

628.144
JAY
2 01



**ANALISIS PELAYANAN JARINGAN AIR BERSIH PDAM
DI KAMPUNG PESATEN KELURAHAN REJOMULYO
SEMARANG**

TESIS

**Disusun Dalam Rangka Memenuhi Salah Satu Persyaratan
Program Magister Teknik Sipil**

Oleh :
ALLAN RESTU JAYA
NIM : L4A 099 007

**PROGRAM PASCA SARJANA
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2003**

UPT-PUSTAKA UNIP

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISIS PELAYANAN JARINGAN AIR BERSIH PDAM
DI KAMPUNG PESATEN KELURAHAN REJOMULYO
SEMARANG**

TESIS

Disusun oleh :

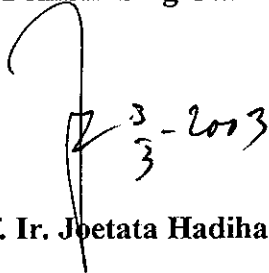
Allan Restu Jaya

NIM : L4A 099 007

**Tesis ini diterima sebagai persyaratan
Ujian Akhir Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Diponegoro**

Semarang, 10 Januari 2003

Pembimbing Utama



Prof. Ir. Joetata Hadihardaja

Pembimbing



DR. Ir. Suharyanto, M.Sc

UPT-PUSTAK-UNDIP
No. Daft:.....
gl. :.....

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISIS PELAYANAN JARINGAN AIR BERSIH PDAM
DI KAMPUNG PESATEN KELURAHAN REJOMULYO
SEMARANG**

Diajukan oleh :

Allan Restu Jaya

NIM : L4A 099 007

Dipertahankan di depan Tim Penguji pada tanggal :

3 Pebruari 2003

Tesis ini diterima sebagai suatu persyaratan untuk memperoleh gelar
Magister Teknik Sipil Universitas Diponegoro

Tim Penguji :

Ketua : Prof. Ir. Joetata Hadihardaja

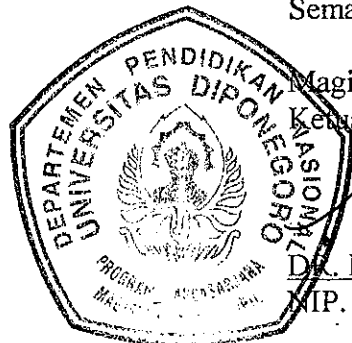
Sekretaris : DR. Ir. Suharyanto, M. Sc.

Anggota I : DR. Ir. Suripin, M. Eng.

Anggota II : Ir. Pranoto SA, Dipl. HE, MT.

Anggota III : Ir. Nasrullah, MS.

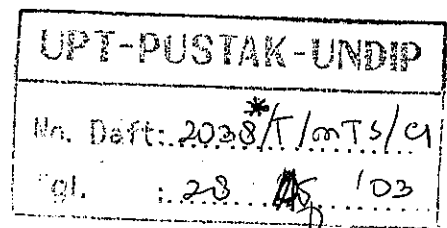
Semarang, 3 Pebruari 2003



Magister Teknik Sipil

Dr. Ir. Suripin, M.Eng.

NIP. 131 668 511



ABSTRAK

Sistem jaringan air bersih dibuat untuk memenuhi kebutuhan air bersih suatu kota atau suatu komunitas dan untuk Kota Semarang pengelolaan pelayanan air bersih dilaksanakan oleh Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Kota Semarang. Dari survey pendahuluan pada beberapa lokasi di Kota Semarang ternyata tingkat layanan air bersih PDAM masih belum memenuhi harapan karena debit kecil, tekanan kurang, aliran tidak kontinue dan kualitas air kurang baik. Kampung Pesaten Kelurahan Rejomulyo Semarang adalah merupakan salah satu bagian dari wilayah Kota Semarang yang menjadi lokasi penelitian.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui unjuk kerja (*performance*) layanan jaringan air bersih yang dikelola oleh PDAM (Perusahaan Daerah Air Minum) Kota Semarang di lokasi studi dengan cara menganalisis unjuk kerja layanan jaringan terhadap kemampuan jaringan dalam memenuhi kebutuhan minimum pelanggan yang meliputi debit, tekanan air, kontinuitas aliran, dan kualitas air.

Metode analisis yang digunakan adalah dengan menganalisis debit berdasarkan standar minimum terhadap Keandalan (*reliability*), Kelentingan (*resiliency*), dan Kerawanan (*vulnerability*), sedangkan analisis tekanan air, kontinuitas aliran, dan kualitas air di lokasi studi adalah hanya berupa pengecekan hasil survey terhadap standar minimum yang telah ditentukan. Debit hasil pencatatan meter air dan tekanan hasil pengukuran di lapangan dibandingkan dengan hasil analisis teoritis dengan program Waterworks sebagai kontrol.

Berdasarkan hasil analisis debit pencatatan meter air diketahui bahwa tingkat keandalan hanya sekitar 40 % dengan lamanya sistem berada dalam kondisi gagal sekitar 4 bulan dan dengan tingkat kegagalan yang sangat bervariasi yaitu antara 5,04 % sampai 58,48 % defisit, dan dari survey lapangan tinggi tekanan air terendah adalah 0,06 m dan tertinggi adalah 2,20 m. Kontinuitas aliran masih belum seluruhnya 24 jam, sedangkan kualitas air di pelanggan dari hasil test laboratorium untuk musim hujan Kekeruhan dan Mangan (Mn) tidak memenuhi syarat, dimana Kekeruhan berkisar antara 80 sampai 295 skala NTU dan Mangan (Mn) antara 0,62 sampai 0,66 mg per liter, kualitas air di instalasi Kali Garang pada musim kemarau dan musim hujan Kekeruhan tidak memenuhi syarat dimana pada musim kemarau Kekeruhan berkisar antara 210 skala NTU sampai 310 skala NTU dan pada musim hujan Kekeruhan antara 82 skala NTU sampai 132 skala NTU. Perbandingan volume aliran hasil pencatatan meter air dan analisis teoritis adalah sekitar 61% melebihi hasil analisis teoritis dan sekitar 39 % kurang dari hasil analisis teoritis dengan perbedaan yang tidak terlalu besar dan koefisien korelasi sebesar 0,4326 dengan interpretasi agak rendah, sedangkan perbandingan tekanan air hasil pengukuran dengan analisis teoritis cukup tinggi seluruhnya masih kurang dari hasil analisis teoritis kekurangan terkecil adalah 48,76 m dan terbesar adalah 48,93 m.

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa pelayanan jaringan air bersih PDAM di Kampung Pesaten Kelurahan Rejomulyo Semarang sesuai dengan waktu penelitian ternyata masih belum memenuhi harapan.

ABSTRACT

Water distribution system is made to meet the need of water in a city or community. In Semarang municipality, the management of water service is carried out by "Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Kota Semarang". From the previous surveys at several locations in Semarang city, it was found that the service of PDAM is still not satisfactory. This condition is observed from the inadequate flow, less pressure, discontinuous flow, and poor quality of water. In Pesaten-Rejomulyo, one of villages served by PDAM Kota Semarang is also experiencing the same problem.

The aim of this study is to evaluate the performance of water distribution service carried out by PDAM Kota Semarang in the location of the study by analyzing the water the distribution ability in providing the minimum customers services covering water flow, water pressure, flow continuity, and the quality of water.

The analysis method used is by analyzing flow based on minimum standar to reliability, resiliency, and vulnerability. Whereas water pressure analysis, flow continuity, and water quality is the checking of survey result to determined minimum standard. Flow gained from water meter records and water pressure measurements was compared to the result of theoretical analysis with Waterworks program as the control.

Based on the result of water meter record flow analysis, it was found that the reliability level was about 40%, where the system was in failed condition for four months, the failure level varies ranging from 5.04% to 58.48% deficit, and from field survey the lowest pressure was 0.06 m and the highest was 2.20 m. The flow continuity was not working for 24 hours a day, whereas the quality of water for customers, according to the result of laboratory test in rainy season the turbidity and Mangan (Mn) was not reliable, in which the turbidity was between 80 to 295 NTU scale, and for Mangan (Mn) was 0.62 to 0.66 mg per liter. The water quality in Kali Garang installation in dry and rainy season, the turbidity was not reliable since in dry season the turbidity was between 210 to 310 NTU scale. Meanwhile, the turbidity occurred in rainy season was between 82 to 132 NTU scale. The ratio of the volume of flow resulted from water meter records and theoretical analysis was about 61% exceeding the theoretical analysis where it was about 39% less from the result of theoretical analysis with the difference was not very significant. The correlation coefficient was 0.4326 with a bit low interpretation. The ratio of water pressure resulting from measurement with theoretical analysis was high enough. All of results were still less than the result of theoretical analysis, where the minimum deficit was 48.76 m and the maximum deficit was 48.93 m.

From this study, it can be concluded that the service of water distribution of PDAM in Pesaten - Rejomulyo, Semarang within the period of this study was still not satisfactory.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena dengan rahmat dan karuniaNya, maka Tesis dengan judul “Analisis Pelayanan Jaringan Air Bersih PDAM Di Kampung Pesaten Kelurahan Rejomulyo Semarang”, dapat penulis selesaikan dengan baik.

Dari hasil Tesis ini, penulis berharap dapat memberikan sumbang saran kepada PDAM Kota Semarang dan Pemerintah Kota Semarang untuk lebih meningkatkan pelayanan jaringan air bersih di Kota Semarang.

Atas segala bantuan yang diberikan selama penyusunan Tesis ini, penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak DR. Ir. Suripin, M.Eng, selaku Ketua Program Magister Teknik Sipil Universitas Diponegoro Semarang sekaligus selaku anggota tim penguji.
2. Bapak Prof. Ir. Joetata Hadihardaja, selaku pembimbing utama sekaligus selaku ketua tim penguji.
3. Bapak DR. Ir. Suharyanto, M.Sc, selaku pembimbing sekaligus selaku sekretaris tim penguji.
4. Bapak Ir. Pranoto SA, Dipl. HE, MT, selaku anggota tim penguji.
5. Bapak Ir. Nasrullah, MS, selaku anggota tim penguji.
6. Bapak Drs. Pandu Susilo, MM, selaku Direktur Utama PDAM Kota Semarang.
7. Bapak Ir. Basuki Ramelan, selaku Direktur Teknik PDAM Kota Semarang.
8. Bapak H. Saib Mahmud, selaku Kepala PDAM Cabang Semarang Tengah.
9. Rekan-rekan mahasiswa Program Magister Teknik Sipil Konsentrasi Sumber Daya Air yang selalu memberi dorongan dan bantuan dalam penyelesaian Tesis ini.
10. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam penyelesaian Tesis ini.

Semoga bantuan yang telah diberikan kepada penulis mendapatkan imbalan yang layak dari Tuhan Yang Maha Esa.

Semarang, 6 Januari 2003

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
ABSTRAK.....	iv
ABSTRACT.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMBANG, NOTASI DAN SINGKATAN.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Lokasi Penelitian.....	5
1.3. Tujuan Studi.....	9
1.4. Lingkup Studi.....	9
1.5. Pembatasan Permasalahan.....	9
1.6. Sistematika Penulisan.....	10
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Sistem Jaringan Air Bersih.....	12
2.2. Unjuk Kerja Pengoperasian Jaringan Air Bersih.....	16
2.2.1. Keandalan (<i>Reliability</i>).....	16
2.2.2. Kelentingan (<i>Resiliency</i>).....	18
2.2.3. Kerawanan (<i>Vulnerability</i>).....	22
2.3. Analisis Jaringan Pipa.....	24
2.4. Program Paket Waterworks®.....	26
2.5. Standar Debit Air Bersih.....	27
2.6. Standar Tekanan Air.....	28
2.7. Standar Kontinuitas Aliran.....	28
2.8. Standar Kualitas Air Minum.....	29
2.8.1. Standar Kualitas Air Minum Menurut <i>W.H.O.</i> (<i>World Health Organization</i>).....	30
2.8.2. Standar Kualitas Air Minum Menurut Departemen Pekerjaan Umum (DPU).....	33
2.8.3. Standar Kualitas Air Di Indonesia.....	35
2.9. Koefisien Korelasi.....	40
BAB III. METODOLOGI	
3.1. Umum.....	44
3.2. Pengumpulan Data.....	45
3.2.1. Data Primer.....	45
3.2.2. Data Sekunder.....	47

3.3.	Prosedur Penelitian.....	49
3.4.	Pemodelan Jaringan Pipa	52
3.4.1.	Pemodelan Jaringan Pipa Makro.....	53
3.4.2.	Pemodelan Jaringan Pipa Mikro.....	53
3.4.3.	Hubungan Antara Jaringan Pipa Makro Dan Jaringan Pipa Mikro.....	54
3.5.	Analisis Data.....	56
BAB IV.	PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	
4.1.	Kondisi Umum Kampung Pesaten.....	62
4.2.	Tekanan Air.....	65
4.3.	Kontinuitas Aliran.....	91
4.4.	Kualitas Air.....	92
4.5.	Karakteristik Pemakai Air.....	96
4.6.	Debit Air.....	98
4.7.	Topografi.....	100
4.8.	Jaringan.....	100
4.9.	<i>Inflow</i>	100
BAB V.	ANALISIS DAN PEMBAHASAN	
5.1.	Analisis.....	101
5.1.1.	Analisis Unjuk Kerja Pelayanan Jaringan Air Bersih Berdasarkan Debit.....	101
5.1.2.	Perhitungan Kebutuhan Air Bersih Untuk Program Waterworks.....	107
5.1.3.	Analisis Pengoperasian Jaringan Air Bersih Dengan Program Waterworks.....	107
5.1.4.	Analisis Koefisien Korelasi.....	115
5.2.	Pembahasan.....	115
5.2.1.	Hasil Analisis Debit Air.....	115
5.2.2.	Hasil Pengamatan Tekanan Air.....	117
5.2.3.	Hasil Pengamatan Kontinuitas Aliran.....	119
5.2.4.	Hasil Test Kualitas Air.....	119
5.2.5.	Hasil Analisis Program Waterworks Terhadap Debit Dan Tekanan Air.....	121
5.2.6.	Hasil Perbandingan Debit Pembacaan meter air Dan Tekanan Air Survey Lapangan Dengan Hasil Analisis Program Waterworks.....	121
BAB VI.	KESIMPULAN DAN SARAN	
6.1.	Kesimpulan.....	123
6.2.	Saran.....	127

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Pedoman Konsumsi Air.....	28
Tabel 2.2.	Syarat – Syarat Fisik.....	30
Tabel 2.3.	Syarat – Syarat Kimia (<i>Drinking Water Quality Criteria W.H.O.</i>).....	31
Tabel 2.4.	Syarat-Syarat Fisik Dan Kimia Air Minum.....	34
Tabel 2.5.	Persyaratan Kualitas Air Minum.....	36
Tabel 2.6.	Persyaratan Kualitas Air Bersih.....	38
Tabel 2.7.	Interprestasi Nilai r.....	43
Tabel 3.1.	Hubungan Antara <i>Output</i> Makro Dan <i>Input</i> Mikro.....	56
Tabel 4.1.	Tinggi Tekanan Air Di Lokasi # 1 Hari Senin.....	65
Tabel 4.2.	Tinggi Tekanan Air Di Lokasi # 1 Hari Selasa.....	66
Tabel 4.3.	Tinggi Tekanan Air Di Lokasi # 1 Hari Rabu.....	67
Tabel 4.4.	Tinggi Tekanan Air Di Lokasi # 1 Hari Kamis.....	67
Tabel 4.5.	Tinggi Tekanan Air Di Lokasi # 1 Hari Jumat.....	68
Tabel 4.6.	Tinggi Tekanan Air Di Lokasi # 1 Hari Sabtu.....	69
Tabel 4.7.	Tinggi Tekanan Air Di Lokasi # 1 Hari Minggu.....	70
Tabel 4.8.	Tinggi Tekanan Air Di Lokasi # 2 Hari Senin.....	70
Tabel 4.9.	Tinggi Tekanan Air Di Lokasi # 2 Hari Selasa.....	71
Tabel 4.10.	Tinggi Tekanan Air Di Lokasi # 2 Hari Rabu.....	72
Tabel 4.11.	Tinggi Tekanan Air Di Lokasi # 2 Hari Kamis.....	73
Tabel 4.12.	Tinggi Tekanan Air Di Lokasi # 2 Hari Jumat.....	73
Tabel 4.13.	Tinggi Tekanan Air Di Lokasi # 2 Hari Sabtu.....	74
Tabel 4.14.	Tinggi Tekanan Air Di Lokasi # 2 Hari Minggu.....	75
Tabel 4.15.	Tinggi Tekanan Air Di Lokasi # 3 Hari Senin.....	76
Tabel 4.16.	Tinggi Tekanan Air Di Lokasi # 3 Hari Selasa.....	76
Tabel 4.17.	Tinggi Tekanan Air Di Lokasi # 3 Hari Rabu.....	77
Tabel 4.18.	Tinggi Tekanan Air Di Lokasi # 3 Hari Kamis.....	78
Tabel 4.19.	Tinggi Tekanan Air Di Lokasi # 3 Hari Jumat.....	79
Tabel 4.20.	Tinggi Tekanan Air Di Lokasi # 3 Hari Sabtu.....	79
Tabel 4.21.	Tinggi Tekanan Air Di Lokasi # 3 Hari Minggu.....	80
Tabel 4.22.	Tinggi Tekanan Air Rerata Di Lokasi # 1.....	81
Tabel 4.23.	Tinggi Tekanan Air Rerata Di Lokasi # 2.....	82
Tabel 4.24.	Tinggi Tekanan Air Rerata Di Lokasi # 3.....	83
Tabel 4.25.	Hubungan Antara Tinggi Tekanan Air Dan Aktifitas Penghuni Di Lokasi # 1.....	88
Tabel 4.26.	Hubungan Antara Tinggi Tekanan Air Dan Aktifitas Penghuni Di Lokasi # 2.....	89
Tabel 4.27.	Hubungan Antara Tinggi Tekanan Air Dan Aktifitas Penghuni Di Lokasi # 3.....	90
Tabel 4.28.	Pengaliran Air 7 Hari Di Lokasi # 1, Lokasi # 2, Dan Lokasi # 3.....	91
Tabel 4.29.	Kualitas Air Bersih Di Lokasi # 1, Lokasi # 2, Dan Lokasi # 3 Pada Musim Kemarau Dan Musim Hujan.....	93

Tabel 4.30.	Kualitas Air Baku Di Lokasi Instalasi Kali Garang Pada Musim Kemarau Dan Musim Hujan.....	95
Tabel 4.31.	Data Karakteristik Pemakai Air Bersih PDAM Di Kampung Pesaten Kelurahan Rejomulyo Semarang (Tahun 2001).....	97
Tabel 4.32.	Volume Pemakaian Air Bersih Di Tingkat Pelanggan Di Kampung Pesaten Kelurahan Rejomulyo Semarang (Januari 2000 s/d Juni 2001).....	99
Tabel 5.1.	Pemakaian Air Bersih Di tingkat Pelanggan Di Kampung Pesaten Kelurahan Rejomulyo Semarang (Januari 2000 s/d Juni 2001).....	102
Tabel 5.2.	Tingkat Layanan Air Bersih Di Kampung Pesaten Kelurahan Rejomulyo Semarang (Januari 2000 s/d Juni 2001).....	103
Tabel 5.3.	Kegagalan Pelayanan Air Bersih Di Kampung Pesaten Kelurahan Rejomulyo Semarang (Januari 2000 s/d Juni 2001).....	104
Tabel 5.4.	Unjuk Kerja Pelayanan Air Bersih Di Kampung Pesaten Kelurahan Rejomulyo Semarang (Januari 2000 s/d Juni 2001).....	106
Tabel 5.5.	Tinggi Tekanan Air Rerata Lokasi # 1, Lokasi # 2, Dan Lokasi # 3.....	112
Tabel 5.6.	Perbandingan Volume Aliran Hasil Pencatatan Meter Air Dengan Hasil Analisis Teoritis.....	113
Tabel 5.7.	Perbandingan Tinggi Tekanan Air Hasil Pengukuran Lapangan Dengan Hasil Analisis Teoritis.....	114

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1.	Pembagian Wilayah Kantor Cabang PDAM Kota Semarang.....	2
Gambar 1.2.	Posisi Lokasi Penelitian Di Kota Semarang.....	6
Gambar 1.3.	Posisi Lokasi penelitian Di Daerah Semarang Timur.....	7
Gambar 1.4.	Denah Situasi Rumah Pelanggan Air Bersih PDAM Di Kampung Pesaten Kelurahan Rejomulyo Semarang.....	8
Gambar 2.1.	Pertemuan Pipa – pipa Di <i>Node</i> J.....	25
Gambar 2.2.	Jaringan Pipa Tertutup.....	25
Gambar 3.1.	Bagan Alir Makro Penelitian Pelayanan Jaringan Air Bersih PDAM Di Kampung Pesaten Kelurahan Rejomulyo Semarang.....	44
Gambar 3.2.	Alat Ukur Tekanan Air.....	46
Gambar 3.3.	Hubungan Antara Pemodelan Jaringan Pipa Makro Dan Pemodelan Jaringan Pipa Mikro.....	55
Gambar 3.4.	Bagan Alir Sistem Analisis Pelayanan Jaringan Air bersih PDAM Di Kampung Pesaten Kelurahan Rejomulyo Semarang.....	57
Gambar 3.5.	Bagan Alir Analisis Unjuk Kerja Pelayanan Jaringan Air Bersih PDAM (Berdasarkan Debit Meter Air) Di Kampung Pesaten Kelurahan Rejomulyo Semarang.....	58
Gambar 3.6.	Bagan Alir Simulasi Pengoperasian Jaringan Air Bersih Dengan Program Waterworks.....	60
Gambar 3.7.	Langkah – langkah Dalam Pemodelan Suatu Jaringan.....	61
Gambar 4.1.	Titik – titik Survey Yang Dilakukan.....	64
Gambar 4.2.	Diagram Tinggi Tekanan Air Di Lokasi # 1 Hari Senin.....	65
Gambar 4.3.	Diagram Tinggi Tekanan Air Di Lokasi # 1 Hari Selasa.....	66
Gambar 4.4.	Diagram Tinggi Tekanan Air Di Lokasi # 1 Hari Rabu.....	67
Gambar 4.5.	Diagram Tinggi Tekanan Air Di Lokasi # 1 Hari Kamis.....	68
Gambar 4.6.	Diagram Tinggi Tekanan Air Di Lokasi # 1 Hari Jumat.....	68
Gambar 4.7.	Diagram Tinggi Tekanan Air Di Lokasi # 1 Hari Sabtu.....	69
Gambar 4.8.	Diagram Tinggi Tekanan Air Di Lokasi # 1 Hari Minggu....	70
Gambar 4.9.	Diagram Tinggi Tekanan Air Di Lokasi # 2 Hari Senin.....	71
Gambar 4.10.	Diagram Tinggi Tekanan Air Di Lokasi # 2 Hari Selasa.....	71
Gambar 4.11.	Diagram Tinggi Tekanan Air Di Lokasi # 2 Hari Rabu.....	72
Gambar 4.12.	Diagram Tinggi Tekanan Air Di Lokasi # 2 Hari Kamis.....	73
Gambar 4.13.	Diagram Tinggi Tekanan Air Di Lokasi # 2 Hari Jumat.....	74
Gambar 4.14.	Diagram Tinggi Tekanan Air Di Lokasi # 2 Hari Sabtu.....	74
Gambar 4.15.	Diagram Tinggi Tekanan Air Di Lokasi # 2 Hari Minggu....	75
Gambar 4.16.	Diagram Tinggi Tekanan Air Di Lokasi # 3 Hari Senin.....	76
Gambar 4.17.	Diagram Tinggi Tekanan Air Di Lokasi # 3 Hari Selasa.....	77
Gambar 4.18.	Diagram Tinggi Tekanan Air Di Lokasi # 3 Hari Rabu.....	77
Gambar 4.19.	Diagram Tinggi Tekanan Air Di Lokasi # 3 Hari Kamis.....	78
Gambar 4.20.	Diagram Tinggi Tekanan Air Di Lokasi # 3 Hari Jumat.....	79

Gambar 4.21.	Diagram Tinggi Tekanan Air Di Lokasi # 3 Hari Sabtu.....	80
Gambar 4.22.	Diagram Tinggi Tekanan Air Di Lokasi # 3 Hari Minggu.....	80
Gambar 4.23.	Diagram Tinggi Tekanan Air Rerata Di Lokasi # 1.....	81
Gambar 4.24.	Diagram Tinggi Tekanan Air Rerata Di Lokasi # 2.....	82
Gambar 4.25.	Diagram Tinggi Tekanan Air Rerata Di Lokasi # 3.....	83
Gambar 4.26.	Diagram Tinggi Tekanan Air 7 Hari Di Lokasi # 1.....	84
Gambar 4.27.	Diagram Tinggi Tekanan Air 7 Hari Di Lokasi # 2.....	85
Gambar 4.28.	Diagram Tinggi Tekanan Air 7 Hari Di Lokasi # 3.....	86
Gambar 4.29.	Diagram Tinggi Tekanan Air Rerata Di Lokasi # 1, Lokasi # 2, Dan Lokasi # 3.....	87
Gambar 5.1.	Diagram Lama Rerata Kegagalan Pelayanan Air Bersih PDAM Di Kampung Pesaten Kelurahan Rejomulyo Semarang.....	105
Gambar 5.2.	Bagan Alir Proses Pelaksanaan <i>Running</i> Dengan Program Waterworks.....	109

DAFTAR LAMBANG, NOTASI DAN SINGKATAN

Lambang Dan Notasi

d	= perbedaan antara pasangan jenjang
D_t	= kebutuhan air pada periode t
D_{t-1}	= kebutuhan minimum air yang diharapkan pada periode $t-1$
DEF_t	= kekurangan / <i>deficit</i> pada periode t
E	= merupakan operator " <i>expected</i> "
$E_{[T_{gagal}]}$	= jangka waktu rerata jaringan pipa berada di dalam keadaan "gagal" secara kontinue dalam jangka panjang
F_j	= debit pengambilan (<i>outflow</i>) dari junction J
I	= indeks untuk " <i>loop</i> "
J	= indeks untuk <i>junction</i> atau <i>node</i>
n	= lama atau jangka panjang waktu pengoperasian
N	= jumlah subyek yang diselidiki atau jumlah pasangan
N_j	= jumlah <i>junction</i> di seluruh jaringan
NL	= jumlah " <i>loop</i> " di jaringan
$NP(j)$	= jumlah pipa yang bertemu di <i>junction</i> J
<i>Otherwise</i>	= keadaan dimana kondisi ($R_{t-1} < D_{t-1}$ dan $R_t \geq D_t$) tidak dipenuhi
$Q_{i,j}$	= debit aliran di ruas pipa i - J
ρ	= koefisien korelasi tata-jenjang
r_{xy}	= koefisien korelasi antara X dan Y
R_t	= debit layanan dari jaringan pipa pada periode t
R_{t-1}	= debit layanan dari jaringan pipa pada periode $t-1$
SD_x	= standar deviasi dari variabel X
SD_y	= standar deviasi dari variabel Y
T_{gagal}	= lama atau jangka waktu rerata jaringan pipa berada di dalam keadaan "gagal" secara kontinue / berurutan
V_1	= nilai maksimum " <i>deficit</i> "
V_2	= nilai maksimum " <i>deficit-ratio</i> "
V_3	= nilai rerata " <i>deficit-ratio</i> "
W_t	= masa transisi jaringan pipa dari keadaan "gagal" menjadi ke keadaan "memuaskan"
xy	= <i>product</i> dari X kali Y
X	= variabel X
Y	= variabel Y
Z_t	= indikator atau <i>counter</i> untuk menghitung kejadian dimana $R_t \geq D_t$
α	= unjuk kerja keandalan dalam jangka panjang
γ	= unjuk kerja kelentingan
ρ	= probabilitas (rerata frekuensi) masa transisi jaringan pipa dari keadaan "gagal" pada bulan yang lalu menjadi ke keadaan "memuaskan" pada bulan sekarang

Singkatan

DPU	= Departemen Pekerjaan Umum
IPA	= Instalasi Pengolahan Air
KK	= Kepala Keluarga
NTU	= <i>Nephelometric Turbidity Units</i>
ppm	= <i>part per million</i>
psi	= <i>pounds per square inch</i>
PDAM	= Perusahaan Daerah Air Minum
PRV	= <i>Pressure Reducing Valve</i>
PSV	= <i>Pressure Sustaining Valve</i>
TCU	= <i>True Colour Unit</i>
WHO	= <i>World Health Organization</i>

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran A
- *Form Survey* Tekanan Air
 - *Form Survey* Kontinuitas Aliran
 - *Form Survey* Karakteristik Pemakai Air
- Lampiran B
- Data Tekanan Air 3 Lokasi
- Lampiran C
- Data Kontinuitas Aliran 3 Lokasi
- Lampiran D
- Data Kualitas Air 3 Lokasi Pada Musim Hujan
 - Data Kualitas Air 3 Lokasi Pada Musim Kemarau
 - Data Kualitas Air Baku di Lokasi Intalasi Kali Garang Pada Musim Kemarau dan Musim Hujan
- Lampiran E
- Data Karakteristik Pemakai Air 31 Pelanggan
- Lampiran F
- Data Stand Meter 31 Pelanggan
- Lampiran G
- Peta Topografi Semarang Tengah
- Lampiran H
- Peta Jaringan PDAM Semarang Tengah
 - Peta Jaringan PDAM Di Kampung Pesaten Kelurahan Rejomulyo Semarang
 - Peta Nomor Pipa Jaringan Pipa Makro PDAM Ke Kampung Pesaten Kelurahan Rejomulyo Semarang.
 - Peta Nomor *Node* Jaringan Pipa Makro PDAM Ke Kampung Pesaten Kelurahan Rejomulyo Semarang.
 - Peta Nomor Pipa Jaringan Pipa Mikro PDAM Di Kampung Pesaten Kelurahan Rejomulyo Semarang.
 - Peta Nomor *Node* Jaringan Pipa Mikro PDAM Di Kampung Pesaten kelurahan Rejomulyo Semarang.
- Lampiran I
- Perhitungan Kebutuhan Air Jaringan Pipa Makro PDAM Ke Kampung Pesaten Kelurahan Rejomulyo Semarang.
 - Perhitungan Kebutuhan Air Jaringan Pipa Mikro PDAM Di Kampung Pesaten Kelurahan Rejomulyo Semarang.
- Lampiran J
- Hasil *Running Test* 1
 - Hasil *Running Test* 2
 - Hasil *Running Test* 3
 - Hasil *Running Test* 4
 - Hasil *Running Test* 5
 - Hasil *Running Test* 6

- Lampiran K - Analisis Koefisien Korelasi Antara Volume Aliran Hasil Pencatatan Meter Air Dengan Hasil Analisis Teoritis
- Lampiran L - Gambar Penelitian Di Kampung Pesaten Kelurahan Rejomulyo Semarang.

BAB I

PENDAHULUAN

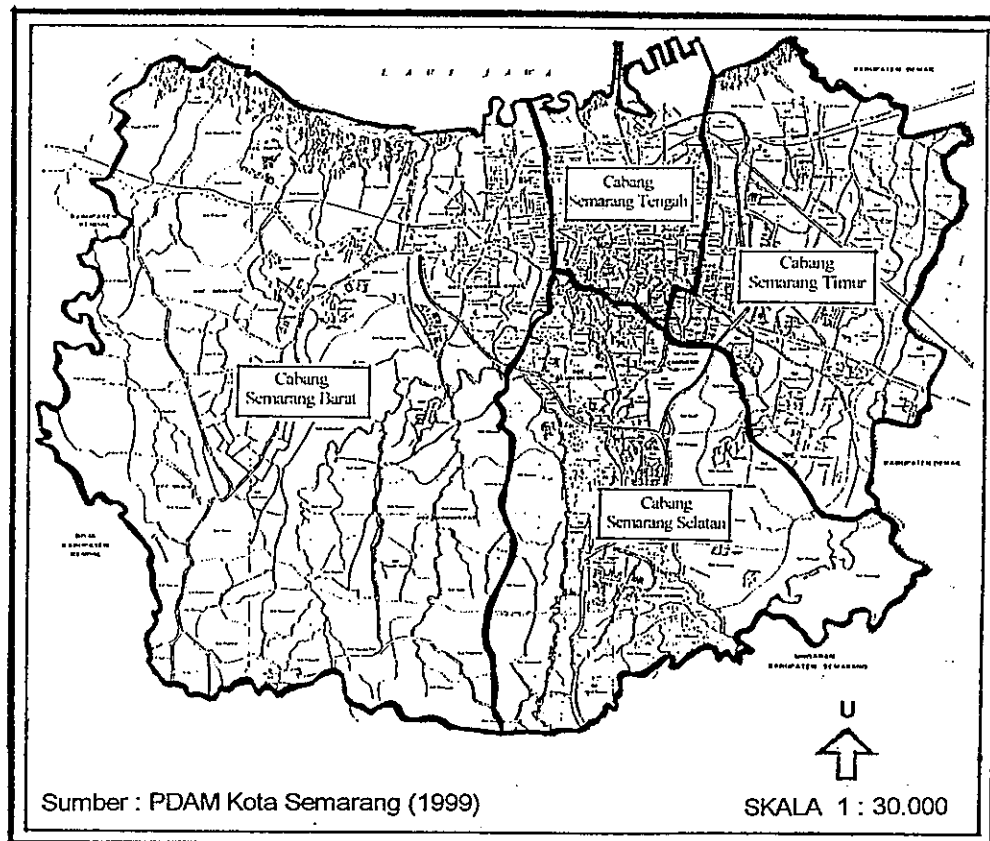
1.1. Latar Belakang

Sistem jaringan air bersih dibuat untuk memenuhi kebutuhan air bersih penduduk suatu kota atau suatu komunitas. Sumber air baku dapat berasal dari mata air, danau, sungai atau air tanah dalam. Air tersebut kemudian diolah pada instalasi pengolahan air supaya memenuhi standar air bersih yang dikeluarkan oleh Menteri Kesehatan dan kemudian didistribusikan pada konsumen.

Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor : 416/MENKES/PER/IX/1990 pengertian air minum berbeda dengan air bersih dimana **air minum** adalah air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari yang kualitasnya memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum, sedangkan **air bersih** adalah air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari yang kualitasnya memenuhi syarat kesehatan dan dapat diminum apabila telah dimasak.

Pengelolaan pelayanan air bersih / air minum untuk masyarakat Kota Semarang dilaksanakan oleh Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Kota Semarang, yang merupakan perusahaan milik pemerintah Kota Semarang. PDAM Kota Semarang mempunyai Kantor Pusat di jalan Kelud Raya Semarang dan dalam melakukan tugas-tugas pelayanan air bersih / air minum tersebut didukung oleh 4 (empat) Kantor Cabang Pembantu sesuai dengan pembagian wilayah distribusi airnya yaitu Cabang Semarang Barat, Semarang Tengah,

Semarang Timur, dan Semarang Selatan. Pembagian wilayah kantor cabang ini dicantumkan pada **Gambar 1.1.** berikut.



Gambar 1.1.
Pembagian Wilayah Kantor Cabang PDAM
Kota Semarang

Sumber air bersih bagi PDAM Kota Semarang sampai saat ini masih mengandalkan dari debit air di Kali Garang. IPA (Instalasi Pengolahan Air) Kudu sesuai harapan telah berfungsi pada pertengahan tahun 2002 sebagai suplai tambahan. IPA Kudu ini menurut rencana dapat menambah aliran 1.250 liter per detik, tetapi kenyataannya IPA Kudu baru bisa menambah aliran 750 liter per detik.

Namun demikian IPA Kudu diharapkan sangat membantu memenuhi kebutuhan air pada sebagian masyarakat Semarang (Semarang Timur dan Tengah) hingga dapat mengurangi keluhan soal minimnya debit air dan pengaliran waktu penerimaan aliran air.

Munculnya keluhan disebabkan selama ini kapasitas air yang disalurkan PDAM Kota Semarang sangat kurang. Sumber air bersih yang selama ini jadi andalan PDAM untuk pasokan air bersih adalah air permukaan (berasal dari Kali Garang dan Kali Babon), mata air (wilayah Ungaran, Gunungpati dan Tugu), dan sumur dalam (wilayah Boja, Ungaran, Mijen dan Gunungpati).

Jadi selama ini PDAM sudah memiliki lima IPA, beberapa sumber alam, sumur artesis I dan II tetapi tidak mencukupi. IPA Kali Garang I hanya bisa mengalirkan debit air 500 liter per detik, IPA Kali Garang II 80 liter per detik, IPA Kali Garang III 250 liter per detik, IPA Kali Garang IV 150 liter per detik, IPA Pucanggading 50 liter per detik, sumber alam 200 liter per detik, sumur artesis I 50 liter per detik, dan sumur artesis II 300 liter per detik dengan total produksi 1.580 liter per detik, padahal kebutuhan air untuk kota Semarang sampai tahun 2000 sudah mencapai 2.630 liter per detik (PDAM, 1999).

Pengkajian terhadap pelayanan jaringan air bersih PDAM di suatu wilayah perkotaan terhadap pelanggan masih kurang mendapat perhatian yang layak dari pihak pengelola. Hal ini tercermin dari banyaknya keluhan pelanggan terhadap mutu layanan air bersih yang diketahui dari hasil survey pendahuluan secara langsung di beberapa lokasi daerah layanan PDAM. Beberapa hal yang sering dikeluhkan meliputi debit aliran kecil (tidak mencukupi), tekanan kurang, aliran berlangsung secara tidak kontinue atau jam-jam pengaliran tidak dapat diharapkan, dan kualitas air kurang baik.

