gabungan

Pada cara gabungan, reservoir digunakan untuk mempertahankan tekanan yang diperlukan selama periode pemakaian tinggi dan pada kondisi darurat,

misalnya saat terjadi kebakaran, atau tidak adanya energi. Selama periode pemakaian rendah, sisa air dipompakan dan disimpan dalam reservoir distribusi. Karena reservoir distribusi digunakan sebagai cadangan air selama periode pemakaian tinggi atau pemakaian puncak, maka pompa dapat dioperasikan pada kapasitas debit rata-rata.



**Gambar 2.1: Sistem Pengaliran Distribusi Air Bersih**

## 2.4 Kinerja Pengoperasian Jaringan Air Bersih

Kinerja jaringan air bersih suatu kota atau kawasan dapat dinilai dari hasil analisa kegagalan jaringan pipa dan pengoperasiannya dalam memenuhi kebutuhan konsumen. Indikator kinerja jaringan harus dapat memberikan indikasi seberapa besar intensitas kegagalan dan berapa lama kegagalan itu terjadi, sehingga kinerja jaringan air bersih dapat diketahui. Parameter kinerja tersebut meliputi **keandalan (*reliability*)**, **kelentingan (*resiliency*)**, **serta kerawanan (*vulnerability*)** (Suharyanto, 2004).

### 2.4.1 Keandalan (*Reliability*)

Parameter keandalan menunjukkan / mengukur kemampuan dari suatu jaringan pipa untuk memenuhi fungsinya di dalam memenuhi kebutuhan konsumen. Secara matematis, keandalan dapat didefinisikan sebagai berikut, dimana nilai variabel  $Z_t$  ditentukan dengan persamaan 2.1 berikut :

$$Z_t = \begin{cases} 1 & \text{untuk } R_t \geq D_t \\ 0 & \text{untuk } R_t < D_t \end{cases} \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan :

- $Z_t$  = indikator untuk menghitung kejadian, dimana  $R_t \geq D_t$
- $R_t$  = besarnya debit layanan pipa pada periode waktu tertentu ( $m^3$ /bulan)
- $D_t$  = kebutuhan air pada periode waktu (t)

Dalam hal ini, kebutuhan merupakan debit keluaran minimum yang seharusnya sampai ke pelanggan, yaitu kurang lebih berkisar  $18 m^3$  per bulan per sambungan rumah atau per KK, yang dihitung berdasarkan kapasitas pemakaian air bersih sebesar 150 lt/org/hari dengan jumlah jiwa per KK rata-rata 4 orang.

### 2.4.2 Kelentingan (*Resiliency*)

Kinerja kelentingan (*resiliency*) mengukur kemampuan jaringan pipa untuk dapat kembali ke keadaan "tidak gagal", atau ke keadaan "memuaskan" (*satisfactory*), dari keadaan gagal (*failed*). Semakin cepat jaringan pipa dapat kembali ke keadaan memuaskan, maka konsekuensi akibat kegagalan tersebut akan semakin kecil. Sehingga perlu diketahui saat dimana jaringan pipa mengalami masa transisi dari keadaan "gagal" menjadi keadaan "memuaskan", ataupun sebaliknya dari keadaan "memuaskan" ke keadaan "gagal". Dalam

jangka panjang, masa transisi jaringan pipa dari keadaan "gagal" menjadi keadaan "memuaskan" akan sama dengan masa transisi jaringan pipa dari keadaan "memuaskan" ke keadaan "gagal".

Dengan menggunakan definisi kegagalan di atas, untuk dapat menghitung masa transisi dari keadaan "gagal" menjadi keadaan "memuaskan" dapat digunakan variabel  $W_t$ , yang dapat didefinisikan dengan persamaan 2.3 :

$$Z_t = \begin{cases} 1 & \text{untuk } R_{t-1} < D_{t-1} \text{ dan } R_t \geq D_t \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \dots\dots\dots(2.3)$$

Keterangan :

- $W_t$  = masa transisi jaringan pipa dari keadaan "gagal" menjadi keadaan "memuaskan"
- $R_{t-1}$  = debit layanan jaringan pipa pada periode  $t - 1$  ( $m^3$ /bulan)
- $R_t$  = besarnya debit layanan pipa pada periode waktu tertentu ( $m^3$ /bulan)
- $D_t$  = kebutuhan minimum air yang diharapkan pada periode waktu ( $t$ ) ( $m^3$ /bulan)
- Otherwise* = keadaan dimana kondisi ( $R_{t-1} < D_{t-1}$  dan  $R_t \geq D_t$ ) tidak dipenuhi

Dalam jangka panjang, nilai rerata  $W_t$  akan menunjukkan jumlah rerata terjadinya masa transisi jaringan pipa dari keadaan "gagal" menjadi keadaan "memuaskan". Jumlah rerata jangka panjang terjadinya masa transisi ini dapat dinyatakan dengan persamaan 2.4 berikut :

$$\rho = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n W_t \dots\dots\dots(2.4)$$

Keterangan :

- $\rho$  = probabilitas (rerata frekuensi) masa transisi jaringan pipa dari keadaan "gagal" menjadi keadaan "memuaskan" pada bulan sekarang
- $n$  = lama waktu pengoperasian
- $W_t$  = masa transisi jaringan pipa dari keadaan "gagal" menjadi keadaan "memuaskan"

Lama waktu rerata jaringan pipa berada dalam keadaan "gagal" secara kontinu (berurutan) dapat diketahui dari jumlah total waktu rerata jaringan pipa mengalami "gagal" dibagi dengan frekuensi rerata terjadinya jaringan transisi pipa. Sehingga lamanya jaringan pipa berada dalam keadaan "gagal" secara berurutan ( $T_{gagal}$ ) adalah :

$$T_{gagal} = \frac{\sum_{t=1}^n (1 - Z_t)}{\sum_{t=1}^n W_t} \dots\dots\dots(2.5)$$

Keterangan :

- $T_{gagal}$  = jangka waktu rerata jaringan pipa berada dalam keadaan "gagal" secara kontinu / berurutan (bulan)
- $n$  = jangka waktu pengoperasian (bulan)
- $Z_t$  = kinerja keandalan
- $W_t$  = masa transisi jaringan pipa dari keadaan "gagal" menjadi keadaan "memuaskan"

Apabila dilihat dalam jangka panjang, jangka waktu rerata jaringan pipa berada dalam keadaan "gagal" secara kontinu (berurutan), adalah :

$$E [T_{gagal}] = \frac{1 - \alpha}{\rho} \dots\dots\dots(2.6)$$

Keterangan :

- $E [T_{gagal}]$  = jangka waktu rerata jaringan pipa berada dalam keadaan "gagal" secara kontinu dalam jangka panjang (bulan)
- $E$  = operator "expected"
- $[ T_{gagal}]$  = jangka waktu rerata jaringan pipa berada dalam keadaan "gagal" secara kontinu / berurutan (bulan)
- $\alpha$  = kinerja keandalan dalam jangka panjang
- $\rho$  = probabilitas (rerata frekuensi) masa transisi jaringan pipa dari keadaan "gagal" menjadi keadaan "memuaskan" pada bulan sekarang
- $1 - \alpha$  = kinerja jaringan pipa berada dalam keadaan "gagal" dalam jangka panjang

Indikator kinerja kelentingan (*resiliency*) didefinisikan sebagai nilai kebalikan (*inverse*) dari jangka waktu rerata jaringan pipa berada dalam keadaan "gagal". Semakin lama waktu rerata jaringan pipa berada dalam keadaan gagal, maka kinerja kelentingannya akan semakin kecil, atau jaringan pipa akan memerlukan waktu yang lebih lama untuk kembali ke kondisi semula (*recovery*).

$$\gamma = \frac{1}{E [T_{gagal}]} = \frac{\rho}{1 - \alpha} \dots\dots\dots(2.7)$$

Keterangan :

- $\gamma$  = kinerja kelentingan
- $E [T_{gagal}]$  = jangka waktu rerata jaringan pipa berada dalam keadaan "gagal" secara kontinu dalam jangka panjang (bulan)
- $E$  = operator "expected"
- $\rho$  = probabilitas (rerata frekuensi) masa transisi jaringan pipa dari keadaan "gagal" menjadi keadaan "memuaskan" pada bulan sekarang
- $\alpha$  = kinerja keandalan dalam jangka panjang

**2.4.3 Kerawanan (*Vulnerability*)**

Jika terjadi kegagalan, kinerja kerawanan menunjukkan seberapa besar (kerawanan) suatu kegagalan yang terjadi. Untuk mengukur tingkat kerawanan ini digunakan variabel kekurangan (*deficit*), ( $DEF_t$ ) yang dapat didefinisikan sebagai :

$$DEF_t = \begin{cases} D_t - R_t & \text{jika } R_t \geq D_t \\ 0 & \text{iika } R_t < D_t \end{cases} \dots\dots\dots(2.8)$$

Keterangan :

- $DEF_t$  = kekurangan (*deficit*) pada periode t ( $m^3$ /bulan)
- $D_t$  = kebutuhan air minimum yang diharapkan pada periode t ( $m^3$ /bulan)
- $R_t$  = debit layanan jaringan pipa pada periode t ( $m^3$ /bulan)

Kinerja kerawanan dapat didefinisikan dengan beberapa pengertian, antara lain adalah :

1. Nilai Maksimum “*deficit*”

$$v_1 = \max_t \{DEF_t\} \dots\dots\dots(2.9)$$

Keterangan :

$v_1$  = nilai maksimum “*deficit*” ( $m^3$ /bulan)

$DEF_t$  = kekurangan (*deficit*) pada periode t ( $m^3$ /bulan)

2. Nilai Maksimum “*deficit - ratio*”

$$v_2 = \max_t \left\{ \frac{DEF_t}{D_t} \right\} \dots\dots\dots(2.10)$$

Keterangan :

$v_2$  = nilai maksimum “*deficit - ratio*” (%)

$DEF_t$  = kekurangan (*deficit*) pada periode t ( $m^3$ /bulan)

$D_t$  = kebutuhan air minimum yang diharapkan pada periode t ( $m^3$ /bulan)

3. Nilai Rerata “*deficit - ratio*”

$$v_3 = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{DEF}{D_t}}{\sum_{t=1}^n W_t} \dots\dots\dots(2.11)$$

Keterangan :

$v_3$  = nilai rerata “*deficit - ratio*” (%)

$n$  = jangka waktu pengoperasian (bulan)

$DEF_t$  = kekurangan (*deficit*) pada periode t ( $m^3$ /bulan)

$D_t$  = kebutuhan air minimum yang diharapkan pada periode t ( $m^3$ /bulan)

$W_t$  = masa transisi jaringan pipa dari keadaan “gagal” ke keadaan “memuaskan”

## **2.5 Konsep Indikator Kinerja Jaringan (*Performance Indicator*) dan Tingkat Kepuasan Pelanggan (*Customer Satisfaction*)**

Indikator Kinerja Jaringan meliputi tingkat efisiensi dan keefektifan dari suatu jaringan air bersih yang diberikan kepada aspek khusus dari aktifitas jaringan dan tujuan sistem (konsumen) (*Deb dan Cesario, 1997 dalam Larry Bab IX hal. 4*). Efisiensi meliputi bagaimana suatu sistem penyediaan air bersih dapat dengan optimal memberikan pelayanan, sedangkan efektifitas meliputi bagaimana suatu target pelayanan dapat terpenuhi.

Secara umum, indikator kinerja jaringan meliputi beberapa persyaratan, antara lain (*Larry, 1999, Bab IX hal.5*) :

- dapat memberikan seluruh aspek yang relevan dari seluruh aspek dalam sistem penyediaan air bersih, berdasarkan kebutuhan konsumen pada umumnya
- merupakan gambaran hasil dari manajemen yang baik
- terdiri hanya dari faktor-faktor indikator kinerja jaringan yang dapat dipenuhi oleh target pelayanan, peralatan dan harga yang mahal harus dihindari
- harus merupakan hal yang mudah untuk dipahami oleh konsumen
- dapat menjadi aplikatif untuk semua sistem dengan karakteristik yang berbeda

Secara garis besar untuk kebutuhan penelitian ini dapat diambil 3 indikator kinerja jaringan meliputi:

- *Hydraulic Performance*  
Dititikberatkan pada tekanan dalam pipa (*pressure head*), dan variasi tekanan
- *Water Quality Performance*  
Dititikberatkan pada konsentrasi baku mutu air yang didistribusikan ke konsumen, dan waktu pengaliran (kontinuitas) agar dapat memenuhi kebutuhan konsumen
- *Reliability Performance*  
Dititikberatkan pada kemampuan sistem jaringan dalam memenuhi kebutuhan konsumen

Indikator Kinerja Jaringan akan memfasilitasi terpenuhinya kebutuhan konsumen akan air bersih, serta akan memberikan masukan yang baik bagi pembangunan / pengembangan suatu sistem jaringan air bersih dari suatu kota /

kawasan (Larry, 1999, Bab IX hal.7). Sehingga dengan indikator kinerja jaringan yang baik, maka akan dapat memenuhi kebutuhan dan harapan pelanggan, sehingga dapat mencapai suatu tingkat kepuasan pelanggan.

Indikator Kinerja meliputi (Larry, 1999, Bab IX hal.19) :

- Kepuasan Pelanggan (*Customer Satisfaction*)  
Indikator kinerja merupakan gambaran (*reflection*) dari harapan konsumen dan penilaian terhadap pelayanan penyediaan air bersih
- Kualitas (*Quality*)  
Merupakan kualitas pelayanan dari suatu sistem penyediaan air bersih, sehingga dapat memenuhi kebutuhan pelanggan, dan mencapai tingkat kepuasan pelanggan
- Tingkat ketersediaan (*Availability*)  
Merupakan ketersediaan sarana dan prasarana sistem penyediaan air bersih, termasuk di dalamnya ketersediaan suplai air yang dapat memenuhi kebutuhan pelanggan

## 2.6 Tolok Ukur Penilaian Kinerja dalam Penyediaan Air Bersih

Ada tiga kegiatan yang dapat digunakan untuk melakukan penilaian kinerja secara efektif, yakni *relevancy*, *reliability*, dan *discrimination*. Dimana *relevancy* menunjukkan tingkat kesesuaian antara kriteria dan tujuan kinerja. *Reliability* menunjukkan tingkat makna kriteria yang menghasilkan hasil yang konsisten. Sedangkan diskriminasi digunakan untuk mengukur tingkat dimana suatu kriteria kinerja dapat memperlihatkan perbedaan-perbedaan dalam kinerja.

Dengan merujuk pada beberapa pengertian di atas, baik berkaitan dengan pengertian kinerja serta kriteria penilaian, maupun berbagai pengertian efektifitas dan efisiensi, penilaian kinerja dalam penyediaan air bersih ditentukan oleh :

- a. Kinerja penyediaan air bersih sangat terkait dengan kualitas dan kuantitas air yang dapat dinikmati oleh konsumen sebagai pengguna jasa pelayanan, termasuk tingkat kepuasan yang dapat dicapai
- b. Kinerja penyediaan air bersih ditentukan oleh tingkat efektifitas dan efisiensi dalam pengadaannya

- c. Berbagai kriteria teknis dan standar desain yang berlaku dalam perencanaan sistem penyediaan air bersih, seperti kualitas air baku, sistem transmisi, sistem distribusi, dan proses pengolahan air serta mengacu pada standar kualitas air bersih yang telah ditetapkan pemerintah
- d. Penilaian tingkat efisiensi ditentukan atas dasar perbandingan antara jumlah biaya yang dikeluarkan dibandingkan dengan kualitas dan kuantitas air yang dihasilkan, serta tingkat kepuasan yang ingin dicapai.

Untuk dapat menilai kinerja PDAM sebagai suatu institusi, digunakan acuan berdasarkan Surat Keputusan Bersama (SKB) antara Menteri Dalam Negeri dan Menteri Pekerjaan Umum, yang dikeluarkan pada tahun 1987, yang menetapkan suatu standar dan kriteria penilaian kondisi internal atas kinerja PDAM yang dikenal dengan WEPA (*Water Enterprise Performance Appraisal*), yang penekanannya lebih pada aspek pengelolaan keuangan atau sistem akuntansi PDAM. Sehingga ukuran kinerja dinyatakan dalam opini manajemen pengelolaan baik dan tidak baik.

Oleh karena itu untuk menyempurnakan penilaian kinerja, maka pada tahun 1987 telah dibuat suatu perangkat lunak pembantu, yang dikenal dengan SIM-PAM (Sistem Informasi Manajemen Pengelolaan Air Minum) yang dapat menilai kinerja PDAM secara lebih komprehensif dengan mempertimbangkan berbagai aspek terkait.

Kinerja pelayanan atau penyediaan air bersih di setiap daerah yang dilayani oleh PDAM belum tentu kualitas dan kuantitasnya sama dengan daerah lainnya. Karenanya dalam penelitian ini, penilaian kinerja pelayanan air bersih pada suatu lokasi atau daerah tertentu akan digunakan acuan berupa kriteria teknis pelayanan air bersih dengan sistem perpipaan, antara lain :

- a. Air tersedia secara kontinyu 24 jam sehari
- b. Tekanan air di ujung pipa minimal sebesar 1,5 – 2 atm
- c. Kualitas air harus memenuhi standar yang ditetapkan

## **2.7 Tolok Ukur Kepuasan dalam Penyediaan Air Bersih**

Hal yang paling diharapkan oleh masyarakat sebagai pengguna pelayanan air bersih (*customer's expectation*) adalah tersedianya air, terutama setiap saat dibutuhkan, serta jumlahnya dapat memenuhi kebutuhan air bersih harian, sehingga kuantitas dan kontinuitas aliran air bersih menjadi hal yang

utama dalam penentuan tingkat kepuasan bagi masyarakat pengguna jasa layanan.

Selain itu, kualitas air bersih yang didistribusikan ke pelanggan, yang memenuhi standar baku mutu kualitas air bersih, serta tidak menimbulkan dampak yang buruk bagi kesehatan manusia maupun lingkungan juga merupakan harapan bagi setiap pengguna jasa layanan air bersih. Dengan adanya kualitas air bersih yang memenuhi standar baku mutu, maka akan meningkatkan tingkat kepuasan masyarakat pengguna jasa layanan.

