

**KAJIAN PENGEMBANGAN SISTEM PENYEDIAAN AIR MINUM
PDAM KOTA MALANG DI ZONA PELAYANAN TANDON BETEK
DENGAN KUALITAS AIR SIAP MINUM**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun oleh :

**BAYU WICAKSONO
NIM. 0310643008 - 64**

**DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG
2008**

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN

DAFTAR ISI	i
DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR GAMBAR	vii

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Identifikasi Masalah	2
1.3. Batasan Masalah	2
1.4. Rumusan Masalah.....	3
1.5. Tujuan dan Manfaat.....	3

BAB II KAJIAN PUSTAKA

2.1. Jenis Infrastruktur Air Minum.....	5
2.2. Proses Seleksi Kegiatan dan Pemilihan Infrastruktur.....	5
2.2.1. Peningkatan Sistem Eksisting	5
2.2.2. Pembangunan SPAM Baru	5
2.3. Komponen Infrastruktur	6
2.4. Tingkat Pemakaian Air.....	6
2.5. Indikasi Kebutuhan Rehabilitasi dan Optimalisasi.....	7
2.6. Penentuan Kebutuhan Air.....	10
2.6.1. Perhitungan Jumlah Penduduk.....	10
2.6.2. Perhitungan Kebutuhan Air.....	10
2.7. Instalasi Pengolahan Air MInum.....	11
2.8. Hidraulika Aliran pada Sistem Jaringan Pipa Air Bersih.....	14
2.8.1. Hukum Kontinuitas	14
2.8.2. Hukum Bernoulli.....	15
2.8.3. Kehilangan Tinggi Tekan.....	17
2.8.3.1. Kehilangan Tinggi Mayor (<i>Major Losses</i>).....	18
2.8.3.2. Kehilangan Tinggi Minor (<i>Minor Losses</i>).....	19
2.8.3.3. Kehilangan Tinggi Minor karena belokan pada pipa.....	21
2.8.4. Gradien Hidraulika	22

2.9. Komponen pada Jaringan Distribusi Air Bersih	22
2.9.1. Pipa	22
2.9.1.1. Jenis Pipa	22
2.9.1.2. Sarana Penunjang	25
2.9.2. Pompa	30
2.9.3. Tandon (<i>Water Tank</i>)	32
2.9.4. Titik Simpul	32
2.9.5. Penghubung (Link).....	32
2.10. Persamaan Sistem Jaringan Pipa	33
2.10.1. Sistem Pipa.....	33
2.10.1.1. Pipa Hubungan Seri.....	33
2.10.1.2. Pipa Hubungan Paralel.....	33
2.11. Metode Analisa dalam Jaringan Pipa.....	34
2.11.1. Metode Titik Simpul (<i>Node Method</i>)	35
2.11.2. Metode Jaringan Tertutup.....	36
2.12. Penggunaan Software pada Analisa Sistem Jaringan Distribusi Air Bersih	37
2.12.1. Diskripsi Program WaterCad v 4.5	37
2.12.2. Tahapan – tahapan dalam Penggunaan Program WaterCad v 4.5.....	38
2.12.2.1. Welcome Dialog.....	38
2.12.2.2. Pembuatan Lembar Kerja.....	39
2.12.2.3. Pemodelan Komponen Sistem Jaringan Distribusi Air Baku.....	41
2.12.2.4. Proses Penggambaran Sistem Jaringan Distribusi Air Baku.....	43
2.12.2.5. Perhitungan dan Analisis Sistem Jaringan Distribusi Air Baku.....	44

BAB III METODOLOGI

3.1. Kondisi Daerah Studi.....	46
3.2. Sistem Tandon Betek.....	46
3.3. Pengumpulan Data.....	47
3.4. Pengolahan Data	50

3.4.1.1. Hasil Pengumpulan Data	50
3.4.1.2. Data Produksi Suplai Air	50
3.4.1.3. Data Konsumsi Air Minum	51
3.5.1.1. Data Tekanan Air.....	52
3.5.1.2. Data Kualitas Air	59

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1. Kriteria Design untuk memenuhi syarat Kuantitas.....	63
4.1.1 Contoh Perhitungan	63
4.1.2. Evaluasi Suplai air dan Kapasitas Tandon Betek	64
4.2. Kriteria Design untuk memenuhi Syarat Kontinuitas.....	69
4.3. Kriteria Design untuk memenuhi syarat Kualitas.....	80

BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan	92
5.1. Saran.....	94

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Kebutuhan Air Bersih	6
Tabel 2.2. Nilai Kebutuhan Air Bersih untuk Bangunan Tempat Tinggal	7
Tabel 2.3. Standart Kualitas Air	13
Tabel 2.4. Kekentalan Kinematik Air	18
Tabel 2.5. Koefisien Kekasaran Pipa Hazen - Williams.....	19
Tabel 2.6. Koefisien Kehilangan Tinggi Tekan Berdasarkan Perubahan Bentuk	20
Tabel 2.7. Koefisien Kehilangan Tinggi Tekan Karena Belokan pada Pipa	21
Tabel 2.8. Keuntungan Dan Kerugian Pipa <i>Cast Iron</i>	22
Tabel 2.9. Keuntungan Dan Kerugian Pipa <i>Galvanized Iron</i>	23
Tabel 2.10. Keuntungan Dan Kerugian Pipa PVC	23
Tabel 2.11. Keuntungan Dan Kerugian Pipa Baja.....	24
Tabel 2.12. Keuntungan Dan Kerugian Pipa Beton.....	24
Tabel 2.13. Keuntungan Dan Kerugian Pipa Besi Bentukan.....	24
Tabel 2.14. Keuntungan Dan Kerugian Pipa Semen Asbes.....	25
Tabel 3.1. Jumlah Kelurahan Menurut Kecamatan di Kota Malang	46
Tabel 3.2. Data Rencana Pengambilan Sample Tekanan Air	48
Tabel 3.3. Laporan Debit / Produksi Suplai Air	50
Tabel 3.4. Data Pelayanan Air Tandon Betek.....	52
Tabel 3.5. Tekanan Air Kelurahan Kauman	53
Tabel 3.6. Tekanan Air Kelurahan Bareng	54
Tabel 3.7. Tekanan Air Kelurahan Rampal Celaket.....	55
Tabel 3.8. Tekanan Air Kelurahan Oro – oro Dowo	56
Tabel 3.9. Tekanan Air Kelurahan Klojen.....	57
Tabel 3.10. Tekanan Air Kelurahan Gadingkasri	58
Tabel 3.11. Data Lokasi Pengambilan Sampel Air.....	59
Tabel 4.1. Proyeksi Kebutuhan Air Minum Per Kelurahan di Tandon Betek.....	66
Tabel 4.2. Proyeksi Keb. Air Minum Zona Pelayanan Tandon Betek	67
Tabel 4.3. Hasil Simulasi Titik Simpul Kondisi 2007 (07.00).....	75
Tabel 4.4. Hasil Simulasi Jaringan Pipa Kondisi 2007 (07.00).....	76
Tabel 4.5. Hasil Simulasi Titik Simpul Kondisi 2015 (07.00).....	78
Tabel 4.6. Hasil Simulasi Jaringan Pipa Kondisi 2015 (07.00).....	79

Tabel 4.7. Kualitas Air Sumber Wendit I.....	81
Tabel 4.7.1. Kualitas Air Jln. Batok 11 (Kelurahan Bareng)	83
Tabel 4.7.2. Kualitas Air Jln. Suropati II / 8(Kelurahan Klojen)	83
Tabel 4.7.3. Kualitas Air Jln. A. R. Hakim IV / 1400 (Kelurahan Kauman)	84
Tabel 4.7.4. Kualitas Air Jln. Burangrang (Kelurahan Gadingkasri)	84
Tabel 4.7.5. Kualitas Air Jln. Welirang 22 (Kelurahan Oro – oro Dowo)	85
Tabel 4.7.6. Kualitas Air Jln. Progo 3 (Kelurahan Rampal Celaket)	86
Tabel 4.8. Jumlah BO,Hydrant dan BR.....	87
Tabel 4.8. Lokasi BO/BR/Hydrant di Kel. Rampal Celaket	87
Tabel 4.9. Lokasi BO/BR/Hydrant di Kel. Gadingkasri.....	87
Tabel 4.10. Lokasi BO/BR/Hydrant di Kel. Kauman	87
Tabel 4.11. Lokasi BO/BR/Hydrant di Kel. Oro – oro Dowo.....	87
Tabel 4.12. Lokasi BO/BR/Hydrant di Kel. Klojen	88
Tabel 4.12. Lokasi BO/BR/Hydrant di Kel. Bareng	89
Tabel 4.24. Lokasi Titik Pengambilan Sample Kualitas Air Kel. Kauman.....	89
Tabel 4.25. Lokasi Titik Pengambilan Sample Kualitas Air Kel. Gadingkasri....	90
Tabel 4.26. Lokasi Titik Pengambilan Sample Kualitas Air Kel. Klojen	90
Tabel 4.27. Lokasi Titik Pengambilan Sample Kualitas Air Kel. Rampal Celaket	91
Tabel 4.28. Lokasi Titik Pengambilan Sample Kualitas Air Kel. Oro – oro Dowo	92
Tabel 4.24. Lokasi Titik Pengambilan Sample Kualitas Air Kel. Bareng.....	93
Tabel 5.1. Proyeksi Tambahan Penduduk	93
Tabel 5.2. Rencana Penambahan Pipa Baru Sistem Tandon Betek.....	93

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Optimalisasi Infrastruktur SPAM.....	8
Gambar 2.2.	Rehabilitasi Infrastruktur SPAM.....	9
Gambar 2.3.	Instalasi Pengolahan Air Lengkap.....	12
Gambar 2.4.	Instalasi Pengolahan Air Sebagian.....	13
Gambar 2.5.	Pipa Lurus, Penyempitan Pipa, dan Pembesaran Pipa.....	14
Gambar 2.6.	Pipa Bercabang.....	15
Gambar 2.7.	Diagram Energi pada Dua Tempat.....	16
Gambar 2.8.	Belokan 45 ⁰ dan 90 ⁰	21
Gambar 2.9.	<i>Socket dan Spigot</i>	25
Gambar 2.10.	<i>Flange Joint</i>	25
Gambar 2.11.	<i>Increaser</i>	26
Gambar 2.12.	<i>Reducer</i>	26
Gambar 2.13.	Sambungan T.....	26
Gambar 2.14.	Sambungan Y.....	26
Gambar 2.15.	Belokan 45 ⁰	27
Gambar 2.16.	<i>Pressure Reducing Valve</i>	27
Gambar 2.17.	<i>Pressure Sustaining Valve</i>	27
Gambar 2.18.	<i>Pressure Breaking Valve</i>	28
Gambar 2.19.	<i>Flow Control Valve</i>	28
Gambar 2.20.	<i>Throttle Control Valve</i>	28
Gambar 2.21.	<i>General Purpose Valve</i>	29
Gambar 2.22.	BO.....	29
Gambar 2.23.	BR.....	29
Gambar 2.24.	Water Meter.....	30
Gambar 2.25.	Hydrant.....	30
Gambar 2.26.	Pemasangan Pompa Pararel dan Secara Seri.....	31
Gambar 2.27.	Kurva Head – Kapasitas dari Pompa dan Sistem.....	32
Gambar 2.28.	Water Tank.....	32
Gambar 2.29.	Pipa Hubungan Seri.....	33
Gambar 2.30.	Pipa Hubungan Paralel.....	34
Gambar 2.31.	Skema Jaringan Sederhana.....	35

Gamabr 2.32. Jaringan Tertutup dengan Dua Loop	36
Gambar 2.33. Tampilan <i>Welcome Dialog</i> pada WaterCAD	39
Gambar 2.34. Pemilihan Rumusan pada WaterCAD	40
Gambar 2.35. Pemilihan Model Penggambaran pada WaterCAD	40
Gambar 2.36. Penentuan Prototipe dari Komponen – Komponen Sistem Jaringan Pada WaterCAD	41
Gambar 2.37. Proses Penggambaran Suatu Jaringan dengan WaterCAD.....	44
Gambar 3.1. Distribusi Air Tandon Betek.....	47
Gambar 3.2. Tandon Betek.....	51
Gambar 3.3. Distribusi Air Tandon Betek (eksisiting).....	51
Gambar 3.4. Wilayah Pelayanan Sistem Utama.....	60
Gambar 3.5. Wilayah Pelayanan Sistem Tandon Betek.....	61
Gambar 3.6. Diagram Alir Skripsi.....	62
Gambar 4.1. Rencana Distribusi Air Tandon Betek saat ini.....	68
Gambar 4.2. Rencana Distribusi Air Tandon Betek Tahun 2015.....	68
Gambar 4.3. Grafik Tekanan rata – rata Oro – oro Dowo.....	69
Gambar 4.4. Grafik Tekanan rata – rata Rampal Celaket.....	70
Gambar 4.5. Grafik Tekanan rata – rata Bareng	70
Gambar 4.6. Grafik Tekanan rata – rata Klojen.....	70
Gambar 4.7. Grafik Tekanan rata – rata Kauman.....	71
Gambar 4.8. Grafik Tekanan rata – rata Gadingkasri.....	71
Gambar 4.9. Wilayah Pelayanan Sistem Tandon Betek.....	72
Gambar 4.9.1. Jaringan Pipa Distribusi Sistem Tandon Betek.....	73
Gambar 4.9.2. Jaringan Pipa Distribusi Sistem Tandon Betek Tahun 2007.....	74
Gambar 4.19. Jaringan Pipa Distribusi Sistem Tandon Betek Tahun 2015.....	77

DAFTAR LAMPIRAN

Kontrol Hasil Simulasi Kondisi Eksisting.....	Lampiran 1
Contoh Perhitungan Kondisi Eksisting.....	Lampiran 3
Junction Report.....	Lampiran 4
Tank Report.....	Lampiran 6
Grafik inflow dan Outflow Tank.....	Lampiran 7
Kontrol Hasil Simulasi Kondisi Pengembangan.....	Lampiran 8
Contoh Perhitungan Kondisi Pengembangan	Lampiran 10
Junction Report	Lampiran 11
Tank Report	Lampiran 13
Grafik inflow dan Outflow Tank	Lampiran 14
Peraturan Pemerintah RI No. 16 Tahun 2005.....	Lampiran 15
Contoh perhitungan proyeksi kebutuhan air minum zona pelayanan tandon betek.....	Lampiran 19

DAFTAR LAMPIRAN FOTO

Peta eksisting jaringan air bersih tandon betek.....	Lampiran 1
Peta melintang tandon betek.....	Lampiran 2
Unit redisinfeksi di tandon betek.....	Lampiran 3
Tabung gas chlor di tandon betek	Lampiran 3
Alat ukur sisa chlor di tandon betek	Lampiran 3
Pengambilan sampel dan pemeriksaan kualitas air di rumah pelanggan.....	Lampiran 4
Pemeriksaan kualitas air di LAB. PDAM Kota Malang	Lampiran 4
Alat pengukuran kekeruhan air	Lampiran 4
Tabung sampel air.....	Lampiran 4
Pembuangan endapan kotoran dalam pada setiap hydrant.....	Lampiran 5
Pembuangan endapan kotoran dalam pada setiap BR.....	Lampiran 5
Pembuangan endapan kotoran dalam pada setiap BO.....	Lampiran 5
Residual Chlorine Monitoring pada setiap kel. Pelayanan Tandon Betek.....	Lampiran 5
Alat ukur PH air.....	Lampiran 6
Alat ukur tekanan air.....	Lampiran 6
Sumber Wendit I.....	Lampiran 6
Tandon Betek.....	Lampiran 6

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. (2006). *Petunjuk Teknis Pelaksanaan Prasarana Air Minum Sederhana*: Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Cipta Karya.
- Purjito, Bambang. Ir. *Catatan Perkuliahan*, Malang : Jurusan Pengairan Fakultas Teknik Institut Teknologi Nasional. (Tidak dipublikasikan).
- Haestad Methods. 2001. *User's Guide WaterCad v 4.5 for Windows*. Waterbury CT. USA : Haestad Pres
- Linsley, Ray K. & Joseph B. Franzini . (1996). *Teknik Sumber Daya Air Jilid I dan II, Edisi Ketiga, Terjemahan Ir. Djoko sasongko, M.Sc.*, Jakarta : Erlangga.
- Priyantoro, Dwi. (1991). *Catatan Perkuliahan Hidrolika*, Malang : Jurusan Pengairan Fakultas Teknik Universitas Brawijaya. (Tidak dipublikasikan).
- Anonim. (1995). *Materi Penyehatan Air bagi Petugas Kesehatan Lingkungan Daerah Tingkat II*, Jakarta : Departemen Kesehatan RI Direktorat Jendral PPM dan PUP.
- Anonim. (1984). *Module Standar Kualitas Air*, Jakarta : Directorate of Water Supply.
- Anonim. *Teknik Penyediaan Air Bersih*, Jakarta : Rineka Cipta.
- Anonim. (2006). *PDAM Kota Malang (2006-2015)*. Malang : Perusahaan Daerah Air Minum Malang

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Air merupakan salah satu kebutuhan pokok bagi kehidupan manusia yang dibutuhkan untuk keperluan mandi, masak, mencuci dan minum serta kebutuhan aktifitas lainnya. Di dalam PP No. 16 tahun 2005, tentang Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum disebutkan bahwa pemerintah berkewajiban untuk bisa memenuhi kebutuhan akan air tersebut bagi warga negara Indonesia terlebih di kota besar yang pada akhir – akhir ini sudah dirasakan kesulitan mendapat air yang memenuhi syarat kesehatan.

Sebagaimana diketahui bahwa kerusakan alam yang terjadi pada saat ini, antara lain penebangan hutan, pembuangan limbah pabrik dan limbah rumah tangga langsung ke sungai ditambah dengan kepadatan penduduk akibat urbanisasi yang sulit dibendung sehingga menjadikan pengaturan tata ruang di suatu kota tidak lagi bisa memenuhi kriteria tata ruang yang baik, pada akhirnya berdampak pada menurunnya tingkat kesehatan masyarakat, ditambah lagi sulit mendapatkan air yang bersih.

Untuk penanganan pelayanan air bersih pemerintah daerah telah mendirikan suatu perusahaan daerah yang diberi nama Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM). Selanjutnya sebagaimana PP No.16 tahun 2005 PDAM diberi tugas untuk mengelola dan mengoperasikan sistem penyediaan air minum (SPAM), sedangkan pemerintah pusat bertanggung jawab untuk memenuhi kebutuhan air baku dan pemerintah daerah bertanggung jawab untuk menyediakan jaringan pendistribusian air minum ke seluruh warga masyarakat.

Sistem penyediaan air minum (SPAM) yang dikelola PDAM harus bisa memenuhi standart pelayanan yang dibutuhkan oleh masyarakat pelanggan yang antara lain meliputi persyaratan kualitas, kuantitas dan kontinuitas.

Persyaratan kualitas adalah harus memenuhi kriteria dalam Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 416/MENKES/Per/IX/1990, tanggal 3 September 1990 dan No.907/MENKES/SK/VII/2002, tanggal 29 Juli 2002 yaitu memenuhi syarat fisik, kimia dan mikrobiologi serta siap minum. Sedangkan persyaratan kuantitas harus memenuhi kebutuhan minimal kebutuhan dasar hidup manusia (60 lt/hari/orang), namun pada kenyataannya kebutuhan masyarakat perkotaan berkisar antara 100 – 200 lt/hari/orang. Persyaratan kuantinuitas adalah harus bisa mengalir 24 jam per hari dengan tekanan yang

cukup atau dapat mengalir minimal pada kran kamar mandi rumah lantai satu pada jam puncak pemakaian pagi hari.

Kota Malang sejak pemerintahan Belanda (1915) sudah ada sistem penyediaan air minum yang waktu itu namanya *waterleiding verordening*. Pada tahun 1974 PDAM Kota Malang berdiri dengan Perda No. 11 tahun 1974 yang saat ini sudah mampu memberikan pelayanan kepada masyarakat pelanggan sebanyak 65 % dari jumlah penduduk Kota Malang.

Dalam operasional sistem penyediaan air minum (SPAM) belum seluruhnya memenuhi apa yang diharapkan oleh PP No.16 tahun 2005 sehingga di masa – masa mendatang masih diperlukan penyempurnaan sistem penyediaan air minum (SPAM), salah satu yang akan ditangani adalah pembentukan zona pelayanan tandon Betek untuk 10.000 pelanggan dengan pelayanan prima atau lebih dikenal dengan istilah ZAMP (Zona Air Minum Prima).

1.2. Identifikasi Masalah

Sistem penyediaan air minum (SPAM) di zona pelayanan tandon Betek belum memenuhi kriteria perencanaan yang bertumpu pada kebutuhan pelanggan, sehingga belum juga memenuhi ketentuan dalam PP No.16 tahun 2005 karena masih ada beberapa permasalahan antara lain :

1. Kualitas air belum siap minum
2. Aliran air kurang dari 24 jam/hari
3. Tekanan air sangat berfluktuasi di mana pada malam hari terlalu tinggi dan pada siang hari terlalu rendah bahkan bisa minus
4. Ada beberapa pelanggan yang masih belum mendapatkan jumlah air yang cukup sehingga masih perlu mengoperasikan pompa sumur rumah tangga miliknya
5. Masih sering terjadi gangguan air tidak mengalir yang perbaikannya memerlukan waktu relatif lama.

1.3. Batasan Masalah

Studi ini dititikberatkan pada perencanaan pengembangan sistem penyediaan air minum dengan mengambil batasan - batasan seperti berikut :

1. Keandalan sistem penyediaan air minum ini dikontrol dengan analisa hidrolis sistem jaringan pipa utama distribusi air .

2. Dengan menggunakan asumsi yang saat ini berlaku di PDAM Kota Malang diantaranya :
 - Konsumsi rata – rata pelanggan = 30 m³/bulan/rumah
 - Kehilangan air = 30 % dari total produksi
 - Tekanan minimal pada jam puncak pagi hari = 0,5kg/cm²
3. Pendekatan yang dipakai untuk simulasi hidraulika aliran dengan kondisi tidak permanen dan durasi perubahan kondisi kebutuhan selama 24 jam dengan interval 1 jam dengan dibantu paket program *WaterCad v 4.5*.

1.4. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas, maka permasalahan dalam kajian ini dapat dirumuskan sebagai berikut :

1. Bagaimanakah kondisi kuantitas di daerah pelayanan sistem jaringan pipa distribusi air minum pada kondisi eksisting tahun 2007 dan pengembangan tahun 2015 ?
2. Bagaimanakah kondisi tekanan hidrolis di daerah pelayanan sistem jaringan pipa distribusi air minum pada kondisi eksisting tahun 2007 dan pengembangan tahun 2015 di tinjau dari segi sifat kontinuitasnya?
3. Bagaimanakah kondisi kualitas air minum di daerah pelayanan sistem jaringan pipa distribusi air minum pada kondisi eksisting 2007 ?

1.5. Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari diadakannya studi ini adalah merencanakan pengembangan sistem jaringan distribusi air minum di Kota Malang ditinjau dari segi hidraulika dan sistem operasinya dengan menggunakan penerapan permodelan simulasi kondisi tidak permanen, sehingga nantinya kebutuhan air bersih sampai tahun 2015 dapat diantisipasi pemenuhannya secara optimal sesuai dengan perkembangan jumlah penduduk di Kota Malang. Sekaligus sebagai upaya penerapan PP Nomor 16 tahun 2005 dimana air yang didistribusikan oleh PDAM kepada masyarakat pada tahun 2008 harus berkualifikasi air minum.

Manfaat dari studi ini adalah memberikan masukan atau informasi kepada Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Kota Malang dalam upaya memenuhi dan meningkatkan pelayanan penyediaan air minum di Kota Malang, khususnya dalam perencanaan sistem penyediaan air minum dengan kebutuhan yang bervariasi sepanjang

waktu. Studi juga menambah wawasan dan ilmu pengetahuan dalam perencanaan sistem jaringan distribusi air di daerah perkotaan.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1. Jenis Infrastruktur Air Minum

Jenis infrastruktur yang termasuk bidang infrastruktur air minum sederhana meliputi :

1. Perlindungan Mata Air (PMA)
2. Sumur Air Tanah Sedang/Dalam (SATS/D)
3. Instalasi Pengolahan Air Sederhana (IPAS)
4. Penampung Air Hujan (PAH)
5. Solusi teknis lain yang pemilihannya disesuaikan dengan kondisi daerah, diantaranya adalah :

- Sumur Gali (SG)
- Sumur Pompa Tangan (SPT)
- Paket Instalasi Pengolahan Air (IPA)
- Pompa Hidram
- Destilator Surya Atap Kaca (DSAK)

Pemilihan infrastruktur tersebut di atas didasarkan pada pertimbangan bahwa teknologi yang diterapkan sesuai dengan karakteristik dan sumber daya yang ada di daerah perencanaan tanpa mengurangi kualitas dan kuantitas pelayanan air minum yang direncanakan.

2.2. Proses Seleksi Kegiatan dan Pemilihan Infrastruktur

Dalam mempersiapkan usulan kegiatan, perlu dilihat apa sudah ada pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) atau belum. Bila belum ada SPAM, maka dilanjutkan proses pemilihan infrastruktur untuk pembangunan baru. Bila sudah ada SPAM, maka dilakukan pengkajian sistem yang sudah ada (eksisting).

2.2.1. Peningkatan Sistem Eksisting

Peningkatan SPAM eksisting dilakukan melalui rehabilitasi maupun optimalisasi, tergantung pada kebutuhan SPAM yang ada tersebut.

2.2.2. Pembangunan SPAM Baru

Jenis infrastruktur yang tepat untuk suatu wilayah rencana pelayanan ditentukan dengan mempertimbangkan parameter – parameter sebagai berikut :

- Jenis sumber air baku, termasuk kualitas dan kuantitasnya
- Kondisi topografi

2.3. Komponen Infrastruktur

Secara prinsip, setiap infrastruktur yang akan digunakan mempunyai komponen – komponen pembentuk sistem penyediaan air minum secara lengkap yang terdiri dari :

- Unit bangunan pengambilan air baku
- Unit pengolahan fisik/kimia
- Unit Penampungan (Reservoir)
- Unit perpipaan (transmisi dan distribusi)
- Unit pemanfaatan (hidran umum dan sambungan ke rumah tangga)
- Unit pendukung lainnya (perpompaan dan sumber daya listrik)

2.4. Tingkat Pemakaian Air

Tingkat pemakaian air bersih secara umum ditentukan berdasarkan kebutuhan manusia untuk kehidupan sehari – hari. Menurut bank dunia, kebutuhan manusia akan air dimulai dengan kebutuhan untuk air minum sampai pada kebutuhan untuk sanitasi. Seperti yang ada pada tabel 2.1.

Tabel 2.1. Kebutuhan Air bersih

Tingkat Kebutuhan	Kebutuhan Air Bersih (l/orang/hari)	Keterangan
I	10	Minum
II	20	Masak
III	30	Mandi
IV	40	Cuci pakaian
V	50	Pembersihan rumah
VI	60	Kebutuhan rumah tangga lainnya
VII	70	Kebutuhan untuk sanitasi

Sumber : Petunjuk Teknis Pelaksanaan Prasarana Air Minum Sederhana, Ditjen Cipta Karya

Sedangkan untuk kebutuhan air bersih yang dikonsumsi setiap orang dalam setiap hari dapat dikategorikan berdasarkan tempat tinggalnya, seperti tercantum pada tabel 2.2.