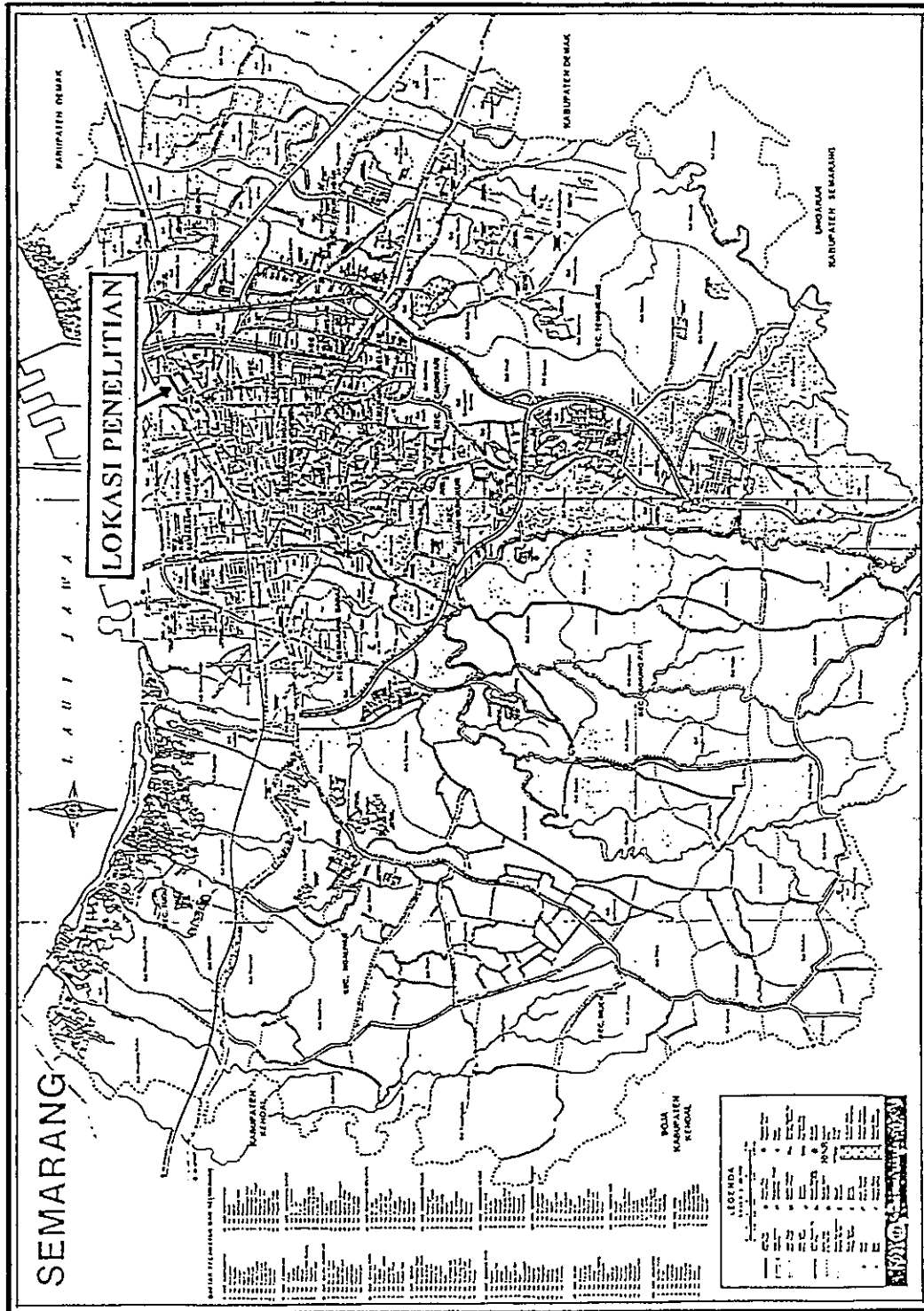
Oleh karena itu penelitian ini dilakukan berdasar atas pemikiran bahwa sistem pengoperasian jaringan air bersih di Kota Semarang belum menghasilkan tingkat pelayanan yang diharapkan. Kurang optimalnya pelayanan air bersih dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain faktor topografi, penyebaran konsumen, ketersediaan air, kebijakan pengoperasian, unjuk kerja (*performance*) atau tingkat layanan yang diharapkan serta pengembangan jaringan (*extension*). Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian terhadap aspek layanan jaringan air bersih terutama mengenai unjuk kerja layanan jaringan air bersih di lapangan.

Kampung Pesaten Kelurahan Rejomulyo merupakan salah satu bagian dari wilayah Kota Semarang (Semarang Timur) yang mendapat layanan air bersih dari PDAM dimana kalau ditinjau dari segi lokasinya termasuk wilayah pelayanan PDAM Cabang Semarang Tengah. Lokasi ini dipandang memenuhi kriteria sebagai obyek studi kasus atau lokasi penelitian mengingat daerah tersebut merupakan suatu perkampungan dengan infrastruktur jaringan yang cukup lama. Dari survey pendahuluan, daerah ini juga mengalami layanan air bersih yang kurang memuaskan baik itu dari segi debit, tekanan air, kontinuitas aliran maupun kualitas air.

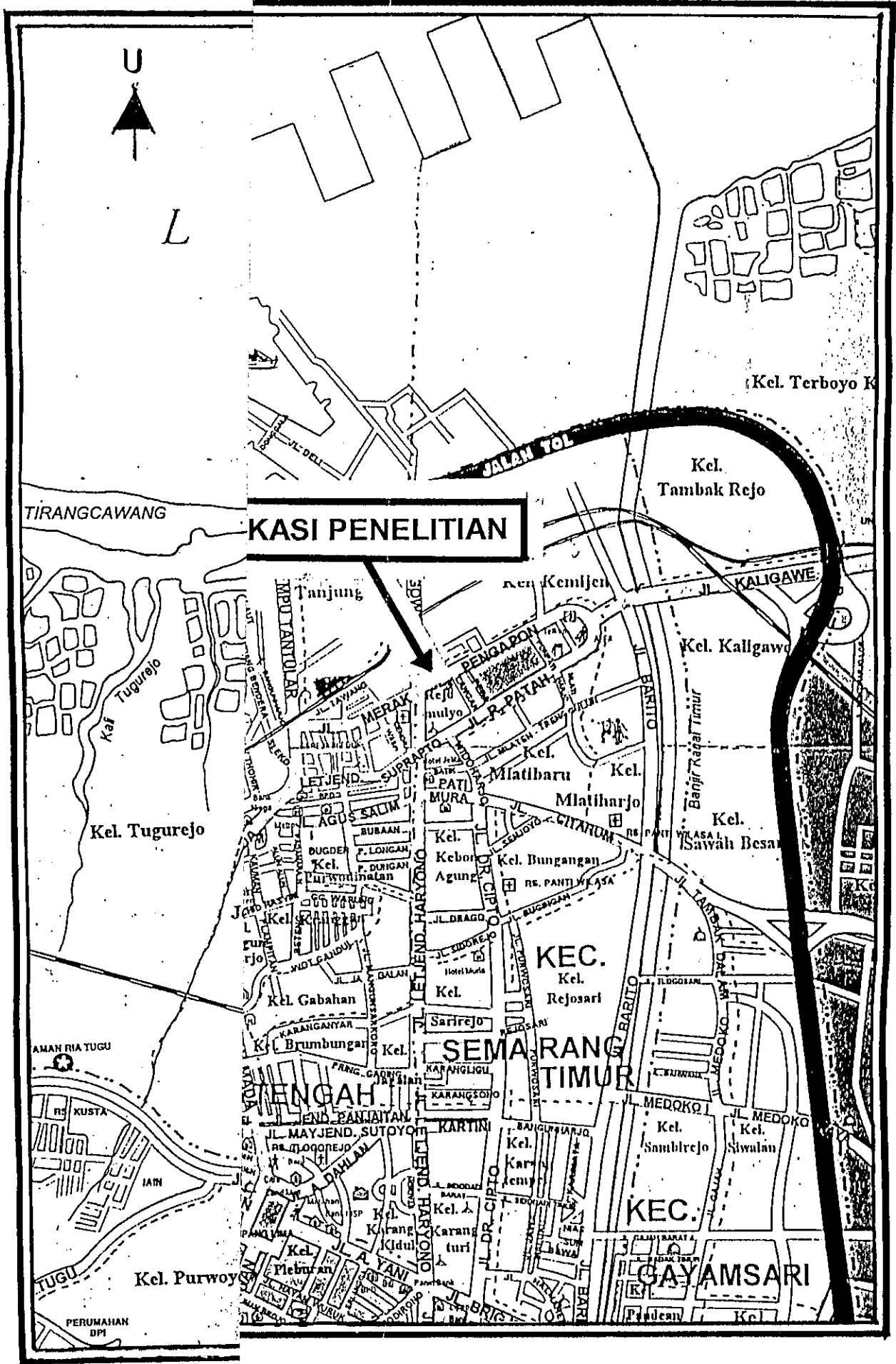
Dalam penelitian pendahuluan tersebut diketahui bahwa jaringan pipa PDAM di Kampung Pesaten telah berusia \pm 20 tahun dengan diameter pipa pelayanan adalah 50 mm untuk pipa utama dan diameter pipa pelayanan yang menuju ke rumah-rumah pelanggan adalah 12,5 mm, sedangkan lokasi Kampung Pesaten kalau ditinjau dari lokasi sumber air yang menyuplai air ke lokasi studi yaitu dari reservoir Sultan Agung cukup jauh, sehingga hal ini menyebabkan agak kurang lancarnya distribusi aliran air menuju daerah tersebut.

1.2. Lokasi Penelitian

Dalam penelitian ini daerah penelitian berlokasi di Kampung Pesaten Kelurahan Rejomulyo Semarang yang berada di Kota Semarang, Propinsi Jawa Tengah. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **Gambar 1.2.** sampai dengan **Gambar 1.4.** tentang lokasi penelitian dari studi ini.



Gambar 1.2.
Posisi Lokasi Penelitian Di Kota Semarang



L

KASI PENELITIAN

Kel. Terboyo K

Kel. Tambak Rejo

TIRANGCAWANG

JALAN TOL

JL. KALIGAWA

Tanjung

Kemijen

Kel. Kallgawa

Kel. Tugurejo

Kel. Sawah Besar

KEC. Kel. Rejosari

SEMARANG TIMUR

JENGAH

KEC.

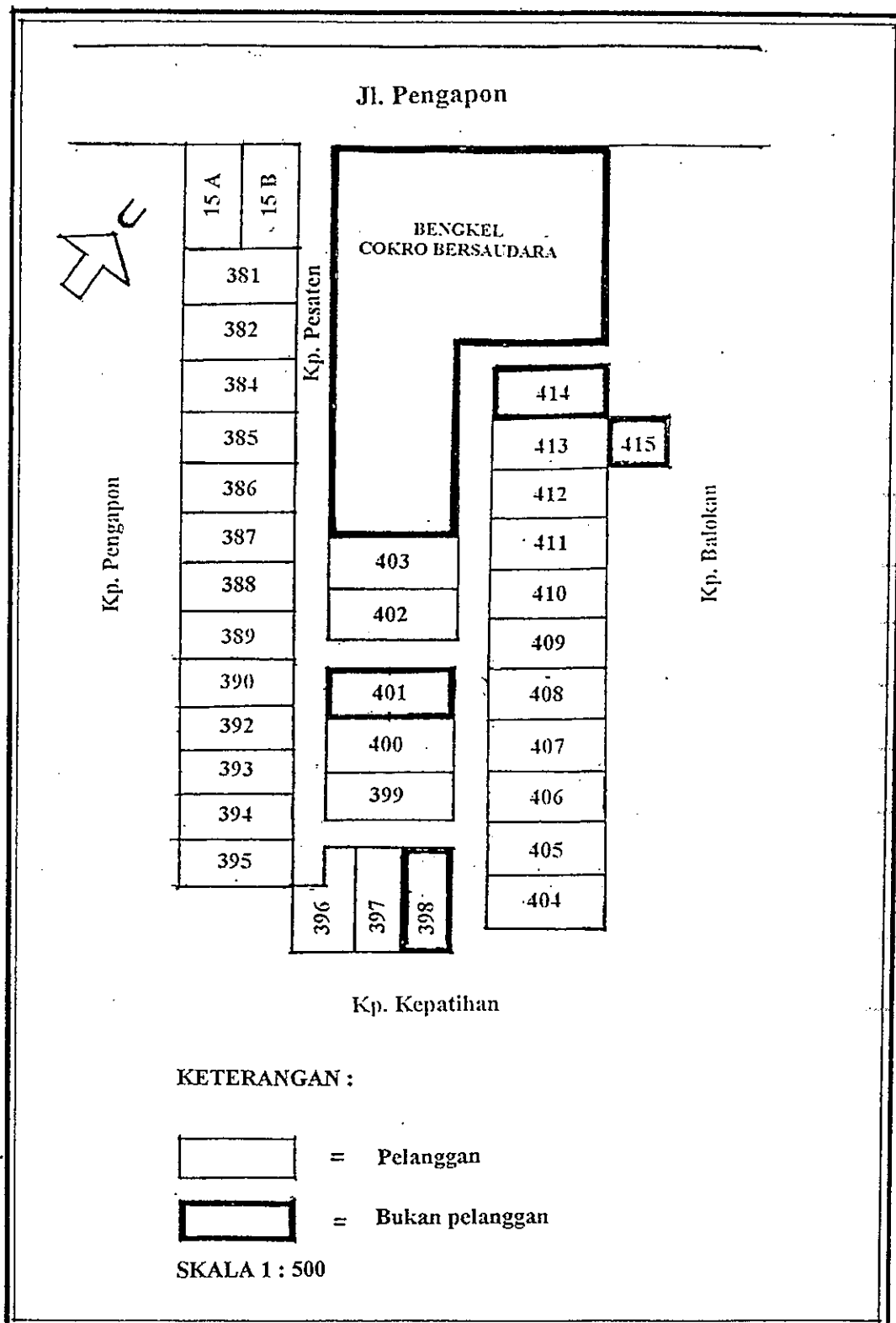
GAYAMSARI

Kel. Purwoyo

AMAN RIA TUGU

RS. KUSTA

PERUMAHAN DPI



Gambar 1.3.
Denah Situasi Rumah Pelanggan Air Bersih PDAM
Di Kampung Pesaten Kelurahan Rejomulyo Semarang

1.3. Tujuan Studi

Tujuan dari studi adalah untuk mengetahui unjuk kerja (*performance*) layanan air bersih yang dikelola oleh PDAM (Perusahaan Daerah Air Minum) Kota Semarang khususnya di Kampung Pesaten Kelurahan Rejomulyo Semarang dengan cara menganalisis unjuk kerja layanan jaringan, yaitu kemampuan jaringan dalam memenuhi kebutuhan minimum pelanggan yang meliputi debit, tekanan air, kontinuitas aliran, dan kualitas air.

1.4. Lingkup Studi

Studi yang dilakukan untuk mendapatkan hasil analisis tersebut adalah meliputi kegiatan-kegiatan sebagai berikut :

1. Analisis unjuk kerja pelayanan jaringan air bersih
2. Analisis pengoperasian jaringan pipa air minum dengan “Waterworks®”

1.5. Pembatasan Permasalahan

Permasalahan yang akan dianalisis adalah pelayanan jaringan air bersih PDAM di Kampung Pesaten Kelurahan Rejomulyo Semarang dengan pembatasan permasalahan sebagai berikut :

1. Pengamatan terbatas hanya pada sistem jaringan air bersih di Kampung Pesaten Kelurahan Rejomulyo Semarang, dengan ditunjang secara makro terhadap sistem jaringan air bersih di Kota Semarang yang dikelola oleh PDAM Kota Semarang.

2. Analisis unjuk kerja pelayanan jaringan air bersih terutama adalah terhadap parameter debit, tekanan air, dan kontinuitas aliran, sedangkan parameter kualitas air adalah sebagai penunjang untuk melengkapi hasil analisis.
3. Data debit adalah berdasarkan hasil pembacaan meter air pelanggan, sedangkan data tekanan air, kontinuitas aliran, dan kualitas air adalah berdasarkan hasil survey lapangan.
4. Diasumsikan air yang tercatat di meter air pelanggan mencerminkan kemampuan layanan jaringan PDAM, karena debit meter air adalah dianggap merupakan pemenuhan akan kebutuhan air pelanggan oleh PDAM.
5. Kebocoran air yang merupakan perbedaan antara jumlah air yang diproduksi dan jumlah air yang sampai ke konsumen tidak dianalisis.
6. Analisis unjuk kerja pelayanan jaringan air bersih untuk debit adalah berupa analisis Keandalan (*reliability*), Kelentingan (*resiliency*), dan Kerawanan (*vulnerability*) sistem terhadap standar minimum debit.
7. Analisis unjuk kerja pelayanan jaringan air bersih untuk tekanan air, kontinuitas aliran, dan kualitas air adalah berupa pengecekan hasil survey terhadap standar minimum yang telah ditentukan.
8. Hasil analisis unjuk kerja pelayanan jaringan air bersih khusus untuk debit dan tekanan air dari survey lapangan dibandingkan dengan hasil analisis secara teoritis berdasarkan simulasi pengoperasian jaringan air bersih dengan Waterworks sebagai kontrol.

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tesis adalah sebagai berikut :

Bab I, Pendahuluan, membahas tentang latar belakang, lokasi penelitian, tujuan studi, lingkup studi, pembatasan permasalahan, dan sistematika penulisan.

Bab II, Tinjauan Pustaka, membahas tentang sistem jaringan air bersih, unjuk kerja pengoperasian jaringan air bersih, analisis jaringan pipa, program paket waterworks, standar debit air bersih, standar tekanan air, standar kontinuitas aliran, standar kualitas air minum, dan koefisien korelasi.

Bab III, Metodologi, membahas tentang pengumpulan data, prosedur penelitian, dan analisis data.

Bab IV, Pengumpulan dan pengolahan data, membahas tentang kondisi umum Kampung Pesaten, data tekanan air, kontinuitas aliran, kualitas air, karakteristik pemakai air, debit meter air, topografi, jaringan, dan *inflow*.

Bab V, Analisis dan pembahasan, membahas tentang analisis unjuk kerja pelayanan jaringan air bersih, pengoperasian jaringan air bersih dengan Program Waterworks, dan analisis koefisien korelasi.

Bab VI, Kesimpulan dan saran, menjelaskan tentang kesimpulan dan saran dari hasil pengolahan data dan analisis.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Sistem Jaringan Air Bersih

Air dalam sistem jaringan air bersih bermula dari sumber air baku kemudian diolah pada instalasi pengolahan air. Air yang telah diolah tersebut kemudian dialirkan melalui pipa transmisi dan distribusi sehingga dapat melayani konsumen dengan tekanan air di tingkat konsumen minimal sebesar 10 meter kolom air atau sebesar 1 atm.

Merupakan hal yang sangat penting sekali untuk menjaga dan mengatur seluruh peralatan sistem tersebut, sehingga menjamin pengadaan air bersih dengan kualitas yang diinginkan dan aman, juga mencukupi dalam kuantitasnya.

Agar seluruh bagian dari sistem jaringan air bersih berfungsi secara harmonis dan bekerja sebagaimana mestinya sehingga menghasilkan air yang memenuhi kualitas dan kuantitas sebagaimana yang direncanakan, maka harus sangat diperhatikan pemeliharaannya.

Menurut DPU perencanaan sistem jaringan air bersih, harus memperhatikan hal-hal sebagai berikut :

1. Unit proses dan unit operasi dari sistem yang direncanakan harus dapat menjamin kualitas air yang dihasilkan (fisika, kimia, bakteriologis), dan kuantitas air yang dihasilkan.

2. Unit proses dan unit operasi dari sistem yang direncanakan harus merupakan sistem yang ekonomis dipandang dari segi konstruksi dan pelaksanaan, operasi dan pemeliharaan, dan organisasi.
3. Unit proses dan unit operasi dari sistem yang direncanakan harus merupakan sistem yang dapat dengan mudah diadakan penggantian berkala dari bagian-bagian yang perlu diganti bagi perawatan sistem yang dibutuhkan, perbaikan kerusakan yang terjadi pada sistem, dan pengembangan dari sistem.

Adapun komponen-komponen sistem jaringan air bersih adalah terdiri dari sumber air baku, fasilitas *intake*, transmisi air baku, reservoir air baku, instalasi pengolahan air bersih, sistem pipa transmisi air bersih, sistem distribusi, dan sistem pipa *service*.

Sumber air baku dapat dikelompokkan menjadi air permukaan (air sungai, danau, dam reservoir), air tanah (air tanah dangkal, air tanah dalam, mata air), air hujan, dan air laut. Air sungai biasanya mengandung lebih banyak kotoran dibanding dengan sumber air baku lainnya. Air danau atau air dam reservoir mempunyai kualitas fisika dan kimia yang lebih baik dari pada air sungai. Di antara berbagai jenis air tanah, air tanah dangkal mempunyai daerah tangkapan (*catchment area*) yang lebih kecil dari pada daerah tangkapan air tanah dalam dan apabila mata air dipakai sebagai air baku, maka perlu diperhatikan sistem hidraulika air tanah mata air tersebut. Untuk daerah yang mempunyai curah hujan tinggi dan jumlah penduduk tidak mencapai puluhan ribu orang serta tidak terdapat potensi air permukaan dan air tanah, maka air hujan dapat dipakai,

sedangkan air laut sebagai sumber air baku di Indonesia masih merupakan *pilot project* karena biaya mahal.

Fasilitas *intake* dapat dibedakan atas sumber air baku yang dipergunakan, dimana jenis-jenis tersebut adalah bila air baku berupa mata air menggunakan bangunan penangkap air (*spring capture*), air tanah menggunakan sumur dangkal (*shallow well*), sumur dalam (*deep well*), sumur pengumpul yang dilengkapi pipa pengumpul (*infiltration galleries*), dan air permukaan menggunakan *intake weir*, *intake tower*, *intake gate*, *intake duct*, *intake crib*. Fasilitas *intake* harus direncanakan sedemikian rupa sehingga dapat menyediakan sejumlah air dengan stabil sepanjang tahun dan harus mudah dipelihara dan dioperasikan.

Transmisi air baku diklasifikasikan ke dalam beberapa jenis yang berbeda tergantung kepada metode dari pengaliran air, segi hidraulika, dan topografi tanah. Sistem gravitasi lebih biasa digunakan apabila dimungkinkan, aman dan mudah dipelihara. Pada aliran secara gravitasi dapat merupakan aliran bebas (*unpressurized flow*) pada saluran terbuka (*open channel*) dan pada pipa yang beraliran tidak penuh, atau merupakan aliran tertekan (*pressurized flow*) pada pipa yang beraliran penuh. Begitu juga sistem pemompaan, dapat diterapkan dalam saluran terbuka dan dalam pipa. Seringkali transmisi air baku ini disebut saluran pembawa air baku dari bangunan *intake* ke instalasi pengolahan air bersih.

Reservoir air baku dibuat untuk menyesuaikan antara debit pipa transmisi yang konstan dengan debit yang masuk ke instalasi pengolahan air bersih yang berfluktuasi. Reservoir ini juga merupakan bagian dari sistem yang memperkecil dampak gangguan yang sesaat pada *intake* dan kualitas air baku.

Instalasi pengolahan air bersih merupakan sejumlah unit proses dan unit operasi yang mengolah air sehingga air baku yang diolah dapat memenuhi standar kualitas yang berlaku. Biasanya instalasi pengolahan air bersih terdiri atas prasedimentasi, koagulasi, flokulasi, sedimentasi, filtrasi, dan desinfeksi.

Sistem pipa transmisi air bersih adalah berupa pipa transmisi yang digunakan untuk mengalirkan air dari instalasi pengolahan air bersih ke reservoir distribusi. Sistem pipa transmisi ini terdiri dari sistem pipa, pompa transmisi dan segala perlengkapannya termasuk di dalamnya *valve*. Sistem transmisi seharusnya merupakan sistem perpipaan yang menjamin kebersihan air. Tapi apabila memang terpaksa harus menggunakan saluran terbuka, maka harus diperhatikan tentang kemungkinan terjadinya kontaminasi. Sistem transmisi tersebut dapat merupakan aliran gravitasi atau aliran pemompaan tergantung pada *elevation head* yang tersedia.

Sistem distribusi adalah merupakan sistem pipa distribusi yang terdiri atas reservoir distribusi, *elevated* reservoir, sistem perpipaan, pompa, *valve* dan perlengkapan bantu lainnya. Sistem distribusi harus dipasang berdasarkan perencanaan yang rational dan menyediakan air bagi konsumen dengan tekanan yang mencukupi. Metode distribusi dapat berupa sistem gravitasi atau sistem pemompaan langsung.

Sistem pipa *service* dipasang untuk mendistribusikan air dari pipa cabang distribusi kepada rumah-rumah yang memerlukan air bersih. Di Indonesia dikenal beberapa metode pelayanan yaitu sambungan langsung, sambungan halaman, kran umum, hidran umum, dan terminal air.

2.2. Unjuk Kerja Pengoperasian Jaringan Air Bersih

Unjuk kerja dapat diketahui dari hasil analisa kegagalan jaringan pipa dan pengoperasiannya untuk memenuhi kebutuhan. Beberapa indikator unjuk kerja harus dapat memberikan indikasi seberapa jauh intensitas kegagalan dan berapa lama suatu kegagalan itu terjadi, sehingga *performance* jaringan dapat diketahui. Unjuk kerja-unjuk kerja tersebut minimal meliputi Keandalan (*reliability*), Kelentingan (*resiliency*), serta Kerawanan (*vulnerability*) (Suharyanto, 1999).

Analisis parameter unjuk kerja (*performance*) pengoperasian jaringan pipa biasanya dievaluasi berdasarkan nilai rerata (*mean*) dan variasi (*variance*) dari parameter unjuk kerja tersebut. Besarnya keandalan (*reliability*) suatu jaringan pipa lebih ditekankan pada persentasi rata-rata (jangka panjang) kemampuan jaringan pipa dalam memenuhi kebutuhan. Dalam kenyataannya, variasi debit, perubahan konfigurasi jaringan, dan kebijakan pengoperasian jaringan akan menyebabkan variasi pada parameter unjuk kerja pengoperasian, sehingga ketiga faktor tersebut perlu dipertimbangkan pengaruhnya terhadap unjuk kerja pengoperasian jaringan pipa air bersih.

2.2.1. Keandalan (*Reliability*)

Unjuk kerja ini menunjukkan/mengukur kemampuan jaringan pipa untuk memenuhi fungsinya yaitu memenuhi kebutuhan. Secara matematis, definisi keandalan dapat dituliskan sebagai berikut. Dimana variabel Z_t , nilainya ditentukan dengan persamaan 2.1.

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

Dimana :

Z_t = indikator atau counter untuk menghitung kejadian dimana $R_t \geq D_t$

R_t = debit layanan dari jaringan pipa pada periode t (m^3 /bulan)

D_t = kebutuhan air pada periode t (dalam hal ini, kebutuhan merupakan pelepasan minimum yang seharusnya sampai di pelanggan dari PDAM yaitu sebesar $21 m^3$ per bulan per sambungan atau per KK yaitu dengan tingkat kebutuhan air sebesar 170 liter per orang per hari dan jumlah jiwa per KK rata-rata 4 orang).

Perlu diketahui bahwa dalam definisi ini, kegagalan ditafsirkan jika $R_t < D_t$.

Dalam jangka panjang, unjuk kerja keandalan (α) dapat dihitung dengan persamaan 2.2.

$$\alpha = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n Z_t \dots\dots\dots 2.2.$$

Dimana :

α = unjuk kerja keandalan dalam jangka panjang

n = lama atau jangka panjang waktu pengoperasian (bulan)

Z_t = indikator atau counter untuk menghitung kejadian dimana $R_t \geq D_t$

Perlu diketahui pula bahwa nilai rerata merupakan jumlah total waktu dimana jaringan pipa mampu memenuhi kebutuhannya. Oleh karenanya, jumlah total waktu dimana jaringan pipa “gagal” adalah $\sum_{t=1}^n (1 - Z_t)$

2.2.2. Kelentingan (*Resiliency*)

Dalam hal terjadi kegagalan, unjuk kerja kelentingan (*resiliency*) ini menunjukkan atau mengukur kemampuan jaringan pipa untuk kembali ke keadaan tidak gagal atau ke keadaan “memuaskan” (*satisfactory*) dari keadaan “gagal” (*fail*). Semakin cepat jaringan pipa kembali ke keadaan memuaskan maka konsekuensi akibat kegagalan tersebut akan semakin kecil. Untuk itu perlu diketahui saat-saat jaringan pipa mengalami masa transisi dari keadaan “gagal” menjadi ke keadaan “memuaskan” atau sebaliknya dari keadaan “memuaskan” ke keadaan “gagal” (Dalam jangka panjang, masa transisi jaringan pipa dari keadaan “gagal” menjadi ke keadaan “memuaskan” akan sama dengan masa transisi jaringan pipa dari keadaan “memuaskan” menjadi ke keadaan “gagal”). Dengan menggunakan definisi kegagalan di atas, untuk keperluan menghitung masa transisi dari keadaan “gagal” menjadi keadaan “memuaskan” ini dapat digunakan variabel W_t yang dapat didefinisikan dengan persamaan 2.3.

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

Dimana :

- W_t = masa transisi jaringan pipa dari keadaan “gagal” menjadi ke keadaan “memuaskan”
 R_{t-1} = debit layanan dari jaringan pipa pada periode $t-1$ (m^3 /bulan)
 D_{t-1} = kebutuhan minuman air yang diharapkan pada periode $t-1$ (m^3 /bulan)
 R_t = debit layanan dari jaringan pipa pada periode t (m^3 /bulan)
 D_t = kebutuhan minimum air yang diharapkan pada periode 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 :

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

Dimana :

- ρ = probabilitas (rerata frekuensi) masa transisi jaringan pipa dari keadaan “gagal” pada bulan yang lalu menjadi ke keadaan “memuaskan” pada bulan sekarang.
 n = lama atau jangka waktu pengoperasian (bulan).
 W_t = masa transisi jaringan pipa dari keadaan “gagal” menjadi ke keadaan “memuaskan”.

Selanjutnya lama (jangka waktu) rerata jaringan pipa berada di dalam keadaan “gagal” secara kontinue (berurutan) dapat diketahui dari jumlah total waktu rerata jaringan pipa mengalami “gagal” dibagi dengan frekuensi rerata terjadinya transisi jaringan pipa. Oleh karenanya, lamanya jaringan pipa berada di dalam keadaan “gagal” secara berurutan, T_{gagal} adalah :

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

Dimana :

T_{gagal} = lama atau jangka waktu rerata jaringan pipa berada di dalam keadaan “gagal” secara kontinue / berurutan (bulan)

n = lama atau jangka waktu pengoperasian (bulan)

Z_t = unjuk kerja keandalan

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

Dalam jangka panjang, jangka waktu rerata jaringan pipa berada di dalam keadaan “gagal” secara kontinue adalah :

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

Dimana :

$E [T_{gagal}]$ = jangka waktu rerata jaringan pipa berada di dalam keadaan “gagal” secara kontinue dalam jangka panjang (bulan).

E = merupakan operator “*expected*”.

- $[T_{gagal}]$ = lama atau jangka waktu rerata jaringan pipa berada di dalam keadaan “gagal” secara kontinue/berurutan (bulan).
- α = unjuk kerja keandalan dalam jangka panjang.
- ρ = probabilitas (rerata frekuensi) masa transisi jaringan pipa dari keadaan “gagal” pada bulan yang lalu menjadi ke keadaan “memuaskan” pada bulan sekarang.

Perlu diketahui bahwa $1 - \alpha$ adalah unjuk kerja jaringan pipa berada di dalam keadaan “gagal” dalam jangka panjang.

Indikator unjuk kerja kelentingan (*resiliency*) didefinisikan sebagai nilai kebalikan (*inverse*) dari jangka waktu rerata jaringan pipa berada di dalam keadaan “gagal”. Semakin lama jangka waktu rerata jaringan pipa berada di dalam keadaan gagal, maka unjuk kerja kelentingannya akan semakin kecil atau dengan kata lain jaringan pipa akan memerlukan waktu yang relatif lebih lama untuk “*recovery*”.

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

Dimana :

- γ = unjuk kerja kelentingan.
- $E [T_{gagal}]$ = jangka waktu rerata jaringan pipa berada di dalam keadaan “gagal” secara kontinue dalam jangka panjang (bulan).
- E = merupakan operator “*expected*”.

- ρ = probabilitas (rerata frekuensi) masa transisi jaringan pipa dari keadaan “gagal” pada bulan yang lalu menjadi ke keadaan “memuaskan” pada bulan sekarang.
- α = unjuk kerja keandalan dalam jangka panjang.

2.2.3. Kerawanan (*Vulnerability*)

Jika terjadi kegagalan, unjuk kerja kerawanan menunjukkan/mengukur seberapa besar (seberapa rawan) suatu kegagalan yang terjadi. Untuk mengukur tingkat kerawanan ini digunakan variable kekurangan (*deficit*), DEF_t yang dapat didefinisikan sebagai :

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

Dimana :

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

Selanjutnya, unjuk kerja kerawanan dapat didefinisikan dengan berbagai penafsiran, diantaranya adalah :

1. Nilai maksimum “*deficit*”

$$V_1 = \max_t \{DEF_t\} \dots\dots\dots 2.9$$

Dimana :

V_1 = nilai maksimum "deficit" (m^3 /bulan)

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

2. Nilai maksimum "deficit-ratio"

$$V_2 = \max_t \left\{ \frac{DEF_t}{D_t} \right\} \dots\dots\dots 2.10.$$

Dimana :

V_2 = nilai maksimum "deficit-ratio" (%)

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

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

3. Nilai rerata "deficit-ratio"

$$V_3 = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{DEF_t}{D_t}}{\sum_{t=1}^n W_t} \dots\dots\dots 2.11.$$

Dimana :

V_3 = nilai rerata "deficit-ratio" (%)

n = lama atau jangka waktu pengoperasian (bulan)

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

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

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

2.3. Analisis Jaringan Pipa

Analisa jaringan pipa merupakan dasar dalam perencanaan baru (*new design*) ataupun ekstensi dari sistem jaringan pipa yang sudah ada (*existing*). Secara minimal, kriteria (dari segi hidraulik) perencanaan dan pengoperasian jaringan pipa adalah debit minimum terpenuhi, tinggi tekanan yang harus dipenuhi di tiap-tiap titik layanan (*demand point*), dan kontinuitas layanan.

Debit aliran dan tinggi tekanan di tiap-tiap titik *outflow* ini di antaranya sangat dipengaruhi oleh topografi daerah layanan, konfigurasi jaringan, umur dan ukuran pipa-pipa, serta distribusi dari titik-titik *outflow*. Setiap perubahan pada salah satu hal tersebut akan menyebabkan perubahan-perubahan debit aliran di tiap ruas pipa serta tekanannya. Oleh karenanya, analisa pengoperasian jaringan pipa harus meliputi penentuan debit aliran dan tekanan di tiap-tiap titik yang memenuhi hukum kekekalan massa (*kontinuitas*) dan hukum kekekalan energi. Hukum kekekalan yang diterapkan di tiap-tiap buhul (*node* atau *junction*) dapat dinyatakan sebagai :

$$\sum_{i=1}^{NP(j)} Q_{ij} - F_j = 0 \quad \dots\dots\dots 2.12.$$

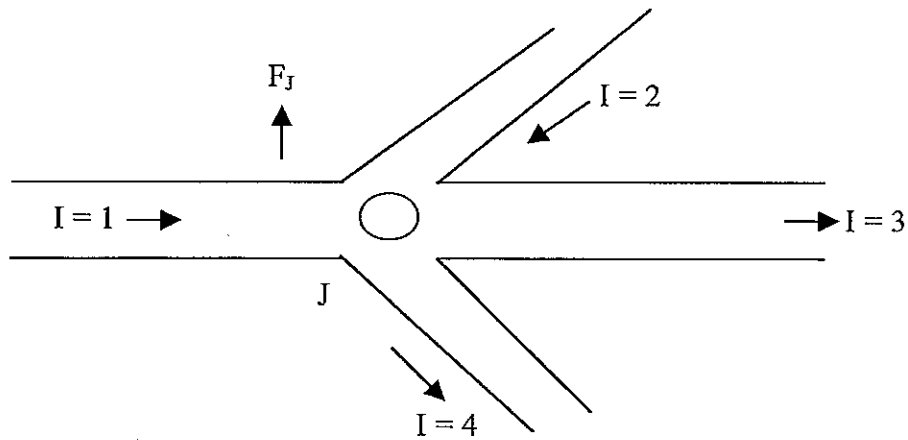
Untuk $J = 1, \dots\dots\dots N_j$

Dimana :

J = indek untuk *junction* atau *node*

$NP(j)$ = jumlah pipa yang bertemu di *junction* j

- Q_{ij} = debit aliran di ruas pipa $i-j$ ($m^3/detik$)
 F_j = debit pengambilan (*outflow*) dari *junction* J ($m^3/detik$)
 N_j = jumlah *junction* di seluruh jaringan



Gambar 2.1. Pertemuan Pipa-pipa di *Node* J

Sementara itu, hukum kekekalan energi di jaringan pipa menyatakan bahwa jumlah kehilangan energi di setiap pipa ditambah dengan energi akibat pompa (jika ada) di dalam suatu “*loop*” adalah nol. Sebagai ilustrasi dapat dilihat suatu jaringan pipa seperti tertera pada **Gambar 2.2.**



Gambar 2.2. Jaringan Pipa Tertutup

Persamaan kekekalan energi yang berlaku pada jaringan tersebut adalah :

$$\sum_{j=1}^{NP(I)} H_{L(i,j)} - H_{m(i,j)} = 0 \quad \dots\dots\dots 2.13.$$

Untuk $I = 1, \dots\dots\dots NL$.

Dimana :

I = Indeks untuk "loop"

NL = Jumlah "loop" di jaringan

Jika persamaan kekekalan massa dan energi digabung dan dengan menggunakan persamaan Darcy -- Weisbach, maka akan dihasilkan persamaan Non - Linear. Dalam hal ini metode untuk penyelesaian jaringan pipa secara eksplisit akan menjadi kompleks. Cara penyelesaian persamaan-persamaan sistem jaringan pipa kebanyakan adalah cara iterasi. Cara-cara lain yang juga sering digunakan meliputi cara "Hardy - Cross" (metode "Head Balance" atau "Loop Method"), Cara "Quantity Balance" atau cara "Nodal Balance", Cara iterasi "Newton Raphson", dan Cara linearisasi.

2.4. Program Paket Waterworks®

Untuk melakukan simulasi pengoperasian jaringan pipa digunakan paket program Waterworks®. Waterworks adalah program simulasi jaringan pipa yang berhasil dikembangkan oleh Alvin G. Fowler dari University of British Columbia merupakan program "Add-in" pada Lotus 1-2-3, sehingga pengoperasiannya mempunyai kesamaan dengan kemudahan pengoperasian Lotus 1-2-3.

