

**MILIK
PERPUSTAKAAN
ITN MALANG**

SKRIPSI

PERENCANAAN SISTEM JARINGAN PIPA DISTRIBUSI AIR MINUM DI PERUMAHAN D'RICH GARDEN, KECAMATAN KEDUNGKANDANG, KOTA MALANG



**Disusun Oleh :
Deris Purwantoko
(16.26.907)**

**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2018**



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

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

PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

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

BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

Nama : Deris Purwantoko
Nim : 16.269.07
Jurusan : Teknik Lingkungan (S-1)
Judul : Perencanaan Sistem Jaringan Pipa Distribusi Air Minum
di Perumahan D'rich Garden, Kecamatan Kedungkandang,
Kota Malang

Dipertahankan di hadapan Tim Penguji Ujian Skripsi jenjang Program
Strata Satu (S-1).

Pada hari : Rabu
Tanggal : 29 Agustus 2018
Dengan Nilai : 74,68 (B+)

PANITIA UJIAN SKRIPSI

KETUA

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

SEKRETARIS

Erni Yulianti ST, MT
NIP. 103100469

ANGGOTA PENGUJI

Dosen Penguji I

Dr. Hardianto, ST, MT
NIP.Y. 1030000350

Dosen Penguji II

Dr. Ir. Hery Setyobudiarso, M.Si
NIP. 19610620199103002



ISO 9001:2008 Certificate No. QUT00232

BAN-PT

**LEMBAR PERSETUJUAN
SKRIPSI**

JUDUL SKRIPSI

**PERENCANAAN SISTEM JARINGAN PIPA DISTRIBUSI AIR MINUM
DI PERUMAHAN D'RICH GARDEN,
KECAMATAN KEDUNGKANDANG, KOTA MALANG**

Oleh :
DERIS PURWANTOKO
1626907

Mengetahui dan Menyetujui

Ketua Jurusan Teknik Lingkungan



Anis Artiyani, ST, MT
NIP. P. 1030300384

Dosen Pembimbing



Candra Dwi Rantna Wulandari, ST, MT
NIP.Y. 1030000349

**LEMBAR PERSETUJUAN
SKRIPSI**

JUDUL SKRIPSI

**PERENCANAAN SISTEM JARINGAN PIPA DISTRIBUSI AIR MINUM
DI PERUMAHAN D'RICH GARDEN,
KECAMATAN KEDUNGKANDANG, KOTA MALANG**

Oleh :

DERIS PURWANTOKO

1626907

Menyetujui

Dosen Penguji I

Dosen Penguji II

Dr. Hardianto, ST, MT

NIP.Y. 1030000350

Dr. Ir. Hery Setyobudiarso, M.Si

NIP. 19610620199103002

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Lingkungan



Anis Artiyani, W. ST, MT

NIP. P. 1030300384

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan pernyataan ini saya menyatakan bahwa skripsi yang saya tulis dengan judul "**Perencanaan Sistem Jaringan Pipa Distribusi Air Minum di Perumahan D'rich Garden, Kecamatan Kedungkandang, Kota Malang**" adalah benar merupakan hasil penelitian, pemikiran, pemaparan hasil karya intelektual sendiri dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Semua sumber referensi yang dikutip dan yang dirujuk telah ditulis dengan lengkap pada Daftar Pustaka. Apabila dikemudian hari diketahui terjadi kesalahan, maka saya siap merevisi kembali.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa paksaan dari pihak manapun.

Malang, 05 September 2018



Deris Purwantoko

NIM. 1626907

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa , karena atas rahmatNya skripsi ini dapat terselesaikan. Skripsi ini merupakan realisasi untuk persyaratan dan penulisan skripsi akhir Studi S-1 Program Studi Teknik Lingkungan.

Dalam penulisan laporan ini penulis masih banyak memiliki kekurangan dan kesalahan dalam penulisan ataupun penyusunan skripsi. Untuk itu penulis mengharapkan saran dan kritik untuk lebih menyempurnakan seminar hasil skripsi ini.

Dalam pelaksanaan penulisan skripsi, penulis banyak mendapat bantuan, bimbingan dan saran dari berbagai pihak, untuk itu penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Ayah dan Ibuku tercinta yang penulis sangat sayangi dan banggakan, serta adikku terima kasih atas do'a, semangat dan dukungannya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik dan lancar.
2. Ibu Candra Dwi Rantna Wulandari, ST,MT selaku dosen Pembimbing atas saran dan arahnya selama ini.
3. Ibu Anis Artiyani, W. ST, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Lingkungan atas saran dan arahnya selama ini.
4. Bapak Dr. Hardianto, ST, MT selaku dosen Penguji I atas saran dan arahnya selama ini.
5. Bapak Dr. Ir. Hery Setobudiarso, MSi selaku dosen Penguji II atas saran dan arahnya selama ini.
6. Perusahaan yang telah banyak memberikan kesempatan, semangat, dan bantuan baik moral maupun material dalam penulisan skripsi ini.
7. Buat kamu yang ada di Jepang "**Virgin**" dan yang berada di Kalimantan "**RDA**" senyum kalian masih bersinar selalu, terima kasih atas do'a, semangat, dukungan dan kesabaran yang telah kalian berikan selama ini.

Semoga Tuhan Yang Maha Esa membalas amal kebaikan mereka semua dan skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca.

Malang, Agustus 2018

Penulis

ABSTRAK

PERENCANAAN SISTEM JARINGAN PIPA DISTRIBUSI AIR MINUM DI PERUMAHAN D'RICH GARDEN, KECAMATAN KEDUNGKANDANG, KOTA MALANG

Deris Purwantoko

"Mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Nasional Malang"

Dosen Pembimbing : Candra Dwi Rantna Wulandari, ST, MT

e-mail: Exsimpals@yahoo.com

Kecamatan Kedungkandang Kota Malang merupakan daerah berkembang. Di wilayah ini terdapat perkembangan lahan pemukiman. Berdasarkan pendataan kebutuhan, peningkatan kualitas lingkungan perkotaan masyarakat Kecamatan Kedungkandang pemenuhan kebutuhan air bersih adalah salah satu permasalahan yang perlu diperhatikan.

Akses air minum untuk pemenuhan kebutuhan air dengan sistem jaringan pipa distribusi. Perencanaan ini bertujuan untuk mendapatkan analisa jaringan distribusi air bersih yang sesuai dengan kebutuhan dan kriteria yang ada. Debit total yang tersedia sebesar 150 liter/detik nantinya akan digunakan untuk melayani kebutuhan warga perumahan D'rich Garden sebanyak 524 rumah. Setelah dilakukan analisa, didapatkan debit kebutuhan rata – rata sebesar 5,151 liter/detik untuk keseluruhan warga perumahan.

Idle Capacity jumlah debit air Reservoir Buring Atas masih dapat mencukupi untuk pengembangan jaringan pipa distribusi air minum sistem Gravitasi untuk Perumahan D'rich Garden. Hasil simulasi *Epanet 2.0* jaringan pipa distribusi dengan ukuran diameter pipa $\varnothing 150$ mm, $\varnothing 100$ mm, $\varnothing 75$ mm dan $\varnothing 50$ mm. Pipa yang digunakan untuk wilayah perencanaan menggunakan pipa PE dengan C_{HW} diasumsikan 130 dan pada saat jam puncak masih ada kecepatan kurang dari 0,3 m/detik.

Kata kunci : Jaringan pipa distribusi, perencanaan, *Epanet 2.0*

DAFTAR ISI

	Hal
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAK	iv
DAFTAR ISI	v
BAB.I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
1.5 Ruang Lingkup	3
BAB.II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	
2.1 Pengertian Umum Sistem Penyediaan Air minum	4
2.1.1 Pengertian Umum Air Minum.....	4
2.1.2 Sumber Air Minum.....	4
2.1.3 Kebutuhan Air	7
2.1.4 Fluktuasi Pemakaian Air	13
2.2 Sistem Transmisi Dan Sistem Distribusi	15
2.2.1 Sistem Transmisi	15
2.2.2 Sistem Distribusi.....	18
2.2.3 Komponen Sistem Jaringan Pipa Distribusi Air Bersih	19
2.2.4 Hidrolika Perpipaan.....	24
2.2.5 Kehilangan Air	30
2.2.6 Penanaman Pipa.....	30
2.2.7 Sarana Penunjang	31

2.2.8 Sistem Pengaliran Air	37
2.2.9 Jaringan Distribusi	38
2.2.10 Klasifikasi Jaringan Perpipaan	40
2.2.11 Perencanaan Pipa Distribusi Air Minum	41
2.3 Sistem Penyediaan Air Minum di PDAM Kota Malang	42
2.3.1 Distribusi Pelayanan	42
2.3.2 Unit Air Baku	42
2.3.3 Produksi Air.....	43
2.3.4 Cakupan Pelayanan.....	46
2.4 Program Epanet 2.0	47

BAB.III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Perencanaan	51
3.1.1 Peta Kota Malang	51
3.1.2 Peta Lokasi Perencanaan	52
3.2 Teknik Pengumpulan Data dan Sumber Data.....	53
3.2.1 Teknik Pengumpulan Data	53
3.2.2 Sumber Data	53
3.3 Metodologi Analiasa.....	54
3.4 Alat dan Bahan	56
3.5 Diagram Alir Perencanaan.....	58

BAB.IV DESKRIPSI DAERAH PERENCANAAN

4.1 Deskripsi Kota Malang	60
4.1.1 Kependudukan.....	61
4.1.2 Letak Geografis	61
4.1.3 Keadaan Geologi	62
4.2 Deskripsi Khusus	62
4.2.1 Lokasi Perumahan D'rich Garden Kota Malang.....	62

BAB.V PENYAJIAN DAN PEMBAHASAN DATA

5.1 Penyajian Data	64
5.1.1 Jumlah Penduduk.....	64
5.1.2 Pola Pemakaian Air	64
5.1.3 Rencana Jaringan dan Data Teknis.....	67
5.2 Pembahasan Data.....	69
5.2.1 Perhitungan Kebutuhan Air.....	69
5.2.2 Perhitungan <i>Idle Capacity</i>	72
5.2.3 Perencanaan Jaringan Pipa Distribusi (Simulasi <i>Epanet</i>)	73

BAB.VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan	76
6.2 Saran	76

DAFTAR PUSTAKA.....	77
----------------------------	-----------

LAMPIRAN.....	78
----------------------	-----------

DAFTAR GAMBAR

2.1 Skema Sistem Transmisi.....	15
2.2 Sistem Gravitasi.....	16
2.3 Sistem Pompa	16
2.4 Pipa Satu Jalur Tidak Terjadi Percabangan.....	24
2.5 Persamaan <i>Bernoulli</i>	24
2.6 Perbesaran Penampang Mendadak	28
2.7 Socket dan Spigot	31
2.8 Flange Joint.....	32
2.9 <i>Increaser</i> dan <i>Reducer</i>	32
2.10 <i>Tee</i>	33
2.11 <i>Elbow</i>	33
2.12 <i>Gate Valve Resilient</i>	34
2.13 <i>Pressure Reducing Valve</i> (PRV)	34
2.14 <i>Pressure Sustaining Valve</i> (PSV).....	35
2.15 FCV (<i>Flow Control Valve</i>).....	36
2.16 <i>Air Relief Valve</i> (Katup Udara).....	36
2.17 Meter Air	37
2.18 Gambar Peta Layanan PDAM Kota Malang	46
3.1 Lokasi perencanaan	51
3.2 Lokasi Perum D'rich Garden	52
3.3 Rencana Jaringan Pipa.....	52
3.4 Diagram Alir Perencanaan.....	59
4.1 Peta Administratif Kota Malang.....	60
4.2 Peta Kecamatan Kedungkandang, Kota Malang	63
4.3 Lokasi Perumahan D'rich Garden, Kota Malang	63