Tabel 2.2. Nilai Kebutuhan Air Bersih untuk Bangunan Tempat Tinggal

Kategori Kota	Keterangan	Jumlah Penduduk	Kebutuhan Air Minum (l/org/hari)
Kategori I	Kota Metropolitan	> 1.000.000	190
Kategori II	Kota Besar	500.000 s.d 1.000.000	170
Kategori III	Kota Sedang	100.000 s.d 500.000	150
Kategori IV	Kota Kecil	20.000 s.d 100.000	130
Kategori V	Desa	10.000 s.d 20.000	100
Kategori VI	Desa Kecil	3.000 s.d 10.000	60

Sumber : Pedoman Kebijakan Program pembangunan Prasarana Kota Terpadu (P3KT) Repelita V, Ditjen Cipta Karya

2.5. Indikasi Kebutuhan Rehabilitasi dan Optimalisasi

Rehabilitasi infrastruktur Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) dilakukan pada keseluruhan maupun sebagian sistem, antara lain pada unit pengambilan air baku, unit transmisi, unit produksi, maupun unit distribusi. Kegiatan rehabilitasi dilaksanakan apabila terdapat kerusakan atau ketidaksesuaian pada keseluruhan maupun sebagian infrastruktur SPAM tersebut.

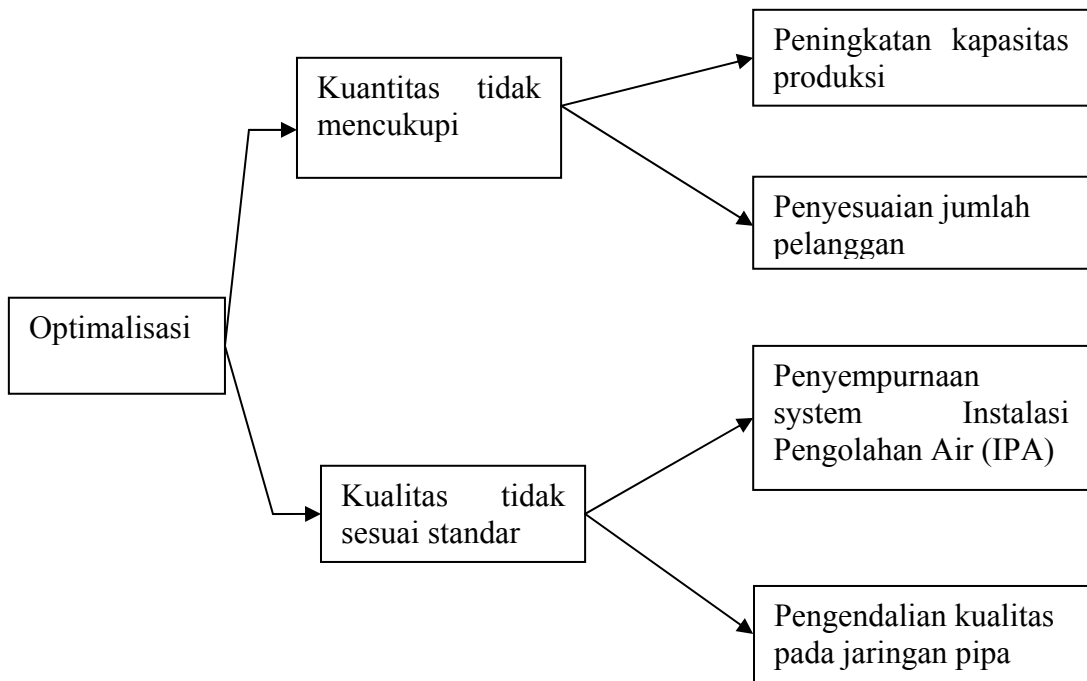
Indikasi pelaksanaan rehabilitasi antara lain :

- Air baku tidak mengalir atau kuantitas air baku yang akan diolah pada unit produksi menurun akibat kerusakan pada unit bangunan pengambilan air baku
- Kualitas air yang dihasilkan tidak sesuai dengan standar akibat kerusakan pada unit pengolahan
- Kebocoran pipa transmisi dan pipa distribusi
- Kerusakan pada sistem transmisi dan distribusi
- Kerusakan sistem elektrial dan mekanikal

Optimalisasi infrastruktur SPAM merupakan upaya peningkatan kuantitas dan kualitas penyediaan air minum. Indikasi pelaksanaan optimalisasi antara lain :

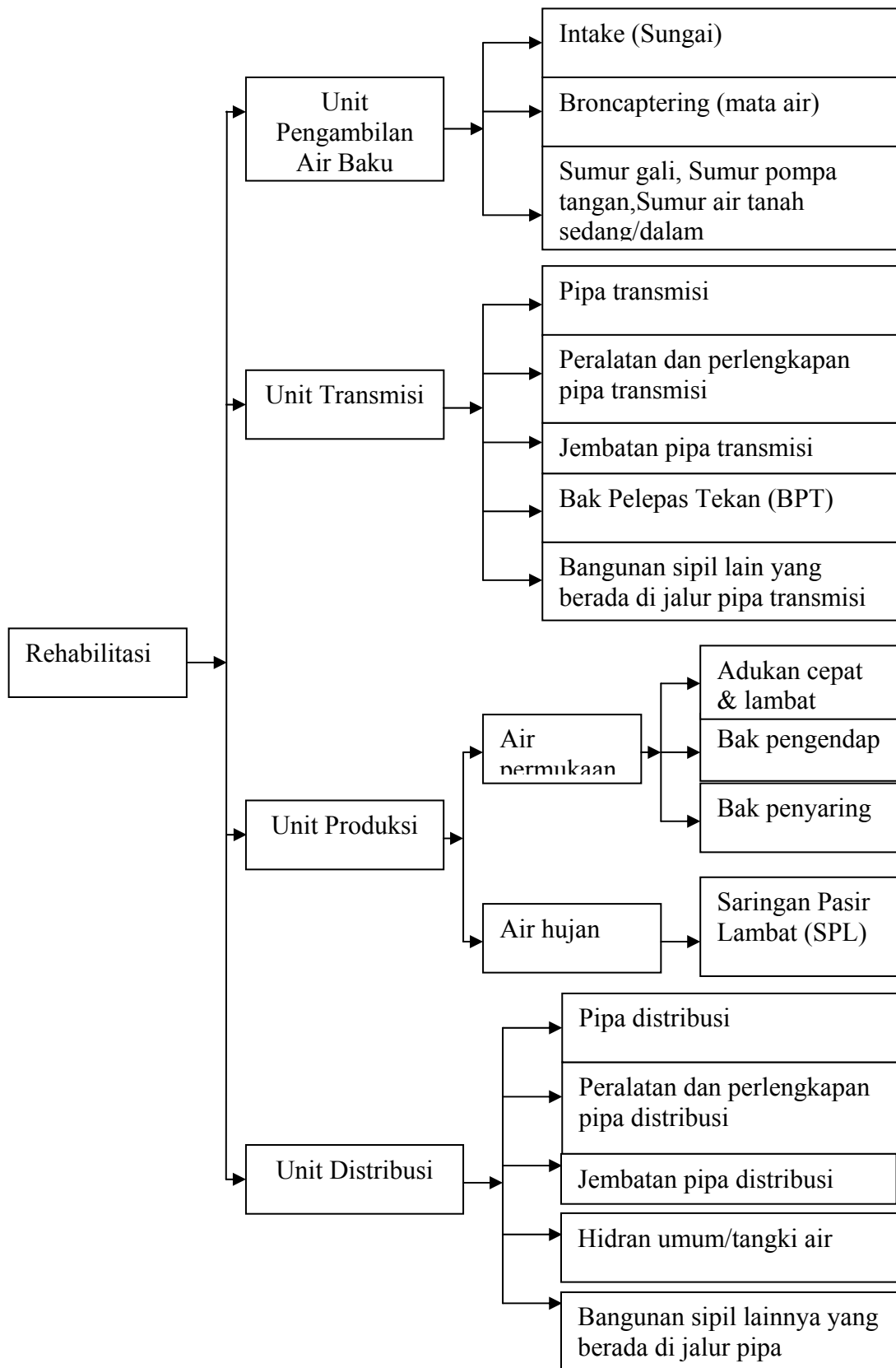
- Kuantitas air sudah tidak mencukupi kebutuhan penduduk
- Kualitas air belum memenuhi standar kualitas air minum karena tidak sempurnanya proses fisik dan kimia pada unit produksi

Rehabilitasi dan optimalisasi infrastruktur SPAM dapat dijelaskan pada gambar 2.1 dan 2.2



Gambar 2.1. Optimalisasi Infrastruktur SPAM

Sumber : Petunjuk Teknis Pelaksanaan Prasarana Air Minum Sederhana, Ditjen Cipta Karya



Gambar 2.2 Rehabilitasi Infrastruktur SPAM

Sumber : Petunjuk Teknis Pelaksanaan Prasarana Air Minum Sederhana, Ditjen Cipta Karya

2.6. Penentuan Kebutuhan Air

Kebutuhan air minum yang diperlukan untuk suatu daerah pelayanan ditentukan berdasarkan 2 (dua) parameter, yaitu :

1. Jumlah penduduk
2. Tingkat konsumsi air

2.6.1. Perhitungan Jumlah Penduduk

Penentuan jumlah dan kepadatan penduduk dipakai untuk menentukan daerah pelayanan dengan perhitungan sebagai berikut :

1. Cari data jumlah penduduk saat ini di daerah pelayanan sebagai tahun awal perencanaan
2. Tentukan nilai pertumbuhan penduduk per tahun
3. Hitung pertambahan jumlah penduduk sampai akhir tahun perencanaan, misal 5 tahun, dengan menggunakan salah satu metode proyeksi, diantaranya metode geometrik seperti persamaan di bawah berikut ini :

$$P = P_0 (1 + r)^n$$

dengan pengertian :

- P = jumlah penduduk sampai akhir tahun perencanaan (jiwa)
P₀ = jumlah penduduk pada awal tahun perencanaan (jiwa)
r = tingkat pertambahan penduduk per tahun (%)
n = umur perencanaan (tahun)

2.6.2. Perhitungan Kebutuhan Air

Kebutuhan air total dihitung berdasarkan jumlah pemakai air yang telah diproyeksi untuk 5 – 10 tahun mendatang dan kebutuhan rata – rata setiap pemakai setelah ditambahkan 20% - 30% sebagai faktor kehilangan air (kebocoran). Kebutuhan total ini dipakai untuk mengetahui apakah sumber air yang dipilih dapat digunakan. Kebutuhan air ditentukan dengan perhitungan sebagai berikut :

1. Hitung kebutuhan air dengan persamaan sebagai berikut :

$$Q_{md} = P \times q \times f_{md}$$

dengan pengertian :

- Q_{md} = kebutuhan air (liter/hari)
q = konsumsi air per orang per hari (liter/orang/hari)
P = jumlah jiwa yang akan dilayani sesuai tahun perencanaan (jiwa)
f_{md} = faktor maksimum (1,05 – 1,15)

2. Hitung kebutuhan air total dengan persamaan :

$$Q_t = Q_{md} \times 100 / (80 \text{ s/d } 70)$$

dengan pengertian :

Q_{md} = kebutuhan air (liter/hari)

Q_t = kebutuhan air total dengan faktor kehilangan air 20% s/d 30% (liter/hari)

3. Bandingkan dengan debit sumber air baku apakah mencukupi kebutuhan ini. Jika tidak mencukupi cari alternatif sumber air baku lain.

2.7. Analisa Peningkatan Kualitas Air Bersih Menjadi Kualitas Air Siap Minum

2.7.1. Instalasi Pengolahan Air Minum

Sistem pengolahan air minum berfungsi untuk merubah kualitas air yang semula tidak memenuhi syarat kesehatan menjadi air yang memenuhi syarat kesehatan, sehingga aman untuk dikonsumsi manusia. Syarat kesehatan sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 416/MENKES/PER/IX/1990 tanggal 3 September 1990 dan No. 907/MENKES/SK/VII/2002, tanggal 29 Juli 2002 yang boleh dikonsumsi manusia harus memenuhi persyaratan fisik, kimia, dan mikrobiologi dengan kadar parameter tertentu. Menurut kualitasnya air dapat digolongkan sebagai :

1. Air baku

Air yang ada di alam (air tanah, air permukaan, air hujan) yang kualitasnya mungkin belum memenuhi standart kesehatan.

2. Air bersih

Air yang biasa dipergunakan untuk keperluan rumah tangga yang kualitasnya hampir memenuhi syarat kesehatan dan apabila diminum harus dimasak terlebih dahulu.

3. Air minum

Air bersih yang kualitasnya sudah memenuhi syarat kesehatan dan langsung dapat diminum tanpa harus dimasak terlebih dahulu.

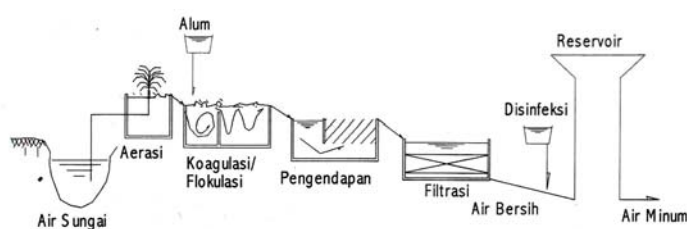
Model Instalasi Pengolahan Air (IPA), sangat tergantung dari kualitas air baku yang akan diolah, bisa berbentuk pengolahan lengkap apabila air bakunya air sungai dan bisa berbentuk pengolahan sebagian apabila air bakunya mata air. Tahapan – tahapan IPA adalah sebagai berikut :

1. Aerasi, merupakan proses pengolahan dimana air diberi kesempatan untuk bersinggungan sebanyak – banyaknya dengan udara sekitar dengan tujuan untuk :

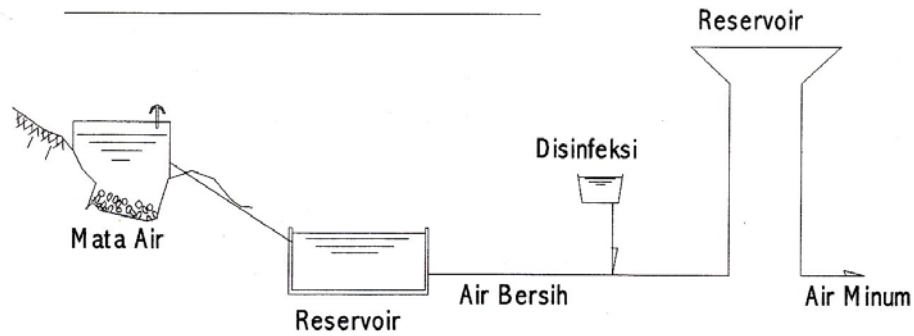
- Menaikan kandungan oksigen

- Menurunkan kandungan CO₂, Fe, H₂S, dll
 - Menghilangkan bau, rasa dan zat – zat yang mudah menguap
2. Koagulasi/flokulasi, merupakan proses dimana zat padat yang melayang dibadan air (koloid) dibentuk menjadi flok – flok sehingga berat jenisnya bertambah untuk dapat mengendap. Pembentukan flok – flok ini akibat pencampuran bahan kimia tertentu misalnya yang umum digunakan adalah tawas dengan dosis yang tepat melalui pengadukan mekanis.
 3. Pengendapan, merupakan proses dimana bentukan flok – flok yang dihasilkan dari proses sebelumnya diendapkan pada bak pengendapan yang selanjutnya dibuang. Air yang keluar dari proses ini akan nampak jernih dari pada sebelumnya.
 4. Penyaringan, merupakan proses lanjutan dimana flok – flok yang belum mengendap pada proses pengendapan akan dapat ditahan pada proses penyaringan ini, sehingga air yang keluar dari saringan ini benar – benar sudah jernih dan sudah dapat dinamakan air bersih. Sebagai media penyaring biasanya dibuat dari pasir atau kerikil halus
 5. Disinfeksi, merupakan proses akhir dimana air bersih yang akan dikonsumsi ke pelanggan harus bebas dari bakteri / virus yang mengganggu kesehatan. Proses disinfeksi ini adalah bertujuan untuk membunuh bakteri / virus yang masih terdapat pada air bersih ini. Adapun yang termasuk macam proses disinfeksi adalah sebagai berikut :
 - Pembubuhan gas chlor
 - Pembubuhan kaporit
 - Ozonisasi
 - Penyinaran ultra violet
 - Memasak hingga mendidih

Proses pembubuhan gas Chlor menggunakan peralatan Chlonator yang pengaturan dosisnya bisa diatur konstan.



Gambar 2.3. Instalasi Pengolahan Air Lengkap



Gambar 2.4. Instalasi Pengolahan Air Sebagian

Sumber : PDAM Kota Malang

Tabel 2.3. Tabel Standart Kualitas Air

No	Parameter	Satuan	Standart Kualitas Air Minum (Permenkes RI)	Standart Kualitas Air Bersih (Permenkes RI)
I	FISIKA			
1	Bau		Tidak berbau	Tidak berbau
2	Jumlah Zat Padat Terlarut (TDS)	Mg/lit Skala	1000	1500
3	Kekeruhan	NTU	5	25
4	Rasa		Tidak berasa	Tidak berasa
5	Suhu	Celcius Skala	Udara ± 3	Udara ± 3
6	Warna	TCU	15	50
II	Kimia			
A	Kimia Organik			
1	Air Raksa * (Hg)	Mg/lit	0,001	0,001
2	Alumunium (Al)	Mg/lit	0,2	-
3	Arsen * (As)	Mg/lit	0,05	0,05
4	Barium (Ba)	Mg/lit	1	-
5	Besi (Fe)	Mg/lit	0,3	1
6	Fluorida (F)	Mg/lit	1,5	1,5
7	Kadmium *(Cd)	Mg/lit	0,005	0,005
8	Kesadahan sebagai CaCO ₃	Mg/lit	500	500
9	Khlorida (Cl)	Mg/lit	250	600
10	Kromium, Valensi 6 * (Cr)	Mg/lit	0,05	0,05
11	Mangan (Mn)	Mg/lit	0,1	0,5
12	Natrium (Na)	Mg/lit	200	-
13	Nitrat sebagai NO ₃	Mg/lit	10	10
14	Nitrat sebagai NO ₂	Mg/lit	1	1
15	Perak * (Ag)		0,05	-
16	PH		6,5 - 8,5	6,5 - 9,0

No	Parameter	Satuan	Standart Kualitas Air Minum (Permenkes RI)	Standart Kualitas Air Bersih (Permenkes RI)
17	Selenium * (Se)	Mg/l	0,01	0,01
18	Seng (Zn)	Mg/l	5	15
19	Sianida * (Cn)	Mg/l	0,1	0,1
20	Sulfat (SO ₄)	Mg/l	400	400
21	Sulfida (H ₂ S)	Mg/l	0,05	-
22	Tembaga (Cu)	Mg/l	1	-
23	Timbal * (Pb)	Mg/l	0,05	0,05
24	Sisa Klor	Mg/l	0,20 - 0,50	-
B	Kimia Organik			
1	Zat Organik (KMnO ₄)	Mg/l	10	10
2	Detergent	Mg/l	0,05	0,5
III	Mikrobiologi			
1	Koliform Tinja	Per 100 ml	0	-
2	Total Koliform	Per 100 ml	0	10

Ket : * : zat mengandung racun

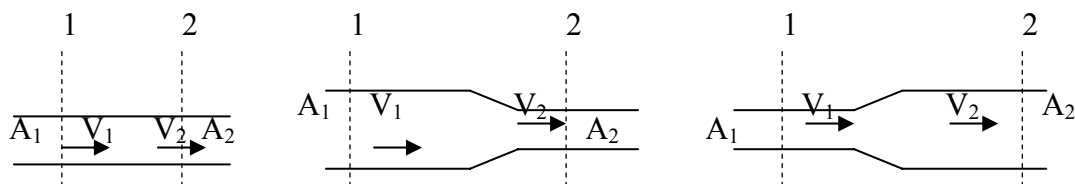
- : tidak diperiksa

Sumber : PDAM Kota Malang

2.8. Hidraulika Aliran pada Sistem Jaringan Pipa Air Bersih

2.8.1. Hukum Kontinuitas

Air yang mengalir dalam suatu pipa secara terus menerus yang mempunyai luas penampang $A \text{ m}^2$ dan kecepatan $v \text{ m/det}$ akan memiliki debit yang sama pada setiap penampangnya. Dalam persamaan Hukum Kontinuitas dinyatakan bahwa debit yang masuk ke dalam pipa sama dengan debit yang keluar, seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.5.



Gambar 2.5. Pipa Lurus, Penyempitan Pipa dan Pembesaran Pipa

Hubungan antara Hukum Kontinuitas dengan ketiga bagan pada gambar 2.5 dapat ditunjukkan dengan dua persamaan berikut (Priyantoro, 1991 : 8) :

$$Q_{\text{masuk}} = Q_{\text{keluar}} \quad (2 - 4)$$

$$A_1 \cdot V_1 = A_2 \cdot V_2 \quad (2 - 5)$$

dengan : Q = debit yang mengalir ($m^3/detik$)

A = luas penampang (m^2)

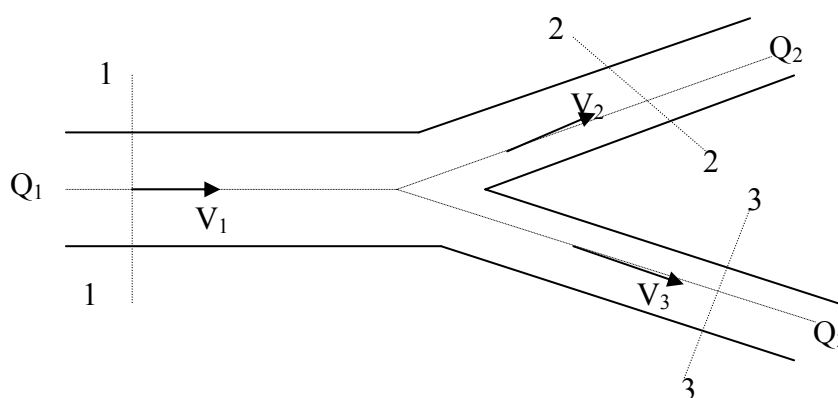
V = kecepatan ($m/detik$)

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

$$Q_1 = Q_2 + Q_3 \quad (2-6)$$

$$A_1 \cdot V_1 = A_2 \cdot V_2 + A_3 \cdot V_3 \quad (2-7)$$

Hukum Kontinuitas pada pipa bercabang seperti diperlihatkan pada gambar 2.6.



Gambar 2.6. Pipa Bercabang

Sumber : Linsley, 1996 : 276

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

2.8.2 Hukum Bernoulli

Air di dalam pipa selalu mengalir dari tempat yang memiliki tinggi energi lebih besar menuju tempat yang memiliki tinggi energi lebih kecil. Aliran tersebut memiliki tiga macam energi yang bekerja di dalamnya, yaitu (Priyantoro, 2001:5) :

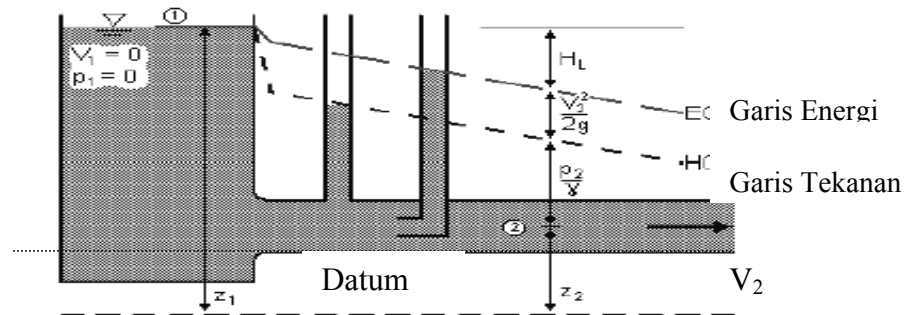
1. Energi kinetik, yaitu energi yang ada pada partikel massa air sehubungan dengan kecepatannya.
2. Energi tekanan, yaitu energi yang ada pada partikel massa air sehubungan dengan tekanannya.
3. Energi ketinggian, yaitu energi yang ada pada partikel massa air sehubungan dengan ketinggiannya terhadap garis referensi (*datum line*).

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

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

$$E_{\text{Tot}} = h + \frac{V^2}{2g} + \frac{p}{\gamma_w}$$

Menurut teori kekekalan energi dari hukum Bernoulli yakni apabila tidak ada energi yang lolos atau diterima antara dua titik dalam satu sistem tertutup, maka energi totalnya tetap konstan. Hal tersebut dapat dijelaskan pada gambar 2.7 di bawah :



Gambar 2.7. Diagram Energi Pada Dua Tempat

Sumber : Haestad, 2001

Adapun persamaan Bernoulli dalam gambar diatas dapat ditulis sebagai berikut (Haestad, 2001)

$$z_1 + \frac{p_1}{\gamma_w} + \frac{V_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\gamma_w} + \frac{V_2^2}{2g} + H_L$$

dimana:

$$\frac{p_1}{\gamma_w}, \frac{p_2}{\gamma_w} = \text{tinggi tekan di titik 1 dan 2 (m)}$$

$$\frac{V_1^2}{2g}, \frac{V_2^2}{2g} = \text{tinggi energi di titik 1 dan 2 (m)}$$

$$p_1, p_2 = \text{tekanan di titik 1 dan 2 (kg/m}^2\text{)}$$

$$\gamma_w = \text{berat jenis air (kg/m}^3\text{)}$$

$$V_1, V_2 = \text{kecepatan aliran di titik 1 dan 2 (m/det)}$$

$$g = \text{percepatan gravitasi (m/det}^2\text{)}$$

$$z_1, z_2 = \text{tinggi elevasi di titik 1 dan 2 dari garis yang ditinjau (m)}$$

$$H_L = \text{kehilangan tinggi tekan dalam pipa (m)}$$

Pada gambar 2.7 tampak garis yang menunjukkan besarnya tekanan air pada penampang tinjauan. Garis tekanan ini pada umumnya disebut garis gradien hidrolis atau garis kemiringan hidrolis. Jarak vertikal antara pipa dengan garis gradien hidrolis menunjukkan tekanan yang terjadi dalam pipa. Pada gambar juga tampak adanya perbedaan ketinggian antara titik 1 dan 2 merupakan kehilangan energi (*head loss*) yang terjadi sepanjang antara penampang 1 dan 2.