Kemampuan simulasi pada analisa jaringan pipa ini sangat bermanfaat dalam melakukan “*What-if*” *analysis*. Jika pada suatu jaringan pipa air minum perlu dilakukan penambahan pelanggan baru, sehingga perlu dilakukan ekstensi dari jaringan tersebut, maka untuk mengetahui kemampuan penyediaan air bersih, perlu dilakukan simulasi pengoperasian jaringan ekstensi tersebut. Sehingga hal-hal yang dapat terjadi pada jaringan ekstensi dapat diidentifikasi sebelum pekerjaan ekstensi dilakukan, karena dengan paket program Waterworks dapat diketahui perubahan debit, kecepatan aliran dan tekanan di berbagai ruas, pipa/*node* di dalam jaringan.

Kelebihan lain dari Waterworks adalah program ini mampu menganalisa sebanyak 1.500 *pipes*, 1.500 *nodes*, 25 *source nodes*, 25 *booster pumps*, 25 *check valves*, 25 *pressure reducing valves*, dan 10 *pressure sustaining valves* dan merupakan paket program yang lengkap yang mudah pengoperasiannya yaitu mulai dari pemasukan data, simulasi pengoperasian, penggambaran hasil analisis, identifikasi titik-titik yang rawan atau yang mempunyai tekanan hidraulik tinggi, dan lain-lain dapat dengan mudah dilakukan.

2.5. Standar Debit Air Bersih

Kebutuhan air bersih daerah perkotaan pasti meningkat dari periode ke periode sesuai dengan lajunya perkembangan dan tingkat pertumbuhan penduduk. Menurut DPU pedoman konsumsi air adalah seperti tercantum pada **Tabel 2.1.** berikut ini.

Tabel 2.1. PEDOMAN KONSUMSI AIR

Kategori Kota	Jumlah Penduduk (orang)	Konsumsi Air (l/orang/hari)
Metropolitan	> 5.000.000	210
Besar	1.000.000 – 5.000.000	170
Sedang	100.000 – 1.000.000	150
Kecil	20.000 – 100.000	90

Sumber : DPU (1989)

Standar debit air bersih untuk kota Semarang dapat ditentukan berdasarkan kategori kota yaitu termasuk kota besar dengan standar konsumsi air minimal 170 liter per orang per hari dan jumlah rata-rata penghuni per KK adalah 4 orang, sehingga diketahui kebutuhan debit minimum adalah 21 m³ per KK per bulan.

2.6. Standar Tekanan Air

Menurut DPU air yang telah diolah pada instalasi pengolahan air pada sistem jaringan air bersih, kemudian dialirkan melalui pipa transmisi dan distribusi adalah untuk dapat melayani konsumen yang terjauh dengan tekanan air minimal sebesar 10 meter kolom air atau sebesar 1 atm.

2.7. Standar Kontinuitas Aliran

Untuk kontinuitas aliran terhadap standar minimal pengaliran air memang belum ada standar yang pasti, tetapi kalau ditinjau dari jam-jam aktifitas konsumen terhadap prioritas pemakaian air, dapat diketahui bahwa pelanggan sangat membutuhkan air paling tidak dengan harapan air mengalir minimal

selama 12 jam sehari yaitu pada pukul 06:00 sampai dengan pukul 18:00, sedangkan menurut PDAM pengaliran air dikatakan baik apabila standar minimal 8 jam sehari terpenuhi.

2.8. Standar Kualitas Air Minum

Air sangat dibutuhkan oleh semua makhluk di dunia, khususnya sebagai air minum. Pada umumnya ditentukan beberapa standar yang pada beberapa negara berbeda-beda menurut kondisi negara masing-masing, perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Saat ini dikenal beberapa jenis standar kualitas air minum baik yang bersifat nasional maupun internasional. Standar kualitas yang bersifat nasional hanya berlaku bagi sesuatu negara yang menetapkan standar tersebut sedangkan yang bersifat internasional berlaku pada berbagai negara yang belum memiliki atau menetapkan standar kualitas secara tersendiri. Negara-negara yang tersebut terakhir ini dapat menetapkan standar kualitas dengan berpedoman pada standar internasional, serta menyesuaikan dengan kondisi dan situasi negara yang bersangkutan.

Dengan demikian dikenal beberapa standar air minum, antara lain :

1. *American Drinking Water Standard*
2. *British Drinking Water Standard*
3. *W.H.O. Drinking Water Standard*

Standar kualitas air minum bagi negara Indonesia terdapat dalam Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor : 416/MENKES/PER/IX/1990 tentang syarat-syarat dan pengawasan kualitas air.

2.8.1. Standar Kualitas Air Minum Menurut W.H.O. (*World Health Organization*)

Menurut W.H.O. dari segi kualitas, air minum harus memenuhi :

a. Syarat-syarat Fisik :

- Air tak boleh berwarna
- Air tak boleh berasa
- Air tak boleh berbau
- Suhu air hendaknya berada pada suhu udara sejuk $\pm 25^{\circ} \text{C}$
- Air harus jernih

Syarat-syarat kekeruhan dan warna harus dipenuhi oleh setiap jenis air minum, oleh karena itu perlu dilakukan penyaringan dalam pengolahannya. Kadar (bilangan) yang disyaratkan dan tidak boleh dilampaui adalah seperti **Tabel 2.2.** di bawah ini.

Tabel 2.2. SYARAT-SYARAT FISIK

Persyaratan	Kadar (bilangan) yang disyaratkan	Kadar (bilangan) yang tak boleh dilampaui
Keasaman sebagai PK	7,0 – 8,5	Di bawah 6,5 dan di atas 9,5
Bahan-bahan padat	Tak melebihi 50 mg/l	Tak melebihi 1.500 mg/l
Warna (skala P _t CO)	Tak melebihi kesatuan	Tak melebihi 50 kesatuan
Rasa	Tak mengganggu	-
Bau	Tak mengganggu	-

Sumber : W.H.O. dalam C. Totok Sutrisno, dkk (1987)

b. Syarat-syarat Kimia :

Air minum tidak boleh mengandung racun, zat-zat mineral atau zat-zat kimia tertentu dalam jumlah melampaui batas yang telah ditentukan seperti ditunjukkan pada **Tabel 2.3.** berikut ini.

Tabel 2.3. SYARAT-SYARAT KIMIA (DRINKING WATER QUALITY CRITERIA W.H.O.)

Persyaratan	Kadar (bilangan) yang disyaratkan	
PH	7,0	- 8,5
Alkalinity		-
NH ₃ - N _{ppm}	0,5	-
NO ₂ - N _{ppm}		-
NO ₃ - N _{ppm}	40	
CL - ppm	200	
SO ₄ ppm	200	
KM _n O ₄ cons. Ppm	10	
T.S. ppm		-
T, Hardness		- 100 - 50
Ca ⁺⁺ ppm	75	
Mg ⁺⁺ ppm	50	
T.Fe ppm	0,3	
T.Mn ppm	0,1	
T.Cu ppm	1,0	
T.Pb ppm	0,1	
T.Zn ppm	5,0	
T.Cr ppm	0,05	
Cr ⁶⁺ ppm		-
T.Mg ppm		-
T.As ppm	0,2	
T.FF ppm	1,0	
CN ppm	0,01	
Phenol ppm	0,001	
R. Chlorine ppm		-
T. Cd		-
Radio		- 10 ⁻⁹ c/ml
Activity		- 10 ⁻⁸ c/ml
General		-
Bacteria		-
Caliform		MPN 10
Bacteria		all year

Sumber : W.H.O. dalam C. Totok Sutrisno, dkk (1987)

Keterangan :

ppm = part per million

c. Syarat-syarat Bakteriologik :

Air minum tidak boleh mengandung bakteri-bakteri penyakit (*patogen*) sama sekali dan tak boleh mengandung bakteri-bakteri golongan Coli melebihi batas-batas yang telah ditentukannya yaitu 1 Coli/100 ml air. Bakteri golongan Coli ini berasal dari usus besar (*faeces*) dan tanah. Bakteri patogen yang mungkin ada dalam air antara lain adalah :

- Bakteri typhsum
- Vibrio colerae
- Bakteri dysentriae
- Entamoeba hystolotica
- Bakteri enteritis (penyakit perut)

Berbagai organisme baik yang patogen maupun tidak dapat berada di dalam air. Organisme patogen termasuk bakteri, protozoa, virus, cacing, dan kesemuanya dapat menyebabkan berbagai macam penyakit seperti halnya disentri, kolera, hepatitis, typhus, paratyphus, dan penyakit saluran pencernaan. Sumber utama organisme patogen berasal dari kotoran penderita dan kotoran hewan yang dibuang melalui air limbah rumah tangga atau peternakan.

Di antara organisme patogen banyak yang bertahan di dalam air sampai waktu lama. Organisme patogen merupakan indikasi adanya pencemaran air. Oleh karena itulah organisme patogen di dalam air perlu diketahui. Mengingat tidak mungkin mengidentifikasi berbagai macam organisme patogen, maka pengukurannya menggunakan bakteri coli (bakteri golongan Coli) sebagai indikator organisme.

Bakteri golongan Coli adalah organisme yang biasa hidup di dalam pencernaan manusia atau hewan yang berdarah panas. Bakteri golongan Coli dipakai sebagai indikator organisme karena mudah ditemukan dengan cara yang sederhana, tidak berbahaya, sulit hidup lebih lama dari pada patogen yang lainnya. Ditemukannya bakteri golongan Coli tidak berarti adanya patogen di dalam air, tetapi hanya kemungkinan ada organisme patogen di dalam air.

Dengan demikian dalam pemeriksaan bakteriologik, tidak langsung diperiksa apakah air itu mengandung bakteri patogen, tetapi diperiksa dengan indikator bakteri golongan Coli.

2.8.2. Standar Kualitas Air Minum Menurut Departemen Pekerjaan Umum (DPU)

Tujuan pelayanan air adalah untuk mensuplai air yang bersih dan cukup kepada konsumen. Walaupun air telah disaring di bangunan filtrasi tetapi dalam proses pengangkutan, air harus melalui fasilitas pengangkutan dan pelayanan dalam periode waktu yang cukup lama. Dalam perjalanannya ini, kualitas air dapat berubah karena beberapa faktor. Akibatnya ada kemungkinan air yang disuplai melalui fasilitas tersebut terkontaminasi. Karena itu test kualitas air secara periodik sangat diperlukan untuk memonitor kualitas air dan memelihara kualitas yang tinggi sesuai dengan standar kualitas air yang telah ditentukan. Menurut DPU kualitas air minum harus memenuhi syarat-syarat seperti pada **Tabel 2.4.** berikut ini.

Tabel 2.4. SYARAT-SYARAT FISIK DAN KIMIA AIR MINUM

No.	Parameter	Satuan	Kadar Maksimum yang diperbolehkan	Keterangan
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1.	Derajat Kekeruhan	Mg SiO ₂ /L	5 - 25	Skala Silika
2.	Warna	-	5 - 50	Skala Pt - Co
3.	Rasa dan Bau	-	Tidak ada	
4.	Suhu	°C	Suhu udara	Derajat Celcius
5.	Kesadahan	°D	5° - 10°	Derajat Jerman
6.	Zat Padat	mg/L	500	
7.	Zat Organik	mg/L	10	Satuan mg KMnO ₄ /L
8.	Derajat Keasaman pH	-	6,5 - 9,2	
9.	Arsenicum, As	mg/L	0,05	Racun
10.	Plumbum, Pb	mg/L	0,10	Racun
11.	Fluorida, F	mg/L	1,0 - 2,0	Racun
12.	Chromium, Cr	mg/L	0,05	Cr yang bervalensi 6 Racun
13.	Cyanida, CN	mg/L	0,01	Racun Singkong sangat racun
14.	Selenium, Se	mg/L	0,01	Racun
15.	Ammonium, NH ₄	mg/L	0,0	Antara lain dari kotoran/najis
16.	Nitrit, NO ₂	mg/L	0,0	Antara lain dari kotoran/najis
17.	Nitrat, NO ₃	mg/L	20	Antara lain dari kotoran/najis
18.	Belerang, S	mg/L	0,0	Antara lain dari kotoran/najis
19.	Besi, Fe	mg/L	0,1 - 1,0	
20.	Mangan, Mn	mg/L	0,05 - 0,5	
21.	Tembaga, Cu	mg/L	0,05 - 1,5	
22.	Seng, Zn	mg/L	1,0 - 15	
23.	Kapur, Ca	mg/L	75 - 200	
24.	Magnesium, Mg	mg/L	30 - 150	
25.	Clor, Cl	mg/L	200 - 600	a.l. pengotoran oleh air seni
26.	Sulfat, SO ₄	mg/L	200 - 400	
27.	Zat-zat Phenol	mg/L	0,001 - 0,002	Sangat berbau, seperti Iodoform
28.	Larutan Karbon Chloroform	mg/L	0,0	Sangat berbau
29.	CO ₂ -Agresif	mg/L	0,0	Merusak pipa dan tembakan-tembakan
30.	Bikarbonat	mg/L	0,0	
31.	Garam	mg/L	0,0	
32.	Garam MgSO ₄	mg/L	0,0	
33.	Garam CaSO ₄	mg/L	0,0	
34.	Garam MgCl ₂	mg/L	0,0	
35.	Garam CaCl ₂	mg/L	0,0	
36.	Garam NaCl	mg/L	0,0	
37.	Garam KCl	mg/L	500	
38.	Penyiat h.	mikro curie/ml	10 ⁻⁹	Zat radio-aktif
39.	Penyiat B	mikro curie/ml	10 ⁻⁸	Zat radio-aktif

Sumber : DPU (1989)

2.8.3. Standar Kualitas Air Di Indonesia

Standar kualitas air di Indonesia harus sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 416/MENKES/PER/IX/1990 tentang syarat-syarat dan pengawasan kualitas air. Peraturan ini dibuat dengan beberapa pertimbangan bahwa dalam rangka meningkatkan derajat kesehatan masyarakat perlu dilaksanakan pengawasan kualitas air secara intensif dan terus menerus, kualitas air yang digunakan masyarakat harus memenuhi syarat kesehatan agar terhindar dari gangguan kesehatan, dan syarat-syarat kualitas air yang berhubungan dengan kesehatan yang telah ada perlu disesuaikan dengan perkembangan teknologi dan upaya kesehatan serta kebutuhan masyarakat dewasa ini. Sehingga dengan demikian pemerintah perlu menetapkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia tersebut.

Dalam Peraturan Menteri ini yang dimaksud dengan air adalah air minum, air bersih, air kolam renang, dan air pemandian umum. Air minum adalah air yang kualitasnya memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum, sedangkan air bersih adalah air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari yang kualitasnya memenuhi syarat kesehatan dan dapat diminum apabila telah dimasak. Dalam peraturan tersebut ditegaskan bahwa kualitas air di Indonesia, baik itu air minum maupun air bersih harus memenuhi syarat kesehatan yang meliputi persyaratan mikrobiologi, fisika, kimia dan radioaktif seperti tercantum pada **Tabel 2.5.** dan **Tabel 2.6.** berikut ini.

Tabel 2.5. PERSYARATAN KUALITAS AIR MINUM

No.	Parameter	Satuan	Kadar Maksimum yang diperbolehkan	Keterangan
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	<u>A. FISIKA</u>			
1.	Bau	-	-	Tidak berbau
2.	Jumlah zat padat terlarut (TDS)	mg/L	1000	
3.	Kekeruhan	Skala NTU	5	
4.	Rasa	-	-	Tidak terasa
5.	Suhu	- °C	Suhu udara 30°C	
6.	Warna	Skala TCU	15	
	<u>B. KIMIA</u>			
	a. Kimia Anorganik			
1.	Air raksa	mg/L	0,001	
2.	Aluminium	mg/L	0,2	
3.	Arsen	mg/L	0,05	
4.	Balium	mg/L	1,0	
5.	B e s i	mg/L	0,3	
6.	Flourida	mg/L	1,5	
7.	Kadmium	mg/L	0,005	
8.	Kesadahan (CaCO ₃)	mg/L	500	
9.	Khlorida	mg/L	250	
10.	Kromium, valensi 6	mg/L	0,05	
11.	Mangan	mg/L	0,1	
12.	Natrium	mg/L	200	
13.	Nitrat, sebagai N	mg/L	10	
14.	Nitrit, sebagai N	mg/L	1,0	
15.	Perak	mg/L	0,05	
16.	pH	-	6,5 – 8,5	Merupakan batas minimum dan maksimum
17.	Selenium	mg/L	0,01	
18.	Seng	mg/L	5,0	
19.	Sianida	mg/L	0,1	
20.	Sulfat	mg/L	400	
21.	Sulfida (sebagai H ₂ S)	mg/L	0,05	
22.	Tembaga	mg/L	1,0	
23.	Timbal	mg/L	0,05	
	b. Kimia Organik			
1.	Aldrin dan dieldrin	mg/L	0,0007	
2.	Benzene	mg/L	0,01	

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
3.	Benzo (a) pyrene	mg/L	0,00001	
4.	Chlorodane (total isomer)	mg/L	0,0003	
5.	Chloroform	mg/L	0,03	
6.	2,4-D	mg/L	0,10	
7.	DDT	mg/L	0,03	
8.	Detergen	mg/L	0,05	
9.	1,2-Dichloroethene	mg/L	0,01	
10.	1,1-Dichloroethene	mg/L	0,0003	
11.	Heptachlor dan Heptachlor epoxide	mg/L	0,003	
12.	Hexachlorobenzene	mg/L	0,00001	
13.	Gamma-HCH (Lindane)	mg/L	0,004	
14.	Methoxychlor	mg/L	0,03	
15.	Pentachlorophenol	mg/L	0,01	
16.	Pestisida total	mg/L	0,10	
17.	2,4,6-Trichlorophenol	mg/L	0,01	
18.	Zat organic (KMnO ₄)	mg/L	10	
<u>C. MICRO BIOLOGIK</u>				
1.	Koliform Tinja	Jumlah per 100 ml	0	
2.	Total Koliform	Jumlah per 100 ml	0	95 % dari sampel yang diperiksa selama setahun. Kadang boleh ada 3 per 100 ml sampel air, tetapi tidak berturut-turut
<u>D. RADIO AKTIVITAS</u>				
1.	Aktivitas Alpha (Gross Alpha activity)	Bq/L	0,1	
2.	Aktivitas Beta (Gross Beta activity)	Bq/L	1,0	

Sumber : Peraturan Menteri Kesehatan R.I. No : 416/MENKES/PER/IX/1990

Keterangan :

mg = miligram

ml = milliliter

L = Liter

Bq = Bequerel

NTU = Nephelometric Turbidity Units

TCU = True Colour Units

Logam berat merupakan logam terlarut.

Tabel 2.6. PERSYARATAN KUALITAS AIR BERSIH

No.	Parameter	Satuan	Kadar Maksimum yang diperbolehkan	Keterangan
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	<u>A. FISIKA</u>			
1.	Bau	-	-	Tidak berbau
2.	Jumlah zat padat terlarut (TDS)	mg/L	1.500	
3.	Kekeruhan	Skala NTU	25	
4.	Rasa	-	-	Tidak terasa
5.	Suhu	- °C	Suhu udara 3°C	
6.	Warna	Skala TCU	15	
	<u>B. KIMIA</u>			
	a. Kimia Anorganik			
1.	Air raksa	mg/L	0,001	
2.	Arsen	mg/L	0,05	
3.	B e s i	mg/L	1,0	
4.	Flourida	mg/L	1,5	
5.	Kadmium	mg/L	0,005	
6.	Kesadahan (CaCO ₃)	mg/L	500	
7.	Khlorida	mg/L	600	
8.	Kromium, valensi 6	mg/L	0,05	
9.	Mangan	mg/L	0,5	
10.	Nitrat, sebagai N	mg/L	10	
11.	Nitrit, sebagai N	mg/L	1,0	
12.	pH	-	6,5 – 9,0	Merupakan batas minimum dan maksimum, khusus air hujan pH minimum 5,5
13.	Selenium	mg/L	0,01	
14.	Seng	mg/L	15	
15.	Sianida	mg/L	0,1	
16.	Sulfat	mg/L	400	
17.	Timbal	mg/L	0,05	
	b. Kimia Organik			
1.	Aldrin dan dieldrin	mg/L	0,0007	
2.	Benzene	mg/L	0,01	
3.	Benzo (a) pyrene	mg/L	0,00001	
4.	Chlorodane (total isomer)	mg/L	0,0007	
5.	Chloroform	mg/L	0,03	

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
6.	2,4-D	mg/L	0,10	
7.	DDT	mg/L	0,03	
8.	Detergen	mg/L	0,5	
9.	1,2-Dichloroethene	mg/L	0,01	
10.	1,1-Dichloroethene	mg/L	0,0003	
11.	Heptachlor dan Heptachlor epoxide	mg/L	0,003	
12.	Hexachlorobenzene	mg/L	0,00001	
13.	Gamma-HCH (Lindane)	mg/L	0,004	
14.	Methoxychlor	mg/L	0,10	
15.	Pentachlorophenol	mg/L	0,01	
16.	Pestisida total	mg/L	0,10	
17.	3,4,6-Trichlorophenol	mg/L	0,01	
18.	Zat organik (KMnO ₄)	mg/L	10	
<u>C. MICRO BIOLOGIK</u>				
1.	Total Koliform	Jumlah per 100 ml	50	Bukan air perpipaan Air perpipaan
2.	Koliform Tinja	Jumlah per 100 ml	10	
<u>D. RADIO AKTIVITAS</u>				
1.	Aktivitas Alpha (Gross Alpha activity)	Bq/L	0,1	
2.	Aktivitas Beta (Gross Beta activity)	Bq/L	1,0	

Sumber : Peraturan Menteri Kesehatan R.I. No : 416/MENKES/PER/IX/1990

2.9 Koefisien Korelasi

Salah satu teknik statistik yang kerap kali digunakan untuk mencari hubungan antara dua variabel adalah teknik korelasi. Hal ini penting untuk mencari hubungan antara volume aliran hasil pencatatan meter air dengan hasil analisis teoritis.

Dua variabel yang hendak diselidiki hubungannya itu biasa diberi kode variabel X dan variabel Y. Bilamana kenaikan nilai variabel X selalu disertai kenaikan nilai variabel Y, maka hubungan semacam itu disebut hubungan yang positif. Akan tetapi sebaliknya bilamana nilai variabel X yang tinggi selalu disertai oleh variabel Y yang rendah nilainya, dan sebaliknya bilamana nilai variabel X yang rendah selalu diikuti oleh variabel Y yang tinggi, hubungan antara kedua variabel itu disebut hubungan yang negatif.

Kecuali bahwa dua variabel mempunyai kemungkinan memiliki hubungan yang positif atau negatif, ada juga kemungkinannya bahwa kedua variabel itu tidak mempunyai hubungan. Dua variabel disebut tidak mempunyai hubungan atau dikatakan mempunyai hubungan yang nihil, bilamana kenaikan variabel yang satu kadang-kadang disertai turunnya nilai variabel lainnya, dan kadang-kadang diikuti oleh kenaikan nilai variabel yang lain itu.

Biasanya besar-kecilnya hubungan dinyatakan dalam bilangan yang disebut koefisien hubungan atau koefisien korelasi. Koefisien korelasi itu bergerak di antara 0,000 sampai +1,000 atau di antara 0,000 sampai -1,000, tergantung kepada arah korelasi, nihil, positif, atau negatif. Koefisien yang bertanda positif menunjukkan arah korelasi yang positif. Koefisien yang bertanda

negatif menunjukkan arah korelasi yang negatif. Sedang koefisien yang bernilai 0,000 menunjukkan tidak adanya korelasi antara X dan Y. Salah satu syarat yang perlu diindahkan dalam penggunaan teknik korelasi adalah bahwa hubungan antara X dan Y adalah hubungan yang linier.

Sebenarnya ada banyak macam teknik statistik yang digunakan untuk mencari korelasi. Tetapi di antaranya ada dua yang biasa digunakan. Yang satu dikembangkan oleh KARL PEARSON dan disebut teknik korelasi *product moment* dari PEARSON. Yang lainnya dikembangkan oleh CHARLES SPEARMAN, dan disebut teknik korelasi tata-jenjang dari SPEARMAN (*Rank Order Correlation Technique*). Korelasi dari PEARSON mendasarkan perhitungannya pada angka-angka kasar seperti apa adanya, sedang korelasi tata jenjang dari SPEARMAN mengabaikan nilai-nilai atau angka-angka kasar dan hanya mendasarkan perhitungannya pada jenjang-jenjang kedudukan.

Koefisien korelasi *product moment* dari PEARSON digunakan apabila data-data yang ada berupa angka-angka kasar dan dapat diperoleh dengan rumus :

$$r_{xy} = \frac{\Sigma xy}{N \cdot SD_x \cdot SD_y} \dots\dots\dots 2.14.$$

Dimana :

r_{xy} = koefisien korelasi antara X dan Y

xy = *product* dari X kali Y

SD_x = standar deviasi dari variabel X

SD_y = standar deviasi dari variabel Y

N = jumlah subyek yang diselidiki

Tabel 2.7. Interpretasi Nilai r

Besarnya nilai r	Interprestasi
Antara 0,800 sampai dengan 1,000	Tinggi
Antara 0,600 sampai dengan 0,800	Cukup
Antara 0,400 sampai dengan 0,600	Agak rendah
Antara 0,200 sampai dengan 0,400	Rendah
Antara 0,000 sampai dengan 0,200	Sangat rendah (Tak berkorelasi)

Sumber : Sutrisno Hadi (1979)

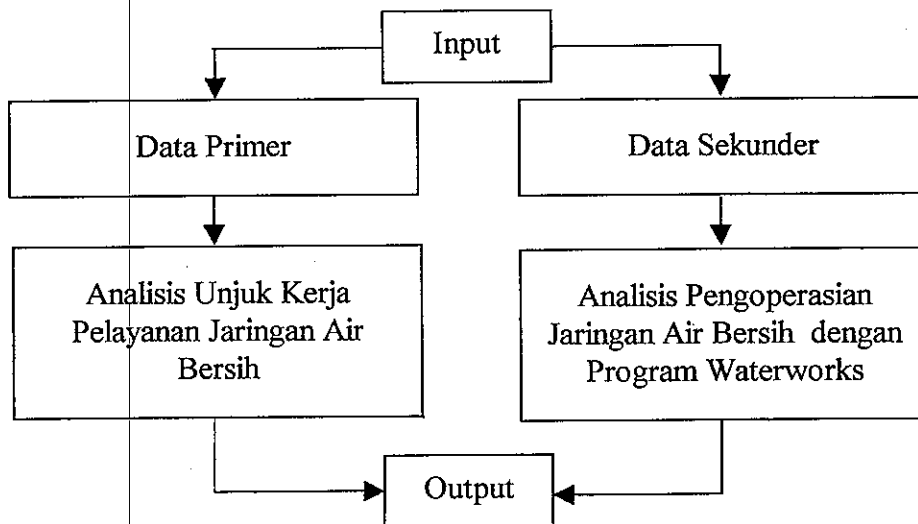
BAB III

METODOLOGI

3.1. Umum

Penelitian dilakukan di Kampung Pesaten Kelurahan Rejomulyo Semarang dengan menggunakan data yang didapat dari PDAM Kota Semarang dan data lapangan serta data dari instansi lainnya. Di daerah studi selain dipakai untuk pengambilan sampel data di 3 lokasi juga dipakai untuk pengumpulan beberapa data penunjang yang difokuskan pada pelanggan air bersih PDAM sebanyak 31 pelanggan.

Adapun Bagan Alir Makro Penelitian Pelayanan Jaringan Air Bersih PDAM di Kampung Pesaten Kelurahan Rejomulyo Semarang dapat dilihat dari **Gambar 3.1.** berikut ini :



Gambar 3.1.
Bagan Alir Makro Penelitian Pelayanan Jaringan Air Bersih PDAM
Di Kampung Pesaten Kelurahan Rejomulyo Semarang

3.2. Pengumpulan Data

Data yang digunakan untuk penelitian ini adalah berupa data primer dan data sekunder.

3.2.1. Data Primer

Studi ini memerlukan data-data primer yang didapat dari hasil survey / penyelidikan di lapangan. Data primer yang diperlukan meliputi :

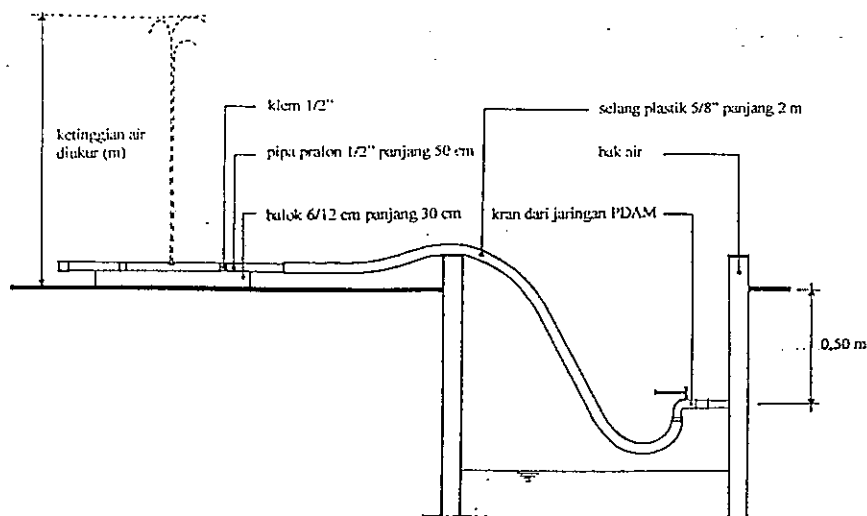
1. Tekanan Air

- Tekanan air pada beberapa pelanggan, diambil sampel 3 pelanggan dengan penyebaran tempat yang merata dan diasumsikan 1 sampel mewakili sepertiga dari daerah studi. Pengambilan sampel sebanyak 3 pelanggan karena diambil 10 % dari total sampel (31 pelanggan). Pengukuran dilakukan selama 1 minggu mulai hari Senin sampai dengan Minggu dan dilaksanakan secara hampir bersamaan terhadap 3 lokasi. Dalam 1 hari pengukuran dilakukan sebanyak 5 kali yaitu pada sekitar pukul 06:00, 10:00, 14:00, 18:00 dan 22:00. Mengingat tekanan air sangat dipengaruhi oleh frekuensi pemakaian air dan aktifitas beberapa penghuni di pelanggan pada sistem jaringan pipa air bersih tersebut, maka pada saat pengukuran tekanan air juga dilakukan pencatatan aktifitas penghuni berdasarkan pemakaian air terbanyak berupa aktifitas mandi, memasak, dan mencuci (mencuci pakaian, mencuci piring gelas, atau mencuci sepeda motor).

(Pengisian data menggunakan FORM SURVEY I)

Alat yang digunakan adalah seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 3.2.**

berikut ini :



Gambar 3.2. Alat Ukur Tekanan Air

2. Kontinuitas Aliran

- Distribusi jam-jaman aliran air pada beberapa pelanggan, diambil di 3 pelanggan. Lokasi sampel dan rentang waktu pelaksanaan pengamatan sama dengan pengukuran tekanan air. Pengukuran dilakukan selama 1 minggu mulai hari Senin sampai dengan Minggu dan dilaksanakan secara bersamaan terhadap 3 pelanggan. Dalam 1 hari pengukuran dilakukan setiap jam selama 24 jam, yaitu mulai pukul 01:00 sampai dengan 24:00 dan pengamatan yang dilakukan adalah mengenai aliran air berupa mengalir atau tidak mengalir serta lamanya pengaliran air.

(Pengisian data menggunakan FORM SURVEY II).

3. Kualitas Air

- Kualitas air pada beberapa pelanggan, diambil di 3 lokasi pelanggan. Lokasi sampel sama dengan pengukuran tekanan air dan kontinuitas aliran. Waktu pengambilan sampel dilakukan pada 2 musim, yaitu musim hujan (3 sampel) dan kemarau (3 sampel), untuk selanjutnya sampel-sampel ini dites di laboratorium terhadap persyaratan kualitas air bersih yang telah ditentukan. Pengambilan sampel dilakukan pada 2 musim karena menurut pengalaman kondisi air pada musim hujan lebih keruh dari pada musim kemarau.

(Pengisian data menggunakan FORM TEST LABORATORIUM)

4. Karakteristik Pemakai Air

- Karakteristik pemakai air pada tiap-tiap pelanggan disurvei terhadap seluruh pelanggan di lokasi studi (31 pelanggan). Survei dilakukan dengan mencatat nama penghuni, jumlah kendaraan, jenis kelamin, umur, pekerjaan, jumlah penghuni, keberadaan sumber air selain PDAM dan fungsi rumah pada tiap-tiap rumah pelanggan.

(Pengisian data menggunakan FORM SURVEY III).

3.2.2. Data Sekunder

Studi ini juga memerlukan data-data sekunder yang didapat dari hasil pencatatan dan penyimpanan data dari PDAM Kota Semarang, DPU Kota Semarang dan Pemerintah Kota Semarang, berupa :

1. Kondisi Umum Kampung Pesaten

- Batas-batas wilayah
- Sistem distribusi air bersih PDAM

2. Topografi

- Peta Lokasi dan elevasinya
- Luas daerah layanan

3. Jaringan

- Gambar konfigurasi jaringan dan utilitasnya
- Keadaan fisik jaringan (panjang pipa, diameter pipa dan kekasaran dalam pipa)
- Interkoneksi jaringan
- Aksesoris jaringan (pompa, *booster pump*, PRV / *Pressure reducing valve*, PSV / *Pressure sustaining valve*, dan *Check valve*)

4. *Inflow*

- Sumber-sumber air yang memasok air ke jaringan (Pompa dan Kolam tando) dan karakteristiknya.

5. Debit Air

- Debit (meter air) bulanan yang terukur pada tiap-tiap rumah tangga selama minimal 1 tahun (m^3/bln).

6. Kualitas Air

- Kualitas air pada sumber air setelah diolah pada instalasi pengolahan air pada musim hujan dan kemarau sesuai dengan waktu pengetesan di lokasi pelanggan.

3.3. Prosedur Penelitian

Rangkuman kegiatan pelaksanaan penelitian yang akan dilakukan pada studi kasus di Kampung Pesaten Kelurahan Rejomulyo Semarang adalah sebagai berikut :

1. Melakukan pengecekan terhadap data-data yang sudah diperoleh yaitu data topografi, data jaringan, data *inflow*, data debit, data tekanan air, data kontinuitas aliran, data kualitas air serta data karakteristik pemakai air.
2. Melakukan analisis unjuk kerja (*performance*) layanan jaringan air bersih berdasarkan data debit bulanan pada tiap-tiap rumah tangga selama minimal 1 tahun, untuk mengetahui Keandalan (*reliability*), Kelentingan (*resiliency*), serta Kerawanan (*vulnerability*) jaringan tersebut. Tingkat layanan air pada pelanggan diidentifikasi berdasarkan debit aliran yang sampai ke pelanggan dengan asumsi air yang tercatat di meter air tiap-tiap pelanggan mencerminkan kemampuan layanan jaringan PDAM.
3. Melakukan simulasi pengoperasian jaringan air bersih menggunakan program Waterworks berdasarkan kondisi konfigurasi jaringan dan topografi, dengan data masukan meliputi data fisik jaringan, interkoneksi jaringan, sumber-sumber

air, serta aksesoris jaringan. Simulasi pengoperasian jaringan air bersih dilakukan terhadap jaringan pipa makro ke Kampung Pesaten Kelurahan Rejomulyo Semarang dan jaringan pipa mikro di Kampung Pesaten Kelurahan Rejomulyo Semarang, dimana sebelumnya dilakukan pemodelan jaringan pipa makro dari peta jaringan PDAM Semarang Tengah dan pemodelan jaringan pipa mikro dari peta jaringan PDAM Di Kampung Pesaten Kelurahan Rejomulyo Semarang. Data masukan dibagi menjadi a) Tabel Pipa, b) Tabel *Node*, c) Tabel *Inflow*, d) Tabel *Booster Pump*, e) Tabel PRV, f) Tabel PSV, g) Tabel *Check valve*, dan h) Tabel *Pump*.

a. Tabel Pipa

Tabel pipa merupakan data masukan mengenai pipa. Data yang dimasukkan meliputi nomor pipa, panjang pipa, diameter pipa, kekasaran dalam pipa, serta *node-node* di ujung hulu dan di ujung hilir. Pemasukan data-data di atas dilakukan secara tabelaris seperti pada *spreadsheet* (Lotus). Keluaran yang dihasilkan meliputi kecepatan aliran di dalam pipa, debit aliran, dan kehilangan energi sepanjang pipa.

b. Tabel *Node*

Tabel *node* merupakan data masukan mengenai inter-koneksi antar *node-node* dan parameter tiap-tiap *node* tersebut. Data masukan untuk tiap-tiap *node* meliputi *node*, elevasi *node*, kebutuhan pada *node* tersebut, koordinat

lokasi *node-node*. Keluaran (*output*) yang dihasilkan meliputi tekanan dan tinggi HGL di masing-masing *node*.

c. Tabel *Inflow*

Tabel *inflow* merupakan data masukan mengenai sumber-sumber air yang memasok air ke jaringan. Sumber-sumber air yang dimaksud dapat berupa pompa dan tando. Data pada tabel *inflow* yang diperlukan meliputi nomor *node*, jumlah pompa atau kolam tando, liku karakteristik pompa, estimasi sumbangan / proporsi dari tiap-tiap pompa atau kolam tando. Keluaran yang dihasilkan meliputi besarnya debit *inflow* ke jaringan dari tiap-tiap pompa dan proporsi sumbangan dari tiap-tiap pompa.

d. Tabel Liku - Karakteristik Pompa (Sumber)

Data masukan liku karakteristik pompa atau kolam tando merupakan data hubungan tinggi (*Head*) terhadap kapasitas aliran pompa. Liku karakteristik ini digunakan sebagai masukan dalam tabel *inflow* di atas. Hubungan antara *Head* versus kapasitas aliran pompa secara umum adalah jika *Head* semakin tinggi maka kapasitas aliran pompa akan berkurang. Dalam program Waterworks dapat dispesifikasikan tiga jenis liku karakteristik. Jika jaringan yang dianalisa mempunyai pompa-pompa yang mempunyai liku karakteristik yang berbeda-beda dan lebih dari 3 macam, maka dapat dilakukan penambahan format untuk liku karakteristik pompa sesuai dengan keadaan.