Berdasarkan tolok ukur yang telah disebutkan sebelumnya, maka dapat dilihat bahwa ada suatu hubungan keterkaitan yang erat antara Kinerja Pelayanan penyedia layanan air bersih yang dalam hal ini adalah PDAM dan Tingkat Kepuasan Pelanggan yang dalam hal ini adalah masyarakat pengguna layanan. Jika PDAM sebagai penyedia layanan dapat meningkatkan kinerja sistem jaringan distribusi air minumannya, maka secara otomatis akan juga meningkatkan Tingkat Kepuasan Pelanggan terhadap layanan yang diberikan.

## **2.8 Analisis Jaringan Pipa Distribusi Air Bersih**

Analisis jaringan pipa perlu dilakukan dalam pengembangan suatu jaringan distribusi maupun perencanaan suatu jaringan pipa baru.

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

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam analisis sistem jaringan pipa distribusi air bersih :

1. Peta distribusi beban, berupa peta tata guna lahan, kepadatan dan batas wilayah. Juga pertimbangan dari kebutuhan/beban (area pelayanan).
2. Daerah pelayanan sektoral dan besar beban. Juga titik sentral pelayanan (*junction points*).
3. Kerangka induk, baik pipa induk primer maupun pipa induk sekunder.
4. Untuk sistem induk, ditentukan distribusi alirannya berdasarkan debit puncak.

5. Pendimensian (*dimensioneering*). Dengan besar debit diketahui, dan kecepatan aliran yang diijinkan, dapat ditentukan diameter pipa yang diperlukan.
6. Kontrol tekanan dalam aliran distribusi, menggunakan prinsip kesetimbangan energi. Kontrol atau analisa tekanan ini dapat dilakukan dengan beberapa metode, disesuaikan dengan rangka distribusi.
7. Detail sistem pelayanan (sistem mikro dari distribusi) dan perlengkapan distribusi (gambar alat bantu).
8. Gambar seluruh sistem, berupa peta tata guna lahan, peta pembagian distribusi, peta kerangka, peta sistem induk lengkap, gambar detail sistem mikro.

Pada saat ini, tingkat kerumitan *real system* telah melebihi kemampuan *engineer* untuk memodelkan setiap *valve*, *bend*, *fitting* dan setiap kemungkinan operasional yang akan terjadi dalam suatu jaringan distribusi air bersih. Pertanyaan dalam menganalisis suatu jaringan distribusi air bersih adalah bagaimana menggabungkan teknik numerik dan mewujudkannya dalam model komputer dengan deskripsi yang sederhana sehingga model tersebut dapat digunakan dengan tingkat keyakinan yang tinggi. Mengembangkan model sistem distribusi air sangat berbeda dengan menuliskan program untuk menyelesaikan permasalahan debit pada jaringan pipa. Pada jaringan pipa, selalu diasumsikan bahwa karakteristik pipa telah diketahui demikian pula dengan kebutuhan air. Pada pengembangan model sistem distribusi, metode untuk menentukan pemakaian air dan karakteristik pipa didiskusikan seiring dengan bagaimana mengatur seluruh data yang terlibat dalam menganalisis sistem distribusi air. Pertanyaan kemudian yang timbul adalah bagaimana memadatkan sistem yang sedemikian luas ke dalam suatu program komputer yang dapat diterima keakurasiannya.

## **2.9 Aplikasi Epanet 2.0 dalam Analisa Jaringan Distribusi Air Bersih**

### **2.9.1 Umum**

Pada awalnya, *software* jaringan distribusi hanya digunakan untuk melakukan desain awal sistem distribusi. Dengan *software* yang *un-user friendly* membuat operator enggan untuk menggunakan *software-software* distribusi tersebut dalam menganalisis kondisi jaringannya. Namun seiring dengan

perkembangan teknologi, *software* distribusi telah berkembang sehingga menjadi lebih mudah digunakan. Dengan *software* distribusi, operator dapat mensimulasikan berbagai kemungkinan pengoperasian jaringan tanpa harus turun kelapangan dan bahkan tanpa harus mengganggu kesinambungan pelayanan terhadap pelanggan. Jika pada awalnya operator harus turun ke lapangan dan mengumpulkan data sebanyak mungkin untuk mengetahui gambaran jaringannya maka kini operator hanya perlu turun ke lapangan untuk mengumpulkan data seminimal mungkin dalam memahami jaringan distribusinya. Epanet adalah salah satu *software* distribusi yang *user friendly* dan banyak digunakan untuk menganalisa jaringan sistem distribusi.

Epanet 2.0 adalah program komputer yang berbasis windows yang merupakan program simulasi dari perkembangan waktu dari profil hidrolis dan perlakuan kualitas air bersih dalam suatu jaringan pipa distribusi, yang didalamnya terdiri dari titik/*node/junction* pipa, pompa, *valve* (asesoris) dan reservoir baik *ground reservoir* maupun reservoir menara. *Output* yang dihasilkan dari program Epanet 2.0 ini antara lain debit yang mengalir dalam pipa, tekanan air dari masing masing titik/*node/junction* yang dapat dipakai sebagai analisa dalam menentukan operasi instalasi, pompa dan reservoir serta besarnya konsentrasi unsur kimia yang terkandung dalam air bersih yang didistribusikan dan dapat digunakan sebagai simulasi penentuan lokasi sumber sebagai arah pengembangan.

Epanet 2.0 didesain sebagai alat untuk mengetahui perkembangan dan pergerakan air serta degradasi unsur kimia yang terkandung dalam air di pipa distribusi air bersih, yang dapat digunakan untuk analisa berbagai macam sistem distribusi, detail desain, model kalibrasi hidrolis. Analisa sisa khlor dan beberapa unsur lainnya.

## **2.9.2 Kegunaan EPANET 2.0 dalam Analisa Jaringan Distribusi Air Bersih**

### Kegunaan program epanet 2.0

- Didesain sebagai alat untuk mengetahui perkembangan dan pergerakan air serta degradasi unsur kimia yang ada dalam air pipa distribusi.
- Dapat digunakan sebagai dasar analisa dan berbagai macam sistem distribusi, detail desain, model kalibrasi hidrolis, analisa sisa khlor dan berbagai unsur lainnya.

- Dapat membantu menentukan alternatif strategis manajemen dan sistem jaringan pipa distribusi air bersih seperti:
  - Sebagai penentuan alternatif sumber / instalasi, apabila terdapat banyak sumber / instalasi.
  - Sebagai simulasi dalam menentukan alternatif pengoperasian pompa dalam melakukan pengisian reservoir maupun injeksi ke sistem distribusi.
  - Digunakan sebagai pusat *treatment* seperti dimana dilakukan proses klorinasi, baik diinstalasi maupun dalam sistem jaringan.
  - Dapat digunakan sebagai penentuan prioritas terhadap pipa yang akan dibersihkan/ diganti.

Epanet merupakan analisis hidrolis yang terdiri dari:

- Analisis ini tidak dibatasi oleh letak lokasi jaringan
- Kehilangan tekanan akibat gesekan (*friction*) dihitung dengan menggunakan persamaan *Hazen-Williams*, *Darcy-Weisbach* atau *Chezy-Manning formula*.
- Disamping *major losses*, *minor losses* (kehilangan Tekanan di *bend*, *elbow*, *fitting*) dapat dihitung.
- Model konstanta atau variabel kecepatan pompa
- Perhitungan energi dan biaya pompa
- Berbagai tipe model *valve* yang dilengkapi dengan *shut off*, *check*. *Pressure regulating* dan *valve* yang dilengkapi dengan kontrol kecepatan.
- Reservoir dalam berbagai bentuk dan ukuran
- Faktor fluktuasi pemakaian air.
- Sebagai dasar *operating system* untuk mengontrol level air di reservoir dan waktu.

Epanet juga memberikan analisa kualitas air.

- Model pergerakan unsur material non reaktif yang melalui jaringan tiap saat.
- Model perubahan material reaktif dalam proses desinfektan dan sisa klor.
- Model unsur air yang mengalir dalam jaringan.
- Model reaksi kimia sebagai akibat pergerakan air dan dinding pipa.

### **2.9.3 Input data dalam Epanet 2.0**

Data data yang dibutuhkan dalam Epanet 2.0 sangat penting sekali dalam proses analisa, evaluasi dan simulasi jaringan air bersih berbasis epanet.

Input data yang dibutuhkan adalah:

1. Peta jaringan
2. *Node/junction*/titik dari komponen distribusi.
3. Elevasi
4. Panjang pipa distribusi
5. Diameter dalam pipa
6. Jenis pipa yang digunakan
7. Umur pipa
8. Jenis sumber (mata air, sumur bor, IPAM, dan lain lain)
9. Spesifikasi pompa (bila menggunakan pompa)
10. Bentuk dan ukuran reservoir.
11. Beban masing-masing *node* (besarnya *tapping*)
12. Faktor fluktuasi pemakaian air
13. Konsentrasi khlor di sumber

Output yang dihasilkan diantaranya adalah :

1. Hidrolik head masing - masing titik.
2. Tekanan dan kualitas air. (Epanet 2.0 Users Manual )

### **2.10 Dimensi Kualitas Jasa Pelayanan PDAM**

Kualitas dapat diartikan sebagai kesesuaian dengan yang disyaratkan atau distandarkan. Artinya bahwa setiap produk jasa / pelayanan dapat dikatakan berkualitas bila memenuhi standar standar yang ditetapkan. Untuk itu biasanya penyedia jasa telah membuat standar jasa yang akan dihasilkannya.

Pengertian lain tentang kualitas adalah suatu kondisi dinamis yang berhubungan dengan produk, manusia, proses dan tugas serta lingkungan yang memenuhi atau melebihi harapan pelanggan atau konsumen. Dari pengertian ini terlihat bahwa selera dan harapan konsumen bersifat dinamis atau selalu berubah, oleh karenanya kualitas produk juga harus dapat menyesuaikan. Dan hal ini merupakan tanggung jawab penyedia jasa/layanan untuk menyesuaikan produk jasanya dengan harapan konsumen yang dinamis tersebut.

Kualitas jasa pelayanan dipengaruhi oleh dua faktor utama, yaitu : “layanan yang diharapkan” (*expected service*) dan “layanan yang dirasakan” (*perceived service*). Apabila jasa yang dirasakan atau diterima oleh pelanggan sesuai dengan yang diharapkan, maka kualitas jasa dipersepsikan baik dan memuaskan. Jika jasa yang diterima melampaui harapan pelanggan, maka kualitas jasa dipersepsikan sebagai kualitas yang ideal. Sebaliknya jika jasa yang diterima lebih rendah daripada yang diharapkan, maka kualitas jasa dipersepsikan buruk. Ini berarti bahwa kualitas harus dimulai dari kebutuhan pelanggan dan berakhir pada persepsi pelanggan.

Sebagaimana produk barang, kualitas produk jasa pun dipengaruhi oleh banyak faktor. Untuk menilai atau menentukan jasa berkualitas atau tidak maka harus diidentifikasi faktor utama yang menentukan kualitas jasa. Menurut Fandy Tjiptono (Prinsip-prinsip *Total Quality Service*, 2001, hal 2) untuk produk jasa ada lima dimensi pokok yang mempengaruhi, diantaranya yaitu :

1. Bukti langsung (*tangible*), yaitu bukti fisik dari jasa, bisa berupa fasilitas fisik, peralatan yang dipergunakan dan representasi dari jasa (misalnya untuk jasa penanganan air bersih : air yang disuplai ke konsumen memenuhi standar air bersih, yaitu tidak berwarna, tidak berasa, dan tidak berbau).
2. Keandalan (*reliability*), kemampuan memberikan pelayanan yang dijanjikan dengan segera, akurat dan memuaskan.

Beranjak dari dimensi kualitas jasa, tahap berikutnya yang juga harus dipahami oleh penyedia jasa adalah apakah jasa yang dihasilkan dapat memuaskan pelanggan. Dalam jasa penanganan penyediaan air bersih, bila pelanggan puas maka ia akan ikut berpartisipasi aktif didalam kegiatan yang dilakukan, didalam hal ini pelanggan akan taat membayar retribusi.

## **2.11 Konsep Kepuasan Pengguna Jasa / Pelanggan**

Konsep kepuasan pelanggan itu sendiri banyak variasinya, oleh karenanya ada beberapa definisi tentang kepuasan pelanggan, diantaranya (Fandy Tjiptono, 2001, hal.127-133) :

1. *Kepuasan atau ketidakpuasan adalah respon pelanggan terhadap evaluasi ketidaksesuaian / diskonfirmasi yang dirasakan antara harapan sebelumnya (atau norma kinerja lainnya) dan kinerja actual produk yang dirasakan setelah pemakaiannya. (Day, dalam Tse dan Wilton, 1988, “Models of Consumer Satisfaction Formation : An Extension”).*

2. *Kepuasan pelanggan merupakan evaluasi pembeli dimana alternatif yang dipilih sekurang-kurangnya memberikan hasil (outcome) sama atau melampaui harapan pelanggan, sedangkan ketidakpuasan timbul apabila hasil yang diperoleh tidak memenuhi harapan pelanggan. (Engel, 1990, "Consumer Behavior").*
3. *Kepuasan pelanggan adalah tingkat perasaan seseorang setelah membandingkan kinerja (hasil) yang ia rasakan dibandingkan dengan harapannya. (Philip Kotler, 1994, et al).*

Terdapat hubungan yang erat antara kualitas jasa dengan kepuasan pelanggan. Permasalahannya apa dan bagaimana cara mengukurnya, sehingga dengan mengetahui tingkat kepuasan pelanggan kita dapat mengambil langkah-langkah yang diperlukan dalam memberikan pelayanan.

## **2.12 Pengukuran Kualitas Jasa Pelayanan dalam Penyediaan Air Bersih**

Konsep kepuasan pelanggan jasa sebenarnya bersifat abstrak, hal ini karena sifat dari kualitas jasa itu sendiri juga bersifat abstrak yaitu menyangkut persepsi pelanggan jasa. Berbeda dengan pelanggan produk barang, yang dapat dengan mudah menilai kualitas barang dari aspek wujudnya, seperti warna, ukuran, kualitas bahan, kualitas modal dan lain-lain. Demikian pula kepuasan pelanggan jasa pelayanan penanganan sampah, jasa pelayanan pengadaan air bersih bersifat abstrak yang tergantung dari persepsi masing-masing pelanggan.

Pada jasa, **mengukur kualitas berarti menilai kinerja** suatu jasa dengan seperangkat standar yang telah ditetapkan, terutama yang menyangkut persepsi pengguna jasa, sehingga hal ini tidak mudah dilakukan. Namun demikian sebagaimana yang disampaikan oleh *Garvin*, secara teoritis kualitas jasa dapat diukur.

Pengukuran dari masing-masing dimensi dapat digunakan dengan menggunakan skala "*Likert*". Menurut Sugiyono (2001): "*skala Likert digunakan untuk mengukur sikap, pendapat dan persepsi seseorang atau sekelompok orang tentang fenomena sosial*". Dengan skala *Likert* ini, dimensi kualitas pelayanan yang pada dasarnya merupakan cerminan dari dimensi kepuasan (yang dalam tesis ini merupakan variabel penelitian), dijabarkan menjadi sub variabel. Selanjutnya dijabarkan lagi menjadi instrumen pertanyaan yang akan diberikan kepada pengguna jasa / pelayanan. Jawaban dari setiap item

pertanyaan menggunakan gradasi, yaitu : sangat tidak setuju s/d setuju; sangat tidak puas s/d sangat puas atau sangat jelek s/d sangat bagus. Masing-masing jawaban diberi skor penilaian dari 1 sampai dengan 5.

**Tabel 2.2 Skala Penilaian (Scoring) Tingkat Kepuasan Pelanggan**

No.	Nilai	Keterangan
1.	5	Sangat puas / baik
2.	4	Puas / baik
3.	3	Agak puas / sedang
4.	2	Tidak puas / jelek
5.	1	Sangat tidak puas / sangat jelek

Selain kualitas yang memenuhi standar yang ada, ketersediaan air bersih dengan kontinuitas aliran yang terjamin akan menjadi hal yang utama dalam penentuan kepuasan bagi masyarakat pelanggan air bersih. Manfaat yang dapat diambil dari pengukuran tingkat kepuasan pelanggan terhadap jasa penyediaan air bersih antara lain adalah sebagai berikut :

1. Tingginya nilai kepuasan pelanggan akan meningkatkan jumlah pelanggan. Hal ini dapat berarti menurunkan harga satuan per unit air bersih yang disediakan, seiring dengan meningkatnya volume produksi dan permintaan
2. Mempertahankan kepuasan pelanggan akan menggunakan biaya / *cost* yang lebih kecil jika dibandingkan dengan menambah jumlah pelanggan
3. Mempertahankan loyalitas pelanggan terhadap barang atau jasa tertentu selama periode waktu yang lama akan dapat menghasilkan antusias yang lebih besar dibandingkan pengguna jasa individual, yang berarti nilai kumulatif dari hubungan yang berkelanjutan
4. Pelanggan dengan tingkat kepuasan yang tinggi akan merasakan kenyamanan dengan sendirinya akan dapat merekomendasikan suatu produk ataupun jasa yang digunakannya kepada orang lain, sehingga akan menjadikan semakin luasnya daerah yang akan terlayani / menambah jumlah pelanggan
5. Kepuasan pelanggan relatif membutuhkan pembiayaan yang mahal dan tidak memberikan keuntungan / laba dalam jangka pendek, akan tetapi akan memberikan keuntungan pada jangka yang panjang

6. Reduksi sensitivitas harga akan terjadi dimana kepuasan yang tinggi akan cenderung jarang menimbulkan penawaran harga oleh konsumen. Kepuasan pelanggan akan dapat mengalihkan fokus konsumen dari harga ke pelayanan dan kualitas pelayanan.

## **BAB III**

### **GAMBARAN UMUM LOKASI PENELITIAN**

#### **3.1 Letak dan Batas Administratif**

Perumnas Banyumanik terletak di Kelurahan Pedalangan, Kelurahan Padangsari dan Kelurahan Srandol Wetan, Kecamatan Banyumanik Semarang. Perumnas Banyumanik dibangun oleh Perum Perumnas pada tahun 1979 dengan luas 96,659 ha.