2.8.3. Kehilangan Tinggi Tekan (*Head loss*)

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

Dalam merencanakan sistem jaringan distribusi air baku, aliran dalam pipa harus berada pada kondisi aliran turbulen. Untuk mengetahui kondisi aliran dalam pipa turbulen atau tidak, dapat dihitung dengan identifikasi bilangan *Reynold* menggunakan persamaan berikut (Triatmodjo, 1996:5) :

$$Re = \frac{D.V}{\nu}$$

dimana:

- Re = Bilangan *Reynold*
- D = diameter pipa (m)
- V = kecepatan rerata (m/det)
- ν = kekentalan kinematik (m^2/det) (Tabel 2.3)

Dari perhitungan bilangan *Reynold*, maka sifat aliran di dalam pipa dapat diketahui dengan kriteria sebagai berikut (Triatmodjo II, 1993:4) :

- $Re < 2000$ → aliran bersifat laminer
- $Re = 2000 - 4000$ → aliran bersifat transisi
- $Re > 4000$ → aliran bersifat turbulen

Tabel 2.4. Kekentalan Kinematik Air

Suhu (°C)	Kekentalan Kinematik (m ² /det)	Suhu (°C)	Kekentalan Kinematik (m ² /det)
0	1,785 . 10 ⁻⁶	40	0,658 . 10 ⁻⁶
5	1,519 . 10 ⁻⁶	50	0,553 . 10 ⁻⁶
10	1,306 . 10 ⁻⁶	60	0,474 . 10 ⁻⁶
15	1,139 . 10 ⁻⁶	70	0,413 . 10 ⁻⁶
20	1,003 . 10 ⁻⁶	80	0,364 . 10 ⁻⁶
25	0,893 . 10 ⁻⁶	90	0,326 . 10 ⁻⁶
30	0,800 . 10 ⁻⁶	100	0,294 . 10 ⁻⁶

Sumber : Priyantoro, 2001

2.8.3.1. Kehilangan Tinggi Mayor (*Major Losses*)

Tegangan geser yang terjadi pada dinding pipa merupakan penyebab utama menurunnya garis energi pada suatu aliran (*major losses*) selain bergantung juga pada jenis pipa. Ada beberapa teori dan formula untuk menghitung besarnya kehilangan tinggi tekan mayor ini yaitu dari *Hazen-Williams*, *Darcy-Weisbach*, *Manning*, *Chezy*, *Colebrook-White* dan *Swamme-Jain*. Adapun besarnya kehilangan tinggi tekan mayor dalam kajian ini dihitung dengan persamaan *Hazen-Williams* (Webber, 1971:121) :

$$Q = 0.354 \cdot C_{hw} \cdot A \cdot R^{0.63} \cdot S^{0.54}$$

$$V = 0.354 \cdot C_{hw} \cdot R^{0.63} \cdot S^{0.54}$$

$$HL^{0.54} = \frac{2.82}{C} \cdot X \frac{L^{0.54} \cdot V}{D^{0.63}}$$

dengan :

V = kecepatan aliran pada pipa (m/det)

C_{hw} = koefisien kekasaran pipa *Hazen-Williams* (Tabel 2.5)

A = luas penampang aliran (m²)

Q = debit aliran pada pipa (m³/det)

L = panjang pipa (m)

S = kemiringan hidraulis

R = jari-jari hidrolis (m)

HL = kehilangan tekanan (m/km)

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

Dari persamaan Q = V.A, maka didapatkan persamaan kehilangan tinggi tekan mayor menurut *Hazen-Williams* sebesar (Webber, 1971:121) :

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

dimana :

$$k = \frac{10,675 \cdot L}{C_{hw}^{1,85} \cdot D^{4,87}}$$

dengan :

h_f = kehilangan tinggi tekan mayor (m)

k = koefisien karakteristik pipa

D = diameter pipa (mm)

L = panjang pipa (m)

C_{hw} = koefisien kekasaran pipa *Hazen-Williams* (Tabel 2.5)

Q = debit aliran pada pipa (m³/det)

Tabel 2.5. Koefisien Kekasaran Pipa *Hazen-Williams* (C_{hw})

No	Jenis Pipa	Nilai Koefisien <i>Hazen-Williams</i> (C_{hw})
1	PVC	140-150
2	Pipa Asbes	120-150
3	Pipa Berlapis Semen	100-140
4	Pipa besi digalvani	100-120
5	Cast Iron	90-125

Sumber : Haestad, 2001

2.8.3.2. Kehilangan Tinggi Minor (*Minor Losses*)

Kehilangan energi minor diakibatkan oleh adanya belokan pada pipa sehingga menimbulkan turbulensi. Selain itu juga dikarenakan adanya penyempitan maupun pembesaran penampang secara mendadak. Hal tersebut umumnya dibangkitkan oleh adanya katup dan sambungan pipa atau *fitting* (Haestad, 2001).

Pada pipa-pipa yang panjang, kehilangan minor ini sering diabaikan tanpa kesalahan yang berarti ($L/D \gg 1000$), tetapi dapat menjadi cukup penting pada pipa yang pendek (Priyantoro, 2001:37). Kehilangan minor pada umumnya akan lebih besar bila terjadi perlambatan kecepatan aliran di dalam pipa dibandingkan peningkatan kecepatan akibat adanya pusaran arus yang ditimbulkan oleh pemisahan aliran dari bidang batas pipa (Linsley, 1989:273). Adapun kehilangan tinggi tekan minor dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$h_{Lm} = k \cdot \frac{V^2}{g}$$

dimana:

- h_{Lm} = kehilangan tinggi minor (m)
- V = kecepatan rata-rata dalam pipa (m/det)
- g = percepatan gravitasi (m/det²)
- K = koefisien kehilangan tinggi tekan minor (tabel 2.6)

Besarnya nilai koefisien K sangat beragam, tergantung dari bentuk fisik pengecilan, pembesaran, belokan, dan katup. Namun nilai K ini masih merupakan pendekatan karena dipengaruhi bahan, kehalusan sambungan, dan umur sambungan. Adapun nilai K dapat dilihat pada tabel 2.6 berikut ini

Tabel 2.6. Koefisien Kehilangan Tinggi Tekan Berdasarkan Perubahan Bentuk Pipa (K)

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

Sumber : Haestad, 2001

2.8.3.3. Kehilangan Tinggi Minor karena Belokan pada Pipa

Belokan (*Bend*) digunakan untuk mengubah arah dari lurus dengan sudut perubahan standar yang merupakan sudut dari belokan tersebut. Besar belokan standar adalah 11 1/4°, 22 1/2°, 45° dan 90°. Gambar belokan 45° dan 90° dapat dilihat pada gambar 2.8.



Gambar 2.8. Belokan 45° dan 90°

Sumber : www.edirectory.co.uk dan www.concordeng.com.au

Pada kondisi adanya belokan pada pipa :

$$h_{Lm} = K_L \frac{v^2}{2g}$$

dengan K_L sesuai dengan tabel 2.7. berikut.

Tabel 2.7. Koefisien Kehilangan Tinggi Tekan karena Belokan pada Pipa

Jari-jari Belokan	Sudut Belokan		
	90°	45°	22,45°
Garis Tengah			
1	0,50	0,37	0,25
2	0,30	0,22	0,15
4	0,25	0,19	0,12
6	0,15	0,11	0,08
8	0,15	0,11	0,08

Sumber : Linsley, 1996 : 274

Minor losses dalam perencanaan jaringan pipa air minum bisa diabaikan karena nilainya relatif kecil, yang dapat dielaminir dengan pemilihan diameter pipa yang lebih besar dari hasil perhitungan sesuai dengan diameter standart pabrik.

2.8.4. Gradien Hidraulika

Dari gambar 2.3 terlihat garis tekanan yang menunjukkan besarnya tekanan air pada titik tersebut, yang umumnya disebut Garis Gradien Hidraulika (*HGL/ Hydraulics Gradient Line*). HGL sering dimanfaatkan untuk mengidentifikasi masalah dalam sistem perpipaan (Ditjen Cipta Karya DPU, 1994 : 17), diantaranya adalah :

1. Tekanan terlalu rendah

Pada aliran yang optimum mungkin tekanan air akan mencukupi, tetapi pada aliran maksimum tekanan air yang ada mungkin akan menjadi negatif. Hal ini disebabkan pipa terisi penuh oleh air dan terjadi gesekan atau fraksi yang besar sehingga menyebabkan kehilangan energi tekan semakin besar. Dalam sistem perpipaan tekanan negatif tidak boleh terjadi, maka hal ini dapat diatasi dengan pemompaan, penggantian diameter pipa, atau membuat sistem pipa yang paralel.

2. Tekanan terlalu tinggi

Tekanan tinggi dapat terjadi pada waktu tidak adanya aliran. Maka situasi ini dapat diperbaiki dengan cara pemasangan katup atau pembuatan bak lepas tekan.

2.9. Komponen pada Jaringan Distribusi Air Bersih

2.9.1. Pipa

2.9.1.1. Jenis Pipa

Pada suatu sistem jaringan distribusi air bersih, pipa merupakan komponen yang utama. Dalam pelayanan penyediaan air bersih lebih banyak digunakan pipa bertekanan karena lebih sedikit kemungkinan tercemar dan biayanya lebih murah dibandingkan menggunakan saluran terbuka atau talang. Suatu pipa bertekanan adalah pipa yang dialiri air dalam keadaan penuh (Linsley, 1996 : 280). Pipa yang umumnya dipakai untuk sistem jaringan distribusi air dibuat dari bahan-bahan seperti di bawah ini :

1. Pipa Besi Tuang (*Cast Iron*)

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

Keuntungan dan kerugian dari pipa ini seperti tersaji pada tabel 2.8.

Tabel 2.8. Keuntungan dan Kerugian Pipa *Cast Iron*

Keuntungan	Kerugian
- Pipa cukup murah - Pipa mudah disambung - Pipa tahan karat	- Pipa berat sehingga - biaya pengangkutan mahal

2. Pipa Besi Galvanis (*Galvanized Iron*)

Pipa jenis ini bahannya terbuat dari pipa baja yang dilapisi seng. Umur pipa pendek yaitu antara 7 – 10 tahun. Pipa berlapis seng digunakan secara luas untuk jaringan pelayanan sistem distribusi yang kecil (Linsley, 1996 : 297).

Keuntungan dan kerugian dari pipa ini seperti tersaji pada tabel 2.9.

Tabel 2.9. Keuntungan dan Kerugian Pipa *Galvanized Iron*

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

3. Pipa Plastik (PVC)

Pipa ini lebih dikenal dengan sebutan pipa PVC (*Poly Vinyl Chloride*) dan di pasaran mudah didapat dengan berbagai ukuran. Panjang pipa 4 m atau 6 m dengan ukuran diameter pipa mulai 16 mm hingga 350 mm. Dan umur pipa dapat mencapai 75 tahun (Linsley, 1996 : 301).

Keuntungan dan kerugian dari pipa ini seperti tersaji pada tabel 2.10.

Tabel 2.10. Keuntungan dan kerugian Pipa PVC

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

4. Pipa Baja (*Steel Pipe*)

Pipa ini terbuat dari baja lunak dan mempunyai banyak ragam di pasaran. Pipa baja telah banyak digunakan dengan berbagai ukuran sehingga garis tengahnya sampai lebih dari 6 m. Umur pipa baja yang cukup terlindungi paling sedikit 40 tahun (Linsley, 1996 : 296).

Keuntungan dan kerugian dari pipa ini seperti tersaji pada tabel 2.11.

Tabel 2.11. Keuntungan dan Kerugian Pipa Baja

Keuntungan	Kerugian
- Tersedia dalam berbagai ukuran panjang - Mudah dalam pemasangan dan penyambungan	- Pipa tidak tahan karat - Pipa berat sehingga biaya pengangkutan mahal

5. Pipa Beton (*Concretel Pipe*)

Pipa ini tersedia dalam ukuran garis tengah 750 mm – 3.600 mm, sedangkan panjang standar 3,6 – 7,2 m. Pembuatan berdasarkan pada pesanan khusus. Pipa ini berumur 30 – 50 tahun (Linsley, 1996 : 299).

Keuntungan dan kerugian dari pipa ini seperti tersaji pada tabel 2.12.

Tabel 2.12. Keuntungan dan Kerugian Pipa Beton

Keuntungan	Kerugian
- Bermutu Tinggi - Tidak menggunakan tulangan	- Air Alkali bisa menyebabkan berkarat

6. Pipa Besi Bentukan (*Ductile Iron Pipe*)

Tersedia dalam ukuran 100 mm – 150 mm. *Ducile iron pipe* merupakan produk dari besi tuang yang merupakan campuran dari pasir dan metal. Panjang standar 5,5 m (Linsley, 1996 : 301).

Keuntungan dan kerugian dari pipa ini seperti tersaji pada tabel 2.13.

Tabel 2.13. Keuntungan dan Kerugian Pipa Besi Bentukan

Keuntungan	Kerugian
- Dilapisi campuran semen Sebagai pelindung - Tahan terhadap korosi - Kuat terhadap beban tanah	- Biaya Mahal - Mudah rusak oleh limbah - Berkarat pada air asam

7. Pipa Semen Asbes (*Asbestos Cement Pipe*)

Terbuat dari campuran semen *portland* dan serat asbes. Tersedia dalam ukuran 100 – 1.050 mm (Linsley, 1996 : 301).

Keuntungan dan kerugian dari pipa ini seperti tersaji pada tabel 2.14.

Tabel 2.14. Keuntungan dan Kerugian Pipa Semen Asbes

Keuntungan	Kerugian
<ul style="list-style-type: none">- Umurnya panjang- Dicampuri lapisan semen- Kaku	<ul style="list-style-type: none">- Mudah rusak oleh limbah

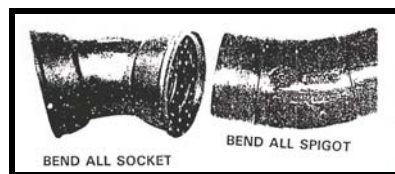
2.9.1.2. Sarana Penunjang

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

1. Sambungan antar pipa

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

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



Gambar 2.9. Socket dan Spigot

Sumber : Diktat Mata Kuliah Penyediaan Air Minum, ITN Malang

- *Flange Joint*

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



Gambar 2.10. Flange Joint

Sumber : www.beritaiptek.com

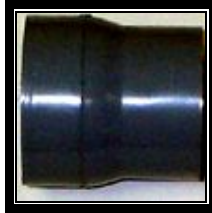
- *Increaser* dan *Reducer*

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



Gambar 2.11. Increaser

Sumber : www.beritaiptek.com



Gambar 2.12. Reducer

Sumber : www.alibaba.com

- Perlengkapan “T”

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



Gambar 2.13. Sambungan T

Sumber : www.minhaipipe-fitting.com

- Perlengkapan “Y”

Digunakan untuk menyambung pipa yang bercabang, misalnya sambungan untuk pipa sekunder yang dipasang pada primer dengan sudut 45° .



Gambar 2.14. Sambungan Y

Sumber : www.chungwing.com

- Belokan (*bend/elbow*)

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



Gambar 2.15. Belokan 45°

Sumber : www.fandisc.com

2. Katup (*valve*)

- PRV (*Pressure Reducin Valve*) atau katup penurun tekanan.

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



Gambar 2.16. Pressure Reducing Valve

Sumber : www.bellgossett.com

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

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



Gambar 2.17. Pressure Sustaining Valve

Sumber : www.aquadevice.com

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

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



Gambar 2.18. *Pressure Breaking Valve*

Sumber : www.sinarmasandhika.com

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

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



Gambar 2.19. *Flow Control Valve*

Sumber : www.proces-controls.com

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

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



Gambar 2.20. *Throttle Control Valve*

Sumber : www.allproducts.com

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

Katup biasa (GPV) dapat digunakan untuk menyatakan sebuah ikatan jika hubungan antara aliran dan kehilangan tinggi dapat disediakan oleh penggunaan, sebagai pengganti dari salah satu rumus standar hidrolika.



Gambar 2.21. *General Purpose Valve*

Sumber : www.snap-tite.com

- Katup Penguras (BO)

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



Gambar 2.22. BO

Sumber : www.akwa.com

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

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



Gambar 2.23. BR

Sumber : www.woojini.com

3. Meter Air

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



Gambar 2.24. Water Meter

Sumber : www.beritaiptek.com

4. Hydrant

Hydrant berfungsi sebagai pengambilan air oleh Dinas Pemadam Kebakaran sebagai pemadam api/kebakaran di tempat yang terdekat dengan letak hydrant tersebut. Sedangkan oleh PDAM hydrant digunakan sebagai pembuang udara sekaligus penguras air.



Gambar 2.25. Hydrant

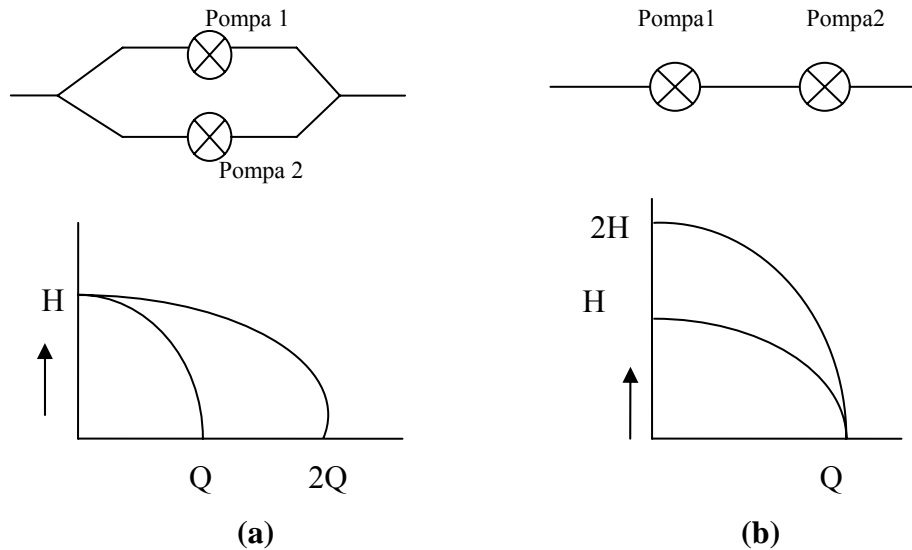
Sumber : www.hardwarestore.com

2.9.2. Pompa

Pompa adalah perangkat yang mengubah tenaga mekanis menjadi tenaga hidrolis (linsley II,1996 :17) penggunaan pompa mampu memberikan tambahan tekanan dalam suatu sistem jaringan distribusi air bersih. Dengan adanya pompa tinggi tekanan yang berkurang dapat dinaikkan kembali sehingga sistem dapat mengalirkan air ketempat pelayanan yang lebih tinggi dan jauh. Sehingga dalam operasinya pompa harus dapat memenuhi tinggi tekan yang dibutuhkan sistem. Apabila sebelum pompa dipasang telah ada aliran, maka pompa dapat digunakan untuk menambah kapasitas debitnya.

Pompa dapat dipasang secara seri atau paralel. Pada pemasangan seri, debit yang dihasilkan sama dengan satu unit pompa saja, namun tinggi tekan menjadi dua kali lipat.

Sedangkan pada pemasangan secara paralel debit yang dihasilkan dua kali lipat, namun tinggi tekannya sama dengan satu unit pompa.

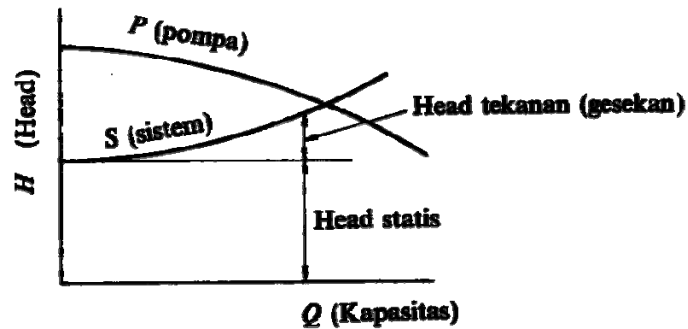


Gambar 2.26. (a) Pemasangan pompa paralel dan (b) secara seri

Sumber: Sularso, 2006 : 94

Dalam hal pemilihan pompa untuk suatu maksud tertentu terlebih dahulu harus diketahui kapasitas aliran, *head* total pompa, jenis aliran yang akan dipompa dan kondisi pemasangannya. Selain itu agar pompa dapat bekerja tanpa mengalami kavitasi, maka perlu ditaksir berapa tekanan minimum yang tersedia pada sisi masuk pompa yang terpasang pada instalasinya. (Sularso, 2000 : 13)

Karakteristik pompa ditunjukkan oleh debit yang dihasilkan pada berbagai variasi tinggi tekan (*head*). Kapasitas pompa merupakan debit dan tinggi tekan hasil pemompaan yang diperoleh pada efisiensi pompa akan berkurang. Besarnya tinggi tekan sistem, yaitu tinggi tekan yang diperoleh untuk mengalirkan air melalui sistem pipa adalah sama dengan tinggi tekan untuk mengatasi kehilangan akibat gesekan ditambah tinggi tekan statis dari sistem. Titik perpotongan antara kurva karakteristik sistem merupakan titik kerja dari pompa dan sistem pada titik ini tinggi tekan yang dapat diperlukan oleh sistem sama dengan tinggi tekan yang dapat diberikan oleh pompa pada aliran yang sama. Kurva mengenai kurva head-kapasitas dari pompa dan sistem disajikan pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.27. Kurva Head-Kapasitas dari Pompa (P) dan Sistem (S)

Sumber: Sularso, 2000 : 91

2.9.3. Tandon (*Water Tank*)

Tandon merupakan komponen dari sistem jaringan distribusi air bersih yang memiliki fungsi menampung dan menyimpan air untuk digunakan pada kondisi tertentu. Pengisian tampungan tandon dilakukan apabila kebutuhan air bersih tidak mencapai puncak atau menurun. Disamping fungsi untuk memenuhi fluktuasi permintaan pada keadaan darurat, tandon juga berfungsi meratakan tekanan untuk operasi.



Gambar 2.28. *Water Tank*

Sumber : www.cubaconstruction.net

2.9.4. Titik Simpul

Titik simpul merupakan titik-titik pada sistem jaringan pipa dimana air akan masuk dan keluar dari jaringan melalui titik tersebut, sedangkan yang dimaksud dengan titik simpul persimpangan adalah titik simpul yang merupakan penghubung dua pipa atau lebih. Titik simpul mempunyai kondisi tetap jika tekanan dan elevasi tetap.

2.9.5. Penghubung (*link*)

Penghubung adalah elemen yang menghubungkan titik-titik simpul dimana bagian awal dan akhir dari *link* merupakan titik simpul itu sendiri. Penghubung dapat berupa pipa maupun katup.

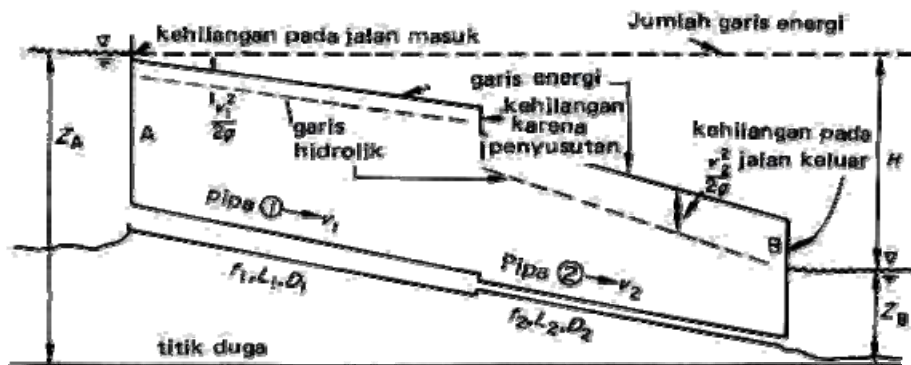
2.10. Persamaan Sistem Jaringan Pipa

2.10.1. Sistem Pipa

Penghubung adalah elemen yang menghubungkan titik-titik simpul dimana bagian awal dan akhir dari *link* merupakan titik simpul itu sendiri. Penghubung dapat berupa piapa maupun katup.

2.10.1.1 Pipa Hubungan Seri

Apabila dalam suatu saluran pipa terdiri dari pipa dengan ukuran yang berbeda-beda yang tersambung dengan diameter yang sama, maka pipa tersebut dalam hubungan seri, pemasangan pipa secara seri akibat adanya dari perbedaan ukuran akan menimbulkan beberapa kehilangan tinggi (Priyantoro,2001:49)



Gambar 2.29. Pipa Hubungan Seri

Sumber: Dake, JMK 1985 : 78

Persamaan Kontinuitas:

$$Q = Q_1 = Q_2$$

Dengan Q , Q_1 , Q_2 , adalah debit pada pipa 1 dan 2

Sedangkan untuk total kehilangan tekanan pada pipa yang terpasang seri.

$$H = hf_1 + hf_2$$

Dengan

H = Total kehilangan tekan pada pipa yang terpasang seri (m)

hf_1, hf_2 = Kehilangan pada tiap pipa

2.10.1.2 Pipa Hubungan Paralel

Apabila dua pipa atau lebih yang terletak sejajar dan pada ujungnya dihubungkan oleh satu simpul maka pipa tersebut dipasang dalam kondisi paralel. Debit total dalam pemasangan seri merupakan hasil dari penjumlahan debit aliran tiap pipa, sedangkan kehilangan tekanan pada tiap pipa adalah sama.

Persamaan garis energi pada pipa paralel:

$$H = hf_1 = hf_2 = hf_3$$

Dengan :

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

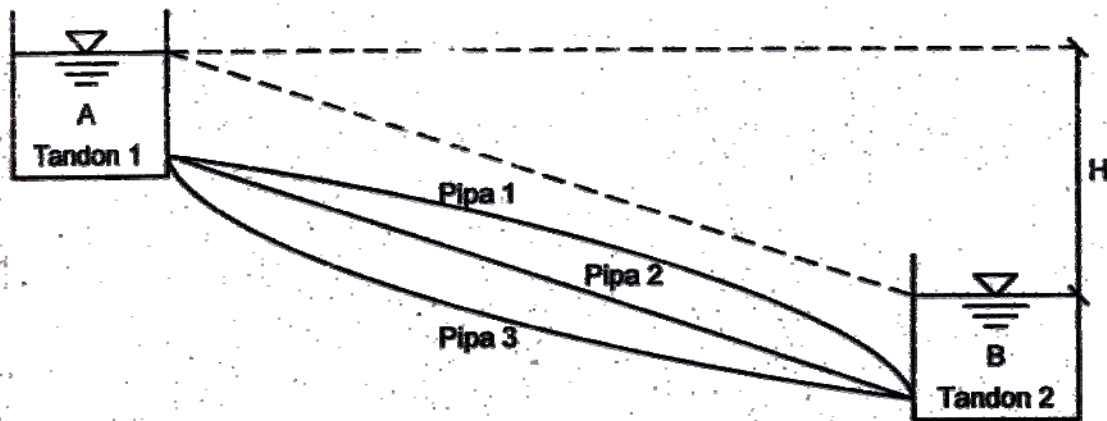
Sedangkan persamaan kontinuitasnya :

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

Dengan:

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

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



Gambar 2.30. Pipa Hubungan Paralel

Sumber: Triatmodjo, 1996 : 79

2.11. Metode Analisa dalam Jaringan Pipa

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

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

$$\sum h_f = 0$$

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

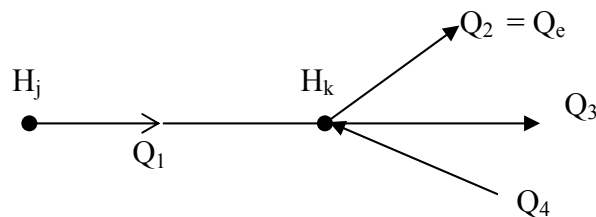
$$\sum Q_{in} - \sum Q_{out} = \sum Q_E$$

Dalam menggunakan dua persamaan di atas, Handy Cross (1936) menawarkan dua metode untuk analisa pada jaringan pipa. Dua metode tersebut adalah metode jaringan

tertutup (*loop method*) dan metode titik simpul (*node method*). Metode jaringan tertutup menyatakan persamaan energi dipandang dari segi debit aliran pada pipa. Sedangkan metode titik simpul menyatakan persamaan kontinuitas dari segi elevasi tinggi tekan pada suatu titik simpul persimpangan (*junction nodes*).