5.1 Grafik Pola Pemakaian Air	66
5.2 Denah dan Rencana Jaringan Pipa Distribusi	67
5.3 Rencana Jaringan Pipa Distribusi	68
5.4 Simulasi <i>Epanet 2.0</i> tentang Kebutuhan Diameter Pipa.....	73
5.5 Simulasi <i>Epanet 2.0</i> Tekanan pada jam puncak	74
5.6 Simulasi <i>Epanet 2.0</i> untuk Kecepatan pada jam puncak.....	75

DAFTAR TABEL

2.1 Kriteria Kebutuhan Air Domestik	10
2.2 Kriteria Kebutuhan Air Non Domestik	11
2.3 Koefisien <i>Hazen William</i>	27
2.4 Nilai K sebagai fungsi dari sudut belokan α 64)	29
2.5 Kedalaman Penanaman Pipa Di Indonesia	30
2.6 Tebal Penutup Pipa di Indonesia	31
2.7 Kriteria Perencanaan Pipa Distribusi Air Minum.....	41
2.8 Nama, Jenis dan Lokasi Sumber Air Baku PDAM Kota Malang	43
2.9 Jumlah Produksi Tiap Sumber	43
2.10 Daftar resevoir PDAM Kota Malang.....	44
2.11 Golongan Pelanggan PDAM Kota Malang	47
4.1 Jumlah Penduduk Kota Malang.....	61
4.2 Jumlah Penduduk Kecamatan Kedungkandang.....	61
5.1 Pola Pemakaian Air Di Perumahan Bukit Hijau.....	65
5.2 Produksi Air Tahun 2017.....	72

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG

Air merupakan kebutuhan utama untuk kehidupan makhluk hidup di dunia ini. Kebutuhan akan air semakin meningkat seiring dengan peningkatan kualitas hidup dan kemajuan teknologi serta pertambahan jumlah penduduk. Untuk mengatasi hal tersebut, maka perlu adanya suatu sistem penyediaan air minum yang sesuai standar teknis yang dibutuhkan masyarakat. Sebagai perusahaan penyediaan air minum harus mampu memberikan pelayanan yang baik kepada masyarakat sesuai dengan persyaratan, yaitu jumlah air yang mencukupi daerah pelayanan (kuantitas), mutu air yang memenuhi standar kesehatan sesuai dengan peraturan yang berlaku (kualitas), dan aliran air yang selalu terjaga dengan ketersediaan debit dan tekanan selama 24 jam perhari (kontinuitas).

Perusahaan daerah air minum (PDAM) mencoba memenuhi keinginan setiap pelanggan dalam mengakses air minum agar lebih mudah. Upaya yang dilakukan ialah memperluas cakupan pelayanan dengan mendistribusikan air yang telah diolah ke daerah pelayanan melalui sistem perpipaan yang sesuai dengan ketentuan tersebut diatas.

Perumahan D'rich Garden, Kecamatan Kedungkandang dimana wilayah tersebut belum mendapatkan jaringan pipa distribusi air minum. Untuk mengatasi hal tersebut, pada tahun 2018 ini, Perusahaan selaku badan usaha penyedia air minum merencanakan adanya pembangunan jaringan pipa distribusi baru yang akan melayani 524 SR. Sistem jaringan baru tersebut akan diambilkan dari *tapping* pipa sekunder yang sumbernya berasal dari Reservoir Buring Atas dengan debit 150 liter/detik.

Agar perencanaan jaringan pipa distribusi tersebut sesuai dengan kriteria perencanaan, maka akan disimulasikan dengan Program *Epanet 2.0*. Program tersebut merupakan salah satu program yang dapat menginformasikan kondisi hidrolis jaringan perpipaan, yang hasilnya dapat digunakan sebagai pedoman atau referensi dalam merencanakan sistem jaringan pipa distribusi pada daerah pelayanan yang efektif, memenuhi aspek hidrolis serta diharapkan dapat meningkatkan pelayanan secara optimal pada jaringan distribusi.

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka penulis mengambil judul “Perencanaan Sistem Jaringan Pipa Distribusi Air Minum di Perumahan D’rich Garden, Kecamatan Kedungkandang, Kota Malang”

1.2. RUMUSAN MASALAH

Untuk memudahkan pengambilan dan pembahasan data maka permasalahan yang akan dibahas sebagai berikut :

1. Berapa debit air yang dibutuhkan untuk wilayah perencanaan ?
2. Berapa diameter pipa yang dibutuhkan untuk wilayah perencanaan ?
3. Bagaimana perencanaan jaringan pipa distribusi yang efektif dan efisien untuk wilayah perencanaan ?

1.3. TUJUAN

1. Mengetahui berapa debit air minum yang akan dibutuhkan untuk wilayah pelayanan tersebut,
2. Mengetahui berapa diameter pipa distribusi yang dibutuhkan untuk wilayah pelayanan tersebut,
3. Mengetahui sistem jaringan pipa distribusi yang akan direncanakan.

1.4. MANFAAT

Manfaat yang dapat diambil dari hasil Perencanaan yang akan dilaksanakan di Perumahan D'rich Garden, Kecamatan Kedungkandang, Kota Malang, yaitu desain perencanaan sistem jaringan pipa yang efektif dan efisien dan Sebagai masukan untuk ditindaklanjuti menjadi *DED (Detail Engineering Design)* yang kemudian dibuat gambar dan RAB.

1.5. RUANG LINGKUP

1. Lokasi perencanaan dilaksanakan di perumahan D'rich Garden, Kecamatan Kedungkandang, Kota Malang”.
2. Perencanaan jaringan pipa distribusi menggunakan sistem gabungan (*loop and banch system*).
3. Pengukuran elevasi beda tinggi wilayah pelayanan dengan titik reservoir, untuk penentuan sistim pengaliran gravitasi.
4. Analisa Hidrolis.
5. Analisa Jumlah SR (Saluran Rumah).
6. Analisa kebutuhan air yang diperlukan untuk memenuhi daerah layanan .
7. Analisa perencanaan jaringan distribusi menggunakan simulasi program *EPANET 2.0*.
8. Sisa tekanan minimum pada tiap ujung pipa feeder diharapkan 10 m (1 atm).

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Umum Sistem Penyediaan Air minum

Sistem penyediaan air minum merupakan satu kesatuan sistem fisik (teknik) dan non fisik dari prasarana dan sarana air minum. Sistem penyediaan air minum dapat dilakukan melalui sistem jaringan perpipaan dan bukan melalui jaringan perpipaan. Sistem penyediaan air minum dengan jaringan perpipaan dapat meliputi unit air baku, unit produksi, unit distribusi, unit pelayanan dan unit pengelolaan. Sedangkan sistem penyediaan air bersih yang bukan melalui perpipaan meliputi sumur dangkal, sumur pompa tangan, bak penampung air hujan, terminal air, mobil tangki air, instalasi air kemasan, dan bangunan perlindungan mata air.

Tujuan sistem penyediaan air bersih adalah agar dapat menyalurkan atau mensuplai air bersih kepada konsumen dalam jumlah yang cukup. (Permen PU No 27 tahun 2016)

2.1.1 Pengertian Umum Air Minum

Air minum adalah air minum rumah tangga yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum.

Air minum aman bagi kesehatan apabila memenuhi persyaratan fisika, mikrobiologis, kimiawi dan radioaktif sehingga apabila dikonsumsi tidak menimbulkan efek samping bagi kesehatan. (PERMENKES No 492/MENKES/PER/TV/2010)

2.1.2 Sumber Air Minum

Menurut Puput Sutiyarso dalam laporan tugas akhir yang berjudul Tinjauan Perencanaan Jaringan IPA Jebres 100 Liter/Detik Untuk Wilayah Utara PDAM Kota Surakarta bahwa dalam memilih air baku air bersih, maka harus diperhatikan persyaratan utama yang meliputi kualitas,

kuantitas, kontinuitas dan biaya yang murah dalam proses pengambilan sampai pada proses pengolahannya. Beberapa sumber baku yang dapat digunakan untuk menyediakan air bersih dikelompokkan sebagai berikut :

1. Air permukaan

Air permukaan adalah air yang sudah tersedia di alam contohnya sungai, rawa, danau, laut. Pada umumnya air permukaan ini akan mendapat pengotoran selama pengalirannya, misalnya oleh lumpur, batang-batang kayu, daun-daun, kotoran industri dan sebagainya. Kekeruhan air permukaan cukup tinggi karena banyak mengandung lempung dan substansi organik.. sehingga ciri air permukaan yaitu memiliki padatan terendap (dissolved solid) rendah, dan bahan tersuspensi (suspended solid) tinggi.

a. Air Sungai

Air Sungai adalah air hujan yang jatuh kepermukaan bumi dan tidak meresap ke dalam tanah akan mengalir secara grafitasi searah dengan kemiringan permukaan tanah dan mengalir melewati aliran sungai. Sebagai salah satu sumber air minum, air sungai harus megalami pengolahan secara sempurna karena pada umumnya memiliki derajat pengotoran yang tinggi.

b. Air Danau

Air danau adalah air permukaan yang berasal dari hujan atau air tanah yang kelar ke permukaan, terkumpul pada suatu tempat yang relative rendah/cekung. Termasuk kategori supaya adalah air rawa, air tendon, air waduk/dam. Air permukaan yang biasanya dimanfaatkan sebagai sumber atau bahan baku air bersih adalah : - Air waduk yang berasal dari air hujan - Air sungai yang berasal dari air hujan, air sungai, atau mata air. Di daerah hulu pemenuhan kebutuhan air secara kuantitas dan kualitas dapat disuplai oleh air sungai, tetapi di daerah hilir pemenuhan kebutuhan air sudah tidak dapat disuplai secara kualitas lagi karena pengaruh lingkungan seperti sedimentasi serta kontaminasi oleh zat – zat pencemar seperti Total Suspended Oil (TSS) yang

berpengaruh pada kekeruhan dan limbah industri yang telah banyak tercemar di lingkungan.