Data masukan lainnya berupa tabel *Booster Pump*, PRV, PSV, *Check Valve*, dan *Pump* menspesifikasikan lokasi dan karakteristik dari masing-masing aksesoris.

4. Melakukan pengkajian terhadap hasil debit dan tekanan air yang diperoleh, yaitu dengan membandingkan (*cross - check*) hasil tinjauan / survey lapangan dengan hasil tinjauan teoritis (simulasi) menggunakan program Waterworks.
5. Melakukan analisis statistik dengan mencari koefisien korelasi dari debit hasil pencatatan meter air pelanggan dengan debit hasil program Waterworks.
6. Melakukan analisis unjuk kerja pelayanan jaringan air bersih berdasarkan data utama debit air, tekanan air, kontinuitas aliran, dan kualitas air sebagai parameter untuk mendapatkan hasil analisis unjuk kerja pelayanan jaringan air bersih.

3.4. Pemodelan Jaringan Pipa

Pemodelan jaringan pipa diperlukan sebelum dilakukan simulasi pengoperasian jaringan air bersih dengan program Waterworks, dan untuk penelitian ini dilakukan dua pemodelan yaitu pemodelan jaringan pipa makro dari peta jaringan PDAM Semarang Tengah (skala 1 : 10.000) dan pemodelan jaringan pipa mikro dari peta jaringan PDAM di Kampung Pesaten Kelurahan Rejomulyo Semarang (skala 1 : 200). Pemodelan dilakukan terhadap jaringan pipa makro dan mikro karena data peta jaringan pipa terdiri atas dua peta dengan skala dan luas daerah layanan yang berbeda.

3.4.1. Pemodelan Jaringan Pipa Makro

Pemodelan jaringan pipa makro dilakukan dengan mengidentifikasi peta jaringan PDAM Semarang Tengah terhadap letak sumber air / reservoir, arah aliran air, pipa distribusi dan pipa pelayanan, untuk kemudian dilakukan penomoran berupa nomor pipa dan nomor *node*. Penomoran diusahakan urut mulai dari sumber air sampai dengan jaringan pipa yang terjauh yang menjadi target pemberian air, dan pengisolasian jaringan pipa makro ini adalah disesuaikan dengan kondisi eksisting di lapangan di mana air dari jaringan pipa lain memang tidak berpengaruh karena adanya pemisahan jaringan oleh katup penutup pada pipa. Untuk mempermudah identifikasi, data jaringan pipa makro dibatasi minimal sampai dengan diameter terkecil 100 mm dan pipa-pipa pelayanan lainnya yang mempunyai diameter lebih kecil dari 100 mm tetap diperhitungkan pengaruhnya terhadap jaringan pipa makro yaitu dengan memasukkan kebutuhan air pada pipa-pipa tersebut melalui kebutuhan air terhadap *node-node* jaringan pipa. Tujuan utama dari *running* dengan program Waterworks pada jaringan pipa makro ini adalah untuk mendapatkan data *inflow* yang menyuplai air ke jaringan pipa mikro di Kampung Pesaten Kelurahan Rejomulyo Semarang.

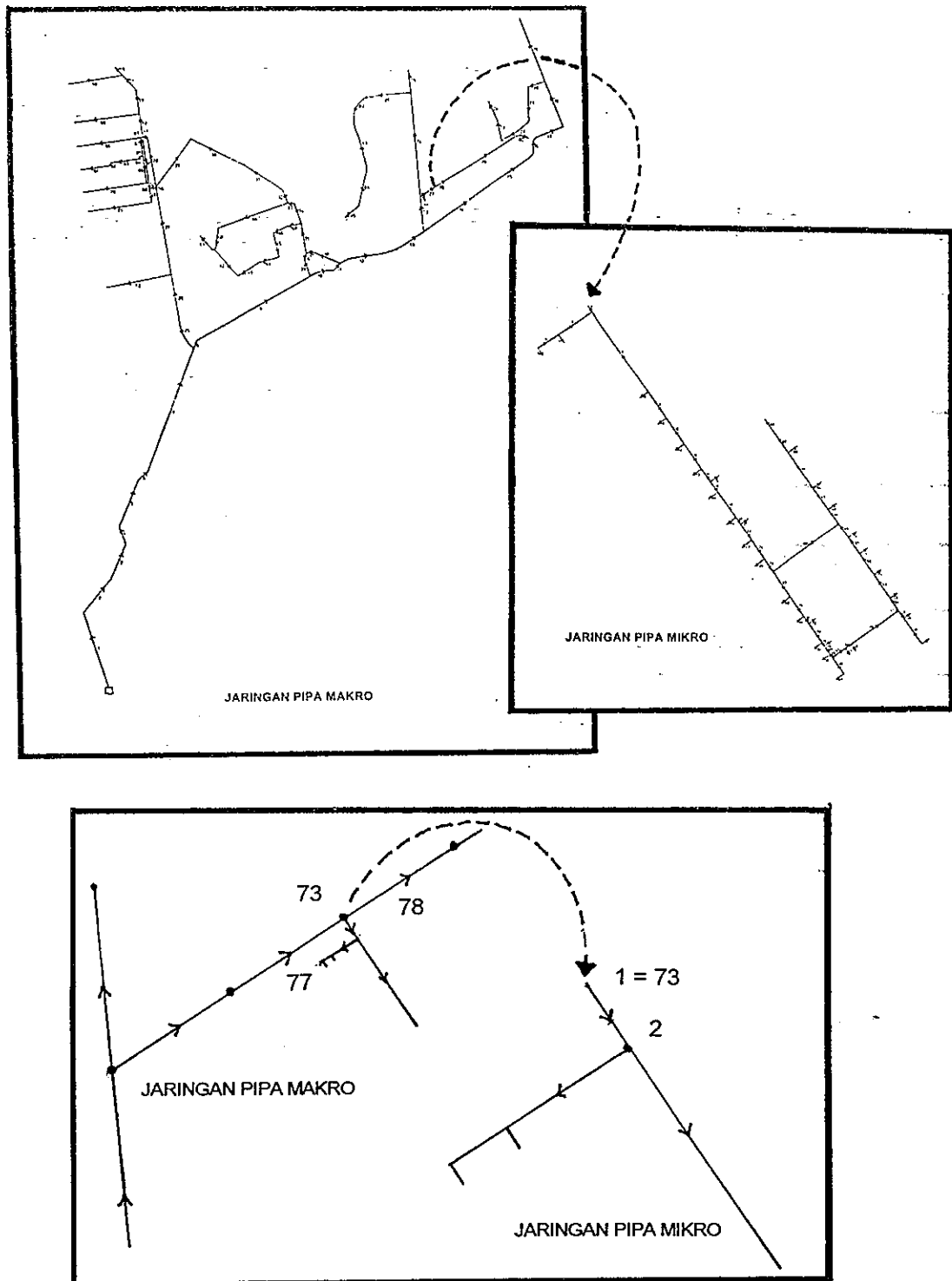
3.4.2. Pemodelan Jaringan Pipa Mikro

Pemodelan jaringan pipa mikro dilaksanakan menggunakan data dari peta jaringan PDAM di Kampung Pesaten Kelurahan Rejomulyo Semarang terhadap sumber air / suplai air dari jaringan pipa makro, arah aliran, pipa distribusi dan pipa pelayanan, untuk selanjutnya dilakukan penomoran berupa nomor pipa dan nomor

node. Penomoran diusahakan urut mulai dari sumber air sampai jaringan pipa yang terjauh sesuai dengan arah aliran air, demikian pula pengisolasian jaringan pipa mikro disesuaikan dengan kondisi eksisting di lapangan sehingga air dari jaringan pipa lain tidak mempengaruhi jaringan pipa mikro karena sebagai pembatas di jaringan pipa terpasang katup penutup. Identifikasi data pada jaringan pipa mikro dilakukan terhadap seluruh jaringan pipa sampai ke pelanggan, dan tujuan pelaksanaan *running* dengan program Waterworks pada jaringan pipa mikro ini adalah untuk mendapatkan data debit dan tekanan air pada masing-masing pelanggan.

3.4.3. Hubungan Antara Jaringan Pipa Makro Dan Jaringan Pipa Mikro

Jaringan pipa makro ke Kampung Pesaten Kelurahan Rejomulyo Semarang sangat erat hubungannya dengan jaringan pipa mikro di Kampung Pesaten Kelurahan Rejomulyo Semarang, karena dari hasil *running* jaringan pipa makro akan didapat data *inflow* jaringan pipa mikro. Untuk mendapatkan data *inflow* jaringan pipa mikro dilakukan tiga kali *running* jaringan pipa makro terhadap debit maksimum, debit rerata, dan debit minimum *inflow* jaringan pipa makro. Sehingga dengan demikian akan didapat data *inflow* jaringan pipa mikro berupa hubungan antara *flow* dan *head* pada *node* sumber air di jaringan pipa mikro. Adapun hubungan antara pemodelan jaringan pipa makro dan pemodelan jaringan pipa mikro dapat dilihat pada **Gambar 3.3.** dan hubungan antara *output* makro dan *input* mikro dapat dilihat pada **Tabel 3.1.** berikut ini.



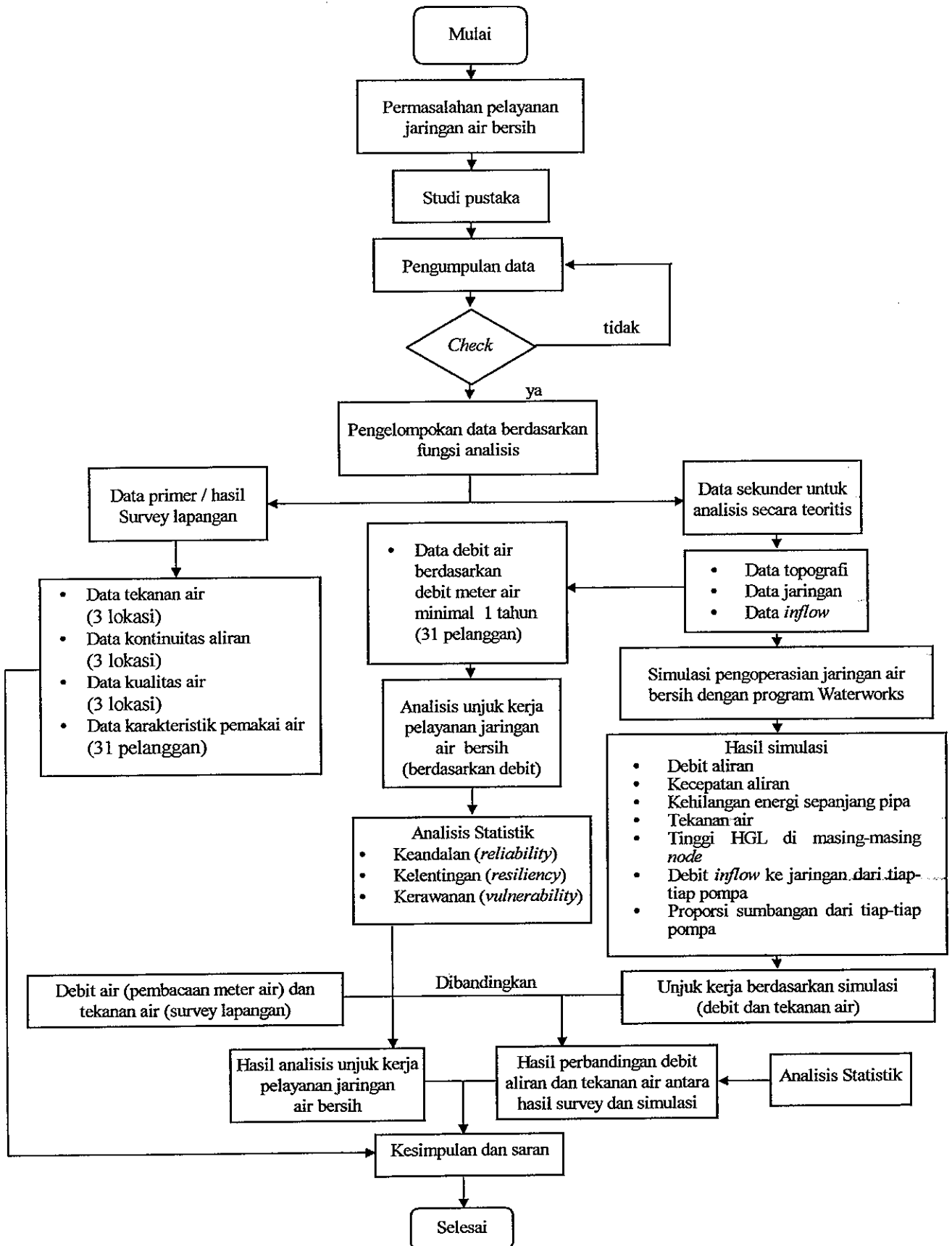
Gambar 3.3. Hubungan Antara Pemodelan Jaringan Pipa Makro Dan Pemodelan Jaringan Pipa Mikro

Tabel 3.1. Hubungan Antara *Output* Makro Dan *Input* Mikro

<i>Running Test</i>	<i>Output</i> Makro	<i>Input</i> Mikro
1. Debit maksimum <i>inflow</i>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Flow</i> pipa 77 • <i>Flow</i> pipa 78 • HGL <i>node</i> 73 • Elevasi <i>node</i> 73 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Flow</i> dari <i>node</i> 73 (<i>Flow</i> pipa 77-<i>Flow</i> pipa 78) • <i>Head</i> <i>node</i> 73 (HGL <i>node</i> 73-Elevasi <i>node</i> 73)
2. Debit rerata <i>inflow</i>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Flow</i> pipa 77 • <i>Flow</i> pipa 78 • HGL <i>node</i> 73 • Elevasi <i>node</i> 73 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Flow</i> dari <i>node</i> 73 (<i>Flow</i> pipa 77-<i>Flow</i> pipa 78) • <i>Head</i> <i>node</i> 73 (HGL <i>node</i> 73-Elevasi <i>node</i> 73)
3. Debit minimum <i>inflow</i>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Flow</i> pipa 77 • <i>Flow</i> pipa 78 • HGL <i>node</i> 73 • Elevasi <i>node</i> 73 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Flow</i> dari <i>node</i> 73 (<i>Flow</i> pipa 77-<i>Flow</i> pipa 78) • <i>Head</i> <i>node</i> 73 (HGL <i>node</i> 73-Elevasi <i>node</i> 73)

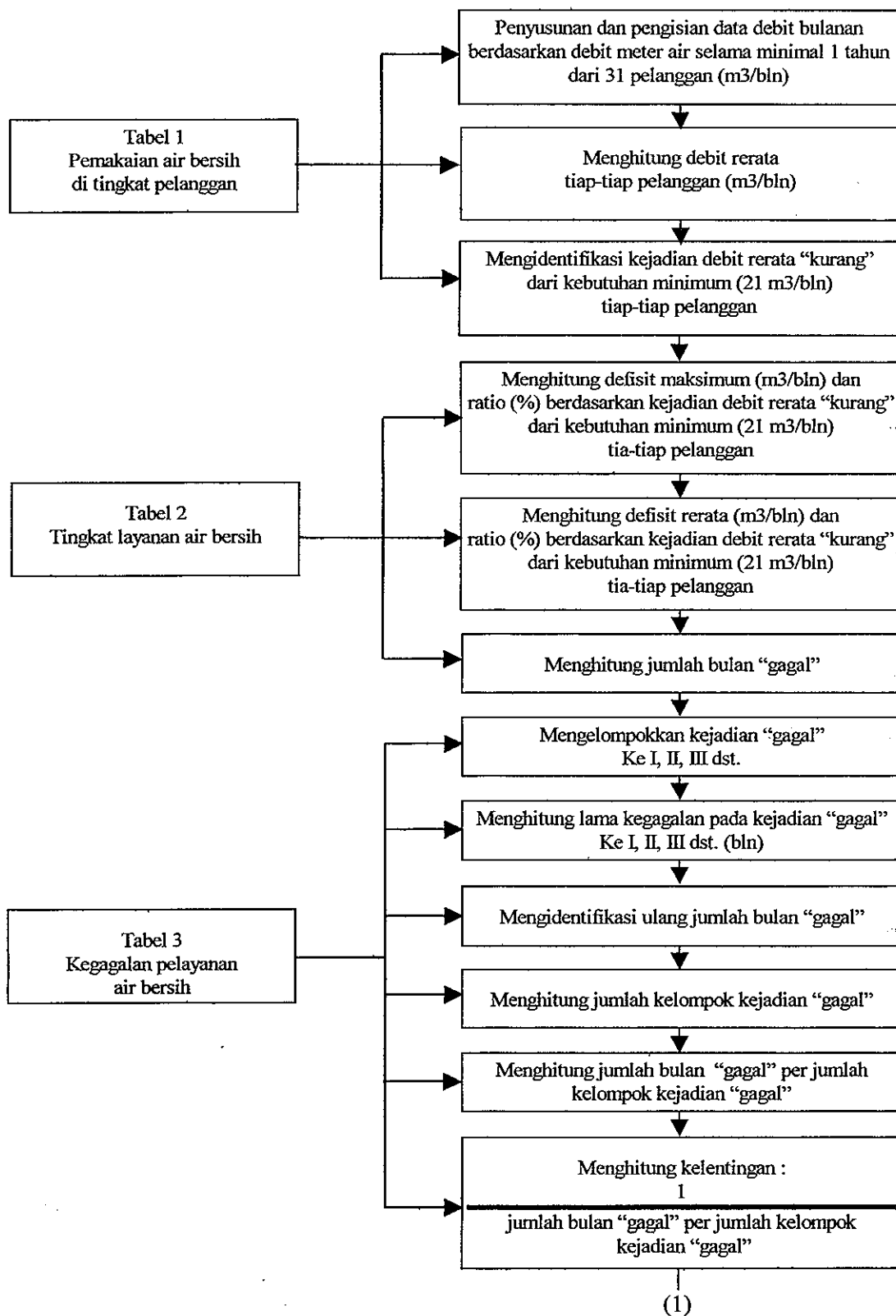
3.5. Analisis Data

Analisis data dilaksanakan setelah data yang dibutuhkan sudah lengkap untuk kemudian dianalisis hasilnya. Tetapi perlu dipertimbangkan juga kondisi dan hambatan yang dialami pada waktu pengukuran / *survey* di lapangan, sehingga diperoleh data yang benar-benar valid dan hasil analisis yang maksimal serta menggambarkan kondisi yang sebenarnya. Untuk sistem analisis pelayanan jaringan air bersih di Kampung Pesaten Kelurahan Rejomulyo Semarang dapat dilihat pada bagan alir gambar-gambar berikut ini.



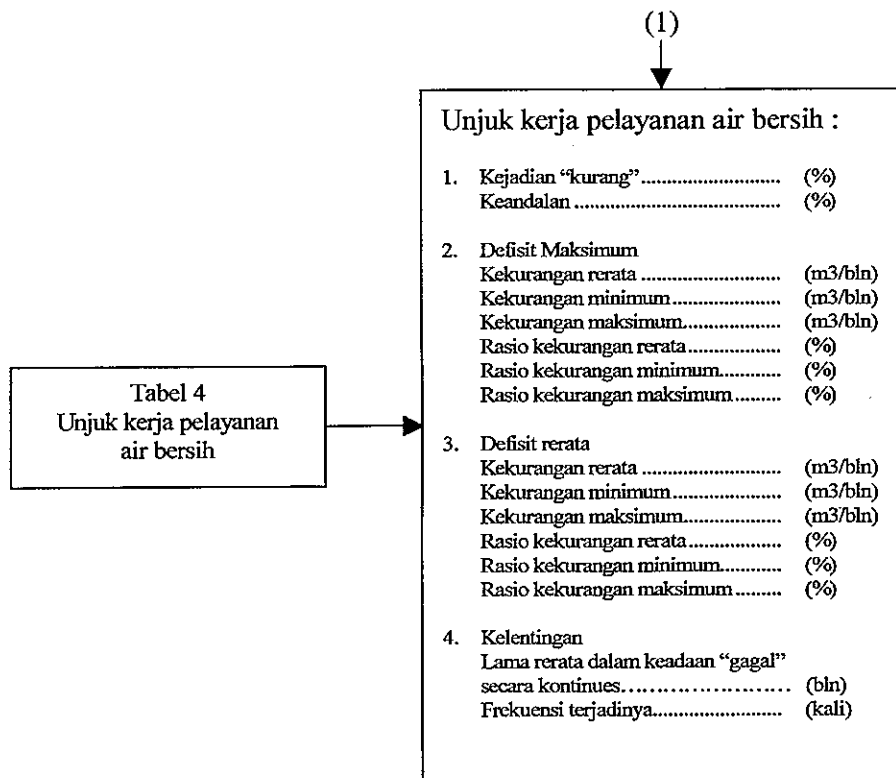
Gambar 3.4.

Bagan Alir Sistem Analisis Pelayanan Jaringan Air Bersih PDAM
Di Kampung Pesaten Kelurahan Rejomulyo Semarang

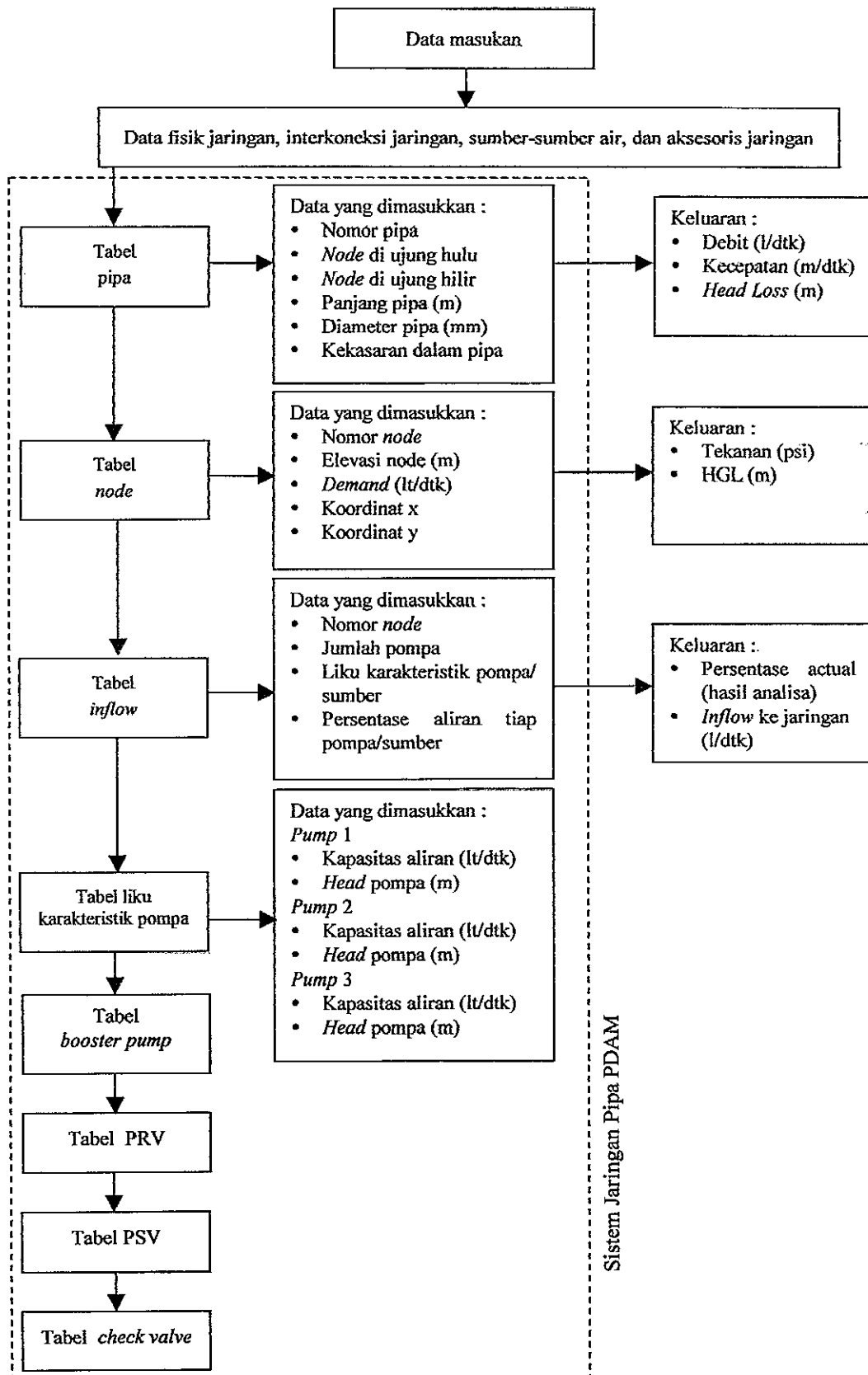


Gambar 3.5.

Bagan Alir Analisis Unjuk Kerja Pelayanan Jaringan Air Bersih PDAM
(Berdasarkan Debit Meter Air)
Di Kampung Pesaten Kelurahan Rejomulyo Semarang

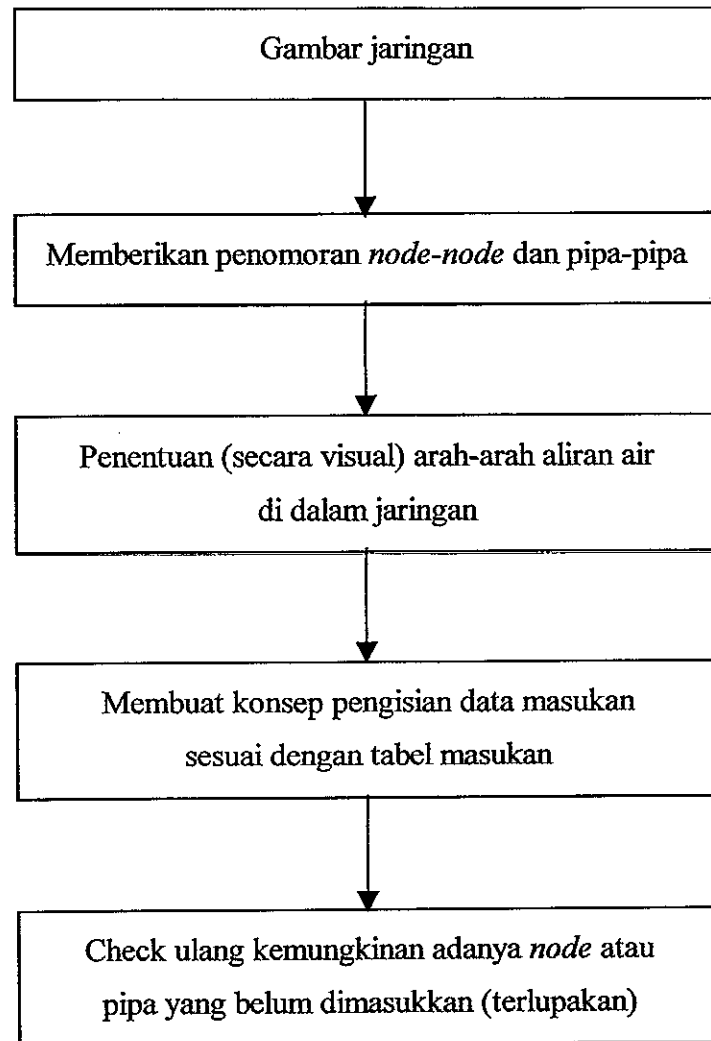


Gambar 3.5. (lanjutan)



Gambar 3.6.

Bagan Alir Simulasi Pengoperasian Jaringan Air Bersih Dengan Program Waterworks



Gambar 3.7.
Langkah-langkah Dalam Pemodelan Suatu Jaringan

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Data yang perlu dikumpulkan dan memiliki relevansi dengan rencana penelitian adalah meliputi hal-hal berikut :

1. Kondisi umum kampung Pesaten.
2. Tekanan air.
3. Kontinuitas aliran.
4. Kualitas air.
5. Karakteristik pemakai air.
6. Debit air.
7. Topografi.
8. Jaringan.
9. *Inflow*.

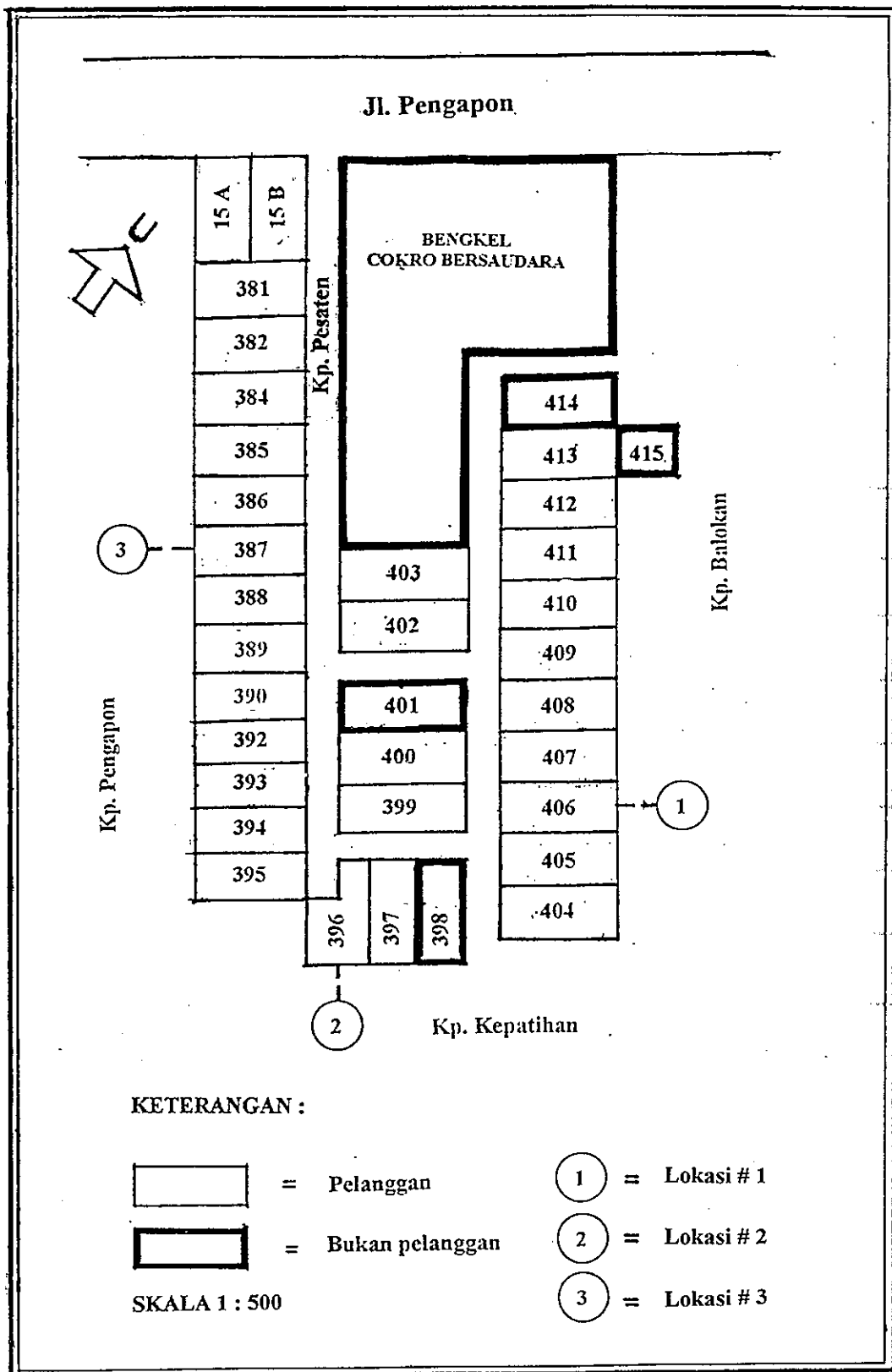
4.1 Kondisi Umum Kampung Pesaten

Berikut ini akan diuraikan sedikit mengenai kondisi dari Kampung Pesaten dan titik lokasi survey yang dilakukan sebagai sampel penelitian.

Kampung Pesaten adalah merupakan wilayah RT. 03 / RW. V dari Kelurahan Rejomulyo Kecamatan Semarang Timur yang mana sebelumnya termasuk Kecamatan Semarang Utara. Perubahan kecamatan ini disebabkan adanya perubahan kebijakan dari pemerintah Kota Semarang yang disesuaikan dengan

lokasi kampung tersebut. Batas wilayah Kampung Pesaten adalah meliputi sebelah Utara berbatasan dengan Jalan Pengapon, sebelah Selatan dengan Kampung Kepatihan, sebelah Timur dengan Kampung Balokan dan sebelah Barat dengan Kampung Pengapon. Adapun jumlah penghuni di Kampung Pesaten adalah sebanyak 36 KK dengan total penduduk sebesar 119 orang, dimana 31 KK merupakan pelanggan PDAM dengan jumlah penghuni sebesar 104 orang. Pekerjaan penghuni di Kampung Pesaten adalah terdiri dari PNS / POLRI, wiraswasta, pegawai swasta / karyawan, pelajar / mahasiswa, pembantu, dan pensiunan / tidak bekerja.

Distribusi air di daerah ini tidak ada penggiliran / penjadwalan secara tetap tetapi hal tersebut dapat dilakukan sesuai dengan keadaan. Kondisi penempatan kran PDAM pada tiap-tiap pelanggan di lokasi ini berupa kran yang terpasang 0,50 meter di bawah permukaan tanah dan air dari PDAM di tampung pada bak air sedalam ± 2 meter dari permukaan tanah. Fungsi bak air adalah untuk mendapatkan air secara optimal sehingga pelanggan dapat menggunakan air tanpa harus menunggu air mengalir. Untuk mengalirkan air ke ruang-ruang di dalam rumah digunakan pompa dengan mengambil air dari bak air tersebut. Penempatan titik-titik survey menyesuaikan daerah lokasi studi dimana Lokasi # 1 mewakili bagian Timur, Lokasi # 2 mewakili bagian Tengah, dan Lokasi # 3 mewakili bagian Barat. Adapun lokasi dan titik-titik survey yang dilaksanakan sehubungan dengan kegiatan penelitian di Kampung Pesaten Kelurahan Rejomulyo Semarang dapat dilihat pada **Gambar 4.1.** berikut ini.



Gambar 4.1.
Titik-Titik Survey yang dilakukan

4.2. Tekanan Air

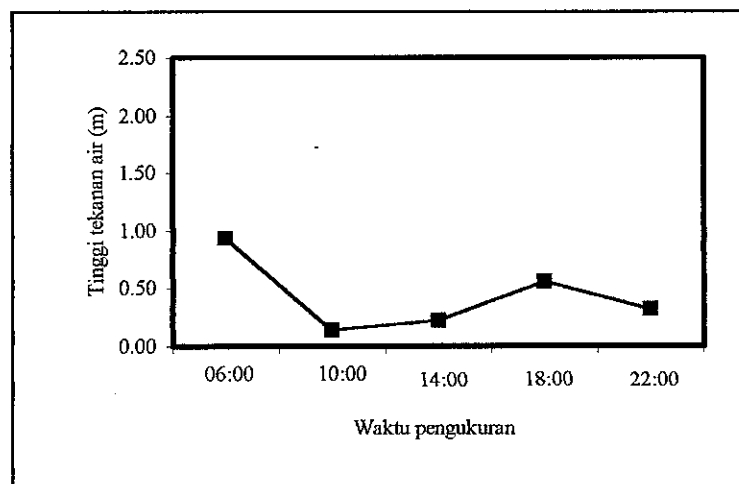
Pengumpulan data dilakukan dengan mengadakan pengukuran tinggi tekanan air dari 3 titik survey pada kran PDAM yang masuk ke rumah pelanggan sekaligus juga mencatat aktifitas penghuni pada waktu pengukuran tekanan air tersebut sebagai sampel. Survey dilakukan sebanyak 7 hari yaitu hari Senin sampai dengan hari Minggu.

Data tekanan air dari tiap-tiap titik survey pada 3 pelanggan dapat dilihat dalam Tabel-tabel dan Gambar-gambar diagram berikut ini, sedangkan hubungan antara tinggi tekanan air dan aktifitas penghuni adalah terdapat pada Tabel 4.25., Tabel 4.26., dan Tabel 4.27.

Tabel 4.1. Tinggi Tekanan Air Di Lokasi # 1 Hari Senin

Pengukuran ke	1	2	3	4	5
Pelaksanaan pengukuran pukul	06:00	10:00	14:00	18:00	22:00
Tinggi tekanan air (m)	0,93	0,14	0,22	0,56	0,32

Sumber : Survey Data Primer



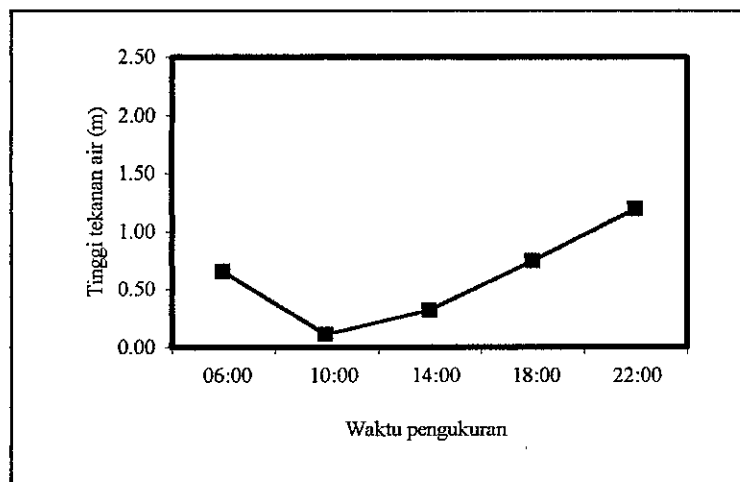
Gambar 4.2. Diagram Tinggi Tekanan Air Di Lokasi # 1 Hari Senin

Dari hasil di atas diketahui bahwa tekanan air di lokasi # 1 hari Senin tertinggi adalah pada pengukuran ke 1 pukul 06:00 dan terendah adalah pada pengukuran ke 2 pukul 10:00.

