

# **SKRIPSI**

**PEMODELAN PENGARUH FLUKTUASI ELEVASI MUKA AIR DI  
TANDON TERHADAP TEKANAN AIR DI PELANGGAN PADA WILAYAH  
PELAYANAN SUMUR PRODUKSI KUWAK I  
(PDAM KOTA KEDIRI)**



Oleh :

**SEPTI APRINA  
10.26.008**

**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL  
MALANG  
2014**

SECRET

THE JOINT CHIEFS OF STAFF HAVE RECOMMENDED THAT THE  
MILITARY AND NAVAL ESTABLISHMENTS BE PLACED UNDER A  
UNIFIED COMMAND AND CONTROL SYSTEM  
AS A PART OF THE REORGANIZATION  
PROGRAM.

SECRET  
MILITARY AND NAVAL  
ESTABLISHMENTS

UNIFIED COMMAND AND CONTROL SYSTEM  
MILITARY AND NAVAL ESTABLISHMENTS  
REORGANIZATION PROGRAM  
SECRET  
SECRET



## LEMBAR PERSETUJUAN

### SKRIPSI

PEMODELAN PENGARUH FLUKTUASI ELEVASI MUKA AIR DI  
TANDON TERHADAP TEKANAN AIR DI PELANGGAN PADA WILAYAH  
PELAYANAN SUMUR PRODUKSI KUWAK I  
(PDAM KOTA KEDIRI)

Oleh :

**SEPTI APRINA**

**10.26.008**

Menyetujui:

**Tim Pembimbing**

**Dosen Pembimbing I**

**Sudiro, ST. MT**  
**NIP.Y. 1039900327**

**Dosen Pembimbing II**

**Dr. Ir. Kustamar, MT**  
**NIP.196402011991031002**



Mengetahui,  
**Ketua Jurusan Teknik Lingkungan**

**Candra Dwi Ratna, ST. MT.**  
**NIP.Y. 1030000349**



REPUBLIC OF INDONESIA

Ministry of Education and Culture

Directorate of Higher Education  
Directorate of Higher Education  
Directorate of Higher Education  
Directorate of Higher Education

For

Director of Higher Education



Director of Higher Education  
Director of Higher Education

Director of Higher Education  
Director of Higher Education





PT. BNI (PERSERO) MALANG  
BANK NIAGA MALANG

PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145  
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**

NAMA : SEPTI APRINA  
NIM : 1026008  
JURUSAN : TEKNIK LINGKUNGAN  
JUDUL : **PEMODELAN PENGARUH FLUKTUASI ELEVASI MUKA  
AIR DI TANDON TERHADAP TEKANAN AIR DI  
PELANGGAN PADA WILAYAH PELAYANAN SUMUR  
PRODUKSI KUWAK I (PDAM KOTA KEDIRI)**

Dipertahankan di hadapan Tim Penguji Ujian Skripsi Jenjang Program Strata Satu (S1)

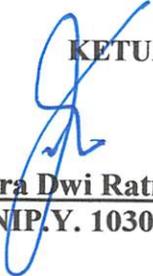
Pada Hari : Sabtu

Tanggal : 16 Agustus 2014

Dengan Nilai : B+ (76,52)

**PANITIA UJIAN SKRIPSI**

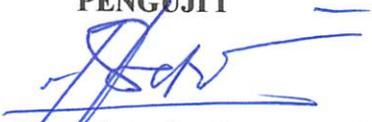
**KETUA**

  
**Candra Dwi Ratna, ST. MT.**  
NIP. Y. 1030000349

**SEKRETARIS**

  
**Anis Artiyani, ST. MT**  
NIP. P. 1030300384

**PENGUJI I**

  
**Dr. Ir. Hery Setyobudiarso, M. Si**  
NIP. 196106201991031002

**PENGUJI II**

  
**Candra Dwi Ratna, ST. MT.**  
NIP. Y. 1030000349



**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**  
**UPT PERPUSTAKAAN PUSAT**  
Jln. Bendungan Sigura-gura No 2 Malang 65145  
Telp. (0341) 551431 Pcs. 163-146-147 Fax. (0341) 553015

# TANDA TERIMA

Nomor : \_\_\_\_\_

Telah menyerahkan tugas : ~~PKN~~ / Tugas Akhir \*)

Sebanyak ..... 1 ( SATU ) Eksemplar (Asli / ~~Copy~~ \*)  
Nama ..... SEPTI APRINA  
NIM ..... 1026008  
Fakultas / Jurusan ..... T. LINGKUNGAN  
Judul Tugas ..... PEMODELAN PENGARUH FLUKTUASI ELEVASI MUKA AIR DI  
TANOH TERHADAP TEKANAN AIR DI PELANGGAN PADA  
WILAYAH PELAYANAN SUMUR PRODUKSI KUWAK I  
(PDAM KOTA KEDIRI)  
Gambar ..... ( ..... ) Lembar (Asli / ~~Copy~~ \*)  
Dosen Pembimbing ..... SUDIRO, ST.MT dan Dr.-Ir. KUSTAMAR, MT.

Malang, 12 SEPTEMBER 2014  
UPT Perpustakaan,

\*) Coret yang tidak perlu

---

---

Aprina, Septi., Sudiro., Kustamar. 2014. **Pemodelan Pengaruh Fluktuasi Elevasi Muka Air Di Tandon Terhadap Tekanan Air di Pelanggan Pada Wilayah Pelayanan Sumur Produksi Kuwak I (PDAM Kota Kediri)**. Skripsi Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional Malang.

---

---

### ABSTRAKSI

Sebagai perusahaan daerah yang berperan dalam mendistribusikan air minum bagi masyarakat, PDAM harus menjaga kualitas, kuantitas dan kontinuitas dalam pelayanannya, agar kepuasan pelanggan dapat terpenuhi dengan baik. Salah satu upaya menjaga kontinuitas adalah menyediakan tekanan yang cukup di pelanggan. Pemodelan dari sistem distribusi PDAM Kota Kediri di wilayah pelayanan Kuwak I, yaitu dengan mensimulasikan elevasi muka air di tandon pada ketinggian 9,7 m, 11,5 m, 12 m, dan 12,5 m dilakukan untuk memperoleh informasi fluktuasi air di tandon dan pengaruhnya terhadap tekanan air di pelanggan. Pendekatan yang digunakan untuk simulasi hidrolika aliran adalah dengan kondisi aliran permanen, menggunakan program *WaterCAD Academic Edition*. Hasil studi menunjukkan pada ketinggian air di tandon 12 m merupakan elevasi muka air di tandon yang sudah cukup baik, yang mampu menyediakan tekanan yang cukup di pelanggan. Tahap selanjutnya pemetaan sebaran tekanan akan memanfaatkan Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk memudahkan pengawasan tekanan air pada sistem distribusi, sehingga bermanfaat bagi PDAM Kota Kediri apabila di waktu yang akan datang akan mengadakan perluasan atau penambahan sambungan pada wilayah pelayanan Kuwak I. Hasil zonasi tekanan air menggunakan SIG menunjukkan distribusi tekanan air di pelanggan pada kondisi elevasi muka air di tandon 9,7 m, 11,5 m, 12m dan 12,5 m, dan informasi berupa wilayah-wilayah yang bertekanan kritis, normal dan baik.

**Kata kunci:** elevasi muka air di tandon, fluktuasi tekanan, SIG, *WaterCAD*.

Apakah Sebaiknya...  
Kata Kunci: ...  
Abstrak: ...

ABSTRAK

Sebagai perusahaan besar yang beroperasi dalam industri yang sangat kompetitif, PT. ABC harus meningkatkan efisiensi dan produktivitas dalam proses manajemennya. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah dengan menerapkan sistem informasi manajemen (SIM) yang terintegrasi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas dan efisiensi implementasi SIM yang dilakukan oleh PT. ABC pada tahun 2022. Metode penelitian yang digunakan adalah kualitatif dengan pendekatan studi kasus. Data dikumpulkan melalui wawancara mendalam dengan karyawan yang terlibat dalam proses implementasi SIM, serta analisis dokumen yang berkaitan dengan proyek ini. Hasil penelitian menunjukkan bahwa implementasi SIM telah memberikan dampak positif terhadap efisiensi dan produktivitas perusahaan. Namun, masih terdapat beberapa tantangan yang dihadapi dalam proses implementasi, seperti kurangnya literasi digital karyawan dan keterbatasan infrastruktur teknologi informasi. Untuk mengatasi tantangan tersebut, disarankan agar perusahaan meningkatkan pelatihan literasi digital karyawan dan memperbarui infrastruktur teknologi informasi yang ada.

Kata Kunci: Efektivitas, Efisiensi, Implementasi, Sistem Informasi Manajemen (SIM), PT. ABC

---

---

Aprina, Septi., Sudiro., Kustamar. 2014. *Modeling Influence Of Fluctation Elevation Level Water In Reservoir Toward Water Pressure On Service Area Well Production Kuwak I (Regional Corporate Of Drinking Water Kediri City). Departement of Environmental Engineering Faculty of Civil Engineering and Planning Institut Teknologi Nasional Malang.*

---

---

### **ABSTRACT**

*As a region company that has a role in distributing drinking water for society, PDAM should maintain quality, quantity and continuity in service, so that they can fulfil the customers' satisfaction. One way to maintain the continuity of service is by providing adequate pressure for customers. Modeling of distribution system of PDAM in Kediri, in Kuwak I service area, is by simulating elevation of water in reservoir at 9.7m, 11.5m, 12m, and 12.5m altitude to get information about water fluctuation in reservoir and the influence to water pressure in customer. The approachment which is used to flow hydraulics simulation is by permanent flow condition, using watercad academic edition programme. Study showed that at 12m altitude in reservoir is a good water elevation in reservoir, which can provide quite high pressure in customers. Next step about pressure variety mapping will use Geographic Information System to make controlling water pressure in distribution system easier so that will make benefit for PDAM Kediri if in the future they will intensify or add some networks in Kuwak I service area. The result of water pressure zoning using Geographic Information System showed the distribution of water pressure in customers at condition of water elevation in reservoir 9.7m, 11.5m, 12m, and 12.5m and informations about areas with critical, normal and good pressure.*

**Key words:** *SIG, the pressure fluctuations, WaterCAD, water elevation in reservoir.*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan berkat-NYA, sehingga skripsi yang berjudul **“Pemodelan Pengaruh Fluktuasi Elevasi Muka Air Di Tandon Terhadap Tekanan Air di Pelanggan Pada Wilayah Pelayanan Sumur Produksi Kuwak I (PDAM Kota Kediri)”** ini dapat diselesaikan tepat pada waktunya.

Skripsi ini dapat terselesaikan berkat bantuan, kerja sama dan bimbingan dari semua pihak, pada kesempatan ini diucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada yang terhormat:

1. Kedua orang tua dan keluarga.
2. Direktur PDAM Kota Kediri dan seluruh staff dari PDAM Kota Kediri
3. Ibu Candra Dwi Ratna, ST. MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Lingkungan ITN Malang.
4. Bapak Sudiro, ST. MT., selaku Dosen Wali dan Dosen Pembimbing I
5. Bapak Dr. Ir. Kustamar, MT., selaku Dosen Pembimbing II
6. Bapak Dr. Ir. Hery Setyobudiarso, M.Si., selaku Dosen Pengajar
7. Ibu Anis Artiyani, ST., selaku Dosen Pengajar
8. Seluruh Staff Jurusan Teknik Lingkungan ITN Malang.
9. Teman-teman Teknik Lingkungan seperjuangan Angkatan 2010

Kesadaran akan masih banyaknya kekurangan atas laporan ini, diharapkan adanya masukan dan saran yang sifatnya membangun demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya diharapkan Skripsi ini dapat bermanfaat bagi almamater, khususnya rekan-rekan mahasiswa Teknik Lingkungan ITN Malang dan masyarakat luas pada umumnya.

Malang, September 2014

**Penyusun**

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PERSETUJUAN</b>	<b>i</b>
<b>ABSTRAKSI</b>	<b>ii</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>v</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
1.5 Ruang Lingkup	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Kajian Studi yang Berkaitan dengan Pemodelan Sistem Distribusi	5
2.2 Kebutuhan dan Pemakaian Air Minum	8
2.2.1 Kebutuhan Domestik	8
2.2.2 Kebutuhan Non Domestik	9
2.2.3 Fluktuasi Pemakaian Air	10
2.3 Estimasi Penggunaan Air Minum	10
2.3.1 Kebutuhan Air Rata-Rata Harian	10
2.3.2 Kebutuhan Air Harian Maksimum	10
2.3.3 Kebutuhan Air Jam Maksimum	11
2.3.4 Kehilangan Air	11
2.4 Unit-Unit Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM)	12
2.4.1 Umum	12
2.4.2 Jenis Sistem	14

2.5	Sistem Pendistribusian	15
2.5.1	Sisitem Pengaliran	16
2.5.2	Jaringan Distribusi	18
2.5.3	Perpipaan Distribusi	23
2.6	Hidrolika Aliran dalam Pipa	26
2.6.1	Garis Tenaga dan Garis Tekanan	26
2.6.2	Tekanan Air dan Kecepatan Aliran	27
2.6.3	Kehilangan Tekanan ( <i>Headloss</i> )	30
2.6.4	Analisis Jaringan Pipa Distribusi	33
2.7	Analisis Sistem Jaringan Distribusi Air Bersih dengan <i>Software</i> Komputer	35
2.7.1	Pemodelan dan Simulasi Jaringan Sistem Distribusi	35
2.7.2	Proses Pembuatan Model Sistem Distribusi	36
2.8	Sistem Informasi Geografis	49
2.8.1	Subsistem SIG	49
2.8.2	Komponen SIG	51
2.8.3	Cara Kerja SIG	53
2.8.4	Kemampuan SIG	55
2.8.5	Pertanyaan Konseptual	55

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

3.1	Pengumpulan Data	57
3.2	Perhitungan dan Pengolahan Data	59
3.3	Melakukan Simulasi dengan Program Komputer	59
3.4	Zonasi/ Pemetaan menggunakan SIG	60
3.5	Pembahasan	60
3.6	Kesimpulan dan Saran	60
3.7	Data Masukkan Program	60
3.8	Kerangka Kerja	61

## **BAB IV GAMBARAN UMUM WILAYAH**

<b>4.1</b>	<b>Gambaran Umum Kota Kediri</b>	<b>63</b>
4.1.1	Keadaan Geografi	63
4.1.2	Demografi	66
4.1.3	Sarana dan Prasaranan Penunjang Perkotaan	67
<b>4.2</b>	<b>Deskripsi Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) Eksisting Kota Kediri</b>	<b>68</b>
4.2.1	Umum	68
4.2.2	Sumber Air Baku	68
4.2.3	Kapasitas Pompa	80
4.2.4	Jumlah Produksi Air	80
4.2.5	Kehilangan Air	81
4.2.6	Pelanggan	81
4.2.7	Tingkat Pelayanan	83
4.2.8	Jaringan Distribusi dan Sistem Perpipaan	84
<b>4.3</b>	<b>Gambaran Umum Wilayah Pelayanan Sumur Produksi Kuwak I PDAM Kota Kediri</b>	<b>86</b>
4.3.1	Keadaan Geografi Wilayah	88
4.3.2	Demografi	88
4.3.3	Sarana dan Prasarana Penunjang Perkotaan	90
4.3.4	Pelanggan	92
4.3.5	Rekapitulasi Pembayaran Air	94
4.3.6	Reservoir/ Tandon Kuwak I	94
4.3.7	Jaringan Distirbusi Eksisting di Wilayah Pelayanan Kuwak I	95

## **BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

<b>5.1</b>	<b>Pemakaian Air Eksisting</b>	<b>97</b>
<b>5.2</b>	<b>Analisa Fluktuasi Pemakaian Air di Wilayah Pelayanan Sumur Produksi Kuwak I</b>	<b>98</b>
<b>5.3</b>	<b>Prediksi Elevasi Muka Air di Tandon</b>	<b>99</b>
<b>5.4</b>	<b>Data Tekanan Air dan Kalibrasi Sistem Jaringan Distribusi Wilayah Pelayanan Sumur Produksi Kuwak I</b>	<b>99</b>
<b>5.5</b>	<b>Analisa Hidraulis Tekanan Air di Pelanggan dengan Program <i>WaterCAD Academic Edition</i></b>	<b>105</b>
	<b>5.5.1 Penentuan Kebutuhan Air Tiap Node</b>	<b>105</b>
	<b>5.5.2 Hasil Simulasi pada Berbagai Elevasi Muka Air di Tandon</b>	<b>108</b>
<b>5.6</b>	<b>Analisa Zonasi Tekanan Menggunakan SIG <i>(Sistem Informasi Geografis)</i></b>	<b>126</b>
	<b>5.6.1 Zonasi Tekanan pada Elevasi Muka Air di Tandon 9,7 m</b>	<b>126</b>
	<b>5.6.2 Zonasi Tekanan pada Elevasi Muka Air di Tandon 11,5 m</b>	<b>129</b>
	<b>5.6.3 Zonasi Tekanan pada Elevasi Muka Air di Tandon 12 m</b>	<b>131</b>
	<b>5.6.4 Zonasi Tekanan pada Elevasi Muka Air di Tandon 12,5 m</b>	<b>133</b>

## **BAB VI**

<b>6.1</b>	<b>Kesimpulan</b>	<b>135</b>
<b>6.2</b>	<b>Saran</b>	<b>135</b>

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Hubungan Unsur Fungsional dalam Sistem Penyediaan Air Bersih	14
Gambar 2.2	Sistem Pengaliran Distribusi Air Minum	17
Gambar 2.3	Bentuk Sistem Distribusi	20
Gambar 2.4	Garis Tenaga dan Garis Tekanan	27
Gambar 2.5	Contoh Rangkaian Pipa Sederhana	33
Gambar 2.6	Skema Tahapan dalam Pemodelan Sistem Distribusi	37
Gambar 2.7	Contoh Penamaan Junction dan Pipa	40
Gambar 2.8	Bentuk Sambung Menyambung Pipa	41
Gambar 2.9	Tangki Storage Elevated Reservoir	42
Gambar 2.10	Beberapa Penentuan Elevasi	43
Gambar 2.11	Peletakan Junction/ Node pada Area Pelayanan	44
Gambar 2.12	Sistem Tapping Pelayanan	45
Gambar 2.13	Sistem Tapping untuk Sambungan Tee dan Pipa Bersilangan	45
Gambar 2.14	Jaringan Pipa Pelayanan pada Sistem Distribusi	46
Gambar 2.15	Pembagian Area Pelayanan pada Sistem	46
Gambar 2.16	Model Tapping pada Sistem Distribusi	47
Gambar 2.17	Subsistem-Subsistem SIG	50
Gambar 2.18	Uraian Subsistem-Subsistem SIG	51
Gambar 2.19	Komponen SIG	52
Gambar 2.20	Contoh Peta dan Unsur-Unsurnya	53
Gambar 2.21	Contoh Relasi Unsur-Unsur Peta dengan Tabel-Tabelnya	54
Gambar 3.1	Kerangka Kerja	62
Gambar 4.1	Peta Administrasi Kota Kediri	64
Gambar 4.2	Luas Wilayah Kota Kediri Menurut Kecamatan	65
Gambar 4.3A	Skema SPAM Unit I Kuwak Area Pelayanan Kecamatan Kota	69

<b>Gambar 4.3B</b>	<b>Skema SPAM Unit I Ngronggo Area Pelayanan Kecamatan Pesantren</b>	<b>70</b>
<b>Gambar 4.3C</b>	<b>Skema SPAM Unit II Wilis Indah Utara Area Pelayanan Kelurahan Campurejo Kecamatan Mojoroto</b>	<b>71</b>
<b>Gambar 4.3D</b>	<b>Skema SPAM Unit II Wilis Indah Selatan Area Pelayanan Kelurahan Lirboyo Kecamatan Mojoroto</b>	<b>72</b>
<b>Gambar 4.3E</b>	<b>Skema SPAM Unit II Pojok Area Pelayanan Kelurahan Pojok Kecamatan Mojoroto</b>	<b>73</b>
<b>Gambar 4.3F</b>	<b>Skema SPAM Unit II Tamanan Area Pelayanan Kelurahan Tamanan dan Banjarmlati Kecamatan Mojoroto</b>	<b>74</b>
<b>Gambar 4.3G</b>	<b>Skema SPAM Unit II Gayam Area Pelayanan Kelurahan Gayam Kecamatan Mojoroto</b>	<b>75</b>
<b>Gambar 4.3H</b>	<b>Skema SPAM Unit II Ngampel Area Pelayanan Kelurahan Ngampel dan Mojoroto Kecamatan Mojoroto</b>	<b>76</b>
<b>Gambar 4.3I</b>	<b>Skema SPAM Unit II Sukorame Area Pelayanan Kelurahan Sukorame dan Bujel Kecamatan Mojoroto</b>	<b>77</b>
<b>Gambar 4.3J</b>	<b>Skema SPAM Unit I Kleco Area Pelayanan Kelurahan Mrican Kecamatan Mojoroto</b>	<b>78</b>
<b>Gambar 4.3K</b>	<b>Skema SPAM Unit I Tosaren Area Pelayanan Kelurahan Derma Kecamatan Mojoroto</b>	<b>79</b>
<b>Gambar 4.3L</b>	<b>Skema SPAM Unit II Unik Area Pelayanan Kelurahan Bandar Lor dan Bandar Kidul Kecamatan Mojoroto</b>	<b>80</b>
<b>Gambar 4.4</b>	<b>Jumlah Pelanggan PDAM Kota Kediri Tahun 2007-2011</b>	<b>83</b>
<b>Gambar 4.5</b>	<b>Peta Jaringan Air Bersih PDAM Kota Kediri</b>	<b>85</b>
<b>Gambar 4.6</b>	<b>Peta Batas Administrasi Kecamatan Kota Kediri</b>	<b>87</b>
<b>Gambar 4.7</b>	<b>Grafik Jumlah Penduduk Kecamatan Kota Tahun 2008 – 2012</b>	<b>89</b>
<b>Gambar 4.8</b>	<b>Grafik Sarana dan Prasarana di Kecamatan Kota Per Kelurahan Tahun 2012</b>	<b>91</b>
<b>Gambar 4.9</b>	<b>Grafik Pelanggan Kuwak I Per Kelurahan Tahun 2010-2014</b>	<b>93</b>

93	Gambar 4.9	Grafik Pembangunan Kawasan Perumahan Tahun 2010-2014
91		Tahun 2012
89	Gambar 4.8	Grafik Status dan Persentase di Kecamatan Kota Pas Kelubahan
87	Gambar 4.7	Grafik Jumlah Penduduk Kecamatan Kota Pas 2008 – 2012
85	Gambar 4.6	Peta Batas Administrasi Kecamatan Kota Pas
83	Gambar 4.5	Peta Jaringan Air Bersih PDAM Kota Pas
81	Gambar 4.4	Jumlah Kelangkaan PDAM Kota Pas Tahun 2007-2011
80		Lor dan Bandar Kecil Kecamatan Mojoroto
79	Gambar 4.3L	Skema SPAM Unit II Jangk Area Pelayanan Kelurahan Bandar
78		Plano Kecamatan Mojoroto
77	Gambar 4.3K	Skema SPAM Unit I Tesan Area Pelayanan Kelurahan
76		Miron Kecamatan Mojoroto
75	Gambar 4.3I	Skema SPAM Unit I Kled Area Pelayanan Kelurahan
74		Sukoreng dan Ngel Kecamatan Mojoroto
73	Gambar 4.3H	Skema SPAM Unit II Sukoreng Area Pelayanan Kelurahan
72		Ngumpul dan Mojoroto Kecamatan Mojoroto
71	Gambar 4.3G	Skema SPAM Unit II Ngumpul Area Pelayanan Kelurahan
70		Geyan Kecamatan Mojoroto
69	Gambar 4.3F	Skema SPAM Unit II Geyan Area Pelayanan Kelurahan
68		Taman dan Hantawelari Kecamatan Mojoroto
67	Gambar 4.3E	Skema SPAM Unit II Taman Area Pelayanan Kelurahan
66		Pojok Kecamatan Mojoroto
65	Gambar 4.3D	Skema SPAM Unit II Pojok Area Pelayanan Kelurahan
64		Kelubahan Ludo Kecamatan Mojoroto
63	Gambar 4.3C	Skema SPAM Unit II Kelubahan Ludo Area Pelayanan
62		Kelubahan Campursjo Kecamatan Mojoroto
61	Gambar 4.3B	Skema SPAM Unit II Kelubahan Ludo Area Pelayanan

<b>Gambar 4.10</b>	<b>Tandon/ Reservoir Kuwak I</b>	<b>95</b>
<b>Gambar 4.11</b>	<b>Peta Jaringan Distribusi Air Minum PDAM Kota Kediri Wilayah Pelayanan Kuwak I</b>	<b>96</b>
<b>Gambar 5.1</b>	<b>Grafik Data Pengecekan Tekanan Jaringan Distribusi Wilayah Pelayanan Sumur Produksi Kuwak I</b>	<b>101</b>
<b>Gambar 5.2</b>	<b>Grafik Perbandingan Data Pengukuran Tekanan di Lapangan dengan Data Hasil Running</b>	<b>102</b>
<b>Gambar 5.3</b>	<b>Distribusi Tekanan pada Elevasi Muka Air di Tandon 9,7 Meter</b>	<b>128</b>
<b>Gambar 5.4</b>	<b>Distribusi Tekanan pada Elevasi Muka Air di Tandon 11,5 Meter</b>	<b>130</b>
<b>Gambar 5.4</b>	<b>Distribusi Tekanan pada Elevasi Muka Air di Tandon 12 Meter</b>	<b>132</b>
<b>Gambar 5.6</b>	<b>Distribusi Tekanan pada Elevasi Muka Air di Tandon 12,5 Meter</b>	<b>134</b>

## **DAFTAR TABEL**

<b>Tabel 2.1</b>	<b>Kebutuhan Air Minum Domestik</b>	<b>8</b>
<b>Tabel 2.2</b>	<b>Kebutuhan Konsumsi Air Konsumen Non Domestik</b>	<b>9</b>
<b>Tabel 2.3</b>	<b>Unsur Fungsional dalam Sistem Penyediaan Air Bersih</b>	<b>13</b>
<b>Tabel 2.4</b>	<b>Tabel Penutup Pipa di Indonesia Tahun 1991</b>	<b>24</b>
<b>Tabel 2.5</b>	<b>Tekanan Maksimum pada Pipa</b>	<b>29</b>
<b>Tabel 2.6</b>	<b>Faktor Kekasaran Dinding Pipa</b>	<b>34</b>
<b>Tabel 4.1</b>	<b>Luas Wilayah Kota Kediri Menurut Kecamatan</b>	<b>63</b>
<b>Tabel 4.2</b>	<b>Kemiringan Tanah Wilayah Kota Kediri</b>	<b>65</b>
<b>Tabel 4.3</b>	<b>Jumlah Penduduk Kota Kediri Dirinci Menurut Kecamatan Tahun 2008-2012</b>	<b>66</b>
<b>Tabel 4.4</b>	<b>Kepadatan penduduk per Kecamatan di Kota Kediri Tahun 2012</b>	<b>67</b>
<b>Tabel 4.5</b>	<b>Sarana dan Prasarana Kota Kediri Dirinci Menurut Kecamatan Tahun 2012/2013</b>	<b>67</b>
<b>Tabel 4.6</b>	<b>Kapasitas Terpasang PDAM Kota Kediri</b>	<b>80</b>
<b>Tabel 4.8</b>	<b>Produksi Air PDAM Kota Kediri Tahun 2007-2011</b>	<b>80</b>
<b>Tabel 4.9</b>	<b>Distribusi, Penjualan dan Kebocoran Air PDAM Kota Kediri Tahun 2007-2011</b>	<b>81</b>
<b>Tabel 4.10</b>	<b>Jumlah Pelanggan PDAM Kota Kediri Tahun 2007-2011</b>	<b>82</b>
<b>Tabel 4.11</b>	<b>Jumlah Penduduk yang Terlayani dan Tingkat Pelayanan PDAM Kota Kediri Tahun 2007-2011</b>	<b>83</b>
<b>Tabel 4.12</b>	<b>Jenis, Diameter dan Panjang Pipa PDAM Kota Kediri Tahun 2011</b>	<b>84</b>
<b>Tabel 4.13</b>	<b>Luas Wilayah Perencanaan Menurut Kelurahan</b>	<b>86</b>
<b>Tabel 4.14</b>	<b>Jumlah Penduduk Per Kelurahan Kecamatan Kota Tahun 2008-2012</b>	<b>88</b>
<b>Tabel 4.15</b>	<b>Fasilitas di Kecamatan Kota Per Kelurahan Tahun 2012</b>	<b>90</b>
<b>Tabel 4.16</b>	<b>Pelanggan Kuwak I Per Kelurahan Tahun 2010-2014</b>	<b>92</b>
<b>Tabel 4.17</b>	<b>Rekapitulasi Pembayaran Air Bulan Januari Tahun 2011</b>	<b>94</b>

**DAFTAR TABEL**

8	Kebutuhan Air Minimum Domestik	Tabel 2.1
9	Kebutuhan Kuantitas Air Kebutuhan Non Domestik	Tabel 2.2
13	Unsur Pungsiонаl dalam Sistem Penyediaan Air Bersih	Tabel 2.3
24	Tabel Group Pipa di Indonesia Tahun 1991	Tabel 2.4
29	Tekanan Maksimum pada Pipa	Tabel 2.5
34	Pilih for Kecepatan Dinding Pipa	Tabel 2.6
63	Luas Wilayah Kota Kediri Menurut Kecamatan	Tabel 4.1
65	Kemiringan Tanah / lereng Kota Kediri	Tabel 4.2
66	Jumlah Penduduk Kota Kediri Tingkat Menurut Kecamatan	Tabel 4.3
67	Tahun 2008-2012	Tabel 4.4
67	Kepadatan penduduk per Kecamatan di Kota Kediri Tahun 2012	Tabel 4.5
67	Sarana dan Peralatan Kota Kediri Tingkat Menurut Kecamatan	Tabel 4.6
67	Tahun 2012-2013	Tabel 4.7
80	Kapasitas Terpasang PDAM Kota Kediri	Tabel 4.8
80	Produk Air PDAM Kota Kediri Tahun 2007-2011	Tabel 4.9
81	Distribusi, Berjalan dan Kebocoran Air PDAM Kota Kediri	Tabel 4.10
81	Tahun 2007-2011	Tabel 4.11
82	Jumlah Pelanggan PDAM Kota Kediri Tahun 2007-2011	Tabel 4.12
82	Jenis Diantar dan Panjang Pipa PDAM Kota Kediri Tahun 2011	Tabel 4.13
82	Luas Wilayah Perencanaan Menurut Kecamatan	Tabel 4.14
82	Jumlah Penduduk Per Kelurahan Kecamatan Kota	Tabel 4.15
82	Tahun 2008-2012	Tabel 4.16
90	Efisiensi di Kecamatan Kota Per Kelurahan Tahun 2012	Tabel 4.17
93	Pelanggan Kuantitas Per Kelurahan Tahun 2010-2014	Tabel 4.18
94	Rekapitulasi Penyediaan Air Bersih Tahun 2011	Tabel 4.19

<b>Tabel 5.1</b>	<b>Pemakaian Air Eksisting PDAM Kota Kediri Wilayah Pelayanan Kuwak I</b>	<b>97</b>
<b>Tabel 5.2</b>	<b>Fluktuasi Pemakaian Air</b>	<b>98</b>
<b>Tabel 5.3</b>	<b>Prediksi Elevasi Muka Air di Tandon</b>	<b>99</b>
<b>Tabel 5.4</b>	<b>Data Pengecekan Tekanan Jaringan Distribusi Wilayah Pelayanan Sumur Produksi Kuwak I</b>	<b>100</b>
<b>Tabel 5.5</b>	<b>Hasil Kalibrasi Tekanan</b>	<b>104</b>
<b>Tabel 5.6</b>	<b>Penentuan Kebutuhan Air Tiap Node</b>	<b>106</b>
<b>Tabel 5.7</b>	<b>Hasil Simulasi pada Elevasi Muka Air di Tandon 9,7 m</b>	<b>108</b>
<b>Tabel 5.8</b>	<b>Analisa Tekanan Pada Node Kritis</b>	<b>112</b>
<b>Tabel 5.9</b>	<b>Hasil Simulasi pada Elevasi Muka Air di Tandon 11,5 m</b>	<b>114</b>
<b>Tabel 5.10</b>	<b>Analisa Tekanan</b>	<b>117</b>
<b>Tabel 5.11</b>	<b>Hasil Simulasi pada Elevasi Muka Air di Tandon 12 m</b>	<b>118</b>
<b>Tabel 5.12</b>	<b>Analisa Tekanan</b>	<b>122</b>
<b>Tabel 5.10</b>	<b>Hasil Simulasi pada Elevasi Muka Air di Tandon 12,5 m</b>	<b>123</b>

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Air bersih sangat dibutuhkan dalam setiap aspek kehidupan makhluk hidup, bagi manusia air bersih dimanfaatkan untuk dikonsumsi dan digunakan dalam aktifitas sehari-hari seperti kebutuhan mandi, cuci dan kakus. PDAM merupakan salah satu perusahaan yang bertanggungjawab dalam menyediakan air bersih bagi masyarakat. Sebagai perusahaan daerah yang berperan dalam mendistribusikan air bersih bagi masyarakat, PDAM harus menjaga kualitas, kuantitas dan kontinuitas dalam pelayanannya, agar kepuasan pelanggan dapat terpenuhi dengan baik.

Bagi masyarakat Kota Kediri, kebutuhan airnya dilayani oleh PDAM Kota Kediri. Sebagai perusahaan yang mengelola dan mendistribusikan air bersih untuk memenuhi kebutuhan masyarakat Kota Kediri yang tersebar di perkotaan maupun pedesaan, PDAM memiliki tanggung jawab yang besar dan menemui banyak hambatan. Pada tahun 2011 tercatat PDAM Kota Kediri hanya mampu melayani 28,67 % penduduk Kota Kediri dan sebanyak 71,33 % belum terlayani. Hal ini merupakan kelemahan PDAM Kota Kediri dalam memenuhi kebutuhan air masyarakat Kota Kediri, karena rasion yang baik lebih dari 60% belum tercapai (*Corporate Plan* PDAM Kota Kediri, 2012-2016).

Dalam pendistribusiannya PDAM Kota Kediri harus menghadapi permasalahan-permasalahan teknis dan non teknis, PDAM Kota Kediri memiliki tanggung jawab menyediakan air yang berkualitas, memiliki kuantitas yang cukup dan kontinu selama 24. Namun pada kenyataannya yang dirasakan oleh konsumen, air yang diterima berdebit kecil atau bahkan tidak mengalir, sampai saat ini tekanan ujung pipa rata-rata PDAM Kota Kediri hanya mencapai 0,9 ATM (9 meter) padahal untuk idealnya suatu tekanan air di ujung meter air pelanggan sebesar 10-15 mH<sub>2</sub>O (Dapartemen pemukiman dan prasarana wilayah, 2002). Hal ini diakibatkan karena tekanan air yang tersedia sangat kecil terutama pada lokasi yang jauh dari rumah pompa dan pada daerah yang memiliki

perbedaan elevasi muka tanah yang rendah. Kejadian ini mengakibatkan PDAM Kota Kediri tidak mampu menjalankan tugasnya dengan optimal, yaitu menjaga kontinuitas penyediaan air bagi pelanggan. Pengontrolan tekanan dalam sistem distribusi PDAM Kota Kediri sangat diperlukan untuk menjaga kestabilan fluktuasi tekanan tiap-tiap node di berbagai lokasi, agar kontinuitas air dapat terpenuhi dengan baik. Pada studi ini akan dilakukan pemodelan dan pemetaan sistem jaringan distribusi air PDAM Kota Kediri pada wilayah pelayanan sumur produksi unit Kuwak I, untuk memperoleh informasi penyebaran tekanan yang terjadi pada sistem distribusi air pada wilayah ini dan pengaruh dari elevasi muka air di tandon.

Pendekatan yang dapat dipakai untuk simulasi hidrolika aliran dengan kondisi permanen dapat digunakan untuk memodelkan sistem distribusi air bersih PDAM Kota Kediri sebagai pengontrol tekanan dalam jaringan disitribusi air menggunakan program *WaterCAD Academic Edition*, dimana program ini dapat membantu menganalisa sekaligus mensimulasikan suatu jaringan perpipaan, sehingga diharapkan permasalahan di atas dapat diatasi dengan baik. Pada proses pemetaan akan memanfaatkan Sistem Informasi Geografis dengan pembuatan garis kontur secara digital untuk memudahkan pengawasan tekanan air pada jaringan pipa distribusi, sehingga bermanfaat bagi PDAM Kota Kediri apabila di waktu yang akan datang akan mengadakan perluasan atau penambahan sambungan pada wilayah studi ini.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Adapun yang menjadi perumusan masalah dalam skripsi ini adalah:

1. Bagaimana kondisi tekanan pada sistem distribusi di wilayah eksisting?
2. Bagaimana pengaruh elevasi muka air di tandon terhadap tekanan air pada sistem distribusi di wilayah studi?
3. Bagaimana zonasi tekanan air dengan menggunakan SIG?

### **1.3 Tujuan**

Adapun tujuan dari studi ini adalah:

1. Untuk mengetahui pengaruh elevasi muka air di tandon terhadap tekanan air di pelanggan.
2. Untuk menghasilkan sistem informasi yang dapat mengklasifikasikan daerah berdasarkan tekanannya pada wilayah studi.

### **1.4 Manfaat**

Manfaat yang diharapkan dapat diperoleh dari studi ini adalah:

1. Diperolehnya suatu pemodelan sistem jaringan distribusi air bersih sebagai pendekatan simulasi hidrolika jaringan distribusi dalam mengontrol tekanan di wilayah studi, dan diperolehnya suatu zonasi daerah-daerah berdasarkan kondisi tekanannya.
2. Diperolehnya alternatif solusi pengendalian tekanan air dipelanggan melalui opsi pemilihan elevasi terbaik air di tandon.
3. Memberikan masukan kepada PDAM Kota Kediri untuk mempermudah manajemen distribusi air, saat ada permintaan pelanggan baru untuk pemasangan/ penambahan sambungan terkait dengan tekanan yang dapat dilayani pada wilayah studi yaitu zona pelayanan sumur produksi unit Kuwak 1.

### **1.5 Ruang Lingkup**

Ruang lingkup Pemodelan Fluktuasi Tekanan Air dan Pengaruh Elevasi Muka Air Di Tandon pada Sistem Distribusi Air Bersih Wilayah Pelayanan Sumur Produksi Kuwak I, meliputi:

1. Pemodelan difokuskan pada wilayah distribusi air minum PDAM Kota Kediri zona pelayanan air sumur produksi Kuwak I.
2. Pemodelan dan analisa hidrolika perpipaan dilakukan dengan menggunakan program *WaterCAD Academic Edition*.
3. Analisa zonasi kualitas tekanan dan kondisi daerah tekanan air dengan menggunakan SIG.

4. **Pemodelan sistem distribusi air ini hanya dibatasi pada pipa distribusi air minum (pipa primer dan pipa sekunder).**
5. **Parameter yang dievaluasi adalah tekanan pada setiap titik simpul dan elevasi muka air di tandon.**
6. **Tidak membahas:**
  - **Analisa kualitas air**
  - **Detail konstruksi komponen sistem jaringan distribusi**

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Kajian Studi yang Berkaitan dengan Pemodelan Sistem Distribusi**

Beberapa studi telah dilakukan dalam simulasi hidraulika untuk berbagai kepentingan, beberapa studi tersebut sebagai berikut:

- a. Erdina Indri Permatasari (2006) dalam tulisannya yang berjudul Sistem Informasi Geografis dalam Mengevaluasi Tekanan Air pada Zona W 1-1 Di Kecamatan Blimbing Kota Malang, menggunakan program EPANET yang digunakan untuk mengevaluasi jaringan distribusi pipa pada Zona w 1-1 dan digunakan sebagai data dalam pembuatan database. Dan dalam penyajian informasi menggunakan SIG yang mana, dari sistem informasi ini kita dapat mengetahui area atau daerah-daerah tertentu yang mempunyai tekanan air dengan kategori baik, sedang dan kurang. Berdasarkan hasil analisa diperoleh kesimpulan bahwa dari hasil EPANET diketahui dari fluktuasi debit pompa dan pola aliran pompa setiap jamnya, air berflukutasi yaitu: pada jam puncak pagi, pukul 05.00, aliran pada pompa 452,74 lt/dt; tekanan tertinggi 71,31 m dan tekanan terendah 16,84 m, pada jam minimum malam, pukul 24.00, aliran pada pompa 105,64 lt/dt; tekanan tertinggi 105,94 m dan tekanan terendah 80,72 m dan hasil analisa SIG diketahui bahwa debit pompa pada jam puncak mempunyai tekanan yang masuk dalam katagori baik.
- b. Yohanis Bili Ubu Rey (2009) dalam tulisannya yang berjudul Perencanaan Pengembangan Jaringan Distribusi Air Bersih di Desa Noborejo, Desa Randuacir, dan Desa Kumpulrejo Kecamatan Argomulyo Kota Salatiga yang merencanakan pengembangan jaringan distribusi air bersih di Desa Noborejo, Desa Randuacir, dan Desa Kumpulrejo Kecamatan Argomulyo untuk jangka waktu sampai dengan waktu 2017, sehingga ketiga desa tersebut dapat terlayani air bersih dengan kualitas, kuantitas serta kontinuitas yang baik. Untuk melakukan analisa perencanaan jaringan distribusi air bersih perencanaan menggunakan bantuan *software* program

Epanet Versi 2.0, dengan hasil analisa jaringan distribusi diketahui pada pukul 06.00 pagi (jam puncak) tekanan terendah adalah 8,22, sedangkan tekanan tertinggi adalah 55,42 m. Kecepatan tertinggi air pada pipa yang terendah adalah 0,13 m/dtk, sedangkan kecepatan tertinggi adalah 2,44 m/dt.

- c. Yasmin Gombo (2012) dalam tulisannya yang berjudul **Prediksi Tekanan Air Di Daerah Layanan Tandon Betek pada Berbagai Kondisi Air di Tandon**, untuk meminimalisir dan mengatasi masalah tekanan dilakukan upaya mengkajian dan perbaikan jaringan eksisting. Untuk itu solusi yang dipertimbangkan untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan perbaikan jaringan yang bisa berupa penggantian diameter pipa atau dengan menyambung node yang lain. Analisa jaringan pipa yang dilakukan menggunakan alat bantu paket program EPANET versi 2.0, sehingga mampu meningkatkan kualitas layanan Tandon Betek.
- d. Wahyu Lestario (2005) dalam tulisannya yang berjudul **Kajian Sistem Jaringan Pipa Air Bersih untuk Daerah Pelayanan Perumahan Sawojajar II Malang**, dimaksudkan untuk meningkatkan kualitas dari sistem jaringan pipa air bersih daerah layanan Perumahan Sawojajar II. Dari program EPANET sebagai alat bantu menganalisa dapat diketahui dalam sistem jaringan pipa (eksisting) ada beberapa pipa yang menghasilkan tekanan negatif sehingga tidak bisa mengalirkan air ke konsumen sehingga perlu dilakukan perubahan dimensi pipa.
- e. Fransiskus Saferius Fua Pau (2009) dalam tulisannya yang berjudul **Kajian Sistem Jaringan Pipa Distribusi Air Bersih Daerah Kelurahan Sukun Zona Pelayanan Tlogomas Malang**, dari hasil analisa hidraulik kondisi eksisting dengan simulasi kondisi tidak permanen, pada 9 node di wilayah layanan Tandon Betek yang nilai tekanannya dibawah 10 m. Solusi yang dipertimbangkan untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan perbaikan jaringan yang berupa penggantian diameter pipa atau dengan menyambung dengan node yang lain. Analisa jaringan pipa menggunakan alat bantu paket program Epanet ver 2.0.

Berdasarkan studi yang telah dilakukan tersebut, diketahui telah dilakukan berbagai macam analisa dan perencanaan dalam sistem jaringan distribusi air menggunakan beberapa program komputer. Berbeda dengan studi di atas, pada studi ini akan memanfaatkan program komputer yaitu *WaterCAD Academic Edition* untuk memodelkan fluktuasi tekanan air dan elevasi muka air di tandon pada sistem distribusi air bersih wilayah pelayanan sumur produksi unit kuwak 1 PDAM Kota Kediri, dikarenakan program ini memiliki kelebihan dibandingkan dengan program lain antara lain (Haestad, 2001 dalam Gigih Yuli Asmara, 2009):

- Mendukung GIS *database connection* (Sistem Informasi Geografis) pada program ArcView, Arinfo, ArcCAD, MapInfo dan AutoCAD yang memudahkan untuk penggabungan model hidrolik *WaterCad* dengan database utama pada program tersebut.
- Mendukung program *Microsoft Office, Microsoft Excel* dan *Microsoft Access* untuk sharing data pada file *WaterCad*.
- Mendukung program Epanet versi *Windows* dan *Kypipe* sehingga dapat mengubah file jaringan pipa program tersebut ke dalam bentuk file *WaterCad* (.wcd).

Selain itu dalam studi ini juga akan menganalisa permasalahan tekanan yang ada di wilayah pelayanan sumur produksi unit Kuwak 1 PDAM Kota Kediri, sebagai upaya pengontrolan tekanan pada sistem jaringan distribusi. Solusi yang dipertimbangkan untuk permasalahan tersebut adalah menentukan elevasi minimum muka air di tandon sebagai titik acuan untuk mengontrol tekanan dalam sistem distribusi, sehingga diharapkan mampu meningkatkan kualitas layanan PDAM Kota Kediri di wilayah pelayanan sumur produksi unit Kuwak 1. Pada studi ini juga akan melakukan zonasi kualitas tekanan air dan kondisi daerah tekanan air dengan menggunakan SIG, sehingga menghasilkan sistem informasi tentang daerah-daerah mana saja yang mempunyai tekanan “Baik”, “Normal” dan “Kurang” (kritis) pada wilayah studi.

## 2.2 Kebutuhan dan Pemakaian Air Minum

### 2.2.1 Kebutuhan Domestik

Kebutuhan dasar domestik ditentukan oleh adanya konsumen domestik, yang berasal dari data penduduk, pola kebiasaan dan tingkat hidup yang didukung adanya perkembangan sosial ekonomi yang memberikan kecenderungan peningkatan kebutuhan air minum.

Jumlah penduduk di suatu kota atau kawasan sangat mempengaruhi jumlah kebutuhan air minum kota atau kawasan tersebut, standar pemakaian dan pelayanan air minum masyarakat dapat dilihat dalam Tabel 2.1.

**Tabel 2.1 Kebutuhan Air Minum Domestik**

No.	Uraian	Kategori Kota Berdasarkan Jumlah Penduduk (x1000 Jiwa)			
		>1000	>500-1000	100-500	20-100
1	Konsumsi unit SR (litr/org/hr)	200	150	125	100
2	Konsumsi unit HU (litr/org/hr)	30	30	30	30
3	Konsumsi non domestik (litr/org/hr)	200	200	200	200
4	Kehilangan (%)	25	25	25	25
5	Faktor harian maksimum	1,1	1,1	1,1	1,1
6	Faktor jam maksimum	1,5	1,5	1,5	1,5
5	Jumlah jiwa per SR	6	6	5	5
6	Sisa tekanan di jaringan distr. (mka)	5 - 12,5	5 - 12,5	5 - 12,5	5 - 12,5
7	Jam operasi	24	24	24	24
8	Cakupan pelayanan (%)	80	80	80	80

Sumber: Depkimpraswil 2004 dalam Sahdin Hi. Husen dan Wahyono Hadi

### 2.2.2 Kebutuhan Non Domestik

Standar penyediaan air non domestik ditentukan oleh banyaknya konsumen non domestik yang meliputi fasilitas seperti perkantoran, kesehatan, industri, komersial, umum dan lainnya. Konsumsi non domestik terbagi menjadi beberapa kategori yaitu:

- a. Umum, meliputi: tempat ibadah, rumah sakit, sekolah, terminal, kantor dan lain sebagainya
- b. Komersil, meliputi: hotel, pasar, pertokoan, rumah makan dan sebagainya
- c. Industri, meliputi : peternakan, industri dan sebagainya

Kategori konsumsi non domestik diatas tidak meningkat karena pembagian tersebut berdasarkan atas pertimbangan operasional lain.