2.11.1. Metode Titik Simpul (*Node Method*)

Dalam persamaan titik simpul digunakan persamaan kontinuitas aliran dengan lebih mempertimbangkan besarnya debit aliran pada pipa seperti yang dipakai dalam metode jaringan tertutup (*loop method*). Pada gambar 2.32. ditunjukkan suatu skema jaringan dengan memakai metode titik simpul.



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

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

Gambar 2.31. Skema Jaringan Sederhana

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

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

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

6. Menentukan koreksi ΔH pada pipa pertemuan dengan persamaan :

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

7. Kehilangan tinggi tekan pada titik-titik pertemuan dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$H = h_a + Ah$$

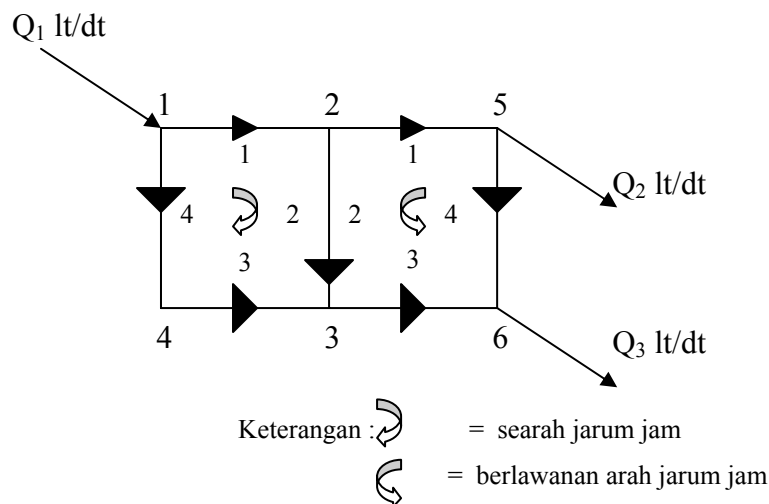
8. Hasil perhitungan tinggi tekanan untuk titik-titik pertemuan diterapkan di dalam jaringan pipa yang diperoleh dari kehilangan tinggi sebelumnya.
9. Ulangi lagi langkah-langkah diatas sampai didapatkan keseimbangan seperti yang diharapkan.

2.11.2. Metode Jaringan Tertutup

Pada gambar 2.33. menunjukkan suatu sistem kecil yang terdiri dari dua jaringan tertutup (*loop*). Jika di dalam sistem sudah terjadi keseimbangan (persyaratan standar dari semua persamaan sudah terpenuhi) maka kehilangan gesekan di pipa 1 dan pipa 2 sama dengan kehilangan di pipa 3 dan pipa 4.

Dengan perumpamaan arah jarum jam, kehilangan gesekan dikatakan positif apabila searah jarum jam dan sebaliknya. Kemudian syarat jaringan tersebut dikatakan seimbang bila : $\sum h_f = 0$

Untuk keseluruhan jaringan dari tiap-tiap pipa yang menjadi sebuah jaringan tertutup, h_f adalah kehilangan gesekan pada pipa.



Gambar 2.32. Jaringan Tertutup dengan Dua Loop

Dengan $Q_1 = Q_2 + Q_3$

Konsep yang dikemukakan oleh Hardy Cross adalah menggunakan persamaan kontinuitas, dimana aliran masuk sama dengan aliran keluar dalam suatu sistem jaringan.

Adapun tata cara perhitungan metode jaringan tertutup yang dikemukakan oleh Hardy Cross dengan prinsip keseimbangan tinggi tekan (*head balance*) adalah sebagai berikut (Triatmodjo, 1993 : 93) :

1. Pilih pembagian debit melalui tiap-tiap pipa Q_0 hingga terpenuhi syarat kontinuitas.
2. Hitung kehilangan tenaga pada tiap pipa dengan rumus $h_f = k \cdot Q^2$
3. Jaringan pipa dibagi ke dalam sejumlah jaringan pipa tertutup sedemikian sehingga tiap pipa termasuk dalam paling sedikit satu jaring.
4. Menghitung jumlah kerugian tinggi tenaga sekeliling tiap-tiap jaring, yaitu Σh_f . Jika pengaliran seimbang maka $\Sigma h_f = 0$.
5. Hitung nilai $\Sigma |2kQ|$ untuk setiap jaring.
6. Pada tiap jaring diadakan koreksi debit (ΔQ), supaya kehilangan tinggi tenaga dalam jaring seimbang. Adapun koreksinya adalah sebagai berikut :

$$\Delta Q = \frac{\sum kQ_0^2}{\sum |2kQ_0|}$$

Dengan debit yang telah dikoreksi sebesar :

$$Q = Q_0 + \Delta Q$$

Prosedur dari 1 sampai 6 diulangi hingga akhirnya $\Delta Q \approx 0$, dengan Q adalah debit sebenarnya, Q_0 adalah debit dimisalkan dan ΔQ adalah debit koreksi.

2.12. Penggunaan *Software* pada Analisa Sistem Jaringan Distribusi Air Bersih

Dalam bidang rekayasa dan perencanaan sistem jaringan distribusi air baku dapat dilakukan dengan beberapa program komputer diantaranya adalah *Loops*, *Wadiso*, *Kypipe*, *Epanet* dan *WaterCad*. Dalam studi ini digunakan program *WaterCad v 4.5*. Berikut ini akan dipaparkan mengenai langkah-langkah penggunaan program *WaterCad v 4.5*.

2.12.1. Deskripsi Program *WaterCad v 4.5*

Program *WaterCAD v 4.5* merupakan produksi dari *Haestad* tahun 2001 dengan jumlah pipa yang mampu dianalisis yaitu 250 buah pipa sesuai pemesanan spesifikasi program *WaterCAD* pada *Haestad*. Program ini dapat bekerja pada sistem Windows 95, 98 dan 2000 serta Windows NT 4.0. Program ini memiliki tampilan *interfacenya* yang memudahkan pengguna untuk menyelesaikan lingkup perencanaan dan pengoptimalisasian sistem jaringan distribusi air baku, seperti (Haestad, 2001) :

- menganalisis sistem jaringan distribusi air pada satu kondisi waktu (kondisi permanen)
- menganalisis tahapan-tahapan atau periodisasi simulasi pada sistem jaringan terhadap adanya kebutuhan air yang berfluktuatif menurut waktu (kondisi tidak permanen)
- menganalisis skenario perbandingan atau alternatif jaringan pada kondisi yang berlainan pada satu file kerja

- menganalisis kondisi jaringan pada saat kondisi ekstrim untuk keperluan pemadam kebakaran atau *hydrant (fire flow analysis)*
- menganalisis kualitas air pada sistem jaringan distribusi air baku
- menghitung konstruksi biaya dari sistem jaringan distribusi air baku yang dibuat

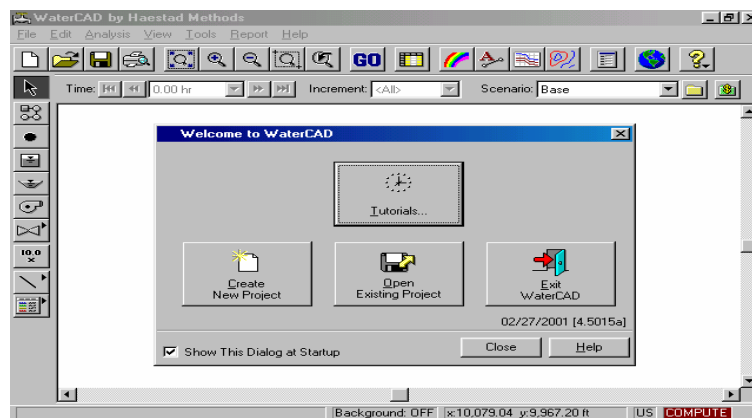
Adapun kelebihan program *WaterCad v 4.5* dibandingkan dengan program lain adalah (Haestad, 2001) :

- 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)*.

2.12.2. Tahapan-tahapan dalam Penggunaan Program *WaterCad v 4.5*

2.12.2.1. *Welcome Dialog*

Pada setiap pembukaan awal program *WaterCAD*, akan diperlihatkan sebuah *dialog box* yang disebut *welcome dialog*. Kotak tersebut memuat *tutorials*, *create new project*, *open existing project* serta *exit WaterCAD* seperti terlihat pada gambar di bawah. Melalui *welcome dialog* ini pengguna dapat langsung mengakses ke bagian lain untuk menjalankan program ini.



Gambar 2.33. Tampilan *Welcome Dialog* Pada *WaterCAD*

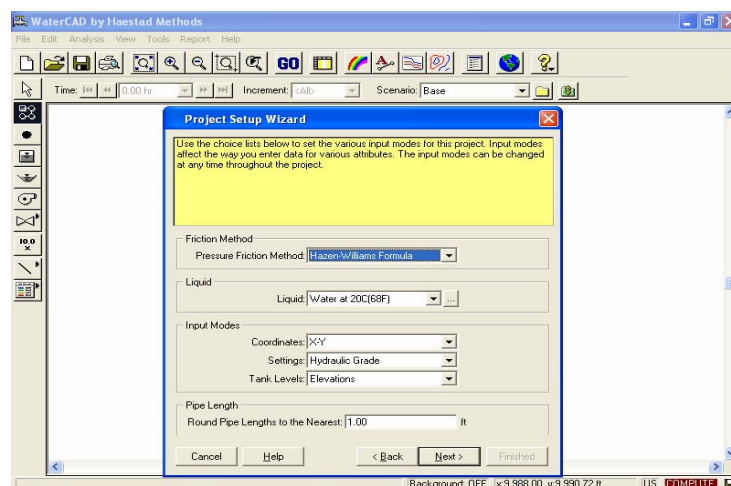
Sumber : Haestad, 2001

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

2.12.2.2. Pembuatan Lembar Kerja

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

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



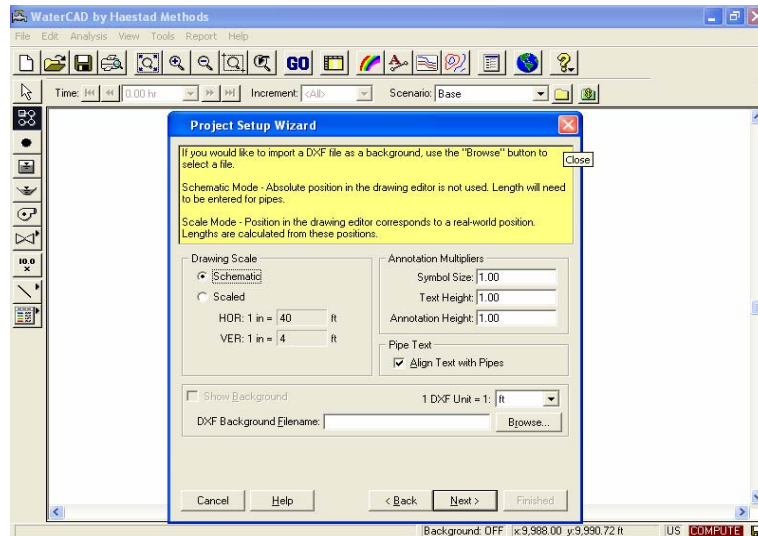
Gambar 2.34. Pemilihan Rumus Pada *WaterCAD*

Sumber : Haestad, 2001

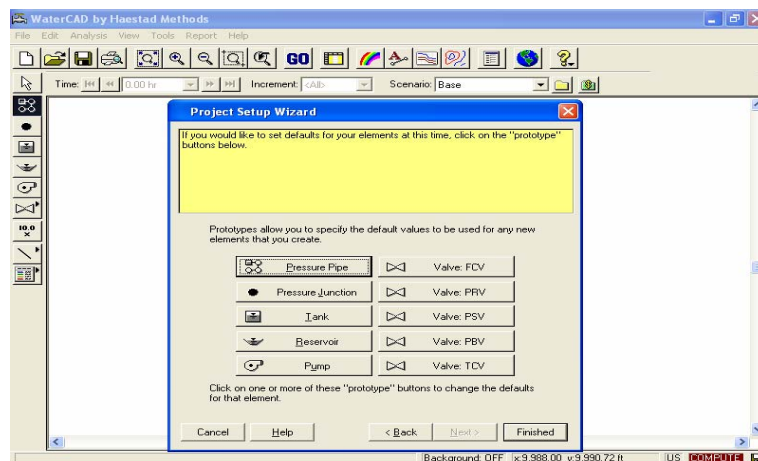
Proses selanjutnya adalah pemilihan metode penggambaran jaringan yang dapat dibuat skalatis atau skematis sesuai kebutuhan pengguna. Penentuan skala dimensi dalam

penggambaran skalatis jaringan pipa ditentukan oleh pengguna sesuai kebutuhan perencanaan dan keinginan dari pengguna.

Bagian terakhir dari *project setup wizard* adalah pengisian data-data teknis dan pemodelan komponen-komponen sistem jaringan distribusi air baku yang akan dipakai dalam penggambaran yang memudahkan untuk pengecekan. Komponen tersebut terdiri dari 6 macam yaitu pipa, titik simpul, tandon, katup, tandon dan pompa.



Gambar 2.35. Pemilihan Metode Penggambaran Pada WaterCAD
Sumber : Haestad, 2001



Gambar 2.36. Penentuan Prototipe Dari Komponen-Komponen Sistem Jaringan Pada WaterCAD
Sumber : Haestad, 2001

2.12.2.3. Pemodelan Komponen-Komponen Sistem Jaringan Distribusi Air Baku

Dalam *WaterCAD*, komponen-komponen sistem jaringan distribusi air baku seperti titik simpul, pipa, tandon, mata air dan pompa tersebut dimodelkan sedemikian rupa

sehingga mendekati kinerja komponen tersebut di lapangan. Untuk keperluan pemodelan, *WaterCAD* telah memberikan penamaan setiap komponen tersebut secara otomatis yang dapat diganti sesuai dengan keperluan agar memudahkan dalam pengerjaan, pengamatan, penggantian ataupun pencarian suatu komponen tertentu. Agar dapat memodelkan setiap komponen sistem jaringan distribusi air baku dengan benar, perancang harus mengetahui cara memodelkan komponen tersebut dalam *WaterCAD*. Adapun jenis-jenis pemodelan komponen sistem jaringan distribusi air baku dalam *WaterCAD* adalah :

1. Pemodelan titik-titik simpul (*junction*)

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

2. Pemodelan kebutuhan air baku

Kebutuhan air baku pada tiap-tiap titik simpul dapat berbeda-beda yang bergantung dari luas cakupan layanan dan jumlah konsumen pada titik simpul tersebut. Kebutuhan air menurut *WaterCAD* dibagi menjadi dua yaitu kebutuhan tetap (*fixed demand*) dan kebutuhan berubah (*variable demand*). Kebutuhan tetap adalah kebutuhan air rerata tiap harinya sedangkan kebutuhan berubah atau berfluktuatif adalah kebutuhan air yang berubah setiap jamnya sesuai dengan pemakaian air.

Data *fixed demand* atau yang disebut pula *baseline flow* kurang akurat bila digunakan untuk perancangan kebutuhan air baku. Umumnya data ini hanya digunakan untuk mengetahui besar kebutuhan tiap jam atau harian secara rata-rata. Data *variable demand* inilah yang digunakan untuk mendekati kondisi nyata di lapangan. Situasi pada saat kebutuhan air seperti ini disebut dengan *Extended Period Simulation (EPS)*.

Saat kebutuhan air diatur pada *baseline flow*, kondisi aliran di dalam pipa berupa aliran tetap (*steady flow*). Maka secara otomatis *WaterCAD* akan mengatur skenario menjadi *Steady State Simulation*. Sedangkan bila tersedia data kebutuhan air yang berfluktuatif (*variable demand*) maka skenario *WaterCAD* dapat diatur menjadi *Extended Period*

Simulation (EPS) dan aliran yang terjadi adalah aliran berubah beraturan menurut waktu.

3. Pemodelan Pipa

Pipa adalah suatu komponen yang menghubungkan katup (*valve*), titik simpul, pompa dan tandon. Untuk memodelkan pipa, memerlukan beberapa data teknis seperti jenis bahan, diameter dan panjang pipa, kekasaran (*roughness*) dan status pipa (buka-tutup). Jenis bahan pipa oleh *WaterCAD* telah disediakan sehingga dapat dipilih secara langsung sesuai dengan jenis bahan pipa yang digunakan di lapangan. Sedangkan diameter dan panjang pipa dapat dirancang sesuai dengan kondisi di lapangan melalui *prototypes tools*. Apabila diatur secara skalatis, maka ukuran panjang pipa secara otomatis berubah sesuai dengan perbandingan skala ukuran yang dipakai. Sedangkan dalam pengaturan skematis, panjang pipa dapat diatur tanpa memperhatikan panjang pipa di layar komputer.

4. Pemodelan katup (*valve*)

Katup atau *valve* digunakan untuk memenuhi suatu kondisi tertentu di lapangan agar aliran dalam jaringan pipa berfungsi dengan baik. Misalnya kondisi aliran yang terlalu kecil akibat beda tekanan yang terlalu besar atau karena adanya perbaikan jalan maka pipa pada daerah tersebut ditutup menggunakan katup. *WaterCAD* memberikan beberapa model jenis katup (Haestads, 2001 : 277) yakni *Flow Control Valves (FCV)*, *Pressure Reducing Valves (PRV)*, *Pressure Sustaining Valves (PSV)*, *Pressure Breaker Valves (PBV)* dan *Throttle Control Valves (TCV)*. Untuk pemodelan katup diperlukan beberapa data yaitu elevasi katup, dan karakteristik katup seperti jenis, diameter dan status katup.

5. Pemodelan tandon (*watertank*)

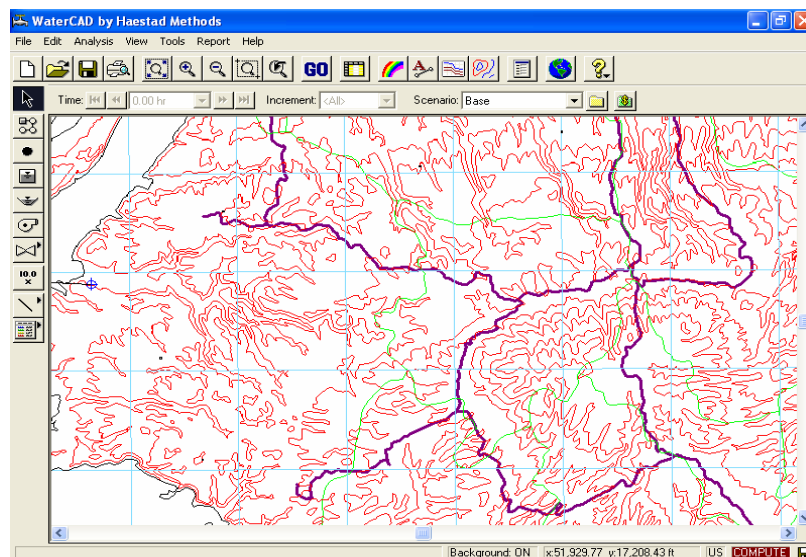
Untuk pemodelan tandon diperlukan beberapa data yaitu ukuran bentuk dan elevasi tandon. Pada kondisi *steady state simulation*, permukaan air dalam tandon akan menjadi konstan (*constant water surface elevation*) dan pada kondisi *Extended Period Simulation* permukaan air di dalam tandon menjadi berubah-ubah sesuai kebutuhan. *WaterCAD* memberikan pilihan untuk menentukan ketinggian atau kedalaman suatu tandon yaitu dengan memasukkan data elevasinya atau menentukan ketinggiannya (*level*). Data elevasi yang dibutuhkan oleh tandon meliputi tiga macam yaitu elevasi maksimum, elevasi minimum dan elevasi awal kerja (*initial elevation*) dimana elevasi awal kerja harus berada pada kisaran elevasi minimum dan elevasi maksimum.

6. Pemodelan mata air (*reservoir*)

Pada program *WaterCAD*, *reservoir* digunakan sebagai model dari suatu sumber air seperti danau dan sungai. Di sini *reservoir* dimodelkan sebagai sumber air yang tidak bisa habis atau elevasi air selalu berada pada elevasi konstan pada saat berapapun kebutuhan airnya. Data yang dibutuhkan untuk memodelkan sebuah mata air adalah kapasitas debit dan elevasi mata air tersebut.

2.12.2.4. Proses Penggambaran Sistem Jaringan Distribusi Air Baku

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



Gambar 2.37. Proses Penggambaran Suatu Jaringan Dengan *WaterCAD*

Sumber : Haestad, 2001

2.12.2.5. Perhitungan Dan Analisis Sistem Jaringan Distribusi Air Baku

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

Warna hijau berarti bahwa sistem jaringan distribusi air baku benar-benar baik tanpa ada masalah. Warna kuning berarti sistem jaringan dapat bekerja, namun ada beberapa bagian komponen yang tidak bekerja normal. Sedangkan warna merah berarti sistem tersebut tidak dapat bekerja seperti yang diharapkan karena ada kesalahan dalam perencanaan maupun pada penggambaran.

Pada setiap tanda warna kuning dan merah, selalu ada catatan-catatan dari hasil analisis. Catatan-catatan tersebut dapat dilihat pada bagian *report* yang akan selalu diberikan setelah proses analisis selesai dilakukan. Sedangkan hasil analisis pada setiap komponen sistem jaringan dapat ditampilkan dengan meng-klik komponen sistem jaringan tersebut, apabila diinginkan tampilan secara keseluruhan dari komponen tersebut maka dapat meng-klik *tabular report* dan memilih report komponen yang akan akan ditampilkan.

Tabel 2. 9. Data input dan output pada program *Water Cad*

No.	Input	Output
1.	Elevasi	Preassure (tekanan)
2.	Diameter	Velocity (kecepatan)
3.	Panjang Pipa	Kehilangan tinggi tekan
4.	Demand (keb. Air rata –rata)	
5.	Dimensi Tandon	
6.	Debit Suplai	

Sumber : Heastad, 2001

BAB III METODOLOGI

3.1. Kondisi Daerah Studi

Kota Malang adalah kota terbesar kedua di Profinsi Jawa Timur setelah Kota Surabaya, yang hingga kini mengalami perkembangan pembangunan yang cukup pesat dan dinamis. Apabila pada awalnya Kota Malang diharapkan menjadi penyangga bagi perkembangan Kota Surabaya, namun pada realitanya Kota Malang tidak lagi menjadi penyangga melainkan telah menjadi kota tujuan. Saat ini Kota Malang lebih dikenal sebagai kota pendidikan. Dimana kota pendidikan telah menjadi *trademark* yang menjadi pull factor bagi kebanyakan masyarakat lain di Jawa Timur, perkembangan kota kemudian dimulai dari pendidikan menuju perdagangan dan jasa termasuk jasa pariwisata.

Itulah sebabnya Kota Malang yang terletak pada $112^{\circ}34'13'' - 112^{\circ}41'39''$ BT dan $7^{\circ}54'40'' - 8^{\circ}3'5''$ LS serta berada di ketinggian 399-662 m di atas permukaan air laut dengan luasan wilayah kota sebesar 110.056,6 km² dan jumlah penduduk sebesar 782.110 jiwa (Juni 2005) serta tingkat pertumbuhan penduduk sebesar 3,9 % per tahun tersebar di 5 kecamatan yang meliputi 57 kelurahan. Pada tabel 3.1 ini terdapat jumlah kelurahan yang tersebar di kecamatan masing – masing.

**Tabel 3.1. Jumlah Kelurahan Menurut Kecamatan
di Kota Malang**

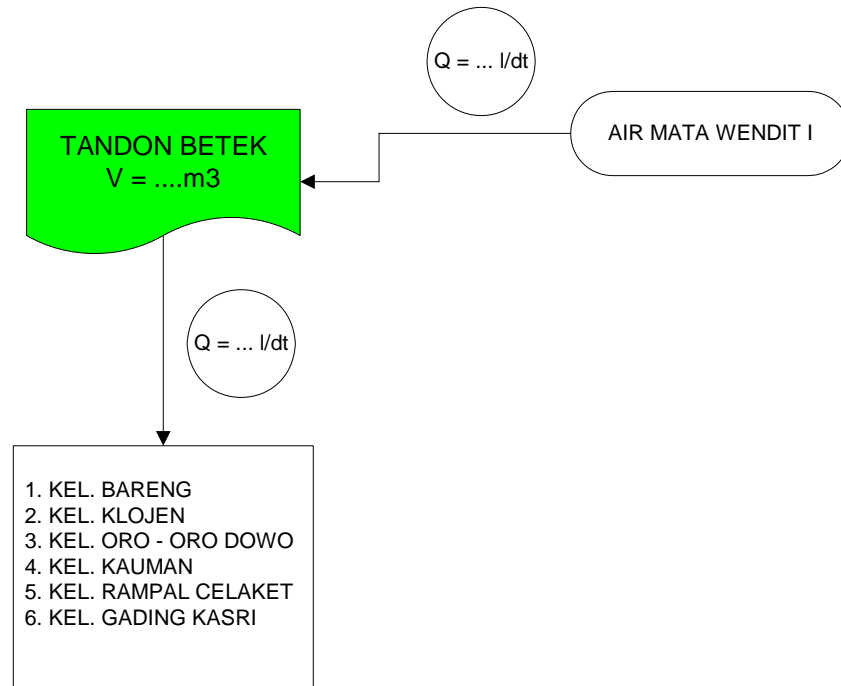
No	Kecamatan	Jumlah Kelurahan
1	Blimbing	11
2	Kedungkandang	12
3	Klojen	11
4	Lowokwaru	12
5	Sukun	11

Sumber: Malang tahun 2006, BPS Kota Malang

3.1.1. Sistem Tandon Betek

Wilayah pelayanan : Kauman, Oro-Oro Dowo, Bareng, Klojen, Gading Kasri, Rampil Celaket.

Sumber produksi air adalah dari Mata Air Wendit I. Sistem distribusi menggunakan pompa. Total volume tandon eksisting adalah 2000 m^3 yang mampu melayani 10.000 SR.