Perumnas Banyumanik terdiri dari tiga wilayah administrasi, yaitu :

- Wilayah administrasi Kelurahan Pedalangan, mencakup RW 6 dan RW 7
- Wilayah administrasi Kelurahan Padangsari, mencakup RW 6, sebagian RW 8, RW 9, RW 10, RW 11 sebagian RW 12, RW 13, RW 14 dan RW 15.
- Wilayah administrasi Kelurahan Srandol Wetan, mencakup sebagian RW 3, RW 4, RW 5, RW6, RW 8, RW 9, RW 10, RW 11, RW 12, RW 13, RW 14, RW 15, sebagian RW 16 dan RW 17.

Batas-batas administrasi Perumnas Banyumanik adalah :

Sebelah Utara : Kelurahan Pedalangan  
Sebelah Selatan : Kelurahan Padangsari  
Sebelah Timur : Kelurahan Padangsari  
Sebelah Barat : Kelurahan Srandol Wetan

Untuk lebih jelasnya, peta administrasi Perumnas Banyumanik Semarang dapat dilihat pada gambar 3.1.

Pada tesis ini, wilayah penelitian dibatasi hanya pada Kelurahan Srandol Wetan, dimana memiliki batas-batas administrasi sebagai berikut :

Sebelah Utara : Komplek Perumahan Taman Setiabudi  
Sebelah Selatan : Kelurahan Karang Rejo  
Sebelah Timur : Kelurahan Padangsari  
Sebelah Barat : Kelurahan Srandol Wetan



**Gambar 3.1 Peta Perumnas Banyumanik Semarang**

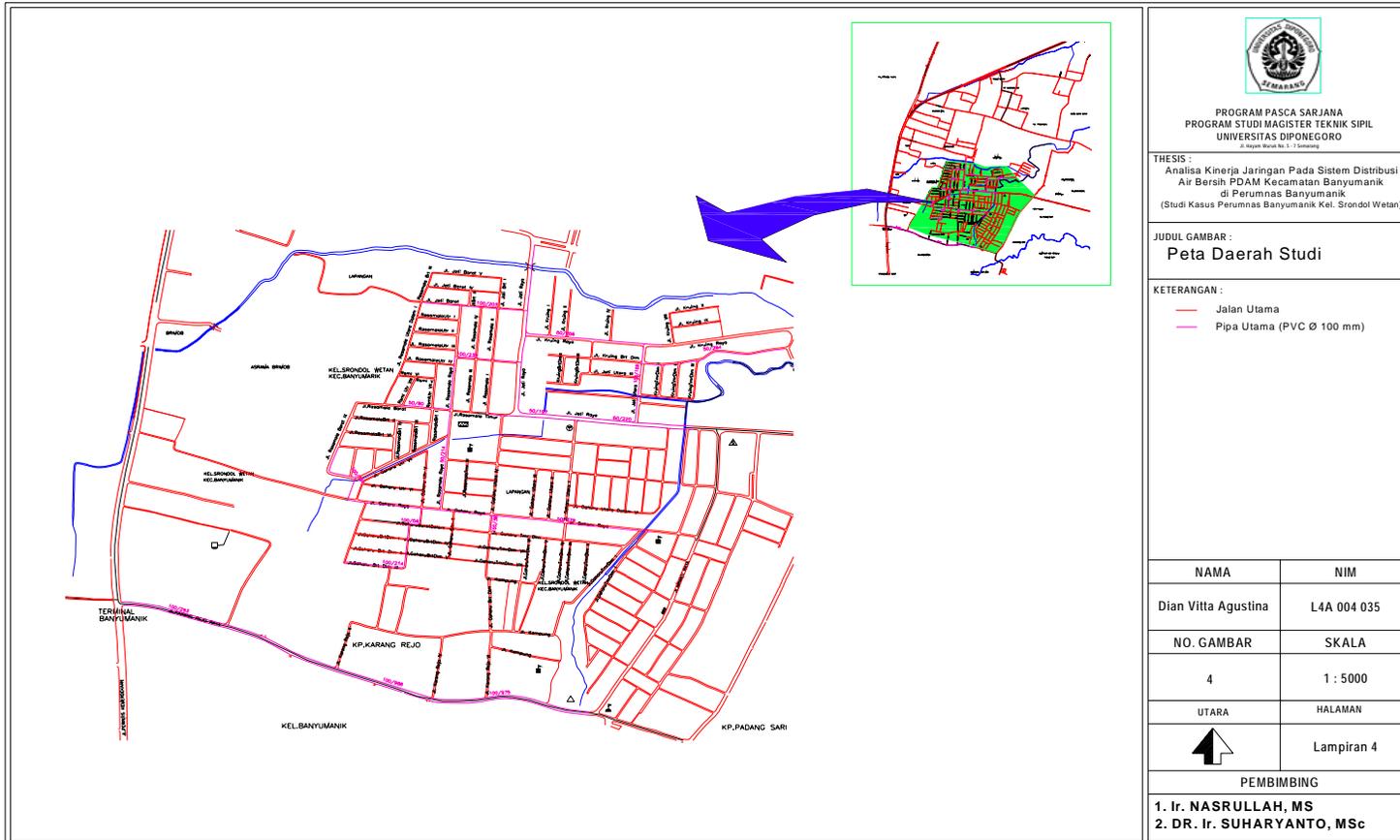
Perumnas Banyumanik yang dibangun pada tahun 1979 terdiri dari 5.094 unit. Berikut merupakan perincian jumlah bangunan di Perumnas Banyumanik.

- Tipe D sebanyak 4.742 unit yang meliputi :
  - Tipe D 21/84 sebanyak 2.332 unit
  - Tipe D 33/84 sebanyak 2.310 unit
  - Tipe D 36/144 sebanyak 100 unit
- Tipe KTM (Kapling Tanah Matang) sebanyak 352 unit, meliputi :
  - Tipe KTM 120 sebanyak 221 unit
  - Tipe KTM 160 sebanyak 131 unit

### **3.2 Kondisi Demografi**

Dari tiga Kelurahan yang membagi Perumnas Banyumanik secara administratif, Kelurahan Srodol Wetan memiliki jumlah penduduk yang paling besar, dan mencakup jumlah RW yang lebih banyak.

Berdasarkan data yang diperoleh dari Laporan Bulanan Kelurahan Srodol Wetan, Kecamatan Banyumanik, jumlah penduduk kelurahan Srodol



**Gambar 3.2 Peta Daerah Studi**

Wetan sampai dengan bulan November 2005 mencapai 18.980 jiwa, dengan 4846 KK. Penduduk Kelurahan Spondol Wetan terdiri dari beragam latar belakang pendidikan dan pekerjaan, dimana tabel jumlah penduduk berdasarkan tingkat pendidikan dan mata pencaharian dapat dilihat pada **Tabel 3.1** dan **3.2** :

**Tabel 3.1 Jumlah penduduk Berdasarkan Latar Belakang Pendidikan**

No.	Jenis Pendidikan	Jumlah (orang)
1.	Perguruan Tinggi	420
2.	Akademi	1168
3.	Tamat SLTA	4131
4.	Tamat SLTP	4196
5.	Tamat SD	4148
6.	Tidak Tamat SD	266
7.	Belum Tamat SD	2585
8.	Tidak Sekolah	36
	Jumlah	1690

Sumber : Laporan Bulanan Kelurahan Spondol Wetan, 2006

**Tabel 3.2 Jumlah penduduk Berdasarkan Mata Pencaharian**

No.	Mata Pencaharian	Jumlah (orang)
1.	Petani sendiri	38
2.	Buruh Tani	32
3.	Nelayan	-
4.	Pengusaha	97
5.	Buruh Industri	4359
6.	Buruh Bangunan	2193
7.	Pedagang	947
8.	Transportasi / Jasa Angkutan	230
9.	Pegawai Negeri Sipil – ABRI	3589 – 1588
10.	Pensiunan	516
11.	Lain-lain	1171
	Jumlah	14760

Sumber : Laporan Bulanan Kelurahan Spondol Wetan, 2006

### **3.3 Kondisi Fisik Wilayah**

#### **3.3.1 Topografi**

Sebagaimana topografi Kota Semarang, yang terbentuk dari berbagai relief dan kemiringan yang bervariasi dari daerah dataran rendah sampai perbukitan, wilayah Kelurahan Srandol Wetan Kecamatan Banyumanik terletak pada daerah dengan topografi yang tinggi, yaitu 50.00m–360.00m di atas permukaan laut. Kemiringan lereng daerah ini bervariasi antara 15% - 60%. Pada umumnya daerah ini dibentuk oleh satuan batuan sedimen dan batuan vulkanik sebagai batuan dasar.

#### **3.3.2 Klimatologi**

Iklm pada Kelurahan Srandol Wetan Kecamatan Banyumanik kurang lebih adalah sama dengan iklim kota Semarang pada umumnya, yang memiliki iklim tropis dengan temperatur yang berkisar antara 30,4°C – 33,7°C. Temperatur tertinggi umumnya terjadi pada bulan September dan temperatur terendah terjadi pada bulan Juli dan Agustus.

Curah hujan rata-rata tahunan untuk Kota Semarang adalah 684,75 mm, dan hari hujan rata-rata adalah 128 hari/tahun. Berdasarkan data yang diperoleh dari Biro Pusat Statistik (2003), curah hujan terbesar di Kota Semarang terjadi pada bulan Februari dan curah hujan terkecil terjadi pada bulan September.

#### **3.3.3 Kondisi Umum Pelayanan Distribusi Air Bersih**

##### **3.3.3.1 Daerah Pelayanan**

Daerah pelayanan PDAM Kota Semarang ditetapkan berdasarkan potensi daerah. Pertimbangan–pertimbangan yang dilakukan dalam menentukan daerah pelayanan meliputi :

1. Lokasi pemukiman penduduk dari pusat kegiatan sosial-ekonomi kota yang ada maupun yang direncanakan
2. Daerah-daerah yang memiliki potensi dari segi pelanggan, misalnya kemampuan dalam pembayaran tarif retribusi, khususnya bagi sektor niaga dan industri
3. Tata guna lahan yang telah disetujui dan disahkan oleh pemerintah setempat
4. Sistem penyediaan air bersih serta jaringan perpipaannya

5. Lokasi dan kapasitas reservoir distribusi yang ada dan yang direncanakan

Berdasarkan faktor-faktor pertimbangan tersebut, maka PDAM Kota Semarang menentukan daerah yang akan dilayani. Sedangkan berdasarkan karakteristik hidroliknya, daerah distribusi Kota Semarang dibagi menjadi empat wilayah pelayanan yang meliputi Semarang Barat, Semarang Tengah, Semarang Timur, dan Semarang Selatan. Wilayah pelayanan PDAM Semarang secara rinci diuraikan pada **Tabel 3.3** berikut :

**Tabel 3.3 Wilayah Pelayanan PDAM Semarang**

No.	Wilayah Pelayanan	Kecamatan yang Dilayani
1.	Semarang Barat	Kec. Tugu, Kec. Ngaliyan, Kec. Semarang Barat, dan sebagian Kec. Gunung Pati
2.	Semarang Tengah	Kec. Gajah Mungkur, Kec. Semarang Utara, Semarang Tengah, Semarang Timur, dan Kec. Semarang Selatan
3.	Semarang Timur	Kec. Genuk, Kec. Gayam Sari dan Pedurungan
4.	Semarang Selatan	Kec. Candi Sari, Kec. Tembalang, Kec. Banyumanik, dan sebagian Kec. Gunung Pati

**Sumber : PDAM Semarang, 2006**

Dari **Tabel 3.3** di atas, dapat dilihat bahwa Kelurahan Srandol Wetan, Kecamatan Banyumanik termasuk ke dalam wilayah pelayanan PDAM Cabang Semarang Selatan.

Wilayah pelayanan PDAM Cabang Semarang Selatan memiliki batasan wilayah, yaitu :

- Sebelah Utara : Jalan Tol, Jln. Dr. Wahidin, Jl. Tentara Pelajar Selatan
- Sebelah Selatan : Kalikadoh Timur - Barat
- Sebelah Timur : Jalan Tol, Salak Utama, Batas Kabupaten Semarang
- Sebelah Barat : Kali Kripik, Sumur Jurang

### 3.3.3.2 Jumlah Pelanggan dan Tingkat Pelayanan

Sejak berdirinya PDAM Semarang pada tahun 1911 hingga saat ini, jumlah pelanggan PDAM Semarang terus meningkat. Peningkatan jumlah pelanggan ini dikarenakan kebutuhan manusia akan air bersih semakin meningkat, seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk dari tahun ke tahun.

Berdasarkan jenis pelanggan, pelanggan PDAM dibagi menjadi dua bagian besar yaitu pelanggan aktif dan pelanggan pasif. Pelanggan aktif adalah pelanggan yang secara aktif menggunakan jasa PDAM Semarang dalam memenuhi kebutuhan akan air bersihnya. Sedangkan pelanggan pasif adalah pelanggan yang menggunakan jasa PDAM Semarang tetapi penggunaannya tidak setiap bulan melainkan tergantung dari kebutuhan pelanggan tersebut, bahkan pada umumnya mereka juga memiliki sumber air lain dalam memenuhi kebutuhan air bersihnya seperti sumur dalam dan sumur artesis.

Berdasarkan kategori pelanggan, pelanggan PDAM Semarang dibagi menjadi sembilan kategori pelanggan yang meliputi : sosial, rumah tangga, industri, rumah tangga niaga, niaga, instansi pemerintah, lembaga pendidikan, kran umum khusus, dan terminal air.

Pada wilayah pelayanan PDAM Cabang Semarang Selatan terdapat jumlah pelanggan sebesar 22.141 pelanggan. Sedangkan untuk Wilayah Kelurahan Srandol Wetan sendiri adalah terdapat 3247 pelanggan. Berdasarkan jumlah penduduk Kelurahan Srandol Wetan yang berjumlah 18.980 jiwa, dengan 4846 KK, maka tingkat pelayanan PDAM mencapai 67%.

### **3.3.3.3 Sumber Air Baku dan Kapasitas Produksi**

Sumber daya air yang digunakan oleh PDAM Semarang berasal dari berbagai macam sumber, seperti : air permukaan, mata air, dan air tanah dalam. Sumber-sumber air baku tersebut ada yang langsung digunakan sebagai air bersih yang langsung dialirkan ke konsumen tanpa melalui pengolahan karena telah memenuhi kualitas standar air bersih yang ditetapkan, tetapi ada juga yang harus melalui tahapan pengolahan air pada Instalasi Pengolahan Air Bersih (IPAB) agar memenuhi kualitas standar air bersih yang ditetapkan, seperti pada sumber air permukaan.

Setelah air baku dari sumber telah memenuhi kualitas air bersih sesuai dengan baku mutu yang ditetapkan di Indonesia, yaitu KEPMENKES-RI No.907/MENKES/SK/VII/2002 tentang syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air Minum, kemudian air tersebut didistribusikan ke pelanggan melalui reservoir – pipa distribusi, hingga masuk ke pelanggan melalui sambungan rumah.

Berdasarkan data yang diperoleh dari PDAM Cabang Semarang Selatan, untuk memenuhi kebutuhan air bersih pelanggan di Kelurahan Srandol Wetan,

digunakan sumber air baku yang berasal dari Ungaran, Zona E-4, yaitu Artesis Gowongan yang memiliki debit 50 lt/detik. Air bersih dari sumber Artesis Gowongan tersebut, kemudian dialirkan dengan pipa transmisi ke Reservoir Distribusi Banyumanik yang terletak di jalan Raya Banyumanik. Reservoir ini berkapasitas 900 m<sup>3</sup>. Reservoir ini menampung air dari sumber air baku untuk kemudian dialirkan untuk melayani wilayah Perumnas Banyumanik, Wilayah Sukun, dan Perumahan Graha Estetika. Untuk lebih jelasnya, sumber air bersih dan reservoir pelayanan untuk wilayah Semarang Selatan dapat dilihat pada **Tabel 3.4** berikut :

**Tabel 3.4 Daerah Pelayanan PDAM Wilayah Semarang Selatan**

No.	Sumber Air Baku	Reservoir / BPT	Daerah Pelayanan
1.	Mata Air Gowongan	Reservoir Banyumanik	Perumnas Banyumanik, Graha Estetika, Wilayah Sukun
2.	Mata Air Kalidoh Artesis Kalidoh	BPT Tembalang	Perumahan Bukit Kencana, Kramas, Tembalang
3.	Sumur Mudal Mata Air Sicepit Artesis Kalidoh	BPT Gombel	Villa Bukit Mas, Bukit Agung, Gombel Permai, Sapta Marga. Ngesrep, R. Kepoh, dll
4.	BPT Gombel	Reservoir Kepoh	Tentara Pelajar, Jomblang, Karanganyar

**Sumber : PDAM Semarang, 2006**

Setelah ditampung pada Reservoir Transmisi Banyumanik, kemudian air dialirkan melalui pipa distribusi ke reservoir distribusi Perumnas Banyumanik untuk pelayanan pelanggan Perumnas Banyumanik, yang terletak di Jalan Nusa Indah, Kelurahan Srandol Wetan, Perumnas Banyumanik. Berdasarkan data yang diperoleh dari PDAM Cabang Semarang Selatan kapasitas air bersih yang didistribusikan ke pelanggan di Kelurahan Srandol Wetan, Perumnas Banyumanik adalah sebesar 41 lt/detik.

## **BAB IV**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

Metodologi penelitian adalah suatu kerangka pendekatan pola pikir dalam rangka menyusun dan melaksanakan suatu penelitian. Tujuan dari adanya suatu metodologi penelitian adalah untuk mengarahkan proses berfikir dan proses kerja untuk menjawab permasalahan yang akan diteliti lebih lanjut.

#### **4.1 Jenis Penelitian**

Penelitian tentang analisa kinerja jaringan dan tingkat kepuasan pelanggan pada sistem distribusi air bersih PDAM Kecamatan Banyumanik di Perumnas Banyumanik Kelurahan Srandol Wetan ini termasuk jenis *penelitian survei*. Dikatakan demikian karena dalam penelitian ini, informasi dan data dikumpulkan melalui responden dengan menggunakan kuesioner dan survei langsung ke lapangan untuk memperoleh data primer yang antara lain adalah data debit, dan kondisi fisik air bersih yang sampai ke pelanggan.