Pada prediksi perkembangan kebutuhan air non domestik perlu diketahui rencana pengembangan kota serta aktifitasnya. Apabila tidak diketahui, maka prediksi dapat didasarkan pada satuan ekivalen penduduk, dimana konsumen non domestik dapat dihitung mengikuti perkembangan standard penyediaan air domestik. Secara lengkap dapat dilihat pada tabel 2.2:

**Tabel 2.2 Kebutuhan Konsumsi Air Konsumen Non Domestik**

Kategori		Kebutuhan Air
Umum	Masjid	25-40 L/orang/hari
	Gereja	5-15 L/orang/hari
	Terminal	15-20 L/orang/hari
	Sekolah	15-30 L/orang/hari
	Rumah Sakit	220-300 L/tempat tidur/hari
	Kantor	25-40 L/orang/hari
Industri	Peternakan	10-35 L/ekor/hari
	Industri Umum	40-400 L/orang/hari
Komersil	Bioskop	10-15 L/kursi/hari
	Hotel	80-120 L/orang/hari
	Rumah Makan	65-90 L/meja/hari
	Pasar/Toko	5 L/m <sup>2</sup> /hari

Sumber : Ir. Sarwoko dalam Anonim, 2010

### 2.3.3 Fluktuasi Pemakaian Air

Pada umumnya, masyarakat Indonesia melakukan aktifitas penggunaan air pada pagi dan sore hari dengan konsumsi air yang lebih banyak daripada waktu-waktu lainnya. Melalui keseluruhan aktifitas dan konsumsi sehari tersebut dapat diketahui pemakaian rata-rata air, dengan memasukkan besarnya faktor

kehilangan air ke dalam kebutuhan dasar maka selanjutnya dapat disebut sebagai fluktuasi kebutuhan air.

Pada distribusi air minum, tolak ukur yang digunakan dalam perencanaan maupun evaluasinya adalah kebutuhan air hari maksimum dan kebutuhan air jam maksimum dengan mengacu pada kebutuhan air rata-rata.

## **2.3 Estimasi Penggunaan Air Minum**

### **2.3.1 Kebutuhan Air Rata-Rata Harian**

Yaitu banyaknya air yang dibutuhkan selama satu tahun dibagi dengan banyaknya hari dalam satu tahun (365 hari). Rumus yang digunakan sebagai berikut (Anonim, 2010):

$$Q_{rh} = \sum Q_n / 365$$

dimana :

$Q_{rh}$  = kebutuhan air rata-rata harian (L/hari)

$Q_n$  = kebutuhan air selama satu tahun (L/tahun)

Besarnya kebutuhan air rata-rata harian ini digunakan untuk perencanaan pada pembangunan instalasi pengolahan air minum. Kebutuhan air rata-rata ini mencakup kebutuhan air domestik dan kebocoran. Sehingga :

$$Q_{rh} = Q_{total} + Q_{kebocoran}$$

### **2.3.2 Kebutuhan Air Harian Maksimum**

Yaitu banyaknya air yang dibutuhkan terbesar pada hari tertentu selama satu tahun. Rumus yang digunakan (Anonim, 2010):

$$Q_{hm} = f_{hm} \times Q_{rh}$$

Dimana :

$f_{hm} > 1$  atau  $115\% < f_{hm} < 120\%$

$f_{hm}$  = faktor harian maksimum

$Q_{hm}$  = kebutuhan air harian maksimum (L/hari)

$Q_{rh}$  = kebutuhan air rata-rata harian (L/hari)

### 2.3.3 Kebutuhan Air Jam Maksimum

Yaitu banyaknya air yang dibutuhkan terbesar pada jam tertentu pada kondisi kebutuhan hari maksimum. Rumus yang digunakan :

$$Q_{jm} = f_{jm} \times Q_{hm}$$

Dimana :

$Q_{jm}$  = kebutuhan air jam maksimum (L/jam)

$f_{jm}$  = faktor jam maksimum ( 1,5-2)

$Q_{hm}$  = kebutuhan air harian maksimum (L/hari)

Besarnya kebutuhan air jam maksimum ini digunakan untuk menentukan dimensi pipa induk distribusi. (Anonim, 2010)

### 2.3.4 Kehilangan Air

Kehilangan air adalah selisih antara banyaknya air yang disediakan dengan air yang dikonsumsi. Pada kenyataannya, kehilangan air dalam suatu perencanaan sistem distribusi selalu ada. Kehilangan air tersebut dapat bersifat teknis maupun non teknis. Contoh kehilangan air bersifat teknis adalah kebocoran pada pipa. Sedangkan contoh kehilangan air bersifat non teknis adalah pencurian air yang dilakukan pihak yang tidak bertanggungjawab. Pada perencanaan distribusi air minum harus memperhitungkan kebocoran dengan maksud agar titik pelayanan tetap dapat terpenuhi kebutuhannya akan air.

Kehilangan air memiliki pengertian 3 macam yakni:

a. Kehilangan air rencana

Kehilangan air ini dialokasikan untuk melancarkan operasi dan pemeliharaan fasilitas penyediaan air bersih. Kehilangan air ini akan diperhitungkan dalam penetapan harga air dimana biaya akan dibebankan pada konsumen.

b. Kehilangan air percuma

Kehilangan air percuma menyangkut aspek penggunaan fasilitas penyediaan air bersih serta pengelolaannya. Hal ini sangat tidak diharapkan dan harus diusahakan untuk ditekan dengan cara penggunaan

dan pengelolaan fasilitas air bersih secara baik dan benar. Kehilangan air percuma ini dibagi menjadi 2 macam yaitu:

- *Leakage* (bocor), berarti kehilangan air percuma pada komponen fasilitas yang tidak dikendalikan dengan baik oleh pengelola
- *Wastage* (terbuang), berarti kehilangan air percuma pada proses pemakaian fasilitas oleh konsumen

c. Kehilangan air insidentil

Adalah kehilangan air di luar kekuasaan manusia misalnya bencana alam.

Dalam perhitungan perencanaan penyediaan air bersih digunakan istilah kehilangan air rencana, dengan anggapan bahwa kehilangan air percuma dan insidentil telah termasuk di dalamnya. Besarnya kehilangan air ini direncanakan sebanyak 15 % sampai 25 % dari kebutuhan total air domestik dan non domestik. (Anonim, 2010)

## 2.4 Unit-Unit Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM)

### 2.5.1 Umum

Sistem penyediaan air minum yang selanjutnya disebut SPAM adalah satu kesatuan sistem fisik (teknik) dan non-fisik dari prasarana dan sarana air minum.

Sistem penyediaan air minum yang baik bertujuan untuk:

1. Menyediakan air yang kualitasnya aman dan sehat bagi pemakainya, individu maupun masyarakat,
2. Menyediakan air yang memadai kuantitasnya, dan
3. Menyediakan air secara kontinyu, mudah dan murah untuk menunjang *hygiene* perseorangan maupun rumah tangga.

Sistem penyediaan air minum terdiri dari

1. Unit air baku
2. Unit produksi
3. Unit distribusi
4. Unit pelayanan

Sistem penyediaan air minum harus dapat menyediakan jumlah air yang cukup untuk kebutuhan suatu kota. Unsur-unsur sistem yang modern terdiri atas:

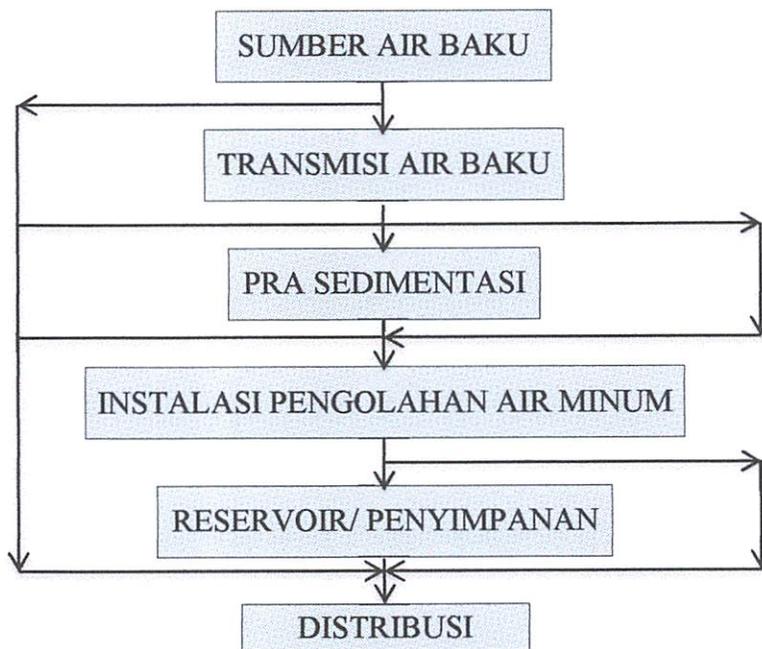
sumber air baku, fasilitas penyimpanan, fasilitas transmisi ke unit pengolahan, fasilitas pengolahan, fasilitas transmisi dan penyimpanan, dan fasilitas distribusi.

Pada pengembangan sistem penyediaan air bersih, hal yang penting adalah kualitas dan kuantitas air. George, 1978 dalam Tri Joko 2010, menjelaskan antara kedua faktor ini dengan setiap unsur fungsional dijelaskan pada Tabel 2.3.

**Tabel 2.3 Unsur Fungsional dalam Sistem Penyediaan Air Bersih**

Unsur Fungsional	Prinsip Perencanaan (Primer/ Sekunder)	Keterangan
Sumber Air	Kuantitas/ Kualitas	Sumber air permukaan dari sungai, danau, mata air (air tanah).
Prasedimentasi	Kuantitas/ Kualitas	Fasilitas penyimpanan air permukaan ditempatkan dekat sumber.
Transmisi	Kuantitas/ Kualitas	Fasilitas penyaluran air dari penyimpanan dan pengolahan
Pengolahan	Kuantitas/ Kualitas	Fasilitas untuk merubah kualitas air baku
Transmisi dan Penampungan	Kuantitas/ Kualitas	Fasilitas penyaluran air pengolahan ke reservoir distribusi
Distribusi	Kuantitas/ Kualitas	Fasilitas pendistribusian air ke sambungan konsumen

Sumber: Tri Joko, 2010



**Gambar 2.1 Hubungan Unsur Fungsional dalam Sistem Penyediaan Air Bersih**

Gambar 2.1 memperlihatkan bahwa tidak semua unsur fungsional akan dimasukkan pada setiap sistem penyediaan air bersih. Sebagai contoh sistem yang menggunakan air tanah sebagai sumber air baku, biasanya tidak memerlukan fasilitas transmisi dan penyimpanan. (Tri Joko, 2010)

### 2.5.2 Jenis Sistem

Terdapat 2 (dua) sistem penyediaan air minum, yakni:

#### 1. Sistem Perpipaan

Sistem perpipaan atau jaringan perpipaan adalah suatu sistem penyediaan air minum yang sistem distribusinya melalui perpipaan dan unit pelayanannya menggunakan sambungan rumah/ sambungan halaman dan hidran umum.

Pelayanan dengan sistem perpipaan merupakan pelayanan distribusi air minum yang sangat ideal, jika hal ini dapat dilakukan untuk memenuhi kebutuhan konsumsi air minum masyarakat pada lokasi program.

## 2. Non Sistem Perpipaan

Sistem non perpipaan atau bukan jaringan perpipaan adalah suatu sistem penyediaan air minum yang sistem distribusinya tidak melalui jaringan perpipaan dan unit pelayanannya menggunakan hidran umum, terminal air, dan tangki.

Umumnya sarana air minum non perpipaan merupakan sarana komunal yang dapat dipergunakan secara bersama-sama, dan tidak perlu ditangani secara khusus pengelolaannya.

(Tri Joko, 2010)

### 2.6 Sistem Pendistribusian

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

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

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

Sistem pendistribusian air ke masyarakat, dapat dilakukan secara langsung dengan gravitasi maupun dengan sistem pompa. Pembagian air dilakukan melalui pipa-pipa distribusi, seperti:

1. Pipa primer, tidak diperkenankan untuk dilakukan tapping
2. Pipa sekunder, diperkenankan tapping untuk keperluan tertentu, seperti: fire hidran, bandara, pelabuhan dan lain-lain.
3. Pipa tersier, diperkenankan tapping untuk kepentingan pendistribusian air ke masyarakat melalui pipa kuartier.

Dua hal penting yang harus diperhatikan pada sistem distribusi adalah tersedianya jumlah air yang cukup dan tekanan yang memenuhi (kontinuitas pelayanan), serta menjaga keamanan kualitas air yang berasal dari instalasi pengolahan. (Tri Joko, 2010)

### **2.6.1 Sistem Pengaliran**

Distribusi air minum dapat dilakukan dengan beberapa cara, tergantung kondisi topografi yang menghubungkan sumber air dengan konsumen. Distribusi secara gravitasi, pemompaan maupun kombinasi pemompaan dan gravitasi dapat digunakan untuk menyuplai air ke konsumen dengan tekanan yang mencukupi. Berikut penjelasan dan gambar dari masing-masing sistem pengaliran distribusi air bersih (Tri Joko, 2010):

#### **a. Cara Gravitasi**

Cara gravitasi dapat digunakan apabila elevasi sumber air mempunyai perbedaan cukup besar dengan elevasi daerah pelayanan, sehingga tekanan yang diperlukan dapat dipertahankan.

Cara ini dianggap cukup ekonomis, karena hanya memanfaatkan beda ketinggian lokasi.

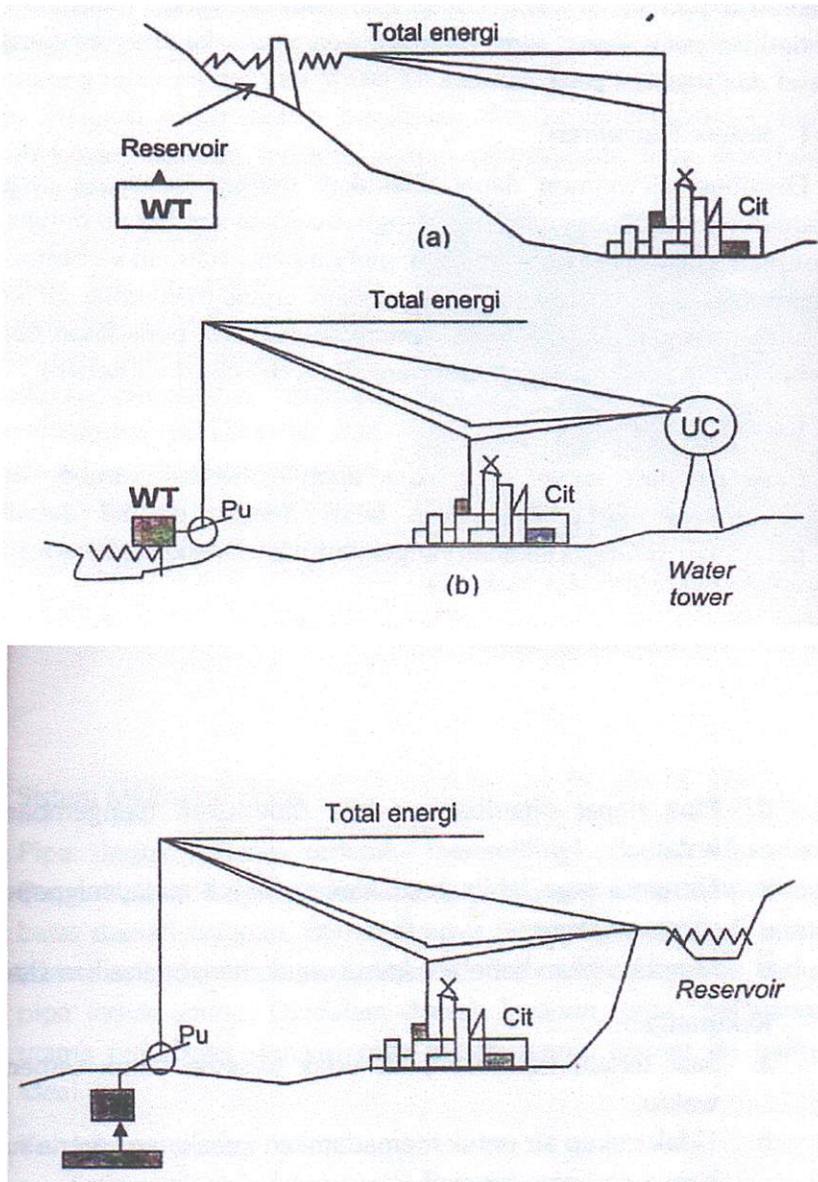
#### **b. Cara Pemompaan**

Pada cara ini pompa digunakan untuk meningkatkan tekanan yang diperlukan untuk mendistribusikan air dari reservoir distribusi ke konsumen. Cara ini digunakan jika daerah pelayanan merupakan daerah yang datar, dan tidak ada daerah yang berbukit.

#### **c. Cara Gabungan**

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

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



**Gambar 2.2 Sistem Pengaliran Distribusi Air Minum**

## 2.6.2 Jaringan Distribusi

Jaringan distribusi adalah rangkaian pipa yang berhubungan dan digunakan untuk mengalirkan air ke konsumen. Tata letak distribusi ditentukan oleh kondisi topografi daerah layanan dan lokasi instalasi pengolahan biasanya diklasifikasikan sebagai:

### 1. Sistem Distribusi (*branch*)

Bentuk cabang dengan jalur buntu (*dead-end*) menyerupai cabang sebuah pohon (Gambar 2.3a). Pada pipa induk utama (*primary feeders*), tersambung pipa induk sekunder (*secondary feeders*), dan pada pipa induk sekunder tersambung pipa pelayanan utama (*small distribution mains*) yang terhubung dengan penyediaan air minum dalam gedung. Dalam pipa dengan jalur buntu, arah aliran air selalu sama dan suatu areal mendapat suplai air dari satu pipa tunggal.

Kelebihan:

- a. Sistem ini sederhana dan desain jaringan perpipaannya juga sederhana.
- b. Cocok untuk daerah yang sedang berkembang.
- c. Pengambilan dan tekanan pada titik manapun dapat dihitung dengan mudah.
- d. Pipa dapat ditambahkan bila diperlukan (pengembangan kota).
- e. Dimensi pipa lebih kecil karena hanya melayani populasi yang terbatas.
- f. Membutuhkan beberapa katup untuk mengoperasikan sistem.

Kekurangan:

- a. Saat terjadi kerusakan, air tidak tersedia untuk sementara waktu.
- b. Tidak cukup air untuk memadamkan kebakaran karena suplai hanya dari pipa tunggal.
- c. Pada jalur buntu, mungkin terjadi pencemaran dan sedimentasi jika tidak ada penggelontoran.
- d. Tekanan tidak mencukupi ketika dilakukan penambahan areal ke dalam sistem penyediaan air minum.

## 2. Sistem *Gridiron*

Pipa induk utama dan pipa induk sekunder terletak dalam kotak, dengan pipa induk utama, pipa induk sekunder, serta pipa pelayanan utama saling terhubung (Gambar 2.3b). Sistem ini paling banyak digunakan.

Kelebihan:

- a. Air dalam sistem mengalir bebas ke beberapa arah dan tidak terjadi stagnasi seperti bentuk cabang.
- b. Ketika ada perbaikan pipa, air yang tersambung dengan pipa tersebut tetap mendapat air dari bagian yang lain.
- c. Ketika terjadi kebakaran, air tersedia dari semua arah.
- d. Kehilangan tekanan pada semua titik dalam sistem minimum.

Kekurangan:

- a. Perhitungan ukuran pipa lebih rumit.
- b. Membutuhkan lebih banyak pipa dan sambungan pipa sehingga lebih mahal

## 3. Sistem Melingkar (*loop*)

Pipa induk utama terletak mengelilingi daerah pelayanan. Pengambilan dibagi menjadi dua dan masing-masing mengelilingi batas daerah layanan, dan keduanya bertemu kembali di ujung (Gambar 2.3c). Pipa perlintasan (*cross*) menghubungkan kedua pipa induk utama. Di dalam daerah layanan, pipa pelayanan utama terhubung dengan pipa induk utama. Sistem ini paling ideal.

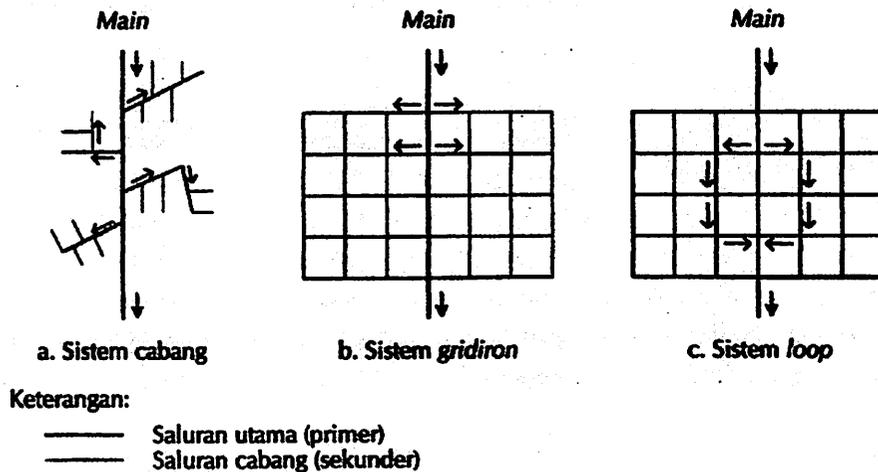
Kelebihan:

- a. Setiap titik mendapat suplai dari dua arah
- b. Saat terjadi kerusakan pipa, air dapat disediakan dari arah lain
- c. Untuk memadamkan kebakaran, air tersedia dari segala arah
- d. Desain pipa mudah.

Kekurangan:

Membutuhkan lebih banyak pipa

Hampir tak ada sistem distribusi yang menggunakan tata letak tunggal, umumnya merupakan gabungan dari ketiganya.



**Gambar 2.3 Bentuk Sistem Distribusi**

Giles (1986) mengemukakan bahwa sistem perpipaan distribusi ke konsumen terdiri dari:

1. Pipa hantar distribusi (*feeders*):
  - pipa induk utam (*primary feeders*)
  - Pipa induk sekunder (*secondary feeders*)
2. Pipa pelayanan distribusi:
  - Pipa pelayanan utama (*small distribution mains*)
  - Pipa pelayanan (*service line*)

Pipa induk utama (*primary feeders*), disebut juga pipa arteri, membentuk kerangka dasar sistem distribusi. Pipa ini membawa sejumlah besar air dari instalasi pemompaan, ke dan dari reservoir distribusi menuju daerah layanan. Looping memungkinkan pelayanan kontinu pipa utama meskipun suatu bagian sedang diperbaiki. Pada kondisi normal, looping memungkinkan suplai dari dua arah untuk hidran kebakaran. Pipa utama yang besar dan panjang harus dilengkapi dengan katup penguras (*blow off*) di titik terendah, dan katup udara (*air relief valve*) di titik tertinggi.

Pipa induk sekunder (*secondary feeders*) membawa sejumlah besar air dari pipa induk utama ke berbagai daerah untuk menjaga suplai air

yang normal dan pemadaman kebakaran. Pipa ini membentuk loop yang lebih kecil dalam loop pipa primer, dari satu pipa hantar primer ke lainnya. Kontrol tekanan dengan cross dilakukan pada pipa induk primer dan sekunder. Dari pipa induk ini tidak boleh ada sambungan langsung ke konsumen.

Pipa pelayanan utama (*small distribution mains*) membentuk grid di daerah layanan. Pipa pelayanan ini mendistribusikan air ke pipa-pipa pelayanan (*service pipes*) dan boleh langsung dihubungkan dengan sambungan rumah. Pipa pelayanan utama berukuran 6 inchi dan pipa pelayanan biasanya berukuran 2 inchi.

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

- a. Ketinggian bangunan tertinggi yang harus dicapai oleh air
- b. Jarak titik awal distribusi dari reservoir
- c. Tekanan untuk hidran kebakaran yang dibutuhkan

Alat pemadam kebakaran biasanya dilengkapi dengan pompa yang dapat menyedot air. Konsumen juga menyedot air ke lantai atas tempat tinggalnya dengan menggunakan pompa mereka sendiri. Dengan demikian, tekanan hanya ditentukan oleh kebutuhan konsumen pada lantai bawah.

Sistem tekan pada titik keluaran yaitu:

- Gedung 1 lantai = 7 mka
- Gedung 2 lantai = 12 mka
- Gedung 3 lantai = 17 mka
- Gedung 6 lantai = 22 mka

Sisa tekan tidak boleh lebih dari 22 mka; jika perlu pemompaan dihentikan untuk lantai-lantai di atasnya.

Tekanan dalam sistem distribusi dipertahankan dengan cara:

1. Meletakkan reservoir distribusi di tengah areal (secara tidak langsung akan mempengaruhi biaya maksimum untuk ukuran pipa). Ketika sistem disuplai dengan sistem pompa begitu juga melalui reservoir, lokasi reservoir berada pada akhir dari sistem.
2. Menyediakan reservoir penyeimbang (*balancing reservoir*). Ketika suplai melebihi kebutuhan, air mengalir ke dalam tangki. Ketika kebutuhan melebihi suplai, air mengalir keluar dari reservoir penyeimbang melalui pipa. Ketika sistem distribusi didesain dengan sistem pompa, tangki penyeimbang diletakkan pada bagian akhir sistem. Kapasitas tangki dapat memberikan suplai selama 1-2 jam suplai untuk menaikkan tekanan dan memperbaiki distribusi.
3. Untuk lokasi yang jauh, lebih baik disediakan pompa tekan daripada menambah ukuran pipa atau tinggi reservoir untuk mempertahankan tekanan dalam sistem.

Umumnya jarak antar instalasi pengolahan dan sambungan pelanggan sangat panjang dan memerlukan waktu beberapa jam. Seluruh struktur dan perpipaan sistem distribusi direncanakan dan dikonstruksikan untuk mencegah kontaminasi, tetapi jika ada kebocoran akan terjadi kontaminasi karena tekanan negatif. Karena itu, sistem perpipaan harus bertekanan setiap saat dan menghindari air bersih tercemar.

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

Sistem jaringan perpipaan didesain untuk membawa suatu kecepatan aliran tertentu. Ukuran pipa harus tidak melebihi dimensi yang diperlukan dan juga tekanan dalam sistem harus tercukupi. Dengan analisa jaringan

pipa distribusi, dapat ditentukan dimensi atau ukuran pipa yang diperlukan sesuai dengan tekanan minimum yang diperbolehkan agar kuantitas aliran terpenuhi.

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam desain distribusi:

1. Peta distribusi beban, berupa peta tata guna lahan, kepadatan dan batas wilayah. Juga pertimbangan dari kebutuhan/ beban (area pelayanan).
2. Daerah pelayanan sektoral dan besar beban. Dan juga titik sentral pelayanan (*junction points*).
3. Kerangka induk, baik pipa induk primer maupun pipa induk sekunder.
4. Untuk sistem induk, ditentukan distribusi alirannya berdasarkan debit puncak.
5. Pendimensian (*diemnsioneering*). Dengan besar debit diketahui, dan kecepatan aliran yang diizinkan, dapat ditentukan diameter pipa yang diperlukan.
6. Kontrol tekanan dalam aliran distribusi, menggunakan prinsip kesetimbangan energi. Kontrol atau analisa tekanan ini dapat dilakukan dengan beberapa metode, disesuaikan dengan rangkai distribusi.
7. Detail sistem pelayanan (sistem mikro dari distribusi) dan perlengkapan distribusi (gambar alat bantu).
8. Gambar seluruh sistem, berupa peta tata guna lahan, peta pembagian distribusi, peta kerangka, peta sistem induk lengkap, gambar detail sistem mikro.

(Tri Joko, 2010)

### **2.6.3 Perpipaan Distribusi**

#### **1. Penanaman Pipa**

Perpipaan induk distribusi sedapat mungkin dipasang di dalam tanah. Kedalaman tanah penutup pipa minimum ditentukan 80 cm pada kondisi biasa dan 100 cm untuk pipa di bawah jalan.

Untuk kemudahan pemasangan dan pemeriksaan, perpipaan ini dipasang disepanjang pinggir jalan yang diperlukan. Secara rinci, ketebalan lapisan penutup pipa sesuai kondisi lapangan dapat dilihat pada tabel 2.4.

**Tabel 2.4 Tabel Penutup Pipa di Indonesia Tahun 1991**

Kondisi	Tebal Penutup Pipa (cm)			
	Ø 50	Ø 80	Ø 100	Ø 150
Kondisi biasa	80	80	80	80
Di bawah jalan	100	100	100	100

*Sumber: Tri Joko, 2010*

## 2. Perlengkapan Pipa

Selain pipa distribusi, diperlukan juga perlengkapan tambahan untuk pengaliran air dalam sistem ini. Perlengkapan pipa distribusi antara lain:

### a. Katup udara (air valve)

Kecuali pada jembatan pipa dan pada jalur distribusi utama yang relatif panjang, pada umumnya peralatan ini tidak diperlukan pada perpipaan distribusi. Hal ini disebabkan karena selain pada umumnya jalur pipa tidak terlalu panjang, juga sambungan rumah dapat berfungsi sebagai pelepas udara yang ada di dalam pipa.

### b. Penguras

Perlengkapan penguras diperlukan untuk mengeluarkan kotoran/endapan yang terdapat di dalam pipa. Biasa dipasang di tempat yang paling rendah pada perpipaan distribusi dan pada jembatan pipa.

### c. Hidran kebakaran (*fire hydrant*)

Unit ini perlu disediakan pada perpipaan distribusi sebagai tempat (sarana) pengambilan air yang diperlukan pada saat terjadi kebakaran. Biasa ditempatkan di tempat-tempat yang menjadi pusat keramaian/kegiatan, seperti halnya pusat pertokoan, pasar, perumahan, dan lain-lain. Hidran kebakaran juga bisa berfungsi sebagai penguras. Dalam hal ini penempatannya di tempat-tempat yang rendah, umumnya



dengan interval jarak 300 m, atau bergantung pada kondisi daerah/ peruntukan dan kepadatan bangunannya. Diameter pipa distribusi di mana untuk hidran kebakaran disambungkan minimum 80 mm.

d. *Stop/ Gate Valve*

Dalam suatu daerah perencanaan yang terbagi atas blok-blok pelayanan, tergantung dari kondisi topografi dan prasarana yang ada, perlu dipasang *gate valve*. Perlengkapan ini diperlukan untuk melakukan pemisahan/ melokalisasi suatu blok pelayanan/ jalur tertentu yang sangat berguna pada saat perawatan. Biasanya *gate valve* dipasang pada setiap percabangan pipa selain itu perlengkapan ini biasa dipasang sebelum dan sesudah jembatan pipa, shipon, dan persimpangan jalan raya.

e. Perkakas (fitting)

Perkakas (*tee, bend, reducer*, dan lain-lain) perlu disediakan dan dipasang pada perpipaan distribusi sesuai dengan keperluan di lapangan. Apabila pada suatu jalur pipa terdapat lengkungan yang memiliki radius yang sangat besar, penggunaan perkakas belokan (*bend*) boleh tidak dilakukan selama defleksi pada sambungan pipa tersebut masih sesuai dengan yang disyaratkan untuk jenis pipa tersebut.

f. Peralatan Kontrol Aliran

Kalau dianggap perlu, pada setiap jarak 200-300 m pada jalur pipa distribusi harus dipasang alat kontrol untuk menanggulangi terjadinya penyumbatan (*clogging*) dalam pipa akibat kotoran yang terendapkan. Unit peralatan ini terdiri atas *gate valve* dan perkakas tempat memasukkan alat pembersih ke dalam pipa serta tempat penggelontoran. Penempatan peralatan ini harus dipilih pada tempat yang relatif luas dan ada saluran/ tempat yang lebih rendah untuk membuang air dari penggelontoran tersebut.

g. Jalur Pipa Sekunder/ Tersier

Sambungan rumah/ sambungan bangunan lain tidak boleh dilakukan terhadap pipa induk distribusi yang diameternya lebih besar dari 150 mm.

Untuk itu diperlukan perpipaian sekunder/ tersier yang berdiameter 80 mm atau 50 mm yang dipasang sejajar (sesuai dengan keperluan) dengan diameter pipa induk tadi untuk tempat pemasangan sambungan rumah tersebut.

Apabila pada kedua tepi jalan posisi bangunan rumah cukup rapat, maka diperlukan pemasangan pipa sekunder/ tersier di kedua tepi jalan tersebut untuk mengurangi terjadinya penyebrangan pipa terhadap jalan. Hal ini dimaksudkan banyaknya kebocoran yang sering/ biasa terjadi pada penyeberangan pipa akibat pecahnya pipa tersebut.

(Tri Joko, 2010)

## 2.7 Hidrolika Aliran dalam Pipa

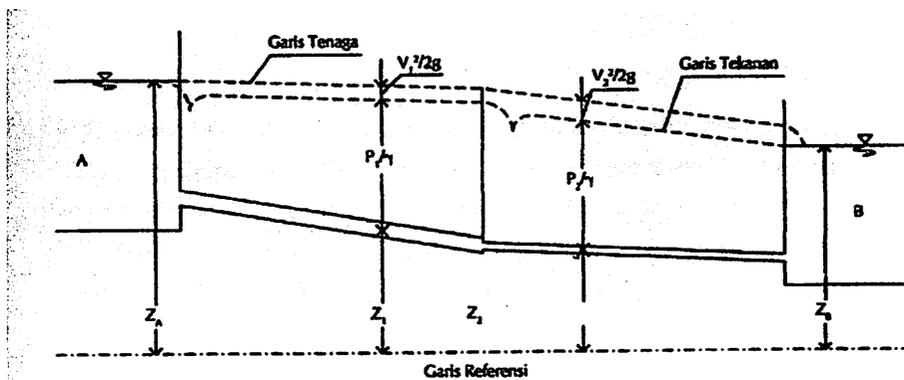
Dalam penerapan sistem pipa perlu memperhitungkan besarnya HGL, EGL, pengaruh cara pemasangan pipa, jaringan pipa, tekanan air, kecepatan aliran, debit, maupun *headloss*.

### 2.7.1 Garis Tenaga dan Garis Tekanan

Sesuai dengan prinsip Bernoulli, tinggi tenaga total di setiap titik pada saluran pipa adalah jumlah dari tinggi elevasi, tinggi tekanan, dan tinggi kecepatan. Garis yang menghubungkan titik tersebut dinamakan garis tenaga (*energy Grade Line/ EGL*) yang digambarkan di atas tampang memanjang pipa seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 2.4. Perubahan diameter pipa dan tempat-tempat tertentu di mana kehilangan tenaga sekunder diabaikan, maka kehilangan tenaga hanya disebabkan oleh gesekan pipa.

Garis tekanan (*Hydraulic Grade Line/ HGL*) merupakan jumlah dari tinggi tekanan dan elevasi diukur dari garis referensi (Gambar 2.4). Garis tekanan terletak di bawah garis tenaga sebesar tinggi kecepatan dalam pipa. Apabila di

sepanjang pipa disambung dengan tabung tegak terbuka, yang dapat dianalogikan sebesar reservoir atau sebagai kran dalam sambungan rumah, maka zat cair di dalam pipa akan naik dalam tabung atau reservoir atau kran tersebut. Garis yang menghubungkan permukaan zat cair dalam media-media tersebut adalah garis tekanan. Berlainan dengan garis tenaga yang menurun secara teratur ke arah aliran, garis tekanan bisa naik pada tampang yang diperbesar layaknya sebuah reservoir. Jika tinggi kecepatan sangat kecil dibandingkan tinggi tekanan maka biasanya tinggi kecepatan diabaikan dan garis tekanan serta garis tenaga akan berimpit menjadi satu. Garis tekanan ini akan menunjukkan besarnya tekanan zat cair pada setiap titik di sepanjang pipa, jarak vertikal dari pipa ke garis tekanan adalah tinggi tekanan pada titik-titik tersebut. Tinggi tekanan maksimum akan digunakan untuk merencanakan tebal pipa dan sambungan-sambungannya. Apabila garis tekanan berimpit dengan pipa, menunjukkan tekanan di dalam pipa adalah tekanan atmosfer. Apabila garis tekanan berada di bawah pipa berarti tekanan di dalam pipa negatif. Garis tekanan merupakan garis lurus apabila pipa lurus dan diameternya seragam.



**Gambar 2.4 Garis Tenaga dan Garis Tekanan**

### 2.7.2 Tekanan Air dan Kecepatan Aliran

Menurut Tri Joko (2010) jika tekanan air kurang, akan menyebabkan kesulitan dalam pemakaian air. Sedangkan tekanan air yang berlebihan dapat menimbulkan rasa sakit karena terkena pancaran air, merusak peralatan *plumbing*, dan menambah kemungkinan timbulnya pukulan air. Besarnya tekanan air yang baik pada suatu daerah bergantung pada persyaratan pemakaian atau alat yang

harus dilayani. Secara umum dapat dikatakan besarnya tekanan standar adalah  $1,0 \text{ kg/cm}^2$ , sedangkan tekanan statik sebaiknya diusahakan antara  $4,0\text{-}5,0 \text{ kg/cm}^2$  untuk perkantoran, dan antara  $2,5\text{-}3,5 \text{ kg/cm}^2$  untuk hotel dan perumahan. Disamping itu beberapa macam peralatan *plumbing* tidak dapat berfungsi dengan baik kalau tekanan airnya kurang dari suatu batasan minimum.

Beberapa sumber pustaka (dalam Dance Dunia Hauteas, 2009) menentukan tekanan yang diizinkan pada pipa jaringan distribusi air bersih sebagai berikut:

1. PDAM Kota Malang, 2007, dalam ketentuan pekerjaan perencanaan menerangkan bahwa tekanan air pada jaringan pipa distribusi yang terlalu rendah maupun terlalu tinggi dapat menimbulkan berbagai masalah. Tekanan air yang terlalu rendah dapat mengakibatkan air tidak sampai ke rumah konsumen, sedangkan tekanan air yang terlalu tinggi dapat menimbulkan terjadinya kebocoran pada jaringan pipa distribusi. Oleh karena itu tekanan air pada pipa distribusi bahan PVC tidak boleh kurang dari 10 meter kolom air (MKA) dan tidak boleh lebih tinggi dari 80 meter kolom air.

Dimana:  $1 \text{ m kolom air} = 10.000 \text{ N.m}^2 = 0,1 \text{ ATM} = 0,1 \text{ Bar} = 1 \text{ kg/cm}^2$

2. Diktat Khusus Perpipaian DPU Ditjen Cipta, menjelaskan tekanan air pada jaringan pipa distribusi yang terlalu rendah maupun terlalu tinggi dapat menimbulkan hal-hal yang tidak diinginkan. Oleh karena itu tekanan air yang disarankan tidak kurang dari 10 m kolom air dan tidak lebih dari 40 m kolom air.
3. Menurut Koby, tekanan maksimum pada pipa berbeda untuk setiap jenisnya seperti dijelaskan pada tabel 2.5.

**Tabel 2.5 Tekanan Maksimum pada Pipa**

Jenis Pipa	Tekanan Maksimum
Pipa baja	350 PSI
Pipa besi bentukan	350 PSI
Pipa beton	350 PSI
Pipa fiber glass	250 PSI
Pipa semen asbes	200 PSI
Pipa PVC	200 PSI
Pipa PE	198 PSI

Sumber: Koby, 2002 dalam dalam Dance Hunia Hauteas, 2009

14,5 PSI = 1 Bar = 100 kPa = 10 mH<sub>2</sub>O = 10 m kolom air

- Menurut salah satu merek pipa menyebutkan bahwa pipa tipe PE memiliki standar tekanan berkisar 1-8 Bar.
- Dapartemen pemukiman dan prasarana wilayah, 2002, menjelaskan tekanan untuk pipa sekunder dan tersier di ujung distribusi tekanan minimum pada sambungan pelayanan minimal berkisar antara 10-15 mH<sub>2</sub>O (sampai dengan 2 bangunan bertingkat).

Tekanan pada pipa bervariasi tergantung mutu bahan pipa itu sendiri, namun untuk menjaga kualitas jaringan distribusi digunakan tekanan minimum antara 10-80 mH<sub>2</sub>O dengan menggunakan pipa PE dan pipa PVC.

Kecepatan aliran air yang terlampaui tinggi akan dapat menambah kemungkinan timbulnya pukulan air, menimbulkan suara berisik, dan kadang-kadang menyebabkan ausnya permukaan dalam dari pipa. Biasanya digunakan standar kecepatan sebesar 0,9-1,2 m/detik, dan batas maksimumnya berkisar antara 1,5-2,0 m/detik, sebaiknya diterapkan dalam penentuan pendahuluan ukuran pipa. Di lain pihak, kecepatan yang terlalu rendah ternyata dapat menimbulkan efek korosi, pengendapan kotoran yang mempengaruhi kualitas air. (Tri Joko, 2010)

Beberapa sumber pustaka (dalam Dance Hunia Hauteas, 2009) menjelaskan tentang syarat kecepatan pada sistem jaringan pipa distribusi air bersih, sebagai berikut:

1. Diklat Kursus Perpipaian DPU Ditjen Cipta Karya (1987:136), menjelaskan bahwa dalam sistem distribusi air bersih kecepatan air yang mengalir dalam pipa berkisar antara 0,8-10 m/dt.
  2. Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah (2002), menyebutkan kriteria perencanaan kecepatan aliran dalam pipa berkisar antara 0,6-2,5 m/dt.
- Pada studi ini akan digunakan kecepatan yang diizinkan 0,6-2,5 m/dt.

### 2.7.3 Kehilangan Tekanan (*Headloss*)

Macam kehilangan tekanan adalah (Tri Joko, 2010):

1. *Major losess*, terjadi akibat gesekan air dengan dinding pipa. Besarnya dapat ditentukan dengan rumus Chezy, rumus Hazen-William, dan sebagainya. Dalam setiap elemen pipa dari sistem jaringan, terdapat hubungan antara kehilangan tenaga dan debit. Secara umum hubungan tersebut dapat dinyatakan dalam bentuk:

$$hf = k.Q^m$$

dengan:

- m = tergantung pada rumus gesekan pipa yang digunakan  
k = koefisien yang tergantung pada rumus gesekan pipa dan karakteristik pipa

Sebenarnya nilai pangkat m tidak selalu konstan, kecuali bila pengaliran berada pada keadaan hidrolis kasar, yang sedapat mungkin dihindari. Akan tetapi perbedaan kecepatan pada masing-masing elemen tidak besar, maka biasanya nilai m dianggap konstan untuk semua elemen.

2. *Minor losess*, terjadi akibat perubahan penampang pipa, sambungan, belokan, dan katup. Kehilangan tekanan akibat gesekan pada pipa panjang biasanya jauh lebih besar daripada kehilangan tenaga sekunder, sehingga pada keadaan tersebut biasanya kehilangan tekanan sekunder diabaikan. Pada pipa pendek kehilangan tenaga sekunder harus diperhitungkan. Apabila kehilangan tenaga sekunder kurang dari 5% dari kehilangan tenaga akibat gesekan maka kehilangan tenaga tersebut dapat diabaikan.

Untuk memperkecil kehilangan tenaga sekunder, perubahan penampang atau belokan jangan dibuat mendadak tapi berangsur-angsur.

Persamaan-persamaan untuk minor losses dapat dirunutkan sebagai berikut:

1. Kehilangan tekanan akibat masukan (*entrance*)

$$h_e = C_e \cdot \left( \frac{v_2^2 - v_1^2}{2 \cdot g} \right)$$

dengan:

$h_e$  = kehilangan masukan turbulen (m)

$v_2$  = kecepatan dalam pipa (m/dt)

$v_1$  = kecepatan sebelumnya (didekatnya, m/dt)

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

$C_e$  = koefisien kehilangan tenaga masukan.

Jika  $v_1 = 0$ , maka

2. Kehilangan tekanan akibat keluaran

$$h_o = C_o \cdot \left( \frac{v_2^2 - v_1^2}{2 \cdot g} \right)$$

dengan:

$h_o$  = kehilangan tenaga akibat keluaran (m)

$v_1$  = kecepatan pipa di atas keluaran (m/dt)

$v_2$  = kecepatan di bawah keluaran (m/dt)

$C_o$  = koefisien kehilangan tekanan keluaran

Untuk keluaran air yang tenang  $v_2 = 0$ ,  $h_o = C_o \cdot \left( \frac{v_1^2}{2 \cdot g} \right)$

3. Kehilangan tekanan akibat kontraksi

$$h_c = C_c \cdot \left( \frac{v^2}{2 \cdot g} \right)$$

dengan:

$h_c$  = kehilangan tinggi (m) karena kontraksi mendadak

$C_c$  = koefisien kontraksi

$v$  = kecepatan (m/dt) dalam pipa yang lebih kecil

Untuk rasio diameter 1,5  $C_c = 0.3$ , rasio diameter 2.0  $C_c = 0.35$ , rasio diameter 2.5  $C_c = 0.4$  dan seterusnya.

4. Kehilangan tekanan akibat perubahan (perbesaran) penampang

$$h_e = C_e \cdot \left( \frac{v^2}{2 \cdot g} \right)$$

dengan:

$h_e$  = kehilangan tinggi akibat perbesaran penampang

$C_e$  = koefisien perubahan penampang

$v$  = kecepatan aliran (m/dt)

Untuk rasio diameter 1.5  $C_e = 0.35$ , rasio diameter 2.0  $C_e = 0.6$ , rasio diameter 2.5  $C_e = 0.75$

5. Kehilangan tekanan akibat belokan

$$H_b = C_b \cdot \left( \frac{v^2}{2 \cdot g} \right)$$

dengan:

$h_b$  = kehilangan tinggi, (m)

$C_b$  = koefisien kehilangan tinggi belokan

6. Kehilangan tekanan akibat adanya perkakas (*fitting*)

$$h_f = C_f \cdot \left( \frac{v^2}{2 \cdot g} \right)$$

dengan:

$h_f$  = kehilangan tenaga akibat adanya perkakas (m)

$C_f$  = koefisien kehilangan tenaga karena adanya katup

Untuk globe valve, terbuka lebar  $C_f = 10$

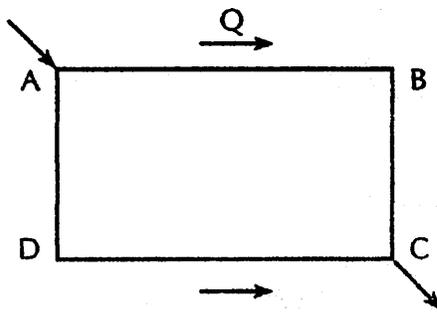
angel valve, terbuka lebar  $C_f = 5$

gate valve, terbuka lebar  $C_f = 0.2$

#### 2.7.4 Analisis Jaringan Pipa Distribusi

Ada beberapa metode analisis jaringan pipa distribusi salah satunya dengan menggunakan program UNDP yang merupakan aplikasi dari metode Hardy, dkk dalam Tri Joko (2010).

Metode ini dikembangkan dengan memisalkan aliran-aliran di seluruh jaringan distribusi dan kemudian menyeimbangkan penurunan-penurunan tekanan (*head*) yang dihitung Giles (1986) dalam sistem perpipaan rangkaian sederhana yang diperlihatkan Gambar 2.5, untuk aliran yang tepat di setiap untaian:  $h_{ABC} = h_{ADC}$



Gambar 2.5 Contoh Rangkaian Pipa Sederhana

1. Pada setiap titik pertemuan, kuantitas total air yang masuk sama dengan penjumlahan aljabar ke luar.
2. Pada setiap looping, penjumlahan aljabar kehilangan tekanan melalui berbagai jalan sama dengan nol.