Gambar 3.1. Distribusi Air Tandon Betek

Sumber : PDAM Kota Malang

3.3. Pengumpulan Data

Untuk mengkaji sistem jaringan pipa distribusi air bersih diperlukan tahapan penelitian yaitu dengan melakukan pengumpulan data-data teknis dan pendukung serta peninjauan lapangan. Adapun data-data yang dibutuhkan dalam studi ini adalah :

1. Data ketersediaan air.

Data ini diperlukan untuk mengetahui kemampuan suatu sumber air dalam menyediakan total kapasitas kebutuhan air bersih yang direncanakan. Data ini selain berupa data kapasitas sumber juga termasuk data debit operasional dan kapasitas ijin sumber.

2. Data jumlah penduduk dan data jumlah pelanggan PDAM.

Data ini sangat diperlukan dalam proses perhitungan jumlah penduduk yang akan terlayani, kebutuhan air bersihnya dan tingkat pelayanan yang harus dipenuhi. Pertumbuhan jumlah penduduk dari tahun ke tahun biasanya selalu mengikuti pola tertentu, sehingga data ini nantinya akan membantu dalam memproyeksikan jumlah

penduduk dan pelanggan PDAM supaya hasil perhitungan dapat mendekati jumlah yang sebenarnya di daerah yang dikaji.

3. Data reservoir air / tandon air.

Untuk mendukung sistem ini, diperlukan data tandon air untuk mengetahui kapasitas yang dapat ditampung menara apabila terjadi pengisian air. Data ini berupa elevasi dasar menara, tinggi, kapasitas tampungan, elevasi LWL dan HWL serta dimensi tandon (diameter dan tinggi tandon).

4. Data tekanan air.

Data tekanan di seluruh wilayah pelayanan diukur pada 4 (empat) waktu, yaitu pada pukul 06.00 WIB, 11.00 WIB, 17.00 WIB, dan 24.00 WIB. Agar dapat mengetahui wilayah mana yang tidak mengalir 24 jam/hari.

Tabel 3.2. Data Rencana Pengambilan Sample Tekanan Air

No.	KELURAHAN	PELANGGAN (SR)	RUMAH (data BPS th.2004)	SAMPLE
1	Oro - oro Dowo	1750	2173	23
2	Bareng	1498	2789	19
3	Rampal Celaket	1043	1215	10
4	Klojen	971	1116	10
5	Gading Kasri	1157	2169	15
6	Kauman	1417	1820	18
	Jumlah	7836	11282	95

Sumber : PDAM Kota Malang

5. Data kualitas air.

Data hasil pemeriksaan kualitas air yang diperiksa dari sample air di kran pelanggan di seluruh wilayah pelayanan apakah sudah memenuhi syarat KEPMENKES No.907/MENKES/SK/VII/2002 tanggal 29 Juli 2002 (siap diminum tanpa dimasak terlebih dahulu).

Pengawasan kualitas air di PDAM Kota Malang berdasarkan KEPMENKES No.907/MENKES/SK/VII/2002 tanggal 29 Juli 2002.

A. Pengawasan oleh Dinas Kesehatan Setempat

a. Jumlah sampel yang diperiksa per bulan

- i. Periksa kualitas bakteriologi untuk penduduk yang dilayani > 10.000 jiwa diambil 1 sampel / 10.000 jiwa ditambah 10 sampel.
- ii. Periksa kualitas kimia diambil 10 % dari jumlah sampel bakteriologi.

- iii. Titik pengambilan sampel tersebut dipilih pada rumah pelanggan tersebar keseluruh wilayah pelayanan (dipetakan merata).
- b. Untuk PDAM Kota Malang dengan pelanggan 85.000 SR x 6 jiwa/SR = 510.000 jiwa > 10.000 jiwa, maka jumlah sampel yang diambil/diperiksa tiap bulan :
 - i. Sampel bakteriologi : $(510.000/10.000) + 10 = 61$ sampel
 - ii. Sampel kimia : $10\% \times 61 \text{ jiwa} = 6$ sampel
 - iii. Titik pengambilan sampel dipetakan, tiap bulan pengambilanya berbeda.

B. Pengawasan oleh Laboratorium PDAM sendiri

- a. Produksi Air Minum < 200.000 m³/tahun/sumber air
 - i. Sampel diambil di Reservoir untuk diperiksa :
 - 1. Sisa Chlor = 1 kali per hari
 - 2. pH, DHL, Alkalinitas, Kesadahan total, CO₂ Agresif dan suhu = 1 kali per minggu
 - 3. Besi dan Mangan = 1 kali per bulan
 - ii. Sampel diambil di jaringan pipa pelanggan terjauh untuk diperiksa:
 - 1. Sisa Chlor = 1 kali per hari
 - 2. pH dan kekeruhan = 1 kali per minggu
 - 3. DHL dan E-Coli = 1 kali per bulan
- b. Produksi Air Minum > 200.000 m³/tahun/sumber air
 - i. Sampel diambil di Reservoir untuk diperiksa :
 - 1. Sisa Chlor = 1 kali per hari
 - 2. pH, DHL, Alkalinitas, Kesadahan total, CO₂ Agresif dan suhu = 1 kali per minggu
 - 3. Besi dan Mangan = 1 kali per bulan
 - ii. Sampel diambil di jaringan pipa pelanggan terjauh untuk diperiksa :
 - 1. Sisa Chlor = 1 kali per 15.000 m³ produksi air
 - 2. E- Coli, pH, DHL dan Kekeruhan = 1 kali per 15.000 m³ produksi air.
- c. Produksi Air Minum berapapun volumenya, sampel air diambil di unit air baku / intake untuk diperiksa :

1. E- coli = 2 kali per tahun
 2. pH, DO, KmnO₄, Alkalinitas, Kesadahan Total, CO₂ agresif, Suhu, dan DHL = 2 kali per tahun
 3. Besi dan Mangan bila ada masalah saja
6. Data debit / aliran air pada pipa utama.
Data debit pada pipa – pipa utama yang diukur pada pagi atau malam hari, guna untuk mengetahui apakah kemampuan pipa memenuhi kebutuhan debit maksimal.
7. Data konsumsi / pemakaian air pelanggan rata – rata tiap bulan.
Data ini untuk mengetahui apakah selama ini sudah mencukupi kebutuhan dari pelanggan.
8. Data kualitas air.
Data hasil pemeriksaan kualitas air yang diperiksa dari sampel air di kran pelanggan di seluruh wilayah pelayanan dibandingkan dengan kualitas air di reservoir Betek, apakah terjadi penurunan kualitas.
9. Skema dan data teknis jaringan pipa diperlukan untuk mengetahui kondisi jaringan distribusi air bersih yang akan direncanakan termasuk ukuran dan jenis pipa transmisi dan distribusi.

3.4. Pengolahan Data

Pada Pengolahan data ini dibahas hasil observasi di PDAM Kota Malang, sumber Wendit I serta tandon Betek. Observasi tersebut guna untuk mendapatkan data – data yang akan digunakan dalam perhitungan perencanaan pengembangan sistem penyediaan air minum PDAM Kota Malang sebagai tindak lanjut PP No. 16 tahun 2005 di Zona Pelayanan Tandon Betek. Berikut data – data yang didapat dari hasil observasi .

3.4.1. Hasil Pengumpulan Data

Pengumpulan data pada laporan ini dilakukan dengan melakukan observasi langsung ke kantor PDAM Kota Malang serta ke lokasi studi yang dilakukan selama satu minggu.

3.4.1.1. Data Produksi Suplai Air

Tandon Betek mendapatkan suplai air dari sumber Wendit I dengan volume tandon 2000 m³. berikut adalah tabel laporan debit / produksi suplai air

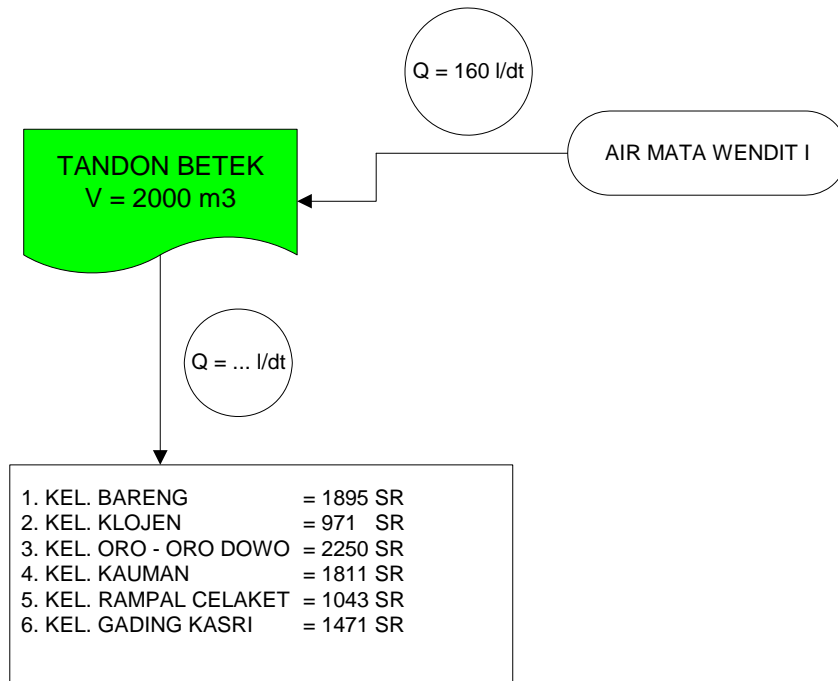
Tabel 3.3. Laporan Debit / Produksi Suplai Air

No	Lokasi	Volume
1	Dari sumber Wendit I	428540 m3 160 lt/dt



Gambar 3.3. Tandon Betek

Sumber : PDAM Kota Malang bulan Oktober 2007



Gambar 3.4. Distribusi Air Tandon Betek Bulan Oktober 2007

Sumber : PDAM Kota Malang bulan Oktober 2007

3.4.1.2. Data Konsumsi Air Minum

Konsumsi rata – rata pelanggan diasumsikan 30 m³/bulan/rumah dengan mengasumsi tiap rumah ada 6 orang

Tabel 3. 4. Data Pelayanan Air Tandon Betek

No.	Kelurahan	Pelanggan (SR)	Rumah (data BPS th.2004)	Prosentase (%)	Pemakaian (m3)	Rata - rata (m3/SR)
1	Oro - oro Dowo	1750	2173	89	55495	24.66
2	Bareng	1498	2789	48	39492	20.82
3	Rampal Celaket	1043	1215	85	58212	20.02
4	Klojen	971	1116	86	25334	59.95
5	Gading Kasri	1157	2169	53	36299	26.92
6	Kauman	1417	1820	98	55418	20.08
Jumlah		7836	11282	459	320250	28.74

Sumber : PDAM Kota Malang Bulan Oktober 2007

Dari data diatas dapat dilihat bahwa konsumsi air perbulannya mayoritas dibawah asumsi konsumsi pelanggan yaitu 30 m³/rumah.

3.4.1.3. Data Tekanan Air

Data tekanan di seluruh wilayah pelayanan diukur pada 4 (empat) waktu, yaitu pada pukul 06.00 WIB, 11.00 WIB, 17.00 WIB, dan 24.00 WIB. Agar dapat mengetahui wilayah mana yang tidak mengalir 24 jam/hari.

Tekanan minimal pada jam puncak yaitu pada pukul 06.00 WIB dan 17.00 WIB adalah 0,5 Kg/cm². Karena air minimal bisa mengalir di kran lantai 1, bila tekanan dibawah angka tersebut berarti air tidak mengalir. Dari tabel tekanan air setiap kelurahan maka akan diketahui wilayah mana saja yang belum mengalir 24 jam. Setelah itu di evaluasi apa penyebabnya dan solusinya. Berikut adalah tabel hasil pemeriksaan tekanan air di bulan Oktober 2007 :

Tabel 3.5. Tekanan Air Kelurahan Kauman

NO	KELURAHAN	JUMLAH			PENGAMBILAN TITIK TEKINAN				TEKANAN PADA PUKUL			
		RUMAH	PELANGGAN	TITIK UKUR	NODE	NAMA	ALAMAT	NO. SL	00. ⁰⁰	06. ⁰⁰	11. ⁰⁰	17. ⁰⁰
1	KAUMAN	3142	1801	18	5,4,1	MAYOR SOENARTO B.SC.	JL. Arjuno 26	07192	1.7	0.8	1.2	1.1
					5,4,2	R.ABDULMOEKTI	JL. Tengger 8	02499	1.7	0.8	1.2	1.1
					5,4,3	ZAINAB SAID SALAMAH	JL. Widodaren 14 A	87938	1.7	0.8	1.2	1.1
					5,4,4	CHAMIM MASHUDI	JL. Basuki Rahmad IV / 941	84851	1.3	0.4	0.7	0.5
					5,4,5	MUAWAMAH	JL. Pasar Talun 43	66753	0.8	0.4	0.4	0.4
					5,4,6	OESMAN ALAMUDI	JL. Kawi 33	03958	2.3	1.0	0.9	1.2
					5,4,7	LIE KIEM SING	JL. Tenes 36	03979	1.2	0.5	0.7	0.6
					5,4,8	R. RACHMAD	JL. Tangkuban Perahu 21	03475	1.5	0.6	0.7	0.7
					5,4,9	HARUN	JL. Semeru I / 2	07265	1.4	0.5	0.9	0.6
					5,4,10	HM. RIDHO SIRADJ BBA	JL. A.R. Hakim IV / 1400	57474	1.0	0.4	0.8	0.4
					5,4,11	SOETIYAH	JL. A.R. Hakim II / B33	17862	1.3	0.4	0.9	0.4
					5,4,12	ZAENAL ABIDIN	JL. Merdeka Barat 1	42782	1.1	0.6	1.2	0.6
					5,4,13	SALAMUN MARKABAN	JL. Hasyim Ashari I / 880	71651	1.0	0.5	0.6	0.5
					5,4,14	KWEE GWAN NIO	JL. Kauman Dalam 7	01148	1.0	0.5	0.5	0.5
					5,4,15		JL. Dorowali 14	87937	1.8	1.0	1.2	1.1
					5,4,16	SOEMANAN	JL. Kelud 15	78969	1.4	0.6	0.7	0.5
					5,4,17	SALIM GURUSY	JL. Wahid Hasyim 6	80140	1.0	0.5	0.7	0.5
					5,4,18	KALSUM HADIWIYONO	JL. Tumapel 3	56922	1.4	0.5	0.7	0.6

BAGIAN PERENCANAAN TEKNIK

Keterangan : Satuan tekanan kg/cm²

Tabel 3.6. Tekanan Air Kelurahan Bareng

NO	KELURAHAN	JUMLAH			PENGAMBILAN TITIK TEKANAN				TEKANAN PADA PUKUL			
		RUMAH	PELANGGAN	TITIK UKUR	NODE	NAMA	ALAMAT	NO. SL	00. ⁰⁰	06. ⁰⁰	11. ⁰⁰	17. ⁰⁰
2	BARENG	4546	1878	19	5,5,1	SOENARTO WONOHOESODO	JL. Juwet 8	03956	1.4	1.0	1.1	0.9
					5,5,2	SINGGIH TIRTOATMODJO	JL. Mangga 16	06915	1.4	1.0	1.1	0.9
					5,5,3	DJOKO SOEPRAPTO	JL. Kedondong 26	07851	1.2	0.6	0.8	0.6
					5,5,4	WAGIMIN	JL. Kepundung 21	12107	1.2	0.6	0.8	0.7
					5,5,5	DIRJEN KEHUTANAN	JL. Mojo 28	08946	1.3	0.7	0.8	0.8
					5,5,6	SOESANTO DOTO	JL. Rukem 8	11632	1.4	0.8	1.0	0.9
					5,5,7	NJ. NTB. SOERADIBROTO	JL. Leci 24	10622	1.3	0.7	0.7	0.7
					5,5,8	SRI KAMILATOEN	JL. Menteng 11	26899	1.4	0.6	0.6	0.6
					5,5,9	POEDJIMAN	JL. Mundu II / 7	20032	2.4	1.1	1.1	1.0
					5,5,10	SOEDJIONO	JL. Durian 22	09075	1.4	1.1	0.8	1.0
					5,5,11	R.BOEDIONO SOENARYO	JL. Jeruk 9	04643	1.3	0.7	0.9	0.7
					5,5,12	SOEWARNISOENARWAN. NY.	JL. Sawo 34	09883	1.3	0.5	0.7	0.5
					5,5,13	PRAWIROSOEHARDJO	JL. Jambu 7	04268	1.4	0.5	0.7	0.5
					5,5,14	SATOEK ADNAN	JL. Bareng Taman Bunga 10	23329	1.4	1.1	1.0	1.0
					5,5,15	SITI SALAMAH	JL. Simp. Kawi 16	54314	1.4	0.5	0.6	0.4
					5,5,16	SUROSO SUMBODO	JL. Bareng Kulon VI / 949	41842	1.4	0.7	0.9	0.7
					5,5,17	WAHYUDI	JL. Kelud 11	88582	1.4	0.6	1.0	0.6
					5,5,18	A. HADI PRAYITNO	JL. Bareng Tenes IV/621	21906	1.4	1.2	1.2	1.2
					5,5,19	POO PING KHOEN	JL. Bareng Raya 300-77	12746	1.3	0.7	0.9	0.7

BAGIAN PERENCANAAN TEKNIK

Keterangan : Satuan tekanan kg/cm²

Tabel 3.7. Tekanan Air Kelurahan Rampal Celaket

NO	KELURAHAN	JUMLAH			PENGAMBILAN TITIK TEKANAN				TEKANAN PADA PUKUL			
		RUMAH	PELANGGAN	TITIK UKUR	NODE	NAMA	ALAMAT	NO. SL	00. ⁰⁰	06. ⁰⁰	11. ⁰⁰	17. ⁰⁰
3	RAMPAL CELAKET	1729	1026	10	5,9,1	RASIMIN	JL. Rawas 11 A	25024	1.4	1.0	1.1	0.9
					5,9,2	RILA WIDANINGGAR	JL. Kahayan 11	36486	1.4	1.0	1.1	0.9
					5,9,3	LINGGA SOEMANTO	JL. Musi 24	13933	1.2	0.6	0.8	0.6
					5,9,4	SOEKARMAN. NY.	JL. Kapuas 8	16276	1.2	0.6	0.8	0.7
					5,9,5	SOEDARMADJI	JL. Komerling 14	27901	1.3	0.7	0.8	0.8
					5,9,6	SLAMET MULYONO	JL. Ngantang 15	23078	1.4	0.8	1.0	0.9
					5,9,7	ENDANG MUDJIANI	JL. Tretes 181 A	10788	1.3	0.7	0.7	0.7
					5,9,8	MARSAID ALIM.	JL. Kaliurang 59	28662	1.4	0.6	0.6	0.6
					5,9,9	HARINI. NY.	JL. Tulang Bawang 7	36706	2.4	1.1	1.1	1.0
					5,9,10	MOEH. MOERI	JL. Progo 3	32331	1.4	1.1	0.8	1.0

BAGIAN PERENCANAAN TEKNIK

Keterangan : Satuan tekanan kg/cm²

Tabel 3.8. Tekanan Air Kelurahan Oro – Oro Dowo

NO	KELURAHAN	JUMLAH			PENGAMBILAN TITIK TEKANAN			TEKANAN PADA PUKUL				
		RUMAH	PELANGGAN	TITIK UKUR	NODE	NAMA	ALAMAT	NO. SL	00. ⁰⁰	06. ⁰⁰	11. ⁰⁰	17. ⁰⁰
4	ORO -ORO DOWO	4959	2236	22	5,7,1	SAMSOEL HADI	JL.Batck 14	2306	1.4	1.0	1.1	0.9
					5,7,2	JUWONO HADIANTO	JL. Buring 8	2152	1.4	1.0	1.1	0.9
					5,7,3	ISKANDAR HARDJONO	JL. Mura 32	1346	1.2	0.6	0.8	0.6
					5,7,4	SOEPOMO	JL. Malabar 17	4364	1.2	0.6	0.8	0.7
					5,7,5	KARSINI SOEDJARWO. NY.	JL. Guntur 19	723	1.3	0.7	0.8	0.8
					5,7,6	UKAK SUKOJONO	JL. Anjasmara 20	12006	1.4	0.8	1.0	0.9
					5,7,7	LIEM DHIAN AN. DR.	JL. Kunir 9	3372	1.3	0.7	0.7	0.7
					5,7,8	SOEDJATMIKO WIDJANARKO	JL. Panggung 10	4165	1.4	0.6	0.6	0.6
					5,7,9	POEDJIONO	JL. Bromo 34 - 8	7999	2.4	1.1	1.1	1.0
					5,7,10	IMAM SUBEKTI	JL. Welirang 22	34003	1.4	1.1	0.8	1.0
					5,7,11	POESOKO DJOEMAINDIAH. NY.	JL. Semeru 64 A	22106	1.3	0.7	0.9	0.7
					5,7,12	R.D. SOETJIPTO	JL. Argopuro 1	4168	1.3	0.5	0.7	0.5
					5,7,13	TOETI RAHAYOE	JL. Lamongan 3	3850	1.4	0.5	0.7	0.5
					5,7,14	ALFIAN	JL. Raung 20 A	68535	1.4	1.1	1.0	1.0
					5,7,15	SOEPRAPTI ATMODOJO. NY.	Jl. Merbabu 37	4822	1.4	0.5	0.6	0.4
					5,7,16	CHANDRA HIMAWAN HADIWIDJA	JL. Laserr 6	3855	1.4	0.7	0.9	0.7
					5,7,17	WIWIK WIBISONO	JL. Tampomas 16	3429	1.4	0.6	1.0	0.6
					5,7,18	R.M. SOEBIJANTO	JL. Ijen 36	2358	1.4	1.2	1.2	1.2
					5,7,19	R. WIYONO	JL. TGP 4	2004	1.3	0.7	0.9	0.7
					5,7,20	LIEM SIEN TJING	JL. Ungaran 6	3430	1.3	0.7	0.9	0.7
					5,7,21	R. OESMAN SOEMODINOTO	Jl. Cikuari 2	4573	1.3	0.7	0.8	0.6
					5,7,22	MOCH. YASIN	JL. B. S. Riadi 98 A	46878	2.0	1.2	1.5	1.0

BAGIAN PERENCANAAN TEKNIK

Keterangan : Satuan tekanan kg/cm²

Tabel 3.9. Tekanan Air Kelurahan Klojen

NO	KELURAHAN	JUMLAH			PENGAMBILAN TITIK TEKANAN				TEKANAN PADA PUKUL			
		RUMAH	PELANGGAN	TITIK UKUR	NODE	NAMA	ALAMAT	NO. SL	00. ⁰⁰	06. ⁰⁰	11. ⁰⁰	17. ⁰⁰
5	KLOJEN	1983	944	9	5,8,1	SOEGIARTO B.SC	JL. Suropati II / 8	16708	1.4	1.0	1.1	0.9
					5,8,2	WARUNG RISKI/TUMAYAH	JL. Belakang RSSA 3 A	76188	1.4	1.0	1.1	0.9
					5,8,3	SOEHARMAN	JL. Cokroaminoto 20	00893	1.2	0.6	0.8	0.6
					5,8,4	R.SOEJONO	JL. Dr. Cipto 5	04755	1.2	0.6	0.8	0.7
					5,8,5	SOENARJO	JL. Diponegoro 15	14505	1.3	0.7	0.8	0.8
					5,8,6	NITISASMITO	JL. Tamrin 3	08500	1.4	0.8	1.0	0.9
					5,8,7	GANGGAWATI WISMANTARI T	JL. Pajajaran 6	03045	1.3	0.7	0.7	0.7
					5,8,8	M. OENTOENG	JL. Patimura 11	02351	1.4	0.6	0.6	0.6
					5,8,9	GO SEE KIAT	JL. Kartini 56	07536	2.4	1.1	1.1	1.0

BAGIAN PERENCANAAN TEKNIK

Keterangan : Satuan tekanan kg/cm²

Tabel 3.10. Tekanan Air Kelurahan Gading Kasri

NO	KELURAHAN	JUMLAH			PENGAMBILAN TITIK TEKANAN				TEKANAN PADA PUKUL			
		RUMAH	PELANGGAN	TITIK UKUR	NODE	NAMA	ALAMAT	NO. SL	00. ⁰⁰	06. ⁰⁰	11. ⁰⁰	17. ⁰⁰
6	GADINGKASRI	2060	1453	15	5,6,1	SADIONO KARTOMARTEDJO. DR	JL. Tanggamus 3	05448	0.8	0.6	0.6	0.7
					5,6,2	ENDRO KUNTJORO	JL. Jember 9	14249	0.8	0.6	0.5	0.6
					5,6,3	DRS. SUHARSONO	JL. Gresik 12	10166	0.8	0.6	0.6	0.6
					5,6,4	SOEWARTONO	JL. Probolinggo 9	11144	0.8	0.6	0.5	0.6
					5,6,5	KUSNIATUN. NY.	JL. Pasuruan 6	09785	0.8	0.6	0.4	0.6
					5,6,6	DJUMANI/ JUMANI	JL. Jombang I / 98	40468	0.7	0.4	0.4	0.4
					5,6,7	WOLF MOEDIAH	JL. Klampok Kasri II / 36	52590	0.7	0.4	0.4	0.4
					5,6,8	SUNARTO	JL. Rajekwesi 4A	58976	1.0	0.6	0.8	0.6
					5,6,9	SUHUD	JL. Gading 26-7	18032	0.8	0.5	0.6	0.5
					5,6,10	R.SOENARKO	JL. Burangrang 4	34021	1.0	0.5	0.6	0.6
					5,6,11	DR.HENDRARKO	JL. Sangga Buana 20	14933	0.8	0.5	0.6	0.5
					5,6,12	UNIVERSITAS NEGERI MALANG	JL. Wilis 31	05379	1.2	0.8	0.5	0.9
					5,6,13	SUWONO	JL. Gede 11	40539	1.0	0.8	1.0	0.9
					5,6,14	ABDUL KADIR	JL. Pahlawan Trip 25	05294	0.8	0.6	0.7	0.7
					5,6,15	MISIATI SOEKARNO,NY	JL. Gede 1	19932	1.0	0.8	1.0	0.9

BAGIAN PERENCANAAN TEKNIK

Keterangan : Satuan tekanan kg/cm²

3.3.1.4. Data Kualitas Air

Dari tabel hasil pemeriksaan kualitas air dibawah ini dapat kita ketahui beberapa lokasi yang belum memenuhi syarat siap minum diantaranya jl. A.R. Hakim IV / 1400 pada kelurahan Kauman dan jl. Burangrang 4 pada kelurahan Gadingkasri, hal ini disebabkan karena masih terdapatnya bakteri *coliform* pada daerah tersebut.