2. Air Tanah

Air tanah (Ground Water) merupakan air yang mengandung garam dan mineral yang terlarut pada waktu air melewati lapisan tanah dan juga air yang berasal dari air hujan yang jatuh di permukaan bumi lalu meresap ke dalam tanah dan mengisi rongga – rongga atau pori – pori dalam tanah. Air tanah biasanya mempunyai kualitas yang baik karena zat – zat pencemar air tertahan oleh lapisan tanah. Bila ditinjau dari kedalaman air tanah maka air tanah dibedakan menjadi air tanah dangkal dan air tanah dalam. Air tanah dangkal mempunyai kualitas lebih rendah dibanding kualitas air tanah dalam. Hal ini disebabkan air tanah dangkal lebih mudah terkontaminasi dari luar dan fungsi tanah sebagai penyaring lebih sedikit. Air tanah terbagi atas :

a. Air Tanah Dangkal

Air tanah dangkal terjadi karena daya proses peresapan air dari permukaan tanah. Air tanah lebih banyak mengandung zat kimia berupa garam – garam terlarut meskipun kelihatan jernih karena sudah melewati lapisan tanah yang masing – masing mempunyai unsur – unsur kimia tertentu. Meskipun lapisan tanah di sini berfungsi sebagai saringan namun pengotoran juga masih terus berlangsung, terutama pada muka air yang dekat dengan muka tanah. Air tanah dangkal umumnya mempunyai kedalaman kurang dari 50 meter.

b. Mata Air

Mata air menurut segi kualitasnya adalah yang sangat baik bila dipakai sebagai air baku, karena berasal dari dalam tanah yang muncul ke permukaan tanah akibat tekanan sehingga belum terkontaminasi oleh zat – zat pencemar. Dari segi kuantitasnya, jumlah dan kapasitas mata air sangat terbatas sehingga hanya mampu memenuhi kebutuhan sejumlah penduduk tertentu. Begitu pula bila mata air tersebut terus – menerus diambil maka lama kelamaan akan habis.

3. Air Laut

Air laut adalah salah satu sumber air walaupun tidak termasuk kategori yang biasa dipilih sebagai sumber air baku untuk air bersih atau air minum, karena memiliki kandungan garam (NaCl) yang cukup besar.

4. Air Hujan

Air hujan dapat menjadi air minum akan tetapi untuk menjadikan air hujan sebagai air minum hendaknya pada waktu menampung air hujan mulai turun, karena masih mengandung banyak kotoran. Selain itu air hujan mempunyai sifat agresif terutama terhadap pipa – pipa penyalur maupun bak – bak reservoir, sehingga hal ini akan mempercepat terjadinya korosi atau karatan.

Air hujan juga mempunyai sifat lunak, sehingga akan boros terhadap pemakaian sabun. Sifat – sifat air hujan : Bersifat lunak karena tidak mengandung larutan garam dan zat – zat mineral. Air hujan umumnya bersifat bersih. Dapat bersifat korosif karena mengandung zat – zat yang terdapat di udara seperti NH₃, CO₂ Agresif, ataupun SO₂ dan adanya konsentrasi SO₂ yang tinggi di udara yang bercampur dengan air hujan akan menyebabkan terjadinya hujan asam (acid rain).

Dari segi kuantitas air hujan tergantung pada besar kecilnya curah hujan. Sehingga hujan tidak mencukupi untuk persediaan umum karena jumlahnya berfluktuasi. Begitu pula bila dilihat dari segi kontinuitasnya, air hujan tidak dapat diambil secara terus menerus, karena tergantung dengan musim di Indonesia.

2.1.3 Kebutuhan Air

Menurut Wiwit Indah Yamianti dalam jurnalnya yang berjudul Aplikasi Software *Watercad* Untuk Perencanaan jaringan pipa Di perumahan Puncak Borobudur kota Malang, 2015 bahwa kebutuhan air adalah jumlah air yang dipergunakan secara wajar untuk keperluan pokok manusia (domestik) dan kegiatan-kegiatan lainnya yang memerlukan air.

Untuk sebuah sistem penyediaan air minum, perlu diketahui besarnya kebutuhan dan pemakaian air. Kebutuhan air dipengaruhi oleh besarnya populasi penduduk, tingkat ekonomi dan faktor-faktor lainnya. Oleh karena itu, data mengenai keadaan penduduk daerah yang akan dilayani dibutuhkan untuk memudahkan permodelan evaluasi sistem distribusi air minum. Kebutuhan air bersih berbeda antara kota yang satu dengan kota yang lainnya. Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi penggunaan air bersih menurut Ray K. Linsey and Joseph B. Franzini (1991) adalah :

1. Iklim

Kebutuhan air untuk mandi, menyiram taman, pengaturan udara dan sebagainya akan lebih besar pada iklim yang hangat dan kering daripada di iklim yang lembab. Pada iklim yang sangat dingin, air mungkin diboroskan di keran-keran untuk mencegah bekunya pipa-pipa.

2. Ciri-ciri Penduduk

Pemakaian air dipengaruhi oleh status ekonomi dari para langganan. Pemakaian perkapita di daerah miskin jauh lebih rendah daripada di daerah-daerah kaya. Di daerah-daerah tanpa pembuangan limbah, konsumsi dapat sangat rendah hingga hanya sebesar 40 liter/kapita per hari.

3. Masalah Lingkungan Hidup

Meningkatnya perhatian masyarakat terhadap berlebihnya pemakaian sumber – sumber daya telah menyebabkan berkembangnya alat – alat yang dapat dipergunakan untuk mengurangi pemakaian air di daerah pemukiman.

4. Keberadaan Industri dan Perdagangan

Keberadaan industri dan perdagangan dapat mempengaruhi banyaknya kebutuhan air per kapita dari suatu kota.

5. Iuran Air dan Meteran

Bila harga air mahal, orang akan lebih menahan diri dalam pemakaian air dan industri mungkin mengembangkan persediaannya sendiri dengan

biaya yang lebih murah. Para langganan yang jatah air diukur dengan meteran akan cenderung untuk memperbaiki kebocoran-kebocoran dan mempergunakan air dengan jarang. Pemasangan meteran pada beberapa kelompok masyarakat telah menurunkan penggunaan air hingga sebanyak 40 persen.

6. Ukuran Kota

Penggunaan air per kapita pada kelompok masyarakat yang mempunyai jaringan limbah cenderung untuk lebih tinggi di kota-kota besar daripada di kota kecil. Secara umum, perbedaan itu diakibatkan oleh lebih besarnya pemakaian oleh industri, lebih banyaknya taman - taman, lebih banyaknya pemakaian air untuk perdagangan dan barang kali juga lebih banyak kehilangan dan pemborosan di kota-kota besar. Untuk memproyeksi jumlah kebutuhan air bersih dapat dilakukan berdasarkan perkiraan kebutuhan air untuk berbagai macam tujuan ditambah perkiraan kehilangan air.

Macam kebutuhan air bersih pada umumnya dibagi atas 2 kelompok yaitu :

1. Kebutuhan domestik

Merupakan kebutuhan air bersih untuk rumah tangga seperti minum, memasak, mandi, dan juga kran umum. Faktor-faktor yang mempengaruhi perkiraan besar kebutuhan air yang digunakan untuk keperluan domestik adalah ketersediaan air, kebiasaan hidup, perkembangan sosial ekonomi, perbedaan iklim, jumlah penduduk, pola dan tingkat hidup masyarakat. Jumlah penduduk suatu kota sangat mempengaruhi kebutuhan air perorangan. Hal tersebut dapat dilihat pada tabel 2.1

Tabel 2.1 Kriteria Kebutuhan Air Domestik

No	URAIAN	Katagori Kota Berdasarkan Jumlah Penduduk (Jiwa)			
		> 1.000.000 METRO	500.000 –s/d 1.000.000 BESAR	100.000 s/d 500.000 SEDANG	20.000 s/d 100.000 KECIL
1.	Konsumsi Unit Sambungan Rumah(SR) Lt/org/hr	190	170	150	130
2.	Konsumsi Unit Hidran Umum (Lt/org/hr)	30	30	30	30
3.	Konsumsi Unit Non Domistik (Lt/org/hr) - %	20 -30	20 – 30	20 – 30	20 – 30
4.	Kehilangan Air (%)	20 – 30	20 – 30	20 – 30	20 – 30
5.	Faktor Hari Maksimum	1,1	1,1	1,1	1,1
6.	Faktor Jam Puncak	1,5	1,5	1,5	1,5
7.	Jumlah Jiwa per SR	5	5	6	6
8.	Jumlah Jiwa per HU	100	100	100	100 – 200
9.	Sisa Tekan di Jaringan Distribusi (mka)	10	10	10	10
10.	Jam Operasi	24	24	24	24
11.	SR : HU	50 : 50 s.d 80 : 20	50 : 50 s.d 80 : 20	80 : 20	70 : 30

(Dirjen Cipta Karya DPU, 2016)

2. Kebutuhan non domestik

Merupakan kebutuhan air bersih selain untuk keperluan rumah tangga dan sambungan kran umum, seperti penyediaan air bersih untuk perkantoran, perdagangan serta fasilitas sosial seperti tempat-tempat ibadah, sekolah, hotel, puskesmas, militer serta pelayanan jasa umum lainnya.

Tabel 2.2 Kriteria Kebutuhan Air Non Domestik

No	URAIAN	Katagori Kota Berdasarkan Jumlah Penduduk (Jiwa)				
		> 1.000.000 METRO	500.000 s/d 1.000.00 BESAR	100.000 s/d 500.000 SEDANG	20.000 s/d 100.000 KECIL	< 20.000 DESA
1.	Sekolah (Lt/murid/hr)	10	10	10	10	5
2.	Rumah sakit (Lt/temp.tdur/hr)	200	200	200	200	200
3.	Puskesmas/BKIA (m3/hr)	2	2	2	2	1,2
4.	Masjid/Gereja (m3/hr)	1 – 2	1 – 2	1 – 2	1 – 2	1 – 2
5.	Kantor (Lt/pegawai/hr)	10	10	10	10	10
6.	Pasar (m3/ha/hr)	12	12	12	12	12
7.	Hotel/losmen (L/bed/hr)	150	150	150	150	90
8.	Rumah makan (Lt/temp.ddk/hr)	100	100	100	100	100
9.	Komplek militer (Lt/orang/hr)	60	60	60	60	60
10.	Kawasan industri(L/dtk/hr)	0,2-0,8	0,2 –0,8	0,2 0,8	0,2-0,8	10L/pekerja/hr
11.	Kawasan pariwisata (L/dtk/ha)	0,1-0,3	0,1 –0,3	0,1- 0,3	0,1 –0,3	0,1 – 0,3

(Ditjen Cipta Karya DPU, 2016)

2.1.4 Fluktuasi Pemakaian Air

Pada umumnya masyarakat Indonesia melakukan aktivitas penggunaan air pada pagi hari dan sore hari dengan konsumsi lebih banyak dari pada penggunaan air pada jam-jam lainnya. Dan di malam hari aktivitas penggunaan air relatif kecil dengan konsumsi sedikit. Dari keseluruhan aktivitas dan konsumsi sehari itu dapat diketahui konsumsi rata-ratanya untuk hari yang dimaksud, (Mangkoedihardjo, 1985)

Menurut Mukti Imron Rosadi pada skripsinya yang berjudul Perencanaan Pengembangan Sistem Jaringan Distribusi PDAM IKK Durenan Kabupaten Trenggalek fluktuasi pemakaian air adalah prosentase pemakaian air tiap jam yang tergantung dari aktivitas penduduk, adat istiadat, kebiasaan penduduk sehingga kebutuhan air tiap waktu menjadi berubah.