Rumus umum aliran yang digunakan ditulis dalam bentuk:

$$h = k \cdot Q^2$$

dimana

$h$  = kehilangan tekanan pipa (m)

$Q$  = debit aliran ( $m^3/dt$ )

$k$  = konstanta

untuk rumus Hazen Williams,  $h = k \cdot Q^{1,85}$

Untuk menghitung kehilangan tekanan digunakan formula Darcy Weisbach dan White Colebrook:

$$\text{Darcy Weisbach: } H = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

Dengan:

H = kehilangan tekanan (m kolom air)

f = koefisien gesekan

L = panjang pipa (m)

D = diameter pipa (m)

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

Nilai-nilai faktor kekasaran dinding pipa dalam Tabel 2.6 dapat digunakan untuk mengansumsikan kehilangan tekanan yang disebabkan oleh *bend*, *tee*, dan perlengkapan lainnya.

Perhitungan kehilangan tekanan akibat gesekan pada permukaan basah pipa dapat dihitung melalui nilai kekasaran pipa C pada Rumus Hazen Williams:

$$\Delta H = \left( \frac{Q}{0,2785 \cdot C \cdot D^{2,63}} \right)^{1/0,54} \times L$$

dengan:

Q = debit aliran (m<sup>3</sup>/det)

C = koefisien kekasaran pipa

D = diameter pipa (m)

L = panjang pipa (m)

Dengan nilai C sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1.3.

**Tabel 2.6 Faktor Kekasaran Dinding Pipa**

Bahan	Nilai k (mm)	Nilai C	
		Pipa Baru	> 10 tahun
Pipa PVC	0,20	120-140	100-110
Pipa AC	0,25	120	110
Pipa Steel	0,50	120	100
Pipa baja yang telah tua & berkarat	1-2	120	100

Sumber: Tri Joko, 2010

## **2.8 Analisis Sistem Jaringan Distribusi Air Bersih dengan *Software* Komputer**

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

Pada saat ini program-program komputer di bidang perencanaan sistem jaringan distribusi air bersih sudah demikian berkembang dan maju sehingga kerumitan dalam perencanaan sistem jaringan distribusi air bersih dapat diatasi dengan menggunakan program tersebut. Proses *trial and error* dapat dilakukan dalam waktu singkat dengan tingkat kesalahan yang relatif kecil karena programlah yang akan menganalisisnya.

Beberapa program komputer di bidang rekayasa dan perencanaan sistem jaringan distribusi air bersih diantaranya adalah program Loops, Wadiso, Epanet 1.1, Epanet 2.0 dan WaterCAD. Dalam kajian ini digunakan program *WaterCAD Academic Editon*. (<http://www.scribd.com>)

### **2.8.1 Pemodelan dan Simulasi Jaringan Sistem Distribusi**

Simulasi sistem distribusi merupakan proses pemodelan perilaku sistem distribusi dengan pendekatan matematis untuk mendapatkan kondisi yang hampir sama pada kondisi sebenarnya. Dari proses simulasi dengan pemodelan sistem jaringan distribusi akan mempermudah kita dalam:

1. Memperkirakan respon sistem distribusi yang ada terhadap kondisi yang cukup luas.
2. Dapat dilakukan antisipasi terhadap kondisi-kondisi yang nantinya terjadi pada suatu sistem baik sistem yang telah ada maupun yang direncanakan.
3. Mempermudah kita dalam melakukan evaluasi dan pengembangan sistem jaringan
4. Mempermudah dalam pembuatan zona-zona pelayanan didasarkan pada kondisi-kondisi tertentu yang akan lebih mudah diperhitungkan dengan adanya model jaringan distribusi yang akan kita buat

Sedangkan tujuan dari proses simulasi dengan pemodelan pada sistem distribusi antara lain:

- Sebagai rencana induk jangka panjang, termasuk pengembangan dan rehabilitasi
- Sebagai studi pengamanan kebakaran
- Pengontrolan kualitas air
- Manajemen Energi
- Desain Sistem Distribusi
- Membantu dalam operasional sistem distribusi termasuk untuk training operator, membantu mempercepat proses perbaikan

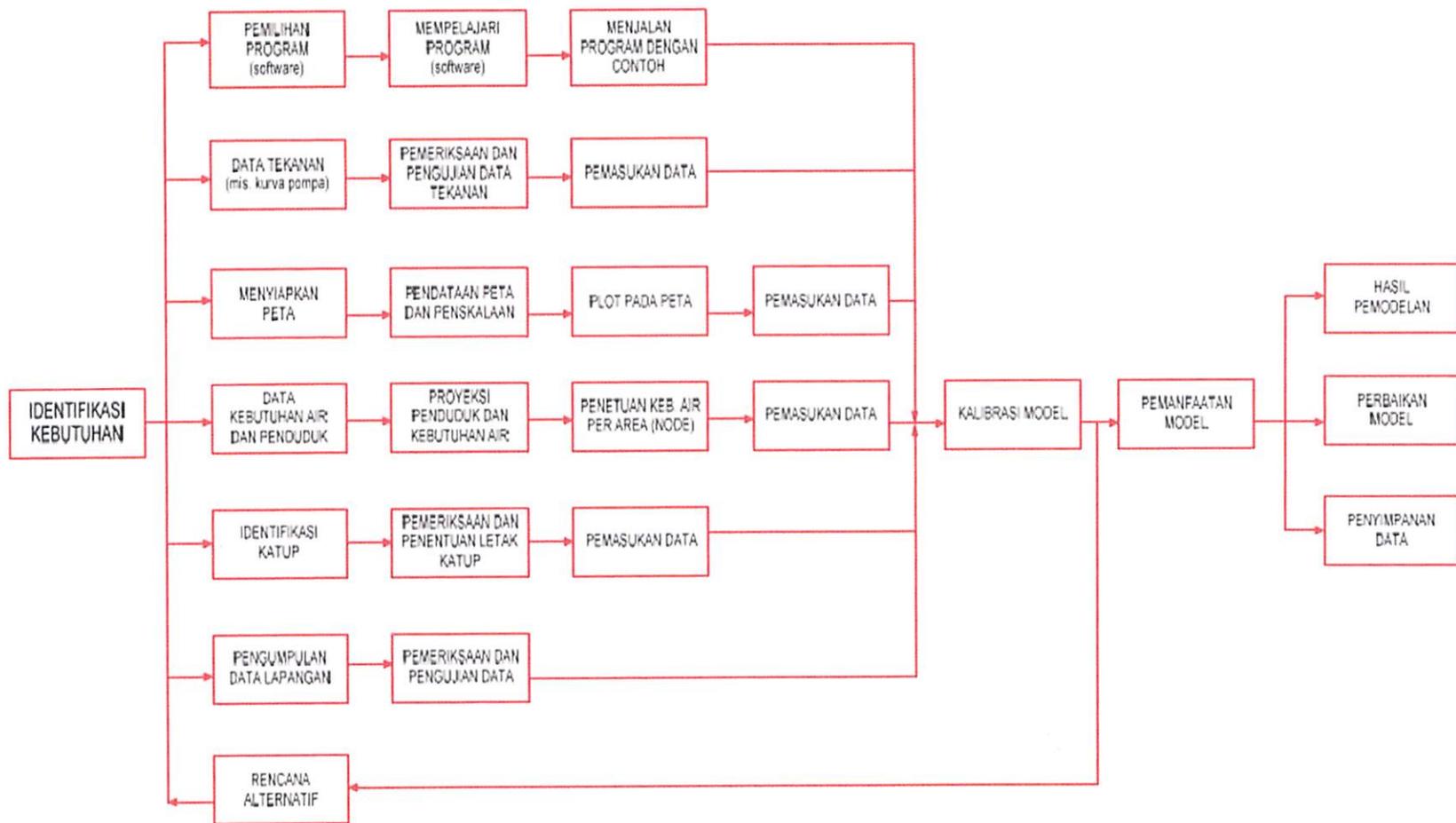
Dalam pembuatan model dan simulasi ini beberapa parameter dapat kita simulasikan misalnya tekanan kerja, diameter pipa dan jenis pipa.

(<http://www.scribd.com>)

### **2.8.2 Proses Pembuatan Model Sistem Distribusi**

Dalam pembuatan model suatu sistem distribusi membutuhkan beberapa pentahapan sebelum model tersebut dapat dipakai untuk tujuan di atas. Pemodelan ini harus didahului beberapa tahap persiapan yang menunjang dalam pembuatan suatu model, seperti pengumpulan data, pemilihan program pemodelan, pengecekan data, kalibrasi data dan lain-lain. Hal ini dimaksudkan agar pemodelan yang kita lakukan nantinya benar-benar akan mendekati kondisi sebenarnya dari suatu jaringan distribusi. Gambar di bawah ini merupakan skema tahapan yang harus dilalui dalam membuat suatu pemodelan sampai model tersebut dapat digunakan sebagai acuan dalam tujuan di atas.

Keakurasian model sistem jaringan distribusi yang kita buat sangat tergantung dari data yang kita peroleh, semakin data yang kita peroleh semakin detail dan baik maka simulasi model yang kita buat akan semakin mendekati kondisi nyata dari sistem di lapangan. Untuk itu diperlukan database tentang jaringan distribusi secara lengkap akan sangat membantu dalam melakukan analisa dan evaluasi jaringan distribusi. Skema tahapan dalam pemodelan sistem distribusi dapat dilihat dalam gambar 2.6.



**Gambar 2.6 Skema Tahapan dalam Pemodelan Sistem Distribusi**

a. Data tentang kebutuhan air, kebutuhan air ini harus dilakukan analisa untuk menentukan kelayakan jaringan terhadap debit air yang diperlukan oleh konsumen. Kebutuhan air yang harus didata meliputi kebutuhan air tiap-tiap titik tapping sesuai dengan daerah layanan, sehingga model yang dibuat nantinya dapat mewakili penyebaran kebutuhan air sesuai dengan jumlah pelanggan dan lokasi pelanggan. Analisa kebutuhan air ini meliputi:

- Perhitungan analisa kebutuhan air jaringan eksisting.
- Perhitungan analisa kebutuhan air jaringan perencanaan, yang terdiri dari eksisting dan kebutuhan air pelanggan baru.

Data kebutuhan air ini harus meliputi kebutuhan air untuk domestik dari pelanggan rumah, non domestik (industri, niaga, komersial dan lain-lain) juga air yang hilang sebagai tingkat kebocoran. Selain itu juga perlu memperhatikan faktor kebutuhan air seperti faktor jam puncak, faktor hari maksimum dan sebagainya.

b. Menentukan batasan-batasan hidrolis yang akan menjadi batasan dalam analisa kita, misalnya:

- *Head loss* maksimal yang diijinkan adalah 10 m/ 1.000 m
- Kecepatan minimum dalam pipa 0,3 m/dt
- Kecepatan maksimum dalam pipa 3,0 m/dt
- Tekanan maksimum dalam pipa 50 m
- Tekanan minimum dalam pipa 5 m

Batasan-batasan ini yang akan menjadi acuan kita dalam melakukan suatu evaluasi model jaringan yang kita buat. Jika dalam model yang kita buat nantinya banyak output data yang tidak masuk dalam kriteria ini, maka model yang kita buat harus dilakukan perbaikan-perbaikan dalam model dengan melakukan simulasi terhadap diameter pipa, pengoperasian valve dan sebagainya, sampai model kita sesuai dengan batasan yang kita buat. Adapun batasan-batasan yang kita buat tersebut harus sesuai dengan kriteria-kriteria yang ada misalnya dari batasan karakteristik pipa dan lain-lain.

c. Mengumpulkan data pengukuran lapangan untuk data kalibrasi model terhadap sistem jaringan sebenarnya di lapangan, hal ini dilakukan jika kita

mau melakukan evaluasi sistem jaringan dan diketahui bahwa model jaringan eksisting yang kita buat sama dengan model jaringan eksisting yang ada di lapangan. Nilai kalibrasi ini dapat menjadi acuan dalam melakukan evaluasi terhadap jaringan dan menentukan kondisi-kondisi apa yang menyebabkan model dan kondisi sebenarnya berbeda. Data kalibrasi yang dapat dibuat antara lain kecepatan atau tekanan, debit aliran yang masuk ke suatu sistem dan lain-lain.

Misalnya jika kita melakukan kalibrasi terhadap tekanan, maka kita melakukan pengukuran tekanan pada titik-titik tertentu di lapangan dan hasilnya nantinya disesuaikan dengan nilai tekanan pada titik yang sama pada hasil simulasi.

Beberapa program simulasi untuk sistem perpipaan distribusi ini telah banyak diantaranya Program LOOP yang merupakan program paling sederhana, EPANET maupun *WaterCAD* yang memberikan hasil simulasi lebih baik.

Dalam sistem perencanaan jaringan distribusi, model dan simulasi ini merupakan faktor yang sangat penting untuk mendapatkan sistem keseimbangan aliran dan tekanan dalam pipa terutama jika sistem jaringan yang kita rencanakan adalah sistem looping. Seperti dijelaskan sebelumnya bahwa keseimbangan hidrolis akan sangat berpengaruh pada aliran air ke pelanggan.

Beberapa komponen yang nantinya sebagai masukan atau input ke dalam pemodelan jaringan sistem distribusi, diantaranya adalah :

a. Data Gambar

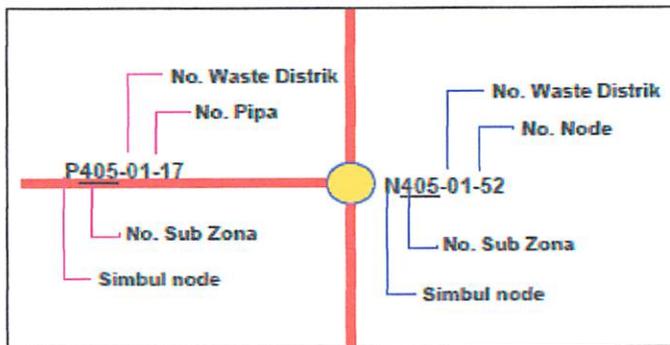
Data gambar merupakan komponen data yang sangat penting untuk membentuk suatu jaringan distribusi. Dengan adanya data gambar ini akan mempermudah dalam memahami pola jaringan sistem distribusi yang akan dibuat modelnya. Untuk suatu sistem jaringan eksisting data gambar akan memuat antara lain:

- Jalur pipa, model sambungan, material pipa, diameter pipa dan lain-lain
- Lokasi beberapa elemen sistem seperti reservoir, tangki maupun valve
- Data kontur tekanan daerah layanan
- Elevasi tiap-tiap node

- Informasi dasar seperti lokasi jalan, nama jalan, zona perencanaan, sungai, dan lain-lain
- Serta beberapa fasilitas lainnya.
- Beberapa jenis data gambar yang dipakai antara lain peta topografi, as-built drawing, peta dan gambar digital, data sistem informasi geografis dan lain-lain.

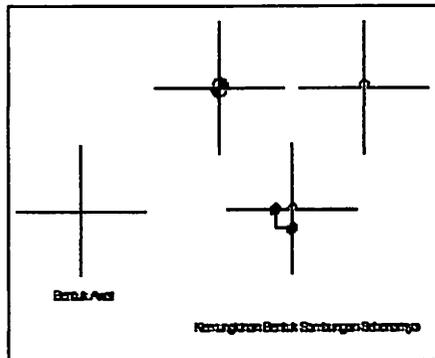
b. Representasi Model

Representasi model merupakan pengkajian terhadap data-data yang didapat terutama data gambar. Dengan melakukan evaluasi model gambar terhadap kondisi sesungguhnya serta memberikan identifikasi terhadap data gambar yang ada dengan pemberian nama (*labelling*) masing-masing komponen, seperti penamaan junction/node, pompa, pipa dan lain-lain, dimana penamaan itu akan mempermudah kita dalam melakukan identifikasi ulang dalam pemodelan. Sebagai contoh penamaan suatu junction/ node dan pipa, seperti pada Gambar 2.7.



**Gambar 2.7 Contoh Penamaan Junction dan Pipa**

Selanjutnya melakukan evaluasi terhadap data gambar terutama pada data topologinya, dimana data topologi ini sangat penting karena memuat data tentang sambung menyambungannya pipa, bagaimana bentuk sambungannya, saling berhubungan, tak berhubungan atau cross over harus dicek dengan benar sehingga dalam pemodelan nantinya tidak terjadi kesalahan hubungan pipa. Sebagai contoh seperti pada Gambar 2.8.



**Gambar 2.8 Bentuk Sambung Menyambung Pipa**

**c. Reservoir**

Reservoir berfungsi node batas untuk kontrol awal gradien hidrolis suatu sistem distribusi sekaligus sebagai penyuplai air dengan kapasitas besar dan HGL yang besar pula. Nilai gradien hidrolis (HGL) pada reservoir dapat di tentukan dengan nilai konstan, dimana HGL ini diset untuk dapat melayani seluruh area pelayanan yang mengambil air dari suplai reservoir ini.

Dalam pemodelan jaringan sistem distribusi, reservoir ini dapat berupa:

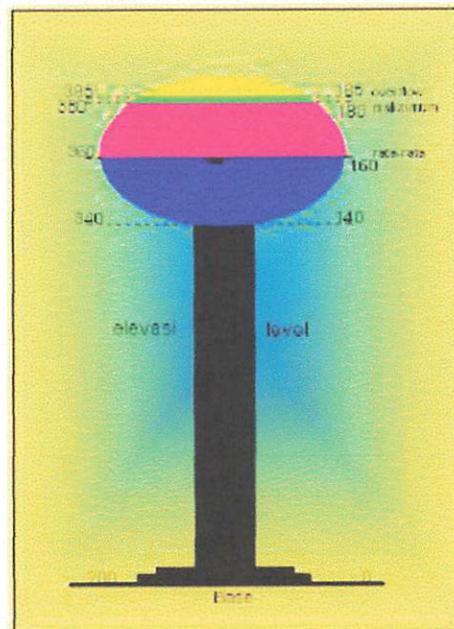
Sumber air, *clear well*, IPAM, dapat juga berupa titik injeksi air/ suplai air ke dalam sistem distribusi jika dalam pemodelan tersebut sistem mendapatkan air dari suplai pipa utama meskipun dalam kondisi sebenarnya di lapangan tidak ada reservoir, dengan ketinggian HGL tertentu. Dalam hal ini reservoir berfungsi sebagai titik acuan untuk mengontrol tekanan dalam sistem.

**d. Tangki Storage**

Dalam suatu pemodelan, storage tank ini juga berfungsi sebagai node batas, namun yang membedakan dengan reservoir adalah HGL yang terjadi dalam tangki ini berfluktuasi tergantung keluar masuknya air. Volume storage tank ini umumnya terbatas, sehingga pada kondisi tertentu tangki ini dapat berisi penuh dan dapat kosong sama sekali.

Beberapa model tangki storage yang dapat ditemui di sistem distribusi antara lain:

- Tangki yang terdapat pada sistem dengan kondisi langsung tersambung pada sistem dengan permukaan yang bebas.
- Tangki storage yang berupa tangki tekan (*hydropneumatic*) tersambung dengan sistem distribusi, disini air akan mengalami peningkatan HGL karena adanya peningkatan tekanan dalam tangki.
- Elevated reservoir, dimana air masuk ke tangki storage dengan jalan pemompaan, yangselanjutnya air akan masuk ke sistem distribusi dengan cara gravitasi dengan HGL sesuai ketinggian elevated reservoir.

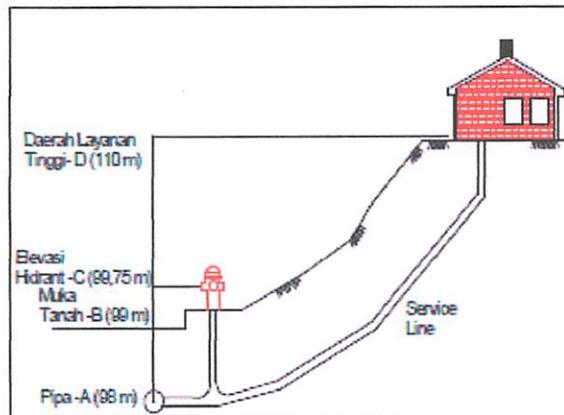


**Gambar 2.9 Tangki Storage Elevated Reservoir**

e. Junction atau Node

Junction merupakan representasi pertemuan/ penyambungan 2 atau lebih pipa (penyambungan umumnya dilakukan dengan adanya fitting), dengan komponen terpenting dalam junction adalah elevasi.

Elevasi merupakan faktor yang menentukan dalam sistem pemodelan jaringan distribusi, karena sangat berpengaruh pada HGL yang terjadi pada model yang kita buat. Penentuan elevasi dalam suatu junction dapat dilihat pada Gambar 2.10:



**Gambar 2.10 Beberapa Penentuan Elevasi**

Penentuan elevasi dapat dilakukan dengan memilih salah satu metode seperti pada Gambar di atas. Penentuan elevasi berdasarkan titik tengah pipa (A) akan sangat membantu dalam menentukan atau menghitung tekanan untuk suatu studi kebocoran dengan memberikan hasil yang lebih tepat. Sedangkan penentuan dengan dasar elevasi muka tanah (B) akan lebih mudah, terutama jika dalam pemetaan elevasi. Penentuan elevasi dengan dasar A dan B ini yang sering dipakai dalam pemodelan sistem distribusi. Namun keduanya mempunyai kelemahan untuk menentukan area dengan tekanan kurang, karena model akan keliru dalam mengindikasikan ketersediaan tekanan untuk konsumen yang berada di daerah tinggi. Sehingga untuk kasus semacam ini perlu dilakukan pengecekan ulang terhadap elevasi, penentuan elevasi akan lebih tepat jika menggunakan dasar daerah layanan tertinggi (D).

Namun untuk suatu pemodelan perlu menentukan salah satu acuan/ dasar penentuan elevasi, dengan melakukan beberapa kalibrasi sehingga nantinya tidak membingungkan dalam melakukan pemodelan dan analisa. Node ini umumnya mewakili titik tapping air dari sistem distribusi utama. Kebutuhan air nantinya akan ditunjukkan oleh node-node dalam model jaringan, sedangkan node-node itu saling dihubungkan dengan garis (representasi dari pipa). Dengan mengetahui jumlah pelanggan di setiap step area dalam waste district dan posisinya, dapat ditentukan letak/posisi

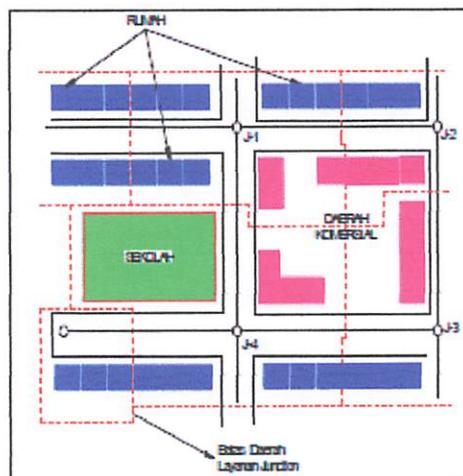
tapping. Kebutuhan air diperoleh dari proyeksi sambungan pelanggan dan konsumsi per kapita sesuai dengan standar desain atau dari kriteria desain.

Node dibuat dengan pedoman sebagai berikut:

- Setiap percabangan pipa
- Penggantian atau perubahan diameter
- Setiap terdapat tapping

Node – node ini juga dapat menggambarkan letak valve, aksesoris pipa

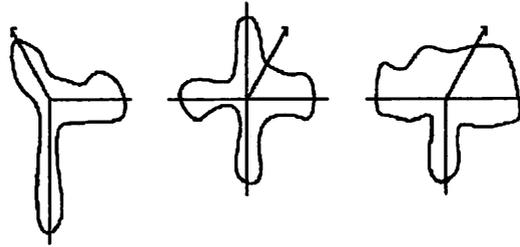
Contoh Peletakan Junction/ node pada suatu wilayah pelayanan distribusi dapat dilihat pada Gambar 2.11.



**Gambar 2.11** Peletakan Junction/ Node pada Area Pelayanan

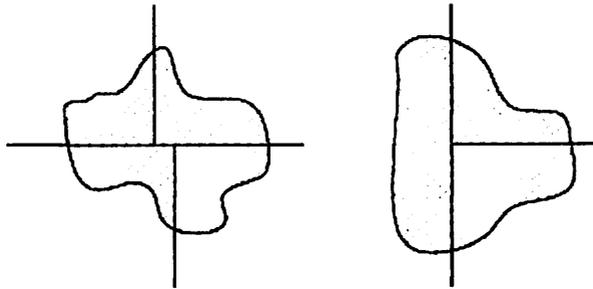
f. Pembentukan Tapping (*Skelenization*)

Dalam membentuk model jaringan harus mengetahui, jumlah pelanggan di setiap *Step Area dalam Waste District*. Dengan mengetahui jumlah pelanggan dan posisinya, dapat ditentukan letak/ posisi tapping. Cara menentukan tapping harus menghitung jumlah pelanggan yang akan dilayani pada tapping tersebut. Untuk itu jalur – jalur pipa dalam model harus disesuaikan dengan kondisi lapangan yang dapat diperkirakan kemungkinannya.



**Gambar 2.12 Sistem Tapping Pelayanan**

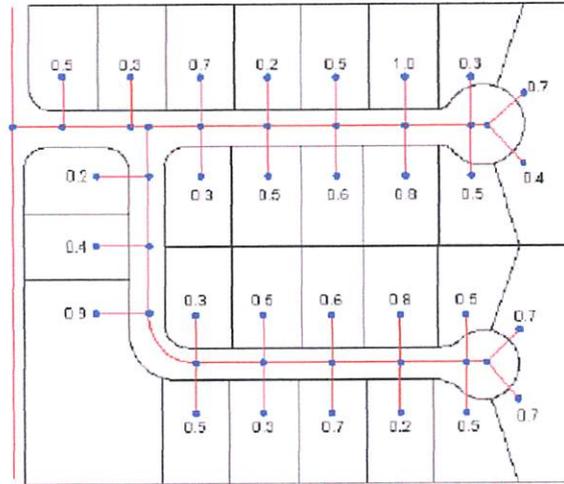
Apabila terletak pada pipa dengan sambungan tee juga diambil setengahnya, begitu pula untuk sambungan pipa cross. Sebagai ilustrasi dapat dijelaskan dalam Gambar 2.13:



**Gambar 2.13 Sistem Tapping untuk Sambungan Tee dan Pipa Bersilangan**

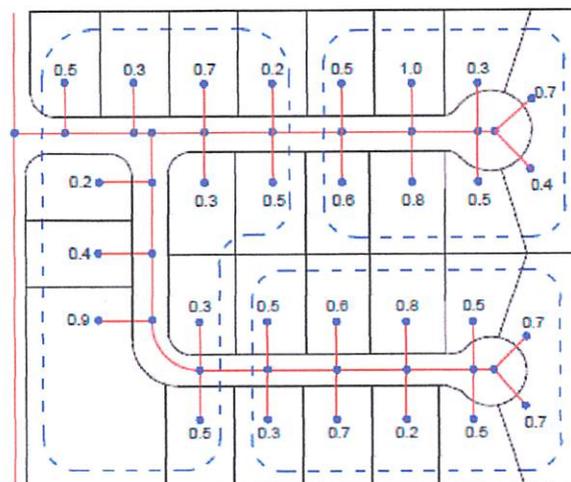
Garis arsir merupakan pembebanan tapping dengan diambil setengah jarak antar tapping. Dari area dalam gambar dapat ditentukan besar tapping yaitu dari jumlah pelanggan yang ada pada area tersebut.

Sebagai contoh dalam memodelkan pipa pelayanan di lapangan dengan model tapping dalam suatu *waste district*, dapat dilihat contoh pada Gambar 2.14:



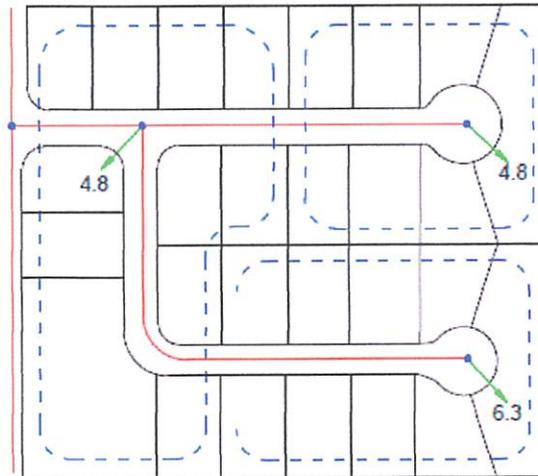
**Gambar 2.14 Jaringan Pipa Pelayanan pada Sistem Distribusi**

Gambar di atas merupakan kondisi lapangan dimana pipa pelayanan yang mengambil dari pipa sekunder/ tersier, jika kita langsung membuat model seperti gambar di atas akan kesulitan sebab terlalu banyak pemodelan pengambilan air sekaligus kesulitan dalam memperkirakan kebutuhan air tiap titik. Sehingga dari di atas dibuat pembagian pelayanan dengan kaidah yang telah disebutkan pemodelan tapping seperti disebutkan sebelumnya. Kemungkinan pembagian area pelayanan adalah seperti Gambar 2.15:



**Gambar 2.15 Pembagian Area Pelayanan pada Sistem**

Setelah area pelayanan terbentuk maka dapat dibentuk model tapping-tapping dalam *Waste District* seperti terlihat pada Gambar berikut:



**Gambar 2.16 Model Tapping pada Sistem Distribusi**

g. Pipa

Untuk membuat model diperlukan informasi data yang akurat mengenai jaringan pipa yang telah ada, yaitu untuk jenis pipa, diameter, panjang pipa dan minor losses pada pipa. Untuk jenis pipa dapat dilihat dari angka kekasaran pipa (dalam persamaan Hazen William dinotasikan lambang C). Data diameter dan jenis pipa ini akan berpengaruh terhadap headloss yang terjadi sepanjang pipa tersebut. Sedangkan data mengenai panjang pipa yang menghubungkan antar node berpengaruh terhadap *headloss* yang terjadi dalam pipa. Sedangkan data minor losses merupakan data koefisien kehilangan tekanan akibat aksesoris pipa dan lain-lain.

Kehilangan tekanan minor akibat belokan, percabangan, sambungan dan lain-lain (aksesoris) dalam hal simulasi umumnya tidak dihitung secara detail, bahkan untuk beberapa kehilangan tekanan di aksesoris diabaikan karena  $h_f$ -nya terlalu kecil.

h. Pompa

Data ini memperlihatkan kebutuhan daya pompa agar sistem distribusi dapat berjalan dengan baik. Data yang dimasukkan pada titik ini akan

berpengaruh pada semua tekanan pada semua node yang ada pada sistem jaringan distribusi. Data yang masuk dimasukkan berupa head pompa, efisiensi pompa, serta daya pompa.

i. Valve

Data masukan untuk elemen ini berupa jenis valve/katup, besarnya bukaan valve (*status valve*). Data masukan tersebut akan berpengaruh terhadap sistem hidrolis dalam sistem distribusi. Pengontrolan valve ini disesuaikan dengan kondisi lapangan. Peletakan valve juga disesuaikan dengan letaknya di lapangan.

j. Pengontrolan/ Perintah Pengontrolan

Pengontrolan ini merupakan perintah yang kita berikan pada elemen-elemen dalam pemodelan jaringan sistem distribusi. Pengontrolan yang dilakukan didasarkan parameter yang terjadi pada sistem distribusi. Sebagai contoh kita akan memberikan perintah dalam pemodelan berupa mematikan pompa saat tekanan pada pipa mencapai 10 bar atau mematikan pompa ke tangki setelah level air pada tangki mencapai ketinggian tertentu dan pompa akan menyala lagi pada ketinggian tertentu.

h. Tipe Simulasi

Salah satu bagian mendasar dalam topologi jaringan yang telah diketahui untuk perbaikan dan evaluasi model tergantung pada tujuan. Ada dua tipe simulasi dasar yang sering digunakan, yaitu:

- *Steady State Simulation*

Perhitungan pemodelan dengan kondisi sistem tetap, baik itu aliran debit, tekanan, pengoperasian pompa maupun posisi valve. Dimana diasumsikan batasan kondisi dalam sistem tidak terjadi perubahan terhadap waktu.

- *Extended Period Simulation*

Perhitungan dalam model yang mempertimbangan perubahan dinamis dalam sistem pada jangka waktu tertentu.

(<http://www.scribd.com>)

## 2.9 Sistem Informasi Geografis

Definisi SIG selalu berkembang dan bertambah, dan bervariasi. Hal ini terlihat dari banyaknya definisi SIG yang telah beredar. Selain itu, SIG juga merupakan suatu bidang kajian ilmu dan teknologi yang relatif baru, digunakan oleh berbagai bidang disiplin ilmu, dan berkembang dengan cepat. Berikut merupakan sebagian kecil dari definisi-definisi SIG yang telah beredar di berbagai pustaka (Eddy Prahasta,2002):

1. SIG adalah sistem komputer yang digunakan untuk memasukkan (*capturing*), menyimpan, memeriksa, mengintegrasikan, memanipulasi, menganalisa, dan menampilkan data-data yang berhubungan dengan posisi-posisi di permukaan bumi [Rice20].
2. SIG adalah kombinasi-perangkat keras dan perangkat lunak komputer yang memungkinkan untuk mengelola (*manage*), menganalisa, memetakan informasi spasial berikut data atributnya (data deskriptif) dengan akurasi kartografi [Basic20].
3. SIG adalah sistem yang terdiri dari perangkat keras, perangkat lunak, data, manusia (*brainware*), organisasi dan lembaga yang digunakan untuk mengumpulkan, menyimpan, menganalisa dan menyebarkan informasi-informasi mengenai daerah-daerah di permukaan bumi [Chrisman97].

### 2.9.1 Subsistem SIG

Jika definisi-definisi di atas diperhatikan maka, SIG dapat diuraikan menjadi beberapa subsistem berikut (Eddy Prahasta,2002):

#### 1. Data input

Subsistem ini bertugas untuk mengumpulkan dan mempersiapkan data spasial dan atribut dari berbagai sumber. Sub sistem ini pula yang bertanggungjawab dalam mengkonversi atau mentransformasikan format-format data-data aslinya ke dalam format yang dapat digunakan oleh SIG.



2. Data output:

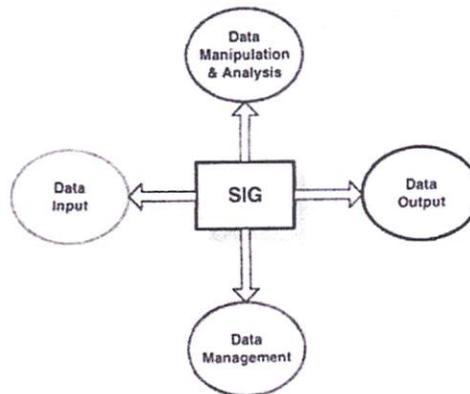
Subsistem ini menampilkan atau menghasilkan keluaran seluruh atau sebagian basis data baik dalam bentuk *softcopy* maupun bentuk *hardcopy* seperti: tabel, grafik, peta, dan lain lain.

3. Data management

Subsistem ini mengorganisasikan baik data spasial maupun atribut ke dalam sebuah basisdata sedemikian rupa sehingga mudah dipanggil, di-*update*, dan di-*edit*.

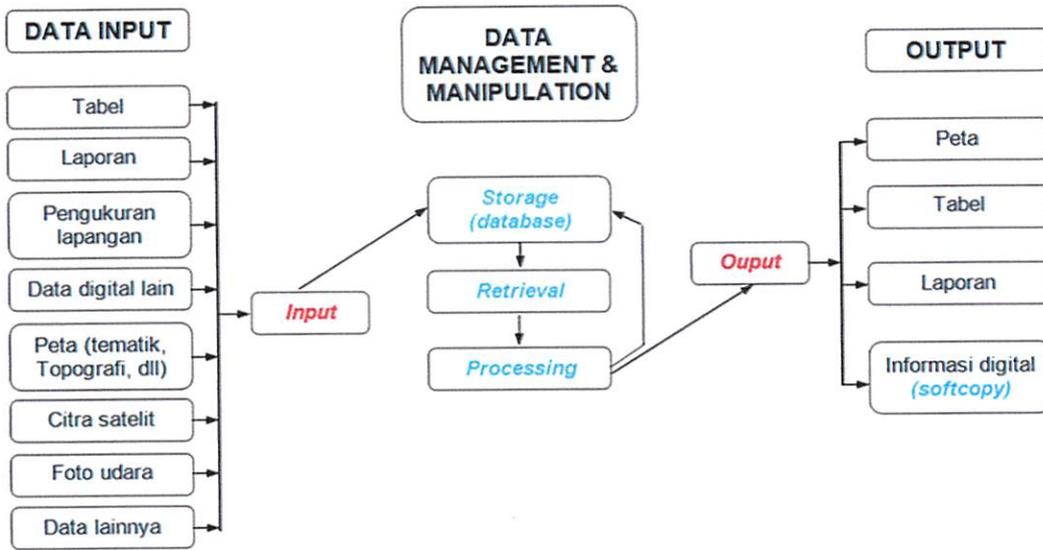
4. Data *manipulation & analysis*

Subsistem ini menentukan informasi-informasi yang dapat dihasilkan oleh SIG. Selain itu, subsitem ini juga melakukan manipulasi dan pemodelan data untuk menghasilkan informasi yang diharapkan.



**Gambar 2.17 Subsistem-Subsistem SIG**  
(Eddy Prahasta,2002)

Jika subsistem SIG di atas diperjelas berdasarkan uraian jenis masukan, proses, dan jenis keluaran yang ada di dalamnya, maka subsistem SIG juga dapat digambarkan sebagai berikut:



**Gambar 2.18** Uraian Subsystem-Subsystem SIG  
(Eddy Prahasta,2002)

## 2.9.2 Komponen SIG

SIG merupakan sistem kompleks yang, biasanya, terintegrasi dengan lingkungan sistem-sistem komputer yang lain di tingkat fungsional dan jaringan. Sistem SIG terdiri dari beberapa komponen berikut (Gistut94 dalam Eddy Prahasta, 2002):

### 1. Perangkat keras

Pada saat ini SIG tersedia untuk berbagai platform perangkat keras mulai dari PC desktop, *workstations*, hingga *multiuser host* yang dapat digunakan oleh banyak orang secara bersamaan dalam jaringan komputer yang luas, berkemampuan tinggi, memiliki ruang penyimpanan (*harddisk*) yang besar, dan mempunyai kapasitas memori (RAM) yang besar. Walaupun demikian, fungsionalitas SIG tidak terikat secara ketat terhadap karakteristik-karakteristik fisik perangkat keras ini sehingga keterbatasan memori pada PC-pun dapat diatasi. Adapun perangkat keras yang sering digunakan untuk SIG adalah komputer (PC), *mouse*, *digitizer*, *printer*, *plotter*, dan *scanner*.

## 2. Perangkat lunak

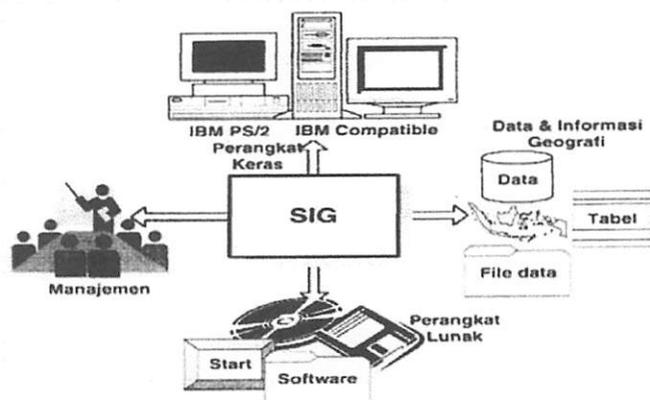
Bila dipandang dari sisi lain, SIG juga merupakan sistem perangkat lunak yang tersusun secara modular dimana basis data memegang peranan kunci. Setiap subsistem (telah dibahas di atas) diimplementasikan dengan menggunakan perangkat lunak yang terdiri dari beberapa modul, hingga tidak mengherankan jika ada perangkat SIG yang terdiri dari ratusan modul program (\*.exe) yang masing-masing dapat dieksekusi sendiri.

## 3. Data & Informasi Geografi

SIG dapat mengumpulkan dan menyimpan data dan informasi yang diperlukan baik secara tidak langsung dengan cara mengimportnya dari perangkat-perangkat lunak SIG yang lain maupun secara langsung dengan cara mendigitasi data spasialnya dari peta dan memasukkan data atributnya dari tabel-tabel dan laporan dengan menggunakan keyboard.

## 4. Manajemen

Suatu proyek SIG akan berhasil jika dimanage dengan baik dan dikerjakan oleh orang-orang memiliki keahlian yang tepat pada semua tingkatan.



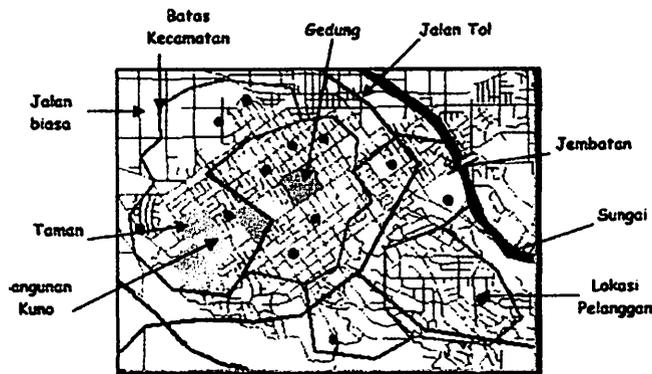
**Gambar 2.19 Komponen SIG**

(Eddy Prahasta,2002)

### 2.9.3 Cara Kerja SIG

SIG dapat merepresentasikan *real world* (dunia nyata) di atas monitor komputer sebagaimana lembaran peta dapat merepresentasikan dunia nyata di atas kertas. Tetapi, SIG memiliki kekuatan lebih dan fleksibilitas dan pada lembaran peta kertas. Peta merupakan representasi grafis dan dunia nyata; objek-objek yang direpresentasikan di atas peta disebut unsur peta atau *map features* contohnya adalah sungai, taman, kebun, jalan, dan lain-lain). Karena peta mengorganisasikan unsur-unsur berdasarkan lokasi-lokasinya, peta sangat baik dalam memperlihatkan hubungan atau relasi yang dimiliki oleh unsur-unsurnya. Berikut adalah contoh-contoh hubungan tersebut (Eddy Prahasta, 2002):

1. Suatu gedung terletak di dalam wilayah Kecamatan tertentu.
2. Jembatan melintas di atas suatu sungai.
3. Bangunan kuno bersebelahan dengan taman.



**Gambar 2.20 Contoh Peta dan Unsur-Unsurnya**  
(Eddy Prahasta,2002)

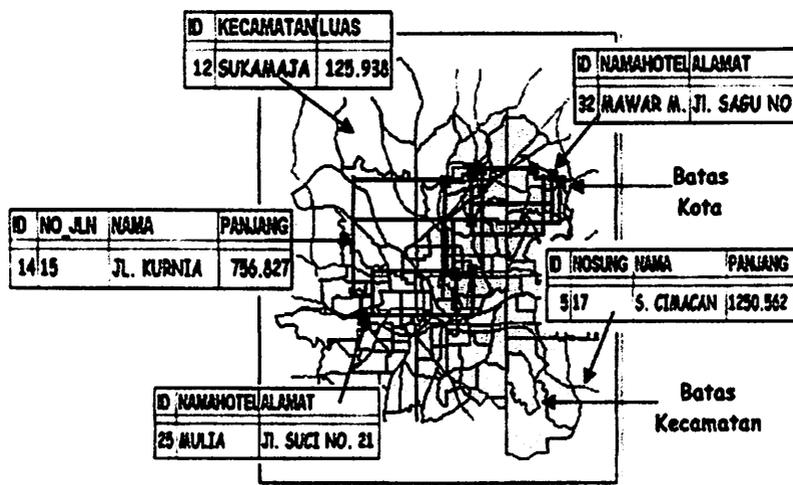
Peta menggunakan titik, garis dan poligon dalam merepresentasikan objek-objek dunia nyata (sebagai ilustrasi, lihat juga Gambar 2.20 di atas) :

1. Sungai ditampilkan sebagai poligon
2. Jalan bebas hambatan digambarkan sebagai garis-garis
3. Bangunan dipresentasikan sebagai poligon.

Peta menggunakan simbol-simbol grafis dan warna untuk membantu dalam mengidentifikasi unsur-unsur berikut deskripsinya (sebagai ilustrasi, gambar 2.14 di atas):

1. Sungai diwarnai biru
2. Taman atau kebun diwarnai hijau
3. Jalan bebas hambatan diwarnai merah
4. Jalan yang lebih kecil digambarkan dengan menggunakan garis-garis yang tipis.
5. Bangunan digambarkan sebagai poligon
6. Label dan teks (anotasi) mengidentifikasi unsur-unsur peta dengan menggunakan warna nama-nama yang bersangkutan.

SIG menyimpan semua informasi deskripsi unsur-unsurnya sebagai atribut-atribut di dalam basis data. Kemudian, SIG membentuk dan menyimpannya dalam tabel-tabel (relasional). Setelah itu, SIG menghubungkan unsur-unsur di atas dengan tabel-tabel yang bersangkutan. Dengan demikian, atribut-atribut ini dapat diakses melalui lokasi-lokasi unsur-unsur peta dan sebaliknya, unsur-unsur peta juga dapat diakses melalui atribut-atributnya. Karena itu, unsur-unsur tersebut dapat dicari dan ditemukan berdasarkan atribut-atributnya.



**Gambar 2.21 Contoh Relasi Unsur-Unsur Peta dengan Tabel-Tabelnya**  
(Eddy Prahasta, 2002)

SIG menghubungkan sekumpulan unsur-unsur peta dengan atribut-atributnya di dalam satuan-satuan yang disebut *layar*. Sungai, bangunan, jalan, laut, batas-batas administrasi, perkebunan, dan hutan merupakan contoh-contoh

layer. Kumpulan dari *layer-layer ini* akan membentuk basisdata SIG. Dengan demikian, perancangan basis data merupakan hal yang esensial di dalam SIG. Rancangan basis data akan menentukan efektifitas dan efisiensi proses-proses masukan, pengelolaan dan keluaran SIG.

#### **2.9.4 Kemampuan SIG**

Pada dasarnya, dengan memperhatikan pengertian, definisi-definisi, berikut cara kerjanya, kemampuan-kemampuan SIG sudah dapat di kenali. Kemampuan-kemampuan ini dapat dinyatakan dengan fungsi-fungsi analisis spasial dan atribut yang dilakukan, jawaban-jawaban, atau solusi yang dapat diberikan terhadap pertanyaan-pertanyaan yang diajukan. (Eddy Prahasta, 2002)

#### **2.9.5 Pertanyaan Konseptual**

Kemampuan SIG dapat dilihat dan kemampuannya dalam menjawab pertanyaan-pertanyaan (yang bersifat) konseptual sebagai berikut [Pu92 dalam Eddy Prahasta, 2002]:

1. *What is at...?*
2. *Where is it?*
3. *What has changed since...?*
4. *What spatial patterns exist...?*
5. *What if...?*

Pertanyaan yang pertama adalah mencari keterangan (atribut-atribut) atau deskripsi mengenai suatu unsur peta yang terdapat pada lokasi tertentu atau posisi-posisinya ditentukan. Lokasi ini dapat dijelaskan dengan menggunakan beberapa cara, seperti: nama lokasi, kode lokasi (kode pos atau *zipcode*, dll.), atau referensi geografisnya (koordinat-koordinat geografi atau proyeksinya).

Pertanyaan yang kedua adalah kebalikan dari yang pertama, dan memerlukan analisis spasial untuk menjawabnya. Pertanyaan ini mengidentifikasi unsur peta yang deskripsinya (salah satu atau lebih atributnya) ditentukan. Dengan pertanyaan ini pula, SIG dapat menemukan lokasi yang memenuhi beberapa syarat atau kriteria sekaligus. Sebagai contoh, SIG dapat menentukan lokasi yang

sesuai untuk pengembangan lokasi permukiman penduduk yang memilih beberapa persyaratan yang harus dipenuhi.