#### **4.2 Pendekatan Studi**

Pendekatan studi yang pada umumnya digunakan dalam penelitian adalah pendekatan evaluatif. Salah satu kegunaan dari penelitian survei adalah untuk mengadakan evaluasi, yaitu dalam penelitian ini adalah untuk melihat seberapa baik kinerja jaringan distribusi PDAM dalam melayani pelanggan di Kelurahan Srandol Wetan, serta seberapa tinggi tingkat kepuasan pelanggan terhadap sistem distribusi air bersih yang selama ini berjalan.

Dalam penelitian ini tidak hanya data numerik saja yang akan dihimpun, tetapi juga informasi tentang apa yang menjadi keinginan dari masyarakat terhadap kinerja sistem distribusi air bersih, sehingga pendekatan studi penelitian ini menggunakan metode kombinasi pendekatan kuantitatif dan kualitatif.

Pendekatan tersebut digunakan dalam penelitian ini karena melalui pendekatan tersebut diharapkan akan didapat suatu kajian dan gambaran yang lebih mendalam tentang objek yang diteliti. Kajian ini dilakukan melalui penganalisaan terhadap data primer dan sekunder yang diperoleh dari survei,

peninjauan langsung, pengukuran langsung di lapangan, kompilasi data sekunder, maupun dari kuesioner.

#### **4.3 Kebutuhan Data**

Ada dua jenis data yang dibutuhkan dalam penelitian ini, yaitu :

##### **1. Data Primer**

Merupakan data yang secara langsung bersumber dari observasi lapangan, pengukuran secara langsung di lapangan, kuesioner dari para responden yang dalam hal ini adalah pelanggan air bersih Kelurahan Srandol Wetan

##### **2. Data Sekuder**

Merupakan data-data yang bersumber dari data-data yang telah dihimpun oleh instansi-instansi terkait, yang dalam hal ini adalah PDAM Cabang Semarang Selatan, Kantor Kecamatan, Kantor Kelurahan, dll.

Adapun kebutuhan data dapat dilihat pada **Tabel 4.1** berikut :

**Tabel 4.1 Kebutuhan Data**

No.	Kebutuhan Data	Jenis Data dan Teknik Survey	Sumber
<b>Data Kependudukan</b>			
1.	Jumlah penduduk, laju pertumbuhan penduduk, kepadatan penduduk, tingkat sosial-ekonomi masyarakat	Sekunder	BPS Semarang, Data Monografi Kelurahan
2.	Jumlah KK, Jumlah bangunan rumah, Jumlah bangunan niaga, bangunan sosial, dan fasilitas umum	Sekunder	Data Monografi Kelurahan
<b>Data Pelanggan PDAM</b>			
1.	Jumlah pelanggan (jumlah sambungan rumah), jumlah anggota keluarga per KK	Sekunder, Primer	PDAM Cabang Semarang Selatan, Kuesioner
2.	Kapasitas pemakaian air bersih per hari	Sekunder	Literatur, Kimpraswil
<b>Data Indikator Kinerja PDAM</b>			
1.	Standar Kualitas Air Bersih : fisik, kimia, dan biologi	Sekunder	PDAM Cabang Semarang Selatan
2.	Kuantitas Air bersih	Sekunder, Primer	PDAM Cabang Semarang Selatan Observasi lapangan Pengolahan data sekunder
3.	Kontinuitas Air Bersih	Sekunder, Primer	PDAM Cabang Semarang Selatan Observasi lapangan
4.	Parameter Operasional : tekanan, standar debit, standar kecepatan aliran	Sekunder, Primer	PDAM Cabang Semarang Selatan Observasi lapangan, Analisa EPANET
<b>Aspek Keruangan</b>			
1.	Wilayah Pelayanan : Peta wilayah Pelayanan, Batas Wilayah, Blok-Blok Pelayanan	Sekunder, Primer	PDAM Cabang Semarang Selatan Observasi lapangan
2.	Jaringan Pelayanan Air Bersih : Peta jaringan penyediaan air bersih, jaringan pipa transmisi dan distribusi, letak reservoir	Primer	PDAM Cabang Semarang Selatan Observasi lapangan

**Sumber : Hasil Analisa, 2006**

#### **4.4 Teknik Pengumpulan Data**

Teknik pengumpulan data adalah cara-cara yang akan digunakan untuk mengumpulkan data, baik yang berupa data primer maupun data sekunder, melalui survei yang dilakukan pada wilayah penelitian. Adapun survei yang dilakukan untuk memperoleh data yang dibutuhkan tersebut adalah :

##### **1. Survei Primer**

Bertujuan untuk mencari data yang sifatnya tidak tertulis, ataupun merupakan data yang memiliki tingkat akurasi yang tinggi. Survei yang dilakukan tersebut antara lain adalah :

###### **a. Pengamatan lapangan**

Tujuannya untuk menghasilkan data-data tidak tertulis yang hanya bisa didapatkan dengan pengamatan secara langsung mengenai kondisi pelayanan distribusi air bersih di Kelurahan Srandol Wetan.

Kegiatan yang dilakukan dapat berupa pengukuran tekanan air, debit, kontinuitas, dan melihat kondisi fisik air bersih yang dialirkan ke pelanggan pada beberapa sampel rumah

###### **b. Pembuatan dan Pengisian Kuesioner**

Untuk dapat mengetahui tingkat kepuasan pelanggan terhadap kinerja sistem distribusi air bersih yang dilakukan oleh PDAM Cabang Semarang Selatan, serta preferensi dari pihak yang terlibat langsung dalam penyediaan air bersih di Kelurahan Srandol Wetan, yaitu dari pihak pelanggan secara langsung mengenai sistem yang diharapkan

##### **2. Survei Sekunder**

Merupakan kegiatan pencarian data melalui kajian literatur, hasil penelitian terdahulu, peta-peta yang dibutuhkan, data kependudukan, kondisi wilayah penelitian, ataupun data tertulis lainnya, yang didapatkan langsung dari instansi yang terkait.

Tujuan dari survei ini adalah untuk mendapatkan data-data instansional yang selanjutnya akan diolah dengan alat analisis yang telah tersedia.

## **4.5 Sampling Penelitian**

### **4.5.1 Teknik Sampling**

Adapun teknik sampling yang digunakan dalam penelitian ini adalah *propotionate stratified random sampling* yaitu penentuan sampling dilakukan secara proporsional di tiap-tiap strata / tingkatan.

Teknik sampling ini digunakan karena populasi penduduk terdiri dari beberapa jalan perumahan yang mempunyai luas wilayah yang berbeda-beda, dan jumlah penduduk yang berbeda pada setiap lokasi.

### **4.5.2 Ukuran / Jumlah Sampel**

Untuk membatasi wilayah penelitian pada Perumnas Banyumanik yang cukup luas, maka dipilih Kelurahan Srandol Wetan sebagai daerah penelitian, karena memiliki penduduk yang lebih banyak, dan luas administratif yang lebih luas dibanding kelurahan di Perumnas Banyumanik lainnya.

Dalam penelitian ini, terdapat dua macam responden, dengan pengelompokan responden sebagai berikut :

1. Responden untuk mengetahui Tingkat Kinerja Jaringan Distribusi Air Bersih oleh PDAM Cabang Semarang Selatan Kecamatan Banyumanik.  
Responden dipilih dengan berdasarkan *purposive sampling*, dimana pemilihan sampel hanya mempertimbangkan orang/pihak yang terkait langsung dengan pelayanan air bersih, yang dalam hal ini adalah pelanggan. Responden kelompok ini adalah rumah yang menjadi pelanggan PDAM Kecamatan Banyumanik. Jumlah sampel ditentukan 12 rumah, yaitu jumlah yang sama dengan jumlah RW yang terdapat pada Kelurahan Srandol Wetan, dimana diambil 1 sampel pada tiap RW. Kegiatan yang dilakukan adalah peneliti mengukur secara langsung di lapangan untuk parameter debit, tekanan, kuantitas, dan kuantitas air bersih. Selain parameter kinerja, juga diteliti kualitas air bersih, tetapi untuk parameter kualitas hanya terbatas pada kualitas fisik air, yang meliputi warna, bau, dan rasa.
2. Responden untuk analisis Tingkat Kepuasan Pelanggan terhadap Kinerja Jaringan Distribusi Air Bersih oleh PDAM Cabang Semarang Selatan Kecamatan Banyumanik.

Untuk dapat mengukur tingkat kepuasan pelanggan, maka wilayah Kelurahan Sron dol Wetan dibagi ke dalam tiga bagian, dimana pembagian adalah berdasarkan zona jalan perumahan, sehingga dalam penelitian ini setiap zona terdiri dari:

- Zona I : Komplek Perumahan Jalan Rasamala
- Zona II : Komplek Perumahan Jalan Kruing, Jati
- Zona III : Komplek Perumahan Jalan Gaharu, Meranti

Berdasarkan pengamatan lapangan yang telah dilakukan pada ketiga zona tersebut, dan dengan mengasumsikan bahwa populasi dari ketiga zona tersebut adalah berdistribusi normal (mempunyai tingkat pelayanan tinggi, sedang, dan rendah), dengan jumlah populasi pelanggan pada Kelurahan Sron dol Wetan secara keseluruhan adalah 3247 KK, maka jumlah sampel dapat dihitung menggunakan rumus (*Slovin*, 1960) dalam (*Sevilla Consuelo G*, 1993) sebagai berikut :

$$n = \frac{N}{1 + N.e^2} \dots\dots\dots(4.1)$$

Keterangan :

- n = jumlah sampel
- N = ukuran populasi
- e = nilai kritis (batas ketelitian) : 10%

Dengan jumlah populasi pelanggan 3247 KK, maka jumlah sampel yang ditetapkan untuk penelitian pada Kelurahan Sron dol Wetan ini dapat dihitung, yaitu :

$$n = \frac{3247}{1 + (3247) (0,1)^2} = 97,01 \approx 97 \text{ KK}$$

Untuk jumlah sampel pada masing-masing zona yang telah ditentukan sebelumnya, dibagi secara proporsional berdasarkan dan pengambilan sampel diusahakan berdasar pada jenis pelanggan baik perumahan, toko ataupun kantor.

#### 4.6 Teknik Pengolahan dan Penyajian Data

Teknik ini dibutuhkan untuk mempermudah peneliti dalam mengolah data, dan membuat target-target yang dibutuhkan dalam penelitian. Baik data primer maupun data sekunder yang berhasil dikumpulkan, dipisahkan sesuai karakteristik datanya. Data deskriptif dipisahkan dari data yang berbentuk angka, atau data kualitatif dipilah dari data kuantitatif dan kemudian siap dianalisa.

Data disajikan dalam beberapa bentuk, yang meliputi :

##### 1. Tabulasi Data

Digunakan terutama untuk data yang berbentuk angka. Namun tidak menutup kemungkinan adanya data non angka, yang berisikan data tentang permasalahan yang diperoleh dari berbagai sumber sebagai persepsi, yaitu dari pelanggan air bersih yang berkaitan langsung dengan sistem distribusi air bersih.

##### 2. Data Naratif sebagai Data Kualitatif

Data ini bersumber dari data yang berbentuk jawaban berupa cerita atau argumentasi sebagai wujud dari persepsi, aspirasi, dan keinginan, baik dari pengelola sistem penyediaan air bersih, maupun masyarakat sebagai konsumen.

#### 4.7 Prosedur Penelitian

Kegiatan pelaksanaan penelitian tentang analisa kinerja jaringan dan tingkat kepuasan pelanggan pada sistem distribusi air bersih PDAM Kecamatan Banyumanik, dengan studi kasus Kelurahan Sron dol Wetan, Perumnas Banyumanik adalah sebagai berikut :

1. Melakukan pengecekan terhadap data-data yang telah diperoleh, yaitu data topografi, data jaringan, data *inflow*, data debit, data tekanan air, data kontinuitas aliran, data kualitas air, serta karakteristik pemakaian air
2. Melakukan analisa kinerja (*performance*) layanan jaringan air bersih berdasarkan data debit bulanan pada rumah-rumah yang dijadikan sampel (responden untuk analisa kinerja = 12 sambungan rumah) minimal satu tahun, untuk dapat mengetahui tingkat **keandalan (*reliability*)**, **kelentingan (*resiliency*)**, serta **kerawanan (*vulnerability*)** jaringan sistem distribusi tersebut. Tingkat layanan air bersih pada pelanggan diidentifikasi berdasarkan debit aliran yang sampai ke pelanggan, dengan asumsi bahwa

jumlah air yang tercatat pada meter air tiap pelanggan mencerminkan kemampuan layanan jaringan PDAM

3. Melakukan simulasi pengoperasian jaringan air bersih menggunakan program **EPANET 2.0** berdasarkan data yang telah diperoleh, yaitu kondisi konfigurasi jaringan dan topografi, dengan input data yang meliputi data fisik jaringan, interkoneksi jaringan, sumber-sumber air, serta aksesoris jaringan pipa. Input data terdiri dari :
  - a. Tabel Pipa  
Data yang dimasukkan meliputi nomor pipa, panjang pipa, diameter pipa, kekasaran dalam pipa, serta titik (*node*) pada ujung hulu dan hilir. *Output* yang dihasilkan meliputi kecepatan aliran dalam pipa
  - b. Tabel Titik (*node*)  
*Node* merupakan *input* data mengenai koneksi antar *node* dan parameter tiap *node* tersebut. *Input* data meliputi nomor *node*, elevasi *node*, kebutuhan (*demand*) pada *node* tersebut, serta koordinat lokasi *node*.
  - c. Tabel *Inflow*  
Merupakan data masukan mengenai sumber-sumber air yang memasok air ke jaringan. Sumber air dapat berupa reservoir ataupun tangki, serta termasuk di dalamnya adalah pompa. Input data yang diperlukan meliputi besarnya debit *inflow* ke jaringan.
  - d. Tabel Liku – Karakteristik Pompa  
Merupakan data hubungan antara tinggi (*head*) terhadap kapasitas aliran pompa. Liku karakteristik ini digunakan sebagai *input* dalam tabel *inflow*.
4. Melakukan analisa kinerja pelayanan jaringan air bersih berdasarkan data primer maupun sekunder tentang debit air, tekanan, kontinuitas aliran, dan kualitas air sebagai parameter untuk mendapatkan hasil analisa kinerja pelayanan jaringan air bersih
5. Melakukan uji Statistik terhadap data yang diperoleh melalui kuesioner, dimana terdapat persepsi dan harapan pelanggan.

#### **4.8 Metode Penelitian Lapangan**

Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa data primer dan sekunder. Data yang dimaksud meliputi :

- a. Data sumber, dan fluktuasinya, serta kapasitas produksi

- b. Data jalur pipa transmisi ke reservoir, serta data jalur pipa distribusi dari reservoir ke pelanggan
- c. Data batas wilayah daerah pelayanan
- d. Data jumlah pelanggan dan jenis pelanggan
- e. Data pemakaian air pelanggan PDAM menurut kategori pelanggan
- f. Data sekunder diperoleh dari data PDAM, sedangkan data primer dari pengukuran langsung di lapangan

Pengumpulan data pemakaian pelanggan dilakukan dengan pengambilan data sekunder tentang data pemakaian air bulanan pelanggan PDAM yang merupakan hasil pembacaan kubikasi air selama 12 bulan, dari bulan Januari-Desember 2004.

#### **4.9 Kerangka Pemikiran**

Baik buruknya suatu sistem penyediaan air bersih suatu kota/kawasan, sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain adalah air baku, yang meliputi kualitas dan kuantitas, faktor kinerja sistem distribusi yang meliputi kuantitas, tekanan, dan kontinuitas aliran, serta faktor kinerja sistem transmisi.

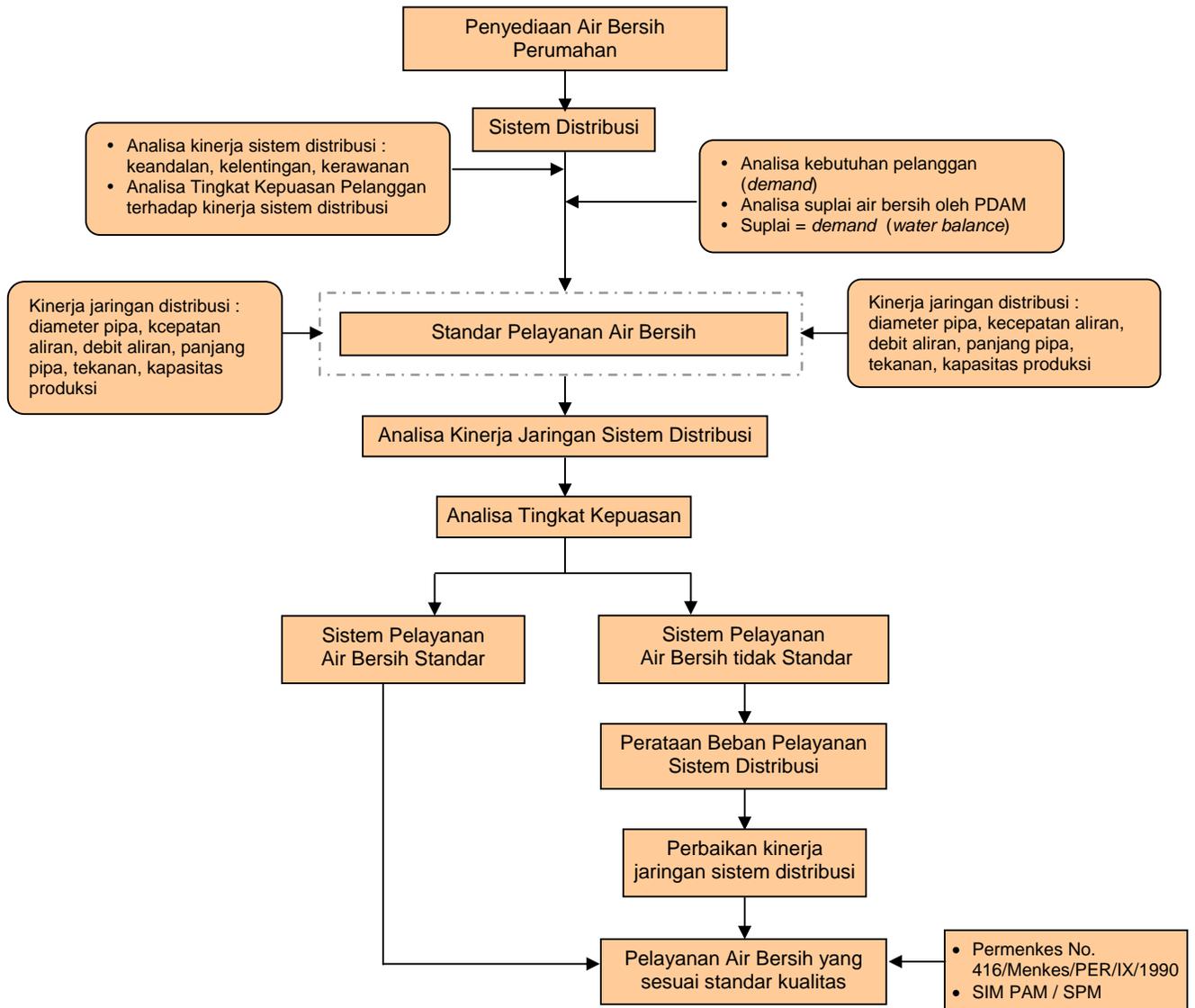
Dalam sistem penyediaan air bersih yang baik, diperlukan suatu pasokan air yang baik dan dalam jumlah yang cukup. Sehingga masyarakat sebagai pengguna jasa akan mendapatkan pasokan air secara kontinyu, serta dengan kualitas yang baik sesuai dengan tingkat pemakaian air standar.