Fluktuasi kebutuhan air didasarkan pada kebutuhan air harian maksimum dan kebutuhan air jam maksimum dengan referensi kebutuhan air rata-rata

1. Kebutuhan air rata-rata harian (Q_{rh})

Adalah banyaknya air yang dibutuhkan selama satu tahun dibagi dengan banyaknya hari dalam waktu yang sama.

2. Kebutuhan air hari maksimum (Q_{hm})

Hari maksimum adalah suatu hari dalam periode satu minggu, bulan atau tahun terdapat pemakaian air maksimum. Keadaan ini bisa terjadi karena pengaruh musim atau hari besar. Kebutuhan air produksi direncanakan dengan mengacu kebutuhan hari maksimum. Besarnya faktor hari maksimum menurut karakteristik daerah sekitar atau sama dengan faktor maksimum dikalikan debit rata-rata.

3. Kebutuhan jam puncak

Pemakaian jam maksimum menunjukkan besarnya pengaliran maksimum pada saat jam puncak. Dengan mengetahui nilai pemakaian jam maksimum maka pengoperasian sistem distribusi diharapkan dapat memenuhi kebutuhan ini. Perbandingan antara debit maksimum dengan debit rata-rata akan menghasilkan faktor jam puncak.

Berikut ini adalah rumus dalam menentukan kebutuhan air

1. Kebutuhan Domestik

$$Q_D = Q_{SR} + Q_{HU}$$

2. Kebutuhan Non Domestik

$$Q_{ND} = (15 \text{ s.d. } 30)\% \times Q_D$$

3. Kehilangan Air

$$Q_h = \%_K \times (Q_D + Q_{ND})$$

4. Total Kebutuhan Air

$$Q_r = Q_D + Q_{ND} + Q_h$$

5. Kebutuhan Hari Maksimum

$$Q_{H.Max} = Q_r \times f_{H.Max}$$

6. Kebutuhan Jam Puncak

$$Q_{peak} = Q_r \times f_{peak}$$

Dimana :

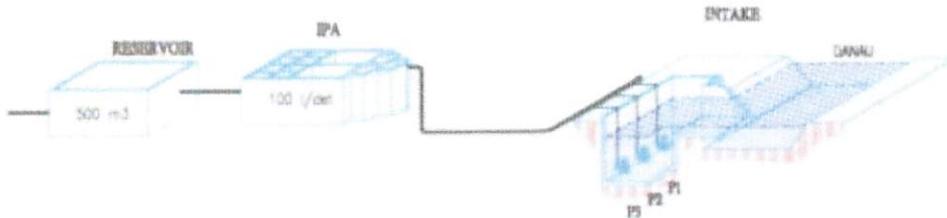
- Q_D : Kebutuhan air domestik ($m^3/hari$)
- Q_{SR} : Kebutuhan air untuk sambungan rumah ($m^3/hari$)
- Q_{HU} : Kebutuhan air untuk hidran umum ($m^3/hari$)
- Q_{ND} : Kebutuhan air non domestik ($m^3/hari$)
- Q_h : Banyaknya kehilangan air ($m^3/hari$)
- Q_r : Total kebutuhan air ($m^3/hari$)

- $Q_{H.Max}$: Kebutuhan hari maksimum ($m^3/hari$)
 Q_{peak} : Kebutuhan jam puncak ($m^3/hari$)
 $f_{H.Max}$: Faktor hari maksimum
 f_{peak} : Faktor jam puncak
 $\% K$: Prosentase kehilangan air. (AKATIRTA 2013)

2.2 Sistem Transmisi Dan Sistem Distribusi

2.2.1 Sistem Transmisi

Menurut Merida Kristia dalam skripsinya yang berjudul Perencanaan Sistem Penyediaan Air Baku Di Kecamatan Punduh Pidada Dan Kecamatan Padang Cermin Kabupaten Pesawaran sistem transmisi adalah salah satu komponen sistem penyediaan air bersih yang berfungsi untuk mengalirkan air dari sumber air ke tempat pengolahan atau dari tempat pengolahan ke reservoir air, serta dari reservoir air ke reservoir air lainnya.

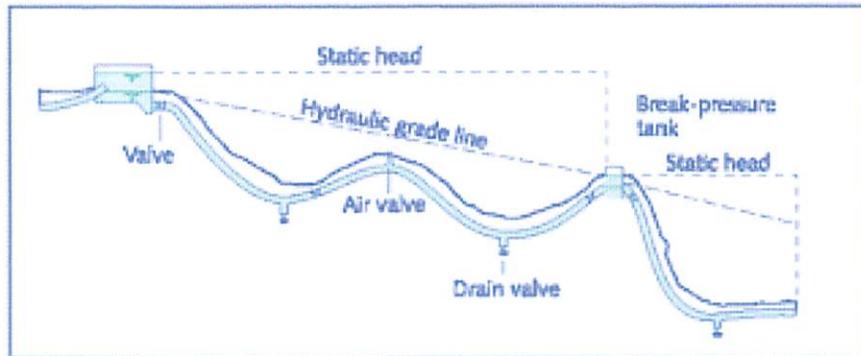


Gambar 2.1 Skema Sistem Transmisi

Metode transmisi dapat dikelompokan :

1. Sistem gravitasi

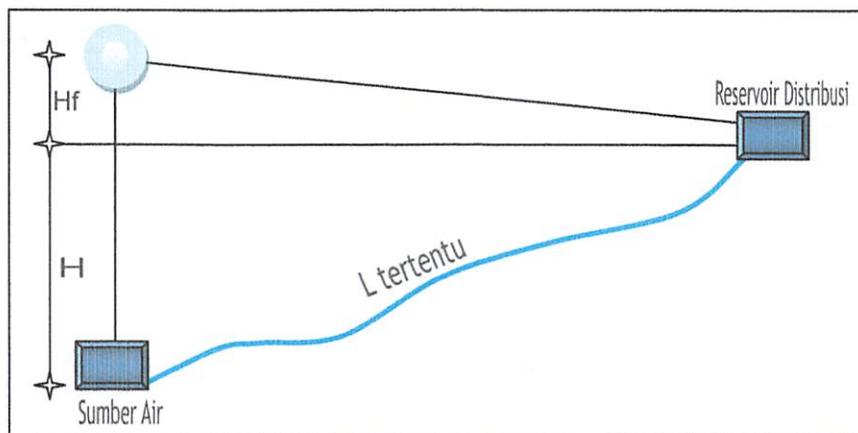
Sistem pengaliran air dari sumber ke tempat bak penampung air (tandon) dengan cara memanfaatkan energi potensial yang dimiliki air akibat perbedaan ketinggian lokasi sumber air dengan bak pelayanan umum.



Gambar 2.2 Sistem Gravitasi

2. Sistem pompa

Prinsip sistem ini adalah dengan memberikan energi pada aliran air, sehingga mencapai unit distribusi yang memiliki elevasi lebih tinggi dibandingkan dengan sumber persediaan.



2.3 Sistem Pompa

Kelengkapan dalam sistem jaringan transmisi adalah sebagai berikut :

1) Bangunan Penyadap Air Permukaan (*Intake*)

Penempatan bangunan ini umumnya pada titik lokasi yang tepat pada aliran sungai dimana kandungan endapannya paling sedikit. Pada sungai yang memiliki kualitas air baku yang kurang baik umumnya intake harus dilengkapi dengan fasilitas menyaring sampah kasar atau/ partikel kasar seperti kayu, lumut, plastik dll.

Secara umum kelengkapan bangunan penyadap air sungai terdiri dari :

- a) Bendungan untuk meningkatkan muka air.
- b) Pintu air
- c) Pompa
- d) Saringan kasar (*Bar screen*)
- e) Penjebak pasir
- f) Saluran/Bak Pengumpul. (Akatirta 2010)

Tipe intake untuk sumber air permukaan.

1. *Intake* bebas
2. *Intake* dengan bendung
3. *Intake* ponton
4. *Intake* jembatan
5. *Intake Infiltration Galleries*. (Peraturan Menteri PU No. 18 2007)

2) *Reservoir*

Reservoir distribusi merupakan bangunan penampungan air minum sebelum dilakukan pendistribusian ke pelanggan/ masyarakat, yang dapat di tempatkan di atas permukaan tanah maupun di bawah permukaan tanah.

Adapun fungsi *Reservoir* :

1. Meratakan aliran/kebutuhan dengan menyimpan persediaan air minum pada waktu pemakaian minimum.
2. Persediaan pada waktu keadaan darurat.
3. Meratakan pada area distribusi.
4. Meratakan tekanan pemompaan pada area distribusi.

3) Bak Pelepas Tekan (BPT)

Kadang-kadang pada jalur pipa transmisi diperlukan 1 atau lebih bak pelepas tekan yang berfungsi untuk mengurangi tekanan yang ada dalam pipa transmisi. bak pelepas tekan diperlukan bila tekanan pada pipa transmisi lebih dari 100 mka. Bak pelepas tekan berupa bak atau reservoir kecil yang terbuat dari konstruksi beton. Disini tekanan air dalam pipa akan dilepas sehingga tekanan air akan sama dengan tinggi muka air dalam bak pelepas tekan.

2.2.2 Sistem Distribusi

Menurut Anastasya Feby Makawimbang dalam jurnalnya yang berjudul Perencanaan Sistem Air Bersih Di Desa Soyowan Kecamatan Ratatotok Kabupaten Minahasa Utara menyebutkan sistem distribusi adalah sistem yang langsung berhubungan dengan konsumen, yang mempunyai fungsi pokok mendistribusikan air yang telah memenuhi syarat ke seluruh daerah pelayanan. Dua hal penting yang harus diperhatikan pada sistem distribusi adalah tersedianya jumlah air yang cukup dan tekanan yang memenuhi (kontinuitas pelayanan), serta menjaga keamanan kualitas air yang berasal dari instalasi pengolahan.

Sistem distribusi air minum terdiri atas perpipaan, katup-katup dan pompa (jika diperlukan) yang membawa air yang telah diolah dari instalasi pengolahan menuju pemukiman, perkantoran dan industri yang mengkonsumsi air. Bentuk jaringan pipa distribusi ditentukan oleh kondisi

topografi, lokasi reservoir, luas wilayah pelayanan, jumlah pelanggan dan jaringan jalan dimana pipa akan dipasang.

Suplai air melalui pipa induk mempunyai dua macam sistem menurut Kamala, K. R. (1999), adalah sebagai berikut :

1. *Continuous system*

Dalam sistem ini air minum yang disuplai ke konsumen mengalir terus menerus selama 24 jam. Keuntungan dari sistem ini adalah konsumen setiap saat dapat memperoleh air bersih dari jaringan pipa distribusi di posisi pipa manapun. Sedang kerugiannya adalah pemakaian air akan cenderung lebih boros dan bila terjadi sedikit kebocoran saja, maka jumlah air yang hilang akan sangat besar jumlahnya.