Pertanyaan yang ketiga dapat melibatkan baik pertanyaan yang pertama maupun yang kedua. Untuk menjawab pertanyaan yang ketiga ini, diperlukan beberapa *layers* (data spasial) yang didapat dari beberapa kali (minimal dua kali) pengamatan atau pengukuran secara periodik (*time series*). Unsur-unsur di dalam setiap layer ini, kemudian, dibandingkan satu sama lain dengan unsur-unsur yang terdapat di dalam layer yang lain dengan menggunakan fungsi analisis spasial maupun atribut. Hasil perbandingan ini adalah kecenderungan perubahan atau trend spasial maupun atribut dari berbagai unsur-unsur peta.

Pertanyaan yang keempat, juga melibatkan pertanyaan yang pertama dan yang kedua, seperti pertanyaan yang ketiga tetapi lebih rumit. Pertanyaan ini lebih menekankan pada keberadaan pola-pola yang terdapat di dalam data-data spasial (juga atribut) atau *layers* suatu SIG. Selain itu, SIG dapat merepresentasikan penyimpangan-penyimpangan atau anomali data aktual terhadap pola-pola yang dikenali.

Pertanyaan yang kelima berkenaan dengan masalah pemodelan di dalam SIG secara konsepsi, pemodelan dalam SIG dapat diartikan sebagai penggunaan fungsi dasar manipulasi (misalnya transformasi) dan analisis (misalnya *overlay*) untuk menyelesaikan persoalan yang cukup kompleks. Kelima pertanyaan ini dapat dengan baik dijawab oleh SIG.

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Pengumpulan Data**

Pengumpulan data yang dilakukan terdiri dari:

##### **a. Data Primer**

Pengumpulan data primer yang dibutuhkan meliputi:

##### **1. Survey kondisi wilayah studi**

Survey dilakukan untuk mengetahui secara langsung kondisi eksisting di wilayah studi guna mendapatkan gambaran sistem distribusi eksisting misalnya letak tandon, kondisi medan (flat atau berbukit), batas wilayah studi dan sebagainya.

##### **2. Wawancara**

Proses mendapatkan data dilakukan dengan mewawancarai pelanggan untuk mengetahui kepuasan pelanggan atas pelayanan PDAM Kota Kediri di wilayah studi yang berhubungan dengan tekanan air (debit air di pelanggan), dan mewawancarai tenaga kerja di PDAM untuk mendapatkan berbagai informasi mengenai pelayanan PDAM yang telah berjalan selama ini.

##### **3. Data Topografi**

Sebagai data penunjang untuk mengetahui elevasi dari komponen distribusi air bersih PDAM Kota Kediri sebagai input data dalam simulasi menggunakan WaterCAD. Proses perolehan data dilakukan dengan melakukan pengukuran di lokasi menggunakan alat pengukur elevasi yang lazim digunakan, dalam studi ini menggunakan *Celestron 49003*.

##### **4. Data Tekanan**

Sebagai data yang digunakan saat kalibrasi model hasil simulasi. Proses perolehan data dengan melakukan pengukuran di beberapa titik pipa penyaluran air di rumah-rumah pelanggan menggunakan alat manometer.

## b. Data Primer

Data-data primer sangat diperlukan untuk menunjang proses entri data pada pemodelan jaringan menggunakan program komputer, data-data yang dibutuhkan meliputi:

### 1. Pemakaian air

Diperoleh dari PDAM Kota Kediri (*Corporate Plan* PDAM Kota Kediri, 2012-2016), data ini dibutuhkan untuk mengetahui pemakaian air dan produksi air PDAM Kota Kediri dan digunakan sebagai dasar perhitungan kebutuhan air tiap titik simpul.

### 2. Data jumlah pelanggan.

Data ini diperoleh dari PDAM Kota Kediri (*Corporate Plan* PDAM Kota Kediri, 2012-2016), data ini dibutuhkan untuk mengetahui jumlah pelanggan yang dilayani pada wilayah studi dan digunakan sebagai dasar perhitungan kebutuhan air tiap titik simpul.

### 3. Data teknis jaringan

Diperoleh dari PDAM Kota Kediri (*Corporate Plan* PDAM Kota Kediri, 2012-2016), data ini dibutuhkan sebagai input data pada proses pemodelan jaringan distribusi air menggunakan *WaterCAD* agar pemodelan yang dihasilkan mendekati dengan kondisi eksisting jaringan. Data-data tersebut meliputi: jenis pipa, panjang pipa, diameter pipa, kapasitas pompa, jenis dan jumlah valve, elevasi eksisting muka air di tandon dan sebagainya.

### 4. Peta

Peta sangat dibutuhkan dalam proses pemodelan jaringan distribusi menggunakan *WaterCAD* dan *SIG*, peta-peta tersebut terdiri dari:

#### Peta administrasi

Peta ini dibutuhkan untuk menentukan batas-batas wilayah studi.

#### Peta jaringan distribusi PDAM Kota Kediri

Peta ini diperoleh dari pihak PDAM Kota Kediri, peta ini dibutuhkan untuk penggambaran pipa secara *schematic-*

b. Data Primer

Data-data primer sangat diperlukan untuk menunjang proses awal data pada pemodelan jaringan menggunakan program komputer, data-data yang dibutuhkan meliputi:

1. Pemukiman air

Diperoleh dari PDAM Kota Kediri (Corporate Plan PDAM Kota Kediri, 2012-2016), data ini dibutuhkan untuk mengetahui pemukiman air dan produksi air PDAM Kota Kediri dan digunakan sebagai dasar perhitungan kebutuhan air tiap titik terput.

2. Data jumlah bangunan

Data ini diperoleh dari PDAM Kota Kediri (Corporate Plan PDAM Kota Kediri, 2012-2016), data ini dibutuhkan untuk mengetahui jumlah bangunan yang dibangun pada wilayah studi dan digunakan sebagai dasar perhitungan kebutuhan air tiap titik terput.

3. Data teknis jaringan

Diperoleh dari PDAM Kota Kediri (Corporate Plan PDAM Kota Kediri, 2012-2016), data ini dibutuhkan sebagai input data pada proses pemodelan jaringan distribusi air menggunakan WaterCAD agar pemodelan yang dihasilkan mendekati dengan kondisi eksisting jaringan. Data-data tersebut meliputi jenis pipa, panjang pipa, diameter pipa, kapasitas pompa, jenis dan jumlah valve, elevasi eksisting muka air di radon dan sebagainya.

4. Peta

Peta sangat dibutuhkan dalam proses pemodelan jaringan distribusi menggunakan WaterCAD dan SIG, peta-peta tersebut terdiri dari:

Peta administrasi

Peta ini dibutuhkan untuk menentukan batas-batas wilayah studi.

Peta jaringan distribusi PDAM Kota Kediri

Peta ini diperoleh dari pihak PDAM Kota Kediri, peta ini dibutuhkan untuk pengembangan pipa secara seluas-luasnya.

*scahaltic* dan memodelkan komponen sistem jaringan distribusi air PDAM sesuai dengan kondisi eksistingnya.

 Peta topografi

Peta ini dibutuhkan untuk mengetahui elevasi wilayah studi dan elevasi komponen distribusi air bersih PDAM Kota Kediri.

### 3.2 Perhitungan dan Pengolahan Data

Pengolahan terhadap data-data yang ada dan penyesuaian hasil perhitungan berdasarkan suatu konsep yang telah disusun dan dipilih terlebih dahulu. Perhitungan yang ditampilkan dapat secara manual dan komputerisasi. Perhitungan yang dibutuhkan seperti menghitung pembagian beban tiap titik simpul, sebagai data input dalam proses pemodelan sistem jaringan, untuk mengetahui besarnya debit air tiap titik simpul. Setelah perhitungan secara keseluruhan, hasil perhitungan akan ditampilkan tersendiri untuk memberikan gambaran yang jelas mengenai hasil kerja.

### 3.3 Melakukan Simulasi dengan Program Komputer

Model jaringan eksisting yang ada akan dibuat dengan bantuan program *WaterCAD Academic Edition*. Berdasarkan hasil simulasi akan diperoleh data tekanan air pada wilayah studi. Model ini akan dipakai sebagai dasar evaluasi dalam pengontrolan dan menstabilkan tekanan pada sistem distribusi di wilayah studi. Pada proses simulasi beberapa kriteria yang direncanakan meliputi:

- Simulasi distribusi tekanan pada jam puncak  
Waktu jam puncak ditentukan berdasarkan karakteristik fluktuasi air yang terjadi di tandon PDAM Kota Kediri
- N bagian merupakan pembagian level air di tandon dalam beberapa grade, N terdiri dari beberapa n.
- Setiap n (bagian ketinggian air di tandon) akan dimulai dari n (ketinggian eksisting air di tandon) kemudian  $n_1$ ,  $n_2$  dan seterusnya akan ditambah ketinggiannya untuk mendapat variasi penyebaran tekanan, dan elevasi terbaik untuk menstabilkan tekanan air agar memenuhi ketetapan (10-80 mH<sub>2</sub>O).

tersebut dan memodifikasi komponen sistem lainnya jika perlu  
 dan UAT sesuai dengan kondisi pelaksanaan  
 Program  
 Untuk memastikan hasil pengujian sesuai dengan yang diharapkan  
 oleh komponen distribusi adalah BDAI Kota Kuala

### 3.2. Perhitungan dan Pengelolaan Data

Pengolahan terhadap data-data yang ada dan pengorganisasian hasil perhitungan berdasarkan suatu konsep yang telah disusun dan dipilih terlebih dahulu. Perhitungan yang ditunjukkan dapat secara manual dan komputerisasi. Perhitungan yang dilakukan seperti menghitung pembagian beban tiap titik simpul, sebagai data input dalam proses pemrosesan sistem jaringan untuk mengetahui besarnya debit air tiap simpul. Setelah perhitungan secara keseluruhan, hasil perhitungan akan ditunjukkan tersendiri untuk memperoleh gambaran yang jelas mengenai hasil kerja.

### 3.3. Menganalisis Status dengan Program Komputer

Model jaringan existing yang ada akan dibuat dengan bantuan program WWS (WWS) Network Editor. Berdasarkan hasil simulasi akan diperoleh data tekanan air pada wilayah studi. Model ini akan dipakai sebagai dasar evaluasi dalam perencanaan dan analisis jaringan pada sistem distribusi di wilayah studi. Pada proses simulasi beberapa parameter yang akan akan meliputi:

- Simulasi distribusi tekanan pada tiap pemukiman
- Waktu jam puncak dibantu berdasarkan karakteristik faktorisasi air yang terjadi di lokasi BDAI Kota Kuala
- Nilai minimum tekanan perbagian terendah di lokasi beberapa pemukiman terdiri dari beberapa
- Setiap nilai (bagian ketegangan air di lokasi) akan dihitung dan nilai ketegangan air di lokasi) kemudian nilai ketegangan akan ditunjukkan ketegangan untuk mengubah variasi pengaliran tekanan dan cara lain untuk untuk memastikan tekanan air agar memenuhi ketegangan (10-80 mHg).

- Menggunakan analisis kondisi aliran permanen.

### **3.4 Zonasi/ Pemetaan Menggunakan SIG**

Zonasi menggunakan SIG bertujuan untuk menghasilkan dan memunculkan sistem informasi tentang daerah-daerah mana saja yang mempunyai tekanan “memenuhi sesuai perencanaan (Baik)”, “memenuhi tidak stabil (Normal)” dan “Kurang (Kritis)” pada wilayah studi. Kriteria tekanan tersebut digolongkan (PDAM Kota Malang dalam Erdina Indri Permanasari, 2006) sebagai berikut:

- Baik : > 10
- Normal : 5 - 10
- Kritis : < 5

### **3.5 Pembahasan**

Berisi pembahasan tentang hasil studi dan analisa sesuai dengan metodologi kerja. Hasil berupa data kerja yang telah diolah dan dituangkan dalam bentuk tabel, grafik, foto, atau gambar dan keterangan penjelasan.

### **3.6 Kesimpulan dan Saran**

Setelah melakukan tahap-tahap tersebut diatas, maka akan diperoleh kesimpulan dan saran mengenai sistem distribusi air bersih Kota Kediri wilayah pelayanan sumur produksi Kuwak 1. Saran yang akan dibuat dalam perencanaan pengontrolan tekanan ini ditujukan kepada PDAM Kota Kediri dapat dijadikan bahan pertimbangan dalam mengembangkan jaringan atau menambah sambungan yang terkait dengan tekanan yang dapat dilayani pada pada wilayah studi yaitu zona pelayanan sumur produksi Kuwak 1.

### **3.7 Data Masukan Program**

Analisa hidraulis jaringan pipa distribusi pada daerah layanan Kuwak I, menggunakan program *Watercad* sebagai alat bantu dalam penyelesaiannya. Data-data yang diperlukan untuk menjalankan program *Watercad* antara lain:

Menggunakan analisis kondisi aliran permukaan.

### 3.4. Analisis Perencanaan Penggunaan SDC

Konasi menggunakan SDC bertujuan untuk mengklasifikasi dan menentukan sistem informasi tentang daerah-daerah mana saja yang mempunyai tekanan "menengah (Kritis)", "normal (Baik)", "menengah (tidak stabil) (Normal)", dan "Kritis" pada wilayah studi. Kriteria tekanan tersebut digolongkan (PDAI Kota Malang dalam Laporan Hasil Penelitian, 2008) sebagai berikut:

-	Baik	: < 10
-	Normal	: 5 - 10
-	Kritis	: > 5

### 3.5. Pembahasan

Berikut pembahasan tentang hasil studi dan analisis secara umum dengan metode kerja. Hasil berupa data kerja yang telah diteliti dan dituangkan dalam bentuk tabel grafik, foto atau gambar dan keterangan penjelasannya.

### 3.6. Kesimpulan dan Saran

Setelah melakukan tahap-tahap tersebut diatas, maka akan diperoleh kesimpulan dan saran mengenai sistem air limbah di kota Kediri wilayah penelitian sumbu produksi Kawak. Saran yang akan dibuat dalam perencanaan pengontrolan tekanan ini dilakukan kepada PDAI Kota Kediri dapat dijadikan bahan pertimbangan dalam mengembangkan jaringan atau menambah sumbu yang terkait dengan tekanan yang dapat dilihat pada wilayah studi yaitu zona pelayanan sumbu produksi Kawak 1.

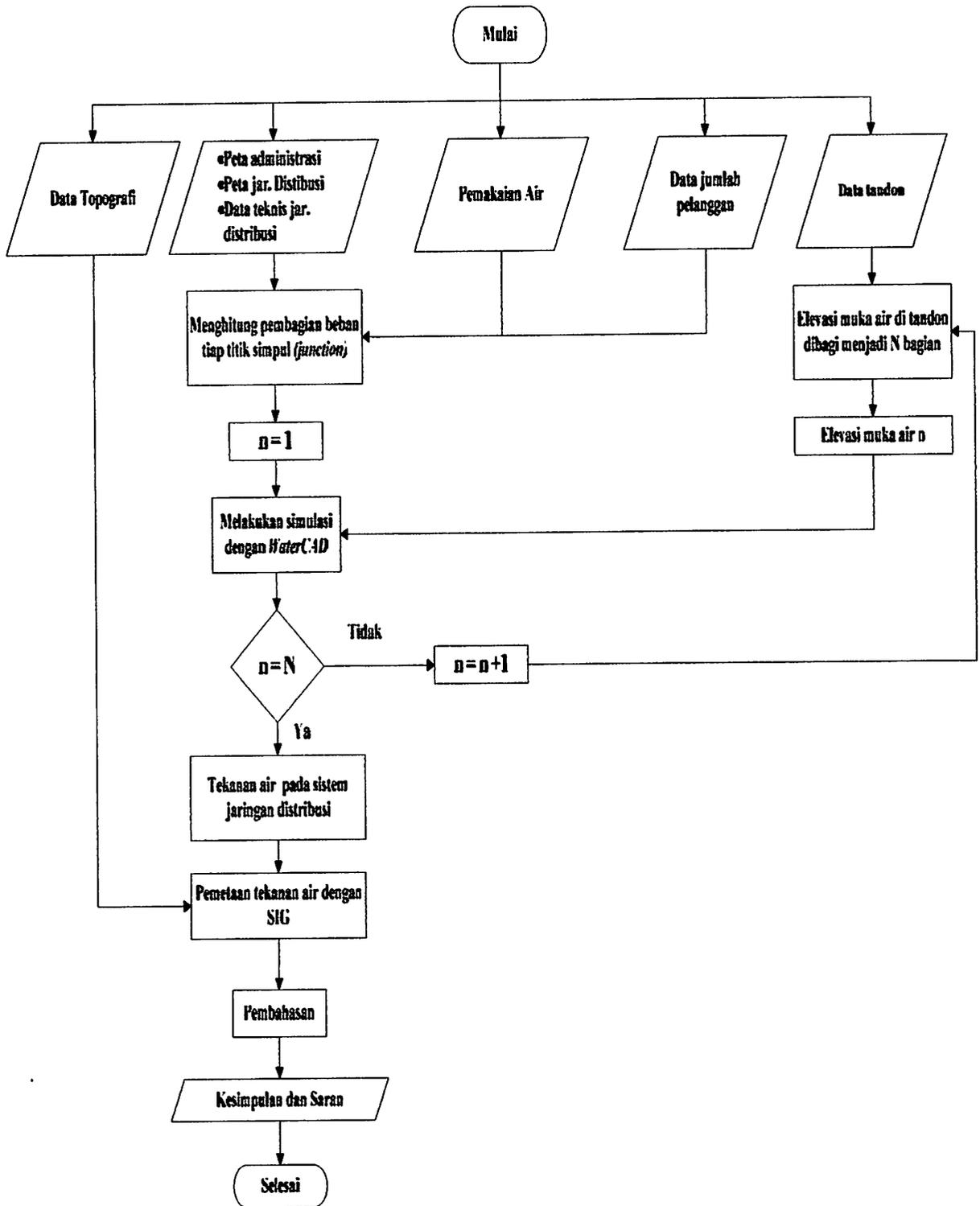
### 3.7. Daftar Pustaka

Analisis hidrolika jaringan pipa distribusi pada daerah layanan Kawak 1 menggunakan program Hecwswy sebagai alat bantu dalam pengolahannya. Data-data yang diperlukan untuk menganalisis program Hecwswy antara lain:

1. Titik simpul, data yang diperlukan adalah:
  - Nomor
  - Elevasi
  - Data pembebanan titik simpul (*Demand*)
  - Pola fluktuasi pemakaian air dalam 24 jam (*pattern*)
2. Pipa, data yang diperlukan adalah:
  - Nomor pipa
  - Panjang pipa
  - Diamter pipa
  - Koefisien kekasaran pipa
3. Tandon, data yang diperlukan adalah:
  - Elevasi
  - Diameter
  - Tinggi air minimal
  - Tinggi air maksimal

### **3.8 Kerangka Kerja**

**Kerangka kerja Pemodelan Pengaruh Fluktuasi Elevasi Muka Air di Tandon Terhadap Tekanan Air di Pelanggan pada Wilayah Pelayanan Sumur Produksi Kuwak I (PDAM Kota Kediri) adalah sebagai berikut:**



**Gambar 3.1 Kerangka Kerja**

## **BAB IV**

### **GAMBARAN UMUM WILAYAH**

#### **4.1 Gambaran Umum Kota Kediri**

##### **4.1.1 Keadaan Geografi**

Kota Kediri merupakan salah satu kota yang terletak di wilayah Jawa Timur, secara geografis berada pada 7,45° sampai dengan 7,55° Lintang Selatan dan 111,05° sampai dengan 112,03° Bujur Timur.

Adapun batas - batas wilayah Kota Kediri adalah :

- Sebelah Utara : Kecamatan Gampengrejo.
- Sebelah Timur : Kecamatan Wates dan Kecamatan Guruh.
- Sebelah Selatan : Kecamatan Kandat dan Kecamatan Ngadiluwih.
- Sebelah Barat : Kecamatan Grogol dan Kecamatan Semen.

Wilayah administrasi pemerintahan Kota Kediri terbagi dalam 3 (tiga) Kecamatan, yaitu: Kecamatan Mojoroto, Kecamatan Kota, dan Kecamatan Pesantren. Luas wilayah Kota Kediri tercatat sebesar 63,4 Km<sup>2</sup>. Pembagian administrasi Kota Kediri dapat dilihat pada gambar 4.1 Peta Pembagian Wilayah Administrasi Kota Kediri. Adapun rincian luas wilayah per Kecamatan Kota Kediri dapat dilihat pada tabel 4.1:

**Tabel 4.1. Luas Wilayah Kota Kediri Menurut Kecamatan**

<b>No</b>	<b>Kecamatan</b>	<b>Luas (Km<sup>2</sup>)</b>
1	Mojoroto	24,6
2	Kota	14,9
3	Pesantren	23,9
<b>Total</b>		<b>63,4</b>

*Sumber : BPS Kota Kediri, 2013*

## BAB IV GAMBARAN UMUM WILAYAH

### 4.1. Gambaran Umum Kota Kediri 4.1.1. Keadaan Geografis

Kota Kediri merupakan salah satu kota yang terletak di wilayah Jawa Timur, secara geografis berada pada 44° 30' lintang dengan 7° 25' lintang Selatan dan 111° 05' sampai dengan 113° 05' lintang Timur.

Adapun batas - batas wilayah Kota Kediri adalah :

- Sebelah Utara : Kecamatan Kandangan
- Sebelah Timur : Kecamatan Wanas dan Kecamatan Dandri
- Sebelah Selatan : Kecamatan Kandi dan Kecamatan Ngadirejo
- Sebelah Barat : Kecamatan Cigugur dan Kecamatan Kandi

Wilayah administrasi pemerintahan Kota Kediri terbagi dalam 3 (tiga) Kecamatan yaitu Kecamatan Mojoro, Kecamatan Kota dan Kecamatan Pesantren. Luas wilayah Kota Kediri terdapat sebesar 674 Km<sup>2</sup> berdasarkan administrasi Kota Kediri dapat dilihat pada gambar 4.1. Pola Pembagian Wilayah Administrasi Kota Kediri. Adapun rincian luas wilayah per Kecamatan Kota Kediri dapat dilihat pada tabel 4.1 :

Tabel 4.1.1. Luas Wilayah Kota Kediri Menurut Kecamatan

No	Kecamatan	Luas (Km <sup>2</sup> )
1	Mojoro	240
2	Kota	179
3	Pesantren	255
	<b>Total</b>	<b>674</b>

Sumber : BPS Kota Kediri, 2013



Luas wilayah Kota Kediri menurut kecamatan dapat dilihat pada gambar

4.2:



**Gambar 4.2 Luas Wilayah Kota Kediri Menurut Kecamatan**

Secara Topografi wilayah Kota Kediri terletak pada ketinggian 67 meter di atas permukaan air laut. Struktur wilayah kota Kediri terbelah menjadi 2 bagian yaitu sebelah timur dan barat sungai. Wilayah dataran rendah terletak dibagian timur sungai, meliputi Kecamatan Kota dan Kecamatan Pesantren sedangkan dataran tinggi terletak pada bagian barat sungai yaitu kecamatan Mojoroto. Kemiringan tanah di wilayah Kota Kediri dapat dilihat pada tabel 4.2.

**Tabel 4.2 Kemiringan Tanah Wilayah Kota Kediri**

No	Kecamatan	Kemiringan Tanah (Ha)			
		0-2%	2-15%	15-40%	>40%
1	Mojoroto	1875.46	288.75	126.22	169.57
2	Kota	1490.00	0.00	0.00	0.00
3	Pesantren	2390.00	0.00	0.00	0.00

Sumber : BPS Kota Kediri, 2013

## 4.1.2 Demografi

### 4.1.2.1 Jumlah Penduduk

Berdasarkan data dari Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil Pemerintah Kota Kediri dalam BPS Kota Kediri (2013), jumlah penduduk Kota Kediri pada tahun 2012 mengalami penurunan angka sebanyak 14,00 %. Hal ini disebabkan karena jumlah mutasi penduduk pindah lebih banyak dibandingkan dengan jumlah penduduk mutasi datang, meskipun jumlah kelahiran di Kota Kediri tahun 2012 meningkat 12,87% dibandingkan dengan tahun 2011, dan jumlah kematian penduduk mengalami penurunan signifikan. Namun, rata-rata perumbuhan penduduk Kota Kediri adalah sebesar 2,81 %. Jumlah penduduk Kota Kediri dirinci menurut Kecamatan 5 tahun terakhir dapat dilihat pada tabel 4.3.

**Tabel 4.3 Jumlah Penduduk Kota Kediri Dirinci Menurut Kecamatan Tahun 2008-2012**

No.	Tahun	Kecamatan			Jumlah
		Mojotoro	Kota	Pesantren	
1	2008	109.558	92.262	83.118	284.938
2	2009	115.031	96.101	86.829	297.961
3	2010	110.183	96.349	84.459	290.991
4	2011	115.048	98.703	88.921	302.672
5	2012	99.624	84.942	75.731	260.297

*Sumber: BPS Kota Kediri, 2013*

### 4.1.2.2 Kepadatan Penduduk

Tingkat kepadatan penduduk kota kediri pada tahun 2012 mengalami penurunan dibandingkan dengan tahun sebelumnya. Apabila dirinci menurut kecamatan, maka Kecamatan Kota mempunyai tingkat kepadatan penduduk paling tinggi dibandingkan dengan dua kecamatan lainnya. Kepadatan penduduk per kecamatan di Kota Kediri dapat dilihat pada tabel 4.4.

4.1.2. Demografi

4.1.2.1 Jumlah Penduduk

Berdasarkan data dari Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil Pemerintah Kota Kediri tahun BPS Kota Kediri (2012) jumlah penduduk Kota Kediri pada tahun 2012 mengalami penurunan angka sebesar 14,00% (14,00%) dibandingkan tahun jumlah mutasi penduduk lebih banyak dibandingkan dengan jumlah penduduk mutasi datang, meskipun jumlah kelahiran di Kota Kediri tahun 2012 meningkat 15,87% dibandingkan dengan tahun 2011, dan jumlah kematian penduduk mengalami penurunan signifikan. Jumlah kelahiran penduduk Kota Kediri adalah sebesar 2,81% jumlah penduduk Kota Kediri dibagi dengan Kecamatan Kecamatan 2 tahun terakhir dapat dilihat tabel

4-3.

Tabel 4.3. Jumlah Penduduk Kota Kediri Ditinci Menurut Kecamatan

Tahun 2008-2012

No.	Tahun	Kecamatan		Jumlah
		Wajiro	Kota	
1	2008	109.528	92.262	201.790
2	2009	112.031	96.101	208.132
3	2010	110.183	99.339	209.522
4	2011	112.948	98.793	211.741
5	2012	99.624	84.942	184.566

Sumber: BPS Kota Kediri 2012

4.1.2.2 Kependudukan Penduduk

Tingkat kelahiran penduduk Kota Kediri pada tahun 2012 mengalami penurunan dibandingkan dengan tahun sebelumnya. Apabila ditinci menurut Kecamatan maka Kecamatan Kota mempunyai tingkat kelahiran penduduk paling tinggi dibandingkan dengan dua kecamatan lainnya. Kependudukan penduduk per Kecamatan di Kota Kediri dapat dilihat tabel 4.4.

**Tabel 4.4 Kepadatan penduduk per Kecamatan di Kota Kediri Tahun 2012**

No	Kecamatn	Kepadatan (Jiwa/Km <sup>2</sup> )
1	Mojoaroto	4.050
2	Kota	5.701
3	Pesantren	3.168

*Sumber: BPS Kota Kediri, 2013*

#### **4.1.3 Sarana dan Prasarana Penunjang Perkotaan**

Saranan dan prasarana yang menunjang aktifitas perkotaan di Kota Kediri berdasarkan Kecamannya dapat dilihat pada tabel 4.5.

**Tabel 4.5. Sarana dan Prasarana Kota Kediri Dirinci Menurut Kecamatan Tahun 2012/2013**

No.	Sarana dan Prasarana	Jumlah
1	Sekolah	242
2	Rumah Sakit	14
3	Puskesmas	35
4	Klinik	27
5	Masjid	209
6	Langgar	337
7	Mushola	148
8	Gereja Kristen	34
9	Grereja Katholik	5
10	Sanggar	5
11	Kantor	79
12	Pasar	9
13	Industri	210
14	Hotel	23
15	Restauran/ Rumah Makan	1.378
16	Toko/ Supermarket	2.146

*Sumber: BPS Kota Kediri, 2013*

## **4.2 Deskripsi Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) Eksisting Kota Kediri**

### **4.2.1 Umum**

Penduduk Kota Kediri dalam memenuhi kebutuhan akan air minum dilayani dengan dua sistem penyediaan air. Sebagian besar penduduk Kota Kediri menggunakan sistem yang non perpipaan, yaitu menggunakan air yang berasal dari sumber yang diperoleh warga secara mandiri dengan melakukan pengeboran pembuatan sumur galian dengan kedalaman antara 3-12 m. Selain itu penduduk Kota Kediri juga dilayani dengan sistem perpipaan oleh PDAM Kota Kediri sejak tahun 1928. Tujuan dari PDAM Kota Kediri sendiri adalah memberikan pelayanan kepada masyarakat Kota Kediri akan kebutuhan air minum dengan sasaran khusus untuk daerah pemukiman kumuh dan daerah kekurangan air, memberikan pelayanan pengolahan air sesuai kualitas standar kesehatan dan mengalirkan air selama 24 jam kepada masyarakat dengan tarif terjangkau, dan memberikan kontribusi PAD kepada Pemerintah Kota Kediri dan membantu pertumbuhan ekonomi daerah.

### **4.2.2 Sumber Air Baku**

Sumber air baku PDAM Kota Kediri berasal dari air bawah tanah. Air baku diperoleh dari sumur bor dan kerjasama dengan PDAM Kabupaten Kediri berupa supply air bersih. Sumur bor yang dioperasikan memanfaatkan air tanah dengan kedalaman air sumur berkisar 115-125 m. *Supply* air bersih dari PDAM Kabupaten Kediri berasal dari mata air Pranggang, dari sumur bor air dipompa langsung ke reservoir dan dari reservoir air langsung didistribusikan ke pelanggan setelah dibubuhi kaporit terlebih dahulu. Jaringan distribusi air minum PDAM Kota Kediri dari sumber air ke jaringan pipa pelayanan distribusinya secara skematik dapat dilihat pada gambar gambar 4.3.

#### 4.2 Deskripsi Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) Existing Kota

##### Kediri

##### 4.2.1 Umum

Pondok Kota Kediri dalam memenuhi kebutuhan akan air minum difasilitasi dengan dua sistem penyediaan air. Sebagai dasar pondok Kota Kediri menggunakan sistem yang non perpipaan, yaitu menggunakan air yang berasal dari sumber yang diperoleh dengan cara mandi dengan melakukan pengaliran perantara namun dalam kegiatan tersebut terdapat antara 3-12 m. Selain itu pondok Kota Kediri juga difasilitasi dengan sistem perpipaan oleh PDAM Kota Kediri sejak tahun 1928. Tahun dan 1931 Kota Kediri sudah adalah memberikan pelayanan kepada masyarakat Kota Kediri akan kebutuhan air minum dengan sistem khusus untuk daerah perumahan rumah dan daerah perkotaan dan memberikan pelayanan pengaliran air sesuai kualitas standar kesehatan dan mengalirkan air selama 24 jam kepada masyarakat dengan tarif terjangkau dan memberikan kontribusi PAD kepada Pemerintah Kota Kediri dan membantu pertumbuhan ekonomi daerah.

##### 4.2.2 Sumber Air Baku

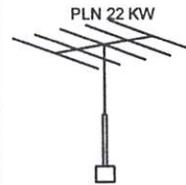
Sumber air baku PDAM Kota Kediri berasal dari air tanah yang air baku diperoleh dari sumbu bor dan terpasang dengan PDAM Kabupaten Kediri berupa supply air bersih. Sumber bor yang dipertimbangkan memanfaatkan air tanah dengan kedalaman air sumbu berkisar 115-125 m. Supply air bersih dari PDAM Kabupaten Kediri berasal dari mata air Punggang, dari sumbu bor air di pompa langsung ke reservoir dan dari reservoir air langsung dibersihkan ke pelatung setelah dibersihkan dengan tabung tabung. Tabung distilasi air minum PDAM Kota Kediri dari sumber air ke jaringan pipa pelayanan distribusi secara skematik dapat dilihat pada gambar gambar 4.7.



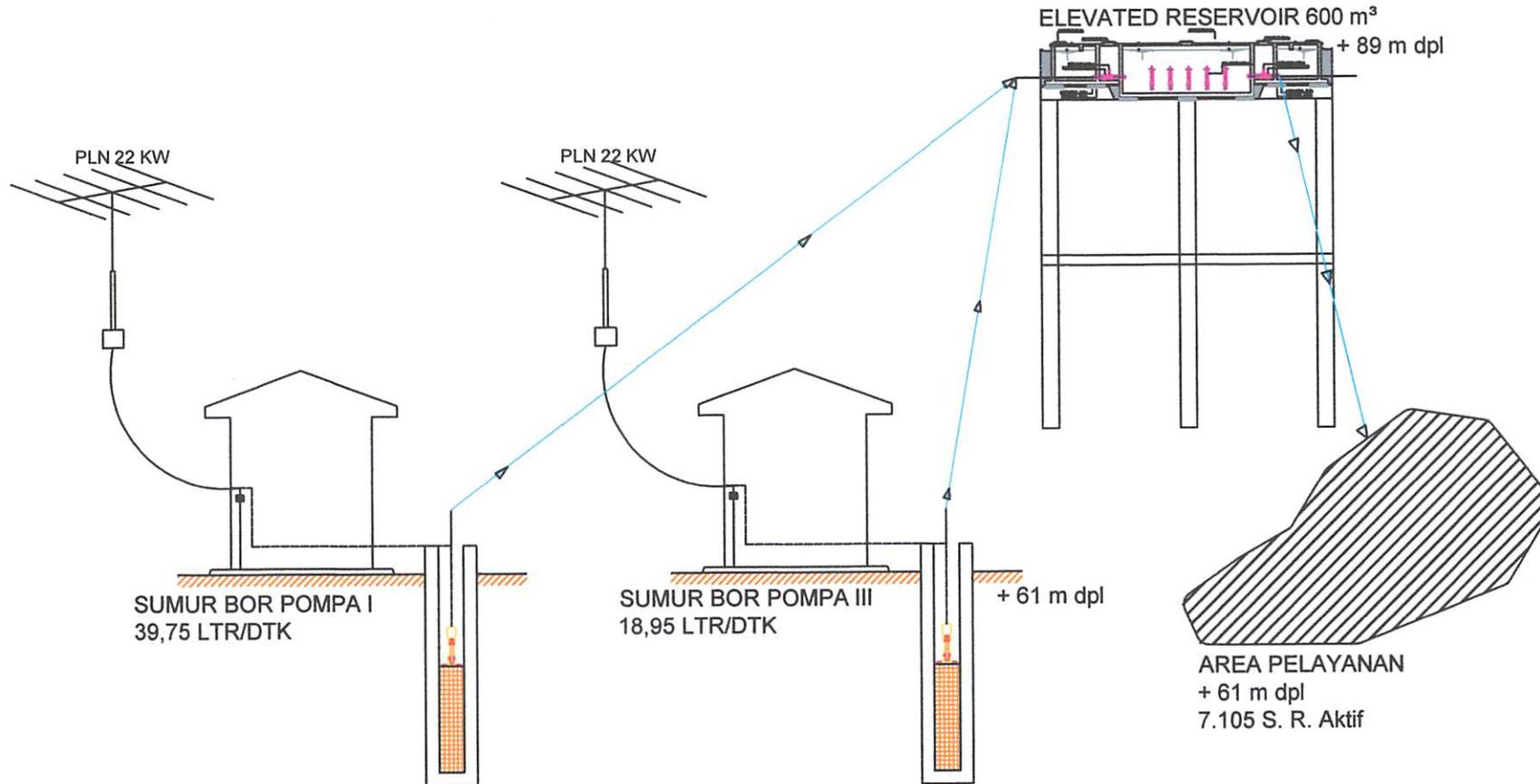
= Reservoir



= Pompa  
 Sumur Bor



= Sumber Listrik



DI PERIKSA OLEH

SUDIRO., ST., MT  
 Dr. Ir. KUSTAMAR., MT

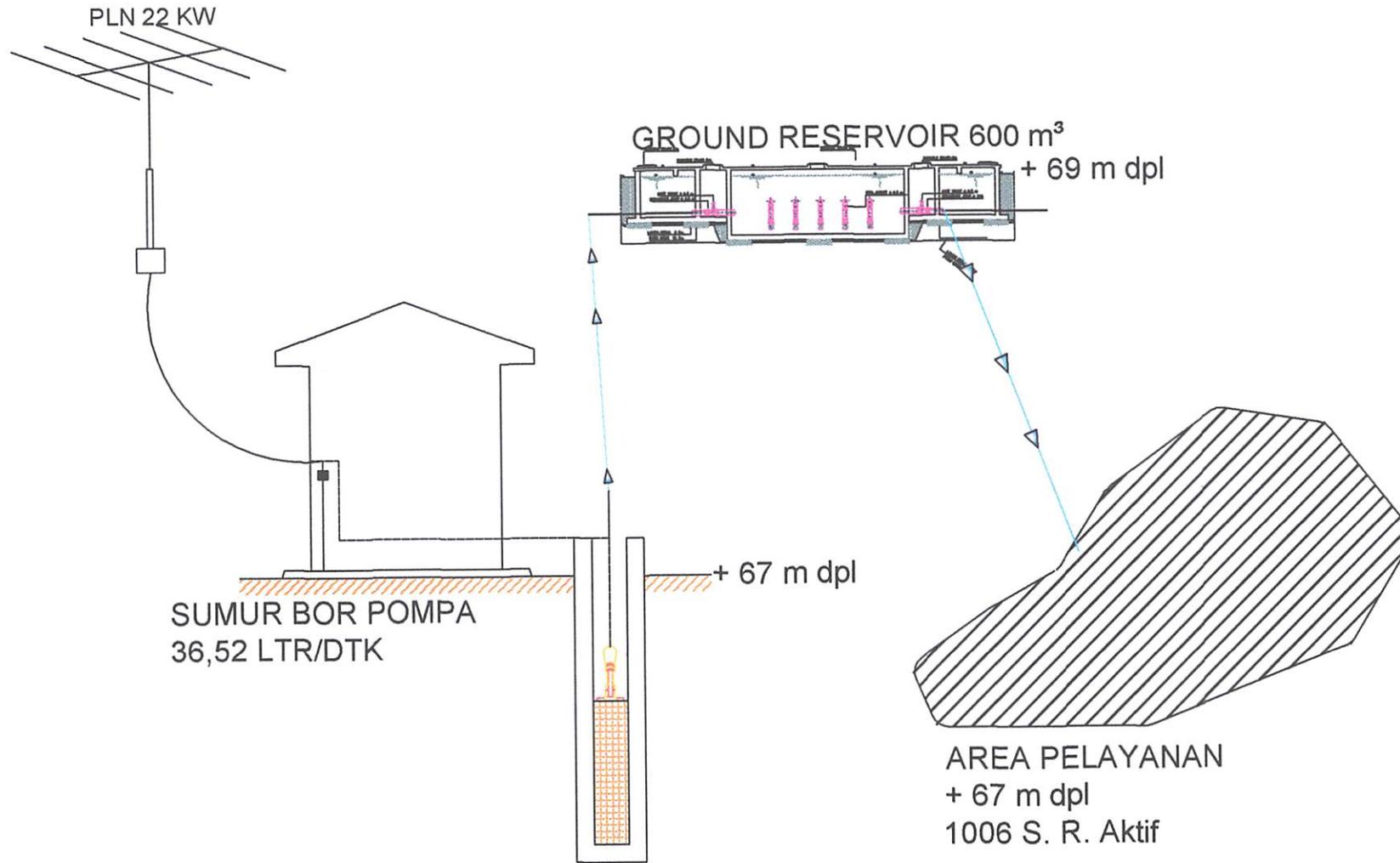
SUMBER

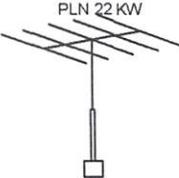
PDAM Kota Kediri

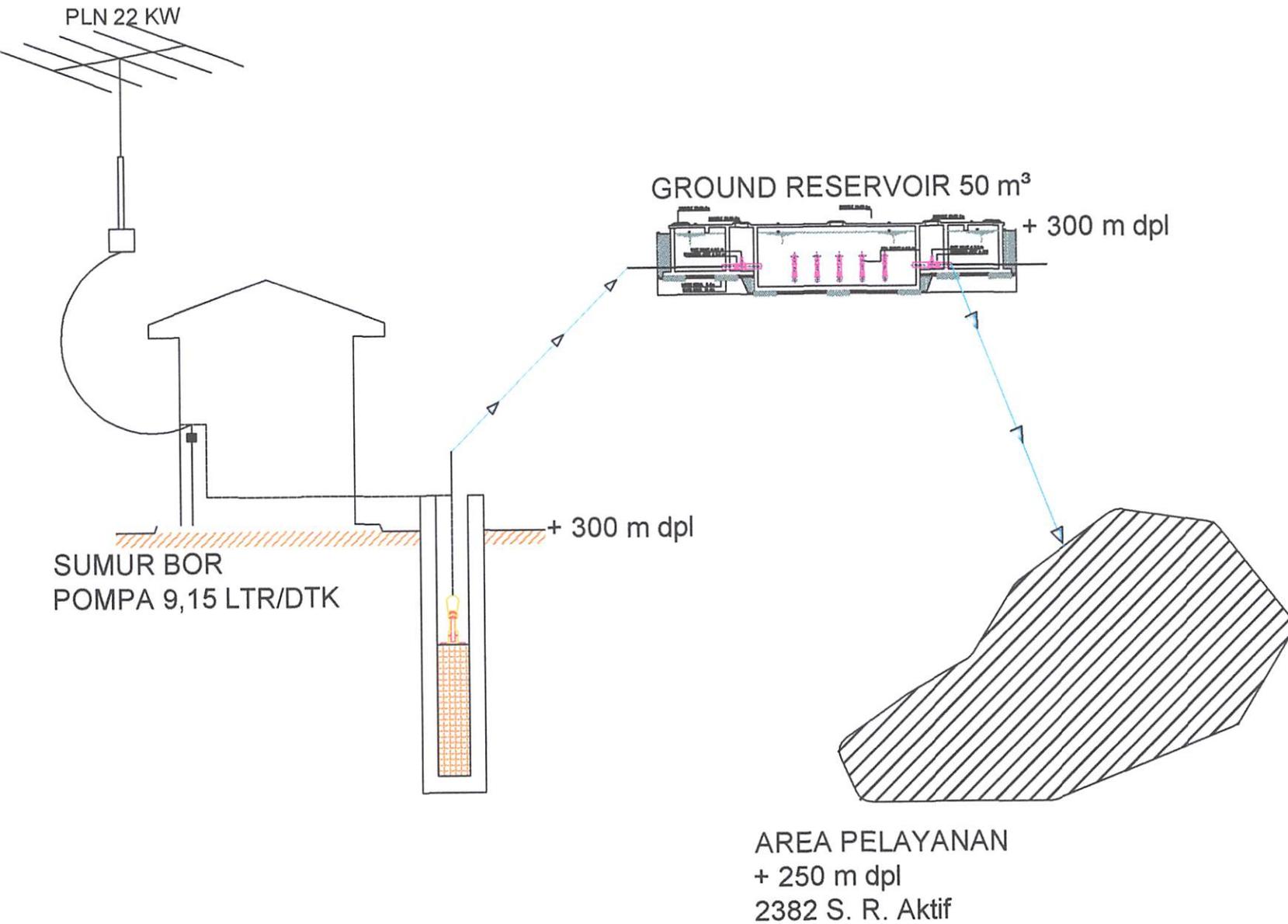
ORIENTASI

SKALA

1:1000



-  = Reservoir
-  = Pompa Sumur Bor
-  = Sumber Listrik



JUDUL TUGAS AKHIR

PEMODELAN PENGARUH FLUKTUASI ELEVASI MUKA AIR DI TANDON TERHADAP TEKANAN AIR DI PELANGGAN PADA WILAYAH PELAYANAN SUMUR PRODUKSI KUWAK I (PDAM KOTA KEDIRI)