Tabel 4.1. Data Lokasi Pengambilan Sample Air

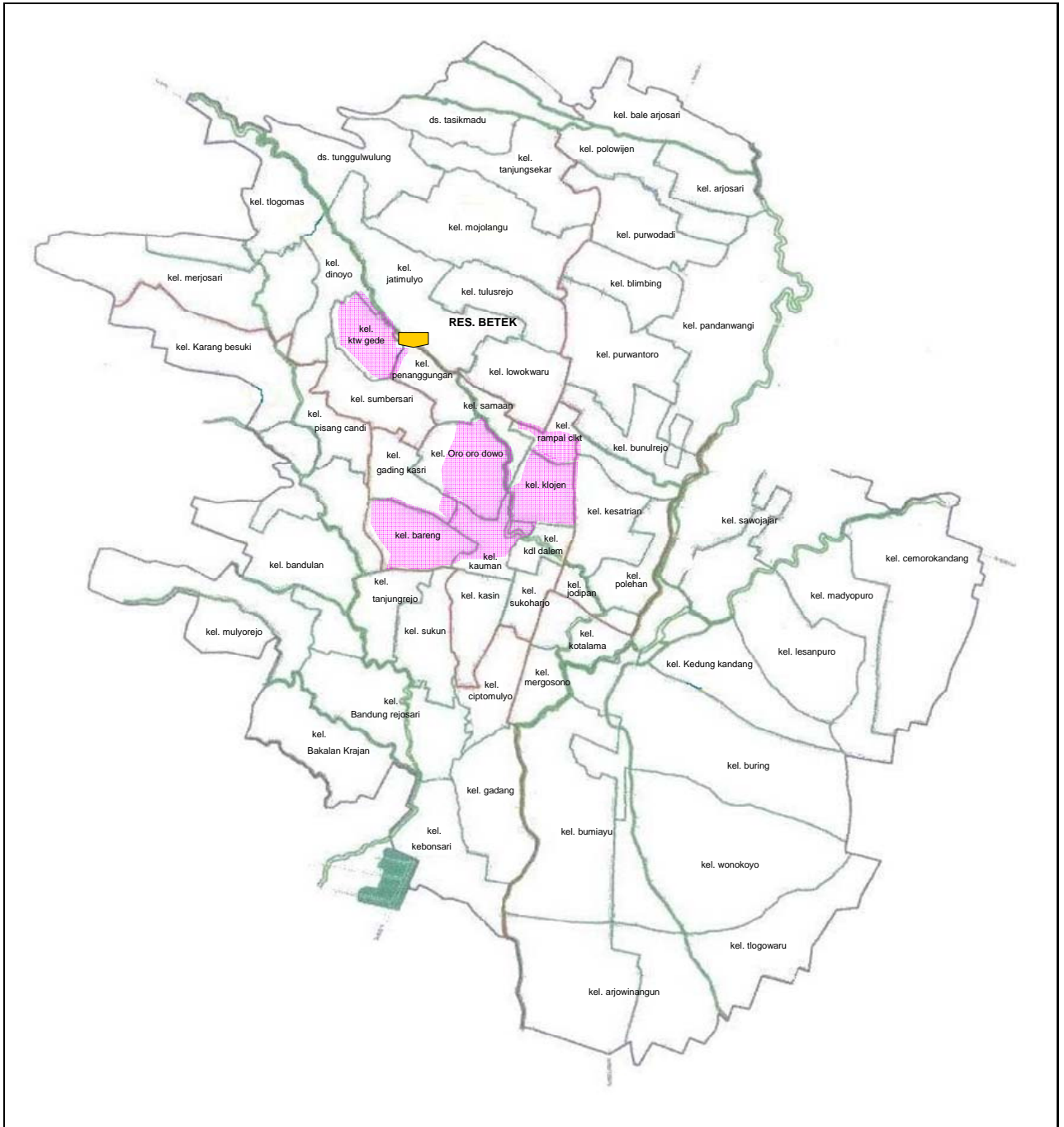
No	Lokasi Pengambilan Sampel	Kelurahan	Hasil Pemeriksaan				Keterangan	
			pH	Kekeruhan	Sisa Chlor PPM	Total Coliform	MS	TMS
1	JL. Suropati II / 8	KLOJEN	6.69	0.49	0.45	0.00	**	
2	JL. Batok 11	BARENG	6.67	0.47	0.45	0.00	**	
3	JL. A.R. Hakim IV / 1400	KAUMAN	6.60	0.47	0.10	15.00		**
4	JL. Burangrang 4	GADINGKASRI	6.97	0.72	0.10	1.10		**
5	JL. Welirang 22	ORO-ORO DOWO	6.80	0.69	0.10	0.00	**	
6	JL. Progo 3	RAMPAL CELAKET	6.80	0.81	0.10	0.00	**	
		Syarat PERMENKES RI	6.5 - 8.5	5 NTU	0.40- 0.50 Mg/l	0/100 ml		

Sumber : PDAM Kota Malang bulan Oktober 2007

Keterangan :

MS = Memenuhi Syarat

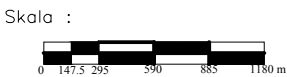
TMS = Tidak Memenuhi Syarat

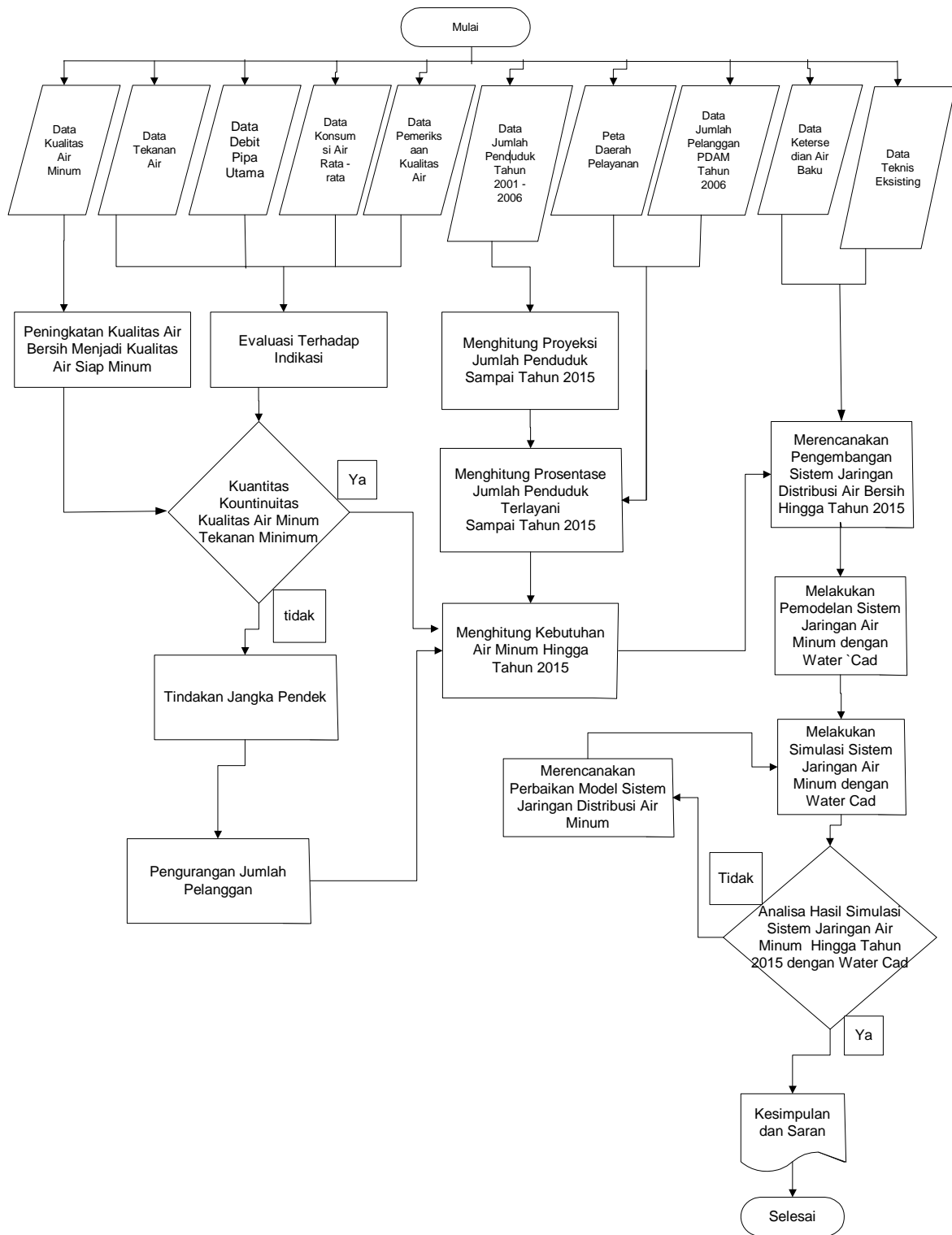


Gambar 3. 5. Wilayah Pelayanan Sistem Tandon Betek

WILAYAH PELAYANAN RESERVOIR BETEK

- 1. KEL. ORO ORO DOWO
- 2. KEL. KLOJEN
- 3. KEL. BARENG
- 4. KEL. KAUMAN
- 5. KEL. GADING KASRI
- 6. KEL. RAMPAL CELAKET
- 7. KEL. KETAWANG GEDE





Gambar 3. 6. Diagram Alir Penyelesaian

BAB IV

ANALISA DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini membahas analisa dari hasil observasi di PDAM Kota Malang, yang meliputi debit suplai dari masing - masing sumber air dan tandon yang mengalir tandon Betek, tekanan air di wilayah pelayanan 6 Kelurahan, konsumsi rata – rata pelanggan di masing – masing kelurahan, kualitas air di masing – masing wilayah kelurahan yang semua data tersebut diperlukan untuk perencanaan pengembangan sistem penyediaan air minum PDAM Kota Malang sebagai tindak lanjut PP No. 16 tahun 2005 di Zona Pelayanan Tandon Betek, agar memenuhi persyaratan K3 (Kuantitas, Kontinuitas dan Kualitas).

4.1. Kriteria Design untuk memenuhi syarat Kuantitas.

Konsumsi pelanggan diharapkan sebesar $30 \text{ m}^3/\text{Bulan/Rumah}$, diasumsikan 1 sambungan rumah berjumlah 6 orang, kehilangan / kebocoran air dalam sistem penyediaan air minum ditargetkan maksimal 30 %, dengan volume Tandon Betek minimal memenuhi beban jam puncak pemakaian (pagi hari).

4.1.1 Contoh Perhitungan

Untuk memudahkan analisa dibuatlah contoh perhitungan dengan cara mengumpamakan kebutuhan untuk jumlah pelanggan 5000 SR.

Maka konsumsi pelanggan sebesar :

$$\begin{aligned} 30 \text{ m}^3/\text{Bulan/Rumah} \times 5000 \text{ SR} &= 150.000 \text{ m}^3/\text{bulan} \\ &= 208 \text{ m}^3/\text{jam} \\ &= 58 \text{ lt/dt} \\ \text{Produksi/Suplai} &= 58 \text{ lt/dt} : 70\% \\ &= 83 \text{ lt/dt} \approx 80 \text{ lt/dt} \\ &= 298 \text{ m}^3/\text{jam} \\ &= 7152 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume tandon} &= (10\% \text{ s/d } 20\% \text{ dari produksi 1 hari}) \times \text{produksi 1 hari} \\ &= 15\% \times 7152 \text{ m}^3 \\ &= 1072 \text{ m}^3 \approx 1000 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Jadi dapat disimpulkan :

$$\text{Pelanggan} = 5000 \text{ SR}$$

$$\text{Produksi / suplai} = 80 \text{ lt/dt}$$

$$\text{Volume tandon} = 1000 \text{ m}^3$$

4.1.2 Evaluasi Suplai air dan Kapasitas Tandon Betek (eksisting)

Berdasarkan hasil perhitungan untuk 5000 SR dipakai untuk mengitung kebutuhan untuk jumlah pelanggan yang saat ini dilayani Tandon Betek.

$$\text{Pelanggan zona pelayanan Tandon Betek} = 7836 \text{ SR}$$

Produksi Tandon :

$$\text{Mata air Wenditt I} = 160 \text{ lt/dt}$$

$$\text{Total Produksi/Suplai} = 160 \text{ lt/dt}$$

$$\text{Volume tandon yang tersedia adalah} = 2000 \text{ m}^3$$

Melihat kondisi lokasi Tandon Betek sudah maksimal maka ditetapkan volume Tandon Betek kedepan tetap dengan saat ini yakni total volumenya 2000 m^3 , sehingga evaluasi perhitungan selanjutnya berdasarkan volume tandon tersebut, yaitu:

A. Total jumlah pelanggan maksimal yang mampu dilayani oleh Tandon Betek adalah :

$$\text{Pelanggan} = \frac{2000 \text{ m}^3}{1000 \text{ m}^3} \times 5000 \text{ SR} = 10000 \text{ SR}$$

Maka, untuk saat ini dengan pelanggan sebanyak 7836 SR masih memenuhi batas maksimal.

B. Produksi / suplai minimal untuk jumlah pelanggan maksimal 10000 SR yang harus di suplaikan ke Tandon Betek adalah :

$$\text{Pr oduksi} = \frac{2000 \text{ m}^3}{1000 \text{ m}^3} \times 80 \text{ lt / dt} = 160 \text{ lt / dt}$$

Karena saat ini jumlah pelanggan masih 7836 SR, maka suplai minimal saat ini adalah :

$$\text{Pr oduksi} = \frac{7836 \text{ SR}}{10000 \text{ SR}} \times 160 \text{ lt / dt} = 125,376 \text{ lt / dt}$$

Padahal suplai di lapangan saat ini adalah 160 lt/dt, maka untuk kondisi saat ini suplai lebih dari cukup untuk menyupali dengan jumlah pelanggan 7836 SR yaitu 125,376 l/dt. Bila untuk kondisi dengan pelanggan maksimal yaitu 10000 SR maka suplai 160 lt/dt. Konsumsi pelanggan saat ini adalah :

C. Kehilangan Air

Kehilangan air dalam sistem penyediaan air minum ditargetkan maksimal 30 %, maka untuk kondisi saat ini kehilangan airnya adalah :

$$\text{Kehilangan} = \frac{\text{Produksi} - \text{Pemakaian}}{\text{Produksi}} \times 100\%$$

$$\text{Kehilangan} = \frac{428540 \text{ m}^3 / \text{bln} - 320250 \text{ m}^3 / \text{bln}}{428540 \text{ m}^3 / \text{bln}} \times 100\% = 25.27\%$$

Dengan melihat kondisi kehilangan air yang diatas 30%, padahal untuk kehilangan air di zona pelayanan Tandon Betek kurang dari batas maksimal yaitu 25,27%. Maka di zona pelayanan Tandon Betek angka kehilangan / kebocoran air terpenuhi / memenuhi syarat.

Kesimpulan :

Supaya suplai air dan penyediaan reservoir yang cukup untuk memenuhi kebutuhan total pelanggan dengan aliran 24 jam adalah dengan :

- Jumlah pelanggan maksimal = 10000 SR
- Target konsumsi rata-rata = 30 m³/bulan/sr
- Target ATR (Losses) maksimal = 30 %
- Suplai air minimal saat ini = 125,376 lt/dt.
- Suplai air minimal saat jumlah pelanggan maksimal = 160 lt/dt
- Kapasitas reservoir = 2000 m³

Tabel 4.1. Proyeksi Kebutuhan Air Minum Per Kelurahan di Zona Pelayanan Tandon Betek

No	Uraian	Satuan	Rampal Celaket			Klojen			Bareng		
			2007	2010	2015	2007	2010	2015	2007	2010	2015
1	Jumlah Penduduk	Jiwa	7,290	7,489	7,832	6,697	6,880	7,195	18,926	19,441	20,332
2	Cakupan Pelayanan	%	85.23	85.98	86.79	86.11	86.99	87.54	47.49	67.99	67.88
3	Jumlah Pelanggan	SR	1043	1071	1351	971	997	1255	1498	1539	1836
4	Konsumsi	M3/Bln/SR	20.66	30	30	24.01	30	30	25.64	30	30
5	Kebocoran/Kehilangan	%	30	30	30	30	30	30	30	30	30
6	Air yang diproduksi	Lt/dt	11.87	17.71	22.34	12.85	16.49	20.75	21.17	25.44	30.36
7	Kebutuhan Harian Maksimum *1.15	Lt/dt	13.65	20.37	25.69	14.77	18.97	23.86	24.34	29.26	34.91
8	Kebutuhan Jam Puncak *1.56	Lt/dt	18.52	27.63	34.85	20.04	25.73	32.37	33.02	39.69	47.36

Sumber : Hasil Perhitungan

No	Uraian	Satuan	Gading Kasri			Kauman			Oro - oro Dowo		
			2007	2010	2015	2007	2010	2015	2007	2010	2015
1	Jumlah Penduduk	Jiwa	13,018	13,373	13,986	10,924	11,222	11,736	15,040	15,395	16,009
2	Cakupan Pelayanan	%	53.32	68.77	69.67	98.05	98.97	99.11	89.01	89.88	90.14
3	Jumlah Pelanggan	SR	1157	1189	1580	1417	1456	1860	1750	1791	2117
4	Konsumsi	M3/Bln/SR	26.92	30	30	20.08	30	30	24.63	30	30
5	Kebocoran/Kehilangan	%	30	30	30	30	30	30	30	30	30
6	Air yang diproduksi	Lt/dt	17.16	19.65	26.12	15.68	24.07	30.75	23.76	29.62	35.00
7	Kebutuhan Harian Maksimum *1.15	Lt/dt	19.74	22.60	30.04	18.03	27.68	35.37	27.32	34.06	40.25
8	Kebutuhan Jam Puncak *1.56	Lt/dt	26.77	30.66	40.75	24.46	37.54	47.97	37.06	46.20	54.60

Sumber : Hasil Perhitungan

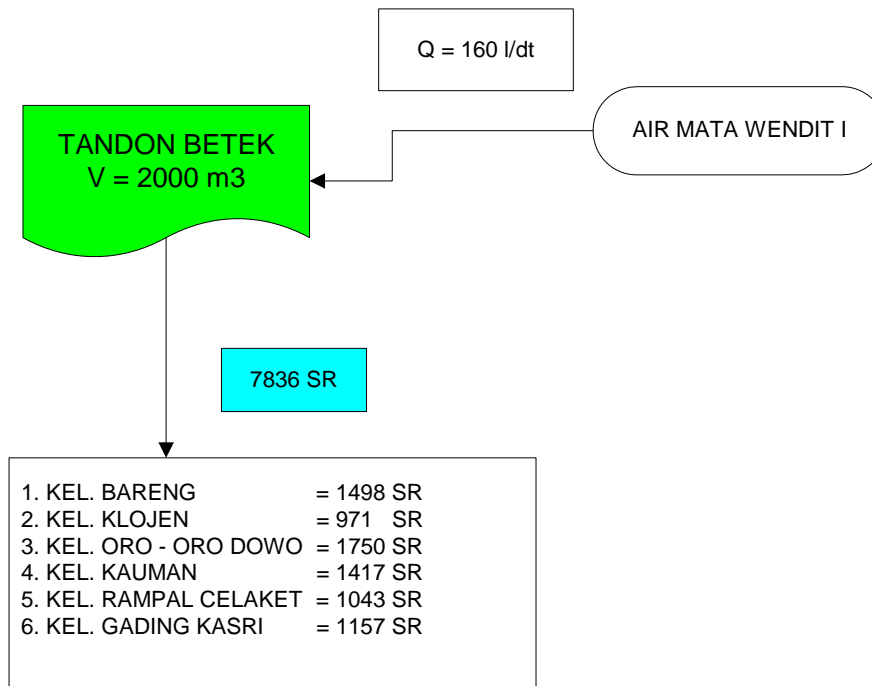
Tabel 4.2. Proyeksi Kebutuhan Air Minum Zona Pelayanan Tandon Betek

Uraian	Satuan	Saat ini	Th. 2008	Th. 2009	Th. 2010	Th. 2011	Th. 2012	Th. 2013	Th. 2014	Th. 2015
Jumlah Penduduk	Jiwa	67705	68314	68929	69549	70175	70807	71444	72087	72736
Cakupan Layanan	%	69	71	72	74	76	77	79	81	82
Jumlah Pelanggan	SR	7836	8078	8328	8586	8852	9126	9408	9699	10000
Konsumsi	M3 / Bln / SR	28.74	30	30	30	30	30	30	30	30
Kehilangan / Kebocoran Air	%	25.27	30	30	30	30	30	30	30	30
Air yang disupplay (saat ini)	Lt/dt	160.000	160.000	160.000	160.000	160.000	160.000	160.000	160.000	160.000
Kebutuhan Harian Maksimum	Lt/dt	184.00	184.00	184.00	184.00	184.00	184.00	184.00	184.00	184.00
Kebutuhan Jam Puncak	Lt/dt	249.60	249.60	249.60	249.60	249.60	249.60	249.60	249.60	249.60

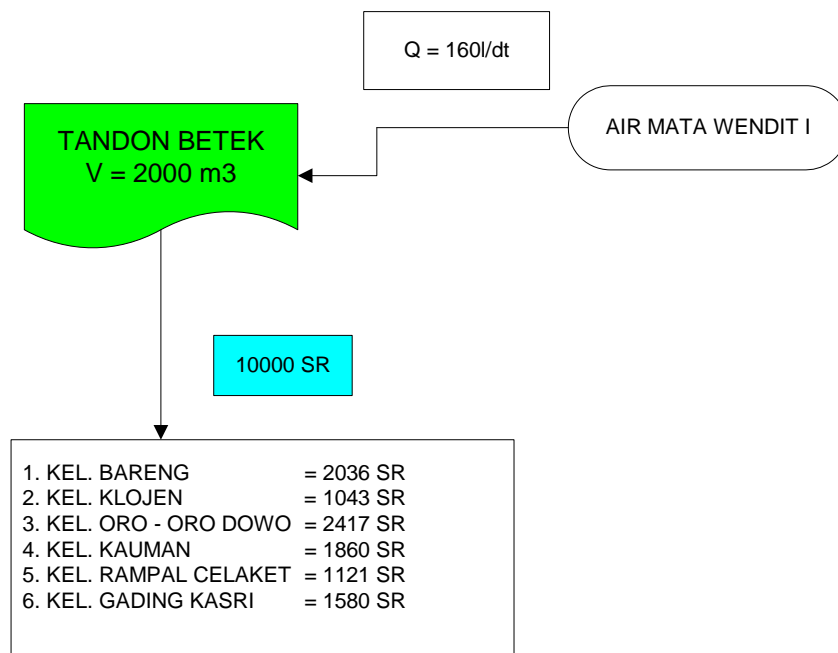
Sumber : Hasil Perhitungan

Uraian	Satuan	Saat ini	Th. 2015
Jumlah Penduduk	Jiwa	67705	72736
Cakupan Layanan	%	69	82
Jumlah Pelanggan	SR	7836	10000
Konsumsi	M3 / Bln / SR	28.74	30
Kehilangan / Kebocoran Air	%	25.27	30
Air yang disupplay (saat ini)	Lt/dt	160.000	160.000
Kebutuhan Harian Maksimum	Lt/dt	184.00	184.00
Kebutuhan Jam Puncak	Lt/dt	249.60	249.60

Sumber : Hasil Perhitungan



Gambar 4.1 Rencana Distribusi Air Tandon Betek saat ini



Gambar 4. 2 Rencana Distribusi Tandon Betek Tahun 2015

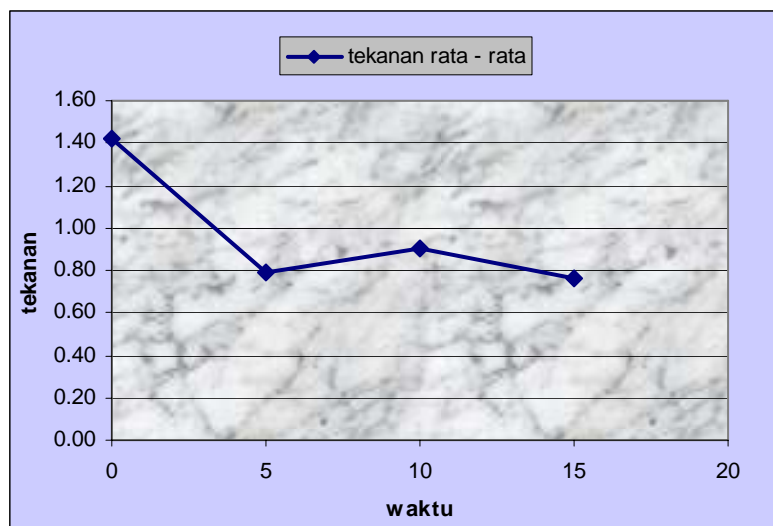
4.2. Kriteria Design untuk memenuhi syarat Kontinuitas

Kontinuitas aliran bisa dikatakan mengalir 24 jam/ hari secara terus menerus apabila data pengukuran tekanan statis di jaringan pipa distribusi seluruh wilayah pelayanan pada 4 waktu pengukuran yaitu pada pukul 06.00 , 11.00 , 17.00 dan 24.00 WIB tidak terdapat angka tekanan statis 0 kg/cm², sesuai kriteria design PDAM kota Malang angka tekanan statis terendah 0,5 Kg/cm².

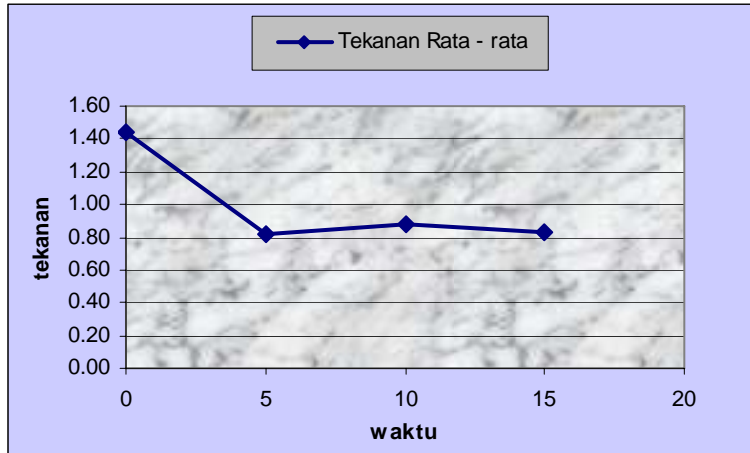
Hasil dari pengukuran tekanan di lapangan ternyata menunjukkan angka terkecil sebesar 0,4 Kg/cm² yang berarti aliran air di wilayah pelayanan 6 Kelurahan yang dilayani dari Tandon Betek belum bisa dinyatakan telah mengalir 24 jam/ hari dengan tekanan lebih dari cukup.

Kondisi ini sebenarnya mampu dipertahankan meskipun untuk melayani penambahan jumlah pelanggan sampai dengan tahun 2015 yang hanya bertambah 8% dari jumlah pelanggan saat ini. Tapi untuk menyakinkan perlu di cek dengan simulasi kondisi tidak permanen dengan program watercad, ditampilkan pada tabel 4.10 dan tabel 4.11.