Faktor kinerja (*performance*) suatu sistem jaringan air bersih juga penting untuk dipertimbangkan, karena dengan meninjau parameter-parameter kinerja serta faktor-faktor yang mempengaruhinya, maka dapat dilihat tingkat keberhasilan dari suatu kinerja sistem jaringan air bersih suatu kota / kawasan.

Tingkat kepuasan pelanggan terhadap layanan suatu jaringan distribusi air bersih juga menjadi faktor penentu keberhasilan suatu sistem dapat berjalan. Karena sebagai pengguna jasa, pelanggan / konsumen dapat memberikan penilaian melalui persepsi dan harapan, yang nantinya akan dapat memberikan suatu penilaian terhadap keberhasilan suatu sistem jaringan distribusi air bersih.

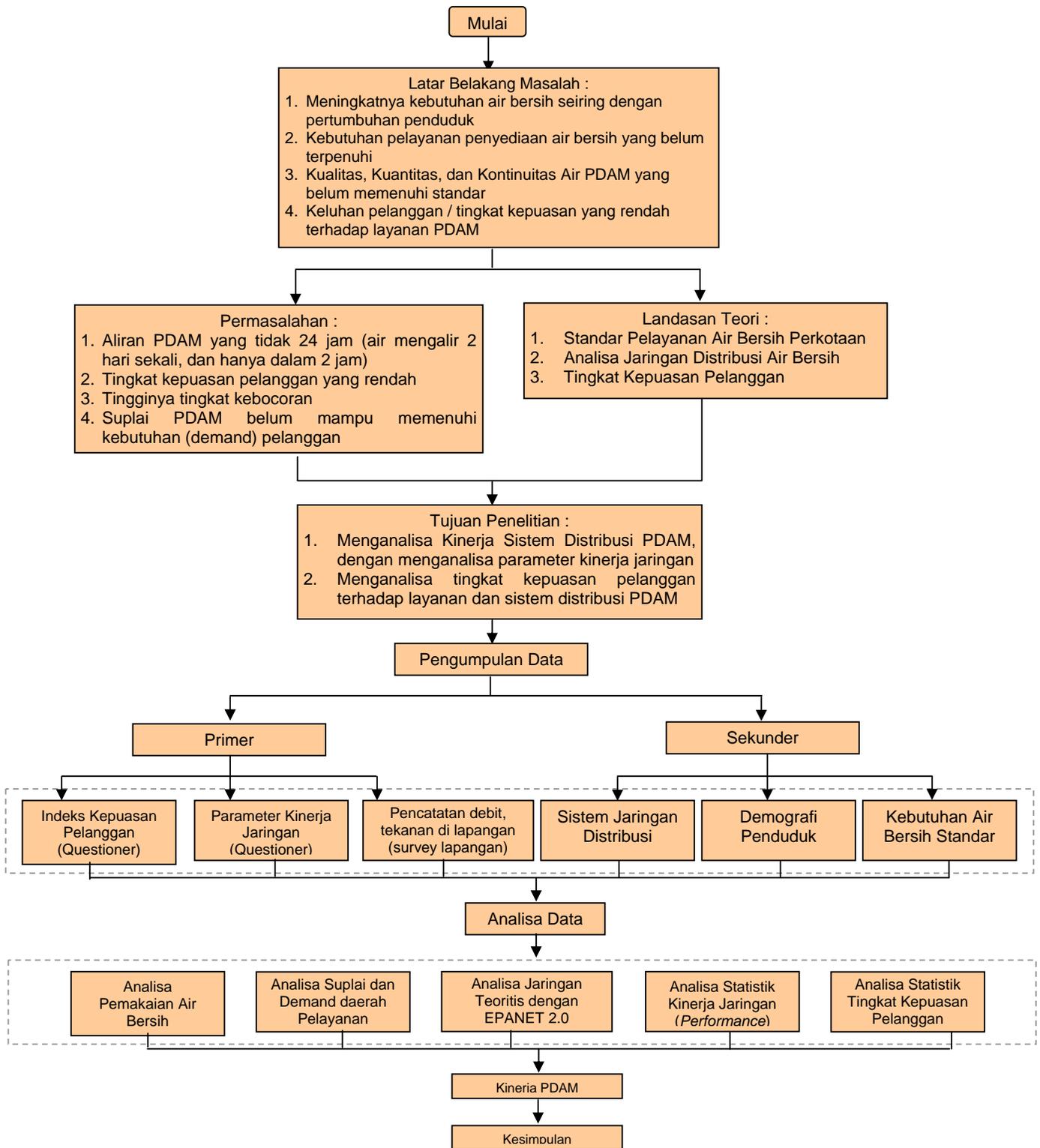
Pada penelitian ini, faktor-faktor pertimbangan yang telah disebutkan pada paragraf-paragraf sebelumnya, yang mempengaruhi kinerja sistem jaringan distribusi air bersih, akan dijadikan parameter penelitian, yang akan dikaji lebih lanjut, sehingga akan dapat memberikan masukan kepada pihak penyedia

layanan air bersih, yang dalam hal ini adalah PDAM Kecamatan Banyumanik Cabang Semarang Selatan. Adapun diagram alir dari kerangka pemikiran dan tahapan kegiatan adalah sebagai berikut :



**Gambar 4.1 Skema Kerangka Pikir Analisa Sistem Jaringan Distribusi Air Bersih**

Berdasarkan kerangka pikir, selanjutnya dirumuskan tahapan kegiatan berikut :



**Gambar 4.2 Diagram Alir Tahapan Kegiatan Penelitian**

## BAB V DATA DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini akan dibahas tentang keadaan konsumen yaitu masyarakat yang berada di Kelurahan Srandol Wetan, Perumnas Banyumanik Semarang dan tingkat kepuasan konsumen terhadap pelayanan PDAM, kemudian analisis terhadap aspek teknis sistem distribusi PDAM.

### 5.1 Kondisi Umum Responden

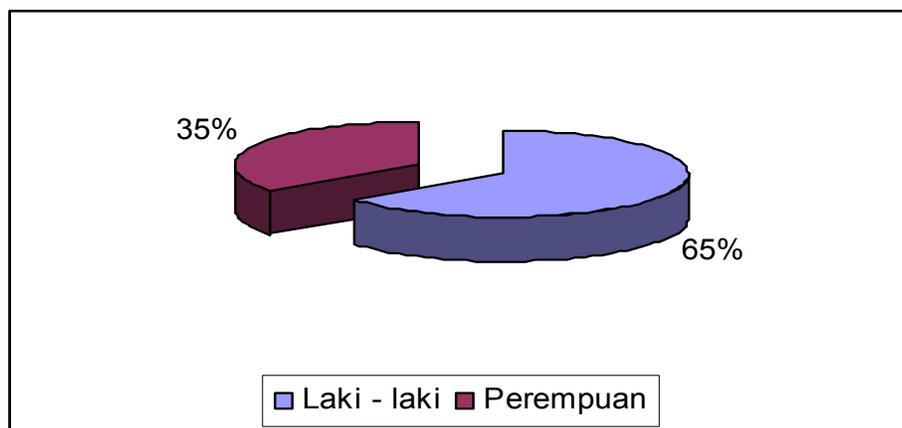
#### 5.1.1 Jenis Kelamin Responden

Berdasarkan hasil survei pada pelanggan yang dilakukan pada daerah studi, Perumnas Banyumanik Kelurahan Srandol Wetan, terdapat 63 orang laki – laki (64,9%) dan 34 orang perempuan atau 35,1%, sebagai responden yang mewakili pelanggan yang ada di Perumnas Banyumanik.

**Tabel 5.1 Jenis Kelamin Responden**

	Frequency	Percent
Valid Laki - laki	63	64,9
Perempuan	34	35,1
Total	97	100,0

Sumber: Data Primer



**Gambar 5.1 Persentase Jenis Kelamin Responden**

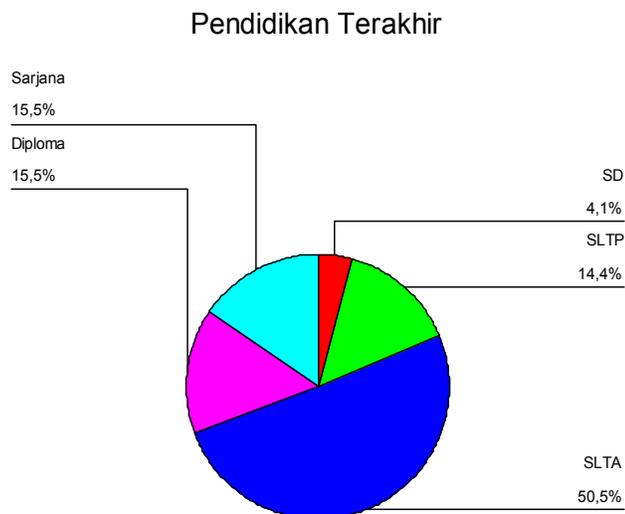
### 5.1.2 Tingkat Pendidikan Responden

Menurut hasil survei, sebagian besar responden berpendidikan SLTA (50,5%), sebagian berpendidikan SLTP 14,4%, Diploma 15,5%, Sarjana 15,5% dan ada 4,1% berpendidikan SD.

**Tabel 5.2 Tingkat Pendidikan Responden**

	Frequency	Percent
Valid SD	4	4,1
SLTP	14	14,4
SLTA	49	50,5
Diploma	15	15,5
Sarjana	15	15,5
Total	97	100,0

Sumber: Data Primer



**Gambar 5.2 Tingkat Pendidikan Responden**

### 5.1.3 Pekerjaan Responden

Pada **Tabel 5.3** dapat dilihat pekerjaan kepala keluarga Kelurahan Sronдол Wetan, Perumnas Banyumanik Semarang yang paling tinggi adalah lain-lain (36,1%) termasuk buruh dan pensiunan. Sedangkan pekerjaan yang paling banyak kedua adalah wiraswasta (35,1%), yang selanjutnya Pegawai Negeri Sipil (19,6%) dan pegawai swasta (9,3%).

**Tabel 5.3 Pekerjaan Responden**

	Frequency	Percent
Valid PNS	19	19,6
Pegawai Swasta	9	9,3
Wiraswasta	34	35,1
Lain - Lain	35	36,1
Total	97	100,0

**Sumber: Data primer**

#### **5.1.4 Kondisi Rumah**

Lama tinggal masyarakat yang menghuni perumahan tersebut sangat bervariasi, karena beberapa diantaranya merupakan penghuni baru yang pindah ke perumahan tersebut. Penduduk mayoritas adalah penduduk yang lama tinggal di perumahan. Hal ini dapat dilihat dari hasil kuesioner, yang mana masyarakat yang telah tinggal lebih dari 20 tahun adalah 48,5%. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada **Tabel 5.4**.

**Tabel 5.4 Lama Menempati Rumah**

Lama Menempati Rumah	Persentase (%)
< 5 tahun	11,3
6 – 10 tahun	13,4
11 – 15 tahun	16,5
16 – 20 tahun	10,3
> 20 tahun	48,5
Jumlah	100

**Sumber: Data primer**

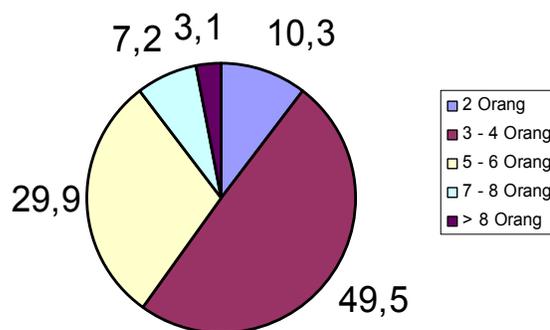
#### **5.1.5 Jumlah Anggota Keluarga**

Banyaknya anggota keluarga dalam satu rumah, berdasarkan pada hasil survei menunjukkan bahwa satu rumah terdiri dari 3 – 4 orang anggota keluarga 49,5%, 29,9% memiliki 5 -6 orang anggota keluarga, 10,3% berjumlah 2 orang anggota keluarga serta 7,2% memiliki 7 – 8 orang anggota keluarga dan 3,1% lebih dari 8 orang.

**Tabel 5.5 Jumlah Anggota Keluarga**

Anggota Keluarga		Frequency	Percent
Valid	2 Orang	10	10,3
	3 - 4 Orang	48	49,5
	5 - 6 Orang	29	29,9
	7 - 8 Orang	7	7,2
	> 8 Orang	3	3,1
	Total	97	100,0

Sumber : Data Primer



**Gambar 5.3 Persentase Jumlah Anggota Keluarga**

#### 5.1.6 Sumber Air Bersih

Sumber air bersih masyarakat Perumnas Banyumanik tidak sepenuhnya berasal dari air PDAM. Sebagian ada yang menggunakan sumur yang dilengkapi dengan pompa air. Sebagian kecil masyarakat Perumnas Banyumanik ada yang menggunakan sumur dangkal ataupun sumur dengan pompa air umum. Akan tetapi rata-rata masyarakat menggunakan air dari PDAM. Hasil tersebut dapat dilihat pada **Tabel 5.6**.

**Tabel 5.6 Sumber Air Bersih**

No	Sumber Air Bersih	Persentase (%)
1	Sumur + pompa umum	2
2	Sumur + PAM	31
3	PAM	66
4	Sumur dangkal	1

Sumber: Data Primer

### 5.1.7 Penggunaan Air Minum Dalam Kemasan (AMDK)

Selain menggunakan air PDAM untuk kebutuhan sehari - hari ternyata pelanggan juga menggunakan air dalam kemasan (AMDK) untuk keperluan sehari – hari, dari 97 pelanggan yang di survei hampir semua pelanggan 93,8% menyatakan menggunakan AMDK juga untuk keperluan sehari – hari (minum), hanya 6 orang (6,2%) yang menyatakan tidak menggunakan AMDK.

**Tabel 5.7 Penggunaan Air Minum Dalam Kemasan (AMDK)**

#### AMDK

	Frequency	Percent
Valid Ya	91	93.8
Tidak	6	6.2
Total	97	100.0

Sumber: Data primer

### 5.1.8 Penggunaan rata – rata air bersih

Penggunaan rata – rata air bersih oleh pelanggan yang menggunakan air bersih kurang dari 15m<sup>3</sup> dalam tiap bulannya sebesar 44,3%; sedangkan pelanggan dengan penggunaan antara 15 – 20 m<sup>3</sup> sebesar 22,7% dan 21 – 45 m<sup>3</sup> sebanyak 28,9 %, dan sebagian kecil 4% menggunakan lebih dari 45m<sup>3</sup>.

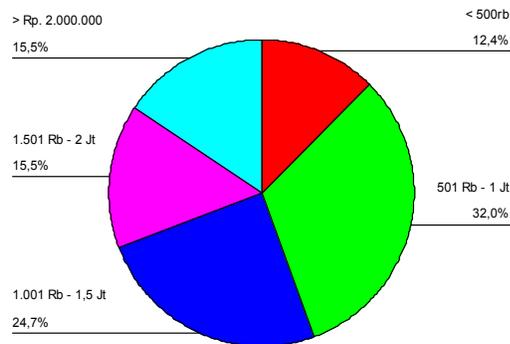
**Tabel 5.8 Penggunaan rata – rata air bersih**

	Frequency	Percent
Valid < 15 m3	43	44,3
15 - 20 m3	22	22,7
21 - 45 m3	28	28,9
> 45 m3	4	4,1
Total	97	100,0

Sumber: Data primer

### 5.1.9 Pendapatan Responden

Berdasarkan hasil survei yang dilakukan dapat diketahui pekerjaan sebagian besar warga adalah wiraswasta, buruh, pensiunan dan PNS dimana pendapatan sebagian besar warga antara Rp. 1.001.000 – Rp. 1.500.000,



**Gambar 5.4 Persentase Pendapatan Responden**

### 5.1.10 Pengeluaran Biaya Rekening PDAM

Berdasarkan pada hasil survei, pelanggan dalam setiap bulannya mengeluarkan biaya Rp. 20.000 – 50.000 untuk pembayaran rekening PDAM (42,3%), 26,8% mengeluarkan kurang dari Rp. 20.000, 24,7% mengeluarkan antara Rp. 51.000 – Rp. 100.000 dan hanya 6% yang mengeluarkan biaya lebih dari Rp. 100.000.