2. *Intermittent System*

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

2.2.3 Komponen Sistem Jaringan Pipa Distribusi Air Bersih

Pada suatu sistem jaringan distribusi air bersih pipa merupakan komponen yang utama. Pipa ini berfungsi sebagai sarana untuk mengalirkan air dari sumber air ke tandon dan dari tandon ke konsumen. Pipa tersebut mempunyai bentuk penampang lingkaran dengan diameter yang bermacam-macam.

Sistem Perpipaan Distribusi

a) Sistem Pipa *Feeder*/Pipa Hantar

Pipa induk atau pipa primer (*Supply main pipe*)

Pipa primer adalah pipa yang berfungsi membawa air minum dari instalasi pengolahan atau *reservoir* distribusi ke daerah pelayanan. Pipa primer ini memiliki diameter yang relatif besar.

Pipa sekunder (*Arterial main pipe*)

Pipa sekunder merupakan cabang dari pipa primer tersebut, dimana pipa ini dapat disambungkan ke konsumen. Pipa sekunder ini mempunyai diameter sama atau kurang dari pipa primer.

b) Sistem Pipa Pelayanan

Jaringan Pipa Tersier

Pipa tersier merupakan pipa yang dapat disambungkan dari pipa primer maupun sekunder untuk melayani pipa servis. Tetapi pemasangan langsung pada pipa primer tidak menguntungkan karena dapat mengganggu pengaliran dalam pipa.

Pipa Servis atau Pipa Pemberi Air (*Service Connection*)

Pipa servis merupakan pipa yang dihubungkan langsung dengan konsumen dan dapat langsung disambungkan pada pipa sekunder maupun tersier. Pipa servis ini memiliki diameter yang relatif kecil dibandingkan dengan pipa sekunder dan tersier.

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. (Lnsley,1996:280). Dalam pemilihan pipayang akan dipakai sangat dipengaruhi pertimbangan-pertimbangan sebagai berikut (Mays 2000:332) :

1. Kondisi yang digunakan :

- a. Tekanan (tersebut saat pengoperasian dan pemindahan)
- b. Beban tanah, kapasitas tanah dan potensi daerah yang digunakan

- c. Potensi korosi dari tanah
 - d. Potensi korosi dari air
2. Ketersediaan :
- a. Ketersediaan bahan pipa dan pengalaman ahli menginstalasi pipa.
 - b. Ukuran dan ketebalan
 - c. Potensi korosi dari air
3. Karakteristik pipa :
- a. Kekuatan pipa (khususnya jika terjadi pukulan air)
 - b. Bentuk
 - c. Ketahanan terhadap korosi
 - d. Ketahanan terhadap gesekan air
4. Ekonomi
- a. Biaya (biaya instalasi termasuk pekerjaan dan bahan)
 - b. Usia pipa yang dibutuhkan
 - c. Biaya perbaikan dan pemeliharaan

Pipa yang umumnya dipakai untuk sistem jaringan distribusi air terbuat dari bahan-bahan seperti dibawah ini :

1. Pipa Besi Tuang (*Cast Iron*)

Pipa besi tuang telah digunakan 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 dari pipa ini adalah :

- a. Pipa cukup murah
- b. Pipa mudah disambung
- c. Pipa tahan karatan

Kerugian dari pipa ini adalah :

- a. Pipa berat sehingga biaya pengangkutan mahal
- b. Pipa keras sehingga mudah pecah
- c. Dibutuhkan tenaga ahli dalam penyambungan

2. Pipa Besi Galvanis (*Galvanized Iron*)

Pipa jenis ini bahannya terbuat dari pipa baja. Pelapisan dengan dengan cara ini merupakan pengendalian karat yang efektif .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 dari pipa ini adalah :

- a. Harga murah dan banyak tersedia di pasaran
- b. Ringan sehingga mudah diangkut.
- c. Pipa mudah disambung.

Kerugian dari pipa ini adalah pipa mudah berkarat dalam air yang asam.

3. Pipa Plastik (PVC)

Pipa ini lebih dikenal dengan sebutan pipa PVC (*Polyvinyl Chloride*).panjang pipa ini 4 m dan 6 m dengan ukuran diameter pipa mulai dari 16 mm hingga 350 mm.

Keuntungan dari pipa ini adalah :

- a. Harga murah dan banyak tersedia di pasaran.
- b. Ringan sehingga mudah diangkut
- c. Mudah dalam pemasangan dan penyambungan.

Kerugian dari pipa ini adalah :

- a. Pipa jenis ini mempunyai koefisien muai besar sehingga tidak tahan panas.
- b. Mudah bocor dan pecah.

4. Pipa Baja (*Steel Pipe*)

Pipa ini terbuat dari baja lunak dan mempunyai banyak ragam di pasaran. Pipa ini mempunyai diameter sampai lebih dari 6 m. Umur pipa baja yang cukup terlindungi paling sedikit 40 tahun (Linley, 1996:296). Pipa-pipa baja yang ditanam dalam biasanya tidak dilengkapi dengan sambungan pemuaian karena tidak mengalami perbedaan suhu yang besar. Sebaliknya untuk pipa-pipa baja yang langsung terkena udara dibutuhkan sambungan pemuaian untuk memperkecil tegangan suhu.

Keuntungan dari pipa ini adalah

- a. Tersedia dalam berbagai ukuran panjang
- b. Mudah dalam pemasangan dan penyambungan
- c. Kekuatan lentur yang kuat dan dilapisi campuran semen yang kuat sebagai pelindung.

Kerugian dari pipa ini adalah :

- a. Pipa tidak tahan karat
- b. Pipa berat dan biaya mahal.

5. Pipa Beton (*Concretel Pipe*)

Pipa ini tersedia dalam ukuran diameter 750 mm – 3.600 mm, sedangkan panjang standar 3,6 – 7,2 m. Pipa ini berumur 20 -50 tahun (Linsley, 1996:299).

Keuntungan dari pipa ini adalah :

- a. Bermutu tinggi
- b. Tidak menggunakan tulangan.

Sedangkan kerugian dari pipa ini adalah air alkali bisa menyebabkan berkarat.

6. Pipa HDPE (*High Density Polyethylene*)

Pipa plastik bertekanan yang banyak digunakan untuk pipa air dan pipa gas. Disebut pipa plastik karena material HDPE berasal dari polymer minyak bumi. Pipa-pipa HDPE memiliki daya tahan lama karena adanya rekayasa teknologi canggih. Teknologi yang digunakan untuk memproduksi pipa ini dikenal sebagai *Process Intensification* (Intensifikasi Proses) atau PI singkatnya. Pipa HDPE dapat disambungkan dengan cara pemanasan (*Heat Fusion*) untuk membentuk sambungan bersama yang kuat atau lebih kuat daripada pipa itu sendiri dan tanpa kebocoran. Benefit pipa HDPE tidak akan menimbulkan korosi pada pipa, *tuberculate* atau mendukung pertumbuhan biologis (jamur)

Keuntungan dari pipa ini adalah :

- a. Tersedia dalam berbagai ukuran panjang
- b. Tahan hingga 50 tahun pemakaian.
- c. Tingkat kelenturan yang tinggi.

- d. Tahan karat.
- e. Teknik penyambungan ramah lingkungan (*Heat Fused Joints*).

Kerugian dari pipa ini adalah :

- a. Diameter pipa maksimal 400 mm
- b. Lebih mahal dari pipa PVC.

2.2.4 Hidrolika Perpipaan

Hidrolika adalah suatu ilmu yang mempelajari sifat-sifat dan hukum-hukum yang berlaku pada zat cair, baik zat cair itu diam maupun bergerak (mengalir). Jaringan perpipaan merupakan suatu rangkaian pipa yang saling terhubung satu sama lain secara hidrolis, sehingga apabila di satu pipa mengalami perubahan debit aliran maka akan terjadi penyebaran pengaruh ke pipa-pipa lain. Pengaruh ini dapat dideteksi dari segi perubahan tekanan yang ada di pipa. (Dharmasetiawan 2004:II-18)

- **Pipa satu jalur tidak percabangan**

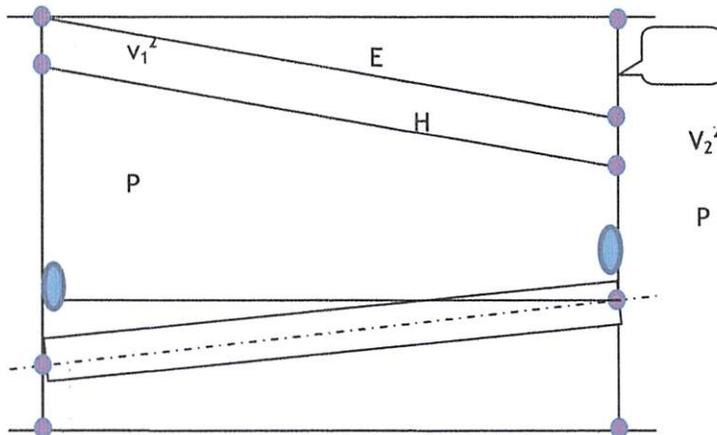


Gambar 2.6. Pipa Satu Jalur Tidak Terjadi Percabangan

Persamaan : (Triatmadja 2009:31-34)

$$\begin{aligned} A_1 \cdot V_1 &= \\ A_2 \cdot V_2 & \\ Q_1 &= \end{aligned}$$

- **Rumus Bernoulli**



Gambar 2.7. Persamaan Bernoulli

Persamaan :

$$Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + HL$$

Keterangan :

V_1 = Kecepatan aliran dalam pipa 1 (m/detik)

V_2 = Kecepatan aliran dalam pipa 2 (m/detik)

P_1 = Tekanan 1 (m)

P_2 = Tekanan 2 (m)

Z_1 = Tinggi 1 (m)

Z_2 = Tinggi 2 (m)

γ = Berat per unit volume ($\frac{kg \cdot m}{dt^2 / m^3}$)

g = Percepatan gravitasi bumi (m/detik²)

HL = Total kehilangan tekanan atau *head* pada pipa dan *accessories*(m)

a) Tekanan Air dan Kecepatan Aliran

Tekanan kerja maksimum pada perpipaan tidak boleh melebihi batas yang diizinkan untuk setiap jenis pipa. Namun tekanan kerja minimum pada konsumen terjauh yang diizinkan adalah 1,0 kg/cm². Sebab jika tekanan air kurang, akan menyebabkan kesulitan dalam pemakaian air. Sedangkan tekanan air yang berlebih dapat menimbulkan kebocoran, rusaknya peralatan *plumbing*, dan memungkinkan terjadinya *water hammer*.