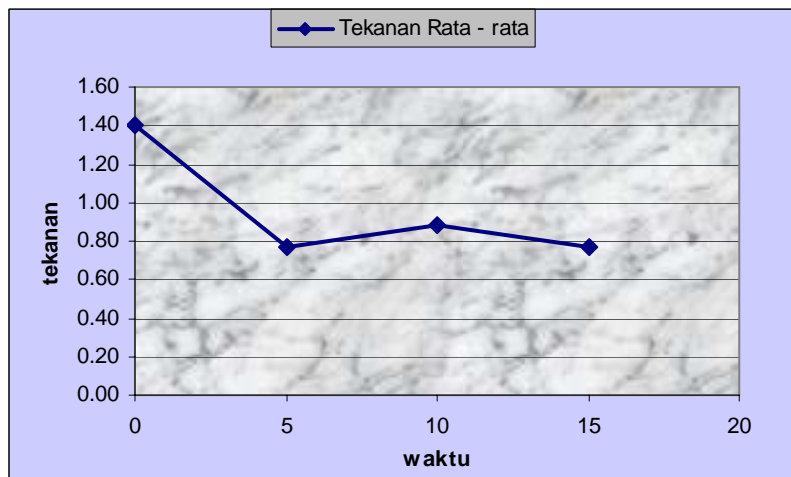
Yang perlu mendapatkan perhatian hanyalah pemeliharaan jaringan distribusi jangan sampai terjadi sumbatan – sumbatan dan kebocoran yang mengakibatkan kemacetan aliran air.



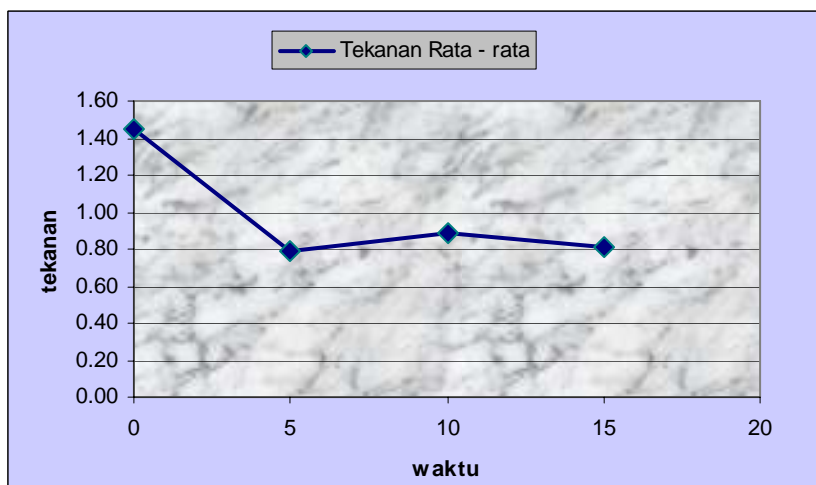
Gambar 4.3 Grafik Tekanan Rata – rata Kel. Oro – Oro Dowo



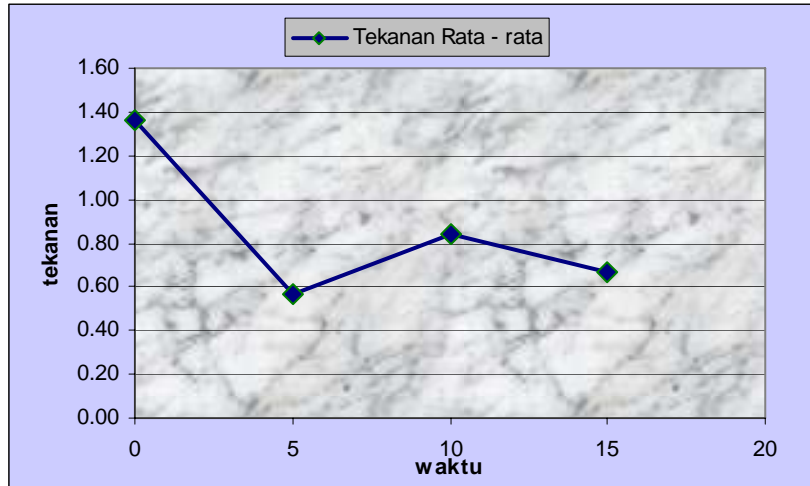
Gambar 4.4 Grafik Tekanan Rata – rata Kel. Rampil Celaket



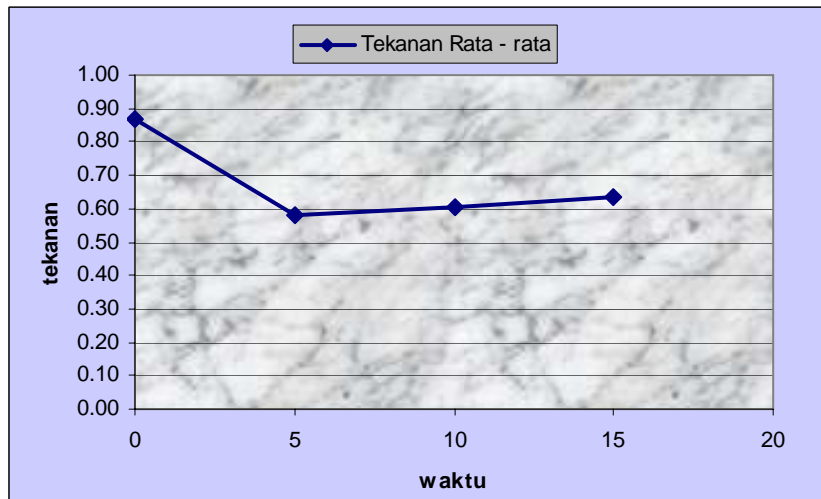
Gambar 4.5 Grafik Tekanan Rata – rata Kel. Bareng



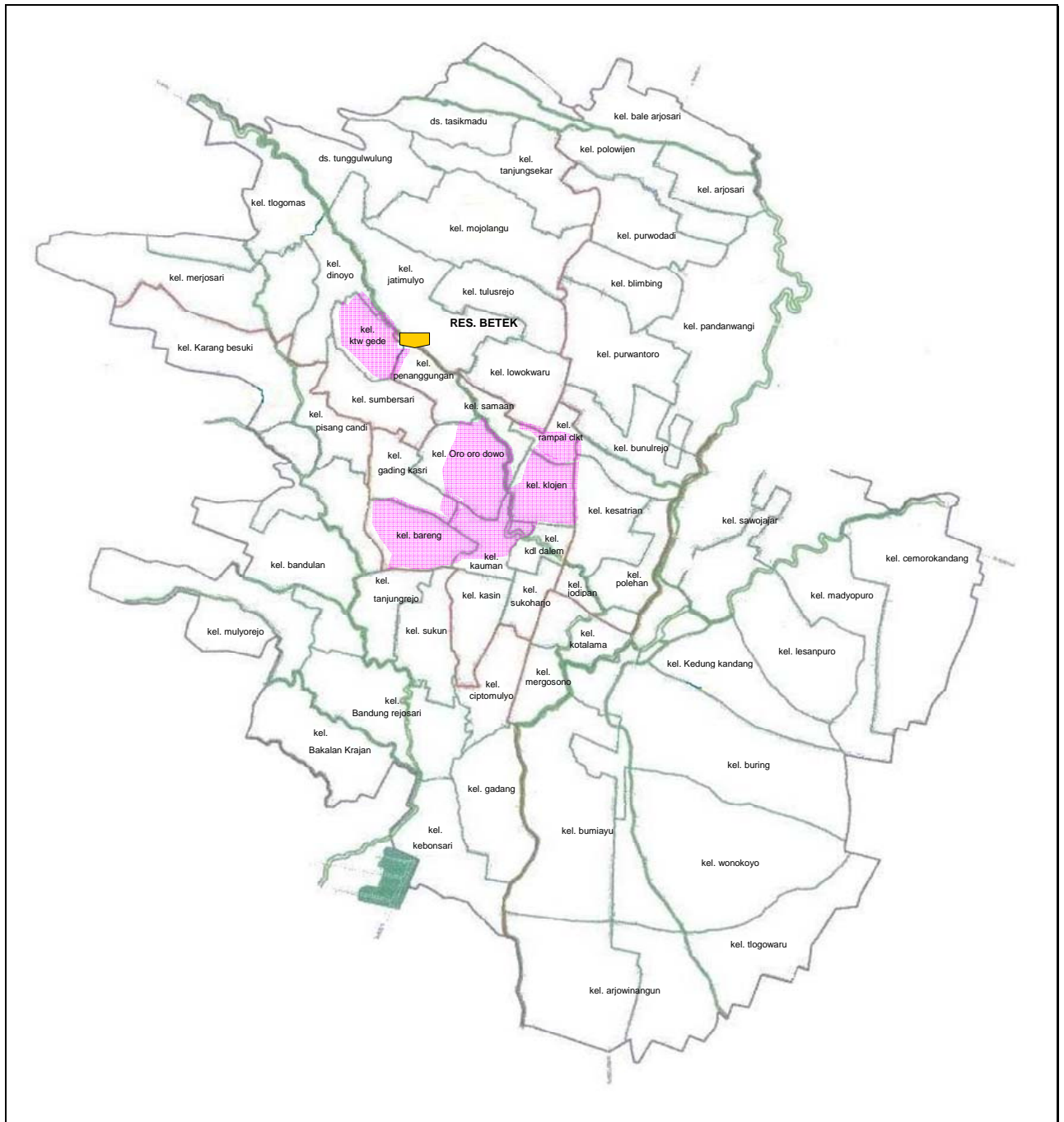
Gambar 4.6 Grafik Tekanan Rata – rata Kel. Klojen



Gambar 4.7 Grafik Tekanan Rata – rata Kel. Kauman



Gambar 4.8 Grafik Tekanan Rata – rata Kel. Gading Kasri

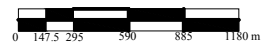


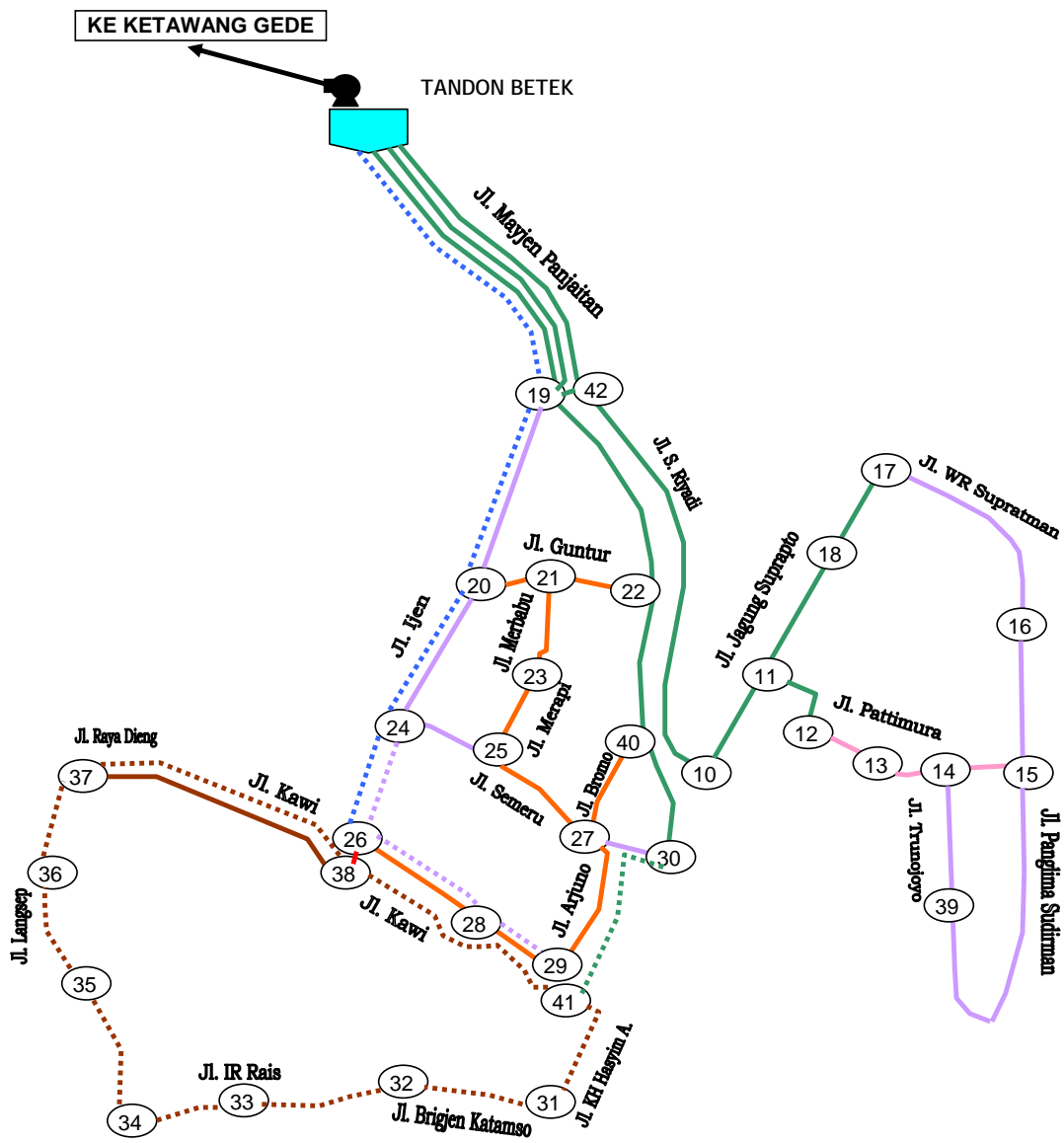
Gambar 3. 5. Wilayah Pelayanan Sistem Tandon Betek

WILAYAH PELAYANAN RESERVOIR BETEK

1. KEL. ORO ORO DOWO
2. KEL. KLOJEN
3. KEL. BARENG
4. KEL. KAUMAN
5. KEL. GADING KASRI
6. KEL. RAMPAL CELAKET
7. KEL. KETAWANG GEDE

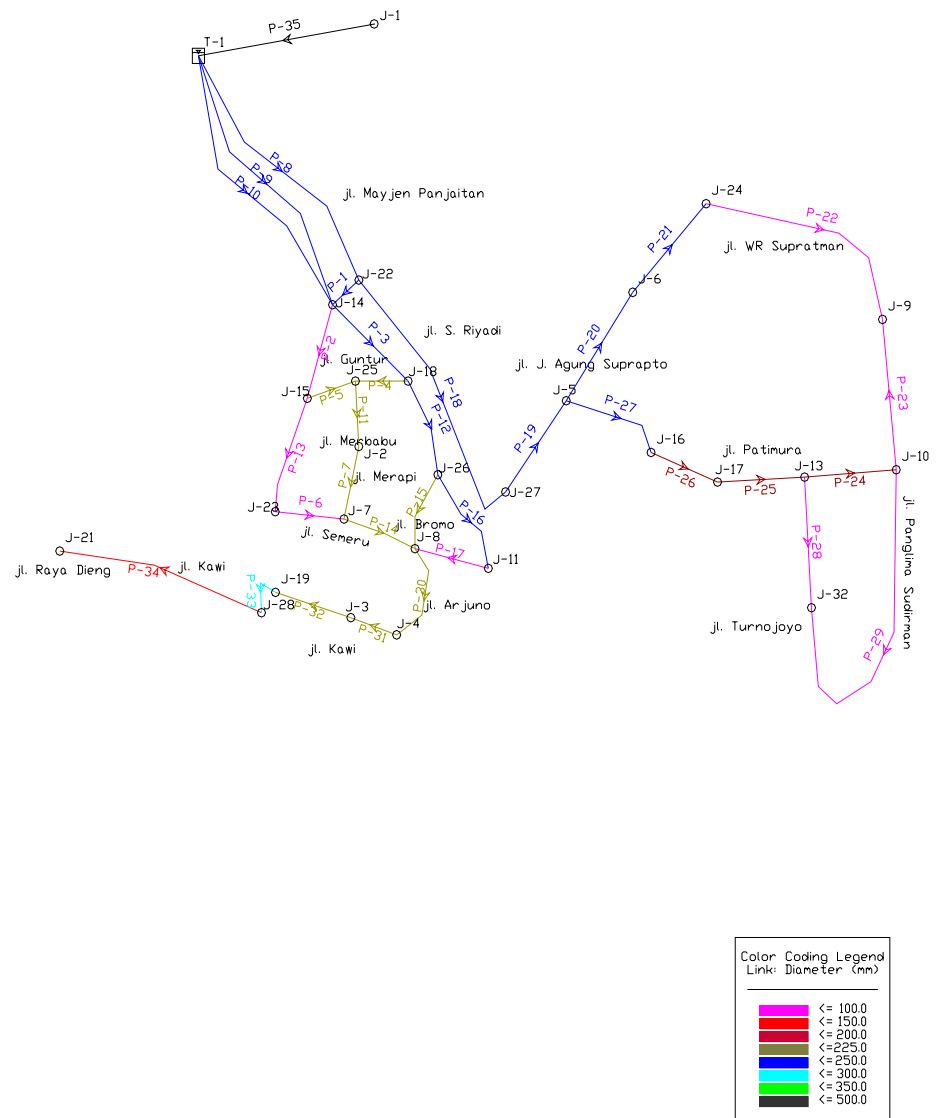
Skala :





4.9.1. Rencana Jaringan Pipa Distribusi Utama Sistem Tandon Betek

- Ø 500 mm
- Ø 350 mm
- Ø 300 mm
- Ø 250 mm
- Ø 200 mm
- Ø 150 mm
- Ø 100 mm
- Ø 225 mm
- PIPA BARU



Gambar 4. 10. Jaringan Pipa Distribusi Utama Sistem Tandon Betek

Tabel 4. 3. Hasil Simulasi Titik Simpul Kondisi Tahun 2007 (pukul 07.00)

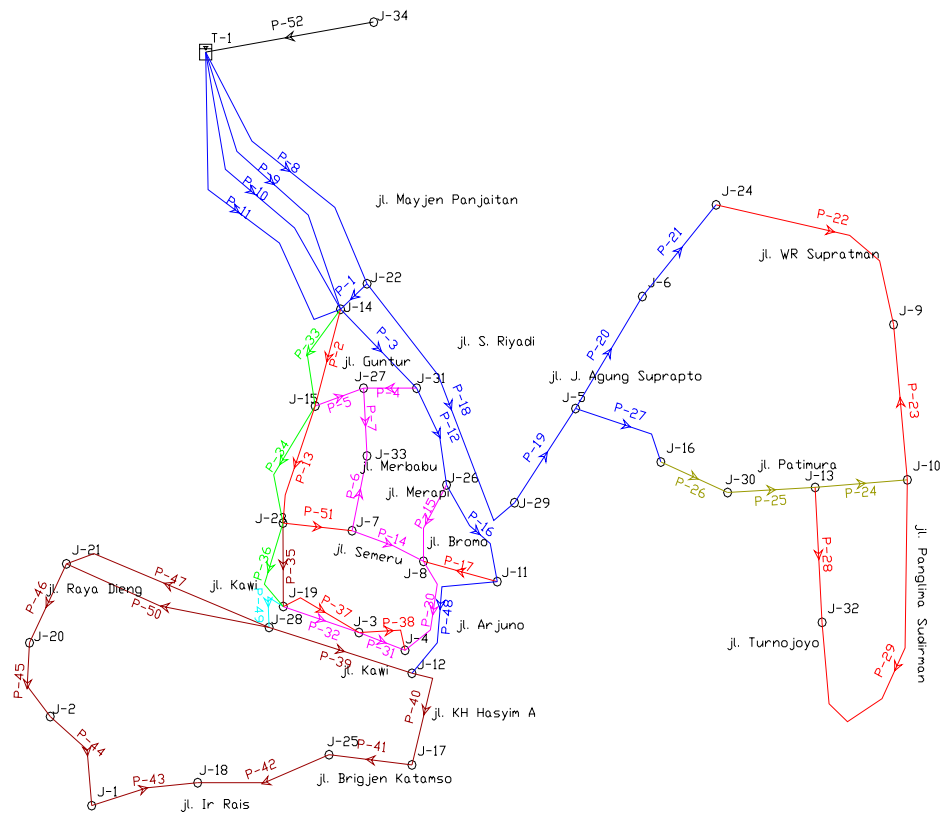
Titik Simpul	Elevasi (m)	Tekanan Sisa (kg/cm ²)	Keterangan
J-1	482.00	1.17	junction
J-2	463.00	1.87	junction
J-3	454.00	2.35	junction
J-4	453.00	1.18	junction
J-5	458.00	1.67	junction
J-6	460.00	1.51	junction
J-7	462.00	1.53	junction
J-8	452.00	1.30	junction
J-9	453.00	1.21	junction
J-10	452.00	1.87	junction
J-11	451.00	1.96	junction
J-12	454.00	1.79	junction
J-13	454.00	2.07	junction
J-14	467.00	2.13	junction
J-15	467.00	1.88	junction
J-16	457.00	1.18	junction
J-17	455.00	1.18	junction
J-18	463.00	1.13	junction
J-19	460.00	1.84	junction
J-20	460.00	1.82	junction
J-21	463.00	1.62	junction
J-22	467.00	1.11	junction
J-23	465.00	1.60	junction
J-24	460.00	1.18	junction
J-25	465.00	1.29	junction
J-26	455.00	1.35	junction
J-27	458.00	1.35	junction

Sumber : Hasil Perhitungan Simulasi

Tabel 4. 4. Hasil Simulasi Jaringan Pipa Kondisi Tahun 2007 (pukul 07.00)

No Pipa	Panjang (m)	Diameter (mm)	Kehilangan Tinggi Tekan (m/km)	Kecepatan (m/s)	Keterangan
P-1	50.00	250.0	2.66	0.68	Pipa Lama
P-2	750.00	150.0	3.82	1.72	Pipa Lama
P-3	800.00	250.0	3.08	1.28	Pipa Lama
P-4	380.00	100.0	1.65	1.53	Pipa Lama
P-5	250.00	100.0	8.22	0.22	Pipa Lama
P-6	400.00	150.0	0.73	0.27	Pipa Lama
P-7	310.00	100.0	2.41	0.62	Pipa Lama
P-8	1,070.00	250.0	3.01	0.97	Pipa Lama
P-9	1,070.00	250.0	3.01	0.97	Pipa Lama
P-10	1,070.00	250.0	3.01	0.97	Pipa Lama
P-11	350.00	100.0	2.41	0.48	Pipa Lama
P-12	500.00	250.0	2.88	0.94	Pipa Lama
P-13	500.00	150.0	1.08	0.98	Pipa Lama
P-14	420.00	100.0	1.01	0.89	Pipa Lama
P-15	510.00	100.0	2.08	1.80	Pipa Lama
P-16	540.00	250.0	0.87	0.65	Pipa Lama
P-17	160.00	150.0	1.21	0.84	Pipa Lama
P-18	1,580.00	250.0	2.66	0.90	Pipa Lama
P-19	480.00	250.0	2.66	0.90	Pipa Lama
P-20	440.00	250.0	0.55	0.43	Pipa Lama
P-21	350.00	250.0	0.81	0.26	Pipa Lama
P-22	730.00	150.0	1.44	0.98	Pipa Lama
P-23	500.00	150.0	1.23	0.82	Pipa Lama
P-24	200.00	225.0	1.09	1.01	Pipa Lama
P-25	150.00	225.0	1.03	0.88	Pipa Lama
P-26	400.00	225.0	2.23	1.42	Pipa Lama
P-27	190.00	250.0	1.07	0.81	Pipa Lama
P-28	500.00	150.0	1.13	0.89	Pipa Lama
P-29	1,400.00	150.0	1.78	0.50	Pipa Lama
P-30	600.00	100.0	0.98	0.53	Pipa Lama
P-31	320.00	100.0	0.78	0.47	Pipa Lama
P-32	600.00	100.0	2.78	0.61	Pipa Lama
P-33	50.00	300.0	1.10	0.99	Pipa Lama
P-34	900.00	200.0	1.87	1.02	Pipa Lama
P-35	100.00	500.0	6.54	1.07	Pipa Lama

Sumber : Hasil Perhitungan Simulasi



Color Coding Legend
Link: Diameter (mm)

	<= 100.0
	<= 150.0
	<= 200.0
	<= 225.0
	<= 250.0
	<= 300.0
	<= 350.0
	<= 500.0

Gambar 4. 11. Jaringan Pipa Distribusi Utama Sisem Tandon Betek

Tabel 4. 5. Hasil Simulasi Titik Simpul Kondisi Tahun 2015 (pukul 07.00)

Titik Simpul	Elevasi (m)	Tekanan Sisa (kg/cm ²)	Keterangan
J-1	449.00	2.6919	junction
J-2	457.00	1.9146	junction
J-3	454.00	2.4142	junction
J-4	453.00	2.4991	junction
J-5	458.00	1.9161	junction
J-6	460.00	1.6871	junction
J-7	462.00	1.7383	junction
J-8	452.00	2.6621	junction
J-9	453.00	2.3447	junction
J-10	452.00	2.4628	junction
J-11	451.00	2.7623	junction
J-12	453.00	2.5275	junction
J-13	454.00	2.2669	junction
J-14	467.00	1.5638	junction
J-15	467.00	1.3997	junction
J-16	457.00	2.0043	junction
J-17	448.00	2.8909	junction
J-18	447.00	2.8914	junction
J-19	460.00	1.9565	junction
J-20	460.00	1.7009	junction
J-21	463.00	1.5201	junction
J-22	467.00	1.5642	junction
J-23	465.00	1.5076	junction
J-24	460.00	1.6779	junction
J-25	440.00	3.6140	junction
J-26	455.00	2.4363	junction
J-27	465.00	1.4914	junction
J-28	460.00	1.9441	junction
J-29	451.00	2.7420	junction
J-30	455.00	2.1746	junction
J-31	463.00	1.7393	junction
J-32	454.00	2.2604	junction
J-33	463.00	1.6273	junction
J-34	482.00	2.9851	junction

Sumber : Hasil Perhitungan Simulasi

Tabel 4. 6. Hasil Simulasi Jaringan Pipa Kondisi Tahun 2015 (pukul 07.00)

No Pipa	Panjang (m)	Diameter (mm)	Kehilangan Tinggi Tekan (m/km)	Kecepatan (m/s)	Keterangan
P-1	50.00	250.0	3.25	0.80	Pipa Lama
P-2	750.00	150.0	1.85	0.59	Pipa Lama
P-3	800.00	250.0	2.81	0.93	Pipa Lama
P-4	380.00	100.0	1.27	0.53	Pipa Lama
P-5	250.00	100.0	4.32	0.66	Pipa Lama
P-6	310.00	100.0	1.36	0.88	Pipa Lama
P-7	350.00	100.0	1.82	1.34	Pipa Lama
P-8	1,070.00	250.0	3.37	1.03	Pipa Lama
P-9	1,070.00	250.0	3.38	1.03	Pipa Lama
P-10	1,070.00	250.0	3.38	1.03	Pipa Lama
P-11	1,070.00	250.0	3.38	1.03	Pipa Baru
P-12	500.00	250.0	2.03	0.78	Pipa Lama
P-13	500.00	150.0	1.84	1.01	Pipa Lama
P-14	420.00	100.0	1.77	0.98	Pipa Lama
P-15	510.00	100.0	2.08	1.80	Pipa Lama
P-16	540.00	250.0	0.87	0.65	Pipa Lama
P-17	160.00	150.0	1.21	0.84	Pipa Lama
P-18	1,580.00	250.0	2.66	0.90	Pipa Lama
P-19	480.00	250.0	2.66	0.90	Pipa Lama
P-20	440.00	250.0	0.67	0.99	Pipa Lama
P-21	350.00	250.0	0.62	1.11	Pipa Lama
P-22	730.00	150.0	1.83	0.88	Pipa Lama
P-23	500.00	150.0	0.98	0.86	Pipa Lama
P-24	200.00	225.0	1.29	1.22	Pipa Lama
P-25	150.00	225.0	1.49	1.10	Pipa Lama
P-26	400.00	225.0	1.05	1.42	Pipa Lama
P-27	190.00	250.0	3.26	1.04	Pipa Lama
P-28	500.00	150.0	1.83	1.00	Pipa Lama
P-29	1,400.00	150.0	3.53	0.87	Pipa Lama
P-30	600.00	100.0	1.06	0.67	Pipa Lama
P-31	320.00	100.0	0.99	0.82	Pipa Lama
P-32	600.00	100.0	2.36	0.97	Pipa Lama
P-33	750.00	350.0	2.19	1.01	Pipa Baru
P-34	500.00	350.0	1.84	0.91	Pipa Baru
P-35	440.00	200.0	1.14	1.05	Pipa Baru
P-36	440.00	350.0	1.14	1.71	Pipa Baru
P-37	600.00	150.0	2.36	0.77	Pipa Baru
P-38	320.00	150.0	1.47	0.86	Pipa Baru
P-39	900.00	200.0	1.28	1.21	Pipa Baru
P-40	500.00	200.0	2.72	0.92	Pipa Baru
P-41	600.00	200.0	1.26	1.06	Pipa Baru
P-42	740.00	200.0	1.33	0.95	Pipa Baru
P-43	400.00	200.0	1.09	1.22	Pipa Baru
P-44	500.00	200.0	1.42	1.03	Pipa Baru
P-45	600.00	200.0	1.43	0.92	Pipa Baru
P-46	400.00	200.0	2.97	1.23	Pipa Lama
P-47	900.00	200.0	1.39	0.98	Pipa Baru
P-48	800.00	250.0	1.23	0.92	Pipa Baru
P-49	50.00	300.0	2.49	1.85	Pipa Lama
P-50	900.00	200.0	1.39	0.87	Pipa Lama
P-51	400.00	150.0	1.14	0.63	Pipa Lama
P-52	100.00	500.0	12.83	1.47	Pipa Lama

Sumber : Hasil Perhitungan Simulasi

4.3. Kriteria Design untuk memenuhi syarat Kualitas

Kualitas air dikatakan siap minum bila memenuhi persyaratan fisik, kimia, bakteriologi dan radioaktif menurut kriteria dalam Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 907/MENKES/SK/VII/2002. Pemeriksaan kualitas air baku dilakukan terhadap kualitas fisik, kimiawi, dan mikrobiologis. Hasil yang akurat dari kualitas air baku dapat diperoleh melalui pemeriksaan sampel air baku di laboratorium.