Tabel 4.2. Tinggi Tekanan Air Di Lokasi # 1 Hari Selasa

Pengukuran ke	1	2	3	4	5
Pelaksanaan pengukuran pukul	06:00	10:00	14:00	18:00	22:00
Tinggi tekanan air (m)	0,66	0,11	0,32	0,75	1,20

Sumber : Survey Data Primer



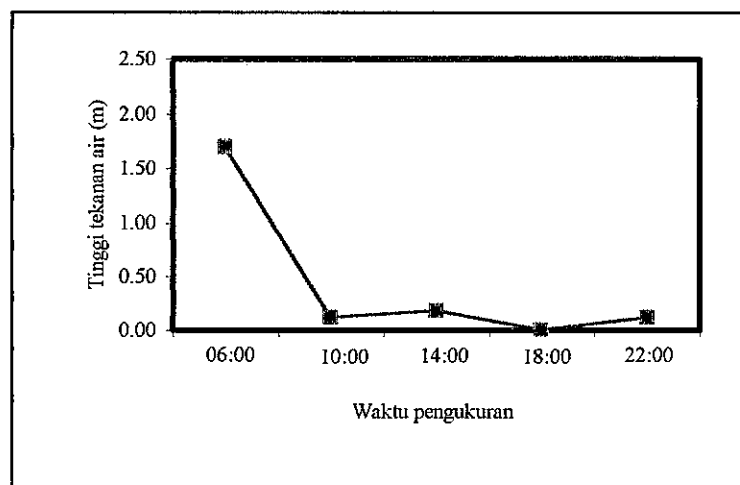
Gambar 4.3. Diagram Tinggi Tekanan Air Di Lokasi # 1 Hari Selasa

Dari hasil di atas diketahui bahwa tekanan air di lokasi # 1 hari Selasa tertinggi adalah pada pengukuran ke 5 pukul 22:00 dan terendah adalah pada pengukuran ke 2 pukul 10:00.

Tabel 4.3. Tinggi Tekanan Air Di Lokasi # 1 Hari Rabu

Pengukuran ke	1	2	3	4	5
Pelaksanaan pengukuran pukul	06:00	10:00	14:00	18:00	22:00
Tinggi tekanan air (m)	1,70	0,12	0,18	-	0,12

Sumber : Survey Data Primer

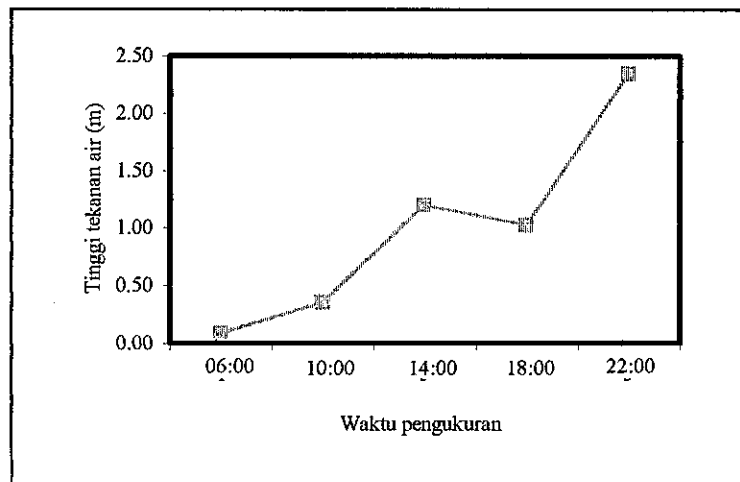
**Gambar 4.4.** Diagram Tinggi Tekanan Air Di Lokasi # 1 Hari Rabu

Dari hasil di atas diketahui bahwa tekanan air di lokasi # 1 hari Rabu tertinggi adalah pada pengukuran ke 1 pukul 06:00 dan terendah adalah pada pengukuran ke 2 pukul 10:00 dan pengukuran ke 5 pukul 22:00, sedangkan pada pengukuran ke 4 pukul 18:00 tidak ada tekanan karena air tidak mengalir.

Tabel 4.4. Tinggi Tekanan Air Di Lokasi # 1 Hari Kamis

Pengukuran ke	1	2	3	4	5
Pelaksanaan pengukuran pukul	06:00	10:00	14:00	18:00	22:00
Tinggi tekanan air (m)	0,09	0,35	1,20	1,02	2,35

Sumber : Survey Data Primer



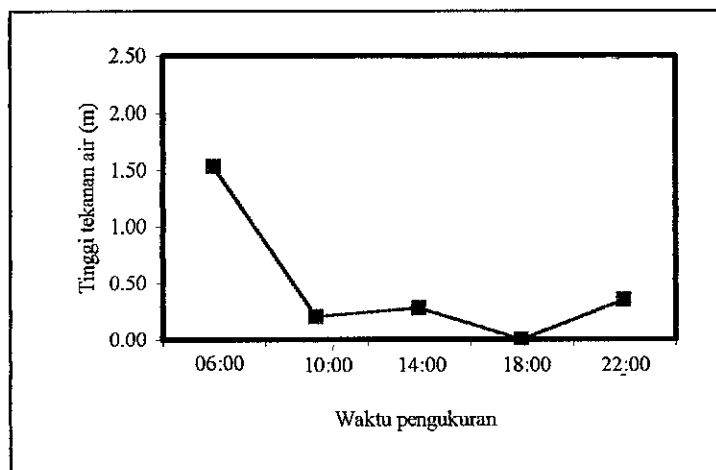
Gambar 4.5. Diagram Tinggi Tekanan Air Di Lokasi # 1 Hari Kamis

Dari hasil diatas diketahui bahwa tekanan air di lokasi # 1 hari Kamis tertinggi adalah pada pengukuran ke 5 pukul 22:00 dan terendah adalah pada pengukuran ke 1 pukul 06:00.

Tabel 4.5. Tinggi Tekanan Air Di Lokasi # 1 Hari Jumat

Pengukuran ke	1	2	3	4	5
Pelaksanaan pengukuran pukul	06:00	10:00	14:00	18:00	22:00
Tinggi tekanan air (m)	1,53	0,20	0,28	-	0,35

Sumber : Survey Data Primer



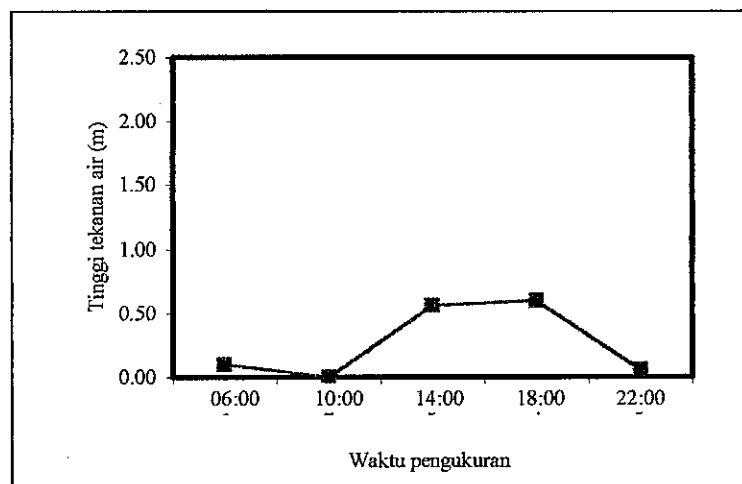
Gambar 4.6. Diagram Tinggi Tekanan Air Di Lokasi # 1 Hari Jumat

Dari hasil di atas diketahui bahwa tekanan air di lokasi # 1 hari Jumat tertinggi adalah pada pengukuran ke 1 pukul 06:00 dan terendah adalah pada pengukuran ke 2 pukul 10:00, sedangkan pada pengukuran ke 4 pukul 18:00 tidak ada tekanan karena air tidak mengalir.

Tabel 4.6. Tinggi Tekanan Air Di Lokasi # 1 Hari Sabtu

Pengukuran ke	1	2	3	4	5
Pelaksanaan pengukuran pukul	06:00	10:00	14:00	18:00	22:00
Tinggi tekanan air (m)	0,10	-	0,56	0,60	0,06

Sumber : Survey Data Primer



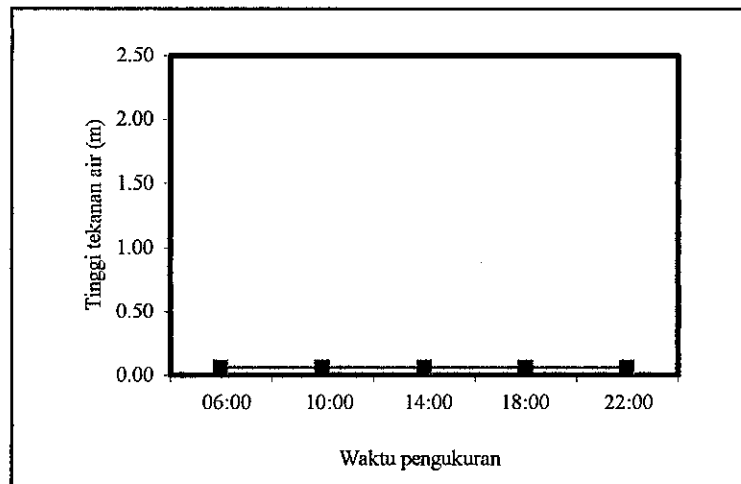
Gambar 4.7. Diagram Tinggi Tekanan Air Di Lokasi # 1 Hari Sabtu

Dari hasil di atas diketahui bahwa tekanan air di lokasi # 1 hari Sabtu tertinggi adalah pada pengukuran ke 4 pukul 18:00 dan terendah adalah pada pengukuran ke 5 pukul 22:00, sedangkan pada pengukuran ke 2 pukul 10:00 tidak ada tekanan karena air tidak mengalir.

Tabel 4.7. Tinggi Tekanan Air Di Lokasi # 1 Hari Minggu

Pengukuran ke	1	2	3	4	5
Pelaksanaan pengukuran pukul	06:00	10:00	14:00	18:00	22:00
Tinggi tekanan air (m)	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06

Sumber : Survey Data Primer

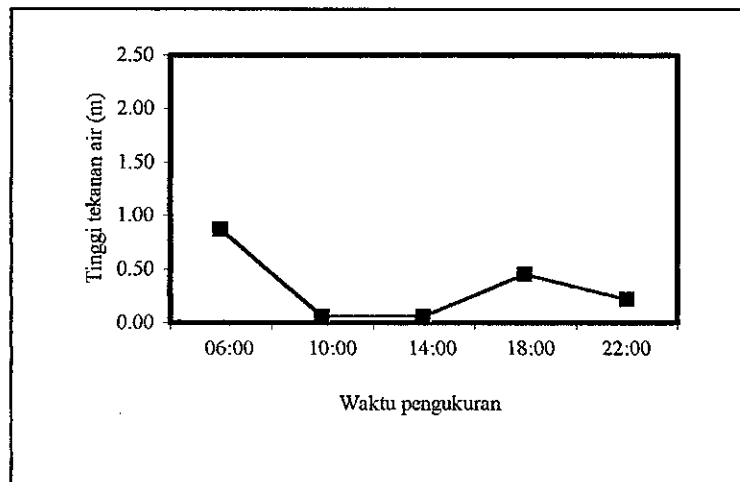
**Gambar 4.8.** Diagram Tinggi Tekanan Air Di Lokasi # 1 Hari Minggu

Dari hasil di atas diketahui bahwa tekanan air di lokasi # 1 hari Minggu pada pengukuran ke 1 pukul 06:00, pengukuran ke 2 pukul 10:00, pengukuran ke 3 pukul 14:00, pengukuran ke 4 pukul 18:00, dan pengukuran ke 5 pukul 22:00 adalah sama.

Tabel 4.8. Tinggi Tekanan Air Di Lokasi # 2 Hari Senin

Pengukuran ke	1	2	3	4	5
Pelaksanaan pengukuran pukul	06:00	10:00	14:00	18:00	22:00
Tinggi tekanan air (m)	0,87	0,06	0,06	0,45	0,22

Sumber : Survey Data Primer



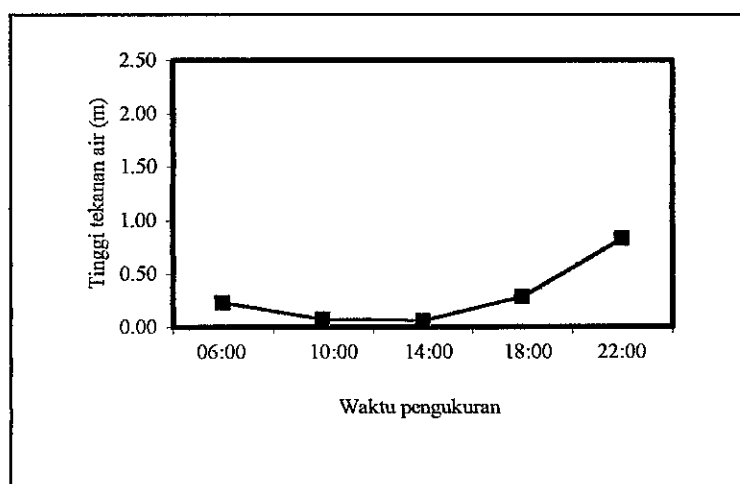
Gambar 4.9. Diagram Tinggi Tekanan Air Di Lokasi # 2 Hari Senin

Dari hasil di atas diketahui bahwa tekanan air di lokasi # 2 hari Senin tertinggi adalah pada pengukuran ke 1 pukul 06:00 dan terendah adalah pada pengukuran ke 2 pukul 10:00 dan pengukuran ke 3 pukul 14:00.

Tabel 4.9. Tinggi Tekanan Air Di Lokasi # 2 Hari Selasa

Pengukuran ke	1	2	3	4	5
Pelaksanaan pengukuran pukul	06:00	10:00	14:00	18:00	22:00
Tinggi tekanan air (m)	0,23	0,07	0,06	0,28	0,83

Sumber : Survey Data Primer



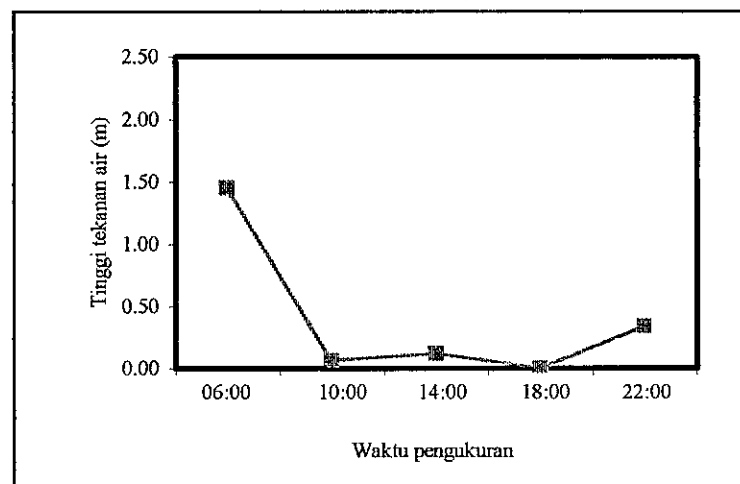
Gambar 4.10. Diagram Tinggi Tekanan Air Di Lokasi # 2 Hari Selasa

Dari hasil di atas diketahui bahwa tekanan air di lokasi # 2 hari Selasa tertinggi adalah pada pengukuran ke 5 pukul 22:00 dan terendah adalah pada pengukuran ke 3 pukul 14:00.

Tabel 4.10. Tinggi Tekanan Air Di Lokasi # 2 Hari Rabu

Pengukuran ke	1	2	3	4	5
Pelaksanaan pengukuran pukul	06:00	10:00	14:00	18:00	22:00
Tinggi tekanan air (m)	1,45	0,06	0,12	-	0,34

Sumber : Survey Data Primer



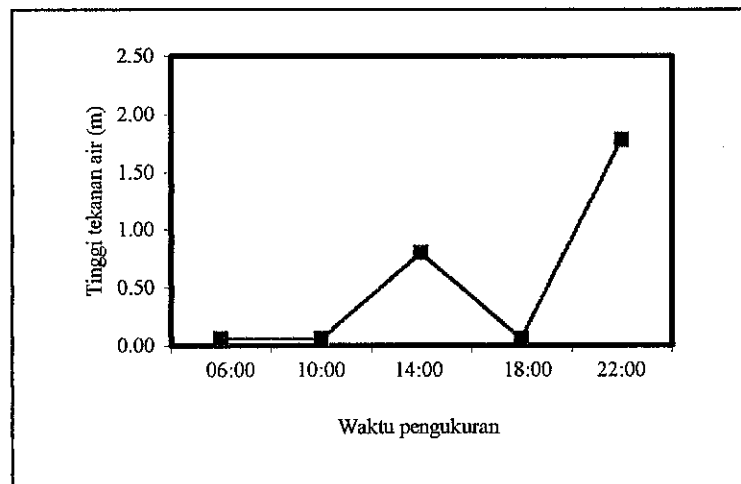
Gambar 4.11. Diagram Tinggi Tekanan Air Di Lokasi # 2 Hari Rabu

Dari hasil di atas diketahui bahwa tekanan air di lokasi # 2 hari Rabu tertinggi adalah pada pengukuran ke 1 pukul 06:00 dan terendah adalah pada pengukuran ke 2 pukul 10:00, sedangkan pada pengukuran ke 4 pukul 18:00 tidak ada tekanan karena air tidak mengalir.

Tabel 4.11. Tinggi Tekanan Air Di Lokasi # 2 Hari Kamis

Pengukuran ke	1	2	3	4	5
Pelaksanaan pengukuran pukul	06:00	10:00	14:00	18:00	22:00
Tinggi tekanan air (m)	0,06	0,06	0,80	0,06	1,78

Sumber : Survey Data Primer

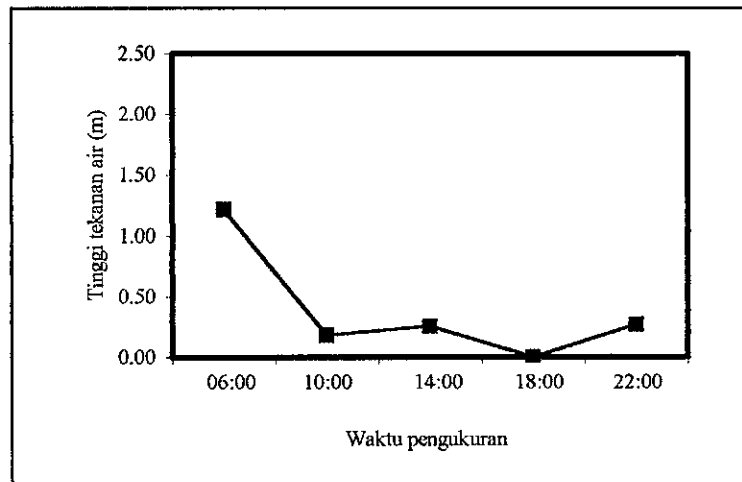
**Gambar 4.12.** Diagram Tinggi Tekanan Air Di Lokasi # 2 Hari Kamis

Dari hasil di atas diketahui bahwa tekanan air di lokasi # 2 hari Kamis tertinggi adalah pada pengukuran ke 5 pukul 22:00 dan terendah adalah pada pengukuran ke 1 pukul 06:00, pengukuran ke 2 pukul 10:00 dan pengukuran ke 4 pukul 18:00.

Tabel 4.12. Tinggi Tekanan Air Di Lokasi # 2 Hari Jumat

Pengukuran ke	1	2	3	4	5
Pelaksanaan pengukuran pukul	06:00	10:00	14:00	18:00	22:00
Tinggi tekanan air (m)	1,22	0,18	0,25	-	0,27

Sumber : Survey Data Primer



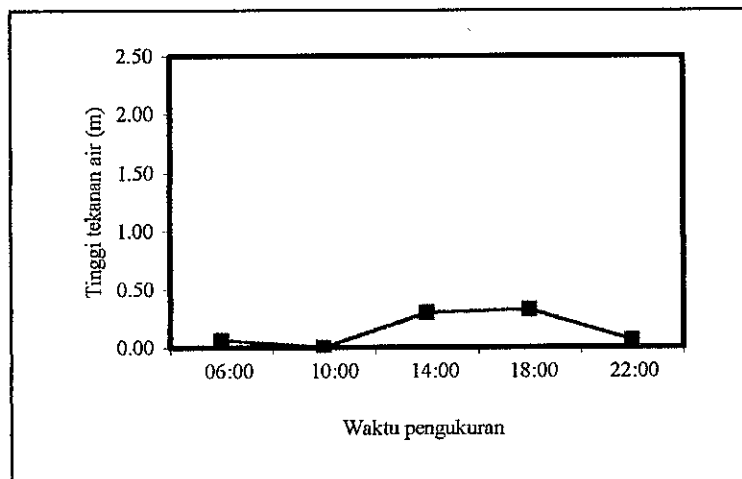
Gambar 4.13. Diagram Tinggi Tekanan Di Lokasi # 2 Hari Jumat

Dari hasil di atas diketahui bahwa tekanan air di lokasi # 2 hari Jumat tertinggi adalah pada pengukuran ke 1 pukul 06:00 dan terendah adalah pada pengukuran ke 2 pukul 10:00, sedangkan pada pengukuran ke 4 pukul 18:00 tidak ada tekanan karena air tidak mengalir.

Tabel 4.13. Tinggi Tekanan Air Di Lokasi # 2 Hari Sabtu

Pengukuran ke	1	2	3	4	5
Pelaksanaan pengukuran pukul	06:00	10:00	14:00	18:00	22:00
Tinggi tekanan air (m)	0,06	-	0,30	0,33	0,06

Sumber : Survey Data Primer



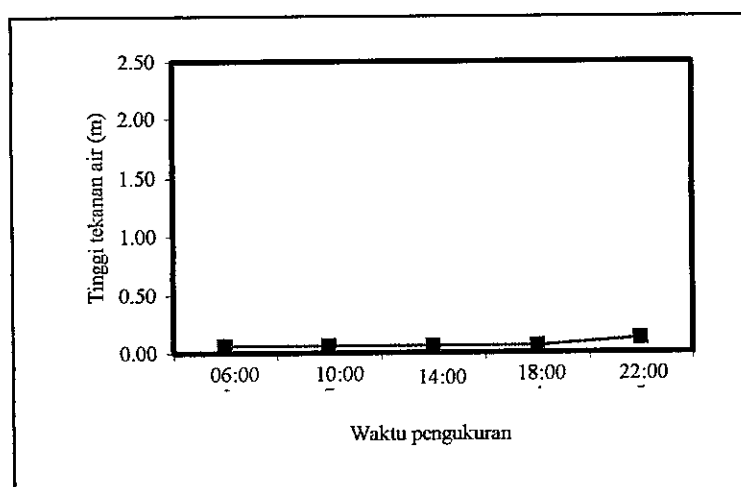
Gambar 4.14. Diagram Tinggi Tekanan Air Di Lokasi # 2 Hari Sabtu

Dari hasil di atas diketahui bahwa tekanan air di lokasi # 2 hari Sabtu tertinggi adalah pada pengukuran ke 4 pukul 18.00 dan terendah adalah pada pengukuran ke 1 pukul 06.00 dan pengukuran ke 5 pukul 22.00, sedangkan pada pengukuran ke 2 pukul 06.00 tidak ada tekanan karena air tidak mengalir.

Tabel 4.14. Tinggi Tekanan Air Di Lokasi # 2 Hari Minggu

Pengukuran ke	1	2	3	4	5
Pelaksanaan pengukuran pukul	06:00	10:00	14:00	18:00	22:00
Tinggi tekanan air (m)	0,06	0,06	0,06	0,06	0,12

Sumber : Survey Data Primer



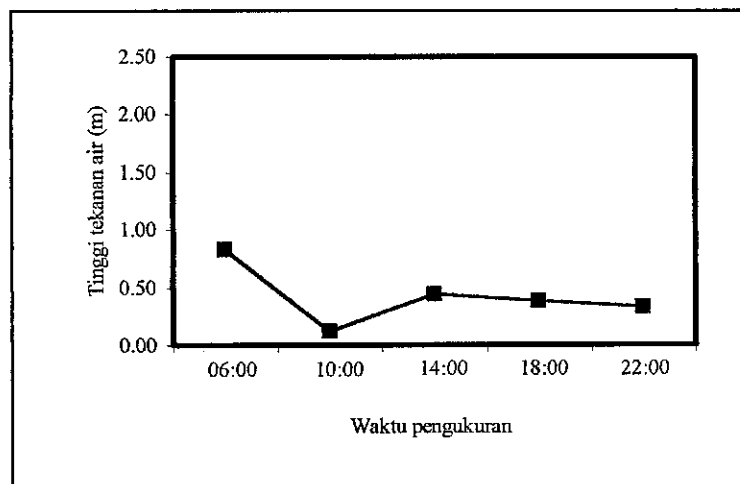
Gambar 4.15. Diagram Tinggi Tekanan Di Lokasi # 2 Hari Minggu

Dari hasil di atas diketahui bahwa tekanan air di lokasi # 2 hari Minggu tertinggi adalah pada pengukuran ke 5 pukul 22:00 dan terendah adalah pada pengukuran ke 1 pukul 06:00, pengukuran ke 2 pukul 10:00, pengukuran ke 3 pukul 14:00, dan pengukuran ke 4 pukul 18:00.

Tabel 4.15. Tinggi Tekanan Air Di Lokasi # 3 Hari Senin

Pengukuran ke	1	2	3	4	5
Pelaksanaan pengukuran pukul	06:00	10:00	14:00	18:00	22:00
Tinggi tekanan air (m)	0,83	0,12	0,44	0,38	0,33

Sumber : Survey Data Primer

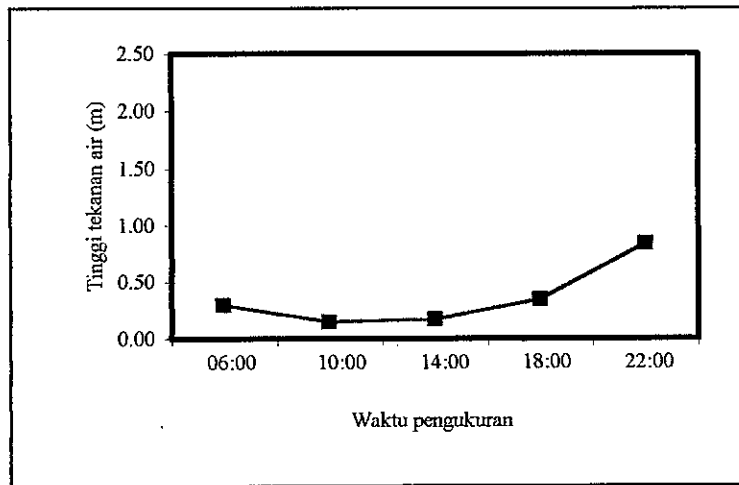
**Gambar 4.16.** Diagram Tinggi Tekanan Air Di Lokasi # 3 Hari Senin

Dari hasil di atas diketahui bahwa tekanan air di lokasi # 3 hari Senin tertinggi adalah pada pengukuran ke 1 pukul 06:00 dan terendah adalah pada pengukuran ke 2 pukul 10:00.

Tabel 4.16. Tinggi Tekanan Air Di Lokasi # 3 Hari Selasa

Pengukuran ke	1	2	3	4	5
Pelaksanaan pengukuran pukul	06:00	10:00	14:00	18:00	22:00
Tinggi tekanan air (m)	0,30	0,15	0,17	0,35	0,84

Sumber : Survey Data Primer



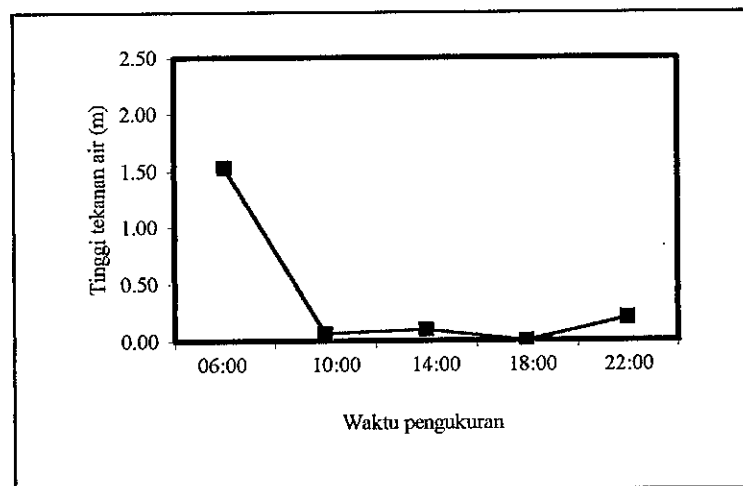
Gambar 4.17. Diagram Tinggi Tekanan Air Di Lokasi # 3 Hari Selasa

Dari hasil di atas diketahui bahwa tekanan air di lokasi # 3 hari Selasa tertinggi adalah pada pengukuran ke 5 pukul 22:00 dan terendah adalah pada pengukuran ke 2 pukul 10:00.

Tabel 4.17. Tinggi Tekanan Air Di Lokasi # 3 Hari Rabu

Pengukuran ke	1	2	3	4	5
Pelaksanaan pengukuran pukul	06:00	10:00	14:00	18:00	22:00
Tinggi tekanan air (m)	1,53	0,07	0,10	-	0,20

Sumber : Survey Data Primer



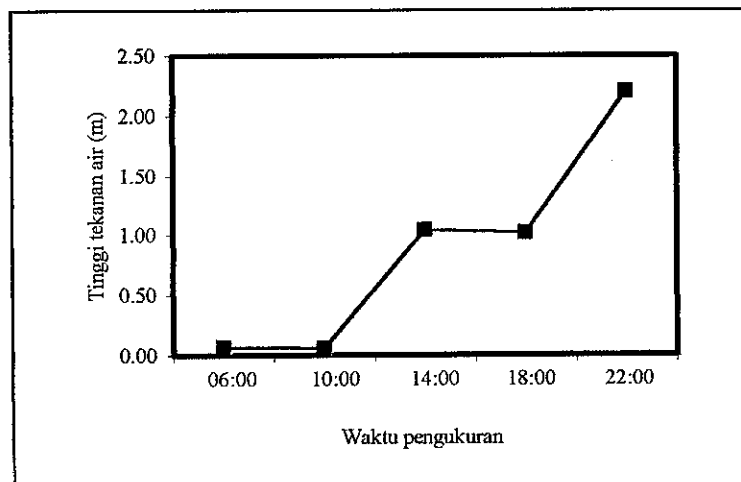
Gambar 4.18. Diagram Tinggi Tekanan Air Di Lokasi # 3 Hari Rabu

Dari hasil diatas diketahui bahwa tekanan air di lokasi # 3 hari Rabu tertinggi adalah pada pengukuran ke 1 pukul 06:00 dan terendah adalah pada pengukuran ke 2 pukul 10:00, sedangkan pada pengukuran ke 4 pukul 18:00 tidak ada tekanan karena air tidak mengalir.

Tabel 4.18. Tinggi Tekanan Air Di Lokasi # 3 Hari Kamis

Pengukuran ke	1	2	3	4	5
Pelaksanaan pengukuran pukul	06:00	10:00	14:00	18:00	22:00
Tinggi tekanan air (m)	0,07	0,06	1,04	1,02	2,20

Sumber : Survey Data Primer



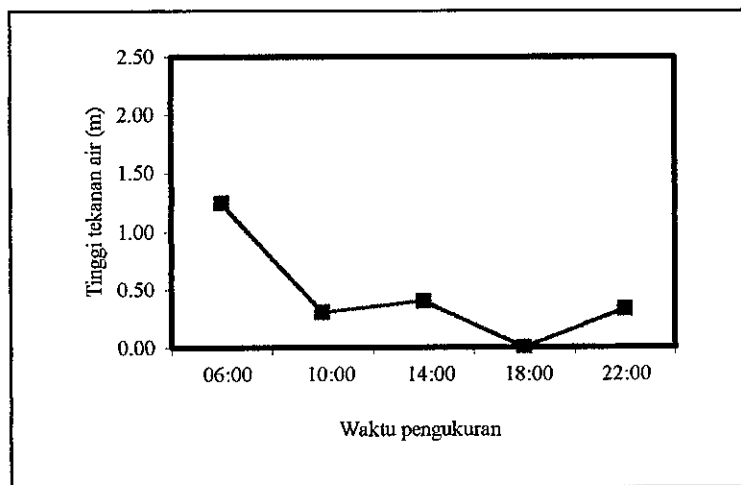
Gambar 4.19. Diagram Tinggi Tekanan Air Di Lokasi # 3 Hari Kamis

Dari hasil di atas diketahui bahwa tekanan air di lokasi # 3 hari Kamis tertinggi adalah pada pengukuran ke 5 pukul 22:00 dan terendah adalah pada pengukuran ke 2 pukul 10:00.

Tabel 4.19. Tinggi Tekanan Air Di Lokasi # 3 Hari Jumat

Pengukuran ke	1	2	3	4	5
Pelaksanaan pengukuran pukul	06:00	10:00	14:00	18:00	22:00
Tinggi tekanan air (m)	1,25	0,30	0,40	-	0,33

Sumber : Survey Data Primer

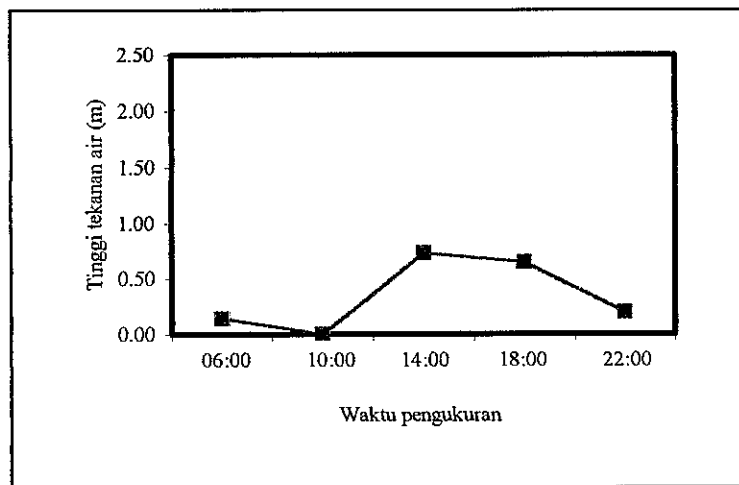
**Gambar 4.20.** Diagram Tinggi Tekanan Air Di Lokasi # 3 Hari Jumat

Dari hasil di atas diketahui bahwa tekanan air di lokasi # 3 hari Jumat tertinggi adalah pada pengukuran ke 1 pukul 06:00 dan terendah adalah pada pengukuran ke 2 pukul 10:00, sedangkan pada pengukuran ke 4 pukul 18:00 tidak ada tekanan karena air tidak mengalir.

Tabel 4.20. Tinggi Tekanan Air Di Lokasi # 3 Hari Sabtu

Pengukuran ke	1	2	3	4	5
Pelaksanaan pengukuran pukul	06:00	10:00	14:00	18:00	22:00
Tinggi tekanan air (m)	0,14	-	0,73	0,65	0,20

Sumber : Survey Data Primer



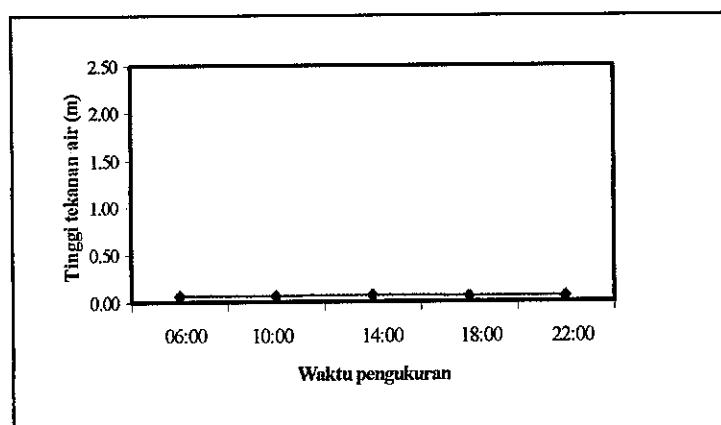
Gambar 4.21. Diagram Tinggi Tekanan Air Di Lokasi # 3 Hari Sabtu

Dari hasil di atas diketahui bahwa tekanan air di lokasi # 3 hari Sabtu tertinggi adalah pada pengukuran ke 3 pukul 14:00 dan terendah adalah pada pengukuran ke 1 pukul 06:00, sedangkan pada pengukuran ke 2 pukul 10:00 tidak ada tekanan karena air tidak mengalir.

Tabel 4.21. Tinggi Tekanan Air Di Lokasi # 3 Hari Minggu

Pengukuran ke	1	2	3	4	5
Pelaksanaan pengukuran pukul	06:00	10:00	14:00	18:00	22:00
Tinggi tekanan air (m)	0,06	0,06	0,07	0,06	0,06

Sumber : Survey Data Primer



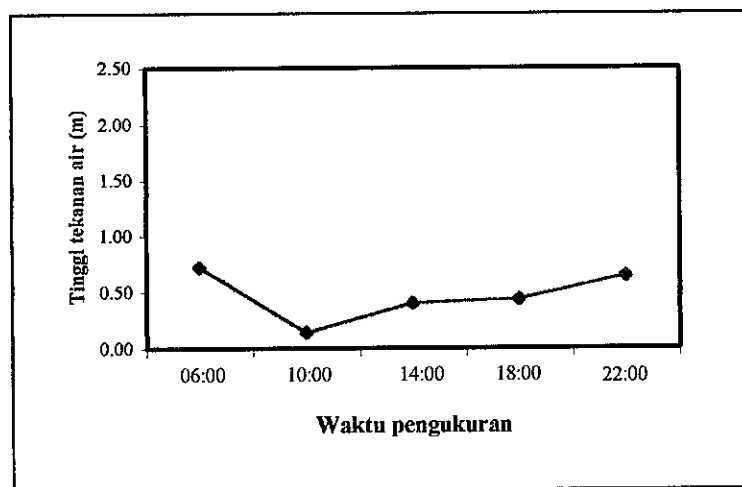
Gambar 4.22. Diagram Tinggi Tekanan Air Di Lokasi # 3 Hari Minggu

Dari hasil di atas diketahui bahwa tekanan air di lokasi # 3 hari Minggu tertinggi adalah pada pengukuran ke 3 pukul 14:00 dan terendah adalah pada pengukuran ke 1 pukul 06:00, pengukuran ke 2 pukul 10:00, pengukuran ke 4 pukul 18:00 dan pengukuran ke 5 pukul 22:00.