Pada umumnya, batas kecepatan dalam pipa yang sering digunakan berada pada kisaran 0,3 m/detik – 3,0 m/detik. Batasan tersebut dimaksud untuk menghindari adanya endapan/kerak dan korosi yang ditimbulkan akibat rendahnya kecepatan aliran dalam pipa.

b) Kehilangan Tekanan (*Head Lose*)

Pada zat cair yang mengalir di dalam bidang batas (pipa, saluran terbuka, atau bidang datar) akan terjadi tegangan geser dan gradien kecepatan pada seluruh medan aliran karena adanya kekentalan. Tegangan geser tersebut akan menyebabkan terjadinya kehilangan tenaga selama pengaliran. (Triatmodjo 2003:25)

1. *Major Losses*

Major losses terjadi akibat adanya gesekan air dengan dinding pipa. (Dharmasetiawan 2004:II-8)

• ***Hazen Williams***

Rumus umum :

$$hf = \left(\frac{Q}{0,2785 \times C_{hw} \times D^{2,63}} \right)^{1,85} \times L$$

Dimana :

hf = *Major Losses* sepanjang pipa lurus (m)

Q = Debit aliran (m³/detik)

C_{hw} = Koefisien *Hazen Williams*

D = Diameter pipa (m)

L = Panjang pipa (m)

Tabel 2.1. Koefisien *Hazen William*

No	Jenis (Material) Pipa	Nilai Chw Perencanaan
1.	<i>Asbes Cement</i>	120
2.	<i>Poly Vinyl Chloride (PVC)</i>	120 - 140
3.	<i>High Density Poly Ethylene (HDPE)</i>	130
4.	<i>Medium Density Poly Ethylene (MDPE)</i>	130
5.	<i>Ductile Cast Iron Pipe (DCIP)</i>	110
6.	Besi Tuang, <i>Cast Iron (CIP)</i>	110
7.	<i>Galvanized Iron Pipe (GIP)</i>	110
8.	<i>Steel Pipe (Pipa Baja)</i>	110

▪ *Darcy-Weisbach*

$$hf = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

Keterangan:

Hf = Kehilangan tekanan atau *major losses* (m)

f = Faktor gesekan (koefisien gesekan) grafik *Moody*

L = Panjang pipa (m)

D = Diameter pipa (m)

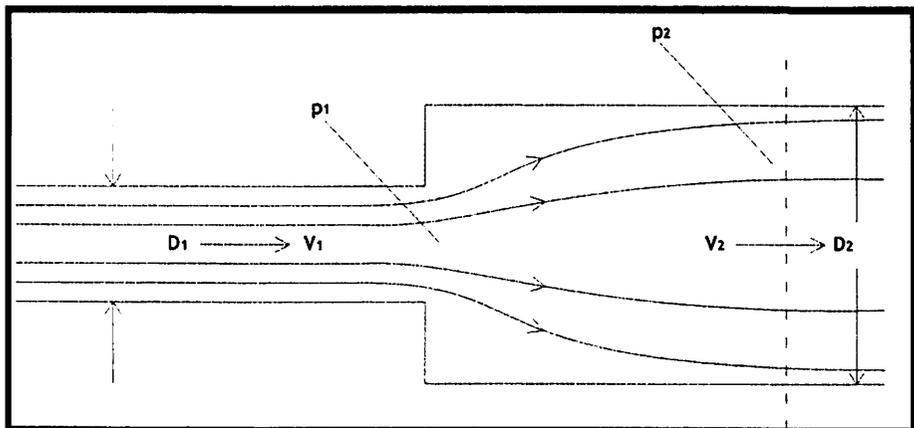
v = Kecepatan aliran (m/detik)

g = Percepatan gravitasi (m/detik²) (Joko 2010 :33)

2. *Minor Losses*

Kehilangan tekanan yang disebabkan oleh perubahan penampang pipa, sambungan, belokan, dan katup.

- **Perbesaran penampang mendadak**



Gambar 2.8.Perbesaran Penampang Mendadak

Persamaan :

$$hm = K \frac{V_1^2}{2g}, \text{ dengan } K = \left(1 - \frac{A_1}{A_2}\right)^2$$

Dimana :

D_1 = diameter awal pipa (m)

D_2 = diameter akhir pipa setelah perbesaran(m)

V_1 = kecepatan awal (m/detik)

V_2 = kecepatan akhir (m/detik)

P_1 = tekanan awal pada pipa (atm)

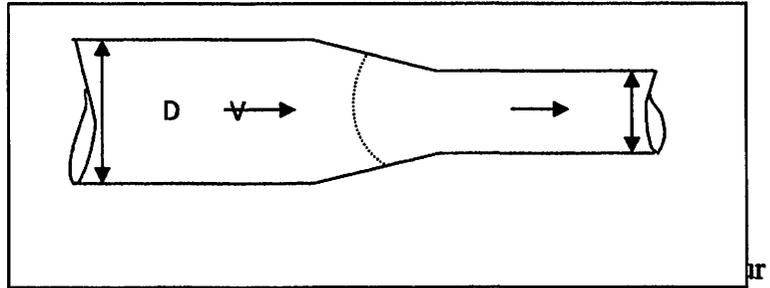
P_2 = tekanan akhir pada pipa (atm)

K = koefisien kehilangan tenaga

A_1 = luas penampang awal (m^2)

A_2 = luas penampang akhir (m^2)

- **Pengecilan penampang berangsur-angsur**



Dimana :

D_1 = diameter awal pipa (m)

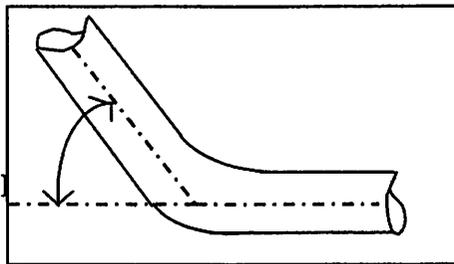
D_2 = diameter akhir pipa (m)

V_1 = kecepatan awal (m/detik)

V_2 = kecepatan akhir (m/detik)

α = sudut transisi ($^\circ$)

- **Belokan Pipa**



$$hm = K_b \frac{v^2}{2g}$$

Tabel 2.2. Nilai K sebagai fungsi dari sudut belokan α (64)

α	20°	40°	60°	80°	90°
K_b	0,05	0,1 4	0,3 6	0,7 4	0,9 8

Catatan : Pada kenyataannya sudut belokan pipa yang ada di pasaran hanya ada 90° , 45° , $22\frac{1}{2}^\circ$, $11\frac{1}{4}^\circ$ dimana nilai K dapat dicari dengan interpolasi.

2.2.5 Kehilangan Air

Dalam suatu sistem penyediaan air minum tidak seluruhnya air yang diproduksi instalasi sampai kepada konsumen. Biasanya terdapat kebocoran di sana-sini yang disebut dengan kehilangan air. Kehilangan air dari data pengamatan umumnya adalah antara 25 % sampai 40 %, hal ini sangat tergantung dari pola pengelolaannya. (Dharmasetiawan 2004:III-21)

$$Q = v \times A$$

$$Q_{\text{kebocoran}} = \%_{\text{kebocoran}} \times (Q_{\text{domestik}} + Q_{\text{non}})$$

Dimana :

Q = Debit (m^3/detik)

v = Kecepatan aliran (m/detik)

A = Luas penampang pipa (m^2)

2.2.6 Penanaman Pipa

Penanaman pipa transmisi sedapat mungkin ditanam di dalam tanah. Hal ini untuk mengurangi kemungkinan rusaknya pipa secara fisik baik oleh tumbuhnya tanaman maupun kerusakan fisik lainnya. Kedalaman penanaman pipa dihitung dari permukaan tanah terhadap bagian atas pipa tergantung pada kondisi lapangan. Pada kondisi lapangan biasa ditentukan 50 cm, sedangkan pipa yang dipasang dibawah jalan ditentukan 150 cm.

Tabel 2.3 Kedalaman Penanaman Pipa Di Indonesia

Kondisi Penanaman Pipa	Kedalaman (cm)
Kondisi biasa	80
Dibawah jalan : Biasa	100
Raya	120

Sumber : Departemen PU DJCK Direktorat Air Bersih, 2000

Perpipaan induk distribusi sedapat mungkin ditanam di dalam tanah. Kedalaman minimum ditentukan 80 cm pada kondisi biasa dan 100 cm untuk di bawah jalan. Untuk kemudahan penanaman dan pemeriksaan, perpipaan ini dipasang di sepanjang jalan yang diperlukan. Ketebalan penutup pipa sesuai kondisi lapangan dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 2.4 Tebal Penutup Pipa di Indonesia

Kondisi	Tebal Penutup Pipa (cm)			
	50 mm	75 mm	100 mm	150 mm
Kondisi biasa	80	80	80	80
Di bawah jalan	100	100	100	100

Sumber : Departemen PU DJCK Direktorat Air Bersih, 2000

Bentuk galian atau penanaman pipa ada 3 menurut lokasi penanaman :

1. Galian normal, galian yang terletak dibawah pinggir jalan, jalan setapak atau jalan berbatu-batu dan trotoar.
2. Galian di bawah jalan, galian yang terletak di bawah jalan aspal.
3. Galian memotong jalan, galian yang memotong badan jalan.

2.2.7 Sarana Penunjang

Pipa yang digunakan dalam distribusi air minum harus dilengkapi dengan alat bantu agar dapat berfungsi dengan baik. Alat bantu tersebut adalah :

1. Sambungan antar pipa
 - a. Mangkok (*bell*) dan Lurus (*spigot*)

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



Gambar 2.4 Socket dan Spigot

b. *Flange Joint*

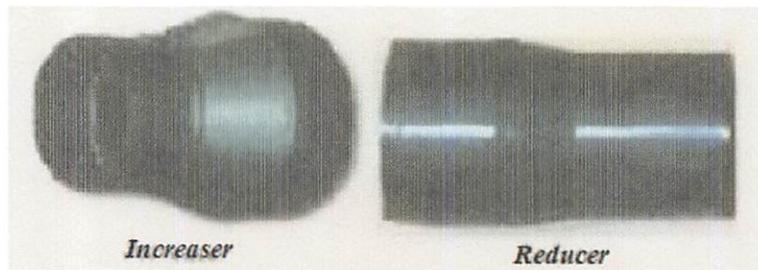
Biasanya digunakan untuk pipa yang bertekanan tinggi, untuk sambungan yang dekat dengan pompa perlu disiapkan *packing* diantara *flange* untuk mencegah kebocoran



Gambar 2.5 Flange Joint

c. *Increaser dan Reducer*

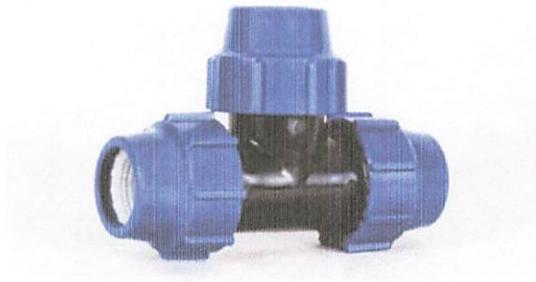
Increaser digunakan untuk menyambung pipa dari diameter kecil ke pipa yang berdiameter besar. Sedangkan *reducer* digunakan untuk menyambung pipa dari diameter besar ke pipa yang berdiameter lebih kecil



Gambar 2.6 *Increaser dan Reducer*

d. *Tee*

Digunakan untuk menyambung pipa yang bercabang tegak lurus (90°). Pada ujung-ujungnya perlengkapan dapat terdiri dari kombinasi *spigot*, *socket* dan *flange*.