JUDUL GAMBAR 4.3 C

SKEMA SPAM UNIT II WILIS INDAH UTARA AREA PELAYANAN KELURAHAN CAMPUREJO KECAMATAN MOJOROTO

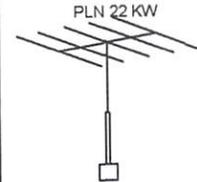
KETERANGAN



= Reservoir



= Pompa Sumur Bor



PLN 22 KW  
= Sumber Listrik

DI PERIKSA OLEH

SUDIRO., ST., MT  
Dr. Ir. KUSTAMAR., MT

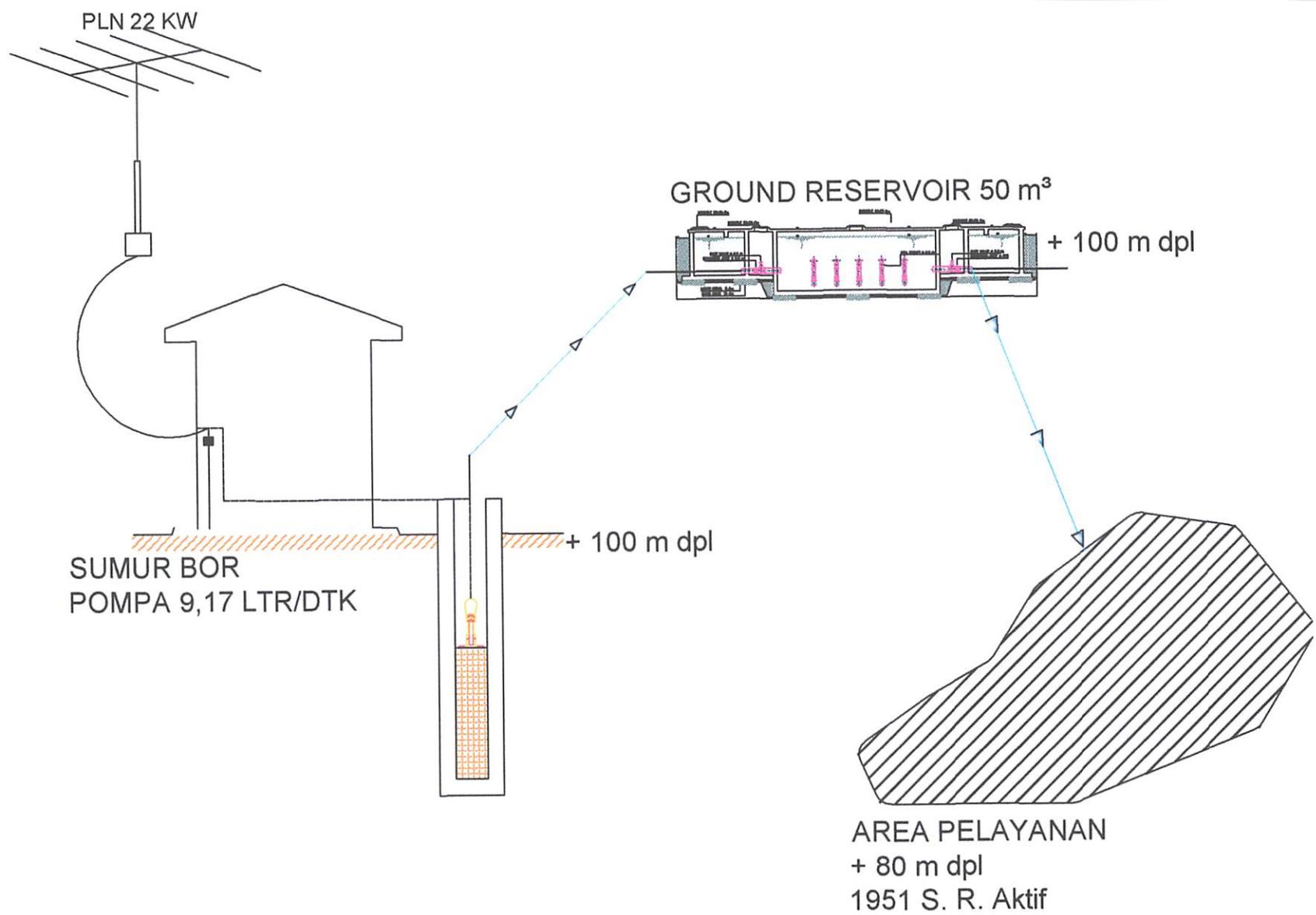
SUMBER

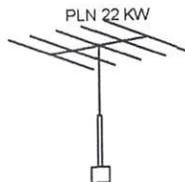
PDAM Kota Kediri

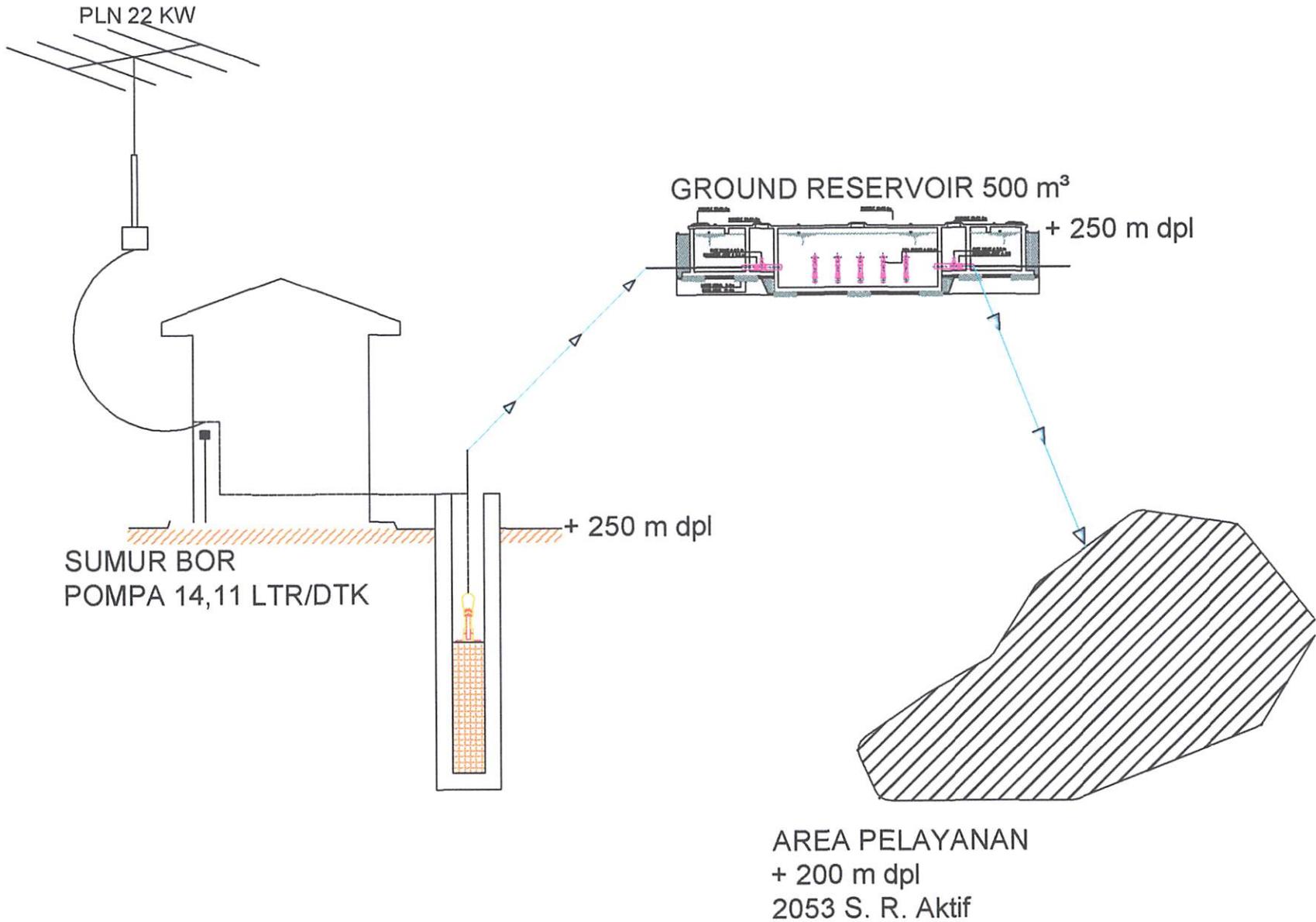
ORIENTASI

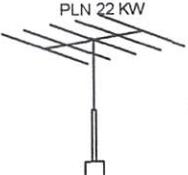
SKALA

1:1000



-  = Reservoir
-  = Pompa Sumur Bor
-  = Sumber Listrik



JUDUL TUGAS AKHIR	
PEMODELAN PENGARUH FLUKTUASI ELEVASI MUKA AIR DI TANDON TERHADAP TEKANAN AIR DI PELANGGAN PADA WILAYAH PELAYANAN SUMUR PRODUKSI KUWAKI (PDAM KOTA KEDIRI)	
JUDUL GAMBAR 4.3 E	
SKEMA SPAM UNIT II POJOK AREA PELAYANAN KELURAHAN POJOK KECAMATAN MOJOROTO	
KETERANGAN	
	= Reservoir
	= Pompa Sumur Bor
	= Sumber Listrik
DI PERIKSA OLEH	
SUDIRO., ST., MT Dr. Ir. KUSTAMAR., MT	
SUMBER	
PDAM Kota Kediri	
ORIENTASI	SKALA
	1:1000

JUDUL TUGAS AKHIR

PEMODELAN PENGARUH FLUKTUASI ELEVASI MUKA AIR DI TANDON TERHADAP TEKANAN AIR DI PELANGGAN PADA WILAYAH PELAYANAN SUMUR PRODUKSI KUWAK I (PDAM KOTA KEDIRI)

JUDUL GAMBAR 4.3 F

SKEMA SPAM UNIT II TAMANAN AREA PELAYANAN KELURAHAN TAMANAN DAN BANJARMLATI KECAMATAN MOJOROTO

KETERANGAN

-  = Reservoir
-  = Pompa Sumur Bor
-  = Sumber Listrik

DI PERIKSA OLEH

SUDIRO., ST., MT  
 Dr. Ir. KUSTAMAR., MT

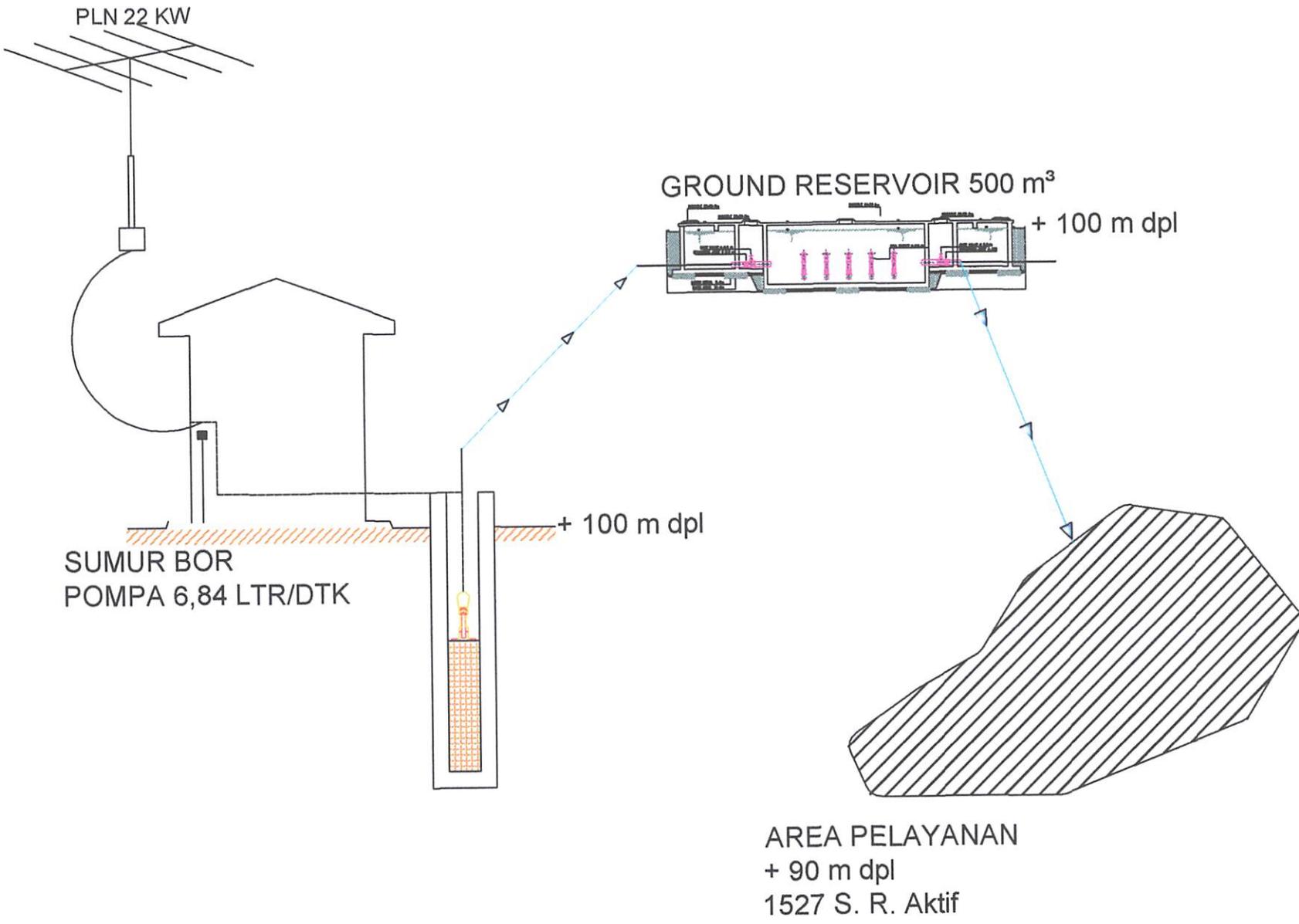
SUMBER

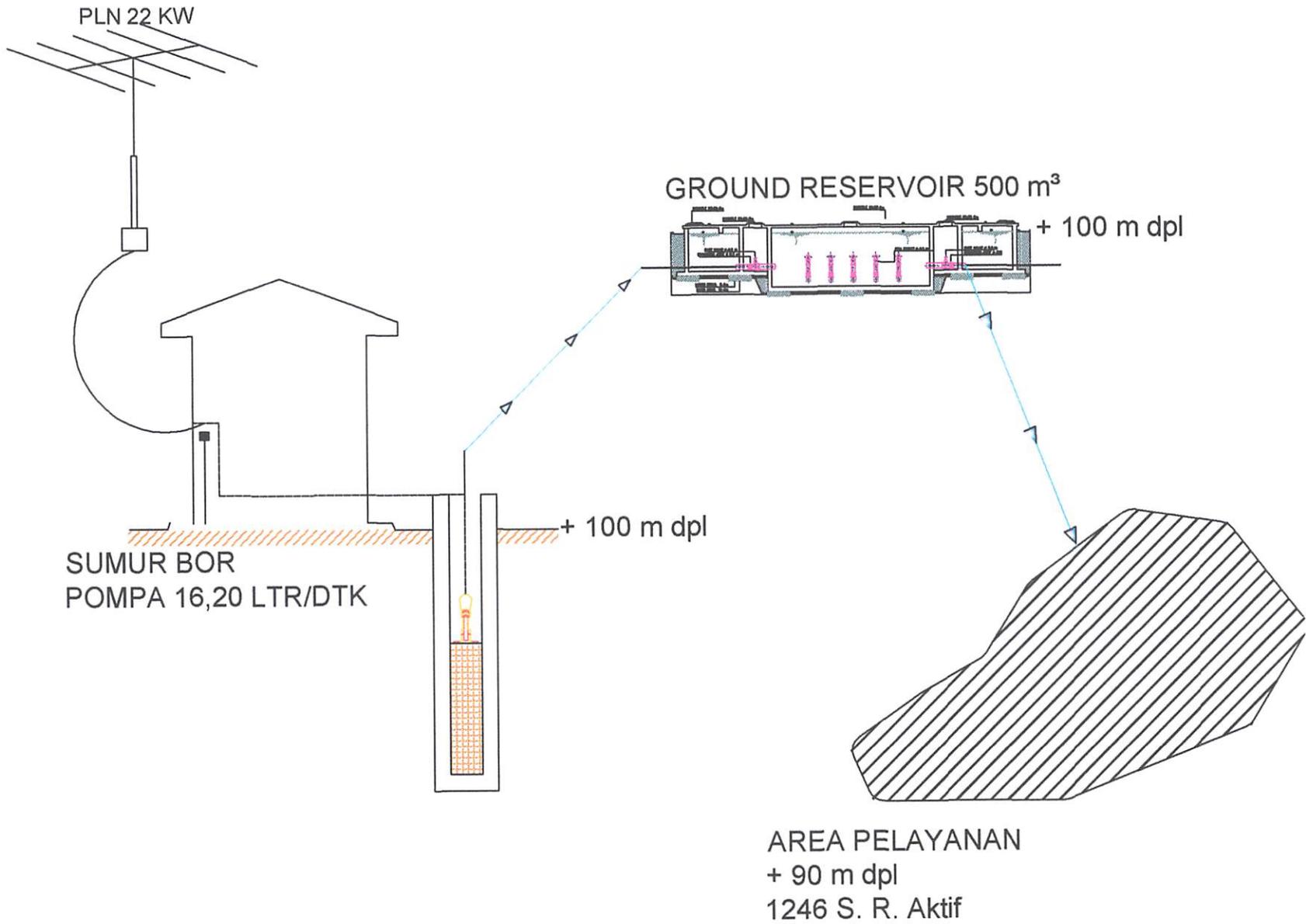
PDAM Kota Kediri

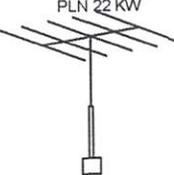
ORIENTASI

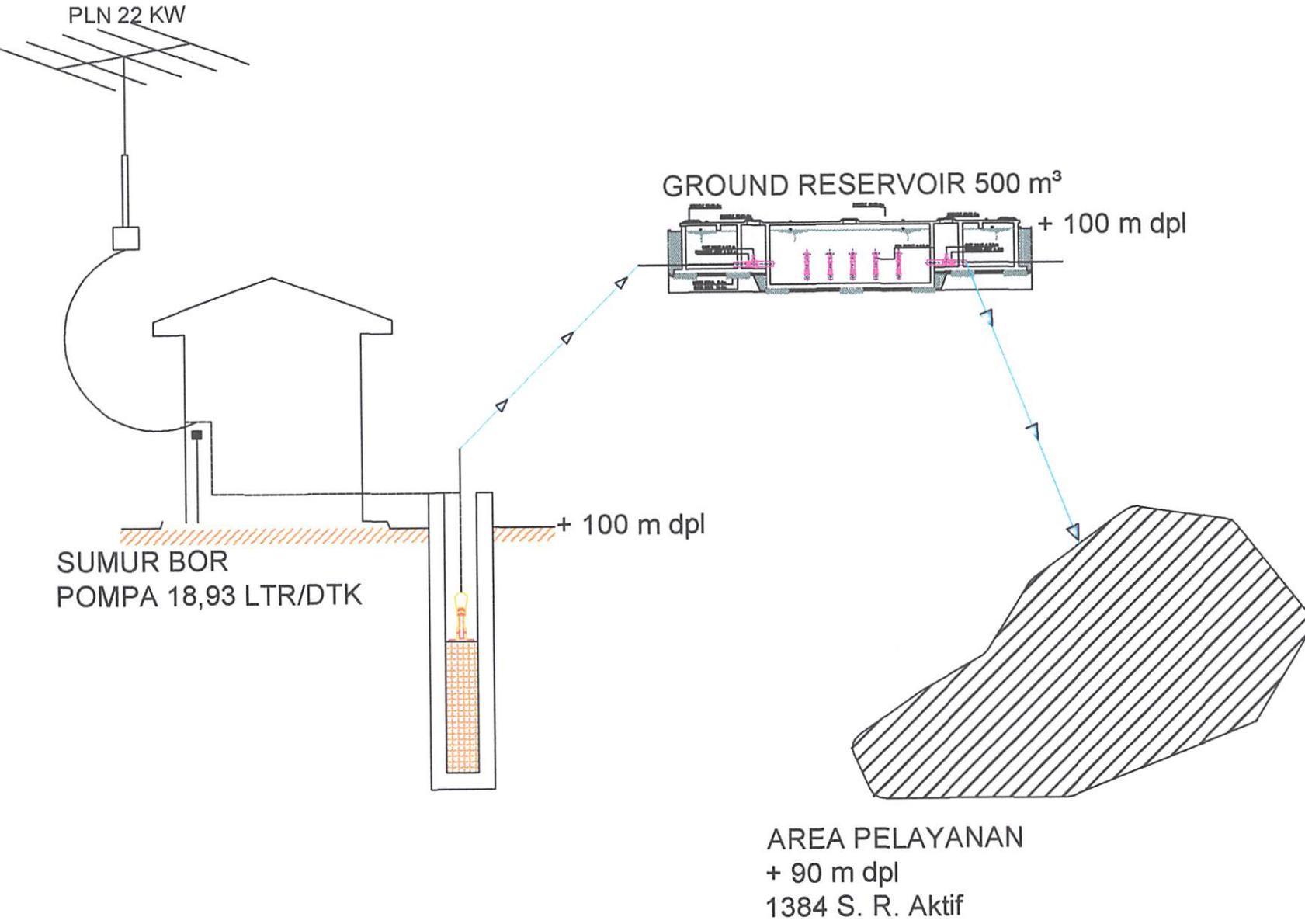
SKALA

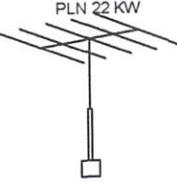
1:1000





-  = Reservoir
-  = Pompa Sumur Bor
-  = Sumber Listrik



-  = Reservoir
-  = Pompa Sumur Bor
-  = Sumber Listrik

JUDUL TUGAS AKHIR

PEMODELAN PENGARUH FLUKTUASI ELEVASI MUKA AIR DI TANDON TERHADAP TEKANAN AIR DI PELANGGAN PADA WILAYAH PELAYANAN SUMUR PRODUKSI KUMAK I (PDAM KOTA KEDIRI)

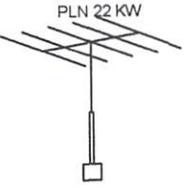
JUDUL GAMBAR 4.3 I

SKEMA SPAM UNIT II SUKORAME AREA PELAYANAN KELURAHAN SUKORAME DAN BUJEL KECAMATAN MOJOROTO

KETERANGAN

 = Reservoir

 = Pompa Sumur Bor

 = Sumber Listrik

DI PERIKSA OLEH

SUDIRO., ST., MT  
 Dr. Ir. KUSTAMAR., MT

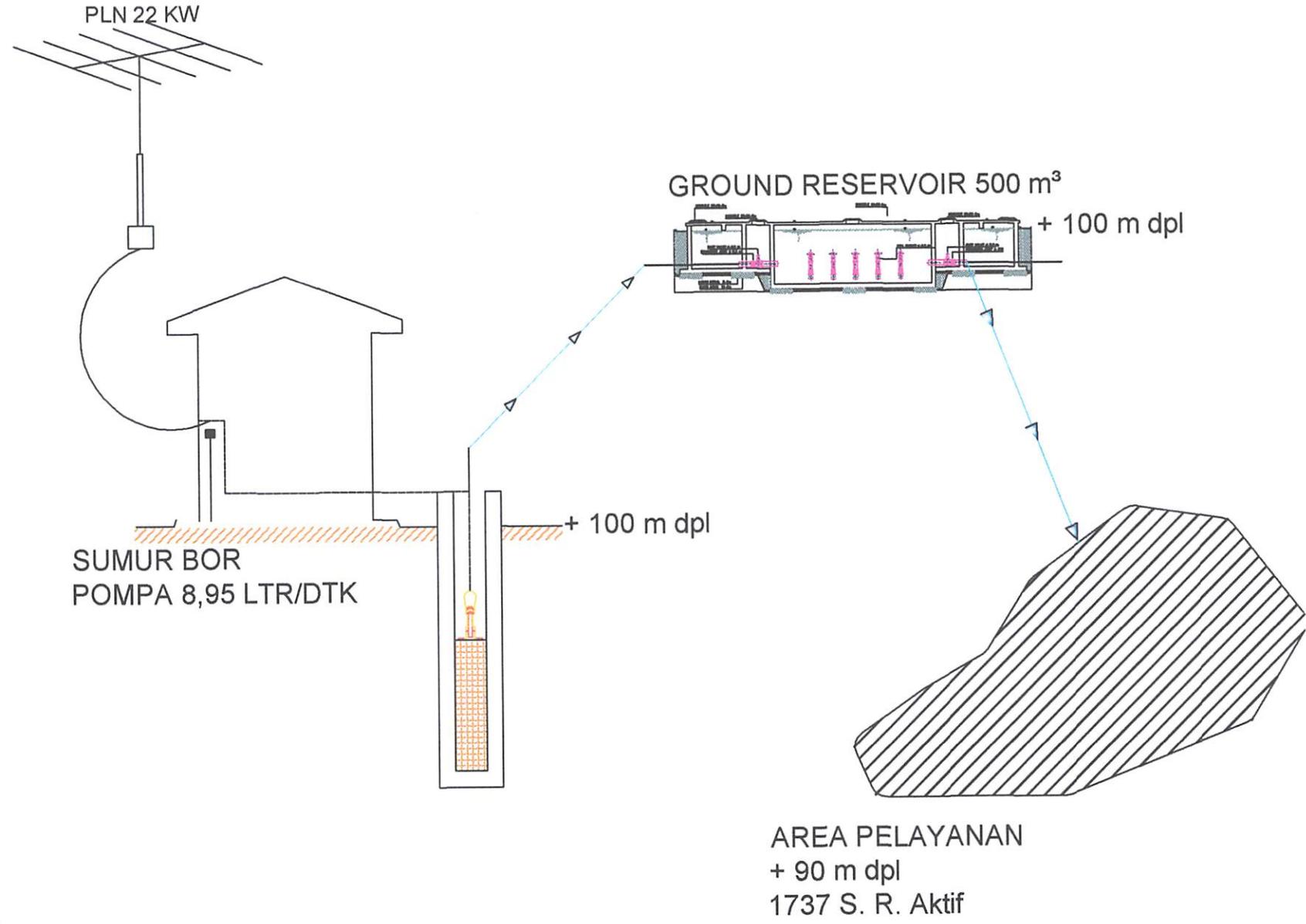
SUMBER

PDAM Kota Kediri

ORIENTASI

SKALA

1:1000

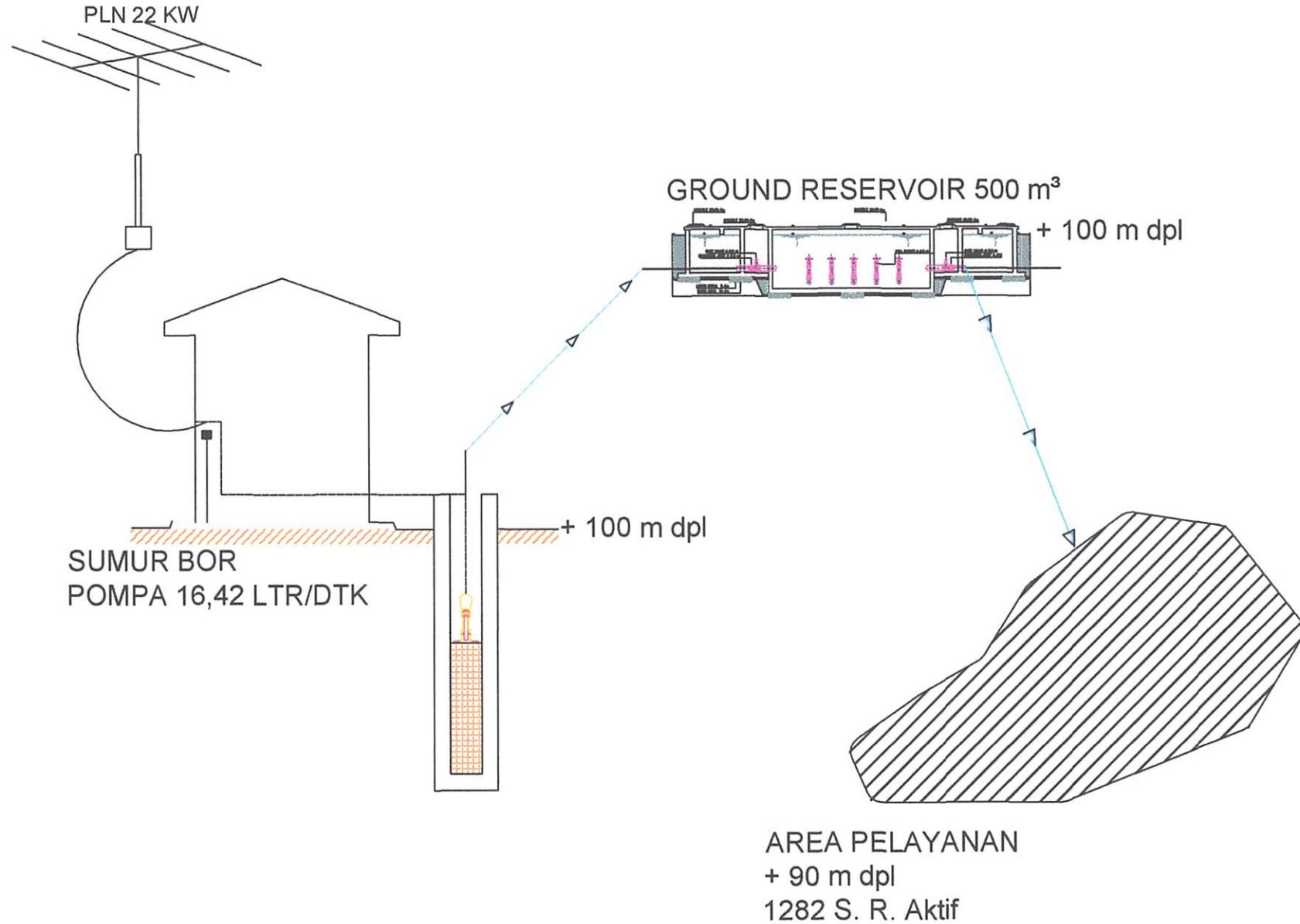


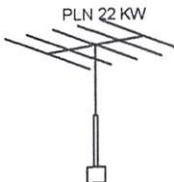
GROUND RESERVOIR 500 m<sup>3</sup>  
 + 100 m dpl

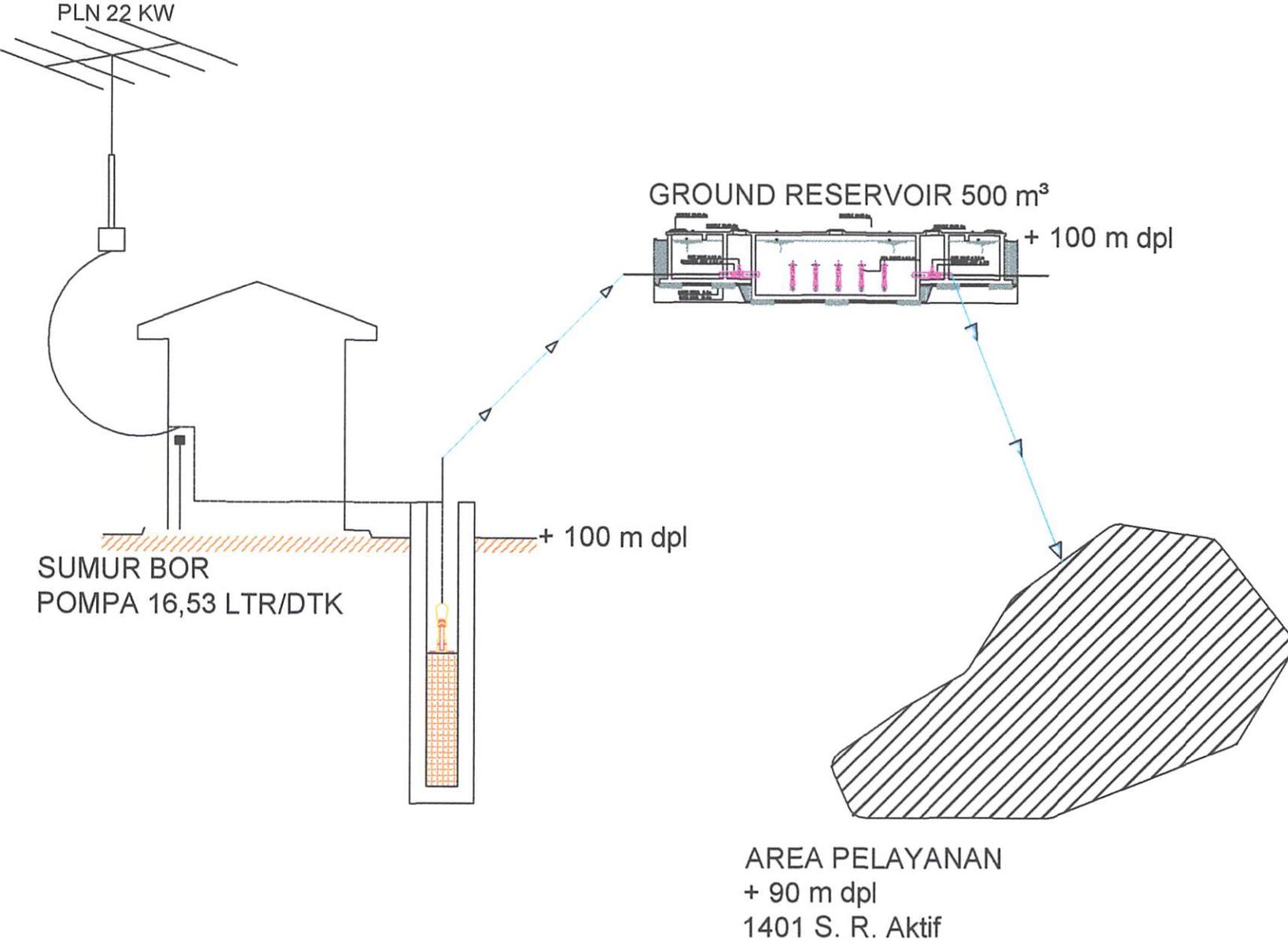
SUMUR BOR  
 POMPA 8,95 LTR/DTK

+ 100 m dpl

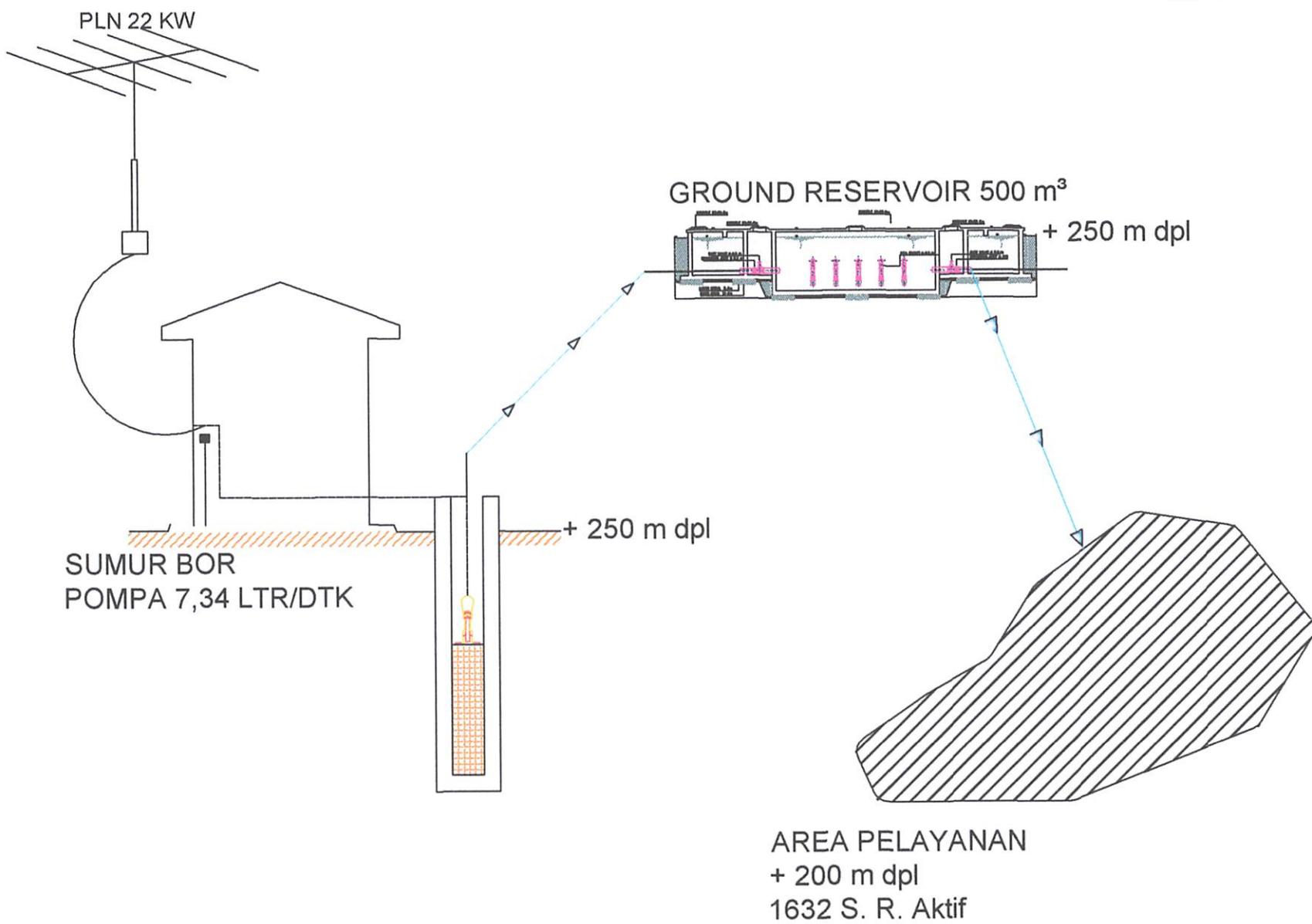
AREA PELAYANAN  
 + 90 m dpl  
 1737 S. R. Aktif

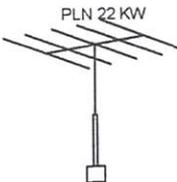


-  = Reservoir
-  = Pompa Sumur Bor
-  = Sumber Listrik



-  = Reservoir
-  = Pompa Sumur Bor
-  = Sumber Listrik



-  = Reservoir
-  = Pompa Sumur Bor
-  = Sumber Listrik

### 4.2.3 Kapasitas Pompa

Total kapasitas terpasang sumber air baku yang dimanfaatkan PDAM Kota Kediri untuk memenuhi kebutuhan air bersih bagi penduduk Kota Kediri adalah sebesar 248 liter/ detik. Kapasitas terpasang berasal dari beberapa operasi pompa, lokasi dan debit pompa serta debit yang dihasilkan dapat dilihat pada tabel 4.6.

**Tabel 4.6 Kapasitas Terpasang PDAM Kota Kediri**

No.	Lokasi	Pompa	Debit Pompa (l/dt)	Debit Produksi (l/dt)
1	Kuwak	Pompa I	40	39,75
		Pompa III	20	18,95
2	Ngronggo		40	36,52
3	Kleco		20	16,70
4	Tosaren		20	16,24
5	Tamanan		18	6,84
6	Wilis Indah Utara		10	9,15
7	Wilis Indah Selatan		20	9,17
8	Ngampel		20	18,93
9	Unik		10	8,80
10	Pojok		20	14,11
11	Sukorame		10	8,95
12	Gayam		20	16,20

*Sumber: Corporate Plan PDAM Kota Kediri, 2012-2016 diolah 2014*

### 4.2.4 Jumlah Produksi Air

Realisasi produksi air PDAM Kota Kediri 5 tahun terakhir dapat dilihat pada tabel 4.7.

**Tabel 4.7 Produksi Air PDAM Kota Kediri Tahun 2007-2011**

No.	Tahun	Produksi air (m <sup>3</sup> )
1	2007	5.102.402
2	2008	4.319.951
3	2009	4.319.951
4	2010	3.977.554
5	2011	3.847.930

*Sumber: Corporate Plan PDAM Kota Kediri, 2012-2016*

Таблица 4.2. Структура ВВП ВДПП Костановской области 2017-2019

2	2011	3 872 330
4	2010	3 761 224
2	2009	4 310 821
3	2008	4 310 821
2	2007	4 103 303
20	Единица	Продукты шт.

Таблица 4.3. Структура ВВП ВДПП Костановской области 2000-2011

Таблица 4.3

Структура производства ВДПП Костановской области в период 2000-2011 гг.

Таблица 4.3. Структура производства

Таблица 4.3. Структура производства ВДПП Костановской области 2017-2019

15	Сельское хозяйство		30	10,70
11	Животноводство		10	2,92
10	Рыболовство		30	10,71
9	Лесное хозяйство		10	3,40
8	Обрабатывающая промышленность		30	10,70
7	Энергетика		30	10,70
6	Транспорт, связь, информационные технологии		10	3,40
5	Торговля, общественное питание, гостиничный бизнес		10	3,40
4	Жилищно-коммунальное хозяйство		30	10,70
3	Культура, образование, здравоохранение, физическая культура и спорт		30	10,70
2	Услуги		40	13,93
1	Копирование	Единица	70	24,32
20	Единица	Единица	(млрд)	(млрд)

Таблица 4.4. Структура производства ВДПП Костановской области

Таблица 4.4

Структура производства ВДПП Костановской области в период 2000-2011 гг. Структура производства ВДПП Костановской области в период 2000-2011 гг. Структура производства ВДПП Костановской области в период 2000-2011 гг.

Таблица 4.4. Структура производства

#### 4.2.5 Kehilangan Air

Besarnya kehilangan air PDAM Kota Kediri dapat diketahui berdasarkan selisih antara air yang didistribusikan dengan yang terjual. Besarnya kebocoran/kehilangan air PDAM Kota Kediri selama 5 tahun terakhir dapat dilihat pada tabel 4.9.

**Tabel 4.8 Distribusi, Penjualan dan Kebocoran Air PDAM Kota Kediri  
Tahun 2007-2011**

No	Uraian	2007	2008	2009	2010	2011
1	Distribusi air (m <sup>3</sup> )	4.702.921	4.089.674	4.089.674	3.943.941	3.877.008
2	Penjualan air (m <sup>3</sup> )	2.938.577	2.813.304	2.813.304	2.603.989	2.524.882
3	Kebocoran air (m <sup>3</sup> )	1.764.344	1.276.370	1.276.370	1.339.952	1.352.126
4	Kebocoran air (%)	37.52	31.21	31.21	33.97	34.88

*Sumber: Corporate Plan PDAM Kota Kediri, 2012-2016*

#### 4.2.6 Pelanggan

Perkembangan jumlah pelanggan PDAM Kota Kediri dari tahun 2007 sampai tahun 2011 terdapat dalam tabel 4.10. Pelanggan PDAM Kota Kediri dikelompokkan dalam beberapa klasifikasi sebagai berikut:

a. Kelompok I:

1. S1 = Hidran Umum/ Kran Umum, Kamar Mandi Umum, WC Umum
2. S2 = Tempat ibadah, klinik/ Rumah Sakit Pemerintah, Puskesmas, Yayasan Sosial Khusus.

b. Kelompok II:

1. RT1 = Rumah Tangga
2. RT2 = Warung Kecil, Prancangan, Real Estate, Lembaga Pendidikan Non Formal/ Swasta.
3. IP = Kantor/ Instansi/ Lembaga Pemerintah, Asrama Pemerintah/ TNI/ POLRI/ Lembaga Pendidikan Pemerintah. Kolam Renang Milik Pemerintah

c. Kelompok III:

1. N1 = Toko, Depot, Losmen, Praktik Dokter, Badan Usaha Swasta, Biro Jasa/ Rumah Jasa, Bengkel Kendaraan/ Elektronika, Salon, Rumah Sakit Swasta, Percetakan/ Sablon.
2. N2 = Hotel, Restoran/ Rumah Makan, Tempat Hiburan/ Wisata, Bank Pemerintah/ Swasta, Kantor PLN/ TELKOM/ POS dan GIRO, Kolam Renang Swasta, SPBU, Apotik, Perusahaan Swasta (Pabrik Es/ Sirop/ Tahu/ Tempe/ Tepung/ Kecap/ Roti, dsb).

d. Kelompok IV:

1. Industri Kecil (IN1) = Industri Rumah Tangga, Pengrajin/ Penggregaji Kayu, Peternak Kecil, Usaha Industri Kecil Lainnya.
2. Industri Besar (IN2) = Industri (Textil, Bahan Kimia, Baja, Kayu Lapis), Peternak Besar, Gudang Pendingin, Karoseri, Penggilingan Padi, Usaha Industri Besar Lainnya.

**Tabel 4.9 Jumlah Pelanggan PDAM Kota Kediri Tahun 2007-2011**

No.	Unit/ Cabang	2007	2008	2009	2010	2011
1	Sosial Umum (S1)	13	10	10	11	11
2	Sosial Khusus (S2)	190	186	196	194	194
3	Rumah Tangga 1 (RT1)	10200	10377	10617	10695	10875
4	Rumah Tangga 2 (RT2)	1249	1270	1282	1293	1293
5	Instansi Pemerintah (IP)	402	397	393	391	391
6	Niaga Kecil (N1)	418	400	382	367	367
7	Niaga Besar (N2)	31	30	32	33	33
<b>Jumlah</b>		<b>12503</b>	<b>12670</b>	<b>12912</b>	<b>12984</b>	<b>13164</b>

Sumber : Corporate Plan PDAM Kota Kediri, 2012-2016

c. Kelompok III

1. N1 = Toko Dept. Lomax, Teknik Dokter, Badan Usaha Swasta  
Biro Jasa, Kurniah Jasa, Berkel, Kurniah, Elektronik, Salon,  
Ramah Badan Swasta, Perumahan, Salon
2. N2 = Hotel, Restoran, Kurniah, Kurniah, Tempa, Hiburan, Wisata, Bank,  
Perumahan, Swasta, Kantor, PLN, TELKOM, POS dan GPRS,  
Kurniah, Kurniah Swasta, SPBU, Apotik, Perumahan Swasta,  
(Bank, P, Sinoq, Tabu, Tempa, Tempa, Kurniah, dsb)

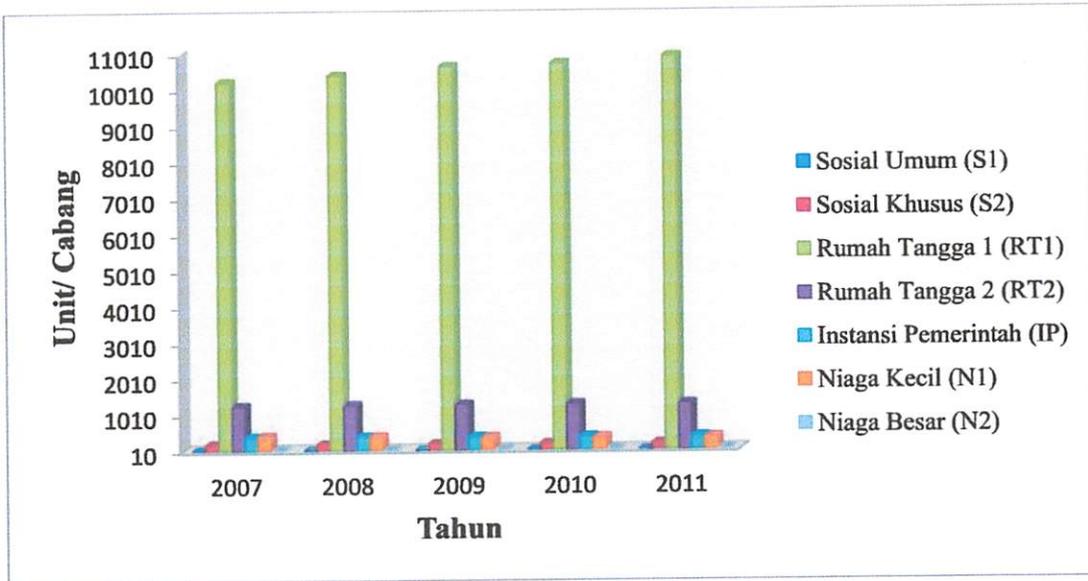
d. Kelompok IV

1. Industri Kecil (IK1) = Industri Kurniah, Tempa, Perumahan,  
Kurniah, Kurniah, Kurniah, Kurniah, Kurniah, Kurniah,  
Industri Kecil Lainnya
2. Industri Besar (IB2) = Industri (Textil, Bata, Kurniah, Baja, Kurniah,  
Kurniah), Perumahan, Besar, Gedung,  
Perumahan, Kurniah, Perumahan, Kurniah,  
Industri, Industri, Besar, Lainnya

Table 4.9 Jumlah Pengeluaran PDAI Kota Kediri Tahun 2007-2011

No.	Uraian	2007	2008	2009	2010	2011
1	Sosial (S1)	13	10	10	11	11
2	Sosial (S2)	190	186	199	194	194
3	Rumah Tangga 1 (R1)	10200	10477	10617	10692	10873
4	Rumah Tangga 2 (R2)	1249	1270	1282	1293	1293
5	Industri Perumahan (IP)	402	397	397	391	391
6	Niaga Kecil (NK1)	418	400	382	367	367
7	Niaga Besar (NB)	31	30	32	33	32
	<b>Jumlah</b>	<b>12803</b>	<b>12676</b>	<b>12912</b>	<b>12984</b>	<b>13164</b>

Source: Corporate Plan PDAI Kota Kediri 2011-2016



**Gambar 4.4 Jumlah Pelanggan PDAM Kota Kediri Tahun 2007-2011**

#### 4.2.7 Tingkat Pelayanan

Sampai saat ini PDAM Kota Kediri telah melayani kebutuhan air minum masyarakat Kota Kediri sebesar 28,67 %. Jumlah penduduk yang terlayani air oleh PDAM Kota Kediri dapat dilihat pada tabel 4.11 dengan asumsi tiap pelanggan dikalikan dengan 6 orang tiap unit sambungan (Corporate Plan PDAM Kota Kediri, 2012-2016). Tingkat pelayanan merupakan perbandingan antara jumlah penduduk yang terlayani terhadap jumlah penduduk keseluruhan Kota Kediri.