Tabel 4.22. Tinggi Tekanan Air Rerata Di Lokasi # 1

Pengukuran ke		1	2	3	4	5
Tinggi tekanan air hari Senin	(m)	0,93	0,14	0,22	0,56	0,32
Tinggi tekanan air hari Selasa	(m)	0,66	0,11	0,32	0,75	1,20
Tinggi tekanan air hari Rabu	(m)	1,70	0,12	0,18	-	0,12
Tinggi tekanan air hari Kamis	(m)	0,09	0,35	1,20	1,02	2,35
Tinggi tekanan air hari Jumat	(m)	1,53	0,20	0,28	-	0,35
Tinggi tekanan air hari Sabtu	(m)	0,10	-	0,56	0,60	0,06
Tinggi tekanan air hari Minggu	(m)	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
Tinggi tekanan air rerata	(m)	0,72	0,14	0,40	0,43	0,64

Sumber : Survey Data Primer



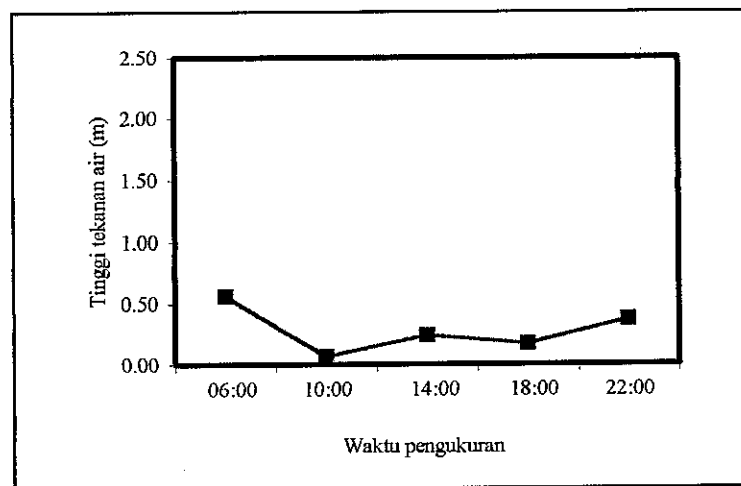
Gambar 4.23. Diagram Tinggi Tekanan Air Rerata Di Lokasi # 1

Dari hasil di atas diketahui bahwa tekanan air rerata di lokasi # 1 setelah diperhitungkan terhadap 7 hari pengukuran tertinggi adalah pada pengukuran ke 1 pukul 06:00 dan terendah adalah pada pengukuran ke 2 pukul 10:00.

Tabel 4.23. Tinggi Tekanan Air Rerata Di Lokasi # 2

Pengukuran ke		1	2	3	4	5
Tinggi tekanan air hari Senin	(m)	0,87	0,06	0,06	0,45	0,22
Tinggi tekanan air hari Selasa	(m)	0,23	0,07	0,06	0,28	0,83
Tinggi tekanan air hari Rabu	(m)	1,45	0,06	0,12	-	0,34
Tinggi tekanan air hari Kamis	(m)	0,06	0,06	0,80	0,06	1,78
Tinggi tekanan air hari Jumat	(m)	1,22	0,18	0,25	-	0,27
Tinggi tekanan air hari Sabtu	(m)	0,06	-	0,30	0,33	0,06
Tinggi tekanan air hari Minggu	(m)	0,06	0,06	0,06	0,06	0,12
Tinggi tekanan air rerata	(m)	0,56	0,07	0,24	0,17	0,37

Sumber : Survey Data Primer

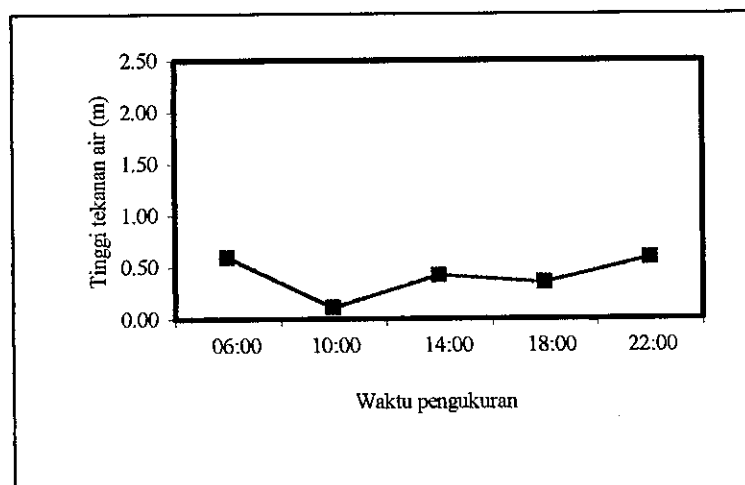
**Gambar 4.24.** Diagram Tinggi Tekanan Air Rerata Di Lokasi # 2

Dari hasil di atas diketahui bahwa tekanan air rerata di lokasi # 2 setelah diperhitungkan terhadap 7 hari pengukuran tertinggi adalah pada pengukuran ke 1 pukul 06:00 dan terendah adalah pada pengukuran ke 2 pukul 10:00.

Tabel 4.24. Tinggi Tekanan Air Rerata Di Lokasi # 3

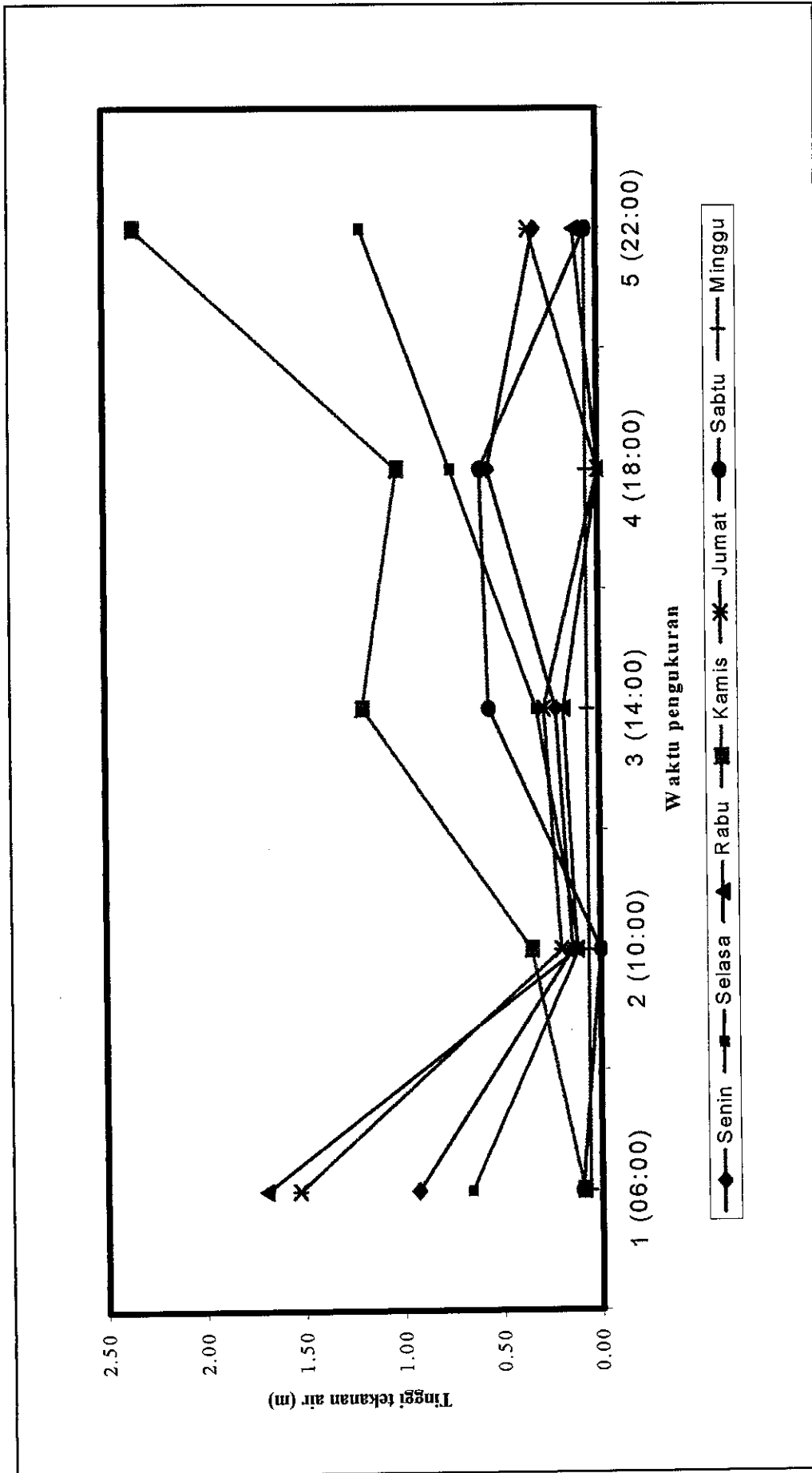
Pengukuran ke		1	2	3	4	5
Tinggi tekanan air hari Senin	(m)	0,83	0,12	0,44	0,38	0,33
Tinggi tekanan air hari Selasa	(m)	0,30	0,15	0,17	0,35	0,84
Tinggi tekanan air hari Rabu	(m)	1,53	0,07	0,10	-	0,20
Tinggi tekanan air hari Kamis	(m)	0,07	0,06	1,04	1,02	2,20
Tinggi tekanan air hari Jumat	(m)	1,25	0,30	0,40	-	0,33
Tinggi tekanan air hari Sabtu	(m)	0,14	-	0,73	0,65	0,20
Tinggi tekanan air hari Minggu	(m)	0,06	0,06	0,07	0,06	0,06
Tinggi tekanan air rerata	(m)	0,60	0,11	0,42	0,35	0,59

Sumber : Survey Data Primer

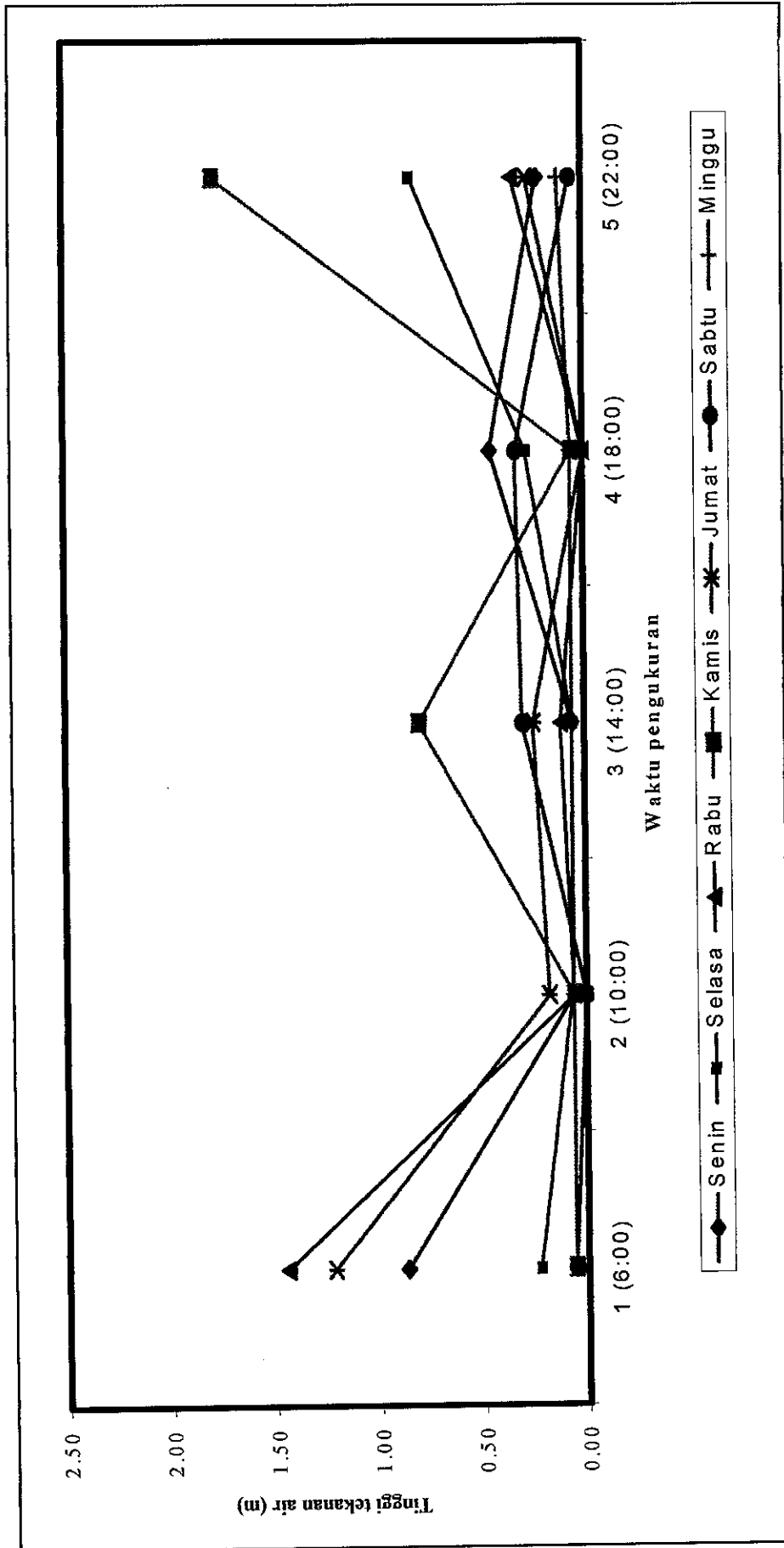


Gambar 4.25. Diagram Tinggi Tekanan Air Rerata Di Lokasi # 3

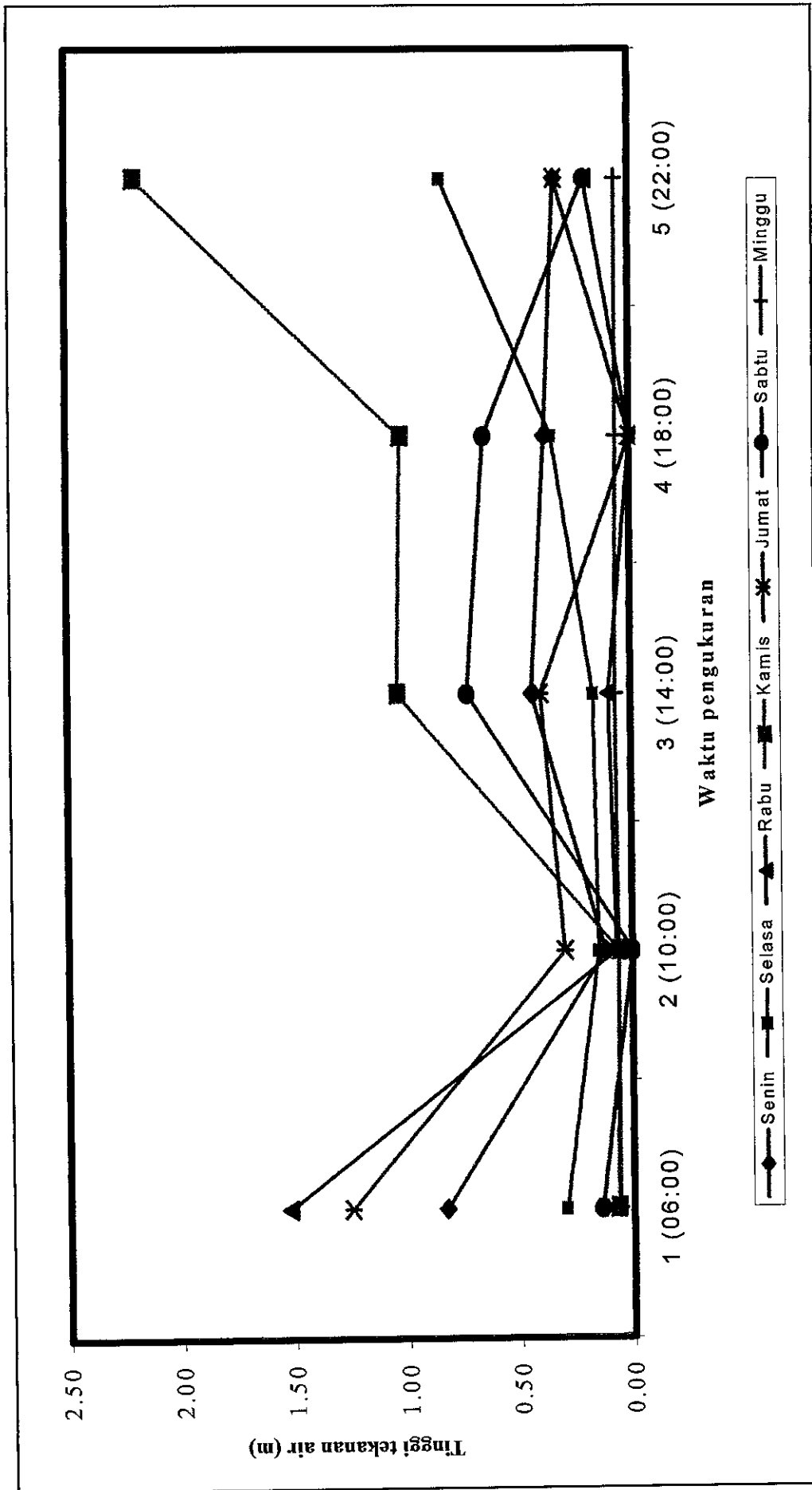
Dari hasil di atas diketahui bahwa tekanan air rerata di lokasi # 3 setelah diperhitungkan terhadap 7 hari pengukuran tertinggi adalah pada pengukuran ke 1 pukul 06:00 dan terendah adalah pada pengukuran ke 2 pukul 10:00.



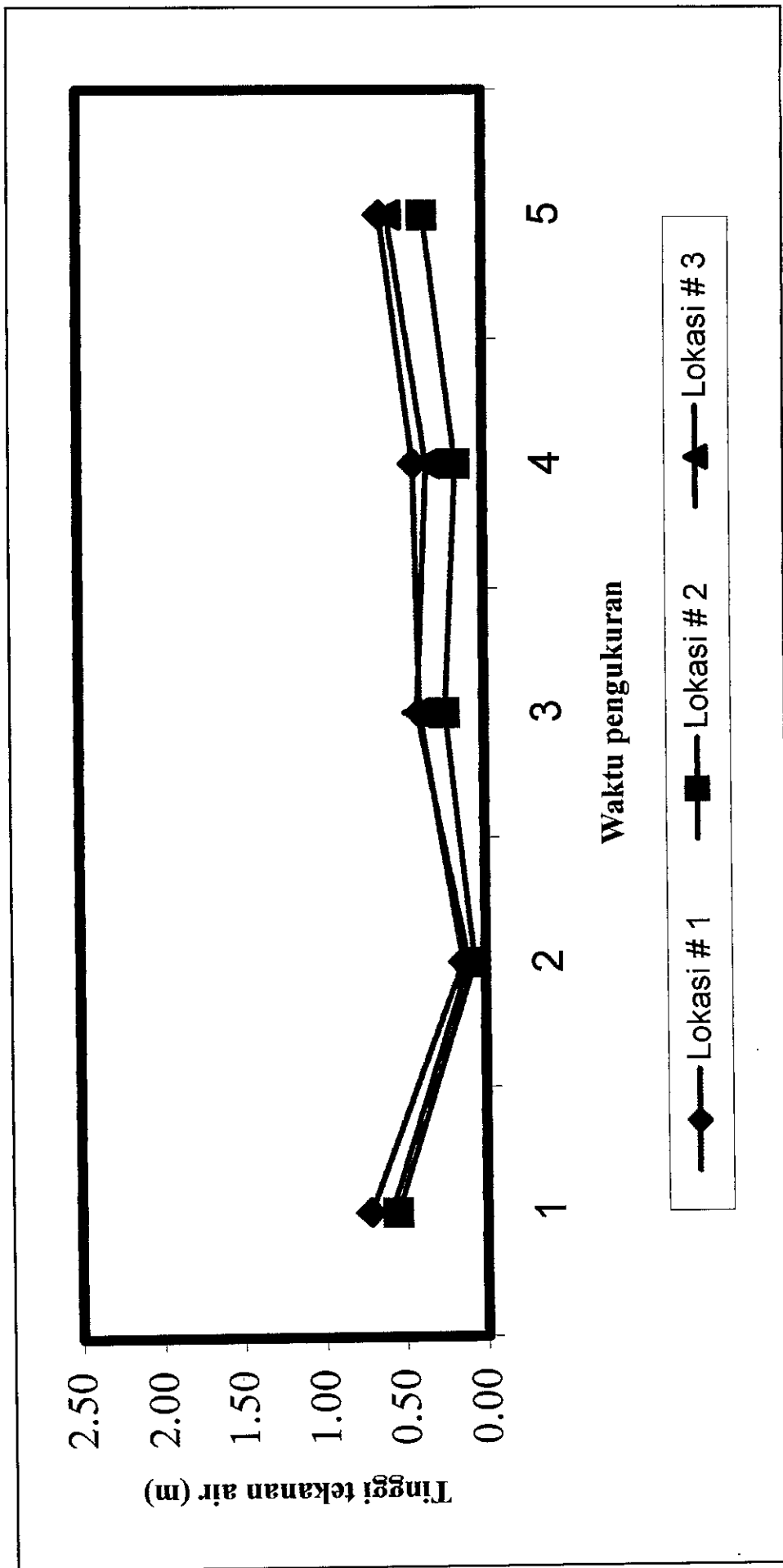
Gambar 4.26. Diagram Tinggi Tekanan Air 7 Hari Di Lokasi # 1



Gambar 4.27. Diagram Tinggi Tekanan Air 7 Hari Di Lokasi # 2



Gambar 4.28. Diagram Tinggi Tekanan Air 7 Hari Di Lokasi # 3



Gambar 4.29. Diagram Tinggi Tekanan Air Rerata Di Lokasi # 1, Lokasi # 2, dan Lokasi # 3

Tabel 4.25. Hubungan Antara Tinggi Tekanan Air Dan Aktifitas Penghuni Di Lokasi # 1

Hari	Pengukuran ke 1 pukul 06:00		Pengukuran ke 2 pukul 10:00		Pengukuran ke 3 pukul 14:00		Pengukuran ke 4 pukul 18:00		Pengukuran ke 5 pukul 22:00	
	Tinggi tekanan air (m)	Aktifitas penghuni	Tinggi tekanan air (m)	Aktifitas penghuni	Tinggi tekanan air (m)	Aktifitas penghuni	Tinggi tekanan air (m)	Aktifitas penghuni	Tinggi tekanan air (m)	Aktifitas penghuni
Senin	0,93	-	0,14	mencuci	0,22	-	0,56	mandi	0,32	-
Selasa	0,66	mandi	0,11	memasak	0,32	-	0,75	-	1,20	-
Rabu	1,70	-	0,12	memasak	0,18	mencuci	-	-	0,12	mencuci
Kamis	0,09	mencuci	0,35	memasak	1,20	-	1,02	-	2,35	-
Jumat	1,53	-	0,20	memasak	0,28	-	-	mandi	0,35	-
Sabtu	0,10	mandi	-	-	0,56	mencuci	0,60	-	0,06	mencuci
Minggu	0,06	-	0,06	memasak	0,06	-	0,06	mencuci	0,06	-
Rerata	0,72		0,14		0,40		0,43		0,64	

Sumber : Survey Data Primer

Keterangan :

Mencuci bisa berupa mencuci pakaian, mencuci piring gelas, atau mencuci sepeda motor.

Tabel 4.26. Hubungan Antara Tinggi Tekanan Air Dan Aktifitas Penghuni Di Lokasi # 2

Hari	Pengukuran ke 1 pukul 06:00		Pengukuran ke 2 pukul 10:00		Pengukuran ke 3 pukul 14:00		Pengukuran ke 4 pukul 18:00		Pengukuran ke 5 pukul 22:00	
	Tinggi tekanan air (m)	Aktifitas penghuni	Tinggi tekanan air (m)	Aktifitas penghuni	Tinggi tekanan air (m)	Aktifitas penghuni	Tinggi tekanan air (m)	Aktifitas penghuni	Tinggi tekanan air (m)	Aktifitas penghuni
Senin	0,87	-	0,06	mencuci	0,06	mencuci	0,45	-	0,22	-
Selasa	0,23	-	0,07	memasak	0,06	mencuci	0,28	mandi	0,83	-
Rabu	1,45	-	0,06	mencuci	0,12	memasak	-	-	0,34	-
Kamis	0,06	-	0,06	mencuci	0,80	-	0,06	memasak	1,78	-
Jumat	1,22	mandi	0,18	memasak	0,25	-	-	-	0,27	mencuci
Sabtu	0,06	-	-	-	0,30	-	0,33	mencuci	0,06	-
Minggu	0,06	-	0,06	memasak	0,06	-	0,06	mandi	0,12	-
Rerata	0,56		0,07		0,24		0,17		0,37	

Sumber : Survey Data Primer

Keterangan :

Mencuci bisa berupa mencuci pakaian, mencuci piring gelas, atau mencuci sepeda motor.

Tabel 4.27. Hubungan Antara Tinggi Tekanan Air Dan Aktifitas Penghuni Di Lokasi # 3

Hari	Pengukuran ke 1 pukul 06:00		Pengukuran ke 2 pukul 10:00		Pengukuran ke 3 pukul 14:00		Pengukuran ke 4 pukul 18:00		Pengukuran ke 5 pukul 22:00	
	Tinggi tekanan air (m)	Aktifitas penghuni	Tinggi tekanan air (m)	Aktifitas penghuni	Tinggi tekanan air (m)	Aktifitas penghuni	Tinggi tekanan air (m)	Aktifitas penghuni	Tinggi tekanan air (m)	Aktifitas penghuni
Senin	0,83	-	0,12	mandi	0,44	-	0,38	memasak	0,33	-
Selasa	0,30	-	0,15	mandi	0,17	-	0,35	mencuci	0,84	-
Rabu	1,53	-	0,07	memasak	0,10	-	-	-	0,20	mencuci
Kamis	0,07	mandi	0,06	mencuci	1,04	-	1,02	-	2,20	-
Jumat	1,25	-	0,30	memasak	0,40	-	-	-	0,33	mencuci
Sabtu	0,14	-	-	-	0,73	mencuci	0,65	mandi	0,20	-
Minggu	0,06	-	0,06	mencuci	0,07	-	0,06	mandi	0,06	-
Rerata	0,60		0,11		0,42		0,35		0,59	

Sumber : Survey Data Primer

Keterangan :

Mencuci bisa berupa mencuci pakaian, mencuci piring gelas, atau mencuci sepeda motor.

Data hasil pengukuran tekanan air dan aktifitas penghuni di 3 titik survey selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran B.

4.3. Kontinuitas Aliran

Pengamatan dilaksanakan pada kondisi pengaliran air apakah mengalir atau tidak terhadap 3 titik survey pada kran PDAM yang telah ditentukan sebagai sampel, dengan rentang waktu yang sama dengan pengukuran tekanan air.

Data kontinuitas aliran berupa pengamatan kondisi pengaliran air dari tiap-tiap titik survey pada 3 pelanggan dapat dilihat pada **Tabel 4.28.** berikut ini.

Tabel 4.28. Pengaliran Air 7 Hari Di Lokasi # 1, Lokasi # 2 dan Lokasi # 3

Hari	Waktu Pengamatan tiap 1 jam	Waktu Pengamatan kondisi air mengalir	Waktu Pengamatan kondisi air tidak mengalir	Lama pengaliran
Senin	Pukul 01:00 - 24:00	Pukul 01:00 - 24:00	-	24 jam
Selasa	Pukul 01:00 - 24:00	Pukul 01:00 - 24:00	-	24 jam
Rabu	Pukul 01:00 - 24:00	Pukul 01:00 - 17:00 19:00 - 24:00	Pukul 18:00	< 24 jam
Kamis	Pukul 01:00 - 24:00	Pukul 01:00 - 24:00	-	24 jam
Jumat	Pukul 01:00 - 24:00	Pukul 01:00 - 17:00 19:00 - 24:00	Pukul 18:00	< 24 jam
Sabtu	Pukul 01:00 - 24:00	Pukul 01:00 - 09:00 11:00 - 24:00	Pukul 10:00	< 24 jam
Minggu	Pukul 01:00 - 24:00	Pukul 01:00 - 24:00	-	24 jam

Sumber : Survey Data Primer

Dari hasil diatas diketahui bahwa kontinuitas aliran dengan waktu pengamatan tiap 1 jam di lokasi # 1, lokasi # 2 dan lokasi # 3 pada hari Senin, Selasa, Kamis, dan Minggu kondisi air mengalir 24 jam, sedangkan pada Rabu, Jumat, dan Sabtu kondisi air mengalir kurang dari 24 jam.

Data hasil pengamatan kontinuitas aliran di 3 titik survey selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran C.

4.4. Kualitas Air

Pengumpulan data dilaksanakan dengan melakukan pengetesan di laboratorium terhadap 3 sampel air PDAM dari 3 pelanggan sesuai dengan titik-titik survey yang telah dilakukan dan pengumpulan data kualitas air pada sumber air dari hasil test laboratorium PDAM Kota Semarang. Dalam hal ini untuk kualitas air di pelanggan pengetesan dilaksanakan di laboratorium SUCOFINDO Cabang Semarang terhadap standar kualitas air bersih di Indonesia yaitu Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor : 416/MENKES/PER/IX/1990.

Pengetesan dilakukan di Laboratorium SUCOFINDO Cabang Semarang karena berdasarkan Surat Keputusan Gubernur Kepala Daerah Tingkat I Jawa Tengah Nomor : 660.1/10/1996, dan Perubahan Lampiran Keputusan Gubernur Kepala Daerah Tingkat I Jawa Tengah Nomor : 660.1/29/1990 adalah merupakan salah satu dari 9 laboratorium yang ditunjuk sebagai laboratorium penguji kualitas air, udara, kebisingan dan getaran di Jawa Tengah. Selain itu juga sudah memiliki Sertifikat Akreditasi dari SISTEM AKREDITASI LABORATORIUM – KOMITE AKREDITASI NASIONAL (KAN) PEDOMAN BSN 01 – 1991 : PERSYARATAN UMUM KEMAMPUAN LABORATORIUM KALIBRASI DAN LABORATORIUM PENGUJI. Adapun hasil analisa laboratorium terhadap kualitas air di pelanggan dan kualitas air di sumber air pada musim kemarau dan musim hujan dapat dilihat pada **Tabel 4.29.** dan **Tabel 4.30.** berikut ini.

Tabel 4.29. Kualitas Air Bersih Di Lokasi # 1, Lokasi # 2, dan Lokasi # 3 Pada Musim Kemarau dan Musim Hujan

No	Parameter	Satuan	Hasil Pengujian									Kadar Maksimum Yang Diperbolehkan	Metode
			Lokasi # 1		Lokasi # 2		Lokasi # 3		Kemarau	Hujan	Hujan		
			Kemarau	Hujan	Kemarau	Hujan	Kemarau	Hujan					
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)			
A. MIKROBIOLOGI :													
1.	Coliform	/100 ml	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	50	MPN	
2.	E. Coli	/100 ml	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	-	MPN	
B. FISIKA :													
1.	Jumlah Zat Padat Terlarut	mg/l	420	320	440	325	430	318	1500	Gravimetri			
2.	Warna	Skala Pt-Co	2	2	2	2	2	2	50	Kolorimetri			
3.	Bau		Tidak berbau	Tidak berbau	Tidak berbau	Tidak berbau	Tidak berbau	Tidak berbau	Tidak berbau	Organoleptik			
4.	Rasa		Tidak berbau	Tidak berbau	Tidak berbau	Tidak berbau	Tidak berbau	Tidak berbau	Tidak berbau	Organoleptik			
5.	Kekeruhan	Skala NTU	1	181 *	1	80 *	1	295 *	25	Turbidimetri			
C. KIMIA :													
1.	Ph		6,8	7,4	6,8	7,8	6,6	7,5	6,5 - 9,0	Elektrometri			
2.	Kalsium (Ca)	mg/l	28,14	39,28	22,51	37,59	31,89	38,72		AAS			
3.	Besi (Fe)	mg/l	<0,04	0,11	<0,04	0,22	<0,04	0,20	1,0	AAS			
4.	Mangan (Mn)	mg/l	<0,02	0,63 *	<0,02	0,66 *	<0,02	0,62 *	0,5	AAS			
5.	Magnesium (Mg)	mg/l	4,93	8,16	9,48	8,85	7,58	8,16		AAS			
6.	Sodium (Na)	mg/l	84,75	36,20	88,03	38,36	76,96	36,57		AAS			
7.	Potassium (K ⁺)	mg/l	0,58	0,80	0,56	0,74	0,48	0,87		AAS			
8.	Seng (Zn)	mg/l	<0,008	0,08	<0,008	0,07	<0,008	0,06	15	AAS			
9.	Bikarbonat (HCO ₃)	mg/l	249,70	177,62	271,58	171,18	261,28	184,06		Titrimetri			
10.	Klorida (Cl)	mg/l	45,99	21,91	42,15	21,91	45,99	26,29	600	Argentometri			

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
11.	Flouride (F)	mg/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	1,5	Kolorimetri
12.	Nitrat (NO ₃)	mg/l	0,75	0,36	0,31	0,58	0,06	0,06	10	Kolorimetri
13.	Nitrit (NO ₂)	mg/l	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	1,0	Kolorimetri
14.	Sulfat (SO ₄)	mg/l	5,26	34,71	4,89	44,22	5,04	23,24	400	Turbidimetri
15.	Arsen (As)	mg/l	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,05	A.A.S
16.	Kadmium (Cd)	mg/l	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,005	A.A.S
17.	Sianida (CN)	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,1	Kolorimetri
18.	Kromium, Valensi 6	mg/l	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,05	Kolorimetri
19.	Timbal (Pb)	mg/l	<0,01	<0,001	<0,01	<0,001	<0,01	<0,001	0,05	A.A.S
20.	Air Raksa (Hg)	mg/l	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	A.A.S
21.	Selenium (Se)	mg/l	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,01	A.A.S
22.	Zat Organik (KMnO ₄)	mg/l	0,0	0,07	0,0	0,09	0,0	0,07	10	Permanganatometri
23.	Surfactans Anionic as MBAS	mg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,5	Ekstraksi
24.	Kesadahan CaCO ₃	mg/l	90,58	131,7	95,26	130,32	110,86	130,30	500	Komplexometri

Sumber : Laporan Hasil Analisa Laboratorium SUCOFINDO Cabang Semarang

Keterangan :

* Hasil test laboratorium yang tidak memenuhi syarat

Kadar maksimum yang diperbolehkan berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor : 416/MENKES/PER/IX/1990.

**Tabel 4.30. Kualitas Air Baku Di Lokasi Instalasi Kali Garang
Pada Musim Kemarau Dan Musim Hujan**

Tanggal Pengetesan	Jenis Musim	Kekeruhan (<i>Turbidity</i>) / NTU											
		pH						Pukul					
		07:00	15:00	23:00	07:00	10:00	13:00	16:00	19:00	22:00	01:00	04:00	
26 Oktober 2001	Kemarau	7,96	7,92	7,84	310	240	255	210	-	-	-	-	-
14 Januari 2002	Hujan	8,10	8,10	8,10	106	119	106	94	82	118	128	132	

Sumber : PDAM Kota Semarang

Keterangan :

- Listrik mati

Tanggal pengetesan kualitas air di sumber air disesuaikan dengan tanggal pengetesan kualitas air di pelanggan.

Kadar maksimum yang diperbolehkan berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor : 416/MENKES/PER/IX/1990.

Dari hasil di atas diketahui bahwa kualitas air di lokasi # 1, lokasi # 2, dan lokasi # 3 pada musim kemarau terhadap syarat-syarat Mikrobiologi, Fisika, dan Kimia sudah memenuhi persyaratan air bersih yang telah ditentukan. Sedangkan pada musim hujan di ketiga lokasi tersebut untuk syarat-syarat Fisika parameter Kekeruhan dan syarat-syarat Kimia parameter Mangan (Mn) melebihi kadar maksimum yang diperbolehkan. Demikian pula untuk kualitas air baku di lokasi instalasi Kali Garang pada musim kemarau parameter pH sudah memenuhi syarat, sedangkan parameter Kekeruhan melebihi kadar maksimum yang ditentukan. Untuk musim hujan parameter pH sudah memenuhi syarat dan parameter Kekeruhan juga melebihi kadar maksimum yang ditentukan. Data hasil pengetesan kualitas air bersih di 3 titik survey dan hasil pengetesan kualitas air baku di lokasi instalasi Kali Garang selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran D.

4.5. Karakteristik Pemakai Air

Karakteristik pemakai air di Kampung Pesaten Kelurahan Rejomulyo Semarang dengan melihat adanya hubungan antara komponen-komponen : jumlah pelanggan, jumlah penghuni dalam tiap-tiap rumah pelanggan, pekerjaan penghuni, usia/umur penghuni, fungsi rumah, keberadaan sumber air selain PDAM, dan jumlah kendaraan terhadap pemakaian air bersih PDAM. Pengumpulan data dilakukan dengan mengadakan survey ke rumah-rumah pelanggan dan untuk kemudian hasilnya dicatat pada form yang sudah ada. Hasil survey karakteristik pemakai air dapat dilihat pada **Tabel 4.31.** berikut ini.