Gambar 2.7 *Tee*

e. Belokan (*bent/elbow*)

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



Gambar 2.8 *Elbow*

2. Gate Valve (*valve*)

a. Gate Valve Resiliant

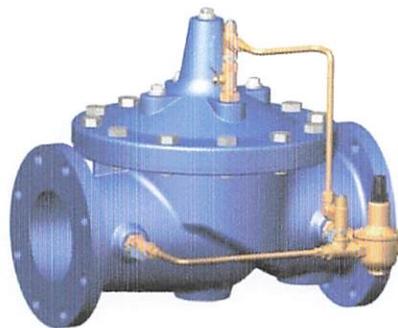
Katup sebuah perangkat yang mengatur, mengarahkan atau mengontrol aliran dari suatu cairan (gas, cairan, padatan terfluidisasi) dengan membuka, menutup, atau menutup sebagian dari jalan alirannya.



Gambar 2.9 *Gate Valve Resiliant*

b. PRV (*Pressure Reducing Valve*)

PRV (*Pressure Reducing 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 dihilir lebih rendah dari nilai yang telah ditetapkan pada katup tersebut.



Gambar 2.10 *Pressure Reducing Valve (PRV)*

- c. PSV (*Pressure Sustaining Valve*) atau katup penstabil tekanan.
Digunakan untuk menanggulangi penurunan tekanan secara drastis di hulu dari nilai yang telah ditetapkan. Jika tekanan di hulu lebih rendah dari batas minimumnya maka katup akan menutup.



Gambar 2.11 *Pressure Sustaining Valve (PSV)*

- d. 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 aliran yang terlalu besar.



Gambar 2.12 *FCV (Flow Control Valve)*

e. Katup Penguras / Butterfly Valve (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 2.13 Butterfly Valve

f. *Air Relief Valve* (Katup Udara)

Katup udara dipasang pada jaringan pipa transmisi pada bagian elevasi tertinggi, misalnya pada jembatan-jembatan pipa dimaksudkan guna membuang udara yang ada dalam pipa. Hal ini dimaksudkan untuk menjamin kelancaran aliran air dalam pipa. Katup udara ini yang umum digunakan adalah model tunggal dan model ganda yang biasa dikenal dengan nama *Air Vent Valve*.



Gambar 2.14 *Air Relief Valve* (Katup Udara)

g. Meter Air

Meter air digunakankan 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 2.15 Meter Air

2.2.8 Sistem Pengaliran Air Bersih

Untuk mendistribusikan air minum kepada konsumen dengan kuantitas, kualitas serta tekanan yang cukup memerlukan sistem perpipaan yang baik, reservoir, pompa dan peralatan yang lain. Metode dari pendistribusian air tergantung pada kondisi topografi dari sumber air dan posisi para konsumen berada. Menurut Howard,S.P,et al (1985) sistem pengaliran yang dipakai adalah sebagai berikut :

1. Sistem Gravitasi

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

2. Sistem Pompa

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

3. Cara Gabungan

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

2.2.9 Jaringan Distribusi

Menurut Tri Joko dalam buku Unit Air Baku dalam Sistem Penyediaan Air Minum 2010, jaringan distribusi adalah rangkaian pipa yang berhubungan dan digunakan untuk mengalirkan air ke konsumen. Tata letak pipa distribusi ditentukan oleh kondisi topografi daerah layanan dan lokasi instalasi pengolahan biasanya diklasifikasikan sebagai berikut :

1. Sistem Cabang (*Branch*)

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

Kebaikkan dari sistem jaringan bercabang :

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

Kelemahan dari sistem jaringan bercabang :

- a. Apabila ada kerusakan (terutama pada bagian hulu) bagian lain akan terganggu alirannya.
- b. Pada ujung pipa (dead end) terakumulasi endapan.
- c. Sering dilakukan wash out yang mengakibatkan boros air.
- d. Kualitas persediaan air untuk keperluan pemadam kebakaran kurang baik.
- e. Tekanan tidak mencukupi ketika dilakukan penambahan areal ke dalam sistem penyediaan air minum.

2. Sistem Melingkar (*Loop*)

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

Kebaikkan dari sistem ini :

- a. Bila di satu daerah terjadi gangguan atau kerusakan dengan mengoperasikan katup isolasi daerah lain tetap dapat memperoleh aliran dari sisi lain.

- b. Tekanan dan kapasitas aliran air dapat merata.
- c. Desain pipa mudah
- d. Untuk memadamkan kebakaran, air tersedia dari segala arah

Kelemahan dari sistem ini :

- e. Diperlukan katup dan accessories yang banyak sebagai sarana operasi jaringan pipa dan isolasi tiap ruas pipa.

3. Sistem Gridiron

Sistem gridiron merupakan salah satu pola pada jaringan perpipaan distribusi air bersih. Sistem gridiron adalah bentuk modifikasi dari sistem cabang.

Kelebihan dari sistem Gridiron adalah :

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

2.2.10 Klasifikasi Jaringan Perpipaan

Menurut Dwinson dalam skripsinya yang berjudul Perencanaan Sistem Jaringan Distribusi Air Bersih Di Kota Waibakul Kabupaten Sumba Tengah bahwa jaringan perpipaan air bersih dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

1. Pipa Induk (pipa utama/primer), yaitu pipa distribusi air utama pada daerah tertentu samapai ke pipa sekunder.
2. Pipa cabang (pipa sekunder), yaitu pipa distribusi yang dipergunakan untuk membagi air dari pipa primer sampai ke pipa tersier. Ukuran pipa sekunder berkisar antara 150 mm sampai 250 mm.
3. Pipa pelayanan (pipa tersier), yaitu merupakan cabang dari pipa sekunder dimana diameter pipa ini lebih kecil dari pipa sekunder yaitu berkisar antara 50 mm sampai 100 mm.

Tujuan pengklasifikasian jaringan perpipaan adalah untuk memisahkan bagian jaringan menjadi suatu sistem hidrolis tersendiri sehingga memberikan keuntungan seperti :

1. Kemudahan dalam pengoperasian sesuai dengan debit yang mengalir.
2. Mempermudah perbaikan jika terjadi kerusakan
3. Meratakan tekanan dalam jaringan perpipaan sehingga setiap daerah pelayanan mendapatkan sisa tekan relatif tidak jauh berbeda.
4. Mempermudah pengembangan jaringan perpipaan, sehingga jika dilakukan perluasan dan pengembangan tidak perlu mengganti jaringan yang sudah adadengan catatan masih memenuhi kriteria hidrolis.

2.2.11 Perencanaan Pipa Distribusi Air Minum

Dalam merencanakan pipa distribusi air minum perlu diperhatikan kriteria-kriteria yang mempengaruhi pemilihan dimensi pipa distribusi agar dimensi pipa yang digunakan sesuai dengan kebutuhan perencanaan.

Tabel 2.5.Kriteria Perencanaan Pipa Distribusi Air Minum

No	Uraian	Notasi	Kriteria
1	Debit Perencanaan	Q puncak	Kebutuhan air jam puncak $Q_{\text{peak}} = F_{\text{peak}} \times Q_{\text{rata-rata}}$
2	Faktor jam puncak	F.puncak	1,15 – 3
3	Kecepatan aliran air dalam pipa a) Kecepatan minimum b) Kecepatan maksimum - Pipa PVC atau ACP - Pipa baja atau DCIP	V min V.max V.max	0,3-0,6 m/dt 3,0-4,5 m/dt 6,0 m/dt
4	Tekanan air dalam pipa		

No	Uraian	Notasi	Kriteria
	a) Tekanan minimum	h min	(0,5-1,0) atm, pada titik jangkauanm layanan terjauh.
	b) Tekanan maksimum		
	- Pipa PVC atau ACP	h max	6-8 atm
	- Pipa baja atau DCIP	h max	10 atm
	- Pipa PE 100	h max	12.4Mpa (122,388 atm)
	- Pipa PE 80	h max	9.0 Mpa (88,83 atm)

(Ditjen Cipta Karya DPU, 2016)

2.3 Ssitem Penyediaan Air Minum di PDAM Kota Malang

2.3.1 Distribusi Pelayanan

Mata air yang didistribusikan kepada pelanggan menggunakan dua sistem yaitu sistem gravitasi dan sistem perpompaan. Sistem perpompaan digunakan untuk melayani wilayah Malang yang sumber airnya diambil dari sumber wendit dengan menggunakan tenaga listrik, sedangkan untuk wilayah malang yang sumber airnya diambil dari sumber-sumber yang berasal dari Kota Batu dan Sumber 7 Tumpang dilayani dengan sistem gravitasi.

2.3.2 Unit Air Baku

PDAM Kota Malang saat ini memanfaatkan sekitar 14 sumber air baku untuk melayani kebutuhan air bersih yang terdiri dari 8 sumber air dan 6 sumur bor. Lokasi sumber air baku PDAM kota Malang berada pada 3 wilayah administrasi yaitu Kota Malang, Kabupaten Malang, dan Kota Batu.

Tabel 2.6 Nama, Jenis dan Lokasi Sumber Air Baku PDAM Kota Malang

No.	Nama Sumber	Jenis	Lokasi
1	Sumber Binangun Lama	Sumber Air	Kota Batu
2	Sumber Binangun Baru	Sumber Air	Kota Batu
3	Sumber Banyuning	Sumber Air	Kota Batu
4	Sumber Karang	Sumber Air	Kabupaten Malang
5	Sumber Sumber Sari	Sumber Air	Kabupaten Malang
6	Sumber Wendit I	Sumber Air	Kabupaten Malang
7	Sumber Wendit Ii	Sumber Air	Kabupaten Malang
8	Sumber Wendit Iii	Sumber Air	Kabupaten Malang
9	Sumber Pitu Tumpang	Sumber Air	Kabupaten Malang
10	Sumur Badut Ii	Sumur Bor	Kota Malang
11	Sumur Badut Iii	Sumur Bor	Kota Malang
12	Sumur Sumber Sari I	Sumur Bor	Kota Malang
13	Sumur Istana Dieng	Sumur Bor	Kota Malang
14	Sumur Supit Urang I	Sumur Bor	Kota Malang
15	Sumur Supit Urang Ii	Sumur Bor	Kota Malang

Sumber : PDAM Kota Malang, 2017

2.3.3 Produksi Air

Jumlah produksi air PDAM Kota Malang sampai dengan Bulan Desember 2017 adalah sebesar 21.172.140 m³.