**Tabel 4.10 Jumlah Penduduk yang Terlayani dan Tingkat Pelayanan PDAM Kota Kediri Tahun 2007-2011**

No.	Unit/ Cabang	Satuan	2007	2008	2009	2010	2011
1	Sosial Umum (S1)	Jiwa	78	60	60	66	66
2	Sosial Khusus (S2)	Jiwa	1.140	1.116	1.176	1.164	1.164
3	Rumah Tangga 1 (RT1)	Jiwa	61.200	62.262	63.702	64.170	65.250
4	Rumah Tangga 2 (RT2)	Jiwa	7.494	7.620	7.692	7.758	7.758
5	Instansi Pemerintah (IP)	Jiwa	2.412	2.382	2.358	2.346	2.346
6	Niaga Kecil (N1)	Jiwa	2.508	2.400	2.292	2.202	2.202
7	Niaga Besar (N2)	Jiwa	186	180	192	198	198
<b>Jumlah</b>			<b>75.018</b>	<b>76.020</b>	<b>77.472</b>	<b>77.904</b>	<b>78.984</b>
<b>% Terlayani</b>			<b>29.24</b>	<b>26.98</b>	<b>27.21</b>	<b>29.13</b>	<b>28.67</b>

Sumber : Corporate Plan PDAM Kota Kediri, 2012-2016

Tahun	Jumlah Produksi (kg)						
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
1. Sosial (Kelas 1)	78	117	117	117	117	117	117
2. Sosial (Kelas 2)	1.140	1.117	1.170	1.169	1.169	1.169	1.169
3. Rumah Tangga 1 (RT1)	61.200	62.202	63.202	64.200	65.220	66.220	67.220
4. Rumah Tangga 2 (RT2)	7.804	7.820	7.802	7.788	7.788	7.788	7.788
5. Instansi Pemerintah (IP)	2.412	2.382	2.382	2.346	2.346	2.346	2.346
6. Nings Keci (N1)	2.208	2.400	2.202	2.202	2.202	2.202	2.202
7. Nings Besar (N2)	180	180	192	198	198	198	198
<b>Jumlah</b>	<b>72.018</b>	<b>78.020</b>	<b>77.412</b>	<b>77.004</b>	<b>78.084</b>	<b>79.084</b>	<b>80.084</b>
<b>% Peningkatan</b>	<b>29.24</b>	<b>29.98</b>	<b>27.21</b>	<b>29.13</b>	<b>28.67</b>	<b>28.67</b>	<b>28.67</b>

Gambar 4.1 Jumlah Produksi (kg) pada Kota Kediri Tahun 2007-2011

#### 4.2.7 Tingkat Pelayanan

Sampai saat ini PDM Kota Kediri telah melayani kebutuhan air minum masyarakat Kota Kediri sebesar 28,67%. Jumlah penduduk yang terlayani air oleh PDM Kota Kediri dalam tahun pada tabel 4.11 dengan asumsi tiap pelanggan dikalikan dengan 0,25 m<sup>3</sup> per hari non sebulan (Corporate Plan PDM Kota Kediri 2012-2016). Tingkat pelayanan merupakan perbandingan antara jumlah penduduk yang terlayani terhadap jumlah penduduk keseluruhan Kota Kediri.

Tabel 4.10 Jumlah Penduduk yang Terlayani dan Tingkat Pelayanan PDM Kota Kediri Tahun 2007-2011

No.	Tahun	Jumlah Penduduk yang Terlayani	Jumlah Penduduk Keseluruhan	Tingkat Pelayanan (%)
1	2007	78	272.018	28,67
2	2008	117	278.020	29,13
3	2009	117	277.412	28,67
4	2010	117	277.004	28,67
5	2011	117	280.084	28,67

Sumber: Corporate Plan PDM Kota Kediri 2012-2016

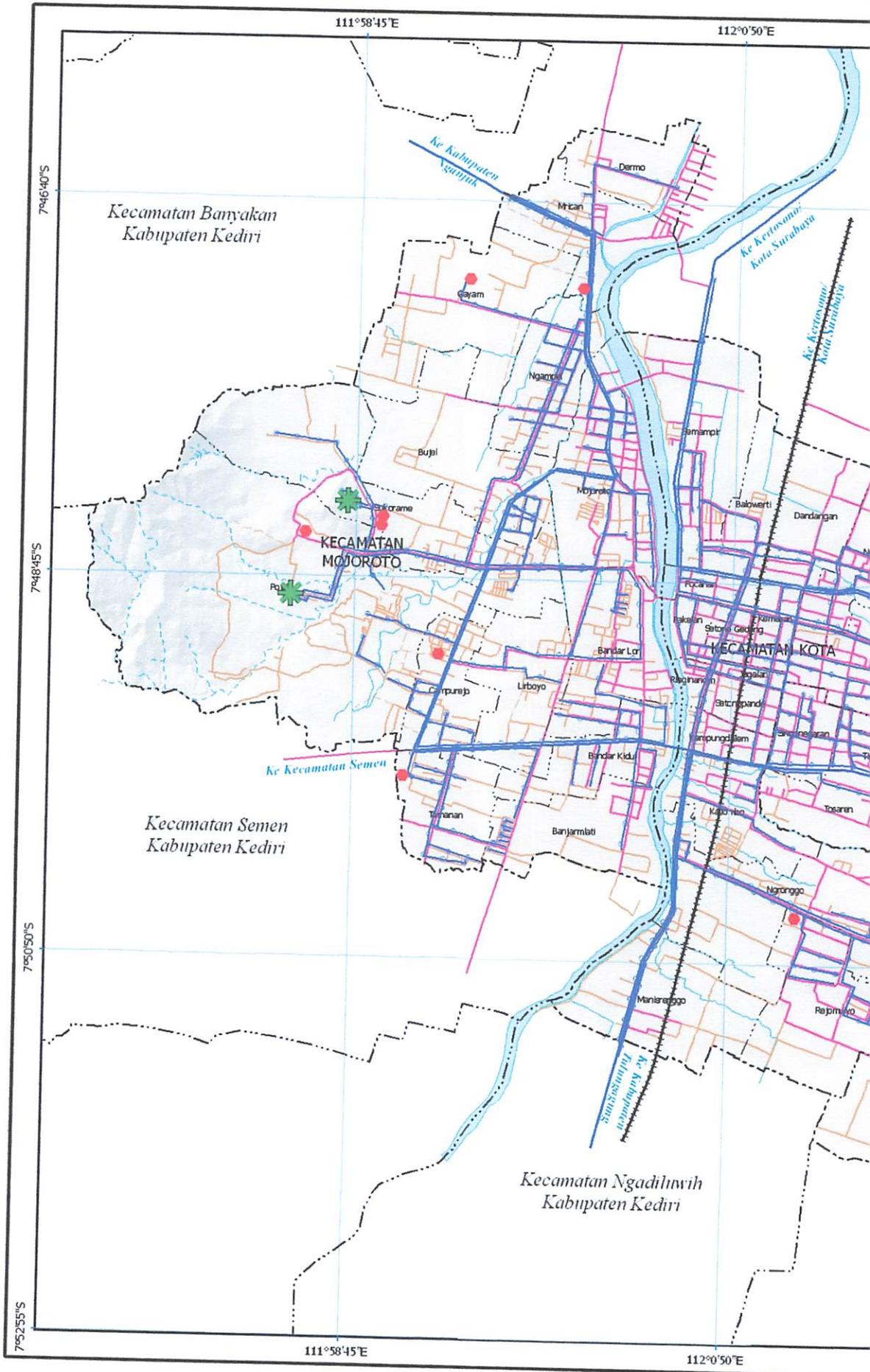
#### 4.2.8 Jaringan Distribusi dan Sistem Perpipaan

Jaringan distribusi PDAM Kota Kediri memakai sistem campuran yaitu sistem “loop” dan “branch”. Pada sistem perpipaan PDAM Kota Kediri menggunakan pipa transmisi, distribusi induk, distribusi sekunder, distribusi tersier dan pipa persil. Diameter pipa transmisi yang dipakai mulai dari Ø 150 mm – Ø 400 mm dan jenis pipa yang dipakai adalah GIP dan PVC, sedangkan untuk pipa distribusi dari Ø 50 mm – Ø 400 mm dan dari jenis pipa CI, GIP, PVC, dan ACP. Peta jaringan distribusi air minum PDAM Kota Kediri dapat dilihat pada gambar 4.5.

**Tabel 4.11 Jenis, Diamater dan Panjang Pipa PDAM Kota Kediri Tahun 2011**

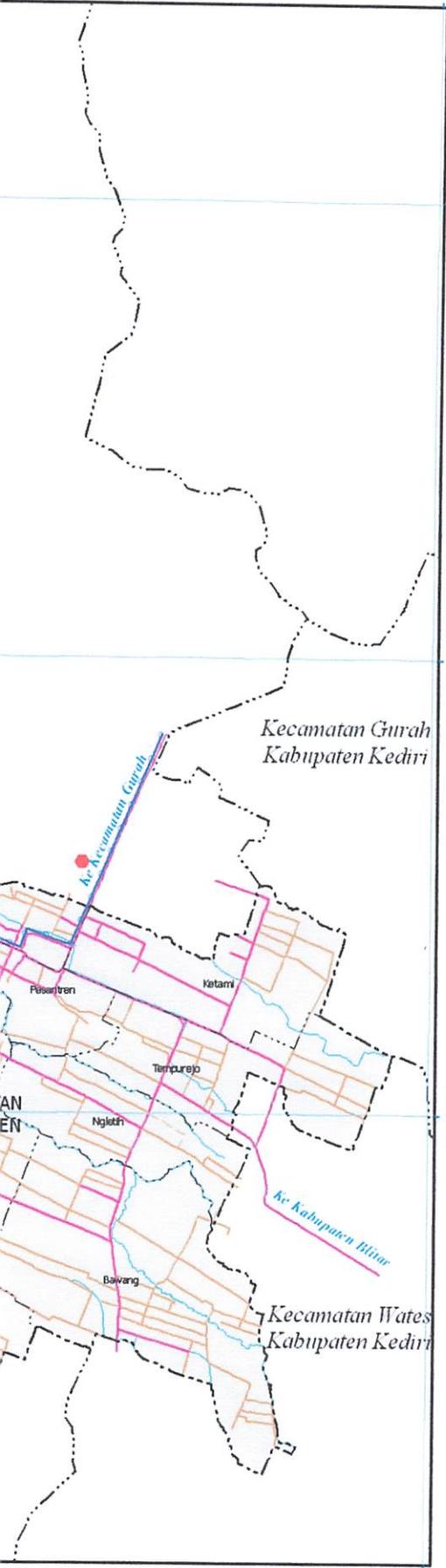
No	Diamter (mm)	Jenis dan Panjang Pipa (mm)			Jumlah
		ACP	CIP	PVC	
1	400	400	-	-	400
2	300	-	-	-	0
3	250	6.379	-	-	6.379
4	225	-	689	-	689
5	200	-	-	10.274	10.274
6	150	-	-	43.060	43.060
7	125	-	3.791	-	3.791
8	100	-	-	78.354	78.354
9	75	-	-	66.454	66.454
10	50	-	-	135.090	135.090
<b>Jumlah (m)</b>		<b>6.779</b>	<b>4.480</b>	<b>333.232</b>	<b>135.090</b>

*Sumber : Corporate Plan PDAM Kota Kediri, 2012-2016*



112°55'E

112°50'E



7°46'40\"/>

7°48'45\"/>

7°50'50\"/>

**Gambar 4.5 Peta Jaringan Air Bersih PDAM Kota Kediri**

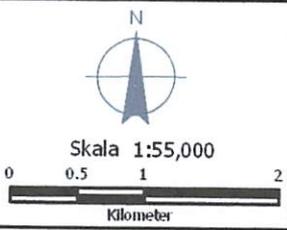
**KETERANGAN**

- Batas Kota
- .... Batas Kecamatan
- . - . Batas Kelurahan
- Jalan Kolektor
- Jalan Lokal
- Jalan Lingkungan
- Jalan Setapak
- ++++ Rel Kereta Api
- Sungai dan Sungai Musiman
- Jaringan Air Bersih
- ★ Tandon Air
- Sumur Air

NOMOR PETA : 3.19

SUMBER PETA :

1. Citra Satelit Tahun 2007
2. Peta Rupabumi Indonesia, Bakosurtanal, Skala 1:25.000, Tahun 2001
3. Hasil Survey



112°50'E

### 4.3 Gambaran Umum Wilayah Pelayanan Sumur Produksi Kuwak I PDAM Kota Kediri

Wilayah pelayanan Sumur Produksi Kuwak I meliputi wilayah Kecamatan Kota yang berada di Kota. Adapun batas-batas wilayah administrasi Kecamatan Kota adalah :

- Sebelah Utara : Kecamatan Gampengrejo Kabupaten Kediri
- Sebelah Timur : Kecamatan Pesantren
- Sebelah Selatan : Kecamatan Kandat dan Ngadiluwih Kabupaten Kediri
- Sebelah Barat : Kecamatan Mojojoto.

Kecamatan Kota memiliki luas wilayah sebesar 14,9 Km<sup>2</sup> atau 23,05 persen dari total luas Kota Kediri Provinsi Jawa Timur, yang terdiri atas 17 kelurahan. Adapun rincian luas wilayah Kecamatan Kota menurut Kelurahan dapat dilihat pada Tabel 4.13:

**Tabel 4.12 Luas Wilayah Perencanaan Menurut Kelurahan**

Kelurahan	Luas (Km <sup>2</sup> )
Semampir	1,791
Dandangan	1,100
Ngadirejo	1,470
Pakelan	0,214
Pocanan	0,214
Banjaran	1,209
Jagalan	0,043
Kemasan	0,228
Kaliombo	0,958
Kampungdalem	0,332
Ngronggo	2,585
Manisrenggo	1,764
Balowerti	0,830
Rejomulyo	1,670
Ringinanom	0,050
Setonogedong	0,059
Setonopande	0,383
<b>Total</b>	<b>14,900</b>

Sumber : BPS Kota Kediri Tahun 2013

Untuk jelasnya pembagian wilayah administrasi Kecamatan Kota per Kelurahan dan dapat dilihat pada gambar 4.6.

#### 4.3.1 Keadaan Geografi Wilayah

Kecamatan Kota terletak antara Kediri dengan posisi -7,81709 LS dan 112,02980 BT. Ditinjau dari topografinya, wilayah Kecamatan Kota memiliki ketinggian  $\pm 67$  m di atas permukaan laut. Adapun kemiringan tanah pada Kecamatan Kota relatif datar yaitu 0 – 2 %.

#### 4.3.2 Demografi

Jumlah penduduk di wilayah studi dalam 5 tahun terakhir (2008 – 2012) dapat di lihat pada Tabel 4.14.

**Tabel 4.13 Jumlah Penduduk Per Kelurahan Kecamatan Kota  
Tahun 2008-2012**

Kelurahan	Jumlah Penduduk (jiwa/tahun)				
	2008	2009	2010	2011	2012
Semampir	8435	8754	8734	6774	7794
Dandangan	6864	7148	7184	5818	5794
Ngadirejo	10822	11134	11047	12677	9795
Pakelan	2930	3061	3078	4824	2176
Pocanan	1535	1603	1601	1941	1337
Banjaran	9635	10090	9993	8014	8336
Jagalan	1718	1768	1802	1963	1333
Kemasan	1980	2080	2038	2625	1641
Kaliombo	7207	7579	7639	8678	7104
Kampungdalem	4059	4217	4202	4586	3418
Ngronggo	12740	13263	13429	14089	11986
Manisrenggo	3521	3607	3691	3854	3360
Balowerti	7349	7698	7768	7644	6370
Rejomulyo	5232	5511	5620	6157	5070
Ringinanom	1349	1437	1437	1865	1009
Setonogedong	1078	1114	1134	1759	962
Setonopande	5808	6037	5952	5435	5029
<b>Total</b>	<b>92262</b>	<b>96101</b>	<b>96349</b>	<b>98703</b>	<b>84942</b>

Sumber : BPS Kota Kediri, 2009-2013

Untuk lebih jelasnya pertambahan penduduk di Kecamatan Kota pada 5 tahun terakhir (2008 – 2012) dapat dilihat pada gambar 4.7:



**Gambar 4.7 Grafik Jumlah Penduduk Kecamatan Kota Tahun 2008 - 2012**

Kelurahan yang memiliki jumlah penduduk tertinggi pada tahun 2012 di Kecamatan Kota adalah Kelurahan Ngronggo sebangak 11.986 jiwa dengan jumlah keluarga 3.103. Hal ini dipengaruhi oleh luas wilayah Kalurahan Ngronggo yang merupakan kelurahan terluas di Kecamatan Kota sebesar 2,585 km<sup>2</sup>, sedangkan yang terendah adalah Kelurahan Setonogedong dengan jumlah penduduk sebanyak 962 jiwa dan sebanyak 293 keluarga. Hal ini dipengaruhi karena Kelurahan Setonogedong memiliki luas wilayah yang lebih kecil dibandingkan dengan 14 kelurahan lainnya di Kecamatan Kota yaitu hanya sebesar 0,059 km<sup>2</sup>, dan aktifitas di Kelurahan ini tidak seramai seperti di kelurahan lainnya seperti yang dapat dilihat (Tabel 4.4) dari fasilitas umum yang dimiliki Kelurahan Setonogedong lebih sedikit dibandingkan kelurahan lainnya.

### 4.3.3 Sarana dan Prasarana Penunjang Perkotaan

Data mengenai fasilitas non domestik di Kecamatan Kota dapat dilihat pada Tabel 4.15.

**Tabel 4.14 Fasilitas di Kecamatan Kota Per Kelurahan Tahun 2012**

Kelurahan	Fasilitas							
	Sekolah	Masjid dan Musholla	Gereja	Rumah Sakit	Kantor	Toko	Rumah Makan	Hotel
Manisrenggo	7	21	-	-	4	89	16	-
Rejomulyo	7	18	-	-	2	53	28	-
Ngronggo	17	15	1	-	7	59	59	-
Kaliombo	4	17	1	-	3	87	24	2
Kampungdalem	10	7	-	-	4	61	56	2
Setonopande	3	5	3	-	1	124	42	1
Ringinanom	1	2	1	-	3	33	10	-
Pakelan	5	1	3	-	5	127	47	2
Setonogedong	1	4	-	-	-	26	8	-
Kemasan	3	3	1	-	-	17	23	3
Jagalan	5	2	1	-	-	160	28	1
Banjaran	21	16	-	-	5	194	62	-
Ngadirejo	11	26	1	-	6	44	103	-
Dandangan	13	11	1	1	2	28	59	2
Balowerti	15	9	2	-	7	62	23	2
Pocanan	3	5	3	-	9	32	13	-
Semampir	11	14	2	1	4	42	23	3
<b>Total</b>	<b>137</b>	<b>176</b>	<b>20</b>	<b>2</b>	<b>62</b>	<b>1238</b>	<b>624</b>	<b>18</b>

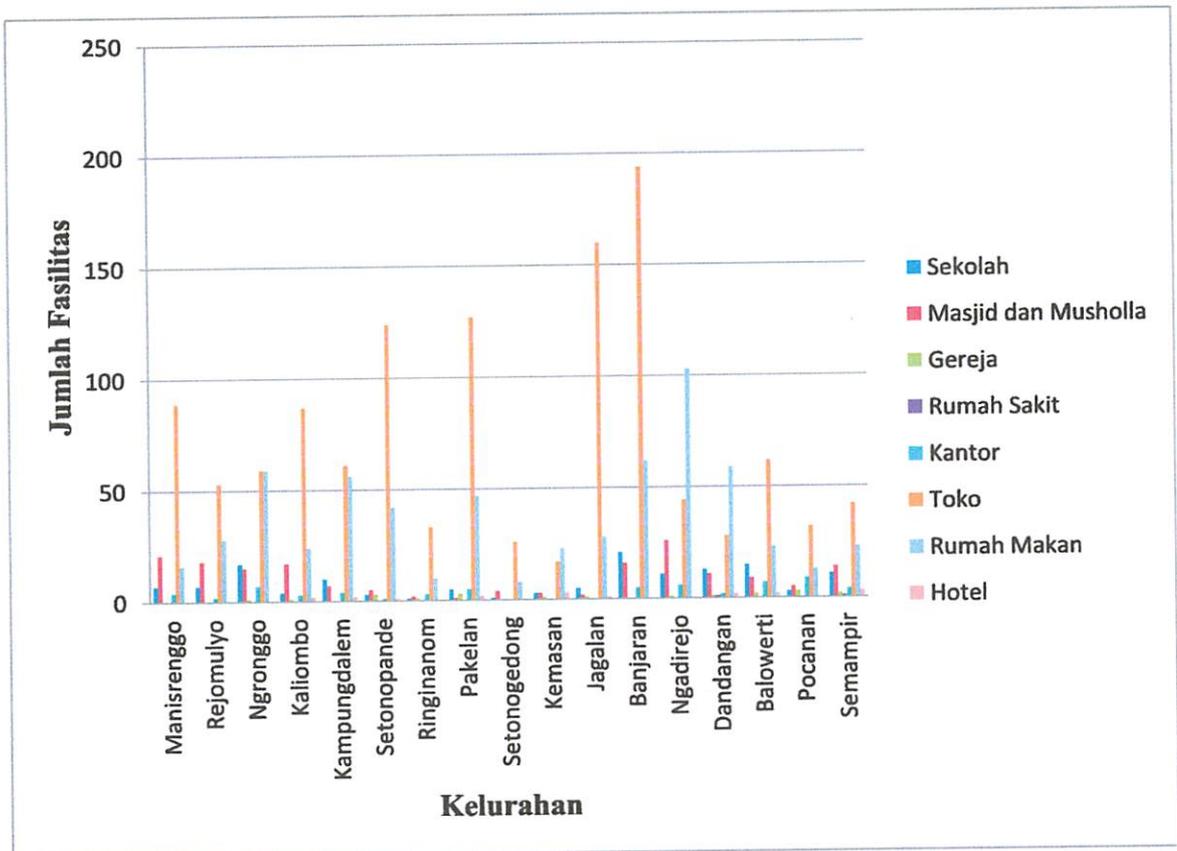
Sumber : BPS Kota Kediri Tahun , 2013

Kecamatan Kota sebagai lokasi pusat kegiatan perekonomian Kota Kediri dilengkapi dengan berbagai fasilitas, hal ini tercermin dari banyaknya jumlah supermarket/ minimarket dan toko yang mencapai 1.238 unit. Jumlah toko terbanyak berada di Kelurahan Banjaran yang mencapai 194 unit pada tahun 2012.

Disamping pertokoan juga tersebar jumlah restoran/rumah makan di seluruh Kecamatan Kota, yaitu mencapai 624 unit pada tahun 2012. Hotel dan penginapan juga turut mendukung pertumbuhan perekonomian di Kota Kediri

yang pada tahun 2012 sudah hampir tersebar di 9 kelurahan di Kecamatan Kota dengan jumlah unit 18 unit.

Fasilitas umum yang tersebar di berbagai Kelurahan di Kecamatan Kota ini juga membutuhkan air minum dalam pelaksanaan operasionalnya sehari-hari, sehingga data ini menjadi dasar perkiraan estimasi kebutuhan air yang harus dipenuhi oleh PDAM untuk disalurkan dan disediakan di tiap wilayah menurut kebutuhannya yang berbeda satu dengan lainnya. Perbedaan kebutuhan air minum ini berdasarkan jumlah fasilitas yang ada di masing-masing kelurahan, seperti Kelurahan Banjaran yang memiliki 298 unit fasilitas pada tahun 2012 akan membutuhkan air lebih banyak dibandingkan dengan kelurahan lainnya yang memiliki fasilitas lebih sedikit. Untuk lebih jelasnya penambahan fasilitas non domestik di Kecamatan Kota dapat dilihat pada gambar 4.8.



**Gambar 4.8 Grafik Sarana dan Prasarana di Kecamatan Kota Per Kelurahan Tahun 2012**

#### 4.3.4 Pelanggan

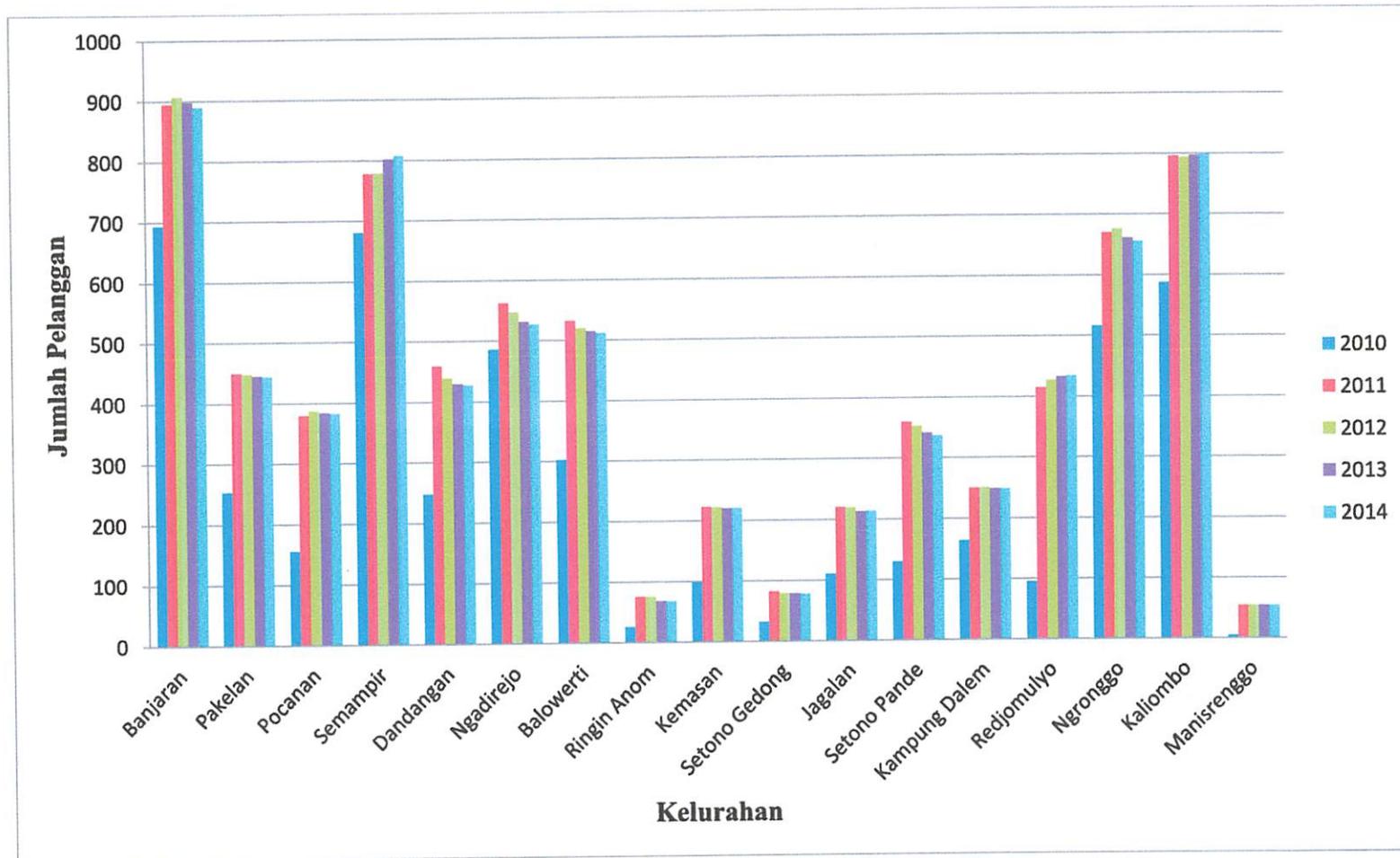
Sumur Produksi Kuwak I melayani pelanggan di wilayah Kecamatan Kota yang terdiri dari 17 Kelurahan. Data pelanggan Kuwak I dalam 5 tahun terakhir dapat dilihat pada tabel 4.16.

**Tabel 4.15 Pelanggan Kuwak I Per Kelurahan Tahun 2010-2014**

No.	Kelurahan	Sambungan Aktif				
		Tahun				
		2010	2011	2012	2013	2014
1	Banjaran	694	895	907	898	890
2	Pakelan	254	450	448	445	444
3	Pocanan	156	380	387	384	383
4	Semampir	681	778	779	802	808
5	Dandangan	248	459	439	430	428
6	Ngadirejo	486	563	547	531	527
7	Balowerti	303	532	520	515	512
8	Ringin Anom	26	75	75	68	68
9	Kemasan	99	223	222	220	221
10	Setono Gedong	32	82	79	79	78
11	Jagalan	111	220	219	213	214
12	Setono Pande	130	360	353	342	338
13	Kampung Dalem	164	250	251	249	249
14	Redjomulyo	96	415	427	433	435
15	Ngronggo	516	670	676	661	656
16	Kaliombo	588	796	794	797	799
17	Manisrenggo	5	54	54	54	54
<b>Jumlah</b>		<b>4589</b>	<b>7202</b>	<b>7177</b>	<b>7121</b>	<b>7104</b>

*Sumber: PDAM Kota Kediri, 2010-2014*

Data pelanggan Kuwak I bila disajikan dalam bentuk grafik dapat dilihat pada gambar 4.9.



Gambar 4.9 Grafik Pelanggan Kuwak I Per Kelurahan Tahun 2010-2014

#### 4.3.5 Rekapitulasi Pembayaran Air

Rekapitulasi pembayaran air yang digunakan adalah rekapitulasi pembayaran air pada bulan Januari tahun 2011. Data dari rekapitulasi pembayaran dapat dilihat pada tabel 4.17:

**Tabel 4.16 Rekapitulasi Pembayaran Air Bulan Januari Tahun 2011**

NO.	JENIS PELAYANAN	TARIP/ GOL.	JUMLAH PELANGGAN	JUMLAH PEMAKAIAN AIR (m <sup>3</sup> )
1	NIAGA KECIL	N1	130	1801,92
2	NIAGA BESAR	N2	12	264,61
3	RUMAH TANGGA A	RT1	3.770	51365,86
4	RUMAH TANGGA B	RT2	458	5619,97
5	INSTANSI PEMERINTAH	IP	148	9716,74
6	SOSIAL UMUM	S1	4	148,69
7	SOSIAL KHUSUS	S2	68	2888,91
			-	-
JUMLAH BULAN INI			4.589	71807
JUMLAH S.D. BULAN LALU				-
JUMLAH S.D. BULAN INI				71.807

*Sumber: PDAM Kota Kediri*

#### 4.3.6 Reservoir/ Tandon Kuwak I

Reservoir pada sistem distribusi Kuwak I berfungsi sebagai penampung air yang akan disuplay ke masyarakat dan sebagai tenaga awal pendistribusian, agar tekanan yang dibutuhkan untuk mendistribusikan air ke rumah pelanggan terpenuhi, mengingat sistem pengaliran air ke pelanggan di wilayah pelayanan ini menggunakan sistem pengaliran secara gravitasi. Dimensi reservoir/ tandon di Wilayah Pelayanan Kuwak I memiliki panjang 8 meter, lebar 6 meter dan tinggi 12,5 m. Kapasitas air yang dapat ditampung dalam reservoir/ tandon sebesar 600m<sup>3</sup>. Tandon/ Reservoir Kuwak I dapat dilihat pada gambar 4.10.

4.3.5. Rekapitulasi Pembayaran Air

Rekapitulasi pembayaran air yang digunakan adalah rekapitulasi pembayaran air pada bulan Januari tahun 2011. Data dari rekapitulasi pembayaran dapat dilihat pada tabel 4.10.

Tabel 4.10 Rekapitulasi Pembayaran Air Bulan Januari Tahun 2011

NO	JENIS PELAYANAN	TAKSIR GOL	HASIL PERANGKIPAN	LIJAH AIR (m <sup>3</sup> )
1	LIJAH RECIPI	01	100	1801,30
2	LIJAH RESER	02	12	204,61
3	LIJAH TANGGA	03	1.730	2150,30
4	LIJAH TANGGA S	04	488	2019,30
5	LIJAH INSTANSI	05	148	916,30
6	LIJAH SUMBUH	06	4	100,00
7	LIJAH RUMAH	07	60	2000,00
8	LIJAH BUKAN LI	08	1.000	1100,00
9	LIJAH BUKAN LI	09		1100,00

Sumber: K3M Kota Palembang

4.3.6. Reservoir Tandon Kuwark I

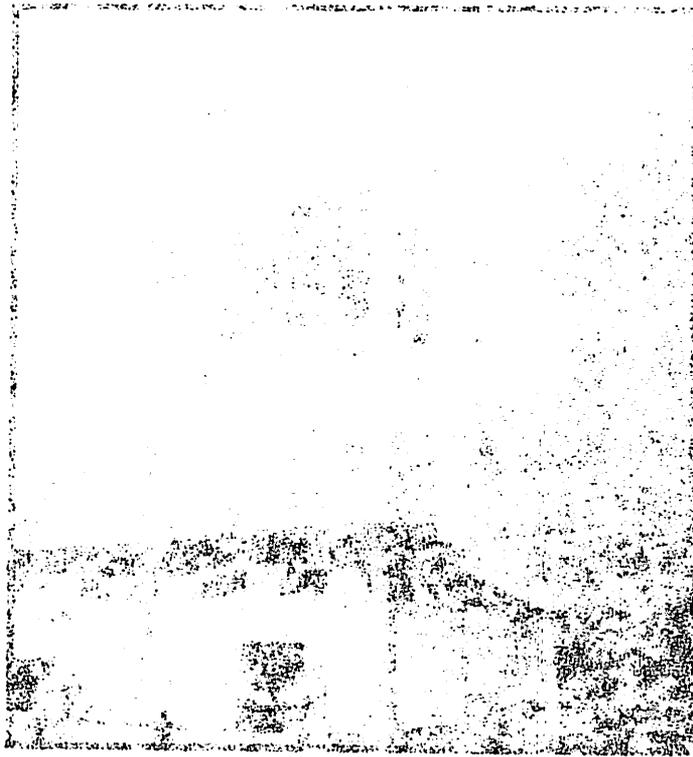
Reservoir pada sistem distribusi Kuwark I berfungsi sebagai penampung air yang akan disuplai ke masyarakat dan sebagai tempat awal pendistribusian agar tekanan yang dibutuhkan untuk mendistribusikan air ke rumah pelanggan dapat lebih terjaga. Sistem pengaliran air ke pelanggan di wilayah pelayanan ini menggunakan sistem pengaliran secara gravitasi. Dimana reservoir tandon di Wilayah Pelayanan Kuwark I memiliki panjang 8 meter, lebar 6 meter dan tinggi 1,5 m. Kapasitas air yang dapat ditampung dalam reservoir tandon sebesar 6000 m<sup>3</sup>. Tandon Reservoir Kuwark I dapat dilihat pada gambar 4.10.



**Gambar 4.10 Tandon/ Reservoir Kuwak I**

#### **4.3.7 Jaringan Distribusi Eksisting di Wilayah Pelayanan Kuwak I**

Sistem perpipaan di Wilayah Pelayanan Kuwak I PDAM Kota Kediri memakai sistem campuran yaitu sistem *loop* dan *branch*. Ditinjau dari fungsinya dapat dibagi menjadi pipa transmisi, distribusi induk, distribusi sekunder, distribusi tersier dan pipa persil. Diameter pipa distribusi dari  $\varnothing$  50 mm –  $\varnothing$  400 mm dan dari jenis pipa PVC dan ACP. Peta jaringan distribusi eksisting Wilayah Pelayanan Kuwak I PDAM Kota Kediri dapat dilihat pada Gambar 4.11.



Gambar 4.10 Tawaran dan penawaran

4.3.7. Jaringan Distribusi Eksisting di Wilayah Kabupaten Klaten  
 Sistem perpipaan di Wilayah Kabupaten Klaten I PDAM Kota Klaten mencakup sistem empungan yaitu sistem kepingan bawah dan tanggulnya dapat dibagi menjadi tiga zona yaitu, distribusi induk, distribusi sekunder dan distribusi tertier dan pipa-profil. Diameter pipa distribusi dari 50 mm - 400 mm dan alat tulis pipa PVC dan GCR. Pada jaringan distribusi eksisting di wilayah Kabupaten Klaten I PDAM Kota Klaten dapat dilihat pada Gambar 4.11.



## BAB V

### ANALISA DAN PEMBAHASAN

#### 5.1 Pemakaian Air Eksisting

Pemakaian air eksisting merupakan pemakaian air berdasarkan jumlah pelanggan yang saat ini dilayani oleh PDAM Kota Kediri di daerah pelayanan Kuwak I. Pemakaian air eksisting wilayah pelayanan Kuwak I dapat diketahui berdasarkan rata-rata pemakaian air (Rekapitulasi Pembayaran Air Bulan Januari Tahun 2011). Jumlah produksi air dapat diketahui berdasarkan total air yang didistribusikan ke pelanggan, sedangkan pemakaian air tiap pelanggan dapat diketahui berdasarkan pemakaian total air tiap pelanggan dibagi dengan pelanggan, dan untuk besarnya kehilangan air diketahui dari selisih antara total air yang didistribusikan dengan besarnya air yang tercatat. Pemakaian air eksisting wilayah pelayanan Kuwak I dapat dilihat pada tabel 5.1.

**Tabel 5.1 Pemakaian Air Eksisting PDAM Kota Kediri Wilayah Pelayanan Kuwak I**

Jenis Pelanggan		Kebutuhan Air Total Pelanggan (m <sup>3</sup> /hari)	Jumlah Sambungan (Unit)	Kebutuhan Air Rata-Rata Pelanggan (m <sup>3</sup> /plgnn/hr)
S1		4,54	4	1,13
S2		92,70	68	1,36
RT1		1657,58	3.770	0,44
RT2		181,43	458	0,40
IP		314,24	148	2,12
N1		58,29	130	0,45
N2		8,81	12	0,73
<b>Total</b>		<b>2317,59</b>	<b>4590</b>	<b>6,64</b>
(1)	Jumlah Produksi (m <sup>3</sup> /hari)	<b>3558,95</b>		
(2)	Jumlah Produksi (lt/dt)	<b>41,19</b>		
(3)	Total air tercatat (m <sup>3</sup> /hari)	<b>2317,59</b>		
(1)-(3)	Kebocoran (m <sup>3</sup> /hari)	<b>1241,36</b>		
(4)	Kebocoran %	<b>34,88</b>		
(5)	Kebutuhan Non Domestik (%)	<b>18,54</b>		

Sumber: PDAM Kota Kediri dan Hasil Perhitungan, 2014

ANALISA KUALITAS AIR

2.1. Pemantauan Air Keluaran

Pemantauan air keluaran merupakan pemantauan air berdasarkan jumlah debit yang sama ini dengan debit PD 24. Untuk debit di dalam bangunan Kowak 2 pemantauan air keluaran dengan debit yang sama dapat dilakukan berdasarkan pemantauan air (Kowak 2). Pemantauan Air dalam bangunan Kowak 20111. Jumlah debit air dapat dilakukan berdasarkan debit air yang dimasukkan ke bangunan. Sedangkan pemantauan air tiap bangunan dapat dilakukan berdasarkan pemantauan total air tiap bangunan dibagi dengan pemantauan debit untuk bangunan. Sehingga air dikeluarkan dari setiap rumah total air yang di-tembakkan dengan besaran air yang terakumulasi. Pemantauan air keluaran dapat dibagi ke dalam Kowak 1 dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Pemantauan Air Keluaran PD 24 Kowak 20111 dan Kowak 20111

Kowak 1

Jenis Keluaran	Keluaran Air Total (m <sup>3</sup> /hari)	Jumlah Sambungan (Rumah)	Keluaran Air Rata-Rata (m <sup>3</sup> /sambungan)
21	4.34	4	1.13
22	47.70	20	2.38
K11	108.128	2.320	0.47
K12	121.4	428	0.40
11	41.24	148	2.12
11	22.74	130	0.42
21	12.21	12	0.73
21	117.20	4200	0.04
Total			
(1) Jumlah Sambungan (m <sup>3</sup> /hari)	1288.02		
(2) Jumlah Sambungan (m <sup>3</sup> /hari)	4.10		
(3) Total air keluaran (m <sup>3</sup> /hari)	2317.20		
(1)-(2) Keluaran (m <sup>3</sup> /hari)	1213.10		
(4) Keluaran per Sambungan	0.488		
(5) Keluaran per Sambungan (m <sup>3</sup> /hari)	11.24		

Sumber: PD 24 Kowak 20111 dan Kowak 20111

**5.2 Analisa Fluktuasi Pemakaian Air di Wilayah Pelayanan Sumur Produksi Kuwak I**

Fluktuasi pemakaian air oleh pelanggan di Wilayah Pelayanan Sumur Produksi Kuwak I, berfungsi untuk menentukan kebutuhan air jam puncak pelanggan PDAM Kota Kediri di Wilayah Pelayanan Kuwak I. Fluktuasi pemakaian air ini diperoleh dari pencatatan distribusi air ke pelanggan tiap jamnya. Fluktuasi pemakaian air PDAM Kota Kediri di Wilayah Pelayanan Kuwak I dapat dilihat pada Tabel 5.2.

**Tabel 5.2 Fluktuasi Pemakaian Air**

No	Waktu (jam)	Debit pemakaian air/ jam (L/ dtk)	Rerata (litr/dtk.hari)	Faktor Pemakaian Air
1	24.00 - 1.00	2,57	41,19	0,1
2	1.00 - 2.00	2,77	41,19	0,1
3	2.00 - 3.00	14,43	41,19	0,4
4	3.00 - 4.00	16,11	41,19	0,4
5	4.00 - 5.00	57,04	41,19	1,4
6	5.00 - 6.00	69,50	41,19	1,7
7	6.00 - 7.00	73,15	41,19	1,8
8	7.00 - 8.00	60,28	41,19	1,5
9	8.00 - 9.00	55,95	41,19	1,4
10	9.00 - 10.00	52,79	41,19	1,3
11	10.00 - 11.00	52,59	41,19	1,3
12	11.00 - 12.00	54,47	41,19	1,3
13	12.00 - 13.00	63,96	41,19	1,6
14	13.00 - 14.00	50,61	41,19	1,2
15	14.00 - 15.00	54,77	41,19	1,3
16	15.00 - 16.00	53,68	41,19	1,3
17	16.00 - 17.00	59,02	41,19	1,4
18	17.00 - 18.00	67,91	41,19	1,6
19	18.00 - 19.00	57,14	41,19	1,4
20	19.00 - 20.00	42,61	41,19	1,0
21	20.00 - 21.00	15,42	41,19	0,4
22	21.00 - 22.00	5,34	41,19	0,1
23	22.00 - 23.00	3,76	41,19	0,1
24	23.00 - 24.00	2,67	41,19	0,1

Sumber : Survey dan Perhitungan, 2014

### 5.3 Prediksi Elevasi Muka Air di Tandon

Prediksi elevasi muka air dilakukan karena data ketinggian air di tandon perjamnya tidak dimiliki. Data ini dibutuhkan sebagai proses kalibrasi ketinggian air di tandon terhadap tekanan air terukur di pelanggan. Prediksi ketinggian air di tandon tiap jam dapat dilihat pada tabel 5.3.

**Tabel 5.3 Prediksi Elvasi Muka Air di Tandon**

No	Waktu (Jam)	Input (L/dtk)	Output (L/dtk)	Volume In (m <sup>3</sup> /jam)	Volume Out (m <sup>3</sup> /jam)	Selisih	Volume di Tandon	Ketinggian Air di Tandon	Tekanan di Tandon (mH <sub>2</sub> O)
Kondisi Awal							552,00	11,5	13,48
1	4.00 - 5.00	58,7	57,04	211,32	205,34	5,98	557,98	11,6	13,58
2	5.00 - 6.00	58,7	69,50	211,32	250,18	-38,86	519,11	10,8	12,59
3	6.00 - 7.00	58,7	73,15	211,32	263,35	-52,03	467,08	9,7	11,68
4	7.00 - 8.00	58,7	60,28	211,32	217,02	-5,70	461,38	9,6	11,58
5	8.00 - 9.00	58,7	55,95	211,32	201,43	9,89	471,27	9,8	11,76
6	9.00 - 10.00	58,7	52,79	211,32	190,04	21,28	492,55	10,3	12,36
7	10.00 - 11.00	58,7	52,59	211,32	189,33	21,99	514,54	10,7	12,54
8	11.00 - 12.00	58,7	54,47	211,32	196,09	15,23	529,77	11,0	12,78
9	12.00 - 13.00	58,7	63,96	211,32	230,26	-18,94	510,84	10,6	12,48
10	13.00 - 14.00	58,7	50,61	211,32	182,21	29,11	539,95	11,2	13,35
11	14.00 - 15.00	58,7	54,77	211,32	197,16	14,16	554,11	11,5	13,57
12	15.00 - 16.00	58,7	53,68	211,32	193,24	18,08	572,18	11,9	13,98
13	16.00 - 17.00	58,7	59,02	211,32	212,46	-1,14	571,04	11,9	13,88
14	17.00 - 18.00	58,7	67,91	211,32	244,49	-33,17	537,87	11,2	13,25
15	18.00 - 19.00	58,7	57,14	211,32	205,70	5,62	543,49	11,3	13,48
16	19.00 - 20.00	58,7	42,61	211,32	153,38	57,94	601,43	12,5	20,00
17	20.00 - 21.00	0	15,42	0,00	55,52	-55,52	545,91	11,4	13,48
18	21.00 - 22.00	0	5,34	0,00	19,22	-19,22	526,69	11,0	13,08
19	22.00 - 23.00	0	3,76	0,00	13,52	-13,52	513,17	10,7	12,89
20	23.00 - 24.00	0	2,67	0,00	9,61	-9,61	503,56	10,5	12,66
21	24.00 - 1.00	0	2,57	0,00	9,25	-9,25	494,31	10,3	12,48
22	1.00 - 2.00	0	2,77	0,00	9,96	-9,96	484,34	10,1	12,38
23	2.00 - 3.00	0	14,43	0,00	51,96	-51,96	432,38	9,0	11,37
24	3.00 - 4.00	0	16,11	0,00	58,01	-58,01	374,38	7,8	9,28

Sumber: Hasil Perhitungan, 2014

5.3 Prediksi Elevasi Air di Tandon

Prediksi elevasi muka air dilakukan karena data ketinggian air di tandon programnya tidak dimiliki. Data ini dibutuhkan sebagai proses kalibrasi ketinggian air di tandon terhadap tekanan air permukaan di pelatungan. Prediksi ketinggian air di tandon tiap jam dapat dilihat pada tabel 5.3.

Tabel 5.3. Prediksi Elevasi Muka Air di Tandon

No	Waktu (jam)	Input (mm)	Output (mm)	Tinggi Air (mm)	Tinggi Air (mm)	Tinggi Air (mm)
1	1.00 - 2.00	28.7	27.04	202.34	202.34	202.34
2	2.00 - 3.00	28.7	29.20	220.18	-18.20	201.98
3	3.00 - 4.00	28.7	23.12	223.22	-22.02	201.20
4	4.00 - 5.00	28.7	29.28	213.02	-2.70	210.32
5	5.00 - 6.00	28.7	25.22	201.42	0.30	201.72
6	6.00 - 7.00	28.7	22.20	190.04	21.22	211.26
7	7.00 - 8.00	28.7	22.20	182.22	21.00	203.22
8	8.00 - 9.00	28.7	24.42	190.00	12.02	202.02
9	9.00 - 10.00	28.7	23.20	230.22	-18.04	212.18
10	10.00 - 11.00	28.7	20.02	182.22	20.12	202.34
11	11.00 - 12.00	28.7	24.72	192.10	1.10	193.20
12	12.00 - 13.00	28.7	23.08	192.24	12.08	204.32
13	13.00 - 14.00	28.7	20.02	212.40	-1.14	211.26
14	14.00 - 15.00	28.7	24.02	244.40	-23.12	221.28
15	15.00 - 16.00	28.7	27.14	202.20	2.02	204.22
16	16.00 - 17.00	28.7	22.02	122.28	22.04	144.32
17	17.00 - 18.00	0	22.42	22.22	-22.22	0
18	18.00 - 19.00	0	2.34	10.22	-10.22	0
19	19.00 - 20.00	0	2.20	12.22	-12.22	0
20	20.00 - 21.00	0	2.02	0.02	-0.02	0
21	21.00 - 22.00	0	2.22	0.00	-0.22	0
22	22.00 - 23.00	0	2.22	0.00	-0.22	0
23	23.00 - 24.00	0	14.42	21.00	-21.00	0
24	24.00 - 25.00	0	10.12	22.02	-22.02	0

Sumber: Hasil Pengukuran 2011

#### 5.4 Data Tekanan Air dan Kalibrasi Sistem Jaringan Distribusi Wilayah Pelayanan Sumur Produksi Kuwak I

Pengujian tekanan dilakukan pada sistem jaringan pipa distribusi wilayah pelayanan Sumur Produksi Kuwak I. Pengujian tekanan air pada sistem jaringan pipa distribusi dilakukan melalui survei langsung di lapangan di beberapa titik di wilayah studi. Alat yang digunakan dalam pengecekan tekanan adalah manometer. Pengukuran tekanan air dilakukan untuk mengetahui seberapa besar tekanan pada titik akhir jaringan pipa sebagai dasar pengkalibrasian data terukur tekanan di lapangan dengan program hasil simulasi *WaterCAD* kondisi eksisting jaringan pipa. Adapun data pengecekan tekanan dapat dilihat pada tabel 5.4 dan letak titik tiap node untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 4.7.