**Tabel 5.9 Pengeluaran Untuk Pembayaran Rekening PDAM**

**Biaya rekening PDAM**

	Frequency	Percent
Valid < Rp. 20.000	26	26.8
Rp. 20.000 - 50.000	41	42.3
Rp. 51.000 - Rp. 100.000	24	24.7
> Rp. 100.000	6	6.2
Total	97	100.0

Sumber: Data primer

### 5.1.11 Kualitas Air

Aspek kualitas yang paling sensitif adalah aspek bau, rasa dan warna. Dari hasil survei yang ada maka dapat diketahui bahwa lebih dari setengah responden menyatakan air PDAM sangat tidak berbau yaitu 26,8%, sebagian besar masyarakat yang menyatakan air PDAM yang mereka terima tidak berbau yaitu 53,6% sedangkan 19,6% menyatakan air PDAM cukup berbau.

**Tabel 5.10 Bau Air PDAM**

	Frequency	Percent
Valid Sangat Tidak Berbau	26	26,8
Tidak berbau	52	53,6
Cukup berbau	19	19,6
Total	97	100,0

Sumber: Data primer

Dari hasil laboratorium (**Lampiran a**) diketahui bahwa air yang berada pada reservoir tidak memiliki bau. Bau menjadi suatu parameter yang mempengaruhi kepuasan terhadap pelanggan, apabila dikaitkan dengan hasil statistik dapat diketahui bahwa terdapat hubungan yang nyata antara kepuasan pelanggan dengan bau air. Ini diketahui dengan nilai korelasi pearson = 0,869 dan hasil nilai konstanta regresi positif 0,243 dengan signifikansi 0,000 (**Lampiran b**). Hal ini diartikan bahwa terdapat hubungan yang kuat antara kepuasan pelanggan dengan bau air PDAM yang mereka terima dan semakin bau air PDAM maka pelanggan akan semakin tidak puas, demikian pula semakin

tidak bau air PDAM maka masyarakat akan semakin puas. Kepuasan pelanggan juga dipengaruhi oleh faktor lain yaitu rasa air.

**Tabel 5.11 Rasa Air PDAM**

		Frequency	Percent
Valid	Sangat Tidak Berasa	21	21,6
	Tidak berasa	55	56,7
	Cukup berasa	21	21,6
	Total	97	100,0

**Sumber: Data primer**

Untuk segi rasa diketahui bahwa 21,6% masyarakat menyatakan bahwa air sangat tidak berasa, sedangkan sebagian besar masyarakat menyatakan air tidak berasa (56,7%), namun ada 21,6% yang menyatakan bahwa air yang diterima cukup berasa. Pendapat sebagian besar pelanggan sesuai dengan hasil laboratorium (**Lampiran a**) yang menunjukkan bahwa air yang didistribusikan tidak memiliki rasa, walau ada pelanggan yang masih menyatakan bahwa air yang mereka terima masih memiliki rasa, hal ini dimungkinkan karena pengambilan air dari penampungan air /bak atau gangguan pada pipa air baik adanya lumut ataupun korosi. Dari hasil korelasi *pearson* dapat diketahui terdapat hubungan yang sangat nyata antara rasa dan kepuasan pelanggan (signifikansi 0,000). Hubungan yang terjadi adalah semakin tidak memiliki rasa maka pelanggan akan semakin puas ini ditunjukkan dengan nilai korelasi *pearson* = 0,795. (**Lampiran b**)

Sedangkan jika dilihat dari aspek kualitas warna air, ada 19,6% yang menyatakan bahwa air yang mereka terima cukup berwarna/keruh, sedangkan 40,2% menyatakan bahwa air yang mereka terima tidak berwarna, bahkan 40,2% menyatakan air sangat tidak berwarna (jernih). Perbedaan ini disebabkan karena cara penilaian yang berbeda antar pelanggan, namun jika dilihat dari hasil pemeriksaan kualitas di reservoir (**Lampiran a**) menunjukkan bahwa warna pada lokasi tersebut bernilai nol (0) demikian pula dengan kekeruhan.

Hubungan antara warna air PDAM dan kepuasan pelanggan sangat nyata, hal ini dapat diketahui dari nilai korelasi *pearson* 0,611 dengan nilai signifikansi 0,000, dimana semakin tidak berwarna maka pelanggan PDAM akan terpuaskan. (**Lampiran b**)

**Tabel 5.12 Warna Air PDAM**

		Frequency	Percent
Valid	Sangat Tidak berwarna	39	40,2
	Tidak berwarna	39	40,2
	Cukup berasa	19	19,6
	Total	97	100,0

**Sumber: Data primer**

Berdasarkan uji Anova F hitung = 126,871, dengan signifikansi 0,000 (**Lampiran b**). Hal ini dapat dikatakan bahwa bau, rasa, warna secara bersama-sama berpengaruh terhadap kepuasan pelanggan. Kepuasan pelanggan 19,6% dapat dijelaskan dengan bau, rasa, warna ( $R = 0,804$ ), bila dikaji lebih lanjut dengan menggunakan analisa regresi didapatkan persamaan sebagai berikut:

$$Y = -0,382 + 0,573X_1 + 0,427X_2 + 0,115X_3$$

dimana : Y = Kepuasan Pelanggan  
 $X_1$  = Bau air PDAM  
 $X_2$  = Rasa air PDAM  
 $X_3$  = Warna air PDAM

Dari persamaan diatas maka dapat diketahui bahwa hubungan antara kepuasan dengan semakin tidak bau, tidak berasa dan tidak berwarna air PDAM maka semakin tinggi nilai kepuasan pelanggan.

Pernyataan masyarakat yang menyatakan puas terhadap kualitas PDAM ini juga didukung dengan hasil uji laboratorium yang dilakukan terhadap kualitas air pada reservoir, dapat dilihat pada **Lampiran a**. Secara teoritis air minum adalah air yang kualitasnya memenuhi syarat kualitas kesehatan dan dapat langsung diminum, sedangkan air bersih adalah air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari yang kualitasnya memenuhi kesehatan dan dapat diminum apabila telah dimasak. Pada hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa kualitas air yang diterima oleh pelanggan dari PDAM telah memenuhi syarat kualitas air bersih dan dapat diminum apabila telah dimasak dahulu.

### 5.1.12 Kontinuitas

Berdasarkan hasil respon masyarakat diketahui bahwa sebagian besar 51,5% masyarakat menyatakan bahwa aliran air PDAM sering tidak mengalir bahkan 28,9% menyatakan sangat sering, sedangkan 19,6% menyatakan kadang-kadang. Dari hasil pengamatan ini dapat diketahui bahwa aliran PDAM tidak kontinyu.

**Tabel 5.13 Kontinuitas Aliran**

	Frequency	Percent
Valid Sangat sering (>12 jam)	28	28,9
Sering (4 - 10 jam)	50	51,5
Kadang - Kadang (1 - 4 jam)	19	19,6
Total	97	100,0

**Sumber: Data Primer**

Berdasarkan respon masyarakat dapat diketahui bahwa terdapat hubungan antara kepuasan pelanggan dengan kontinuitas, hal ini dapat diketahui dari hasil analisa korelasi pearson dengan nilai = 0,891 (signifikansi = 0,000, **Lampiran b**). Hal tersebut menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang signifikan atau hubungan yang nyata antara kepuasan masyarakat dengan kontinuitas air PDAM.

Hasil selanjutnya dapat dilihat pada tabel – tabel berikut ini

**Tabel 5.14 – 5.25 dan Grafik Rekapitulasi Hasil Pengamatan Debit Air di 12 Lokasi Pengamatan**

**lihat file debit revisi di excel**

**Tabel 5.14 – 5.25 dan Grafik Rekapitulasi Hasil Pengamatan Debit Air di 12  
Lokasi Pengamatan**

**lihat file debit revisi di excel**

## 5.2. Analisa Sistem Berdasarkan Debit

Dari hasil pengamatan di lokasi selama 7 hari pengamatan pada jam 06.00-20.00 WIB, pada 12 lokasi pengamatan didapatkan hasil seperti pada tabel 5.14-5.26. Dari tabel tersebut dapat diketahui bahwa air PDAM yang mengalir pada Perumnas Banyumanik mengalami pergiliran pengaliran. Pada lokasi Waninto dapat dilihat pemakaian tertinggi pada jam pagi antara jam 06.00 – 07.00 sebesar  $0.9 \text{ m}^3$  tercatat pada tanggal 26 September dan yang terendah  $0.36 \text{ m}^3$ , pada pengukuran tanggal 20 dan 26 September. Pada lokasi Mumpuni dapat dilihat bahwa pemakaian rata – rata tertinggi terjadi pada tanggal 22 September jam 17.00-18.00 sebesar  $1,08\text{m}^3$  dan pemakaian terendah terjadi pada tanggal 24 September jam 16.00-17.00 yaitu  $0,39\text{m}^3$ , dan pengaliran air berlangsung dari jam 16.00 hingga 20.00 WIB, dan pada lokasi Fx. Aji Suseno pengaliran hanya terjadi antara pukul 05.00 – 20.00. Pemakaian air maksimum terjadi pada tanggal 22 September ( $1,62\text{m}^3$ ) pada jam 07.00-08.00 dan minimum pada tanggal 18 September ( $0,07\text{m}^3$ ) pada jam 13.00-14.00. Berdasarkan hasil pengukuran dilapangan maka dapat diketahui juga karakteristik pola pemakaian air bersih yang ada di Perumnas Banyumanik dimana terjadi pemakaian air pada kondisi puncak pada waktu pagi dan sore hari yaitu antara jam 05.00 – 07.00 dan jam 16.00 – 20.00, pemakaian puncak berada antara pukul 19.00 – 20.00 WIB. Kebutuhan fluktuasi ini jika dilihat dari data debit yang ada dari PDAM seharusnya mampu untuk memenuhi kebutuhan tersebut.

Pada penelitian ini, untuk menganalisa *performance* layanan PDAM digunakan debit air Kelurahan Srandol Wetan, diidentifikasi berdasarkan jumlah sampel pelanggan dan debit pemakaian air dari bulan Januari 2004-Desember 2004. Debit minimum yang seharusnya terpenuhi adalah 170 liter per orang perhari (DPU) dan setiap pelanggan mempunyai 4 orang anggota keluarga serta minimal terpenuhinya debit rata-rata pemakaian selama tahun 2004 yaitu 142 l/o/hr. Hasil analisa tersebut dapat dilihat pada **Tabel 1 Lampiran c**. Berkaitan dengan pemakaian air PDAM oleh pelanggan yang didasarkan data pemakaian air bulanan yang didapatkan dari PDAM tanpa memperhitungkan karakteristik pelanggan, hasilnya seperti pada **Tabel 5.26**, terdapat 63.92 % sampel pelanggan yang kebutuhan air minimalnya tidak terpenuhi.

Untuk tingkat kerawanan kegagalan diukur dari seberapa besar terjadinya defisit. Berdasarkan kebutuhan minimal rata – rata pelanggan sebesar  $20,4 \text{ m}^3$

tiap bulan, pada **Tabel 5.26** terlihat bahwa defisit maksimum rerata 10.36 m<sup>3</sup>/bulan dan debit rerata maksimal sebesar 18.40 m<sup>3</sup>/bulan, sehingga terjadi kekurangan air sebesar 50.77 % dari kebutuhan air minimum.

Jika menggunakan data kebutuhan air nyata berdasarkan pada jumlah anggota keluarga dapat dilihat pada **Tabel 5.27** bahwa 60,82% pelanggan yang tidak terpenuhi kebutuhan air, dan jika dilihat pada defisit maksimum ada kekurangan maksimum sebesar 35.90 m<sup>3</sup>/bln.

Menurut hasil analisa diatas maka jika dilihat dari kebutuhan standar minimal dan kebutuhan nyata ternyata PDAM belum dapat memberikan pelayanan optimal kepada pelanggan. Sehingga perlu penambahan debit untuk dapat terpenuhi kebutuhan air pelanggan.

**Tabel 5.26 Kinerja Pelayanan Jaringan Air Bersih  
di Perumnas Banyumanik Berdasarkan Kebutuhan Minimal 20,4 m<sup>3</sup>**

No	Parameter	Nilai	Unit
1	Kejadian "Kurang"	67,01	%
	Keandalan	37,11	%
2	Defisit Maksimum		
	Kekurangan Rerata	10,40	m <sup>3</sup> /bln
	Kekurangan Minimum	0,40	m <sup>3</sup> /bln
	Kekurangan Maksimum	18,40	m <sup>3</sup> /bln
	Ratio Kekurangan Rerata	50,98	%
	Ratio Kekurangan Minimum	1,96	%
	Ratio Kekurangan Maksimum	90,20	%
3	Defisit Rerata		
	Kekurangan Rerata	8,88	m <sup>3</sup> /bln
	Kekurangan Minimum	1,48	m <sup>3</sup> /bln
	Kekurangan Maksimum	16,98	m <sup>3</sup> /bln
	Ratio Kekurangan Rerata	43,54	%
	Ratio Kekurangan Minimum	7,27	%
4	Kelentingan		
	Lama Rerata Dalam Keadaan Gagal	8,10	bulan
	Secara kontiniu		
	Frekuensi Terjadinya	0,74	kali

Sumber: Hasil Perhitungan

**Tabel 5.27 Kinerja Pelayanan Jaringan Air Bersih di Perumnas Banyumanik Berdasarkan Kebutuhan Nyata**

No	Parameter	Nilai	Unit
1	Kejadian "Kurang"	61.86	%
	Keandalan	39.18	%
2	Defisit Maksimum		
	Kekurangan Rerata	14,60	m3/bln
	Kekurangan Minimum	1.3	m3/bln
	Kekurangan Maksimum	35.9	m3/bln
	Ratio Kekurangan Rerata	66,90	%
	Ratio Kekurangan Minimum	5.96	%
	Ratio Kekurangan Maksimum	164.53	%
3	Defisit Rerata		
	Kekurangan Rerata	11.86	m3/bln
	Kekurangan Minimum	1.53	m3/bln
	Kekurangan Maksimum	32.82	m3/bln
	Ratio Kekurangan Rerata	54.33	%
	Ratio Kekurangan Minimum	7.03	%
4	Kelentingan		
	Lama Rerata Dalam Keadaan Gagal	6.73	bulan
	Secara kontiniu		
	Frekuensi Terjadinya	0.75	kali

Sumber: Hasil Perhitungan

### 5.3 Analisa Sistem Berdasar Tekanan

Tekanan merupakan salah satu faktor yang mendukung kepuasan masyarakat terhadap pelayanan PDAM, berdasarkan hasil penelitian dari masyarakat diketahui bahwa 50% menyatakan air yang mereka terima tekanannya normal, sebagian 28,9% menyatakan deras dan 19,6% menyatakan air yang mereka terima mempunyai tekanan yang kecil.

**Tabel 5.28 Tekanan Aliran Air PDAM**

		Frequency	Percent
Valid	Deras	28	28,9
	Normal	50	51,5
	Kecil	19	19,6
	Total	97	100,0

Sumber: Data primer

Berdasarkan hasil respon masyarakat dapat diketahui bahwa terdapat hubungan antara kepuasan masyarakat dengan kontinuitas air PDAM. Hal ini dapat dilihat dari hasil analisa korelasi *Pearson* didapat nilai korelasi *Pearson* = 0,899 dengan nilai signifikansi 0,000, ini menunjukkan tekanan mempunyai peranan yang penting dalam kepuasan pelanggan.

Dari **Lampiran d** dapat dilihat bahwa pada lokasi Waninto, Jalan Rasamala Barat III / 185, pada pemakaian jam puncak (05.00 – 07.00) tekanan naik pada tekanan 7,44m bersamaan dengan pengaliran air dan kecenderungan turun menjadi 7,29m hingga nol pada saat pengaliran berhenti. Pada Jalan Rasamala Utara tekanan sebesar 10,21m, Jalan Rasamala Raya sebesar 6,61m, Jalan Meranti sebesar 2,24m, Jalan Meranti Barat I / 359 sebesar 1,85m. Untuk lokasi yang lain dengan pergiliran pengaliran bukan pada jam puncak seperti Jalan Kruing IV sebesar 3,74m pada pergiliran pengaliran pukul (12.00-16.00), Jalan Kruing sebesar 2,53m pada pukul 19.00 – 20.00, Jalan Gaharu Timur Dalam II sebesar 12,15m dan Jalan Jati Selatan Dalam IV sebesar 10,40m.

**Tabel 5.29-5.40 dan Grafik Rekapitulasi Hasil Pengamatan Tekanan Air di 12 Lokasi Pengamatan**

**lihat data di excel file tekanan revisi**

**Tabel 5.29-5.40 dan Grafik Rekapitulasi Hasil Pengamatan Tekanan Air di 12 Lokasi Pengamatan**

**lihat data di exel file tekanan revisi**

Dari hasil pengamatan terhadap 12 titik sambungan rumah didapatkan hasil dimana sebagian besar mempunyai tekanan kurang dari 10 m, bahkan tidak mencapai 5 m. Dari hasil pembacaan manometer pada saat air mengalir menunjukkan bahwa tekanan kerja berada pada kisaran paling rendah 0,2 m pada lokasi Erwan (Jalan Meranti Barat) dan tertinggi pada lokasi Atmoko Harsono (Jalan Gaharu) 13,61m, sedangkan yang lain memiliki pola yang hampir sama antara 3 – 8m, namun mempunyai kecenderungan untuk sama pada angka tertinggi dan turun kembali seiring dengan selesainya pengaliran air. Pola ini terjadi karena pergiliran pengaliran yang dilakukan oleh PDAM secara lebih jelas dapat dilihat pada **Lampiran d**.

Dari hasil pengamatan di daerah studi bahwa sistem jaringan air bersih di Perumnas Banyumanik khususnya kelurahan Sronдол Wetan terjadi pergiliran pengaliran untuk beberapa daerah pemukiman, gambar daerah pengaliran dapat dilihat pada **Gambar lampiran d**, untuk mempermudah sistem pengaliran maka sistem dibagi dalam sub sistem.

Perhitungan tekanan pada sistem dilakukan dengan melihat jaringan yang ada di daerah studi, dimana debit yang tersedia berdasarkan pada laporan PDAM untuk Perumnas Banyumanik sebesar 41 liter/detik, yang kemudian terbagi untuk beberapa perumahan yang ada di sekitar.