Tabel 4.31. Data Karakteristik Pemakai Air Bersih PDAM
Di Kampung Pesaten Kelurahan Rejomulyo Semarang (Tahun 2001)

No	Alamat Pelanggan	Jumlah Penghuni	Jumlah Penghuni Berdasarkan Pekerjaan			Jumlah Penghuni Berdasarkan Usia			Fungsi Rumah	Sumber Air Selain PDAM	Jumlah Kendaraan	
			Bekerja	Sekolah	Tidak Sekolah	< 5 th	5 th- 17 th	> 17 th			Sepeda Motor	Mobil
1.	Kp. Pesaten 15 A	1	1	-	-	-	-	1	Rumah tangga dan niaga	Sumur bor	1	-
2.	Kp. Pesaten 15 B	5	2	1	2	-	-	5	Rumah tangga dan niaga	Sumur bor	1	1
3.	Kp. Pesaten 381	-	-	-	-	-	-	-	Rumah tangga	-	-	-
4.	Kp. Pesaten 382	1	1	-	-	-	-	1	Rumah tangga	Sumur biasa	1	1
5.	Kp. Pesaten 384	5	2	3	-	-	-	4	Rumah tangga	Sumur biasa	2	-
6.	Kp. Pesaten 385	3	1	-	2	-	-	3	Rumah tangga	-	-	-
7.	Kp. Pesaten 386	1	1	-	-	-	-	1	Rumah tangga	-	-	-
8.	Kp. Pesaten 387 *	2	2	-	-	-	-	2	Rumah tangga dan niaga	Sumur biasa	2	1
9.	Kp. Pesaten 388	3	2	-	1	-	-	3	Rumah tangga dan niaga	-	1	2
10.	Kp. Pesaten 389	3	1	1	1	-	-	3	Rumah tangga dan niaga	Sumur biasa	2	-
11.	Kp. Pesaten 390	6	1	2	3	-	-	4	Rumah tangga	Sumur biasa	-	-
12.	Kp. Pesaten 392	1	1	-	-	-	-	1	Rumah tangga	Sumur biasa	-	-
13.	Kp. Pesaten 393	5	2	3	-	-	-	3	Rumah tangga	Sumur biasa	1	-
14.	Kp. Pesaten 394	6	3	1	2	1	1	4	Rumah tangga dan niaga	Sumur biasa	1	2
15.	Kp. Pesaten 395	2	-	-	2	-	-	2	Rumah tangga	Sumur biasa	1	-
16.	Kp. Pesaten 396 *	5	1	2	2	1	1	2	Rumah tangga	Sumur biasa	3	1
17.	Kp. Pesaten 397	4	1	2	1	-	-	2	Rumah tangga	Sumur biasa	2	1
18.	Kp. Pesaten 399	6	2	4	-	-	-	3	Rumah tangga dan niaga	-	2	-
19.	Kp. Pesaten 400	2	2	-	-	-	-	2	Rumah tangga	-	2	-
20.	Kp. Pesaten 402	6	1	4	1	-	-	4	Rumah tangga	Sumur biasa	2	-
21.	Kp. Pesaten 403	1	1	-	-	-	-	1	Rumah tangga	Sumur biasa	-	-
22.	Kp. Pesaten 404	1	1	-	-	-	-	1	Rumah tangga	-	1	-
23.	Kp. Pesaten 405	5	2	1	2	1	1	4	Rumah tangga	Sumur biasa	1	-
24.	Kp. Pesaten 406 *	3	2	-	1	-	-	2	Rumah tangga dan niaga	-	1	-
25.	Kp. Pesaten 407	4	2	2	-	-	-	3	Rumah tangga	Sumur biasa	2	-
26.	Kp. Pesaten 408	3	2	-	1	-	-	3	Rumah tangga	Sumur biasa	-	-
27.	Kp. Pesaten 409	-	-	-	-	-	-	-	Rumah tangga	Sumur biasa	1	-
28.	Kp. Pesaten 410	3	1	1	1	-	-	3	Rumah tangga	Sumur biasa	1	1
29.	Kp. Pesaten 411	5	4	-	1	-	-	5	Rumah tangga	Sumur bor	1	-
30.	Kp. Pesaten 412	6	2	4	-	-	-	3	Rumah tangga	Sumur bor	2	-
31.	Kp. Pesaten 413	6	4	-	2	1	1	5	Rumah tangga	Sumur biasa	1	-

Sumber : Survey Data Primer

Keterangan :

* Lokasi pengukuran tekanan air, kontinuitas aliran, dan kualitas air
Sumur biasa air kotor, berbau dan asin

Dari hasil di atas diketahui bahwa jumlah penghuni dari tiap-tiap rumah pelanggan air bersih PDAM terbesar adalah 6 orang dan terkecil adalah 1 orang selain terdapat pula dua rumah dihuni oleh 1 keluarga. Dari segi pekerjaan pemakai air bersih PDAM terbanyak adalah bekerja 48 orang kemudian sekolah 31 orang, dan tidak bekerja 25 orang. Dari segi usia/umur pemakai air bersih PDAM terbanyak adalah berusia lebih dari 17 tahun 80 orang kemudian berusia 5 tahun sampai dengan 17 tahun 20 orang, dan berusia kurang dari 5 tahun 4 orang. Menurut fungsi rumah terbanyak adalah untuk rumah tangga 23 rumah setelah itu untuk rumah tangga dan niaga 8 rumah. Sedangkan sumber air lain selain PDAM terbanyak adalah sumur biasa 19 buah, setelah itu sumur bor 4 buah, tetapi untuk sumur biasa semua tidak bisa dipakai karena air kotor, berbau dan asin. Jumlah kendaraan terbanyak adalah sepeda motor 35 buah setelah itu mobil 10 buah. Data selengkapnya mengenai karakteristik pemakai air dapat dilihat pada Lampiran E.

4.6. Debit Air

Pengumpulan data dilakukan dengan mengadakan pencarian data di PDAM Kota Semarang khususnya PDAM Cabang Semarang Tengah. Adapun data debit air yang diperlukan adalah data pencatatan debit meter air bulanan berupa data volume pemakaian air bulanan di tingkat pelanggan di Kampung Pesaten Kelurahan Rejomulyo Semarang dengan rentang waktu minimal 1 tahun. Data yang berhasil didapat adalah data volume pemakaian air bulan Januari 2000 sampai dengan Juni 2001.

Data tersebut dapat dilihat pada **Tabel 4.32**. berikut ini sedangkan data stand meter selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran F.

Tabel 4.32. Volume Pemakaian Air Bersih Di Tingkat Pelanggan Di Kampung Pesaten Kelurahan Rejomulyo Semarang (Januari 2000 s/d Juni 2001)

No	Alamat Pelanggan	Volume Pemakaian Air Tahun 2000 (m ³)												Volume Pemakaian Air Tahun 2001 (m ³)					
		Jan	Peb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des	Jan	Peb	Mar	Apr	Mei	Jun
1	Kp. Pesaten 15A	26	20	16	19	20	23	15	18	18	15	12	20	12	9	10	20	20	23
2	Kp. Pesaten 15B	23	21	12	15	9	7	20	20	19	14	10	9	24	25	12	11	16	16
3	Kp. Pesaten 381	8	10	10	9	7	15	9	6	6	5	5	5	9	7	15	15	7	9
4	Kp. Pesaten 382	11	9	15	15	10	9	7	12	10	12	15	5	5	6	15	10	9	7
5	Kp. Pesaten 384	20	15	20	20	18	20	3	19	14	13	14	14	20	15	20	20	20	19
6	Kp. Pesaten 385	15	12	15	6	7	6	5	5	9	13	12	15	16	15	14	6	7	6
7	Kp. Pesaten 386	4	11	8	15	2	15	12	12	16	15	9	15	15	20	15	15	8	10
8	Kp. Pesaten 387 *	30	30	30	40	45	30	30	50	30	30	23	30	19	30	30	40	45	30
9	Kp. Pesaten 388	55	51	31	25	25	20	18	19	16	16	10	13	7	10	3	15	24	30
10	Kp. Pesaten 389	35	30	61	31	66	52	39	27	29	9	11	16	10	10	45	40	59	20
11	Kp. Pesaten 390	20	21	30	20	29	19	24	22	19	13	40	42	48	30	59	30	23	16
12	Kp. Pesaten 392	25	24	26	21	15	32	27	30	29	30	30	9	30	16	15	15	20	25
13	Kp. Pesaten 393	25	25	42	29	37	19	28	22	21	11	40	25	20	20	29	28	22	20
14	Kp. Pesaten 394	40	30	24	24	59	40	39	32	31	30	60	30	30	30	18	15	31	24
15	Kp. Pesaten 395	32	30	21	25	17	30	28	18	18	15	25	25	30	20	20	20	23	12
16	Kp. Pesaten 396 *	25	30	25	25	25	15	20	20	16	20	19	20	30	20	32	25	25	30
17	Kp. Pesaten 397	28	26	29	24	30	23	25	18	10	10	35	24	18	15	38	26	27	24
18	Kp. Pesaten 399	16	9	15	15	15	20	20	16	15	20	8	10	20	20	18	20	20	16
19	Kp. Pesaten 400	16	27	15	16	15	15	15	18	16	19	16	15	20	20	23	20	20	19
20	Kp. Pesaten 402	25	29	30	30	30	35	32	35	27	25	30	30	30	25	27	30	30	25
21	Kp. Pesaten 403	10	10	16	15	15	12	12	10	14	14	15	15	5	15	15	16	16	18
22	Kp. Pesaten 404	4	10	9	19	15	15	16	15	16	9	15	15	16	10	10	9	7	16
23	Kp. Pesaten 405	9	9	15	15	15	23	9	10	12	13	15	15	12	16	15	18	16	19
24	Kp. Pesaten 406 *	25	19	25	25	16	16	20	19	20	25	25	20	25	15	15	16	15	18
25	Kp. Pesaten 407	25	23	25	25	25	50	46	20	2	20	20	16	20	25	50	20	50	48
26	Kp. Pesaten 408	17	16	9	15	16	9	14	15	15	16	15	10	9	9	11	10	15	15
27	Kp. Pesaten 409	6	6	5	5	15	4	11	11	12	11	11	14	14	9	7	7	6	7
28	Kp. Pesaten 410	19	15	20	20	18	20	15	12	10	10	16	16	8	7	10	11	12	12
29	Kp. Pesaten 411	17	15	16	15	15	11	10	13	12	21	15	15	15	20	25	5	15	10
30	Kp. Pesaten 412	22	20	35	20	15	42	15	15	8	7	16	16	15	15	45	15	45	55
31	Kp. Pesaten 413	4	5	15	6	11	15	15	16	20	20	15	15	20	15	30	22	15	15

Sumber : PDAM Cabang Semarang Tengah

Keterangan :

* Lokasi survey tekanan air, kontinuitas aliran, dan kualitas air.

4.7. Topografi

Data topografi didapat dari DPU Kota Semarang berupa Peta topografi yang merupakan peta ketinggian daratan pada daerah Semarang Tengah. Data ini diperlukan untuk mengetahui ketinggian dari tiap-tiap *node* pipa jaringan air bersih PDAM mulai dari sumber air atau reservoir penyuplai air jaringan pipa makro sampai dengan jaringan pipa mikro di lokasi studi. Ditinjau dari segi topografinya daerah Semarang Tengah bagian tengah dan utara merupakan dataran rendah sedangkan bagian selatan merupakan dataran tinggi.

Data elevasi selengkapnya dari Peta topografi dapat dilihat pada Lampiran G.

4.8. Jaringan

Data jaringan diperoleh dari PDAM Cabang Semarang Tengah berupa Peta jaringan pipa PDAM Semarang Tengah dan Peta jaringan pipa di Kampung Pesaten Kelurahan Rejomulyo Semarang. Dari peta jaringan ini dapat diketahui diameter pipa, panjang pipa dan letak pipa.

Data mengenai pipa dapat dilihat selengkapnya pada Peta jaringan PDAM pada Lampiran H.

4.9 *Inflow*

Data *inflow* adalah data yang berhubungan dengan karakteristik sumber air, letak, dan jumlah sumber air ke jaringan. Data ini diperoleh dari PDAM Cabang Semarang Tengah sesuai dengan lokasi daerah studi. Distribusi air ke Kampung Pesaten disuplai dari reservoir Sultan Agung (volume 4.000 m³, elevasi 52,50 m) secara gravitasi dengan debit maksimum 375 liter per detik, debit rerata 325 liter per detik, dan debit minimum 250 liter per detik.

BAB V

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini akan dilakukan analisis dan pembahasan dari hasil pengumpulan dan pengolahan data tentang pelayanan jaringan air bersih PDAM di Kampung Pesaten Kelurahan Rejomulyo Semarang sesuai dengan data hasil survey lapangan dan data penunjang lainnya.

5.1. Analisis

Dari hasil pengumpulan dan pengolahan data dapat diperoleh bahan untuk menganalisa unjuk kerja (*performance*) layanan air bersih yang dikelola oleh PDAM Kota Semarang khususnya di Kampung Pesaten Kelurahan Rejomulyo Semarang, yaitu terutama yang ditunjukkan oleh parameter debit, tekanan air, dan kontinuitas aliran, sedangkan kualitas air hanya sebagai pelengkap.

5.1.1. Analisis Unjuk Kerja Pelayanan Jaringan Air Bersih Berdasarkan Debit

Dalam menganalisa *performance* layanan PDAM Kota Semarang terhadap debit digunakan debit air di Kampung Pesaten Kelurahan Rejomulyo Semarang yang diidentifikasi berdasarkan jumlah pelanggan dan debit pemakaian air (*record* hasil pembacaan meter air) selama 18 bulan dari bulan Januari 2000 sampai dengan Juni 2001. Adapun debit minimum yang digunakan sebagai dasar dalam menganalisis yang seharusnya dipenuhi oleh PDAM adalah sebesar 21 m³ per bulan dengan perhitungan bahwa kebutuhan air (*consumptive use*) adalah 170 liter per orang per hari (DPU) dan setiap pelanggan di Kampung Pesaten rata-rata mempunyai 4 anggota keluarga. Hasil analisis tersebut dapat dilihat pada tabel-tabel berikut ini.

**Tabel 5.1. Pemakaian Air Bersih Di Tingkat Pelanggan Di Kampung Pesaten
Kelurahan Rejomulyo Semarang (Januari 2000 s/d Juni 2001)**

No	Alamat Pelanggan	Volume Pemakaian Air Tahun 2000 (m ³)												Volume Pemakaian Air Tahun 2001 (m ³)						Rerata (m ³ /bln)	Kejadian Kurang
		Jan	Peb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des	Jan	Peb	Mar	Apr	Mei	Jun		
1	Kp. Pesaten 15A	26	20	16	19	20	23	15	18	18	15	12	20	12	9	10	20	23	17.556	Kurang	
2	Kp. Pesaten 15B	23	21	12	15	9	7	20	20	19	14	10	9	24	25	12	11	16	16	15.722	Kurang
3	Kp. Pesaten 381	8	10	10	9	7	15	9	6	6	5	5	5	9	7	15	15	7	9	8.722	Kurang
4	Kp. Pesaten 382	11	9	15	15	10	9	7	12	10	12	15	5	5	6	15	10	9	7	10.111	Kurang
5	Kp. Pesaten 384	20	15	20	20	18	20	3	19	14	13	14	14	20	15	20	20	20	19	16.889	Kurang
6	Kp. Pesaten 385	15	12	15	6	7	6	5	5	9	13	12	15	16	15	14	6	7	6	10.222	Kurang
7	Kp. Pesaten 386	4	11	8	15	2	15	12	12	16	15	9	15	15	20	15	15	8	10	12.056	Kurang
8	Kp. Pesaten 387 *	30	30	30	40	45	30	30	50	30	30	23	30	19	30	30	40	45	30	32.889	
9	Kp. Pesaten 388	55	51	31	25	25	20	18	19	16	16	10	13	7	10	3	15	24	30	21.556	
10	Kp. Pesaten 389	35	30	61	31	66	52	39	27	29	9	11	16	10	10	45	40	59	20	32.778	
11	Kp. Pesaten 390	20	21	30	20	29	19	24	22	19	13	40	42	48	30	59	30	23	16	28.056	
12	Kp. Pesaten 392	25	24	26	21	15	32	27	30	29	30	30	9	30	16	15	15	20	25	23.278	
13	Kp. Pesaten 393	25	25	42	29	37	19	28	22	21	11	40	25	20	20	29	28	22	20	25.722	
14	Kp. Pesaten 394	40	30	24	24	59	40	39	32	31	30	60	30	30	30	18	15	31	24	32.611	
15	Kp. Pesaten 395	32	30	21	25	17	30	28	18	18	15	25	25	30	20	20	20	23	12	22.722	
16	Kp. Pesaten 396 *	25	30	25	25	25	15	20	20	16	20	19	20	30	20	32	25	25	30	24.000	
17	Kp. Pesaten 397	28	26	29	24	30	23	25	18	10	10	35	24	18	15	38	26	27	24	23.889	
18	Kp. Pesaten 399	16	9	15	15	15	20	20	16	15	20	8	10	20	20	18	20	20	16	16.278	Kurang
19	Kp. Pesaten 400	16	27	15	16	15	15	15	18	16	19	16	15	20	20	23	20	20	19	18.056	Kurang
20	Kp. Pesaten 402	25	29	30	30	30	35	32	35	27	25	30	30	30	25	27	30	30	25	29.167	
21	Kp. Pesaten 403	10	10	16	15	15	12	12	10	14	14	15	15	5	15	15	16	16	18	13.500	Kurang
22	Kp. Pesaten 404	4	10	9	19	15	15	16	15	16	9	15	15	16	10	10	9	7	16	12.556	Kurang
23	Kp. Pesaten 405	9	9	15	15	15	23	9	10	12	13	15	15	12	16	15	18	16	19	14.222	Kurang
24	Kp. Pesaten 406 *	25	19	25	25	16	16	20	19	20	25	25	20	25	15	15	16	15	18	19.944	Kurang
25	Kp. Pesaten 407	25	23	25	25	25	50	46	20	2	20	20	16	20	25	50	20	50	48	28.333	
26	Kp. Pesaten 408	17	16	9	15	16	9	14	15	15	16	15	10	9	9	11	10	15	15	13.111	Kurang
27	Kp. Pesaten 409	6	6	5	5	15	4	11	11	12	11	11	14	14	9	7	7	6	7	8.944	Kurang
28	Kp. Pesaten 410	19	15	20	20	18	20	15	12	10	10	16	16	8	7	10	11	12	12	13.944	Kurang
29	Kp. Pesaten 411	17	15	16	15	15	11	10	13	12	21	15	15	15	20	25	5	15	10	14.722	Kurang
30	Kp. Pesaten 412	22	20	35	20	15	42	15	15	8	7	16	16	15	15	45	15	45	55	23.389	
31	Kp. Pesaten 413	4	5	15	6	11	15	15	16	20	20	15	15	20	15	30	22	15	15	15.222	Kurang

Sumber : PDAM Cabang Semarang Tengah

Keterangan :

* Lokasi survey tekanan air, kontinuitas aliran, dan kualitas air.

Tabel 5.2. Tingkat Layanan Air Bersih Di Kampung Pesaten Kelurahan Rejomulyo Semarang (Januari 2000 s/d Juni 2001)

No	Alamat Pelanggan	Debit Rerata (m ³ /bln)	Defisit Maksimum		Defisit Rerata		Keandalan	Status	Jumlah Bulan Gagal
			(m ³ /bln)	Ratio (%)	(m ³ /bln)	Ratio (%)			
1	Kp. Pesaten 15A	17,556	12	57,14	3,44	16,38	0	Gagal	15
2	Kp. Pesaten 15B	15,722	14	66,67	5,28	25,14	0	Gagal	14
3	Kp. Pesaten 381	8,722	16	76,19	12,28	58,48	0	Gagal	18
4	Kp. Pesaten 382	10,111	16	76,19	10,89	51,86	0	Gagal	18
5	Kp. Pesaten 384	16,889	18	85,71	4,11	19,57	0	Gagal	18
6	Kp. Pesaten 385	10,222	16	76,19	10,78	51,33	0	Gagal	18
7	Kp. Pesaten 386	12,056	19	90,48	8,94	42,57	0	Gagal	18
8	Kp. Pesaten 387 *	32,889					1	Sukses	1
9	Kp. Pesaten 388	21,556					1	Sukses	11
10	Kp. Pesaten 389	32,778					1	Sukses	6
11	Kp. Pesaten 390	28,056					1	Sukses	6
12	Kp. Pesaten 392	23,278					1	Sukses	6
13	Kp. Pesaten 393	25,722					1	Sukses	5
14	Kp. Pesaten 394	32,611					1	Sukses	2
15	Kp. Pesaten 395	22,722					1	Sukses	8
16	Kp. Pesaten 396 *	23,444					1	Sukses	8
17	Kp. Pesaten 397	23,889					1	Sukses	5
18	Kp. Pesaten 399	16,278	13	61,90	4,72	22,48	0	Gagal	18
19	Kp. Pesaten 400	18,056	6	28,57	2,94	14,00	0	Gagal	16
20	Kp. Pesaten 402	29,167					1	Sukses	18
21	Kp. Pesaten 403	13,500	16	76,19	7,50	35,71	0	Gagal	18
22	Kp. Pesaten 404	12,556	17	80,95	8,44	40,19	0	Gagal	18
23	Kp. Pesaten 405	14,222	12	57,14	6,78	32,29	0	Gagal	17
24	Kp. Pesaten 406 *	19,944	6	28,57	1,06	5,04	0	Gagal	12
25	Kp. Pesaten 407	28,333					1	Sukses	7
26	Kp. Pesaten 408	13,111	12	57,14	7,89	37,57	0	Gagal	18
27	Kp. Pesaten 409	8,944	17	80,95	12,06	57,43	0	Gagal	18
28	Kp. Pesaten 410	13,944	14	66,67	7,06	33,62	0	Gagal	18
29	Kp. Pesaten 411	14,722	16	76,19	6,28	29,90	0	Gagal	16
30	Kp. Pesaten 412	23,389					1	Sukses	12
31	Kp. Pesaten 413	15,222	17	80,95	5,78	27,52	0	Gagal	16

Keterangan :

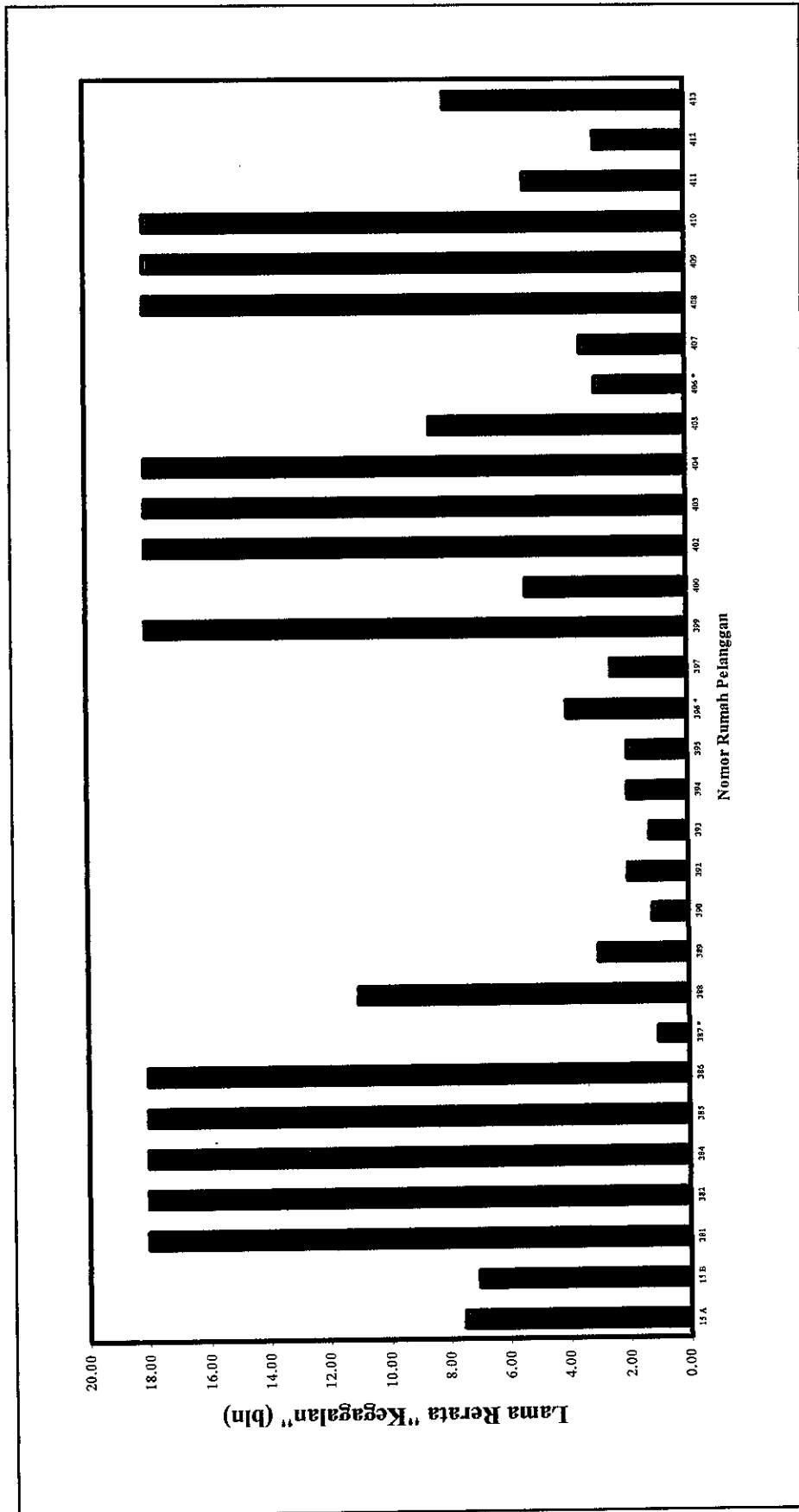
* Lokasi survey tekanan air, kontinuitas aliran, dan kualitas air.

Tabel 5.3. Kegagalan Pelayanan Air Bersih Di Kampung Pesaten Kelurahan Rejomulyo Semarang (Januari 2000 s/d Juni 2001)

NO.	Alamat Pelanggan	Lama Kegagalan Pada Kejadian Gagal Ke					Jumlah Bulan Gagal	Jumlah Kejadian Gagal	Lama Rerata Kegagalan (bln)	Kelentingan
		I	II	III	IV	V				
1	Kp. Pesaten 15A	4	11				15	2	7,50	0,13
2	Kp. Pesaten 15B	10	4				14	2	7,00	0,14
3	Kp. Pesaten 381	18					18	1	18,00	0,06
4	Kp. Pesaten 382	18					18	1	18,00	0,06
5	Kp. Pesaten 384	18					18	1	18,00	0,06
6	Kp. Pesaten 385	18					18	1	18,00	0,06
7	Kp. Pesaten 386	18					18	1	18,00	0,06
8	Kp. Pesaten 387 *	1					1	1	1,00	1,00
9	Kp. Pesaten 388	11					11	1	11,00	0,09
10	Kp. Pesaten 389	5	1				6	2	3,00	0,33
11	Kp. Pesaten 390	1	1	1	2	1	6	5	1,20	0,83
12	Kp. Pesaten 392	1	1	4			6	3	2,00	0,50
13	Kp. Pesaten 393	1	1	2	1		5	4	1,25	0,80
14	Kp. Pesaten 394	2					2	1	2,00	0,50
15	Kp. Pesaten 395	1	3	3	1		8	4	2,00	0,50
16	Kp. Pesaten 396 *	7	1				8	2	4,00	0,25
17	Kp. Pesaten 397	3	2				5	2	2,50	0,40
18	Kp. Pesaten 399	18					18	1	18,00	0,06
19	Kp. Pesaten 400	1	12	3			16	3	5,33	0,19
20	Kp. Pesaten 402	18					18	1	18,00	0,06
21	Kp. Pesaten 403	18					18	1	18,00	0,06
22	Kp. Pesaten 404	18					18	1	18,00	0,06
23	Kp. Pesaten 405	5	12				17	2	8,50	0,12
24	Kp. Pesaten 406 *	1	5	1	5		12	4	3,00	0,33
25	Kp. Pesaten 407	6	1				7	2	3,50	0,29
26	Kp. Pesaten 408	18					18	1	18,00	0,06
27	Kp. Pesaten 409	18					18	1	18,00	0,06
28	Kp. Pesaten 410	18					18	1	18,00	0,06
29	Kp. Pesaten 411	9	4	3			16	3	5,33	0,19
30	Kp. Pesaten 412	1	2	8	1		12	4	3,00	0,33
31	Kp. Pesaten 413	14	2				16	2	8,00	0,13

Keterangan :

* Lokasi survey tekanan air, kontinuitas aliran, dan kualitas air.



Keterangan :

* Lokasi survey tekanan air, kontinuitas aliran, dan kualitas air.

Gambar 5.1. Diagram Lama Rerata Kegagalan Pelayanan Air Bersih PDAM Di Kampung Pesaten Kelurahan Rejomulyo Semarang

Tabel 5.4. Unjuk Kerja Pelayanan Air Bersih Di Kampung Pesaten Kelurahan Rejomulyo Semarang (Januari 2000 s/d Juni 2001)

NO.	PARAMETER	NILAI	UNIT
1.	Kejadian "Kurang"	58,06	%
	Keandalan	41,94	%
2.	DEFISIT MAKSIMUM		
•	Kekurangan rerata	14,28	m ³ /bln
•	Kekurangan minimum	6,00	m ³ /bln
•	Kekurangan maksimum	19,00	m ³ /bln
•	Rasio kekurangan rerata	67,99	%
•	Rasio kekurangan minimum	28,57	%
•	Rasio kekurangan maksimum	90,48	%
3.	DEFISIT RERATA		
•	Kekurangan rerata	7,01	m ³ /bln
•	Kekurangan minimum	1,06	m ³ /bln
•	Kekurangan maksimum	12,28	m ³ /bln
•	Rasio kekurangan rerata	33,39	%
•	Rasio kekurangan minimum	5,04	%
•	Rasio kekurangan maksimum	58,48	%
4.	KELENTINGAN		
•	Lama Rerata Dalam Keadaan "Gagal" Secara Kontinues	9,58	bulan
•	Frekuensi Terjadinya	1,97	kali

5.1.2. Perhitungan Kebutuhan Air Bersih Untuk Program Waterworks

Kebutuhan air bersih diperhitungkan terhadap kebutuhan air jaringan pipa makro PDAM ke Kampung Pesaten Kelurahan Rejomulyo Semarang dan kebutuhan air jaringan pipa mikro PDAM di Kampung Pesaten Kelurahan Rejomulyo Semarang. Perhitungan dilakukan berdasarkan kebutuhan air (*demand*) di tiap-tiap *node* dengan memperhatikan jumlah penduduk, jumlah pemakai air PDAM, dan kebutuhan tiap orang sebesar 170 liter per hari.

Adapun perhitungan kebutuhan air jaringan pipa makro dan mikro selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran I.

5.1.3. Analisis Pengoperasian Jaringan Air Bersih Dengan Program Waterworks

Pengoperasian jaringan air bersih di Kampung Pesaten Kelurahan Rejomulyo Semarang dianalisa menggunakan program Waterworks yang dibagi atas dua bagian yaitu terhadap jaringan pipa makro menuju daerah studi dan jaringan pipa mikro di daerah studi.

Untuk jaringan pipa makro dianalisis sebanyak tiga kali *running* terhadap kondisi eksisting yaitu *Running Test* 1, 2 dan 3 dan satu kali *running* terhadap kondisi setelah adanya perbaikan jaringan yaitu *Running Test* 4. *Running Test* 1 dianalisis menggunakan debit maksimum *inflow* 375 liter per detik (liku karakteristik sumber type 1), *Running Test* 2 menggunakan debit rerata *inflow* 325 liter per detik (liku karakteristik sumber type 2), dan *Running Test* 3 menggunakan debit minimum *inflow* 250 liter per detik (liku karakteristik sumber type 3). Dari

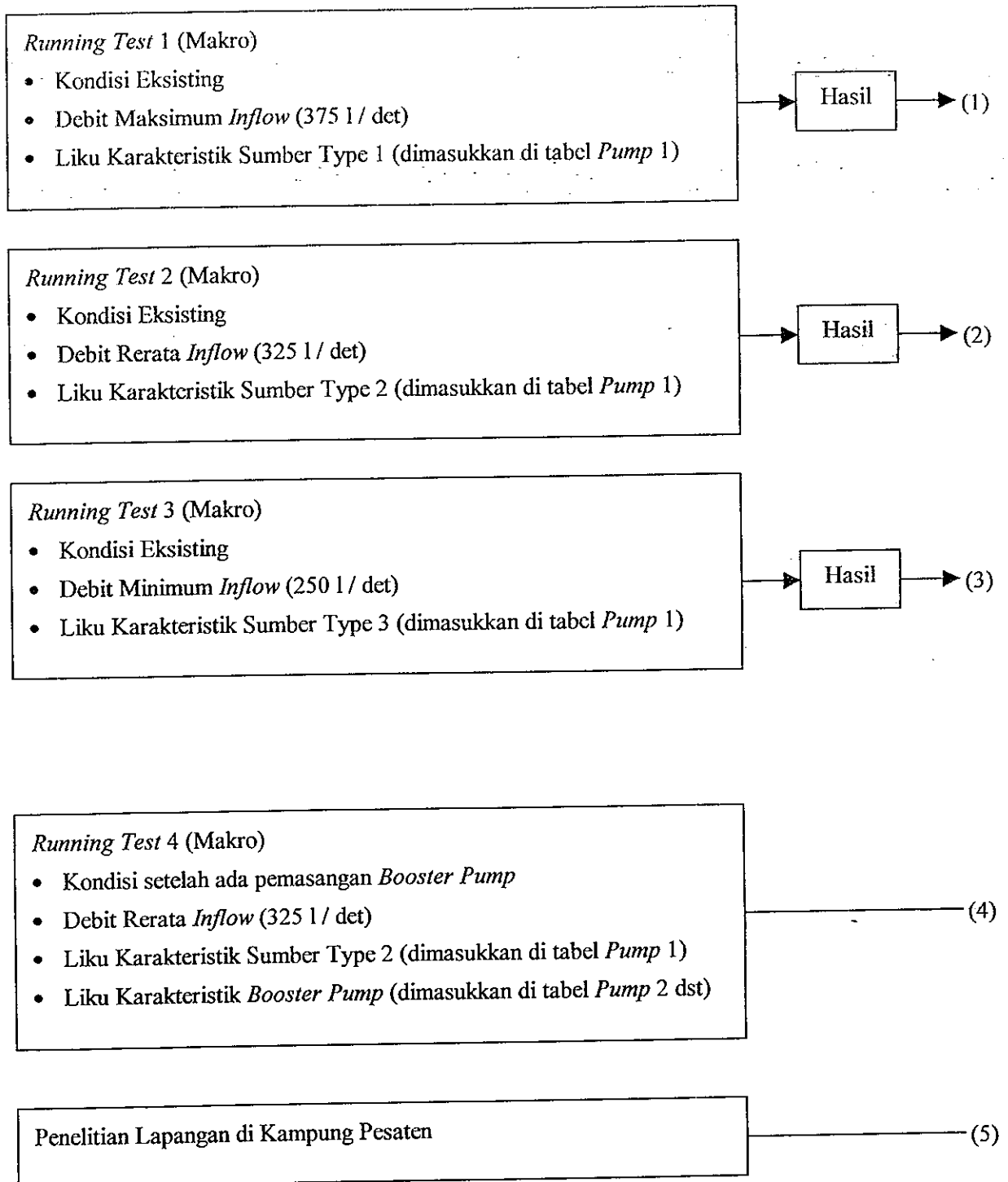
ketiga *running* tersebut akan didapat data *inflow* jaringan pipa mikro di Kampung Pesaten berupa liku karakteristik sumber type 4.

Sebagai pelengkap untuk mengatasi adanya beberapa tekanan air yang rendah di *node-node* tertentu pada jaringan pipa makro, dilakukan *Running Test 4* dengan pemasangan *Booster Pump* menggunakan debit rerata *inflow* 325 liter per detik (liku karakteristik sumber type 2).

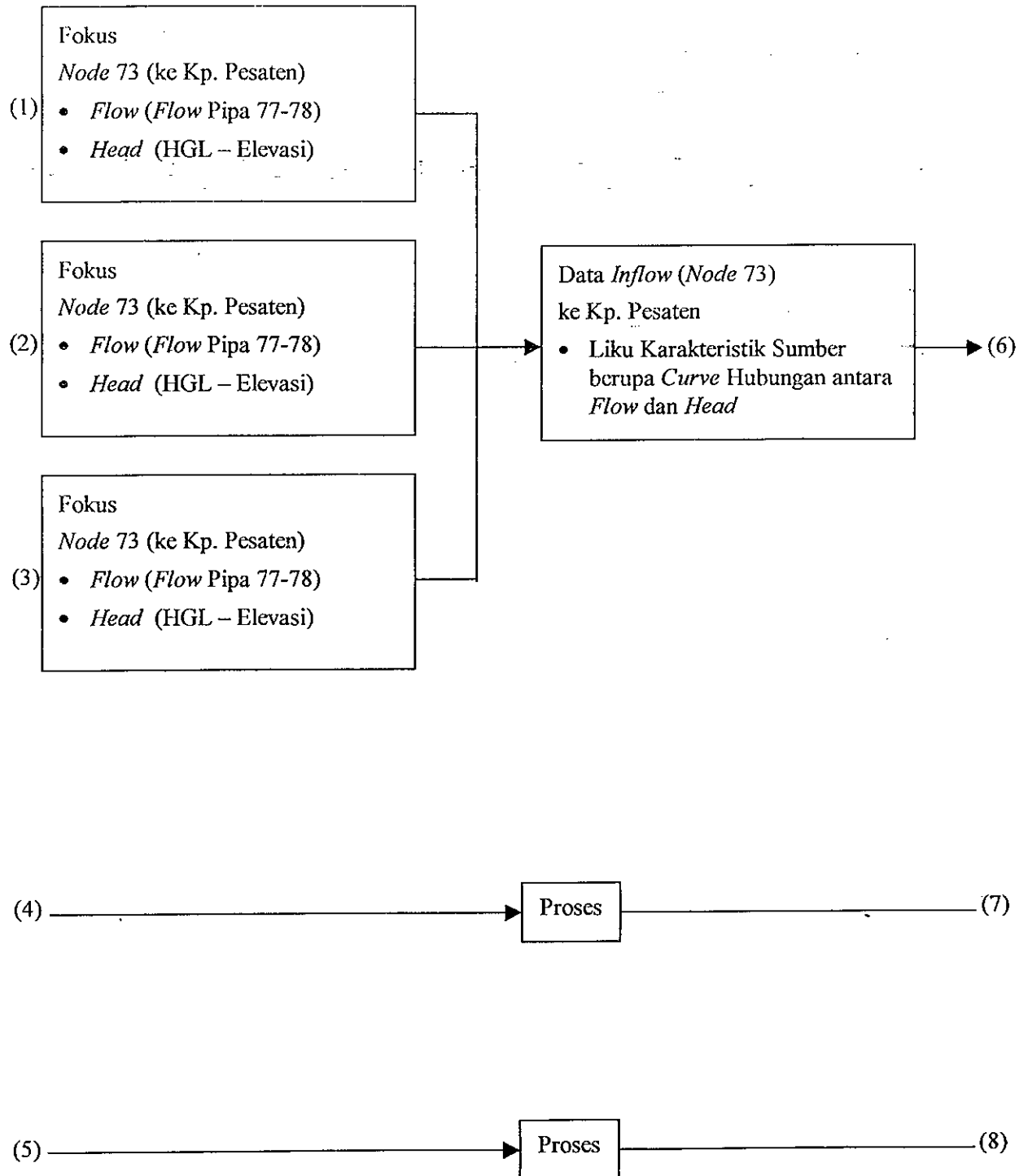
Sedangkan untuk jaringan pipa mikro di Kampung Pesaten dilakukan analisa sebanyak satu kali *running* terhadap kondisi eksisting yaitu *Running Test 5* dan satu kali *running* terhadap kondisi setelah adanya perbaikan jaringan yaitu *Running Test 6*. *Running Test 5* dianalisa dengan menggunakan debit *inflow* hasil *Running Test 1, 2, dan 3* (liku karakteristik sumber type 4).