**Tabel 5.4. Data Pengecekan Tekanan Jaringan Distribusi Wilayah Pelayanan Sumur Produksi Kuwak I**

Hari	Node	Waktu	Elevasi (mdpl)	Tekanan (bar)
1	Node 14	6:34	55	1,0
	Node 24	6:45	56	0,8
	Node 23	6:58	53	1,5
	Node 60	6:17	68	0,5
	Node 1	6:22	53	0,8
Hari 2	Node 14	6:30	55	0,8
	Node 24	6:42	56	0,8
	Node 23	6:50	53	1,5
	Node 60	6:00	68	0,5
	Node 1	6:23	53	0,8
Hari 3	Node 14	6:37	55	0,8
	Node 24	6:45	56	0,7
	Node 23	6:56	53	1,0
	Node 60	6:06	68	0,5
	Node 1	6:28	53	1,0

Sumber : Hasil survey tekanan, 2014

Penyajian data pengukuran tekanan dalam grafik dapat dilihat dalam gambar 5.1:

2.4 Data Tekanan Air dan Kalibrasi Sistem Jaringan Distribusi Wilayah  
 Pelayanan Sumur Produksi Kawak I

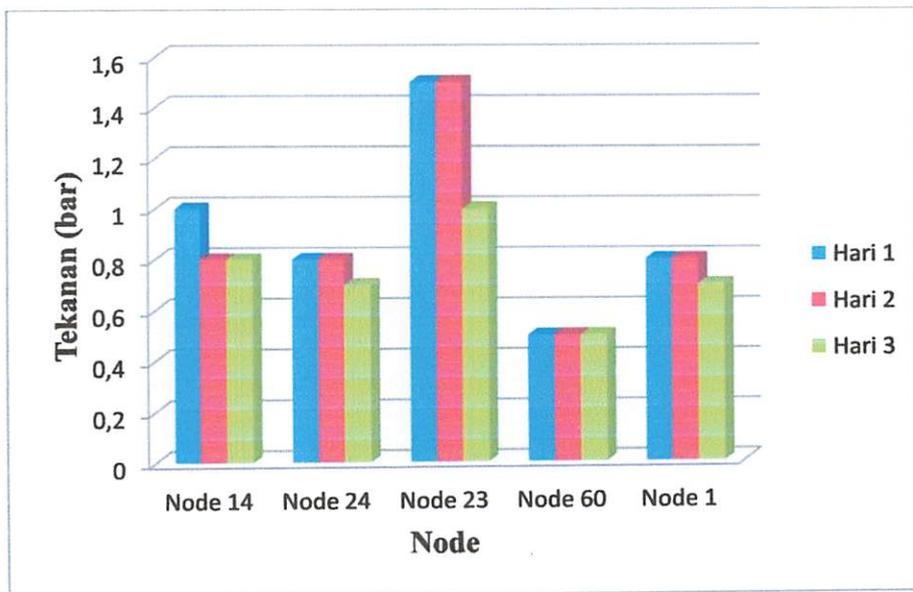
Penelitian tekanan dilakukan pada sistem jaringan pipa distribusi wilayah pelayanan Sumur Produksi Kawak I. Penelitian tekanan ini pada sistem jaringan pipa distribusi dilakukan melalui survei langsung di lapangan di beberapa titik di wilayah studi. Air yang ditunjukkan dalam pengalokasian tekanan adalah minimum. Pengukuran tekanan air dilakukan untuk mengetahui seberapa besar tekanan pada titik-titik jaringan pipa sebagai dasar pengalokasian data tekanan tekanan di lapangan dengan program hasil simulasi WaterCAD kondisi eksisting jaringan pipa. Adapun data pengalokasian tekanan dapat dilihat pada tabel 2.4 dan bentuk titik-titik ini dan untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 4.7.

Tabel 2.4. Data Pengalokasian Tekanan Jaringan Distribusi  
 Wilayah Pelayanan Sumur Produksi Kawak I

Titik	Node	Waktu	Elevasi (mshf)	Tekanan (bar)
Titik 1	Node 1	0:22	22	0.2
	Node 60	0:17	68	0.2
	Node 23	0:28	23	1.2
	Node 24	0:12	26	0.2
	Node 14	0:31	22	1.0
Titik 2	Node 1	0:23	23	0.8
	Node 60	0:00	68	0.2
	Node 23	0:20	23	1.2
	Node 24	0:12	26	0.2
	Node 14	0:30	22	0.2
Titik 3	Node 1	0:28	23	1.0
	Node 60	0:00	68	0.2
	Node 23	0:26	23	1.0
	Node 24	0:12	26	0.7
	Node 14	0:37	22	0.8

Sumber: Hasil survey tekanan 2014

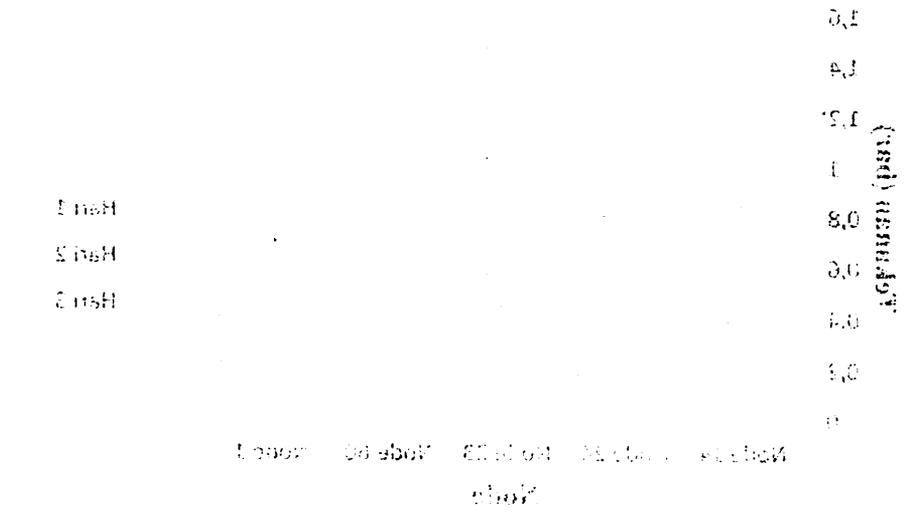
Penelitian data pengalokasian tekanan dalam grafik dapat dilihat dalam gambar 2.11



**Gambar 5.1 Grafik Data Pengecekan Tekanan Jaringan Distribusi Wilayah Pelayanan Sumur Produksi Kuwak I**

Data pengukuran lapangan sebagai data kalibrasi model terhadap sistem jaringan sebenarnya di lapangan, hal ini dilakukan untuk melakukan evaluasi sistem jaringan dan diketahui bahwa model jaringan eksisting yang dibuat sama dengan model jaringan eksisting yang ada di lapangan. Nilai kalibrasi ini dapat menjadi acuan dalam melakukan evaluasi terhadap jaringan dan menentukan kondisi-kondisi apa yang menyebabkan model dan kondisi sebenarnya berbeda. Proses kalibrasi dengan *software WaterCAD* pada kondisi jam puncak yaitu pukul 06.00 – 07.00 dengan prediksi elevasi muka air ditandon 9,7 m. Penentuan elevasi muka air dilakukan karena data pengukuran tekanan air di lapangan mengalami fluktuasi yang dipengaruhi oleh elevasi muka air ditandon yang berfluktuatif.

Pada hasil kalibrasi tekanan yang tercantum pada tabel 5.5 diperoleh nilai korelasi tekanan antara hasil pengukuran di lapangan dengan hasil simulasi *software WaterCAD* sebesar 0,8903. Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan hasil korelasi mendekati 1, dimana menurut Lewis (2000) apabila nilai korelasi mendekati 1 maka pemodelan sistem distribusi eksisting yang telah dilakukan cukup sesuai dengan kondisi di lapangan. Proses kalibrasi dengan *WaterCAD* menggunakan sistem perbandingan korelasi nilai perbedaan data yang diinputkan



Gambar 2.1 Grafik Data Pengolahan Tekanan Jaringan Hidroliki  
 Visi dari Pemodelan Sistem Produksi KAWK I

Data pengaliran jaringan sebagai data kalibrasi model terhadap sistem jaringan sebagaimana di lapangan. Hal ini dilakukan untuk melakukan validasi sistem jaringan dan diketahui bahwa model jaringan eksisting yang dibuat sama dengan model jaringan eksisting yang ada di lapangan. Nilai kalibrasi ini dapat menjadi acuan dalam melakukan validasi terhadap jaringan dan menentukan kondisi-kondisi apa yang mungkin model dan kondisi sebenarnya berbeda. Proses kalibrasi dengan software Hwacw (V) pada kondisi jam puncak yaitu pukul 06.00 – 07.00 dengan prediksi elevasi muka air ditandon 9.7 m. Perencanaan elevasi muka air dilaksanakan karena data pengukuran tekanan air di lapangan mengalami fluktuasi yang dipengaruhi oleh elevasi muka air ditandon yang berfluktuatif.

Pada hasil kalibrasi tekanan yang tercantum pada tabel 2.2 diperoleh nilai korelasi tekanan antara hasil pengukuran di lapangan dengan hasil simulasi software Hwacw sebesar 0.8903. Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan hasil korelasi mendekati 1, dimana menurut Lewis (2000) apabila nilai korelasi mendekati 1 maka pemodelan sistem distribusi eksisting yang telah dilakukan cukup sesuai dengan kondisi di lapangan. Proses kalibrasi dengan Hwacw menggunakan sistem perbandingan korelasi nilai perbedaan data yang dihasilkan

yaitu data tekanan air eksisting (mka) dengan hasil simulasi berupa *Hidraulik Grade Line* (HGL) dalam satuan meter (m). Dari hasil kalibrasi data yang dioutputkan berupa:

1. Nilai kekasaran Pipa

Data yang diinputkan berupa nilai kekasaran pipa dari material bahan pipa distribusi eksisting. Hasil simulasi menggambarkan kecepatan aliran air tidak mempengaruhi nilai kekasaran pipa yang ada sesuai umur instalasi perpipaan.

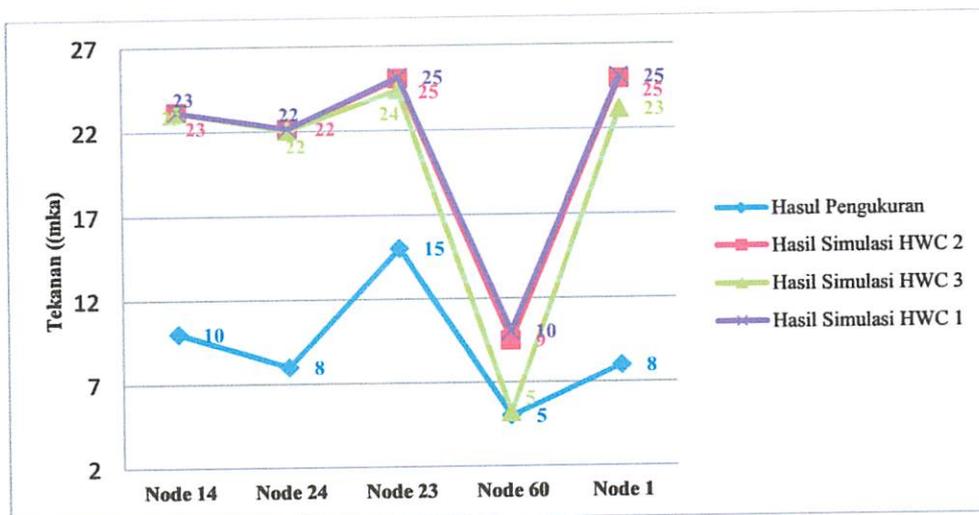
2. Kondisi Perpipaan dalam Pengaliran

Output data ini berdasarkan interpretasi dari hasil simulasi perpipaan yang terkoneksi dengan *junction/ node* yang menggambarkan kondisi perpipaan terbuka dalam perdistributionian air minum.

3. *Hidraulik Grade Line* (HGL)

Data yang diinputkan berupa nilai tekanan air eksisting. Hasil simulasi menggambarkan kondisi pengukuran tekanan di lapangan cukup sesuai dengan dengan hasil simulasi sehingga dapat disimpulkan hasil simulasi mewakili kondisi eksisting. *Hidraulik Grade Line* (HGL) merupakan hasil penjumlahan tekanan (mka) dengan elevasi (m) sesuai dengan persamaan Bernoulli sesuai interpretasi simulasi *WaterCAD*.

Berikut ini perbandingan antara hasil pengukuran tekanan di lapangan dengan hasil *running WaterCAD* ditunjukkan pada Gambar 5.2.



**Gambar 5.2. Grafik Perbandingan Data Pengukuran Tekanan di Lapangan dengan Data Hasil *Running***

Pada proses kalibrasi dilakukan *trial* berupa perubahan nilai HWC pipa untuk mendapatkan nilai hasil simulasi yang mendekati kondisi di lapangan. Pada hasil simulasi HWC 1, menggunakan kekasaran pipa untuk PVC dan AC 110 (Tri Joko, 2010). Hasil yang diperoleh nilai simulasi masih jauh dari kondisi di lapangan, hal ini dapat disebabkan karena adanya aksesoris pada jaringan distribusi seperti valve yang tidak terdeteksi (tidak terdapat di peta jaringan distribusi). Simulasi berikutnya dilakukan dengan mengubah nilai HWC menjadi 80 untuk PVC dan 30 untuk AC pada hasil simulasi HWC 2, hasil yang diperoleh nilai simulasi masih kurang mendekati kondisi di lapangan. Simulasi berikutnya dilakukan untuk hasil simulasi HWC 3 dengan nilai kekasaran pipa PVC 30 dan AC 10, hasil yang diperoleh yaitu nilai simulasi sudah mendekati kondisi di lapangan, pada nilai HWC ini mampu mewakili setiap hambatan yang tidak terdeteksi pada sistem jaringan, sehingga nilai ini dapat digunakan untuk simulasi sistem jaringan distribusi PDAM Kota Kediri di Wilayah Pelayanan Kuwak I.

Berdasarkan gambar 5.2 mengenai perbandingan data pengukuran tekanan dilapangan dengan data hasil simulasi HWC 3, data tekanan maksimum hasil simulasi terdapat pada node 23 sebesar 24 mka sedangkan data tekanan maksimum hasil pengukuran dilapangan terdapat pada node 23 sebesar 15 mka. Data tekanan maksimum hasil simulasi dan hasil pengukuran dilapangan memiliki nilai yang sama pada node 23. Data tekanan minimum hasil simulasi terdapat pada node 60 sebesar 5 mka sedangkan data tekanan minimum hasil pengukuran di lapangan terdapat pada node 60 sebesar 5 mka. Data tekanan minimum hasil simulasi dan hasil pengukuran di lapangan terletak pada node yang sama yaitu node 60 dan dengan nilai tekanan yang sama. Berdasarkan perbandingan hasil simulasi dan hasil pengukuran di lapangan model yang ada tetap dapat digunakan dan cukup mewakili kondisi di lapangan.

**Tabel 5.5 Hasil Kalibrasi Tekanan**

Lokasi Node	Identitas Pipa Terkoneksi	Nilai Kekasaran Pipa		Kondisi Perpipaan dalam Pengaliran	Tekanan Air Eksisting (mka)	Konversi Tekanan Air Eksisting ke HGL (Hidraulik Grade Line) m	HGL (Hidraulik Grade Line) m	Persentase Korelasi Linear Nilai Perbedaan %
		Input Data	Output Data	Output Data	Input Data	Output Data	Output Data	Output Data RMSE: 10,97 %
J-14	P-23	10	10	Terbuka	10	65,02	77,18	12,17
	P-24	10	10	Terbuka				
	P-13	30	30	Terbuka				
J-24	P-86	10	10	Terbuka	8	64,01	77,08	13,39
	P-25	10	10	Terbuka				
J-23	P-22	30	30	Terbuka	15	68,02	76,41	8,39
	P-77	30	30	Terbuka				
	P-78	30	30	Terbuka				
J-60	P-61	30	30	Terbuka	5	73,01	71,90	-1,10
	P-68	10	10	Terbuka				
J-1	P-1	30	30	Terbuka	8	61,01	75,54	14,53

Sumber : Hasil Running Software WaterCAD, 2014

**Correlation Between Means:  $100 \% - 10,97 \% = 89,03 \% = 0,8903$**

*Keterangan :*

*RMS Error = Square root dari nilai tengah dari square error antara nilai input data dan hasil simulasi (output data)*

## **5.5 Analisa Hidraulis Tekanan Air pada Node dengan Program *WaterCAD Academic Edition***

Pembuatan model suatu sistem distribusi melalui beberapa tahapan sebelumnya, agar model ini dapat dipakai. Pemodelan ini didahului beberapa persiapan yang menunjang dalam pembuatan model ini, seperti pengumpulan data, pemilihan program model yaitu menggunakan *WaterCAD*, dan kalibrasi. Simulasi sistem distribusi merupakan proses pemodelan perilaku sistem distribusi dengan pendekatan matematis untuk mendapatkan kondisi yang hampir sama pada kondisi sistem distribusi yang sebenarnya di lapangan (PDAM Kota Kediri di wilayah pelayanan Kuwak I). Pada proses simulasi dengan pemodelan sistem jaringan distribusi diharapkan mampu memperkirakan respon sistem distribusi terhadap suatu hal yang dikondisikan, seperti dalam studi ini proses simulasi dikondisikan pada berbagai ketinggian air di tandon untuk dapat mengetahui respon sistem distribusi terutama tekanan pada tiap node di seluruh wilayah pelayanan pada setiap simulasi elevasi muka air di tandon. Berdasarkan hasil simulasi dapat diperoleh suatu informasi berupa nilai tekanan pada setiap node berdasarkan berbagai elevasi muka air di tandon, sehingga dapat diketahui seberapa besar pengaruh dari elevasi muka air di tandon terhadap tekanan di semua node yang mempengaruhi tekanan air di pelanggan, dan direkomendasikannya ketinggian minimum elevasi muka air di tandon agar dapat menyediakan tekanan yang cukup di setiap node pada sistem distribusi yang mampu melayani seluruh pelanggan PDAM Kota Kediri di wilayah pelayanan Kuwak I.

### **5.5.1 Penentuan Kebutuhan Air Tiap Node**

Kebutuhan air tiap node ditentukan dengan pembagian air tiap node berdasarkan jumlah air terproduksi ( $Lt/dtk$ ) yaitu berdasarkan tabel 5.1 yang merupakan indentifikasi pemakaian air pelanggan pada kondisi eksisting. Kebutuhan air tiap node diperlukan dalam proses simulasi menggunakan *software WaterCAD* dalam simulasi sistem distribusi air minum kondisi eksisting. Identifikasi pembagian kebutuhan air tiap node berbeda-beda disebabkan oleh

## 5.2. Analisis Hidroliks Tekanan Air pada Node dengan Program

### WaterCAD dan HecView

Pembuatan model suatu sistem distribusi melalui beberapa tahapan sebelumnya agar model ini dapat dipecahkan. Pembuatan ini dilakukan beberapa persiapan yang menunjang dalam pembuatan model ini, seperti pengumpulan data pemukiman program model yaitu menggunakan WaterCAD dan HecView. Simulasi sistem distribusi merupakan proses pemodelan perilaku sistem distribusi dengan pendekatan matematis untuk mendapatkan kondisi yang terjadi sama pada kondisi sistem distribusi yang sebenarnya di lapangan. PDAM Kota Kediri di wilayah pelayanan Krawak I. Pada proses simulasi dengan pemodelan sistem jaringan distribusi diharapkan mampu memprediksikan respon sistem distribusi terhadap suatu hal yang dikondisikan, seperti dalam studi ini proses simulasi dikondisikan pada berbagai ketinggian air di tandon untuk dapat mengetahui respon sistem distribusi terhadap tekanan pada tiap node di seluruh wilayah pelayanan pada setiap simulasi elevasi muka air di tandon. Berdasarkan hasil simulasi dapat diperoleh suatu informasi berupa nilai tekanan pada setiap node berdasarkan berbagai elevasi muka air di tandon, sehingga dapat diketahui seberapa besar pengaruh dari elevasi muka air di tandon terhadap tekanan di semua node yang mempengaruhi tekanan air di jaringan, dan dikondisikan berdasarkan ketinggian minimum elevasi muka air di tandon agar dapat menyediakan tekanan yang cukup di setiap node pada sistem distribusi yang mampu melayani seluruh wilayah pelayanan Krawak I.

### 5.2.1. Pembuatan Kebutuhan Air Tiap Node

Kebutuhan air tiap node ditentukan dengan pembagian air tiap node berdasarkan jumlah air terproduksi (Ita dik) yaitu berdasarkan tabel 5.1 yang merupakan identifikasi pemakaian air pelayanan pada kondisi eksisting. Kebutuhan air tiap node diperoleh dalam proses simulasi menggunakan WaterCAD dalam simulasi sistem distribusi air minum kondisi eksisting. Identifikasi pembagian kebutuhan air tiap node berbeda-beda disebabkan oleh

pemakaian air oleh pelanggan berbeda-beda berdasarkan karakteristik wilayah masing-masing pelanggan yang mempengaruhi intensitas pemakaian air pelanggan tersebut. Penentuan kebutuhan air tiap node terdapat pada tabel 5.6.

**Tabel 5.6 Penentuan Kebutuhan Air Tiap Node**

Node	% Kepadatan Pelanggan	Jumlah Air Terproduksi (L/detik)	Jumlah Kebutuhan Air Per Node (L/detik)
1	0,43	41,19	0,177
2	0,43	41,19	0,177
3	0,43	41,19	0,177
4	0,43	41,19	0,177
5	0,43	41,19	0,177
6	0,43	41,19	0,177
7	0,43	41,19	0,177
8	0,43	41,19	0,177
9	1,42	41,19	0,585
10	1,42	41,19	0,585
11	1,42	41,19	0,585
12	1,42	41,19	0,585
13	1,42	41,19	0,585
14	1,42	41,19	0,585
15	1,42	41,19	0,585
16	1,42	41,19	0,585
17	1,42	41,19	0,585
18	1,42	41,19	0,585
19	1,42	41,19	0,585
20	1,42	41,19	0,585
21	1,42	41,19	0,585
22	1,42	41,19	0,585
23	1,42	41,19	0,585
24	1,42	41,19	0,585
25	1,42	41,19	0,585
26	1,43	41,19	0,589
27	1,42	41,19	0,585
28	1,42	41,19	0,585
29	1,42	41,19	0,585
30	1,42	41,19	0,585
31	1,42	41,19	0,585
32	1,42	41,19	0,585
33	1,42	41,19	0,585

Node	% Kepadatan Pelanggan	Jumlah Air Terproduksi (L/detik)	Jumlah Kebutuhan Air Per Node (L/detik)
34	1,42	41,19	0,585
35	1,42	41,19	0,585
36	1,42	41,19	0,585
37	1,42	41,19	0,585
38	1,42	41,19	0,585
39	1,42	41,19	0,585
40	1,42	41,19	0,585
41	1,42	41,19	0,585
42	1,42	41,19	0,585
43	1,42	41,19	0,585
44	1,42	41,19	0,585
45	1,42	41,19	0,585
46	1,42	41,19	0,585
47	1,42	41,19	0,585
48	1,42	41,19	0,585
49	1,42	41,19	0,585
50	1,42	41,19	0,585
51	1,42	41,19	0,585
52	1,42	41,19	0,585
53	1,42	41,19	0,585
54	1,42	41,19	0,585
55	1,42	41,19	0,585
56	1,42	41,19	0,585
57	1,42	41,19	0,585
58	1,42	41,19	0,585
59	0,405	41,19	0,167
60	0,405	41,19	0,167
61	0,405	41,19	0,167
62	0,405	41,19	0,167
63	0,405	41,19	0,167
64	0,405	41,19	0,167
65	0,405	41,19	0,167
66	0,405	41,19	0,167
67	0,405	41,19	0,167
68	0,405	41,19	0,167
69	0,405	41,19	0,167
70	0,405	41,19	0,167

Sumber: Hasil Perhitungan, 2014

### 5.5.2 Hasil Simulasi pada Berbagai Elevasi Muka Air di Tandon

Simulasi yang dilakukan menggunakan *WaterCAD* dengan variasi berbagai kondisi ketinggian air di tandon yaitu 9,7 m, 11,5 m, 12 m, dan 12,5 m pada saat jam puncak (6.00). Jaringan distribusi pada simulasi ini berdasarkan jaringan disitribusi PDAM Kota Kediri di wilayah pelayanan Kuwak I adalah sistem campuran antara *branch* dan melingkar (*loop*). Jaringan pipa pengangkut air kompleks dapat dianalisis dengan cepat menggunakan persamaan Hazen Williams atau rumus gesekan lainnya yang sesuai, dalam studi ini simulasi yang dilakukan menggunakan *WaterCAD* dengan persamaan Hazen Williams. Simulasi yang dilakukan dan yang dihasilkan adalah sebagai berikut:

#### 5.5.2.1 Simulasi pada Elevasi Air di Tandon 9,7 m

Simulasi dilakukan pada saat jam puncak yaitu pada pukul 6.00 pada ketinggian air 9,7 m, simulasi pada waktu ini cukup mewakili dalam proses kontrol tekanan air dipelanggan, karena waktu ini merupakan puncak pemakaian air tertinggi oleh pelanggan PDAM Kota Kediri di Wilayah Pelayanan Kuwak I. Hasil simulasi tersebut dapat dilihat pada tabel 5.7 dan peta hasil simulasi dapat dilihat pada Lampiran 1.

**Tabel 5.7 Hasil Simulasi pada Elevasi Muka Air di Tandon 9,7 m**

<i>Label</i>	<i>Elevation (m)</i>	<i>Base Flow (l/s)</i>	<i>Demand (Calculated) (l/s)</i>	<i>Calculated Hydraulic Grade (m)</i>	<i>Pressure (m H2O)</i>
J-1	53	0,117	0,19	76,7476	24
J-2	53	0,117	0,19	76,751	24
J-3	54	0,117	0,19	76,7617	23
J-4	53	0,117	0,19	76,7656	24
J-5	53	0,117	0,19	76,7879	24
J-6	55	0,117	0,19	76,8461	22
J-7	58	0,117	0,19	76,9624	19
J-8	61	0,117	0,19	76,5959	16
J-9	61	0,585	0,948	73,3267	12
J-10	61	0,585	0,948	72,5851	12
J-11	61	0,585	0,948	72,393	11
J-12	61	0,585	0,948	76,248	15

5.2.2 Hasil Simulasi pada Berbagai Elevasi Muka Air di Tandon

Simulasi yang dilakukan menggunakan WWSW3D dengan variasi berbagai kondisi ketinggian air di tandon yaitu 0,7 m, 1,1 m, 1,5 m dan 1,9 m pada saat jam puncak (0,00). Jaringan distribusi pada simulasi ini berdasarkan jaringan distribusi PDAM Kota Kediri di wilayah pelayanan Rawak I adalah sistem campuran antara bawah dan menengah (only) jaringan pipa perantara air kompleks dapat dimatikan dengan cepat menggunakan perantara Hazen Williams atau rumus gesekan lainnya yang sesuai. Jalur simulasi yang dilakukan menggunakan WWSW3D dengan perantara Hazen Williams. Simulasi yang dilakukan dan yang dihasilkan adalah sebagai berikut:

5.2.2.1 Simulasi pada Elevasi Air di Tandon 0,7 m

Simulasi dilakukan pada saat jam puncak yaitu pada pukul 0,00 pada ketinggian air 0,7 m. Simulasi pada waktu ini cukup mewakili dalam proses kontrol tekanan air dipelanggan, karena waktu ini merupakan puncak pemukiman air tertinggi oleh pelanggan PDAM Kota Kediri di Wilayah Pelayanan Rawak I. Hasil simulasi tersebut dapat dilihat pada tabel 5.7 dan bisa hasil simulasi dapat dilihat pada Lampiran I.

Tabel 5.7 Hasil Simulasi pada Elevasi Muka Air di Tandon 0,7 m

Kode	Elevasi (m)	Flow Rate (l/s)	Pressure (kg/cm <sup>2</sup> )	Loss Head (m)	Flow Rate (l/s)
1-1	0,7	0,117	0,19	70,7476	0,117
1-2	0,7	0,117	0,19	70,7521	0,117
1-3	0,7	0,117	0,19	70,7567	0,117
1-4	0,7	0,117	0,19	70,7613	0,117
1-5	0,7	0,117	0,19	70,7659	0,117
1-6	0,7	0,117	0,19	70,7705	0,117
1-7	0,7	0,117	0,19	70,7751	0,117
1-8	0,7	0,117	0,19	70,7797	0,117
1-9	0,7	0,282	0,948	73,2587	0,282
1-10	0,7	0,282	0,948	73,2881	0,282
1-11	0,7	0,282	0,948	73,3175	0,282
1-12	0,7	0,282	0,948	70,2548	0,282

<i>Label</i>	<i>Elevation (m)</i>	<i>Base Flow (l/s)</i>	<i>Demand (Calculated) (l/s)</i>	<i>Calculated Hydraulic Grade (m)</i>	<i>Pressure (m H2O)</i>
J-13	61	0,585	0,948	76,9304	16
J-14	55	0,585	0,948	78,1834	23
J-15	58	0,585	0,948	76,9305	19
J-16	58	0,585	0,948	76,9824	19
J-17	58	0,585	0,948	76,9655	19
J-18	55	0,585	0,948	76,8599	22
J-19	56	0,585	0,948	76,8305	21
J-20	54	0,585	0,948	76,8633	23
J-21	55	0,585	0,948	76,4605	21
J-22	58	0,585	0,948	77,3542	19
J-23	53	0,585	0,948	77,4516	24
J-24	56	0,585	0,948	78,0849	22
J-25	54	0,585	0,948	76,6595	23
J-26	53	0,585	0,948	76,5023	23
J-27	54	0,585	0,948	75,4664	21
J-28	54	0,585	0,948	64,4338	10
J-29	53	0,585	0,948	63,5618	11
J-30	56	0,585	0,948	60,6296	5
J-31	56	0,585	0,948	63,1474	7
J-32	56	0,585	0,948	63,602	8
J-33	56	0,585	0,948	65,6549	10
J-34	54	0,585	0,948	63,693	10
J-35	54	0,585	0,948	73,9531	20
J-36	54	0,585	0,948	64,9419	11
J-37	58	0,585	0,948	60,6971	3
J-38	58	0,585	0,948	69,6803	12
J-39	58	0,585	0,948	68,2308	10
J-40	58	0,585	0,948	75,622	18
J-41	58	0,585	0,948	75,6326	18
J-42	58	0,585	0,948	75,6401	18
J-43	58	0,585	0,948	75,6356	18
J-44	58	0,585	0,948	75,0912	17
J-45	58	0,585	0,948	75,0896	17
J-46	65	0,585	0,948	74,7771	10
J-47	59	0,585	0,948	74,7729	16
J-48	52	0,585	0,948	74,7716	23
J-49	54	0,585	0,948	74,6756	21

Label	Elevation (m)	Base Flow (l/s)	Demand (Calculated) (l/s)	Calculated Hydraulic Grade (m)	Pressure (m H <sub>2</sub> O)
J-50	52	0,585	0,948	74,4286	22
J-51	52	0,585	0,948	63,5766	12
J-52	52	0,585	0,948	61,9417	10
J-53	52	0,585	0,948	57,1983	5
J-54	51	0,585	0,948	70,5535	20
J-55	52	0,585	0,948	72,5805	21
J-56	53	0,585	0,948	70,6212	18
J-57	61	0,167	0,271	70,5726	10
J-58	62	0,167	0,271	71,6475	10
J-59	62	0,167	0,271	72,1956	10
J-60	68	0,167	0,271	73,219	5
J-61	65	0,167	0,271	74,0751	9
J-62	68	0,167	0,271	73,2072	5
J-63	68	0,167	0,271	73,2017	5
J-64	62	0,167	0,271	72,1827	10
J-65	68	0,167	0,271	71,6309	4
J-66	68	0,167	0,271	73,2118	5
J-67	55	0,167	0,271	76,7979	22
J-68	54	0,167	0,271	77,2037	23
J-69	53	0,167	0,271	76,9281	24
J-70	59	0,167	0,271	74,6913	16

Sumber: Hasil Simulasi, 2014

Keterangan:

- : Tekanan Baik
- : Tekanan Normal
- : Tekanan Kritis

Berdasarkan hasil simulasi terdapat 2 node yang masuk dalam klasifikasi bertekanan kritis dengan kondisi tekanan di bawah 5 mka. Hal ini disebabkan pada kedua node memiliki beda elevasi yang kecil dengan tandon dan kehilangan tekanan yang besar. Tekanan awal di tandon yang disediakan tidak mampu memberikan energi yang cukup sehingga tekanan air yang didistribusikan tidak optimal keseluruh node. Hal ini mengakibatkan tidak optimalnya pendistribusian tekanan air ke wilayah pelayanan Kuwak I, sehingga pada daerah-daerah tersebut

Label	Elevation (m)	Base Flow (l/s)	Demand (l/s)	Hydraulic Grade (m)	Pressure (m H <sub>2</sub> O)
1-70	29	0.167	0.271	74.6913	10
1-69	23	0.167	0.271	70.9281	24
1-68	24	0.167	0.271	71.2032	23
1-67	22	0.167	0.271	70.7079	25
1-66	68	0.167	0.271	73.2118	7
1-65	68	0.167	0.271	71.6909	4
1-64	62	0.167	0.271	71.8827	10
1-63	68	0.167	0.271	71.2012	2
1-62	68	0.167	0.271	71.2012	2
1-61	62	0.167	0.271	71.6921	6
1-60	62	0.167	0.271	71.2119	2
1-59	62	0.167	0.271	71.1926	10
1-58	62	0.167	0.271	71.1926	10
1-57	61	0.167	0.271	70.8276	10
1-56	27	0.282	0.248	70.6212	18
1-55	22	0.282	0.248	72.2809	21
1-54	21	0.282	0.248	70.2232	20
1-53	22	0.282	0.248	27.1927	2
1-52	22	0.282	0.248	61.9417	10
1-51	22	0.282	0.248	61.2766	12
1-50	22	0.282	0.248	74.5289	22

Sumber: Hasil Simulasi 2014

Keterangan:

- : Tekanan Baik
- : Tekanan Normal
- : Tekanan Kritis

Berdasarkan hasil simulasi terdapat 2 node yang masuk dalam klasifikasi bertekanan kritis dengan kondisi tekanan di bawah 2 mka. Hal ini disebabkan pada kedua node memiliki beda elevasi yang kecil dengan tandon dan ketinggian tekanan yang besar. Tekanan awal di tandon yang disediakan tidak mampu memberikan energi yang cukup sehingga tekanan air yang didistribusikan tidak optimal keseluruhan node. Hal ini mengakibatkan tidak optimalnya pendistribusian tekanan air ke wilayah pelayanan Kuwayk I sehingga pada daerah-daerah tersebut

(bertekanan kritis) akan ada kejadian air yang mengalir berdebit kecil atau bahkan tidak mengalir. Berdasarkan hasil simulasi juga diketahui terdapat 19 node yang masuk dalam klasifikasi tekanan normal (5-10 mka), dan selebihnya merupakan node-node yang bertekanan baik ( $>10$  mka). Analisa hasil tekanan pada node-node terutama pada node kritis ini dapat diketahui, sebagai berikut:

**Tabel 5.8 Analisa Tekanan Pada Node Kritis**

Node	Elevasi (m)	Komponen Pipa	Panjang Pipa (m)	Jenis Pipa	Diamater Pipa (mm)	Headloss (m) pada Pipa	Total Panjang Pipa	Total Headloss (m)	Tekanan Air di Tandon (mka)	Tekanan Air pada Node Hasil Perhitungan (mka)	Tekanan pada Node Hasil Simulasi (mka)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
37	58	P-24	12,19	AC	400	0.0985	168,56	17,5	78,2	2,7	3
		P-86	28,35	AC	225	2.4447					
		P-40	21,34	PVC	200	0.0105					
		P-41	33,22	PVC	200	0,0075					
		P-39	45,72	PVC	60	7.3912					
		P-84	14,94	PVC	100	2.5759					
		P-36	12,80	PVC	50	4.9578					
65	68	P-24	12,19	AC	400	0.0985	387,09	6,56	78,2	3,6	4
		P-86	28,35	AC	225	2.4447					
		P-42	43,28	PVC	200	0.0045					
		P-43	43,28	PVC	200	0.5489					
		P-45	32,61	AC	300	0.3141					
		P-63	48.46	AC	200	0.702					
		P-62	67.06	AC	200	0.8561					
		P-61	38.71	PVC	100	1.0234					
		P-60	31.09	PVC	100	0.5481					
		P-67	46.02	PVC	100	0.0166					

Sumber: Hasil Perhitungan, 2014.

**Keterangan:**

- (1) : ID node
- (2) : berdasarkan hasil pengukuran di lapangan
- (3) : berdasarkan jaringan perpipaan
- (4) : berdasarkan data jaringan perpipaan
- (5) : berdasarkan data jaringan perpipaan
- (6) : berdasarkan data jaringan perpipaan
- (7) : berdasarkan hasil perhitungan simulasi menggunakan *WaterCAD*
- (8) : berdasarkan hasil perhitungan
- (9) : berdasarkan hasil perhitungan simulasi menggunakan *WaterCAD*
- (10) : berdasarkan elevasi muka tanah di tandon ditambah tiang penyangga tandon dan ketinggian air di tandon
- (11) : berdasarkan hasil perhitungan (10) - (2) - (9)
- (12) : hasil (11) dibulatkan, karena hasil simulasi hanya memunculkan nilai pembulatan

Berdasarkan hasil analisis tersebut menunjukkan besarnya kehilangan tekanan (*headloss*) dipengaruhi oleh panjang dan diameter pipa. Semakin panjang dan semakin kecil diameter pipa maka nilai *headloss* akan semakin besar. Besarnya nilai *headloss* akan berdampak pada tekanan, semakin besar nilai *headloss* maka nilai tekanan akan semakin kecil. Beda tinggi pada node 37 (58 mka) terhadap tandon (78,2 mka) juga mempengaruhi tekanan di node, semakin kecil perbedaan tinggi di node terhadap tandon maka tekanan yang dihasilkan juga semakin kecil (3 mka).

#### **5.5.2.2 Simulasi pada Elevasi Air di Tandon 11,5 m**

Simulasi yang dilakukan berikutnya yaitu mensimulasikan kondisi air di tandon pada ketinggian 11,5 m, dimana pada kondisi ini pompa secara otomatis akan mengisi air ke tandon. Hasil simulasi dapat dilihat pada tabel 5.9 dan peta hasil simulasi dapat dilihat pada Lampiran 1.

Keterampilan

- (1) ID code
- (2) : berdiskusi hasil penelitian di lapangan
- (3) : berdiskusi jaringan komputer
- (4) : berdiskusi data jaringan komputer
- (5) : berdiskusi data jaringan komputer
- (6) : berdiskusi data jaringan komputer
- (7) : berdiskusi hasil penelitian menggunakan Wireshark
- (8) : berdiskusi hasil penelitian
- (9) : berdiskusi hasil penelitian menggunakan Wireshark
- (10) : berdiskusi kelas maka tanah di tandan ditambah tingginya tandan dan ketinggian air di tandan
- (11) : berdiskusi hasil penelitian (10) - (9)
- (12) : hasil (11) dibuktikan karena hasil simulasi hanya menunjukkan nilai perubahan

Berdasarkan hasil analisis tersebut menunjukkan besarnya perubahan tekanan (Wealds) dipengaruhi oleh panjang dan diameter pipa. Semakin panjang dan semakin kecil diameter pipa maka nilai Wealds akan semakin besar. Besarnya nilai Wealds akan bergantung pada tekanan semakin besar nilai Wealds maka nilai tekanan akan semakin kecil. Boleh juga pada node 27 (28 mca) terhadap tandan (78,2 mca) juga mempengaruhi tekanan di node semakin kecil perbedaan tinggi di node terhadap tandan maka tekanan yang dihasilkan juga semakin kecil (3 mca).

5.2.2.3 Simulasi pada kelas / air di Tandam 11,2 m

Simulasi yang dilakukan berikutnya yaitu menganalisis kondisi air di tandan pada ketinggian 11,2 m, dimana pada kondisi ini pompa secara otomatis akan mengisi air ke tandan. Hasil simulasi dapat dilihat pada tabel 5.9 dan bisa hasil simulasi dapat dilihat pada Lampiran 1.

**Tabel 5.9 Hasil Simulasi pada Elevasi Muka Air di Tandon 11,5 m**

<i>Label</i>	<i>Elevation (m)</i>	<i>Base Flow (l/s)</i>	<i>Demand (Calculated) (l/s)</i>	<i>Calculated Hydraulic Grade (m)</i>	<i>Pressure (m H2O)</i>
J-1	53	0,117	0,19	78,5476	26
J-2	53	0,117	0,19	78,551	26
J-3	54	0,117	0,19	78,5617	25
J-4	53	0,117	0,19	78,5656	26
J-5	53	0,117	0,19	78,5879	26
J-6	55	0,117	0,19	78,6461	24
J-7	58	0,117	0,19	78,7624	21
J-8	61	0,117	0,19	78,3959	17
J-9	61	0,585	0,948	75,1267	14
J-10	61	0,585	0,948	74,3851	13
J-11	61	0,585	0,948	74,193	13
J-12	61	0,585	0,948	78,048	17
J-13	61	0,585	0,948	78,7304	18
J-14	55	0,585	0,948	79,9834	25
J-15	58	0,585	0,948	78,7305	21
J-16	58	0,585	0,948	78,7824	21
J-17	58	0,585	0,948	78,7655	21
J-18	55	0,585	0,948	78,6599	24
J-19	56	0,585	0,948	78,6305	23
J-20	54	0,585	0,948	78,6633	25
J-21	55	0,585	0,948	78,2605	23
J-22	58	0,585	0,948	79,1542	21
J-23	53	0,585	0,948	79,2516	26
J-24	56	0,585	0,948	79,8849	24
J-25	54	0,585	0,948	78,4595	24
J-26	53	0,585	0,948	78,3023	25
J-27	54	0,585	0,948	77,2664	23
J-28	54	0,585	0,948	66,2338	12
J-29	53	0,585	0,948	65,3617	12
J-30	56	0,585	0,948	62,4296	6
J-31	56	0,585	0,948	64,9474	9
J-32	56	0,585	0,948	65,402	9
J-33	56	0,585	0,948	67,4549	11
J-34	54	0,585	0,948	65,493	11
J-35	54	0,585	0,948	75,7531	22
J-36	54	0,585	0,948	66,7419	13

Table 2.9 Hasil Simulasi pada Elevasi Salak Air di Tandon 11.2 m

Label	Elevation (m)	Base Elevation (m)	Demand (m <sup>3</sup> /s)	Calculated Hydraulic Grade (m)	Pressure (m H <sub>2</sub> O)
1-1	23	0.117	0.19	78.2476	26
1-2	23	0.117	0.19	78.2521	26
1-3	24	0.117	0.19	78.2617	25
1-4	23	0.117	0.19	78.2656	26
1-5	23	0.117	0.19	78.2879	26
1-6	22	0.117	0.19	78.6461	24
1-7	28	0.117	0.19	78.7624	21
1-8	61	0.117	0.19	78.3029	17
1-9	61	0.282	0.048	72.1267	14
1-10	61	0.282	0.048	74.3821	13
1-11	61	0.282	0.048	74.193	13
1-12	61	0.282	0.048	78.048	17
1-13	61	0.282	0.048	78.7304	18
1-14	22	0.282	0.048	70.0834	22
1-15	28	0.282	0.048	78.7302	21
1-16	28	0.282	0.048	78.7824	21
1-17	28	0.282	0.048	78.7622	21
1-18	22	0.282	0.048	78.6200	24
1-19	26	0.282	0.048	78.9302	23
1-20	24	0.282	0.048	78.6933	22
1-21	22	0.282	0.048	78.7602	23
1-22	28	0.282	0.048	70.1242	21
1-23	23	0.282	0.048	70.7210	26
1-24	26	0.282	0.048	70.8840	24
1-25	24	0.282	0.048	78.7202	24
1-26	23	0.282	0.048	78.7023	22
1-27	24	0.282	0.048	77.5064	23
1-28	24	0.282	0.048	69.7338	17
1-29	23	0.282	0.048	69.7617	18
1-30	26	0.282	0.048	67.4269	6
1-31	26	0.282	0.048	67.6174	6
1-32	26	0.282	0.048	67.402	6
1-33	26	0.282	0.048	67.1290	11
1-34	24	0.282	0.048	62.163	11
1-35	24	0.282	0.048	72.7231	22
1-36	24	0.282	0.048	69.7419	13

<b>Label</b>	<b>Elevation (m)</b>	<b>Base Flow (l/s)</b>	<b>Demand (Calculated) (l/s)</b>	<b>Calculated Hydraulic Grade (m)</b>	<b>Pressure (m H<sub>2</sub>O)</b>
J-37	58	0,585	0,948	62,4971	4
J-38	58	0,585	0,948	71,4803	13
J-39	58	0,585	0,948	70,0308	12
J-40	58	0,585	0,948	77,422	19
J-41	58	0,585	0,948	77,4326	19
J-42	58	0,585	0,948	77,4401	19
J-43	58	0,585	0,948	77,4356	19
J-44	58	0,585	0,948	76,8912	19
J-45	58	0,585	0,948	76,8896	19
J-46	65	0,585	0,948	76,5771	12
J-47	59	0,585	0,948	76,5729	18
J-48	52	0,585	0,948	76,5716	25
J-49	54	0,585	0,948	76,4756	22
J-50	52	0,585	0,948	76,2286	24
J-51	52	0,585	0,948	65,3766	13
J-52	52	0,585	0,948	63,7417	12
J-53	52	0,585	0,948	58,9983	7
J-54	51	0,585	0,948	72,3535	21
J-55	52	0,585	0,948	74,3805	22
J-56	53	0,585	0,948	72,4212	19
J-57	61	0,167	0,271	72,3726	11
J-58	62	0,167	0,271	73,4475	11
J-59	62	0,167	0,271	73,9956	12
J-60	68	0,167	0,271	75,019	7
J-61	65	0,167	0,271	75,8751	11
J-62	68	0,167	0,271	75,0072	7
J-63	68	0,167	0,271	75,0017	7
J-64	62	0,167	0,271	73,9827	12
J-65	68	0,167	0,271	73,4309	5
J-66	68	0,167	0,271	75,0118	7
J-67	55	0,167	0,271	78,5979	24
J-68	54	0,167	0,271	79,0037	25
J-69	53	0,167	0,271	78,7281	26
J-70	59	0,167	0,271	76,4913	17

Sumber: Hasil Simulasi, 2014

Keterangan:

-  : Tekanan Baik
-  : Tekanan Normal
-  : Tekanan Kritis

Berdasarkan hasil simulasi diketahui jumlah node yang berada pada klasifikasi tekanan kritis hanya 1. Jumlah ini lebih sedikit dari simulasi pertama saat ketinggian air di tandon lebih tinggi 1,8 m dari simulasi pertama (elevasi muka air di tandon 9,7 m). Dalam kondisi ini juga berlaku pada klasifikasi tekanan normal yang hanya terdapat 9 node, berkurang 10 node dari simulasi pertama. Bertambahnya ketinggian air di tandon, menaikkan tekanan yang dibutuhkan untuk mengalirkan air secara gravitasi ke setiap node. Analisa hasil tekanan pada node-node terutama pada node kritis ini dapat diketahui pada tabel 5.10. Berdasarkan hasil analisis simulasi, diketahui pada node 37 dan 65 yang merupakan tekanan kritis pada simulasi saat elevasi muka air di tandon 9,7 m, sedangkan pada simulasi elevasi muka air di tandon 11,5 m menjadi tetap kritis pada node 37 namun nilai tekannya naik dari 3 mka menjadi 4 mka, sedangkan node 65 berubah dari node kritis menjadi normal dengan kenaikan tekanan dari 4 mka menjadi 5 mka. Kondisi yang demikian menunjukkan bahwa adanya pengaruh signifikan dari naiknya elevasi muka air di tandon terhadap tekanan pada node dan akan mempengaruhi tekanan di pelanggan.