**Tabel 5.41 Pembagian pengaliran dan waktu pengaliran**

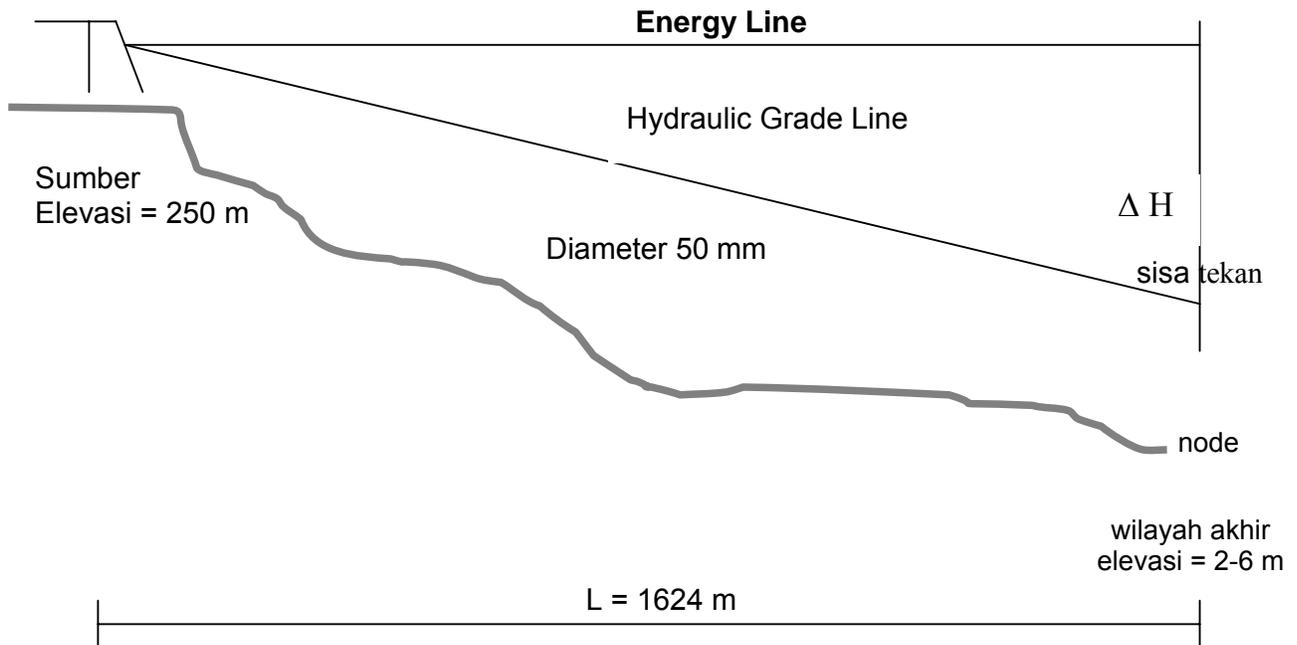
	Wilayah Pengaliran	Waktu Pengaliran
Sub Sistem I	Wilayah pemukiman jalan Rasamala	Senin, Rabu, Jumat dan Minggu
Sub Sistem II	Wilayah pemukiman jalan Kruing dan Jati	Setiap hari
Sub Sistem III	Wilayah pemukiman jalan Gaharu di sebagian jalan Meranti	Rabu dan Jumat

**Sumber: Data pengamatan**

Dari hasil pengamatan tekanan dan debit yang dilakukan di daerah studi didapatkan hasil bahwa tekanan pada jaringan adalah masih sangat kecil, bahkan sebagian berada di bawah standar yaitu 10m. Jika dihitung secara teoritis sebenarnya sisa tekan masih memenuhi syarat. Berikut merupakan perhitungan sisa tekan dari reservoir ke nodal terjauh di daerah Kruing.

Diketahui :

- 1) Debit = 41 liter/detik
- 2) Diameter transmisi terpasang = 50 mm
- 3) Panjang pipa transmisi = 1624 m
- 4) Elevasi awal = 250 m
- 5) Elevasi akhir = 210 m



**Gambar 5.5 : Skema Sistem Transmisi Jalur**

Analisa Perhitungan :

Formula yang digunakan : Hazen William's

$$Q = 0,2785.C.D^{2,63}\left(\frac{250-210}{1624}\right)^{0,54}$$

$$\frac{41}{1000} = 0,2785.130.D^{2,63}\left(\frac{40}{1624}\right)^{0,54}$$

$$D = \left[ \frac{41/1000}{0,2785 \cdot 130 \left( \frac{40}{1624} \right)^{0,54}} \right]^{1/2,63}$$

$$D = \left[ \frac{0,041}{0,2785 \cdot 130 \cdot 0,01353} \right]^{1/2,63}$$

$$D = 50 \text{ mm.}$$

Jadi, pemakaian diameter terpasang sebesar 50 mm telah memenuhi syarat.

$$L = 1624 \text{ m}$$

$$HL = \left( \frac{Q}{0,2785 \times Chw \times D^{2,63}} \right)^{\frac{1}{0,54}} \times L$$

$$HL = \left( \frac{0,0041}{0,2785 \times 130 \times (0,05)^{2,63}} \right)^{\frac{1}{0,54}} \times 1624$$

$$= 8993,01 \text{ m}$$

$$HF_{\text{mayor}} = HL \times (L/1000)$$

$$= 8993,01 \times (1624/1.000)$$

$$= 14604,64 \text{ m}$$

Head minor biasanya diasumsikan sebesar 10% (Bowo, 2001) sehingga

$$H_{f\text{minor}} = 10\% \times 14604,64 \text{ m} = 1460,46 \text{ m}$$

$$H_{f\text{total}} = H_{f\text{mayor}} + H_{f\text{minor}}$$

$$= 14604,64 \text{ m} + 1460,46 \text{ m}$$

$$= 16065,11 \text{ m}$$

$$\text{Head statis} = (250-210) \text{ m}$$

$$= 40 \text{ m}$$

$$\text{Head total} = 16065,11 \text{ m} + 40 \text{ m}$$

$$= 16105,11 \text{ m}$$

Sisa tekan ( $\Delta H$ ) yang ada dapat dihitung sebagai berikut :

$$\text{Sisa tekan}(\Delta H) = H_{\text{total}} - H_f - v^2/2g$$

$$H_f = 16065,11 \text{ m}$$

$$v^2/2g = (Q/A)^2/2g = (Q/\pi r^2)/2g$$

$$= ((0,041/3,14 \times (0,05)^2)/(2 \times 9,81))$$

$$= 0,12 \text{ m}$$

$$\text{Sisa tekan} = 16105,11 - 16065,11 - 1,05 = 38,95 \text{ m}$$

Dari perhitungan diatas didapatkan hasil bahwa tekanan pada titik daerah pelayanan mempunyai tekanan 38,95 m, sehingga secara teknis mampu untuk mendistribusikan air ke daerah pelayanan dengan menggunakan gravitasi.

Dengan menggunakan program Epanet 2.0, maka akan dapat dilihat tinggi tekan air pada pipa dalam jaringan air bersih. Analisa dengan program Epanet 2.0 ini adalah memasukkan data yang berkaitan dengan kebutuhan sistem distribusi seperti elevasi, panjang pipa, kebutuhan air dan diameter pipa.

Dalam menganalisa jaringan pipa air bersih pada daerah penelitian tidak terlepas dari jaringan pipa primer, sehingga dalam perhitungan jaringan pipa primer diperhitungkan dan menjadi satu kesatuan dengan jaringan pipa sekunder yang ada dalam wilayah penelitian. Pemakaian pipa primer dan pipa sekunder diharapkan dapat memberikan penggambaran kondisi eksisting pada daerah studi. Pengoperasian jaringan air bersih di Kelurahan Spondol Wetan menggambarkan keadaan yang sebenarnya, dimana terjadi pergiliran pengaliran.

### **Simulasi I**

Meliputi daerah pelayanan Rasamala, dari hasil simulasi dengan Epanet titik nodal menunjukkan kondisi tekanan yang positif baik dengan kebutuhan standar maupun dengan kebutuhan rata – rata pelanggan, namun hasil kebutuhan standar belum menunjukkan hasil yang sesuai dengan standar yang seharusnya yaitu 10 m atau 1atm ini mungkin dapat terjadi karena cakupan untuk daerah ini cukup luas dan pelanggan lebih banyak sehingga tidak mampu terlayani dengan baik, jarak terjauh antara reservoir dengan layanan hampir 1 km. Bila dibandingkan dengan hasil pengukuran di lapangan sudah terdapat tempat – tempat yang tekanannya melebihi 10 m, misal di lokasi Waninto 10,21 m. Perbedaan ini dapat terjadi karena dalam program Epanet belum memasukkan perhitungan terhadap kebocoran.

### **Simulasi II**

Meliputi daerah Kruing dan Jati, dari hasil Epanet menunjukkan tekanan yang positif dan tekanan lebih dari 10m. Dari hasil simulasi tekanan mempunyai kecenderungan naik seiring dengan jauhnya lokasi, hal ini dapat terjadi dikarenakan dimensi pipa distribusi yang semakin kecil disamping cakupan area yang lebih kecil serta faktor topografi yang semakin turun berada di daerah lebih rendah (210m) dibandingkan reservoir (250 m), jika dibandingkan dengan hasil pengamatan di lapangan pengukuran tertinggi hanya 4,08m sedangkan hasil simulasi tekanan pada lokasi Didik (nodal 186) yaitu 29,46m, untuk lokasi Jati (nodal 168) yaitu 33,35 dibandingkan dengan hasil pengukuran tertinggi 3,40 m. Kecepatan aliran air menunjukkan angka positif sesuai dengan standar yang ada

antara 0,01 – 0,06 m, yang mana seharusnya kecepatan harus berkisar antara 0,6 – 1,2 m/det.

### Simulasi III

Meliputi daerah Gaharu dan sebagian jalan Meranti, tekanan yang tercatat pada hasil pengamatan dilapangan rata – rata pencatatan antara 11 – 15m, sedangkan berdasarkan pada hasil *running* Epanet , tekanan berada pada hasil yang positif berkisar antara 10m lebih baik pada kebutuhan standar ataupun kebutuhan pelanggan.

Untuk membandingkan antara tekanan hasil simulasi dengan kenyataan dapat dilihat pada **Tabel 5.42** dan **5.43**, dari tabel ini dapat dilihat bahwa pada lokasi penelitian tekanan di 12 titik pengamatan ternyata sebagian besar tekanan yang ada dibawah dari tekanan.

**Tabel 5.42 Rekapitulasi Perbandingan Tekanan Pengamatan dan Epanet**

No	Lokasi	Tekanan (m)					Nodal
		Pengamatan	EPAnet				
			Keb.170 l/o/hr	Kebocoran 30%	Keb. 142 l/o/hr	Kebocoran 30%	
1	Waninto	10.21	11,01	7,07	19,14	17,226	Junc 116
2	Toegiyono	10.21	8,12	7,03	17,66	15,894	Junc 126
3	Yulianto	8.17	7,13	6,417	17,05	15,345	Junc 138
4	Didik Hariyadi	4.08	28,31	25,479	19,37	17,433	Junc 186
5	Jati	3.4	32,33	29,097	25,79	23,211	Junc 168
6	Fx. Aji Suseno	10.89	12,57	11,313	12,25	11,025	Junc 22
7	Erwan	11.57	13,99	12,591	11,69	10,521	Junc 28
8	Suwarsih	8.17	3,26	2,934	3,5	3,15	Junc 85
9	Mumpuni Amd	13.61	9,44	8,496	7,12	6,408	Junc 62
10	Atmko Harsono	13.61	9,48	8,532	7,12	6,408	junc 63
11	Pri Hermanto	12.25	26,49	23,841	18,94	17,046	Junc 216
12	Tri Hidayati	12.25	25,88	23,292	18,6	16,74	Junc 155

Sumber: Pengamatan & Analisa

**Tabel 5.43 Rekapitulasi Kecepatan hasil Epanet pada pipa di Lokasi Pengamatan**

No	Lokasi	Kecepatan (m/det)		Pipe
		170 l/det	142 l/det	
1	Waninto	1,20	0,74	Pipe 140
2	Toegiyono	0,23	0,15	Pipe 161
3	Yulianto	0,33	0,21	Pipe 269
4	Didik Hariyadi	0,01	0,03	Pipe 201
5	Jati	0,04	4,29	Pipe 282
6	Fx. Aji Suseno	0,79	0,84	Pipe 29
7	Erwan	0,16	0,16	Pipe 200
8	Suwarsih	0,44	0,42	Pipe 108
9	Mumpuni Amd	0,71	0,66	Pipe 256
10	Atmko Harsono	1,13	0,94	Pipe 80
11	Pri Hermanto	0,05	0,25	Pipe 307
12	Tri Hidayati	0,67	1,25	Pipe 291

**Sumber: Pengamatan & Analisa**

Perbedaan antara hasil pengukuran tekanan dengan hasil dari simulasi Epanet ini dikarenakan oleh hal-hal sebagai berikut :

1. Asumsi perhitungan Epanet dalam menentukan besar tekanan air dalam pipa yaitu dengan menggunakan aliran dengan tekanan penuh. Sedangkan pada kenyataannya di lapangan tekanan air dalam pipa tidak penuh. Hal ini menyebabkan nilai tekanan hasil perhitungan Epanet lebih besar dari sampling di lapangan.
2. Terjadinya kebocoran pada jaringan pipa distribusi yang mengakibatkan tekanan air saat sampling menjadi kecil. Pada perhitungan Epanet, faktor kebocoran dapat diabaikan sehingga nilai sisa tekan tidak berubah. Sedangkan pada kenyataan di lapangan menunjukkan bahwa kebocoran dapat menyebabkan pengurangan sisa tekan pada wilayah distribusi.
3. Faktor umur pipa berpengaruh pada koefisien *Hazen-William*. Semakin tua pipa menyebabkan kekasaran pipa bertambah sehingga kecepatan aliran dalam pipa berkurang. Sedangkan dalam perhitungan Epanet, koefisien *Hazen-William* dianggap tetap sesuai dengan jenis pipa yang digunakan sehingga aliran dalam pipa dianggap tidak berubah.

4. Terbatasnya data yang didapatkan berkaitan dengan jaringan distribusi air PDAM di lokasi penelitian, bentuk konfigurasi, ukuran dan kelengkapan aksesoris jaringan.
5. Perbedaan dapat juga disebabkan tikungan yang menuju lokasi pengamatan, perbedaan tinggi lokasi, kebocoran air pada jaringan pipa sebelumnya dan banyaknya pemakaian air pada bagian hulu.

Dari hasil tersebut diatas dapat diketahui bahwa pada sistem yang ada untuk aspek sistem pengaliran terjadi kekurangan tekanan, hal ini mungkin saja terjadi disebabkan karena beberapa hal;

1. Kurangnya tekanan, menyebabkan aliran tidak mampu untuk mencapai pipa pada jarak yang terjauh dari reservoir, maka ketinggian reservoir menjadi suatu pertimbangan untuk menambah tekanan air.
2. Tinggi muka air yang tidak optimal dapat juga berpengaruh terhadap aspek tekanan air, hal ini dapat saja terjadi karena selama ini sistem dilakukan dengan pergiliran pengaliran menyebabkan reservoir tidak pada kondisi muka air penuh (optimum).
3. Kebocoran pada sistem perpipaan serta usia pipa merupakan salah satu faktor yang menyebabkan berkurangnya tekanan pada sistem jaringan perpipaan.
4. Guna perbaikan sistem dapat dilakukan dengan menggunakan penambahan tekanan berupa pompa dorong (dengan kapasitas 86 Kwatt dan efisiensi 75%, simulasi Epanet dapat dilihat pada gambar **Lampiran d**) yang ditempatkan pada setelah reservoir dengan menggunakan sistem buka-tutup kran diharapkan dapat lebih efisien, dengan penggunaan 2 pompa (1 cadangan) memungkinkan untuk lebih ekonomis dan lebih mudah dibandingkan dengan peninggian reservoir ataupun penambahan debit air.

**Tabel 5.44 Perhitungan Pompa**

No	Deskripsi	Satuan	Nilai
1	Debit Rata-rata	l/det	41
		m3/det	0,041
2	Massa jenis	kg/m3	1000
3	Gravitasi	M/det2	9,81
4	Head total	M	16105,11
5	Efisiensi	%	75
6	Daya Pompa	Watt	86368,484
		Kwatt	86,368484

Sumber; Hasil Perhitungan

#### 5.4 Analisa Sistem Berdasarkan Faktor Pendukung Kepuasan

Menurut hasil survei yang dilakukan terhadap pelanggan PDAM pada daerah studi terhadap persepsi masyarakat atas pelayanan PDAM, 41,2% responden menyatakan bahwa pelayanan yang diberikan selama ini sangat tidak memuaskan, 39,2% responden menyatakan tidak memuaskan, sedangkan 19,6% responden dari pelanggan PDAM menyatakan bahwa pelayanan PDAM selama ini memuaskan.

**Tabel 5 .45 Tingkat Kepuasan Pelanggan Terhadap Pelayanan Air Bersih**

		Frequency	Percent
Valid	Sangat tiak memuaskan	40	41,2
	Tidak memuaskan	38	39,2
	memuaskan	19	19,6
	Total	97	100,0

**Sumber : Data primer**

Untuk mengukur tingkat kepuasan pelanggan akan bentuk jasa pelayanan PDAM, perlu analisa yang didasarkan pada pendapat dan pandangan dari masyarakat. Parameter yang menjadi nilai penting adalah merupakan terpenuhinya persyaratan dalam penyediaan air bersih yang meliputi:

- Kualitas, dalam hal ini warna, rasa dan bau air merupakan aspek yang sangat berpengaruh dalam kepuasan pelanggan
- Kontinuitas, yang diartikan ketersediaan air untuk setiap saat diperlukan (24 jam /hari) atau minimal 12 jam perhari pada jam – jam sibuk atau dengan bentuk kecepatan air.

- c) Tekanan air, yang merupakan terjangkaunya seluruh area pelayanan PDAM atau tidak menyebabkan kerusakan pada alat – alat perpipaan.

Untuk menganalisa faktor pendukung kepuasan dilakukan dengan melakukan analisa terhadap hasil survei kuesioner terhadap pelanggan yang berada di daerah studi. Analisa terhadap kepuasan dilakukan dengan melihat parameter dalam sistem air bersih yaitu faktor tekanan air, kontinuitas, bau, rasa, dan warna air. Dengan menggunakan metode *Likert* maka hasil kuesioner kemudian dilakukan uji statistik berupa korelasi *Pearson*, regresi maupun Anova dengan menggunakan program SPSS.