Hasil dari pemeriksaan kualitas air di lapangan ternyata masih ditemukan kualitas air yang belum siap minum, dikarenakan masih ada sisa coliform yang berarti belum memenuhi persyaratan bakteriologis. Tetapi kualitas air dilapangan secara fisik dan kimia sudah memenuhi syarat air minum.

Berikut adalah data hasil kualitas air minum pada daerah pelayanan Zona Tandon Betek :

Tabel 4. 7. Kualitas Air Sumber Wendit I

No	Parameter	Satuan	Metode	Batas maksimum yang diperbolehkan	Limit Deteksi	Hasil	Keterangan	
I. Fisika								
1	Bau	**	-	SNI 19.2413.91	Tak Berbau	--	Tak Berbau	
2	Total padatan terlarut (TDS)	**	mg/l	SNI 19.2413.91	1000	1	161	
3	Kekeruhan	**	Skala NTU	SNI 19.2413.91	5	0.06	0.561	NTU : Nephelo
4	Rasa	**	-	SNI 19.2413.91	Tak Berasa	--	Tak Berasa	Turbidity Unit
5	Suhu Laboratorium	**	°C	SNI 19.2413.91	Suhu Udara ± 3 °c	--	28	
6	Warna	**	TCU	SNI 19.2413.91	15	1	1	TCU : True Colour Unit
II. Kimia								
<i>a. Kimia Anorganik</i>								
1	Air Raksa *)		mg/l	IK NO. 02 (AAS)	0.001	0.001	< 0.001	
2	Aluminium	**	mg/l	APHA 3500 AL Edisi.20.98	0.2	0.001	< 0.001	
3	Arsen *)	**	mg/l	-	0.01	--	--	
4	Barium	**	mg/l	-	0.7	--	--	
5	Besi	**	mg/l	SNI 19.1127.89	0.3	0.0037	< 0.0037	total
6	Fluorida	**	mg/l	SNI 06.2482.91	1.5	0.01	0.21	
7	Kadmium *)		mg/l	SNI 06.2466.91	0.003	0.001	< 0.0010	
8	Kesadahan		mg/l	SNI 19.2429.91	500	2	126.72	sebagai CaCO3
9	Klorida		mg/l	SNI 06.2431.91	250	0.986	13.8	
10	Kromium		mg/l	SNI 19.1132.89	0.05	0.003	< 0.0030	Valensi 6*)
11	Mangan		mg/l	SNI 19.1133.89	0.1	0.0491	< 0.0491	

No	Parameter		Satuan	Metode	Batas maksimum yang diperbolehkan	Limit Deteksi	Hasil	Keterangan	
12	Nitrat, sebagai NO ₃	**	mg/l	SNI 06.2480.91	50	0.0019	1.3101	Merupakan batas minimum & maksimum, khusus air hujan Ph minimum 5.5 sebagai H ₂ S	
13	Nitrit, sebagai NO ₂		mg/l	SNI 06.2084.91	3	0.0021	< 0.0021		
14	PH		#	SNI 19.2413.91	6.5 - 8.5	--	7		
15	Selenium *)	**	mg/l	-	0.01	--	--		
16	Seng		mg/l	SNI 06.2507.91	3	0.0075	< 0.0075		
17	Sianida *)	**	mg/l	SNI 19.1504.89	0.07	0.001	< 0.001		
18	Sulfat		mg/l	SNI 06.2426.91	250	0.0693	14.509		
19	Hidrogen Sulfida	**	mg/l	SNI 06.2482.91	0.05	0.001	< 0.001		
20	Tembaga		mg/l	SNI 06.2514.91	2	0.0153	< 0.0153		
21	Timbal *)		mg/l	SNI 06.2517.91	0.01	0.0036	< 0.0036		
22	Klorin	**	mg/l	Chlor Test Kit Standart	5	0.01	< 0.01		
23	Natrium	**	mg/l	Methode	200	--	8.2		
24	Amoniak	**	mg/l	SNI 06.2479.91	1.5	0.01	< 0.010		
25	Nikel		mg/l	SNI 06.2520.89	0.02	0.01	< 0.010		
1	<i>b. Kimia Organik</i> Bahan Organik, Pestisida, Desinfektan		µg/l	SNI 06.2506.91	-	--	-		80 parameter belum dapat dianalisa

Keterangan :

- *) Zat Kimia bersifat racun
-) Tidak diperiksa
- #) Tidak ada satuan
- **) Belum masuk ruang lingkup akreditasi.

Pertimbangan : Semua Parameter Memenuhi batas syarat air minum

Sumber : PDAM Kota Malang

Tabel 4. 7. 1. Kualitas Air Jln. Suropati II / 8(Kelurahan Klojen)

No	Parameter	Satuan	Standart Kualitas Air Minum (Permenkes RI)	Jln. Suropati II / 8 (Hasil)	Keterangan
I	FISIKA				
1	Bau		Tidak berbau	Tidak berbau	
3	Kekeruhan	Skala NTU	5	0,39	NTU: Nephelo Turbidity Unit
4	Rasa		Tidak berasa	Tidak berasa	
6	Warna	Skala TCU	15	1	TCU: True Colour Unit
II	Kimia				
A	Kimia Organik				
24	Sisa Khlor	Mg/lt	0,20 - 0,50	0,25	
	PH		6,5 - 8,5	6.69	
III	Mikrobiologi				
1	Koliform Tinja	Per 100 ml	0	0,00	
2	Total Koliform	Per 100 ml	0	0,00	
				Memenuhi syarat sebagai air minum	

Tabel 4. 7. 2. Kualitas Air Jln. Batok 11 (Kelurahan Bareng)

No	Parameter	Satuan	Standart Kualitas Air Minum (Permenkes RI)	Jln. Batok 11 (Hasil)	Keterangan
I	FISIKA				
1	Bau		Tidak berbau	Tidak berbau	
3	Kekeruhan	Skala NTU	5	0,47	NTU: Nephelo Turbidity Unit
4	Rasa		Tidak berasa	Tidak berasa	
6	Warna	Skala TCU	15	1	TCU: True Colour Unit
II	Kimia				
A	Kimia Organik				
24	Sisa Khlor	Mg/lt	0,20 - 0,50	0.25	
	PH		6,5 - 8,5	6,67	
III	Mikrobiologi				
1	Koliform Tinja	Per 100 ml	0	0,00	
2	Total Koliform	Per 100 ml	0	0,00	
				Memenuhi syarat sebagai air minum	

Tabel 4. 7. 3. Kualitas Air Jln. A. R. Hakim IV / 1400 (Kelurahan Kauman)

No	Parameter	Satuan	Standart Kualitas Air Minum (Permenkes RI)	Jln. A. R. Hakim IV / 1400 (Hasil)	Keterangan
I	FISIKA				
1	Bau		Tidak berbau	Tidak berbau	
3	Kekeruhan	Skala NTU	5	0,37	NTU: Nephelo Turbidity Unit
4	Rasa		Tidak berasa	Tidak berasa	
6	Warna	Skala TCU	15	1	TCU: True Colour Unit
II	Kimia				
A	Kimia Organik				
24	Sisa Khlor	Mg/lt	0,20 - 0,50	0,10	
	PH		6,5 - 8,5	6,6	
III	Mikrobiologi				
1	Koliform Tinja	Per 100 ml	0	0,00	
2	Total Koliform	Per 100 ml	0	1.5	
				Tidak Memenuhi syarat sebagai air minum	

Tabel 4. 7. 4. Kualitas Air Jln. Burangrang (Kelurahan Gadingkasri)

No	Parameter	Satuan	Standart Kualitas Air Minum (Permenkes RI)	Jln. Cipanas no. 2 (Hasil)	Keterangan
I	FISIKA				
1	Bau		Tidak berbau	Tidak berbau	
3	Kekeruhan	Skala NTU	5	0,72	NTU: Nephelo Turbidity Unit
4	Rasa		Tidak berasa	Tidak berasa	
6	Warna	Skala TCU	15	1	TCU: True Colour Unit
II	Kimia				
A	Kimia Organik				
24	Sisa Khlor	Mg/lt	0,20 - 0,50	0,10	
	PH		6,5 - 8,5	6,97	
III	Mikrobiologi				
1	Koliform Tinja	Per 100 ml	0	0,00	
2	Total Koliform	Per 100 ml	0	1.10	
				Tidak Memenuhi syarat sebagai air minum	

Tabel 4. 7. 5. Kualitas Air Jln. Welirang 22 (Kelurahan Oro – oro Dowo)

No	Parameter	Satuan	Standart Kualitas Air Minum (Permenkes RI)	Jln. Welirang 22 (Hasil)	Keterangan
I	FISIKA				
1	Bau		Tidak berbau	Tidak berbau	
3	Kekeruhan	Skala NTU	5	0,69	NTU: Nephelo Turbidity Unit
4	Rasa		Tidak berasa	Tidak berasa	
6	Warna	Skala TCU	15	1	TCU: True Colour Unit
II	Kimia				
A	Kimia Organik				
24	Sisa Khlor	Mg/lt	0,20 - 0,50	0,10	
	PH		6,5 - 8,5	6.80	
III	Mikrobiologi				
1	Koliform Tinja	Per 100 ml	0	0,00	
2	Total Koliform	Per 100 ml	0	0,00	
				Memenuhi syarat sebagai air minum	

Tabel 4. 7. 6. Kualitas Air Jln. Progo 3 (Kelurahan Rampal Celaket)

No	Parameter	Satuan	Standart Kualitas Air Minum (Permenkes RI)	Jln. Progo 3 (Hasil)	Keterangan
I	FISIKA				
1	Bau		Tidak berbau	Tidak berbau	
3	Kekeruhan	Skala NTU	5	0,81	NTU: Nephelo Turbidity Unit
4	Rasa		Tidak berasa	Tidak berasa	
6	Warna	Skala TCU	15	1	TCU: True Colour Unit
II	Kimia				
A	Kimia Organik				
24	Sisa Khlor	Mg/lt	0,20 - 0,50	0,10	
	PH		6,5 - 8,5	6.80	
III	Mikrobiologi				
1	Koliform Tinja	Per 100 ml	0	0,00	
2	Total Koliform	Per 100 ml	0	0,00	
				Memenuhi syarat sebagai air minum	

Untuk meningkatkan kualitas bakteriologi perlu ada tindakan koreksi mulai dari proses pengolahan *disinfeksi* dari sumber mata air Wendit I serta *redisinfeksi* di Tandon Betek dengan dosis sesuai uji laboratorium, rata – rata dosis adalah 0.35 ppm karena dosis ini sudah dapat menghasilkan angka sisa chlor di pipa paling ujung lebih besar dari 0.2 ppm (memenuhi syarat air minum).

Disamping koreksi proses disinfeksi dan redisinfeksi tersebut masih perlu juga proses pengendalian kualitas air yang dilakukan pada jaringan pipa distribusi dengan cara :

1. Pembuangan endapan kotoran dalam pipa pada setiap BO (Blow Off) dengan titik pembuangan minimal 1 BO / 2000 SR.
2. Pembuangan endapan kotoran dalam pipa pada setiap Hydrant di titik pembuangan minimal 1 Hydrant / 750 SR.
3. Pembuangan endapan kotoran dalam pipa pada setiap BR dititik pembuangan minimal 1BR / 200 SR.
4. Pemeriksaan kualitas air di kran – kran pelanggan tiap bulan dengan jumlah sample 19 titik (KEPMENKES RI TH 2002).
5. Pemasangan Residual Chlorine Monitoring dan kran air minum langsung untuk umum di setiap Kelurahan 1 titik.

Dengan aktivitas di atas akhirnya diperoleh kualitas air yang keluar dari kran pelanggan bisa langsung diminum tanpa harus dimasak terlebih dahulu. Dari tabel pemeriksaan kualitas air diatas maka dapat diketahui kualitas air PDAM apakah sudah siap minum atau belum.

Dibawah ini ditampilkan tabel lokasi BR, BO, dan hydrant titik pengambilan sample air yang tersebar di seluruh wilayah pelayanan.

Tabel 4. 8. Jumlah BO, BR, dan Hydrant

No	KELURAHAN	PELANGGAN	BO	BR	HYDRANT
1	Oro - oro Dowo	1750	1	12	3
2	Bareng	1498	1	10	3
3	Rampal Celaket	1043	1	5	2
4	Klojen	971	1	5	2
5	Gading Kasri	1157	1	7	2
6	Kauman	1417	1	10	2
Jumlah		7836	6	49	14

Sumber : PDAM Kota Malang

Tabel 4.3 Lokasi BO/BR/ Hydrant di Kel. Rampal Celaket

Kelurahan	Alamat		
	BR	Hidrانت	BO
Rampal Celaket	Jl. Panglima Sudirman Utaradpn. Rmh. No. 25 Jl. Panglima Sudirman Utaradpn. Rmh. No. 20 Jl. Mahakam depan rumah No.2 Jl.Ogan depan rumah No. 11 - A Jl. Kaliurang depan rumah No. 41	Jl. Mahakam - Kahayan dpn. rmh. No. 18 Jl. Barito depan Sekolah Farmasi	Jl. Panglima Sudirman Utaradpn. Rmh. No. 2

Tabel 4.4 Lokasi BO/BR/Hydrant di Kel. Gading Kasri

Kelurahan	Alamat		
	BR	Hidrانت	BO
Gading Kasri	Jl.Klampok Kasri II dpn. Rmh No. 283 Jl.Klampok Kasri II dpn. Rmh No. 212 Jl.Mojokerto dpn. Rmh No. 15 Jl.Jombang dpn. Rmh No. 14 Jl.Sanggabuana dpn. Rmh No. 24 Jl.Sanggabuana dpn. Rmh No. 12 Jl. Burangrang dpn. Rmh. No 18	Jl. Surabaya dpn Rmh No.13 Jl. Burangrang dpn. Rmh. No 3	Jl. Galunggung dkt Gg. Pesantren

Tabel 4.5 Lokasi BO/BR/Hydrant di Kel. Kauman

Kelurahan	Alamat		
	BR	Hidrانت	BO
Kauman	Jl. Hasyim Ashari VI dpn.rmh. No. 1371 Jl. Hasyim Ashari IV dpn.rmh. No. 8 Jl. Hasyim Ashari (Stopan) Jl. Brigjen.Katamso Gg. II dpn.rmh. No. 1410 Jl. AR. Hakim Gg. II dpn.Es Jl. Kawi dpn.SD Muhammadiyah Jl. KH. Hasyim Ashari I dpn.rmh. No. 678 Jl. AR. Hakim Gg. IV dpn.rmh. 137 C Jl. Basuki Rahmad VI dpn.rmh. 985 B Jl. Ade Irma Suryani II dpn.rmh. 515 A	Jl. Arjuno Muka rumah No. 19 Jl. Arjuno Muka rumah timur BRI	Jl. Kawi

Tabel 4.6 Lokasi BO/BR/Hydrant di Kel. Oro – oro Dowo

Kelurahan	Alamat		
	BR	Hidrانت	BO
Oro - oro dowo	Jl. Batok dpn.rmh. No. 8 Jl. Semeru dpn.rmh. No. 49 Jl. Bromo dpn.rmh. No. 38 Jl. Welirang dpn.rmh. No. 51 Jl. Lawu dpn.rmh. No. 23 Jl. Buring dpn.rmh. No. 47 Jl. Argopuro dpn.rmh. No. 7 Jl. Merapi dpn.rmh. No. 11 Jl. Cerme dpn.rmh. No. 4 Jl. Muria dpn.rmh. No. 32 Jl. Anjasromo dpn.rmh. No. 19 Jl. Merbabu dpn.rmh. No. 37	Jl. Bromo dpn.rmh. No. 38 Jl. Raung utara Apotik Ijen	Jl. Merbabu muka Lapangan

Tabel 4.8 Lokasi BO/BR/Hydrant di Kel. Klojen

Kelurahan	Alamat		
	BR	Hidrانت	BO
Klojen	JL. Suropati II / 8 JL. Belakang RSSA 3 A JL. Tamrin 3 JL. Patimura 11 JL. Diponegoro 15	JL. Kartini 56 JL. Cokroaminoto 20	JL. Dr. Cipto 5

Tabel 4.7 Lokasi BO/BR/Hydrant di Kel. Bareng

Kelurahan	Alamat		
	BR	Hidrants	BO
Bareng	JL. Menteng 11 JL. Mundu II / 7 JL. Jambu 7 JL. Bareng Tenes IV/621 JL. Bareng Raya 300-77 JL. Kelud 11 JL. Kedondong 26 JL. Leci 24 JL. Juwet 8 JL. Sawo 34	JL. Menteng 11 JL. Kedondong 26 JL. Rukem 8	JL. Durian 22

Tabel 4.9 Lokasi Titik Pengambilan Sample Kualitas Air di Kel. Kauman

KELURAHAN	ALAMAT
KAUMAN	JL. Arjuno 26 JL. Tengger 8 JL. Widodaren 14 A JL. Basuki Rahmad IV / 941 JL. Pasar Talun 43 JL. Kawi 33 JL. Tenes 36 JL. Tangkuban Perahu 21 JL. Semeru I / 2 JL. A.R. Hakim IV / 1400 JL. A.R. Hakim II / B33 JL. Merdeka Barat 1 JL. Hasyim Ashari I / 880 JL. Kauman Dalam 7 JL. Dorowali 14 JL. Kelud 15 JL. Wahid Hasyim 6 JL. Tumapel 3

Tabel 4.9 Lokasi Titik Pengambilan Sample Kualitas Air di Kel. Gading Kasri

KELURAHAN	ALAMAT
GADINGKASRI	JL. Tanggamus 3 JL. Jember 9 JL. Gresik 12 JL. Probolinggo 9 JL. Pasuruan 6 JL. Jombang I / 98 JL. Klampok Kasri II / 36 JL. Rajekwesi 4A JL. Gading 26-7 JL. Burangrang 4 JL. Sangga Buana 20 JL. Wilis 31 JL. Gede 11 JL. Pahlawan Trip 25 JL. Gede 1

Tabel 4.10 Lokasi Titik Pengambilan Sample Kualitas Air di Kel. Klojen

KELURAHAN	ALAMAT
KLOJEN	JL. Suropati II / 8 JL. Belakang RSSA 3 A JL. Cokroaminoto 20 JL. Dr. Cipto 5 JL. Diponegoro 15 JL. Tamrin 3 JL. Pajajaran 6 JL. Patimura 11 JL. Kartini 56

Tabel 4.11 Lokasi Titik Pengambilan Sample Kualitas Air di Kel. Rampal Celaket

KELURAHAN	ALAMAT
RAMPAL CELAKET	JL. Rawas 11 A JL. Kahayan 11 JL. Musi 24 JL. Kapuas 8 JL. Komerling 14 JL. Ngantang 15 JL. Tretes 181 A JL. Kaliurang 59 JL. Tulang Bawang 7 JL. Progo 3

Tabel 4.12 Lokasi Titik Pengambilan Sample Kualitas Air di Kel. Oro – oro Dowo

KELURAHAN	ALAMAT
ORO-ORO DOWO	JL. Batok 14 JL. Buring 8 JL. Muria 32 JL. Malabar 17 JL. Guntur 19 JL. Anjasmoro 20 JL. Kunir 9 JL. Panggung 10 JL. Bromo 34 - 8 JL. Welirang 22 JL. Semeru 64 A JL. Argopuro 1 JL. Lamongan 3 JL. Raung 20 A JL. Merbabu 37 JL. Lasem 6 JL. Tampomas 16 JL. Ijen 86 JL. TGP 4 JL. Ungaran 6 JL. Cikurai 2 JL. B.S. Riadi 98 A

Tabel 4.13 Lokasi Titik Pengambilan Sample Kualitas Air di Kel. Bareng

KELURAHAN	ALAMAT
BARENG	JL. Juwet 8
	JL. Mangga 16
	JL. Kedondong 26
	JL. Kepundung 21
	JL. Mojo 28
	JL. Rukem 8
	JL. Leci 24
	JL. Menteng 11
	JL. Mundu II / 7
	JL. Durian 22
	JL. Jeruk 9
	JL. Sawo 34
	JL. Jambu 7
	JL. Bareng Taman Bunga 10
	JL. Simp. Kawi 16
	JL. Bareng Kulon VI / 949
JL. Kelud 11	
JL. Bareng Tenes IV/621	
JL. Bareng Raya 300-77	

BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa yang telah dilakukan pada bab sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil analisa perhitungan pada kondisi eksisting tahun 2007 dan pengembangan tahun 2015 dengan produksi / suplai minimal 160 lt/dt dan dengan kapasitas tandon sebesar 2000 m³ masih memenuhi untuk jumlah pelanggan maksimal 10000 SR.

Tabel 5.1 Proyeksi Tambahan Supply Air

Uraian	Satuan	Saat ini	Th. 2015
Jumlah Penduduk	Jiwa	67705	72785
Cakupan Layanan	%	84	99
Jumlah Pelanggan	SR	9441	10000
Konsumsi	M3 / Bln / SR	28.74	30
Kehilangan / Kebocoran Air	%	25.27	30
Air yang disuplai (saat ini)	Lt/dt	160.000	160.000
Kebutuhan Harian Maksimum	Lt/dt	184.00	184.00
Kebutuhan Jam Puncak	Lt/dt	249.60	249.60

Sumber : Hasil Perhitungan

2. Hasil proses simulasi dengan program *Watercad* untuk kondisi 2015 pada pukul 07.00 tekanan sisa terkecil adalah 1.39 kg/cm² yang berarti bisa dinyatakan telah mengalir 24 jam/ hari secara terus menerus. Selain itu untuk memenuhi kebutuhan air bersih ke pelanggan sampai tahun 2015, perlu pemasangan pipa distribusi induk baru Ø 250 mm dari tandon Betek sampai dengan Jl. Semeru – Jl. Kawi serta penambahan pipa ditribusi untuk penguatan tekanan di wilayah kelurahan Bareng.

Tabel 5. 2. Rencana Penambahan Pipa Baru Sistem Tandon Betek

No	Lokasi / Jalur	Ø (mm)	Panjang (m)
1	Tandon Betek - Jl. DI Panjaitan – Jl. Raya Ijen	350	2.810
2	Jl. Kawi (sebelah timur perempatan Jl. Raya Ijen-Jl. Kawi-Jl. Trs. Ijen)	200	900
		150	900
3	Jl. Kawi – Jl. Raya Dieng	200	900
4	Jl. Raya Langsep	200	1.500

No	Lokasi / Jalur	Ø (mm)	Panjang (m)
5	Jl. IR Rais	200	1.740
6	Jl. KH. Asyari	200	500
7	Jl. Raya Ijen (mulai Jl. Semeru – Jl. Kawi)	150	440
8	Jl. Semeru (dari Jl. Jend. Basuki Rahmat) – Jl. Arjuno	250	800

Sumber : Hasil Simulasi

3. Hasil dari pemeriksaan kualitas air di lapangan ternyata masih ditemukan kualitas air yang belum siap minum, yaitu di jl. A.R. Hakim IV / 1400 pada kelurahan Kauman dan di JL. Burangrang 4 pada kelurahan Gadingkasri dikarenakan masih ada sisa coliform yang berarti belum memenuhi persyaratan bakteriologis. Tetapi kualitas air dilapangan secara fisik dan kimia sudah memenuhi syarat air minum.

5.2.Saran

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

1. ketersediaan data yang dibutuhkan sangat membantu dalam perencanaan sistem distribusi jaringan pipa.
2. Keakuratan data kebutuhan air juga akan membantu perhitungan sehingga tidak terjadi eksploitasi sumber air yang ada.
3. Lebih memperhatikan kembali kondisi jaringan pipa dan kompenya serta dilakukan usaha – usaha untuk dapat mengurangi angka kehilangan akibat kebocoran.
4. Dapat lebih pemeratakan pelayanan dan meningkatkan kontinuitas pelayanan agar masyarakat dapat menikmati aliran air 24 jam/hari.
5. Lebih memperhatikan kembali kondisi – kondisi pipa yang sudah tua untuk mengurangi nilai kehilangan air akibat kebocoran. Dan dari segi kualitas akan berpengaruh pada kualitas air yang sampai pada pelanggan.
6. Mulai merencanakan jangka panjang adanya penambahan sumber – sumber produksi baru karena dari hari kehari kebutuhan masyarakat akan air bersih semakin meningkat sehingga jumlah air bersih yang dibutuhkan juga semakin tinggi.
7. Adanya kerjasama antara pihak yang bertanggung jawab serta penduduk sekitar untuk menjaga kelestarian sumber air untuk menjaga kontinuitas dan kualitas mata air tersebut.