Demikian juga untuk mengatasi adanya beberapa tekanan air yang tinggi di *node-node* tertentu pada jaringan pipa mikro, dilakukan *Running Test 6* dengan pemasangan *Pressure Reducing Valve* (PRV) menggunakan debit *inflow* hasil *Running Test 1, 2 dan 3* (liku karakteristik sumber type 4).

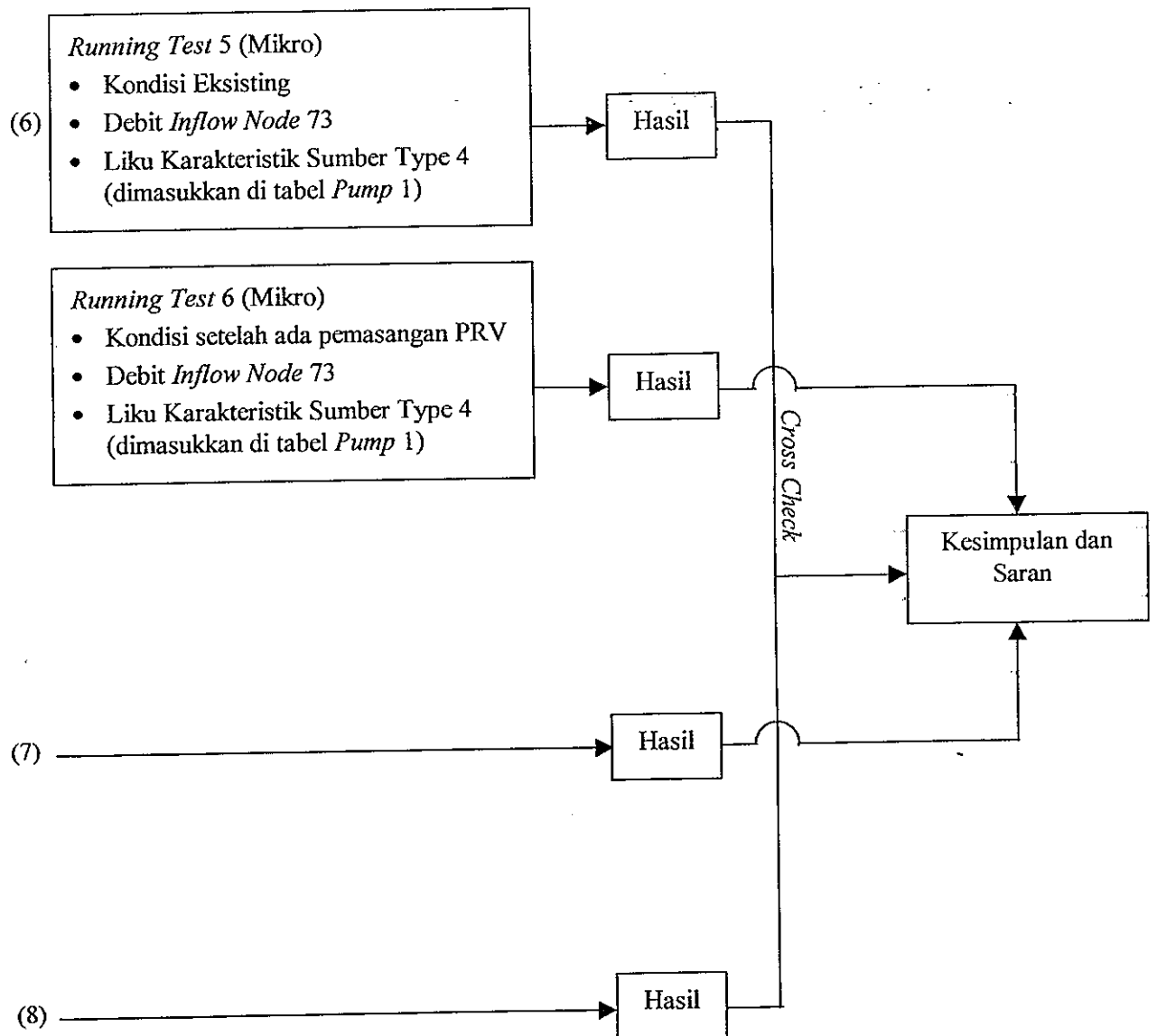
Adapun bagan alir proses pelaksanaan *Running* dengan program Waterworks dapat dilihat pada **Gambar 5.2.** berikut ini, dan hasil *Running Test 1* sampai dengan *Running Test 6* dapat dilihat pada Lampiran J.



Gambar 5.2.
Bagan Alir Proses Pelaksanaan *Running* Dengan Program Waterworks



Gambar 5.2. (Lanjutan)



Gambar 5.2. (Lanjutan)

Untuk kerja pelayanan jaringan air bersih di Kampung Pesaten Kelurahan Rejomulyo Semarang dibandingkan dengan hasil analisis teoritis program waterworks terhadap volume aliran air dan tekanan air. Volume aliran air yang dibandingkan adalah volume aliran air rerata hasil pencatatan meter air pelanggan di lokasi studi, sedangkan tekanan air yang dibandingkan adalah tinggi tekanan air rerata hasil dari pengukuran lapangan seperti tercantum pada **Tabel 5.5.** berikut.

Tabel 5.5. Tinggi Tekanan Air Rerata Lokasi # 1, Lokasi # 2, dan Lokasi # 3

Pengukuran ke	Tinggi Tekanan Air Rerata (m)		
	Lokasi # 1	Lokasi # 2	Lokasi # 3
1	0,72	0,56	0,60
2	0,14	0,07	0,11
3	0,40	0,24	0,42
4	0,43	0,17	0,35
5	0,64	0,37	0,59
Rerata	0,47	0,28	0,41

Adapun hasil perbandingan unjuk kerja dengan program waterworks dapat dilihat pada **Tabel 5.6.** dan **Tabel 5.7.** berikut ini.

Tabel 5.6. Perbandingan Volume Aliran Hasil Pencatatan Meter Air Dengan Hasil Analisis Teoritis

No	Alamat Pelanggan	No. Pipa	Volume Aliran Hasil Dari :			Defisit (l/dt)
			Pencatatan Meter Air Rerata		Analisis Teoritis (Running Test 5)	
			(m ³ /bln)	(l/dt)	(l/dt)	
1.	Kp. Pesaten 15A	5	17,556	0,0068	0,0020	
2.	Kp. Pesaten 15B	4	15,722	0,0061	0,0098	- 0,0037
3.	Kp. Pesaten 381	7	8,722	0,0034	0,0000	
4.	Kp. Pesaten 382	9	10,111	0,0039	0,0020	
5.	Kp. Pesaten 384	11	16,889	0,0065	0,0098	- 0,0033
6.	Kp. Pesaten 385	13	10,222	0,0039	0,0059	- 0,0020
7.	Kp. Pesaten 386	17	12,056	0,0047	0,0020	
8.	Kp. Pesaten 387 *	19	32,889	0,0127	0,0039	
9.	Kp. Pesaten 388	23	21,556	0,0083	0,0059	
10.	Kp. Pesaten 389	25	32,778	0,0126	0,0059	
11.	Kp. Pesaten 390	28	28,056	0,0108	0,0118	- 0,0010
12.	Kp. Pesaten 392	30	23,278	0,0090	0,0020	
13.	Kp. Pesaten 393	34	25,722	0,0099	0,0098	
14.	Kp. Pesaten 394	38	32,611	0,0126	0,0118	
15.	Kp. Pesaten 395	41	22,722	0,0088	0,0039	
16.	Kp. Pesaten 396 *	43	24,000	0,0093	0,0098	
17.	Kp. Pesaten 397	45	23,889	0,0092	0,0079	
18.	Kp. Pesaten 399	36	16,278	0,0063	0,0118	- 0,0055
19.	Kp. Pesaten 400	32	18,056	0,0070	0,0039	
20.	Kp. Pesaten 402	21	29,167	0,0113	0,0118	- 0,0005
21.	Kp. Pesaten 403	15	13,500	0,0052	0,0020	
22.	Kp. Pesaten 404	50	12,556	0,0048	0,0020	
23.	Kp. Pesaten 405	48	14,222	0,0055	0,0098	- 0,0043
24.	Kp. Pesaten 406 *	52	19,944	0,0077	0,0059	
25.	Kp. Pesaten 407	54	28,333	0,0109	0,0079	
26.	Kp. Pesaten 408	56	13,111	0,0051	0,0059	- 0,0008
27.	Kp. Pesaten 409	58	8,944	0,0035	0,0000	
28.	Kp. Pesaten 410	62	13,944	0,0054	0,0059	- 0,0005
29.	Kp. Pesaten 411	64	14,722	0,0057	0,0098	- 0,0041
30.	Kp. Pesaten 412	66	23,389	0,0090	0,0118	- 0,0028
31.	Kp. Pesaten 413	68	15,222	0,0059	0,0118	- 0,0059

Keterangan :

* Lokasi survey tekanan air, kontinuitas aliran, dan kualitas air.
Koefisien korelasi = 0,4326.

Tabel 5.7. Perbandingan Tinggi Tekanan Air Hasil Pengukuran Lapangan Dengan Hasil Analisis Teoritis

No	Alamat Pelanggan	Lokasi	No. Node	Tinggi Tekanan Air Hasil Dari :			Defisit (m)	
				Pengukuran Lapangan Rerata (m)	Analisis Teoritis (<i>Running Test 5</i>)			
					(psi)	(m)		
1.	Kp. Pesaten 15A	Lokasi # 1	6	0,47	63,50	49,21		
2.	Kp. Pesaten 15B		4		63,49	49,20		
3.	Kp. Pesaten 381		8		63,55	49,25		
4.	Kp. Pesaten 382		10		63,54	49,24		
5.	Kp. Pesaten 384		12		63,53	49,24		
6.	Kp. Pesaten 385		14		63,53	49,24		
7.	Kp. Pesaten 386		18		63,53	49,24		
8.	Kp. Pesaten 387		20		63,52	49,23		
9.	Kp. Pesaten 388		24		63,52	49,23		
10.	Kp. Pesaten 389		26		63,51	49,22		
11.	Kp. Pesaten 390		29		63,51	49,22		
12.	Kp. Pesaten 392		31		63,51	49,22		
13.	Kp. Pesaten 393		35		63,50	49,21		
14.	Kp. Pesaten 394		39		63,49	49,20		
15.	Kp. Pesaten 395	42	63,51	49,22	- 48,93			
16.	Kp. Pesaten 396	Lokasi # 2	44	0,28		63,40	49,21	
17.	Kp. Pesaten 397		46	63,51		49,22		
18.	Kp. Pesaten 399		37	63,50		49,21		
19.	Kp. Pesaten 400		33	63,51		49,22		
20.	Kp. Pesaten 402		22	63,51		49,22		
21.	Kp. Pesaten 403		16	63,53		49,24		
22.	Kp. Pesaten 404		51	63,52		49,23		
23.	Kp. Pesaten 405		49	63,51		49,22		
24.	Kp. Pesaten 406		Lokasi # 3	53		0,41	63,51	49,22
25.	Kp. Pesaten 407			55		63,51	49,22	
26.	Kp. Pesaten 408			57		63,51	49,22	
27.	Kp. Pesaten 409			59		63,52	49,23	
28.	Kp. Pesaten 410			62		63,51	49,22	
29.	Kp. Pesaten 411			64	63,51	49,22		
30.	Kp. Pesaten 412	66		63,50	49,21			
31.	Kp. Pesaten 413	68		63,50	49,21			

Keterangan :

psi = pounds per square inch

1 psi = 0,775 m

5.1.4. Analisis Koefisien Korelasi

Analisis koefisien korelasi yang dilakukan adalah analisis koefisien korelasi terhadap volume aliran hasil pencatatan meter air dengan volume aliran hasil analisis program Waterworks, dan dari hasil perhitungan didapat koefisien korelasi adalah sebesar 0,4326 dengan interpretasi bahwa hubungan antara kedua variabel tersebut adalah agak rendah.

Adapun perhitungan koefisien korelasi dan hasil yang diperoleh dari analisis statistik tersebut dapat dilihat pada Lampiran K.

5.2. Pembahasan

Dari hasil analisis unjuk kerja layanan air bersih berdasarkan survey lapangan dan analisis teoritis dengan program Waterworks dapat diketahui hasil-hasil dari unjuk kerja (*performance*) layanan air bersih PDAM di Kampung Pesaten Kelurahan Rejomulyo Semarang dalam hubungannya dengan parameter debit, tekanan air, dan kontinuitas aliran sebagai fokus utama analisis sedangkan parameter kualitas air sebagai pelengkap dan penunjang analisis.

5.2.1. Hasil Analisis Debit Air

Tingkat layanan pada pelanggan diidentifikasi berdasarkan debit aliran yang sampai ke pelanggan. Jadi asumsi dasarnya adalah air yang tercatat di meter air tiap-tiap pelanggan mencerminkan kemampuan layanan jaringan PDAM. Dari Tabel 5.4. di atas, dapat diidentifikasi bahwa berdasarkan debit layanan rerata

terdapat lebih dari 50% (58,06%) dari 31 pelanggan di lokasi Kampung Pesaten Kelurahan Rejomulyo Semarang yang debit rerata bulanannya kurang dari 21 m^3 per bulan (nilai kebutuhan minimum tiap-tiap pelanggan). Perlu ditekankan disini bahwa pemakaian nilai rerata debit bulanan merupakan indikator yang moderat. Pada kenyataannya, kejadian-kejadian dimana pelanggan menerima debit aliran yang kurang dari 21 m^3 per bulan lebih banyak terjadi hal ini dapat dilihat pada **Tabel 5.2.** kolom 10.

Tingkat kerawanan “kegagalan” diukur dari seberapa besar terjadinya defisit. Berdasarkan debit rerata bulanan, nilai defisit rerata sekitar $7,01 \text{ m}^3$ per bulan (= 33,39% defisit), dengan defisit minimum adalah $1,06 \text{ m}^3$ per bulan (= 5,05% defisit) dan defisit maksimum sekitar $12,28 \text{ m}^3$ per bulan (= 58,48% defisit). Sehingga secara rata-rata terjadi kekurangan air sebesar 33% dari debit minimum.

Dari analisis tentang kejadian “kegagalan” apabila dilihat pada **Gambar 5.1.** dapat diketahui bahwa di lokasi studi lama rerata kegagalan terbesar adalah sebesar 18 bulan terdapat pada 12 pelanggan yang berarti bahwa pada tiap-tiap 1 kali kejadian gagal secara berturut-turut terdapat 18 bulan gagal, hal itu disebabkan debit air PDAM selama 18 bulan tersebut memang tidak memenuhi standar kebutuhan minimal sebesar 21 m^3 per bulan. Sedangkan lama rerata kegagalan terkecil adalah sebesar 1 bulan terdapat pada 1 pelanggan.

Demikian pula apabila ditinjau pada kejadian “kegagalan” terhadap sistem secara keseluruhan maka lama rerata sistem mengalami kekurangan air (gagal) secara terus menerus adalah sekitar 9 bulan. Frekuensi terjadinya kegagalan secara

rata-rata adalah 1,97 kali. Hal ini dapat diartikan bahwa selama 9 bulan terjadi 1,97 kali kegagalan. Atau setiap kali terjadi kegagalan, maka sistem akan terus berada di dalam kondisi gagal selama sekitar 4 bulan ($= 9 \text{ bulan} / 1,97 \text{ kali gagal}$). Sehingga indeks kelentingan sistem adalah 0,22 ($= 1,97/9$). Secara keseluruhan, tingkat layanan jaringan air bersih PDAM di wilayah Kampung Pesaten Kelurahan Rejomulyo Semarang masih belum memuaskan, yaitu dengan keandalan yang hanya sekitar 40%, dengan lamanya sistem akan berada dalam kondisi gagal sekitar 4 bulan, dan dengan tingkat kegagalan yang sangat bervariasi yaitu antara 5,04% sampai 58,48% defisit.

5.2.2. Hasil Pengamatan Tekanan Air

Dari beberapa pengamatan dengan melakukan pengukuran tinggi tekanan air di lokasi studi diketahui bahwa dari tiga lokasi pengukuran, tinggi tekanan air terendah adalah 0,06 m dan tertinggi adalah 2,20 m, sedangkan dari **Tabel 5.5.** kalau ditinjau dari tinggi tekanan air rerata terendah adalah 0,07 m (Lokasi # 2 pukul 10:00) dan tertinggi adalah 0,72 m (Lokasi # 1 pukul 06:00). Secara keseluruhan tinggi tekanan air rerata terendah adalah 0,28 m (Lokasi # 2) dan tertinggi adalah 0,47 m (Lokasi # 1).

Dari hasil hubungan antara tinggi tekanan air dan aktifitas penghuni di tiga lokasi sampel tersebut diketahui bahwa tekanan air rerata di lokasi # 1 tertinggi adalah pada pengukuran ke 1 pukul 06:00 dimana tidak ada aktifitas lebih banyak dari pada adanya aktifitas (mandi dan mencuci), sedangkan terendah adalah pada pengukuran ke 2 pukul 10:00 dimana lebih banyak aktifitas (mencuci dan

memasak) dari pada tidak adanya aktifitas. Untuk tekanan air rerata di lokasi # 2 tertinggi adalah juga pada pengukuran ke 1 pukul 06:00 dimana tidak ada aktifitas lebih banyak dari pada adanya aktifitas (mandi), dan terendah adalah juga pada pengukuran ke 2 pukul 10:00 dimana lebih banyak aktifitas (memasak dan mencuci) dari pada tidak adanya aktifitas. Demikian pula untuk tekanan air rerata di lokasi # 3 tertinggi adalah pada pengukuran ke 1 pukul 06:00 dimana tidak ada aktifitas lebih banyak dari pada adanya aktifitas (mandi), dan terendah adalah pada pengukuran ke 2 pukul 10:00 dimana lebih banyak aktifitas (mandi, memasak, dan mencuci) dari pada tidak adanya aktifitas.

Data tekanan air pada 3 lokasi sampel tersebut sangat erat hubungannya dengan aktifitas konsumen di seluruh pelanggan pada Kampung Pesaten Kelurahan Rejomulyo Semarang. Dari hasil survey di rumah-rumah pelanggan ternyata pada sekitar pukul 06:00 aktifitas penghuni yang berhubungan dengan pemakaian air hanya sedikit, dimana sebagian kecil melakukan aktifitas mandi karena sebagian besar karyawan, mahasiswa dan pelajar lebih banyak melakukan aktifitas mandi pada sekitar pukul 05:00, sehingga tekanan air rerata pada pukul 06:00 adalah tertinggi, sedangkan pada pukul 10:00 sebagian besar penghuni banyak melakukan aktifitas mencuci dan memasak, sehingga tekanan air rerata pada pukul 10:00 adalah terendah. Sedangkan pada waktu-waktu pengukuran tekanan air yang lainnya yaitu pada pengukuran pukul 14:00, 18:00 dan 22:00 aktifitas penghuni sangat bervariasi dan tidak begitu banyak melakukan kegiatan pemakaian air yang dilakukan secara bersamaan sehingga tekanan air rerata pada waktu-waktu tersebut juga tidak lebih tinggi dari tekanan air pada pukul 06:00 dan tidak lebih rendah dari tekanan air pada pukul 10:00.

5.2.3. Hasil Pengamatan Kontinuitas Aliran

Bila dilihat dari Tabel 4.28. dapat diketahui bahwa di Kampung Pesaten Kelurahan Rejomulyo Semarang juga masih terjadi aliran air tidak mengalir yaitu pada pengamatan hari Rabu pukul 18:00, Jumat pukul 18:00, dan Sabtu pukul 10:00. Hal ini menunjukkan bahwa kontinuitas aliran pada hari-hari tertentu masih belum 24 jam, walaupun yang lain sudah 24 jam dengan asumsi dalam jangka waktu 1 jam pengamatan sekarang dengan yang akan datang air dianggap mengalir.

Dengan demikian dari pengamatan di lapangan selama 1 minggu didapat hasil bahwa di lokasi studi ada sebanyak 3 hari terjadi pengaliran air yang tidak 24 jam dan masing-masing hari hanya terjadi air tidak mengalir sekitar 1 jam, sehingga kalau ditinjau terhadap standar kontinuitas aliran menurut PDAM adalah minimal 8 jam sehari, maka kontinuitas aliran di lokasi studi sudah memenuhi syarat dan dapat dikatakan baik. Walaupun di lokasi studi tidak ada pengaliran air secara tetap tetapi tidak mengalirnya air pada jam-jam tertentu adalah disebabkan adanya penutupan kran suplai air yang sifatnya tidak tetap.

5.2.4. Hasil Test Kualitas Air

Kualitas air di Kampung Pesaten Kelurahan Rejomulyo Semarang dapat diketahui dari hasil test laboratorium di Laboratorim SUCOFINDO Cabang Semarang. Dari Tabel 4.29. dapat diketahui hasil-hasil test kualitas air di lokasi studi pada musim kemarau dan musim hujan. Pengetesan dilakukan terhadap syarat-syarat Mikrobiologi, Fisika, dan Kimia dimana kadar maksimum yang diperbolehkan adalah berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor : 416/MENKES/PER/IX/1990.

Secara keseluruhan pada musim kemarau kualitas air sudah memenuhi syarat air bersih, sedangkan pada musim hujan di Lokasi # 1 parameter Kekeruhan adalah 181 Skala NTU, di Lokasi # 2 adalah 80 Skala NTU, dan di Lokasi # 3 adalah 295 Skala NTU yang berarti lebih besar dari kadar maksimum yang diperbolehkan (25 Skala NTU). Selain itu parameter Mangan (Mn) pada musim hujan di Lokasi # 1 adalah 0,63 mg per liter, di Lokasi # 2 adalah 0,66 mg per liter, di Lokasi # 3 adalah 0,62 mg per liter dan ternyata juga lebih besar dari kadar maksimum yang diperbolehkan (0,5 mg per liter).

Sedangkan kalau ditinjau terhadap hasil test laboratorium kualitas air baku di lokasi instalasi Kali Garang ternyata pada musim kemarau parameter pH terendah adalah 7,84 tertinggi adalah 7,96 yang berarti sudah memenuhi syarat karena masih berkisar antara 6,5-9,0 dari kadar maksimum yang diperbolehkan, dan untuk parameter Kekeruhan terendah adalah 210 skala NTU dan tertinggi adalah 310 skala NTU yang berarti lebih besar dari kadar maksimum yang diperbolehkan yaitu 25 skala NTU. Untuk musim hujan parameter pH rerata adalah 8,10 yang berarti juga sudah memenuhi syarat, dan untuk parameter Kekeruhan terendah adalah 82 skala NTU dan tertinggi adalah 132 skala NTU yang berarti juga lebih besar dari kadar maksimum yang diperbolehkan.

Sehingga bila diperhatikan terhadap hasil test kualitas air pada sumber air dan di pelanggan diketahui bahwa untuk parameter pH pengaruh jaringan pipa tidak begitu besar, tetapi untuk parameter Kekeruhan ternyata pengaruh jaringan pipa sangat besar, hal ini dapat dilihat dari hasil nilai Kekeruhan dimana di pelanggan lebih kecil dari pada di instalasi Kali Garang.

5.2.5. Hasil Analisis Program Waterworks Terhadap Debit Dan Tekanan Air

Dari hasil *running* dengan program Waterworks pada kondisi eksisting untuk jaringan pipa makro ke lokasi studi sebagian besar debit sudah memadai walau di beberapa pipa ada yang tidak ada aliran air (tidak mempunyai debit). Hanya saja untuk tekanan air di beberapa *node* masih banyak yang rendah bahkan negatip, tetapi setelah diadakan perbaikan jaringan dengan menambah 3 buah *Booster Pump* dimana masing-masing ditempatkan pada daerah-daerah yang rawan ternyata tekanan dapat naik.

Sedangkan untuk kondisi eksisting jaringan pipa mikro di lokasi studi hasil *running* menunjukkan bahwa tekanan air di semua pelanggan sangat tinggi. Hal ini dapat disebabkan oleh bentuk konfigurasi jaringan dan kelengkapan aksesoris jaringan yang tidak memadai untuk mendapatkan tekanan yang ideal di lokasi studi tersebut. Sehingga untuk mengatasinya dapat diupayakan dengan memasang aksesoris penurun tekanan berupa 1 buah *Pressure Reducing Valve* (PRV) di pipa utama yang mensuplai air ke pelanggan.

5.2.6. Hasil Perbandingan Debit Pembacaan Meter Air Dan Tekanan Air Survey Lapangan Dengan Hasil Analisis Program Waterworks

Untuk debit air dari Tabel 5.6. dapat diketahui bahwa ada beberapa lokasi dengan debit rerata melebihi hasil analisis teoritis yaitu sebanyak 19 pelanggan dan ada beberapa lokasi dengan debit rerata kurang dari hasil analisis teoritis yaitu

sebanyak 12 pelanggan. Adapun kekurangan debit rerata terkecil adalah 0,0005 liter per detik dan terbesar adalah 0,0059 liter per detik. Dari hasil analisis statistik didapat koefisien korelasi terhadap volume aliran hasil pencatatan meter air dengan volume hasil analisa program Waterworks adalah 0,4326 dengan interpretasi nilai koefisien korelasi tergolong agak rendah.

Sedangkan untuk tekanan air dari **Tabel 5.7.** dapat diketahui bahwa tinggi tekanan air rerata hasil pengukuran lapangan di 3 lokasi sampel ternyata terdapat perbedaan yang cukup besar dimana seluruhnya masih kurang dari hasil analisis teoritis dengan kekurangan terkecil adalah 48,76 meter dan terbesar adalah 48,93 meter. Hal ini disebabkan tekanan air rerata hasil survey yang sangat rendah karena suplai air dari sumber air sedikit, pemakaian air yang cukup banyak dan bersamaan pada pelanggan-pelanggan di bagian hulu serta kemungkinan adanya kebocoran air pada jaringan pipa sebelumnya. Juga selain itu disebabkan tekanan air hasil analisis teoritis yang begitu tinggi, hal ini bisa sebagai akibat bentuk konfigurasi jaringan pipa yang tidak memadai serta tidak dilengkapi dengan aksesoris jaringan untuk dapat menghasilkan tekanan yang ideal di masing-masing pelanggan, karena bentuk konfigurasi jaringan pipa sangat berpengaruh terhadap pemodelan jaringan pipa untuk proses analisis secara teoritis.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil proses analisis dan pembahasan pada penelitian ini dapat diambil kesimpulan tentang bagaimana kondisi pelayanan jaringan air bersih PDAM di Kampung Pesaten Kelurahan Rejomulyo Semarang dan bagaimana alternatif kebijaksanaan yang diusulkan.

6.1. Kesimpulan

- Unjuk kerja pelayanan jaringan air bersih PDAM di Kampung Pesaten Kelurahan Rejomulyo Semarang dapat diketahui dari hasil analisis terhadap debit, tekanan, kontinuitas aliran, dan kualitas air.
- Dari hasil analisis terhadap debit berdasarkan pencatatan meter air di 31 pelanggan, secara keseluruhan tingkat layanan air oleh PDAM di Kampung Pesaten masih belum memuaskan yaitu dengan tingkat keandalan yang hanya sekitar 40% (sistem dikatakan memuaskan apabila tingkat keandalan minimum 80% terpenuhi), dengan lamanya sistem berada dalam kondisi gagal sekitar 4 bulan, dan dengan tingkat kegagalan yang sangat bervariasi yaitu antara 5,04% sampai 58,48% defisit. Untuk mengatasi hal tersebut perlu dilakukan upaya penambahan sumber-sumber air baru untuk mensuplai air ke lokasi yang mengalami kekurangan air.

- Berdasarkan hasil pengukuran tekanan air di 3 lokasi sampel diketahui bahwa tekanan air masih belum sesuai dengan standar minimal yang telah ditentukan karena tinggi tekanan air sebagian besar masih rendah. Tinggi tekanan air terendah adalah 0,06 m dan tertinggi adalah 2,20 m, tekanan air rerata terendah adalah pada pengukuran pukul 10:00 dan tertinggi adalah pada pengukuran pukul 06:00, padahal tekanan air minimum yang harus dipenuhi adalah sebesar 10 meter kolom air atau sebesar 1 atm. Dengan demikian penambahan suplai air dari sumber-sumber air baru juga bisa menambah tekanan air di lokasi tersebut.
- Ditinjau dari kontinuitas aliran, pelayanan air bersih PDAM di lokasi studi belum seluruhnya dapat mengalir secara kontinyu selama 24 jam. Dari hasil pengamatan di lapangan ada beberapa waktu tertentu air tidak mengalir. Khusus untuk Kampung Pesaten kalau dibandingkan antara mengalir dengan tidak mengalir terdapat lebih banyak air mengalir, sedangkan kontinuitas aliran kalau ditinjau terhadap kebutuhan minimum pelanggan adalah diharapkan air mengalir minimal selama 12 jam sehari yaitu pada pukul 06:00 sampai dengan pukul 18:00 mengingat kebutuhan air penghuni lebih banyak pada pagi hingga sore hari secara kontinyu setiap hari. Hal ini juga dapat diatasi dengan pengaturan suplai air yang kontinyu sehingga air dapat terus mengalir setiap hari.
- Sedangkan pelayanan air bersih PDAM terhadap kualitas air di pelanggan pada musim kemarau sudah memenuhi persyaratan air bersih seperti yang tercantum

pada Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor : 416/MENKES/PER/IX/1990, tetapi pada musim hujan ada beberapa parameter yang tidak memenuhi syarat yaitu Kekeruhan dan Mangan (Mn). Dari hasil test laboratorium Kekeruhan berkisar antara 80 sampai 295 skala NTU dan Mangan (Mn) antara 0,62 sampai 0,66 mg per liter yang berarti melebihi kadar maksimum yang diperbolehkan dimana untuk Kekeruhan adalah sebesar 25 skala NTU dan untuk Mangan (Mn) adalah sebesar 0,5 mg per liter, sedangkan kualitas air baku di lokasi instalasi Kali Garang ternyata pada musim kemarau parameter pH sudah memenuhi syarat, parameter Kekeruhan melebihi kadar maksimum yang ditentukan, pada musim hujan parameter pH sudah memenuhi syarat dan parameter Kekeruhan juga melebihi kadar maksimum yang ditentukan.. Hasil tes laboratorium pada musim kemarau Kekeruhan antara 210 skala NTU sampai 310 skala NTU dan pada musim hujan Kekeruhan antara 82 skala NTU sampai 132 skala NTU. Untuk itu perlu ditingkatkan kemampuan pengolahan air dari instalasi pengolahan air Kali Garang berupa peningkatan sistim pengolahan lengkap atau *Complete treatment process*, dimana air akan mengalami pengolahan lengkap, baik fisik, kimiawi dan bakteriologik.

- Hasil analisis program Waterworks kondisi eksisting terhadap jaringan pipa makro untuk debit hasil cukup realistis, sedangkan tekanan hasil sebagian rendah bahkan negatip. Hal ini dapat diatasi dengan pemasangan *Booster Pump*. Untuk jaringan pipa mikro debit cukup realistis sedangkan

tekanan tinggi. Hal ini dapat diatasi dengan pemasangan *Pressure Reducing Valve*.

- Perbandingan volume aliran hasil pencatatan meter air dengan analisis teoritis adalah sekitar 61% melebihi hasil analisis teoritis dan sekitar 39% kurang dari hasil analisis teoritis dengan perbedaan yang tidak terlalu besar, dan koefisien korelasi sebesar 0,4326 dengan interpretasi agak rendah, sedangkan perbandingan tekanan air hasil pengukuran dengan analisis teoritis cukup tinggi, seluruhnya masih kurang dari hasil analisis teoritis kekurangan terkecil adalah 48,76 meter dan terbesar adalah 48,93 meter.
- Hasil simulasi jaringan air bersih PDAM Kota Semarang terhadap jaringan pipa makro ke lokasi studi dan jaringan pipa mikro di lokasi studi menunjukkan hal-hal yang sesuai dengan kondisi lapangan dan ketepatan hasil tergantung kelengkapan data lapangan untuk analisis tersebut.
- Dari hasil penelitian di lokasi studi ternyata pelayanan PDAM secara keseluruhan masih belum memenuhi standar minimal yang telah ditetapkan. Untuk itu perlu dilakukan perbaikan manajemen PDAM berupa peningkatan koordinasi antar bagian internal PDAM, persiapan pembuatan planning (*master plan*) jaringan dan penunjangnya, penanganan kebocoran secara lebih serius dan efisien serta pembuatan *operational procedure* yang efektif, juga diperlukan perbaikan yang bersifat aplikatif berupa pembuatan sumur artesis baru, pemasangan *Booster Pump*, dan peningkatan kemampuan IPA Kudu.

6.2. Saran

- Perlu diadakan bentuk kerja sama yang konkrit antara Lembaga Penelitian dengan PDAM Kota Semarang sehingga akses penelitian ke PDAM bisa lebih mudah dan transparan.
- Apabila penelitian ini akan diterapkan perlu penelitian lanjutan mengenai kehilangan air jaringan air bersih PDAM Kota Semarang dan distribusi jam-jaman debit air PDAM Kota Semarang.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1989. Waterworks[®] : Commands' Summary.
- Anonim, 1990. Waterworks : User's Guide.
- Anonim. Buku I : Advance Course Maintenance of Pipeline, Direktorat Jenderal Cipta Karya Pusat Pelatihan Bidang AB & PLP, Departemen Pekerjaan Umum.
- Anonim. Buku II : Advance Course Maintenance of Pipeline, Direktorat Jenderal Cipta Karya Pusat Pelatihan Bidang AB & PLP, Departemen Pekerjaan Umum.
- Chochran, W.G., 1977. Sampling Techniques, 3rd ed. John Wiley & Sons, New York.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia, Direktorat Jenderal Pelayanan Kesehatan, Direktorat Instansi Kesehatan. Buku Petunjuk Pengambilan Contoh Air Pemeriksaan Kimia Di Lapangan, Jakarta.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia, 1990. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor : 416/MENKES/PER/IX/1990 tentang Syarat – syarat dan Pengawasan Kualitas Air, Jakarta.
- Featherstone, R. E. and C. Nalluri, 1998. Civil Engineering Hydraulics, BSP Profesional Books, London.
- Kish, L., 1965. Survey Sampling, John Wiley & Sons, New York.
- Kapur, K.C., and L. R. Lamberson, 1977. Reliability in Engineering Designs, New York : Wiley.
- Kalton, G. 1983. Introduction to Survey Sampling, Beverly Hills, California : Sage Publication.
- McGhee, Terence J., 1991. Water Supply and Sewerage, McGraw Hill, Inc, New York.
- Mays, L. W., and Y. K. Tung, 1992. Hydrosystems Engineering and Management, McGraw Hill, Inc., New York.
- O'Connor, Patrick, 1995. Practical Reliability Engineering, John Wiley & Sons, Inc, New York.

- Peavy, Howard S., Donald R. Rowe, and George Tchobanoglous, 1986. Environmental Engineering, McGraw Hill, Inc., New York.
- Pemerintah Daerah Kotamadya Semarang, Perusahaan Daerah Air Minum, 1998. Semarang Urban Development Project (SUDP) IBRD LOAN No. 3749-O.IND, Semarang.
- Pemerintah Propinsi Jawa Tengah, Badan Perencanaan Pembangunan Daerah, 2000. Technical Assistance Service For Water Supply Master Plan And Improved Management Of Water Supply Through Public-Private Partnership In Greater Semarang, Semarang.
- Rich, Linvil G., 1973. Enviromental Systems Engineering, McGraw Hill, Inc, New York.
- Sutrisno Hadi, 1988. Statistik 2, Andi Offset, Yogyakarta.
- Suharsini Arikunto, 1992. Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik, PT. Rineka Cipta, Jakarta.
- Suharyanto, 1993. Analisa Jaringan Pipa Dengan Waterworks, Disampaikan pada Ceramah Ilmiah Jurusan Teknik Sipil Hidro, FT – UNDIP, 27 Februari 1993.
- Suharyanto, 1998. Aspek Pengoperasian Sistem Jaringan Pipa Dengan Waterworks, Disampaikan pada Diskusi Ilmiah tentang Konversi Sumber daya air dan Lingkungan, Fakultas Teknik UNDARIS, Ungaran, Maret 1998.
- Suharyanto, dan Pranoto S.A., 1999. Analisa Pelayanan Jaringan Air Bersih, Media Komunikasi Teknik Sipil, BMPPTSSI, Edisi Desember 1999.
- Suharyanto, Sugiyanto, Nasrullah, dan Sri Sangkawati, 1999. Peningkatan Efisiensi dan Tingkat Layanan Pengoperasian Jaringan Air Bersih, Laporan Penelitian, EEDP Batch III 1998 / 1999.
- Sucahyani, 1999. Materi Pelatihan Tenaga Teknik Pembubuhan Bahan Kimia, Perusahaan Daerah Air Minum, Semarang.
- Sugiarto, Dergibson Siagian, Lasmono Tri Sunaryanto, dan Deny S. Oetomo, 2001. Teknik Sampling, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Tung, Y.K., 1985. Evaluation of Water Distribution Network Reliability, Proceedings of the ASCE Hydraulic Division Specialty Conference, Orlando, Florida.
- Totok Sutrisno, C., dkk, 1996. Teknologi Penyediaan Air Bersih, PT. Rineka Cipta, Jakarta.