#### 1. Uji Regresi

Bentuk hipotesis untuk menunjuk nilai signifikansi koefisien regresi dengan menggunakan uji t adalah:

$$H_0 : a = 0$$

$$H_1 : a \neq 0$$

Pada tingkat signifikansi  $\alpha = 5\%$ , dengan derajat bebas = 96,  $t_{\alpha/2} = 1,440$ , dengan nilai  $t = 4,943$ , maka dapat disimpulkan bahwa hipotesis  $H_0$ , bahwa  $a = 0$  ditolak, bahwa koefisien regresi signifikan.

Bila dikaji lebih lanjut dengan analisa regresi didapat persamaan sebagai berikut:

$$Y = 0,0748X_1 + 0,202X_2 + 0,243X_3 + 0,347X_4 + 0,288X_5 - 0,442$$

Dengan : Y = Kepuasan Pelanggan

$X_1$  = Warna Air PDAM

$X_2$  = Rasa Air PDAM

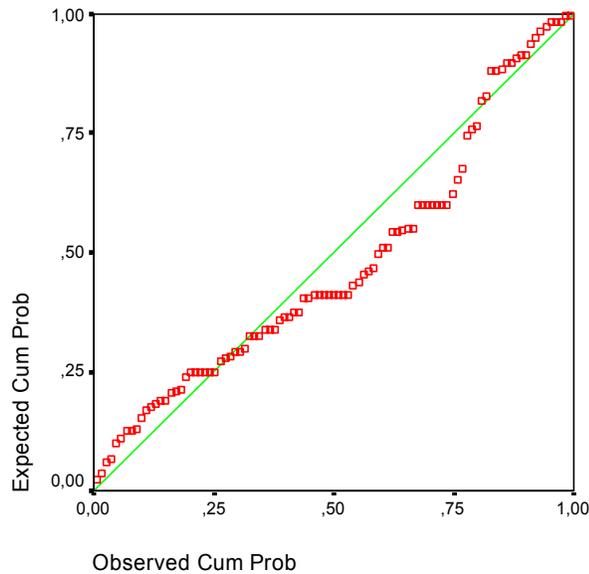
$X_3$  = Bau Air PDAM

$X_4$  = Kontinuitas Air PDAM

$X_5$  = Tekanan Air PDAM

Berdasarkan persamaan diatas dapat diketahui bahwa faktor yang paling berpengaruh terhadap kepuasan masyarakat pengguna PDAM adalah Tekanan Air (0,347) dengan hubungan yang positif (+), berarti semakin baik tekanan air maka masyarakat makin puas. Faktor-faktor yang mempengaruhi kepuasan secara berturut-turut adalah kontinuitas, rasa, bau dan warna air PDAM (0,288; 0,202; 0,243; 0,0748). Dimana untuk semua parameter bernilai positif (+), maksudnya semakin tinggi parameter tersebut maka semakin berpengaruh

terhadap tingkat kepuasan pelanggan. Ini juga bisa kita lihat dari uji t yang menunjukkan tingkat keberartian dari koefisien regresi yang didapatkan. (lihat lampiran b)



**Gambar 5.6 Grafik Regresi Kepuasan Pelanggan**

## 2. Uji Normalitas

Dari data pengolahan data, dapat dilihat bahwa  $p\text{-value} = 0,056$ , karena  $p\text{-value}$  lebih besar dari  $\alpha = 0,050$  ( $p\text{-value} = 0,050 > \alpha = 0,050$ ), maka  $H_0$  diterima. Hipotesa dari kepuasan pelanggan adalah fungsi distribusi suatu populasi pelanggan berdistribusi normal dengan rata – rata 2,54. sehingga keputusan yang dapat diambil dari hasil analisa didapatkan nilai signifikansi 0,056 atau probabilitas diatas 0.05, maka  $H_0$  diterima atau terdistribusi normal.(lihat lampiran B)

## 3. Anova

Angka  $R\text{ square}$  adalah 0,023, hal ini berarti 2,3% kelompok kepuasan pelanggan dapat dijelaskan oleh variabel tekanan, rasa, warna, bau, dan kontinuitas air (lihat lampiran B). Dengan nilai  $R^2$  sebesar itu secara subyektif dapat dikatakan bahwa persamaan yang didapat baik.

Dari pengujian di atas dapat diketahui bahwa kualitas, kontinuitas dan tekanan berpengaruh terhadap kepuasan masyarakat terhadap penyediaan air

bersih secara sendiri-sendiri. Dengan menggunakan analisa Anova maka didapat nilai korelasi ( $r$ ) = 0,945 dan  $F_{hit} = 151,818$  dengan tingkat signifikansi 0,000 hal ini menunjukkan  $F_{hitung} > F_{tabel}$  ( $F_{hit} = 151,818 \geq F_{tab} = 3,95$ ) maka  $H_0$  ditolak berarti ketiga variabel tersebut (kualitas, kontinuitas dan tekanan) berpengaruh secara bersama-sama terhadap kepuasan masyarakat. (perhitungan lampiran ).

Bila dilihat dari hasil statistik dapat diketahui bahwa terdapat hubungan antara kepuasan pelayanan dengan bau air PDAM dengan nilai korelasi *Pearson* sebesar = 0,689

Dari hasil kuesioner diketahui bahwa lebih dari 56% masyarakat menyatakan bahwa air tidak berasa. Dari analisa korelasi *pearson* dapat diketahui terdapat hubungan yang sangat nyata antara rasa air dan kepuasan masyarakat. Hubungan yang terjadi ditunjukkan dengan nilai korelasi *Pearson* 0,795. Dari hasil kuesioner diketahui bahwa 41% masyarakat menyatakan bahwa warna air PDAM bersih. Dan tidak ada atau 0% masyarakat yang menyatakan bahwa warna air PDAM sangat keruh. Sedangkan hubungan antara warna air PDAM dengan kepuasan masyarakat dapat dilihat pada lampiran. Dari hasil analisa korelasi *Pearson* didapatkan nilai korelasi *Pearson* = 0,611

Berdasarkan hasil respon masyarakat dapat diketahui bahwa terdapat hubungan antara kepuasan masyarakat dengan kontinuitas air PDAM. Hal ini dapat dilihat dari hasil analisa korelasi *Pearson* didapat nilai korelasi *Pearson* = 0,891 dengan nilai signifikansi 0,000

Dari respon masyarakat diduga bahwa terdapat hubungan antara kepuasan masyarakat dengan tekanan air PDAM. Dari hasil analisa didapat nilai korelasi *Pearson* = 0,899 dengan nilai signifikansi 0.000 (**Lampiran b**) hasil tersebut dapat diartikan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara kepuasan masyarakat dengan tekanan aliran air PDAM. Bila dilihat dari hasil analisa secara statistik melalui SPSS, dengan analisa Anova bahwa dengan  $F_{hit} \geq F_{tabel}$ , maka parameter kualitas, kuantitas dan kontinuitas menjadi parameter yang sangat berpengaruh, demikian halnya dengan analisa korelasi *Pearson*.

## 5.5 Analisa Sosial Ekonomi

**Tabel 5.46 Overlapping antara aspek kinerja dengan kondisi sosial ekonomi :**

No	Lokasi	Tekanan Pengamatan (m)	Kondisi Sosial Ekonomi	Keterangan
1	Waninto	10,21	Fungsi rumah sebagai tempat tinggal, ekonomi cukup, anggota keluarga 7 mempunyai sumur dan tandon serta pemakaian rata2 10,58 m	Air dari PDAM kurang mencukupi.
2	Toegiyono	10,21	Fungsi rumah sebagai tempat tinggal, ekonomi baik, anggota keluarga 3 mempunyai sumur dan tandon serta pemakaian rata2 6,08 m	Air dari PDAM mencukupi
3	Yulianto	8,17	Fungsi rumah sebagai tempat tinggal, ekonomi cukup, anggota keluarga 6 mempunyai tandon serta pemakaian rata2 10,75 m	Air dari PDAM kurang
4	Didik Hariyadi	4,08	Fungsi rumah sebagai tempat tinggal, ekonomi cukup, anggota keluarga 2 mempunyai tandon serta pemakaian rata2 7,92 m	Air dari PDAM kurang
5	Jati	3,40	Fungsi rumah sebagai tempat tinggal, ekonomi	Air dari PDAM kurang

			cukup, anggota keluarga 2, mempunyai tandon serta pemakaian rata2 6,58 m	
6	FX. Aji Suseno	10,89	Fungsi rumah sebagai tempat tinggal, ekonomi cukup, anggota keluarga 4 mempunyai tandon serta pemakaian rata2 12,78 m	Air dari PDAM kurang
7	Erwan	11,57	Fungsi rumah sebagai tempat tinggal, ekonomi baik, anggota keluarga 4 mempunyai tandon serta pemakaian rata2 12,42m	Air dari PDAM kurang
8	Suwarsih	8,17	Fungsi rumah sebagai tempat tinggal, ekonomi baik, anggota keluarga 5 mempunyai tandon serta pemakaian rata2 31,08m	Air dari PDAM kurang
9	Mumpuni, Amd	13,61	Fungsi rumah sebagai tempat tinggal, ekonomi cukup, anggota keluarga 4 mempunyai tandon serta pemakaian rata2 23,25 m	Air dari PDAM kurang
10	AtmokoHarsono	13,61	Fungsi rumah sebagai tempat tinggal, ekonomi baik, anggota keluarga 4 mempunyai tandon serta pemakaian rata2 16,25m	Air dari PDAM kurang
11	Pri Hermanto	12,25	Fungsi rumah sebagai tempat tinggal, ekonomi	Air dari PDAM kurang

			baik, anggota keluarga 6 mempunyai tandon serta pemakaian rata2 16,25m	
12	Tri Hidayati	12,25	Fungsi rumah sebagai tempat tinggal, ekonomi kurang, anggota keluarga 8 mempunyai tandon serta pemakaian rata2 18,58 m	Air dari PDAM sangat kurang

Berdasarkan hasil analisa diatas, bahwa pemakaian yang dilakukan oleh pelanggan rata – rata penggunaan 15 – 20m<sup>3</sup>, dengan pembayaran rekening PDAM sebesar Rp 20.000,00 – Rp 50.000,00 bahkan ada beberapa yang pembayaran rekening mencapai Rp 51.000,00 – Rp 100.000,00 Jika dilihat dari hasil pengamatan yang ada di lapangan bahwa sebagian besar penduduk yang ada di Kelurahan Srandol Wetan, menempati rumah untuk tempat tinggal, dengan tipe 21 dan 36 ( misal Jl. Rasamala Barat, Rasamala Utara dan Jalan Gaharu), maka berdasarkan, Bila dibandingkan dengan tarif PDAM berdasarkan SK Walikota No. 690/303/Tahun 2002 untuk kelompok rumah tangga (R1) untuk pemakaian Rp 600,00 dan untuk R2 Rp 1.030,00 untuk 0 – 10m<sup>3</sup>. Dimana nilai tersebut merupakan nilai yang seharusnya telah termasuk pada biaya operasional dan pemeliharaan yang di kelola oleh PDAM.

Permasalahan distribusi air pada jaringan PDAM Kecamatan Banyumanik secara teknis bertitik tolak pada aspek tidak terpenuhinya kebutuhan air secara terus menerus. Maka perlu kiranya penambahan debit guna memenuhi kebutuhan masyarakat, jika dibandingkan antara pendapatan dan pengeluaran masyarakat untuk air bersih ternyata tidak melebihi 4%, dengan tingkat penggunaan rata – rata air bersih perbulan 17m<sup>3</sup>/bulan

## **BAB VI**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **A. KESIMPULAN**

1. Dari hasil kuesioner, masyarakat Banyumanik dengan tingkat pendidikan terbanyak SMU dan sebagian besar bermata pencaharian wiraswasta dengan tingkat penghasilan rata-rata adalah Rp.1.000.000-Rp. 1.500.00,- menggunakan air PDAM sebagai sumber utama air bersih mereka. Selain itu terdapat beberapa warga yang menggunakan sumur untuk keperluan sehari-hari dan untuk kebutuhan air minum menggunakan AMDK.
2. Aspek kualitas air (bau,rasa dan warna) dari hasil respon pelanggan terhadap kinerja PDAM sudah mencukupi. Masyarakat Banyumanik mengharapkan ada peningkatan kontinuitas dan kuantitas aliran air. Ini berhubungan dengan masih kurangnya debit air yang mereka dapatkan dan juga tekanan yang terjadi. Berdasarkan pengamatan dilapangan, pelayanan air bersih PDAM di lokasi studi, aliran air mengalami pergiliran dengan rata-rata untuk setiap zona adalah 2 hari sekali dan pada jam-jam tertentu. Dari hasil epanet pun didapat nilai debit yang lebih kecil dari aliran standar. Ini disebabkan tidak terpenuhinya tinggi tekan yang harus disediakan dan faktor debit air yang sudah tidak mampu lagi untuk memenuhi kebutuhan air bersih seluruh jaringan yang diakibatkan penambahan pelanggan. Kurang tercukupinya debit untuk pelanggan ini berhubungan dengan tekanan air yang belum memenuhi syarat hampir di semua lokasi pengamatan (kurang dari 10m).
3. Kinerja PDAM Banyumanik masih kurang baik dari segi teknis (analisa tekanan dan debit) maupun pelayanan langsung kepada masyarakat. Hal ini ditunjang oleh hasil kuesioner maupun hasil pengamatan debit dan tekanan serta simulasi Epanet. Hasil kuesioner menyatakan 38% menyatakan tidak puas dan 40% menyatakan sangat tidak puas. Dari hasil simulasi epanet dan pengukuran langsung di lapangan atas debit dan tekanan juga masih kurang (58% debit dan tekanan dibawah

10mka) dan ditunjang oleh hasil analisa statistik yang menunjukkan bahwa yang sangat mempengaruhi kepuasan pelanggan adalah tekanan dan kontinuitas (koefisien regresi untuk 2 aspek ini yang paling dominan dan tingkat hubungannya dengan aspek tingkat kepuasan pelanggan paling erat dibanding aspek bau, rasa dan warna). Kontinuitas kurang berarti debit yang diterima masyarakat juga kurang.

## B. SARAN

1. Meningkatkan pelayanan air bersih untuk meningkatkan kepuasan pelanggan baik dari segi teknis yaitu menambah tekanan dan menambah jam pengaliran sehingga masyarakat mendapat kuantitas air bersih yang baik.
2. Perlu ada penambahan tinggi tekan agar mampu untuk mengalirkan air sampai ke jaringan yang terjauh, dengan penambahan pompa sebesar 80 Kwatt, yang diletakkan setelah reservoir distribusi yang digunakan pada saat jam-jam puncak.
3. Debit yang ada (41 l/det) sebenarnya jika dihitung penggunaan air bersih secara umum (170l/o/hr) dengan penduduk 14760 jiwa kebutuhan airnya  $\left( \frac{14.760 \times 170}{24 \times 60 \times 60} = 29,04 \approx 29 \right)$  l/det. Ada kelebihan 12l/det seharusnya mampu untuk memenuhi kebutuhan air bersih. Sehingga perlu adanya kajian secara mendetail tentang kebocoran air pada jaringan pipa air bersih
4. Untuk jangka panjang dapat dilakukan perbaikan atau penggantian aksesoris atau dimensi pipa. Dan juga mulai dipikirkan untuk pengembangan jaringan pipa distribusi.
5. Ada hubungan yang lebih “ramah” antara pelanggan dan PDAM agar didapat komunikasi yang baik sehingga masyarakat puas akan pelayanan PDAM. PDAM juga mendapatkan imbalan jasa yang diberikan untuk lebih meningkatkan kinerjanya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Al – Layla, 1980, *Water Supply Engineering Design*, Ann Arbor Science.
- Damanhuri, Enri, 1989, *Pendekatan Sistem Dalam Pengendalian dan Pengoperasian Sistem Jaringan Distribusi Air Minum*, Bandung, Jurusan Teknik Lingkungan FTSP-ITB.
- Ibnu, Heriyanti, Ir.dkk, 1997, *Rekayasa Lingkungan*, Jakarta, Universitas Gunadarma
- JICA, 1978, *Design Criteria For Waterworks and Facilities*, Japan Water Works Assosiation.
- Kanth Rao, Kamala, 1999, *Environmental Engineering : Water Supply sanitary Engineering and Pollution*, McGraw Hill publishing Company Ltd
- Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 416/Menkes/PER/IX/1990  
Syarat – Syarat dan Pengawasan Kualitas Air Bersih
- Kodoatie, Robert, Ph.D, 2003, *Manajemen dan Rekayasa Infrastruktur*, Yogyakarta, Pustaka Pelajar.
- Kodoatie, Robert dkk, 2001, *Pengelolaan Sumber Daya Air Dalam Otonomi Daerah*, Yogyakarta, Penerbit Andi.
- Lewis A. Rossman, 2000, *Epanet 2 User Manual*, National Risk Management Laboratory U.S Environmental Protection Agency
- Mays, Larry, *Urban Water Supply Handbook*, New Delhi India, McGraw-Hill Publishing Company Ltd.
- N. Trifunovic, 1999, *Water Transport & Distribution*, NederlandI, IHE-Delft.
- Peavy, Howard. 1985, *Environmental Engineering*, New Delhi, McGraw-Hill Publishing Company Ltd.
- Modul Pelatihan “Water Quality Analysis”, *Gambaran Umum Pengolahan Air*
- Reynold, Tom D, 1982, *Unit Operation & Processes in Environmental Engineering*, new Delhi India, McGraw Hill Publishing Company
- Sugiyono, 2003, *Statistika untuk Penelitian*
- Sutrisno, Totok dkk, 2004, *Teknologi Penyediaan Air Bersih*, Jakarta, Rineka Cipta.
- Syahri, Alhusin, 2000, *Aplikasi Statistik Praktis dengan SPSS*, Jakarta, Gramedia Pustaka Utama
- Tjiptono, Fandi, 2003, *Prinsip-prinsip Total Quality Service*, Yogyakarta, Beta Offset.
- Triatmojo, Bambang, 1997, *Hidraulika II*, Yogyakarta, Beta Offset.