Tabel 5.10 Analisa Tekanan

Node	Elevasi (m)	Komponen Pipa	Panjang Pipa (m)	Jenis Pipa	Diameter Pipa (mm)	Headloss (m) pada Pipa	Total Panjang Pipa	Total Headloss (m)	Tekanan Air di Tandon (mka)	Tekanan Air pada Node Hasil Perhitungan (mka)	Tekanan pada Node Hasil Simulasi (mka)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
37	58	P-24	12,19	AC	400	0.0985	168,56	17,5	80	4,5	4
		P-86	28,35	AC	225	2.4447					
		P-40	21,34	PVC	200	0.0105					
		P-41	33,22	PVC	200	0,0075					
		P-39	45,72	PVC	60	7.3912					
		P-84	14,94	PVC	100	2.5759					
		P-36	12,80	PVC	50	4.9578					
65	68	P-24	12,19	AC	400	0.0985	387,09	6,56	80	5,44	5
		P-86	28,35	AC	225	2.4447					
		P-42	43,28	PVC	200	0.0045					
		P-43	43,28	PVC	200	0.5489					
		P-45	32,61	AC	300	0.3141					
		P-63	48,46	AC	200	0.702					
		P-62	67,06	AC	200	0.8561					
		P-61	38,71	PVC	100	1.0234					
		P-60	31,09	PVC	100	0.5481					
		P-67	46,02	PVC	100	0.0166					

Sumber: Hasil Perhitungan, 2014.

**Keterangan:**

- (1) : ID node
- (2) : berdasarkan hasil pengukuran di lapangan
- (3) : berdasarkan jaringan perpipaan
- (4) : berdasarkan data jaringan perpipaan
- (5) : berdasarkan data jaringan perpipaan
- (6) : berdasarkan data jaringan perpipaan
- (7) : berdasarkan hasil perhitungan simulasi menggunakan *WaterCAD*
- (8) : berdasarkan hasil perhitungan
- (9) : berdasarkan hasil perhitungan simulasi menggunakan *WaterCAD*
- (10) : berdasarkan elevasi muka tanah di tandon ditambah tiang penyangga tandon dan ketinggian air di tandon
- (11) : berdasarkan hasil perhitungan (10) - (2) - (9)
- (12) : hasil (11) dibulatkan, karena hasil simulasi hanya memunculkan nilai pembulatan

**5.5.2.3 Simulasi pada Elevasi Air di Tandon 12 m**

Simulasi juga dilakukan pada ketinggian air di tandon 12 m, dimana pada kondisi ini air berada ditengah kondisi ketinggian minimum pompa beroperasi dan kondisi pompa berhenti beroperasi (air di tandon penuh). Hasil simulasi dapat dilihat pada tabel 5.11 dan peta hasil simulasi dapat dilihat pada Lampiran 1.

**Tabel 5.11 Hasil Simulasi pada Elevasi Muka Air di Tandon 12 m**

<b>Label</b>	<b>Elevation (m)</b>	<b>Base Flow (l/s)</b>	<b>Demand (Calculated) (l/s)</b>	<b>Calculated Hydraulic Grade (m)</b>	<b>Pressure (m H<sub>2</sub>O)</b>
J-1	53	0,117	0,19	79,0476	26
J-2	53	0,117	0,19	79,051	26
J-3	54	0,117	0,19	79,0617	25
J-4	53	0,117	0,19	79,0656	26
J-5	53	0,117	0,19	79,0879	26
J-6	55	0,117	0,19	79,1461	24
J-7	58	0,117	0,19	79,2624	21
J-8	61	0,117	0,19	78,8959	18
J-9	61	0,585	0,948	75,6267	15

keuntungan

- (1) : 10 node
- (2) : berdasarakan hasil perhitungan di lapangan
- (3) : berdasarakan jaringa perpipaan
- (4) : berdasarakan data lapangan perpipaan
- (5) : berdasarakan data lapangan perpipaan
- (6) : berdasarakan data lapangan perpipaan
- (7) : berdasarakan hasil perhitungan simulasi menggunakan Hwang (19)
- (8) : berdasarakan hasil perhitungan
- (9) : berdasarakan hasil perhitungan simulasi menggunakan Hwang (19)
- (10) : berdasarakan elevasi muka tanah di tambon curupak yang beraturan tambon dan ketinggian air di tambon
- (11) : berdasarakan hasil perhitungan (10) - (2) - (10)
- (12) : hasil (11) dibutarkan karena hasil simulasi hanya menunjukkan nilai perbandingan

**2.2.2.3 Simulasi pada Elevasi Air di Tambon 12 m**

Simulasi juga dilakukan pada ketinggian air di tambon 12 m dimana pada kondisi ini air berada ditengah kondisi ketinggian minimum pompa beroperasi dan kondisi pompa bekerja normal beroperasi (air di tambon penuh). Hasil simulasi dapat dilihat pada tabel 2.11 dan pada hasil simulasi dapat dilihat pada lampiran 1.

**Tabel 2.11 Hasil simulasi pada Elevasi Air di Tambon 12 m**

Node	Flow Rate (m <sup>3</sup> /s)			
1-0	0.382	0.248	0.382	0.382
1-8	0.117	0.117	0.117	0.117
1-7	0.117	0.117	0.117	0.117
1-6	0.117	0.117	0.117	0.117
1-5	0.117	0.117	0.117	0.117
1-4	0.117	0.117	0.117	0.117
1-3	0.117	0.117	0.117	0.117
1-2	0.117	0.117	0.117	0.117
1-1	0.117	0.117	0.117	0.117
2-0	0.117	0.117	0.117	0.117

<b>Label</b>	<b>Elevation (m)</b>	<b>Base Flow (l/s)</b>	<b>Demand (Calculated) (l/s)</b>	<b>Calculated Hydraulic Grade (m)</b>	<b>Pressure (m H2O)</b>
J-10	61	0,585	0,948	74,8851	14
J-11	61	0,585	0,948	74,693	14
J-12	61	0,585	0,948	78,548	18
J-13	61	0,585	0,948	79,2304	18
J-14	55	0,585	0,948	80,4834	25
J-15	58	0,585	0,948	79,2305	21
J-16	58	0,585	0,948	79,2824	21
J-17	58	0,585	0,948	79,2655	21
J-18	55	0,585	0,948	79,1599	24
J-19	56	0,585	0,948	79,1305	23
J-20	54	0,585	0,948	79,1633	25
J-21	55	0,585	0,948	78,7605	24
J-22	58	0,585	0,948	79,6542	22
J-23	53	0,585	0,948	79,7516	27
J-24	56	0,585	0,948	80,3849	24
J-25	54	0,585	0,948	78,9595	25
J-26	53	0,585	0,948	78,8023	26
J-27	54	0,585	0,948	77,7664	24
J-28	54	0,585	0,948	66,7338	13
J-29	53	0,585	0,948	65,8618	13
J-30	56	0,585	0,948	62,9296	7
J-31	56	0,585	0,948	65,4474	9
J-32	56	0,585	0,948	65,902	10
J-33	56	0,585	0,948	67,9549	12
J-34	54	0,585	0,948	65,993	12
J-35	54	0,585	0,948	76,2531	22
J-36	54	0,585	0,948	67,2419	13
J-37	58	0,585	0,948	62,9971	5
J-38	58	0,585	0,948	71,9803	14
J-39	58	0,585	0,948	70,5308	13
J-40	58	0,585	0,948	77,922	20
J-41	58	0,585	0,948	77,9326	20
J-42	58	0,585	0,948	77,9401	20
J-43	58	0,585	0,948	77,9356	20
J-44	58	0,585	0,948	77,3912	19
J-45	58	0,585	0,948	77,3896	19
J-46	65	0,585	0,948	77,0771	12

Label	Elevation (m)	Base Flow (l/s)	Demand (Calculated) (l/s)	Calculated Hydraulic Grade (m)	Pressure (m H <sub>2</sub> O)
J-47	59	0,585	0,948	77,0729	18
J-48	52	0,585	0,948	77,0716	25
J-49	54	0,585	0,948	76,9756	23
J-50	52	0,585	0,948	76,7286	25
J-51	52	0,585	0,948	65,8766	14
J-52	52	0,585	0,948	64,2417	12
J-53	52	0,585	0,948	59,4983	7
J-54	51	0,585	0,948	72,8535	22
J-55	52	0,585	0,948	74,8805	23
J-56	53	0,585	0,948	72,9212	20
J-57	61	0,167	0,271	72,8726	12
J-58	62	0,167	0,271	73,9475	12
J-59	62	0,167	0,271	74,4956	12
J-60	68	0,167	0,271	75,519	8
J-61	65	0,167	0,271	76,3751	11
J-62	68	0,167	0,271	75,5072	7
J-63	68	0,167	0,271	75,5017	7
J-64	62	0,167	0,271	74,4827	12
J-65	68	0,167	0,271	73,9309	6
J-66	68	0,167	0,271	75,5118	8
J-67	55	0,167	0,271	79,0979	24
J-68	54	0,167	0,271	79,5037	25
J-69	53	0,167	0,271	79,2281	26
J-70	59	0,167	0,271	76,9913	18

Sumber: Hasil Simulasi, 2014

Keterangan:

-  : Tekanan Baik
-  : Tekanan Normal
-  : Tekanan Kritis

Berdasarkan hasil simulasi, dapat disampaikan bahwa saat ketinggian air di tandon telah mencapai ketinggian 12 m, tidak terdapat node yang bertekanan kritis. Dalam kondisi ini terdapat 10 node yang termasuk dalam klasifikasi bertekanan normal, selebihnya merupakan node dengan klasifikasi tekanan baik. Kondisi yang demikian menunjukkan bahwa saat ketinggian air naik menjadi 12

Label	Eluasi (ml)	Waktu Elusi (menit)	Reaktivitas (mg)	Reaktivitas (mg)	Reaktivitas (mg)
1-70	50	0.167	0.271	70.9013	18
1-69	53	0.167	0.271	70.2281	20
1-68	54	0.167	0.271	70.2037	22
1-67	53	0.167	0.271	70.0970	24
1-66	62	0.167	0.271	72.2118	8
1-65	68	0.167	0.271	73.9309	6
1-64	62	0.167	0.271	74.1853	12
1-63	68	0.167	0.271	75.2017	7
1-62	68	0.167	0.271	75.8072	7
1-61	62	0.167	0.271	76.7731	11
1-60	68	0.167	0.271	78.2133	8
1-59	62	0.167	0.271	78.1026	12
1-58	62	0.167	0.271	78.9472	12
1-57	61	0.167	0.271	79.8720	12
1-56	53	0.282	0.948	72.9212	20
1-55	52	0.282	0.948	74.2280	22
1-54	51	0.282	0.948	75.2032	21
1-53	52	0.282	0.948	76.1083	20
1-52	52	0.282	0.948	64.2417	12
1-51	52	0.282	0.948	62.8760	14
1-50	52	0.282	0.948	70.7283	22
1-49	54	0.282	0.948	70.0726	22
1-48	52	0.282	0.948	71.0710	22
1-47	50	0.282	0.948	77.0729	18

Zamrud Putih Januari 2014

Keterangan:

- : Tekanan Baik
- : Tekanan Normal
- : Tekanan Buruk

Kondisi yang demikian menunjukkan bahwa saat kunjungan antrakitis telah mencapai ketinggian 12 an tidak terdapat node yang berespon baik. Dalam kondisi ini terdapat 10 node yang termasuk dalam klasifikasi berespon normal, sehingga merupakan node dengan klasifikasi respon baik. Berdasarkan hasil simulasi dapat disimpulkan bahwa saat kunjungan an

m, tekanan di semua node juga naik, sehingga sudah tidak terdapat lagi tekanan kritis. Analisa hasil tekanan pada node-node kritis sebelumnya dapat diketahui pada tabel 4.12. Berdasarkan hasil analisa ini diketahui node J-36 merupakan node kritis pada simulasi sebelumnya (elevasi muka air di tandon 11,5 m), sedangkan pada elevasi muka air di tandon 12 m node ini berubah menjadi tekanan normal dengan nilai tekanan 5 mka. Hal ini menandakan pada saat air telah mencapai ketinggian 12 m di tandon, tekanan awal yang tersedia sudah mencukupi untuk dapat mendistribusikan tekanan air ke setiap wilayah layanan Kuwak I dengan baik, sehingga setiap node yang tersebar di semua wilayah pelayan Kuwak I memiliki tekanan yang cukup. Pada kondisi ini kemungkinan sangat kecil untuk kejadian air tidak mengalir karena kurangnya tekanan.

**Tabel 5.12 Analisa Tekanan**

Node	Elevasi (m)	Komponen Pipa	Panjang Pipa (m)	Jenis Pipa	Diamater Pipa (mm)	Headloss (m) pada Pipa	Total Panjang Pipa	Total Headloss (m)	Tekanan Air di Tandon (mka)	Tekanan Air pada Node Hasil Perhitungan (mka)	Tekanan pada Node Hasil Simulasi (mka)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
37	58	P-24	12,19	AC	400	0.0985	168,56	17,5	80,5	5	5
		P-86	28,35	AC	225	2.4447					
		P-40	21,34	PVC	200	0.0105					
		P-41	33,22	PVC	200	0,0075					
		P-39	45,72	PVC	60	7.3912					
		P-84	14,94	PVC	100	2.5759					
		P-36	12,80	PVC	50	4.9578					

Sumber: Hasil Perhitungan, 2014.

**Keterangan:**

- (1) : ID node
- (2) : berdasarkan hasil pengukuran di lapangan
- (3) : berdasarkan jaringan perpipaan
- (4) : berdasarkan data jaringan perpipaan
- (5) : berdasarkan data jaringan perpipaan
- (6) : berdasarkan data jaringan perpipaan
- (7) : berdasarkan hasil perhitungan simulasi menggunakan *WaterCAD*
- (8) : berdasarkan hasil perhitungan
- (9) : berdasarkan hasil perhitungan simulasi menggunakan *WaterCAD*
- (10) : berdasarkan elevasi muka tanah di tandon ditambah tiang penyangga tandon dan ketinggian air di tandon
- (11) : berdasarkan hasil perhitungan (10) - (2) - (9)
- (12) : hasil (11) dibulatkan, karena hasil simulasi hanya memunculkan nilai pembulatan

#### **5.5.2.4 Simulasi pada Elevasi Air di Tandon 12,5 m**

Simulasi juga dilakukan pada ketinggian air mencapai 12,5 m, dimana pada ketinggian air di tandon mencapai 12,5 m merupakan keadaan maksimal atau penuh pada tandon. Hasil simulasi dapat dilihat pada tabel 5.10 dan peta hasil simulasi dapat dilihat pada Lampiran 1.

**Tabel 5.10 Hasil Simulasi pada Elevasi Muka Air di Tandon 12,5 m**

<b>Label</b>	<b>Elevation (m)</b>	<b>Base Flow (l/s)</b>	<b>Demand (Calculated) (l/s)</b>	<b>Calculated Hydraulic Grade (m)</b>	<b>Pressure (m H<sub>2</sub>O)</b>
J-1	53	0,117	0,19	79,5476	26
J-2	53	0,117	0,19	79,551	27
J-3	54	0,117	0,19	79,5617	26
J-4	53	0,117	0,19	79,5656	27
J-5	53	0,117	0,19	79,5879	27
J-6	55	0,117	0,19	79,6461	25
J-7	58	0,117	0,19	79,7624	22
J-8	61	0,117	0,19	79,3959	18
J-9	61	0,585	0,948	76,1267	15

<i>Label</i>	<i>Elevation (m)</i>	<i>Base Flow (l/s)</i>	<i>Demand (Calculated) (l/s)</i>	<i>Calculated Hydraulic Grade (m)</i>	<i>Pressure (m H2O)</i>
J-10	61	0,585	0,948	75,3851	14
J-11	61	0,585	0,948	75,193	14
J-12	61	0,585	0,948	79,048	18
J-13	61	0,585	0,948	79,7304	19
J-14	55	0,585	0,948	80,9834	26
J-15	58	0,585	0,948	79,7305	22
J-16	58	0,585	0,948	79,7824	22
J-17	58	0,585	0,948	79,7655	22
J-18	55	0,585	0,948	79,6599	25
J-19	56	0,585	0,948	79,6305	24
J-20	54	0,585	0,948	79,6633	26
J-21	55	0,585	0,948	79,2605	24
J-22	58	0,585	0,948	80,1542	22
J-23	53	0,585	0,948	80,2516	27
J-24	56	0,585	0,948	80,8849	25
J-25	54	0,585	0,948	79,4595	25
J-26	53	0,585	0,948	79,3024	26
J-27	54	0,585	0,948	78,2664	24
J-28	54	0,585	0,948	67,2338	13
J-29	53	0,585	0,948	66,3618	13
J-30	56	0,585	0,948	63,4296	7
J-31	56	0,585	0,948	65,9474	10
J-32	56	0,585	0,948	66,402	10
J-33	56	0,585	0,948	68,4549	12
J-34	54	0,585	0,948	66,493	12
J-35	54	0,585	0,948	76,7531	23
J-36	54	0,585	0,948	67,7419	14
J-37	58	0,585	0,948	63,4971	5
J-38	58	0,585	0,948	72,4803	14
J-39	58	0,585	0,948	71,0309	13
J-40	58	0,585	0,948	78,422	20
J-41	58	0,585	0,948	78,4326	20
J-42	58	0,585	0,948	78,4401	20
J-43	58	0,585	0,948	78,4356	20
J-44	58	0,585	0,948	77,8912	20
J-45	58	0,585	0,948	77,8896	20
J-46	65	0,585	0,948	77,5771	13



Label	Elevation (m)	Base Flow (l/s)	Demand (Calculated) (l/s)	Calculated Hydraulic Grade (m)	Pressure (m H <sub>2</sub> O)
J-47	59	0,585	0,948	77,5729	19
J-48	52	0,585	0,948	77,5716	26
J-49	54	0,585	0,948	77,4756	23
J-50	52	0,585	0,948	77,2286	25
J-51	52	0,585	0,948	66,3766	14
J-52	52	0,585	0,948	64,7417	13
J-53	52	0,585	0,948	59,9983	8
J-54	51	0,585	0,948	73,3535	22
J-55	52	0,585	0,948	75,3805	23
J-56	53	0,585	0,948	73,4212	20
J-57	61	0,167	0,271	73,3726	12
J-58	62	0,167	0,271	74,4475	12
J-59	62	0,167	0,271	74,9956	13
J-60	68	0,167	0,271	76,019	8
J-61	65	0,167	0,271	76,8751	12
J-62	68	0,167	0,271	76,0072	8
J-63	68	0,167	0,271	76,0017	8
J-64	62	0,167	0,271	74,9827	13
J-65	68	0,167	0,271	74,4309	6
J-66	68	0,167	0,271	76,0118	8
J-67	55	0,167	0,271	79,5979	25
J-68	54	0,167	0,271	80,0037	26
J-69	53	0,167	0,271	79,7281	27
J-70	59	0,167	0,271	77,4913	18

Sumber: Hasil Simulasi, 2014

Keterangan:

-  : Tekanan Baik
-  : Tekanan Normal
-  : Tekanan Kritis

Simulasi pada ketinggian air di tandon 12,5 m, memberikan hasil yang baik. Dalam kondisi ini juga terdapat 10 node pada klasifikasi tekanan normal, selebihnya merupakan node-node bertekana baik. Pada saat air telah mencapai ketinggian 12,5 m di tandon, rata-rata tekanan pada semua node memiliki nilai yang lebih tinggi dari ketinggian air sebelumnya. Tekanan awal yang tersedia

sudah mencukupi untuk dapat mendistribusikan air ke setiap wilayah layanan Kuwak I dengan baik, sehingga setiap node yang tersebar di semua wilayah pelayan Kuwak I memiliki tekanan yang cukup. Pada kondisi ini titik awal distribusi yang merupakan tandon, telah menyediakan tekanan yang lebih tinggi untuk mengatasi kehilangan tekanan karena gesekan, yang tergantung diameter pipa, dan jarak jalur pipa tersebut dan beda tinggi antara tandon dengan setiap node. Terpenuhinya tekanan yang cukup di pelanggan diharapkan menjadikan pelayanan PDAM semakin baik.

Berdasarkan hasil dari beberapa simulasi dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi elevasi muka air di tandon maka tekanan air di pelanggan juga akan semakin tinggi, sehingga fluktuasi ketinggian muka air pada tandon mempengaruhi secara signifikan terhadap tekanan air di pelanggan. Hal ini dikarenakan pada sistem pengaliran di wilayah pelayann Kuwak I PDAM Kota Kediri adalah secara gravitasi, dimana tandon merupakan sumber energi utama penyedia tekanan untuk dapat memenuhi tekanan di seluruh wilayah pelayanan.

## **5.6 Analisa Zonasi Tekanan Menggunakan SIG (*Sistem Informasi Geografis*)**

### **5.6.1 Zonasi Tekanan pada Elevasi Muka Air di Tandon 9,7 m**

Beberapa tekanan kritis (<5 mka) terdapat di wilayah Kelurahan Pakelan, dan Kelurahan Rejomulyo. Pada wilayah ini tidak dapat dilakukan penambahan atau penyambungan jaringan baru, karena pada wilayah ini memiliki tekanan yang sangat rendah dan bila dilakukan penambahan jaringan baru, tekanan yang ada tidak mencukupi dan tidak memungkinkan untuk dapat melayani sambungan baru dari segi tekanan.

Pada wilayah di Kelurahan Pakelan, Kelurahan Setonogedong, Kelurahan Kemas, Kelurahan Ringinanom, Kelurahan Kaliombo, Kelurahan Manisrenggo, Kelurahan Ngronggo dan Kelurahan Rejomulyo terdapat beberapa node bertekanan normal (5-10 mka), dimana pada daerah ini dapat dilakukan penambahan atau pemasangan jaringan baru tetapi melalui beberapa proses perhitungan dan tinjauan kembali apakah tekanan yang ada masih mampu

adalah merupakan suatu dapat mendistribusikan ke seluruh wilayah. Kitarik I dengan baik sehingga setiap node yang terdapat di semua wilayah. Kitarik I memiliki tekanan yang cukup. Pada kondisi ini titik awal distribusi yang merupakan tandon telah menyediakan tekanan yang lebih tinggi untuk mengatasi kehilangan tekanan karena gesekan yang tergolong diameter pipa dan untuk jalur pipa tersebut dan pada tingkat tandon dengan setiap node. Terpentingnya tekanan yang cukup di lapangan diharapkan merupakan tekanan PDAI secara baik.

Berdasarkan hasil dari beberapa simulasi dapat disimpulkan bahwa semua ini tinggi elevasi pada air di tandon maka tekanan air di selang yang akan semakin tinggi, sehingga tingkat ketahanan pada air pada tandon merupakan suatu signifikan terhadap tekanan air di lapangan. Hal ini dikarenakan pada sistem pengolahan di wilayah pelayanan Kitarik I PDAI Kota Kediri adalah secara gravitasi dimana tandon merupakan sumber energi utama. Proyek ini tekanan awal dapat memenuhi tekanan di seluruh wilayah pelayanan.

## 5.6 Analisis Kondisi Tekanan Menggunakan SIG (Sistem Informasi Geospasial)

### 5.6.1 Kondisi Tekanan pada Elevasi Titik Air di Tandon 9.7 m

Beberapa tekanan kritis (2 mka) terdapat di wilayah Kelurahan Pakel dan Kelurahan Rejowaluyo. Pada wilayah ini tidak dapat dilakukan pemenuhan area pemenuhan jaringan pada kondisi ini wilayah ini memiliki tekanan yang sangat rendah dan bila dilakukan pemenuhan jaringan pada tekanan yang ada tidak mencukupi dan tidak memungkinkan untuk dapat melayani kebutuhan dari titik tegi tekanan.

Terdapat wilayah di Kelurahan Pakel, Kelurahan Kemogedone, Kelurahan Kemisan, Kelurahan Kintamani, Kelurahan Kamboro, Kelurahan Manunggo, Kelurahan Ngonggo dan Kelurahan Rejowaluyo dengan beberapa node berdasarkan normal (2-10 mka) dimana pada daerah ini dapat dilakukan pemenuhan area pemenuhan jaringan pada titik elevasi beberapa node. perimbangan dan tekanan kembali apakah tekanan yang ada masih mampu

menyediakan tekanan yang cukup atau tidak. Pada node-node lainnya yang tersebar di setiap wilayah sudah memiliki tekanan yang baik ( $>10$  mka) sehingga dapat dilakukan penambahan atau pemasangan jaringan baru.

Namun berdasarkan pemetaan distribusi tekanan pada wilayah pelayan Kuwak I menggunakan SIG pada gambar 5.3, gambar tersebut menunjukkan bahwa tekanan kritis terletak pada Kelurahan Pakelan dan Rejomulyo, sedangkan tekanan normal terletak di wilayah Kelurahan Ringinanom, Kelurahan Ngronggo dan Kelurahan Manisrenggo, dan lainnya merupakan wilayah yang bertekanan baik.

### **5.6.2 Zonasi Tekanan pada Elevasi Muka Air di Tandon 11,5 m**

Pada elevasi muka air di tandon 11,5 m terdapat sebuah node di Kelurahan Pakelan yang bertekanan kritis. Pada wilayah ini tidak dapat dilakukan penambahan atau penyambungan jaringan baru, karena pada wilayah ini memiliki tekanan yang sangat rendah dan bila dilakukan penambahan jaringan baru, tekanan yang ada tidak mencukupi dan tidak memungkinkan untuk dapat melayani sambungan baru dari segi tekanan.

Beberapa node yang bertekanan normal terdapat di wilayah Kelurahan Pakelan, Kelurahan Ringinaom, Kelurahan Ngronggo dan Kelurahan Rejomulyo. Pada daerah-daerah ini dapat dilakukan penambahan atau pemasangan jaringan baru melalui beberapa proses perhitungan dan tinjauan kembali apakah tekanan yang ada masih mampu menyediakan tekanan yang cukup atau tidak. Pada node-node lainnya yang tersebar di setiap wilayah sudah memiliki tekanan yang baik sehingga dapat dilakukan penambahan atau pemasangan jaringan baru.

Namun berdasarkan pemetaan distribusi tekanan pada wilayah pelayanan Kuwak I dengan menggunakan SIG yang dapat dilihat pada gambar 5.4, daerah bertekanan kritis pada wilayah Kelurahan Pakelan, sedangkan wilayah bertekanan normal hanya terdapat pada Kelurahan Ringinanom dan Kelurahan Rejomulyo dan lainnya merupakan wilayah yang bertekanan baik.

### 5.6.2. Kondisi Tekanan pada Elevasi Muka Air di Tandon 11.2 m

Pada elevasi muka air di tandon 11.2 m terdapat sebuah node di Kelurahan Pakelan yang bertekanan kritis. Pada wilayah ini tidak dapat dilakukan pemampatan atau pengembangan jaringan baru, karena pada wilayah ini memiliki tekanan yang sangat rendah dan bila dilakukan pemampatan jaringan baru, tekanan yang ada tidak mencukupi dan tidak memungkinkan untuk dapat melayani sambungan baru dari segi tekanan.

Beberapa node yang bertekanan normal terdapat di wilayah Kelurahan Pakelan, Kelurahan Ringinanom, Kelurahan Ngonggo dan Kelurahan Rejotuloyo. Pada daerah-daerah ini dapat dilakukan pemampatan atau pengembangan jaringan baru melalui beberapa proses perhitungan dan tinjauan kembali apakah tekanan yang ada masih mampu menyediakan tekanan yang cukup atau tidak. Pada node-node lain yang terdapat di setiap wilayah sudah memiliki tekanan yang baik sehingga dapat dilakukan pemampatan atau pengembangan jaringan baru.

Untuk memastikan pemetaan distribusi tekanan pada wilayah pelayanan kelas I dengan menggunakan SIG yang dapat dilihat pada gambar 5.4, daerah bertekanan kritis pada wilayah Kelurahan Pakelan, Kelurahan Ringinanom dan Kelurahan Rejotuloyo normal hanya terdapat pada Kelurahan Ringinanom dan Kelurahan Rejotuloyo dan lainnya merupakan wilayah yang bertekanan baik.

### **5.6.3 Zonasi Tekanan pada Elevasi Muka Air di Tandon 12 m**

Zonasi yang dilakukan pada elevasi muka air di tandon 12 m menunjukkan bahwa pada posisi ini merupakan kondisi optimal dari penyediaan tekanan awal untuk diperolehnya tekanan air yang cukup di pelanggan. Pada elevasi muka air di tandon 12 m, tidak terdapat wilayah yang bertekanan ktirits. Node-node bertekanan normal terdapat di wilayah Kelurahan Pakelan, Kelurahan Ringinaom, Kelurahan Ngronggo dan Kelurahan Rejomulyo. Pada daerah-daerah ini dapat dilakukan penambahan atau pemasangan jaringan baru melalui beberapa proses perhitungan dan tinjauan kembali apakah tekanan yang ada masih mampu menyediakan tekanan yang cukup atau tidak. Pada node-node lainnya yang tersebar di setiap wilayah sudah memiliki tekanan yang baik sehingga dapat dilakukan penambahan atau pemasangan jaringan baru.

Berdasarkan pemetaan distribusi tekanan pada wilayah pelayanan Kuwak I dengan menggunakan SIG yang dapat dilihat pada gambar 5.5, wilayah bertekanan normal hanya terdapat pada Kelurahan Rejomulyo, Kelurahan Pakelan dan Kelurahan Ringinanom dan lainnya merupakan wilayah yang bertekanan baik.

### 2.6.3. Kondisi Tekanan pada Elevasi Hulu Air di Tandon 12 m

Zonasi yang dilakukan pada elevasi muka air di tandon 12 m menunjukkan bahwa pada posisi ini merupakan kondisi optimal dari penyediaan tekanan awal untuk diperolehnya tekanan air yang cukup di belanangan. Pada elevasi muka air di tandon 12 m tidak terdapat wilayah yang bertekanan kritis. Node-node bertekanan normal terdapat di wilayah Kelurahan Pakelan, Kelurahan Ringinanom, Kelurahan Ngotongo dan Kelurahan Rejomulyo. Pada daerah-daerah ini dapat dilakukan pemantauan atau pemantauan jaringan baru melalui beberapa prosedur dan tinjauan kembali apakah tekanan yang ada masih mampu memelihara tekanan yang cukup atau tidak. Pada node-node lainnya yang terdapat di setiap wilayah sudah memiliki tekanan yang baik sehingga dapat dilakukan pemantauan atau pemantauan jaringan baru.

terbaca akan pemetaan distribusi tekanan pada wilayah belanangan Krawak I dengan menggunakan SKI yang dapat dilihat pada gambar 2.5. wilayah bertekanan normal hanya terdapat pada Kelurahan Rejomulyo, Kelurahan Pakelan dan Kelurahan Ringinanom dan lainnya merupakan wilayah yang bertekanan baik.

#### **5.6.4 Zonasi Tekanan pada Elevasi Muka Air di Tandon 12,5 m**

Pada ketinggian air di tandon 12,5 m tidak terdapat node kritis di wilayah manapun. Beberapa node yang bertekanan normal terdapat di wilayah yang sama dengan saat ketinggian air di tandon 12 m, wilayah tersebut meliputi Kelurahan Pakelan, Kelurahan Ringinaom, Kelurahan Ngronggo dan Kelurahan Rejomulyo. Pada daerah-daerah ini dapat dilakukan penambahan atau pemasangan jaringan baru melalui beberapa proses perhitungan dan tinjauan kembali apakah tekanan yang ada masih mampu menyediakan tekanan yang cukup atau tidak. Pada node-node lainnya yang tersebar di setiap wilayah pelayan Kuwak I sudah memiliki tekanan yang baik sehingga dapat dilakukan penambahan atau pemasangan jaringan baru.

Berdasarkan pemetaan distribusi tekanan pada wilayah pelayanan Kuwak I dengan menggunakan SIG yang dapat dilihat pada gambar 5.6, wilayah bertekanan normal hanya terdapat pada Kelurahan Rejomulyo, Kelurahan Pakelan dan Kelurahan Ringinanom dan lainnya merupakan wilayah yang bertekanan baik.

#### 5.6.4. Kondisi Tekanan pada Elevasi Mutak Air di Tandon 12.5 m

Pada ketinggian air di tandon 12.5 m tidak terdapat node kritis di wilayah manapun. Beberapa node yang bertekanan normal terdapat di wilayah yang sama dengan saat ketinggian air di tandon 12 m, wilayah tersebut meliputi Kelurahan Pakelan, Kelurahan Ringinanom, Kelurahan Ngrogogo dan Kelurahan Rejominiyo. Pada daerah-daerah ini dapat dilakukan pemampatan atau pemassangan jaringan baru melalui beberapa proses perhitungan dan tinjauan kembali tekanan yang ada, masih mampu menyediakan tekanan yang cukup atau tidak. Pada node-node lain yang terdapat di setiap wilayah tekanan Kawak 1 sudah memiliki tekanan yang baik sehingga dapat dilakukan pemampatan atau pemassangan jaringan baru.

Berdasarkan pemetaan distribusi tekanan pada wilayah tekanan Kawak 1 dengan menggunakan SIG yang dapat dilihat pada gambar 5.6, wilayah bertekanan normal hanya terdapat pada Kelurahan Rejominiyo, Kelurahan Pakelan dan Kelurahan Ringinanom dan lainnya merupakan wilayah yang bertekanan baik.

## **BAB VI**

### **PENUTUP**

#### **6.1 Kesimpulan**

Kesimpulan yang dapat diambil berdasarkan hasil studi ini adalah:

1. Elevasi muka air di tandon berpengaruh terhadap tekanan air di pelanggan. Fluktuasi ketinggian muka air pada tandon mempengaruhi secara signifikan terhadap tekanan air di pelanggan. Semakin tinggi elevasi muka air di tandon maka tekanan air di node yang mempengaruhi tekanan di pelanggan juga akan semakin tinggi, sebaliknya semakin rendah elevasi muka air di tandon maka tekanan air di setiap node yang mempengaruhi tekanan di pelanggan juga akan semakin rendah.
2. Sistem informasi yang dihasilkan berupa peta, yang dapat memberikan klasifikasi wilayah berdasarkan tekanannya. Informasi yang diperoleh dapat digunakan untuk mengetahui wilayah yang dapat dan tidak dapat dilakukan penambahan atau pemasangan jaringan baru.

#### **6.2 Saran**

Sebagai proyeksi dari hasil studi yang telah dilakukan dapat diberikan beberapa saran yaitu:

1. PDAM Kota Kediri harus meningkatkan kualitas pelayanan untuk memenuhi kebutuhan air minum masyarakat di Kota Kediri terutama Kuwak I, upaya yang dapat dilakukan salah satunya dengan menjaga elevasi muka air di tandon agar tidak berada di bawah ketinggian 12 m, yaitu dengan mengatur ulang pengisian air ke tandon secara otomatis bila ketinggian air di tandon telah menurun menjadi 12 m, agar tekanan air di pelanggan dapat terpenuhi dengan baik dan air tersuplai dengan baik. Kepuasan pelanggan diharapkan akan meningkatkan jumlah pelanggan, mengingat tingkat pelayanan PDAM Kota Kediri yang masih rendah.

BAB VI  
PENYIMPANAN

6.1. Keseluruhan

- Keseluruhan yang dapat diambil berdasarkan hasil studi ini adalah:
1. Elevasi muka air di tambak berpengaruh terhadap tekanan air di pelatannya. Efektivitas ketiadaan muka air pada tambak menunjukkan perbedaan yang signifikan terhadap tekanan air di pelatannya. Semakin tinggi elevasi muka air di tambak maka tekanan air di tambak yang mempengaruhi tekanan di pelatannya akan semakin tinggi, sebaliknya semakin rendah elevasi muka air di tambak maka tekanan air di tambak yang mempengaruhi tekanan di pelatannya juga akan semakin rendah.
  2. Sistem informasi yang dihasilkan dari data yang dimasukkan ke dalam sistem klasifikasi wilayah berdasarkan lokasi tambak, informasi yang diperoleh dapat digunakan untuk mengetahui wilayah yang dapat dan tidak dapat dimanfaatkan berdasarkan area pemanfaatan pertanian pada.

6.2. Simpulan

Sebagai proksi dari hasil studi yang telah dilakukan dapat diberikan beberapa saran yaitu:

1. PDAI Kota Kediri harus meningkatkan kualitas pelayanan untuk membantu kebutuhan air rumah masyarakat di Kota Kediri terutama di kawasan yang belum dilayani oleh saluran dengan memasang elevasi muka air di tambak agar tidak terjadi perbedaan ketiadaan air. Selain dengan memasang elevasi muka air di tambak telah membantu menjadi 15 m agar tekanan air di pelatannya dapat terpenuhi dengan baik dan air terdapat dengan baik. Kemampuan pelayanan akan meningkatkan jumlah pelanggan, mengurangi angka pelayanan PDAI Kota Kediri yang masih rendah.

2. **Segala hal yang berhubungan dengan operasional dan pelayanan PDAM dapat diarsipkan sampai data-data yang terkecil sekalipun sehingga untuk keperluan studi maupun pengembangan, PDAM Kota Kediri mampu menyediakan data yang dibutuhkan.**
3. **Kajian lanjutan atau penyempurnaan model pada studi ini yaitu sistem distribusi PDAM Kota Kediri khususnya di wilayah pelayanan Kuwak I dapat dilakukan dengan meninjau adanya valve dan komponen lainnya pada jaringan perpipaan dalam sistem distribusi agar model simulasi yang ada benar-benar mewakili kondisi di lapangan.**

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2010. *Teori dan Konsep Sistem Penyaluran Air Minum*. Surabaya: Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Tersedia dalam <http://envirodiary.com/id/docs/ModulTLeste.pdf> [Diakses 2 Maret 2014].
- BPS Kota Kediri. 2013. *Kota Kediri dalam Angka 2013*. Kediri: BPS Kota Kediri.
- DPU Dirjen Cipta Karya. 2002. *Petunjuk Teknis Tata Cara Perancangan Teknik Unit Distribusi dan Pelayanan*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jenderal Cipta Karya.
- Environmental Service Program. *Pelatihan Analisa Jaringan menggunakan software EPANET 2.0 dan Pengenalan Aplikasi perangkat lunak WATERCAD*. <http://www.scribd.com/doc/78275149/Modul-Epa-Wcad>. Diakses pada 23 Februari 2014 pukul 17.36 WIB.
- Gombo, Yasmin. 2012. *Prediksi Tekanan Air Di Daerah Layanan Tandon Betek pada Berbagai Kondisi Air di Tandon*. Skripsi Jurusan Teknik Pengairan. Institut Teknologi Nasional, Malang.
- Hauteas, Dance Hunia. 2009. *Perencanaan Pengembangan Jaringan Dsistribusi Daerah Pelayanan Tandon Tlogomas dengan Menggunakan Program WaterCAD 4.5*. Skripsi Jurusan Teknik Pengairan. Institut Teknologi Nasional, Malang.
- Husen, Sahdin Hi. dan Wahyono Hadi. *Strategi Penurunan Kebocoran Di Sistim Distribusi Air Minum Kota Ternate (Studi Kasus PDAM Kota Ternate)*. Tersedia dalam <http://digilib.its.ac.id/public/ITS-Master-10757-Paper.pdf> [Diakses 2 Maret 2014].
- Joko, Tri. 2010. *Unit Air Baku dalam Sistem Penyediaan Air Minum*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

Lestario, Wahyu. 2005. *Kajian Sistem Jaringan Pipa Air Bersih untuk Daerah Pelayanan Perumahan Sawojajar II Malang*. Skripsi Jurusan Teknik Pengairan. Institut Teknologi Nasional, Malang.

Pau, Fransiskus Saferius Fua. 2009. *Kajian Sistem Jaringan Pipa Distribusi Air Bersih Daerah Kelurahan Sukun Zona Pelayanan Tlogomas Malang*. Skripsi Jurusan Teknik Pengairan. Institut Teknologi Nasional, Malang.

Permatasari, Erdina Indri. 2006. *Sistem Informasi Geografis dalam Mengevaluasi Tekanan Air pada Zona W 1-1 Di Kecamatan Blimbing Kota Malang*. Skripsi Jurusan Teknik Pengairan. Institut Teknologi Nasional, Malang.

PDAM Kota Kediri. 2012. *Corporate Plan PDAM Kota Kediri 2012-2016*. Kediri: PDAM Kota Kediri.

Prahasta, Eddy. 2002. *Konsep-Konsep Dasar Sistem Informasi Geografis*. Bandung: CV. Informatika.

Rey, Yohanis Bili Ubu. 2009. *Perencanaan Pengembangan Jaringan Distribusi Air Bersih Di Desa Noborejo, Desa Randuacir, dan Desa Kumpulrejo Kecamatan Argomulyo Kota Salatiga*. Skripsi Jurusan Teknik Pengairan. Institut Teknologi Nasional, Malang.

Rossman, Lewis A. 2000. *Epanet 2 User Manual*. United States: United States Environmental Protection Agency.

**LAMPIRAN 1**  
**PETA HASIL SIMULASI WATERCAD**

**LAMPIRAN 2**  
**DOKUMENTASI KEGIATAN**



**Kegiatan:**  
Wawancara dan permohonan data  
di PDAM Kota Kediri



**Kegiatan:**  
Wawancara dan permohonan data  
di PDAM Kota Kediri



**Kegiatan:**  
Wawancara dan permohonan data  
di PDAM Kota Kediri



**Kegiatan:**  
Pengukuran tekanan air di pelanggan



Figure 1  
Micrograph of a biological specimen showing a dense, granular structure with a dark, irregular shape on the left side.



Figure 2  
Micrograph of a biological specimen showing a dense, granular structure with a dark, irregular shape on the left side.



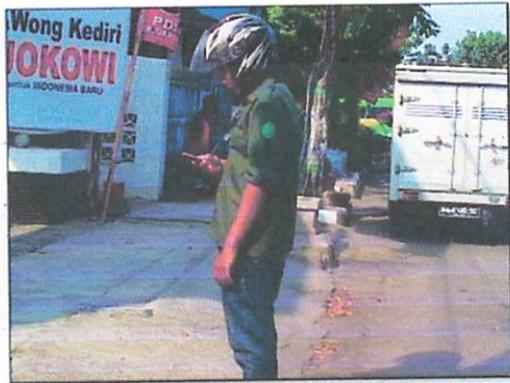
Figure 3  
Micrograph of a biological specimen showing a dense, granular structure with a dark, irregular shape on the left side.



Figure 4  
Micrograph of a biological specimen showing a dense, granular structure with a dark, irregular shape on the left side.



**Kegiatan:**  
Mengukur elevasi muka tanah



**Kegiatan:**  
Mengukur elevasi muka tanah



**Kegiatan:**  
Mengukur elevasi muka tanah



**Kegiatan:**  
Mengecek meteran air pelanggan



**LAMPIRAN 3**  
**LEMBAR ASISTENSI**



LEMBAR ASISTENSI

Nama : Septi Aprina  
NIM : 10.26.008  
Jurusan : Teknik Lingkungan  
Pembimbing : Sudiro, ST. MT.

SKRIPSI

No.	Tanggal	Keterangan	Tanda Tangan
	13 Juni 2014	= Sampolan grafik diperbaiki = Data IV diperbaiki sesuai Instruksi !!	
	19 Juni 2014	- Skema IPAM - Porsen pelayanan - Kebutuhan air - Grafik	
	23 Juni 2014	tingkatkan ke bar IV	
	8 Juni 2014	= Malina & kebutuhan air per org berdasarkan penduduk. - Lihat & kebutuhan air berdasarkan 1). pemukiman ini 2). berdasarkan kegiatan pemukiman	



LEMBAR ASISTENSI

Nama : Septi Aprina  
NIM : 10.26.008  
Jurusan : Teknik Lingkungan  
Pembimbing : Sudiro, ST. MT.

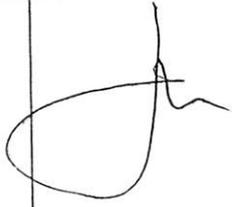
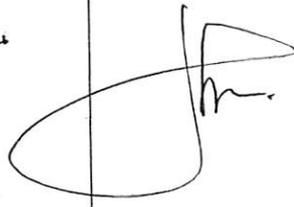
SKRIPSI

No.	Tanggal	Keterangan	Tanda Tangan
	10 Juli 2011	= tentukan supply per node. keadaan pembersihan air Uraian = Proyek air limbah pekerjaannya	
	11 Juli 2011	= interpretasi kondisi = Perhitungan kebutuhan air diperbaiki.	
	12 Juli 2011	=> Dgr pemukiman air pajak node => lakukan interpretasi. kondisi pembersihan Uraian simulasi dan pengaliran.	



### LEMBAR ASISTENSI

Nama : Septi Aprina  
NIM : 1026008  
Jurusan : Teknik Lingkungan  
Pembimbing : Sudiro, ST. MT.

No.	Tanggal	Keterangan	Tanda Tangan
	21 Juli 2014	= analisa & pembalasan diperoleh yg <u>jumlah</u> suh. = kesimpulan -	
	23 Juli 2014	= Kesimpulan setelah itu = Diinformasikan.	



LEMBAR ASISTENSI

Nama : Septi Aprina  
NIM : 10.26.008  
Jurusan : Teknik Lingkungan  
Pembimbing : Dr. Ir. Kustamar, MT.

SKRIPSI

No.	Tanggal	Keterangan	Tanda Tangan
	2/7 '14	<p>→ hari pengaliran tekanan di di fite? penting sebriknya di-evaluasi tekanan "jam" pelaksanaan &amp; itu perlu di-rerak.</p> <p>→ perlu data El. HA &amp; turbon. the mungkin? ⇒ data &amp; jam operasi pompa ⇒ kat &amp; meter vive</p> <p>(pd hari yg sama di pelaksanaan pengaliran tekanan di pelaksanaan) ⇒ lakukan prediksi di Mulya kata Heva di di fite m</p>	



LEMBAR ASISTENSI

Nama : Noval Darma R. Hambajawa

NIM : 10.26.028

Jurusan : Teknik Lingkungan

Pembimbing : Dr. Ir. Kustamar, MT.

SKRIPSI

No.	Tanggal	Keterangan	Tanda Tangan
	7/7 '14	→ EL Aditif In. $\Delta L = \frac{\Delta Vol}{L_{total}}$	
		→ Mula' el. tell. = Waktu penyusutan mula' ely.	6
	7/7 '14	Cek lab. air polusi * ? $\Sigma$ outflow Kemi	6
	8/7 '14	Cakupan si' unlin → budgeting & hasil pengukuran teknis	6



LEMBAR ASISTENSI

Nama : Septi Aprina  
NIM : 10.26.008  
Jurusan : Teknik Lingkungan  
Pembimbing : Dr. Ir. Kustamar, MT.

SKRIPSI

No.	Tanggal	Keterangan	Tanda Tangan
	17/7 '14	<p>1. Kalibrasi - perlu di- lanjutkan dg mengubah nilai HWC hingga hasil pengujian = hasil awal. pada side 4, perlu HWI yg berbeda.</p> <p>2. simulasi dilakukan untuk 4 kondisi MA di-totom.</p> <p>3. Hk. perlu proyek: jurnal pelanggan.</p> <p>4. buat peta lokasi simulasi terbaru</p>	



### LEMBAR ASISTENSI

Nama : Septi Aprina  
NIM : 1026008  
Jurusan : Teknik Lingkungan  
Pembimbing : Dr. Ir. Kustamar, MT.

No.	Tanggal	Keterangan	Tanda Tangan
	18/7'14	hasil kalibrasi & simulasi ok. → buat peta hasil kualifikasi : & soran	
	19/7'14	Siapkan alat selanjutnya	