Tabel 2.7 Jumlah Produksi Tiap Sumber Sampai Dengan Juli 2017

No	Sumber / Sumur Bor	Produksi (M3)	Produksi S/D Bulan Juli (M3)
1	Sumber Binangun Lama	225.874	1.361.057
2	Sumber Binangun Baru	379.061	2.282.203

No	Sumber / Sumur Bor	Produksi (M3)	Produksi S/D Bulan Juli (M3)
3	Sumber Karang	60.004	362.780
4	Sumber Sumpersari	48.185	274.082
5	Sumber Wendit I	996.925	5.946.406
6	Sumer Wendit Ii	759.344	4.726.231
7	Sumber Wendit Iii	712.985	3.905.979
8	Sumber Banyuning	206.328	1.232.430
9	Sumur Badut I	44.039	268.577
10	Sumur Badut Ii	-	10.962
11	Sumur Sumpersari I	1.484	15.739
12	Sumur Istana Dieng	46.822	256.099
13	Sumur Supit Urang 1	49.116	286.517
14	Sumur Supit Urang 2	42.318	243.078
	Total	3.572.485	21.172.140

Sumber : PDAM Kota Malang, 2017

Tabel 2.8 Daftar resevoir PDAM Kota Malang

NO	Reservoir	Elevasi (m dpl)	Existing (m ³)
1	Tlogomas I	521	2,000
2	Tlogomas II		2,000
3	Tlogomas III		1,500
4	Tlogomas IV		1,000
5	Menara Watertank Joyogren		50
6	Watertank Uniga 1		1.000
7	Watertank Uniga 2		2.000

NO	Reservoir	Elevasi (m dpl)	Existing (m ³)
8	Bangkon	605	750
9	Watertank Dawuhan	605	1.000
10	Betek Lama	482	2,000
11	Betek Watertank I		1,500
12	Betek Watertank II		850
13	Mojolangu I	489	850
14	Mojolangu II		1.500
15	Mojolangu III		1,500
16	Mojolangu Watertank		1,000
17	Buring I	484	850
18	Buring II		1,000
19	Buring III		2,000
20	Watertank Buring Bawah		2.000
21	Watertank Buring Tengah 1	550	1.000
22	Watertank Buring Tengah 2		1.500
23	Buring Atas	586	2.000
24	Watertank Buring Atas		1.000
25	Watertank Buring Hill 1	510	500
26	Watertank Buring Hill 2	522	50
27	Watertank Jabalnur	511	1.000
28	Menara Watertank Jabalnur	511	50
29	Wonokoyo	462	26
30	BTU Watertank	510	500
31	Badut Atas	512	180
32	Badut Watertank		500
33	Supiturang I	531	60

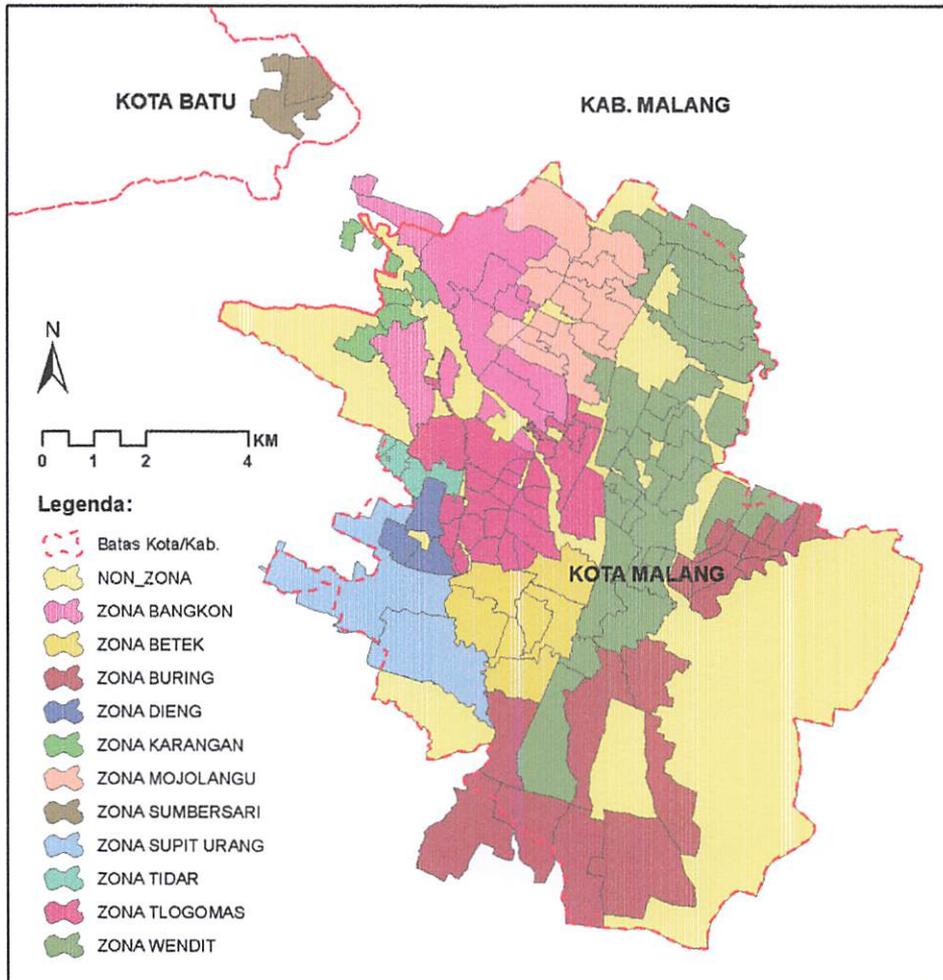
NO	Reservoir	Elevasi (m dpl)	Existing (m ³)
34	Supiturang II	504	500
35	Menara Watertank BCT	490	50
36	Istana Dieng	495	500
TOTAL VOLUME (m ³)			21,926

Sumber : PDAM Kota Malang, 2017

2.3.4 Cakupan Pelayanan

Luas wilayah pelayanan PDAM Kota Malang saat ini mencapai lebih kurang 80% dari luas wilayah 110 Km². Cakupan wilayah pelayanan mencapai 80% dari jumlah penduduk Kota Malang sebanyak 843.858 jiwa.

Gambar 2.13 Gambar Peta Layanan PDAM Kota Malang



Tabel 4.4 Golongan Pelanggan PDAM Kota Malang per Juli Tahun 2018

Golongan Pelanggan	Jumlah SR	%
RumahTangga	154.459	96,05
Sosial	1.980	1,23
Niaga	4.225	2,63
Instansi	93	0,06
Industri	57	0,04
Jumlah	160.814	100.00

Sumber :PDAM Kota Malang, 2018

2.4 Program EPANET 2.0

2.4.1 Deskripsi Program Epanet 2.0

Epanet adalah program paket komputer yang dibuat oleh *U.S Enviromental Protection Agency Cincinati Ohio* (1995). *Epanet* merupakan program yang dibuat untuk membentuk perhitungan simulasi hidrolis aliran dan mengetahui perubahan sifat kualitas air dalam suatu sistem distribusi air bersih. *Epanet* dapat mengidentifikasi aliran atau debit tiap-tiap pipa, tekanan pada node, ketinggian air pada tandon, dan perubahan konsentrasi senyawa kimia yang ditambahkan pada jaringan dalam sebuah sistem distribusi selama periode simulasi (Lewis, 2000).

2.4.2 Batasan Pemodelan Sistem Distribusi Air Bersih Dengan Program Epanet 2.0

Paket program *Epanet* dapat menganalisa suatu sistem jaringan distribusi dengan (*lay out*) tidak terbatas untuk sistem jaringan tertutup (*looped networks*). Batasan jumlah titik simpul dari satu sampai titik simpul maksimum dengan adanya pengoperasian stasiun pompa, katup perubahan tekanan (PRV) dan katup kontrol dengan sedikitnya satu buah titik simpul kondisi tetap (tank/reservoir) dan beberapa sumber air. Paket program

Epanet menggunakan satuan British maupun satuan internasional, terserah mana yang akan digunakan dalam perencanaan.

2.4.3 Parameter Pemodelan dengan Program *Epanet* 2.0

Parameter pemodelan dimasukkan ke dalam program *Epanet* secara interaktif dengan menggunakan kata kunci (*keywords*) yang berupa masukan data atau modifikasi data.

1. TITLE (nama proyek), akan dicetak pada awal setiap keluaran maksimum 80 karakter.
2. JUNCTION (titik simpul), yaitu nomor titik simpul elevasi (m), debit kebutuhan (L/dtk)
3. TANK (data tandon), merupakan kata kunci penugasan suatu titik simpul dengan tinggi tekan yang dapat berubah, yaitu nomor identitas elevasi (m), tinggi rerata, tinggi air minimal, ketinggian air maksimal, dan diameter (m).
4. PIPE (data pipa), yaitu nomor pipa, titik simpul awal dan akhir, panjang pipa (m), diameter pipa (mm), dan koefisien kekasaran pipa.
5. PUMP (data pompa), yaitu nomor penghubung (link) pompa dan titik simpul di awal dan akhir pompa, tinggi tekan (m), kemampuan debit (L/dtk). Dapat pula diikuti dengan pola pengoperasian, misalkan pompa on bila ketinggian air di tandon telah mencapai ketinggian tertentu
6. VALVE (katub), yaitu nomor identitas, titik simpul awal dan akhir katub, diameter katub (mm), jenis katub, setting dan koefisien kehilangan.
7. REPORT (output), yaitu nama file, option (*yes, full or on*), line (nomor garis pada halaman dalam hasil keluaran), nomor titik simpul, nomor pipa, variabel dan value (nilai tertentu).
8. STATUS, yaitu nomor pipa pada kedua ujung, setting.
9. CONTROL, yaitu nomor pipa, setting (*close or open*), waktu pengoperasian.
10. PATTERNS, (pola operasi), pattern, (pola periodik) nilai tertentu, dan seterusnya.

11. **TIMES** (variasi waktu dalam simulasi), yaitu nilai tertentu, unit (satuan waktu)
12. **QUALITY** (kualitas air dalam jaringan), yaitu nomor titik pada kedua ujungnya, kualitas (konsentrasi senyawa kimia)
13. **OPTIONS** (ketetapan nilai untuk pola karakteristik dan ketentuan simulasi), option (pilihan untuk mengeset optimasi). Nama file, nilai atau angka tertentu.
14. **DEMAND** (besar debit yang harus dipenuhi), yaitu value (nilai tertentu), besar pembebanan (L/dtk).
15. **ROUGHNESS** (angka koefisien kekasaran pipa), nomor pipa, nilai koefisien kekasaran.
16. **END**, pertanda berakhirnya file input.

Adapun langkah-langkah untuk mendesain sistem distribusi dengan program Epanet 2.0 adalah :

1. Untuk membuat rancangan baru dalam Epanet
 - a. Pilih **File, New** untuk membuat proyek yang baru.
 - b. Pilih **Project, Default** untuk membuka bentuk dialog proyek yang tetap.
 - c. Pada halaman **ID Label**, bersihkan semua isi dari **ID Prefis** dan setting **ID Increment** dengan angka 1. Epanet secara otomatis membuat label yang baru pada obyek dengan angka yang berurutan.
 - d. Pada halaman **Hydraulics** pada dialog pilih **GPM** atau **LPS** sebagai satuan dari debitnya dan pilihlah rumus dari headlossnya **Hazen-Williams (H-W)** atau yang lainnya.
 - e. Setelah selesai klik **OK**.
2. Untuk menampilkan option mapnya, agar ID labels kita ditampilkan pada obyek yang kita tambahkan pada jaringan :
 - a. Pilih **View, Option** untuk membuka bentuk option dari map.
 - b. Pilih halaman **Notation**, dan berilah tanda centang pada kotak **Display Node Ids** dan **Display Link Ids**.
 - c. Kemudian tekan halaman **Symbols** dan beri centang semua kotak.

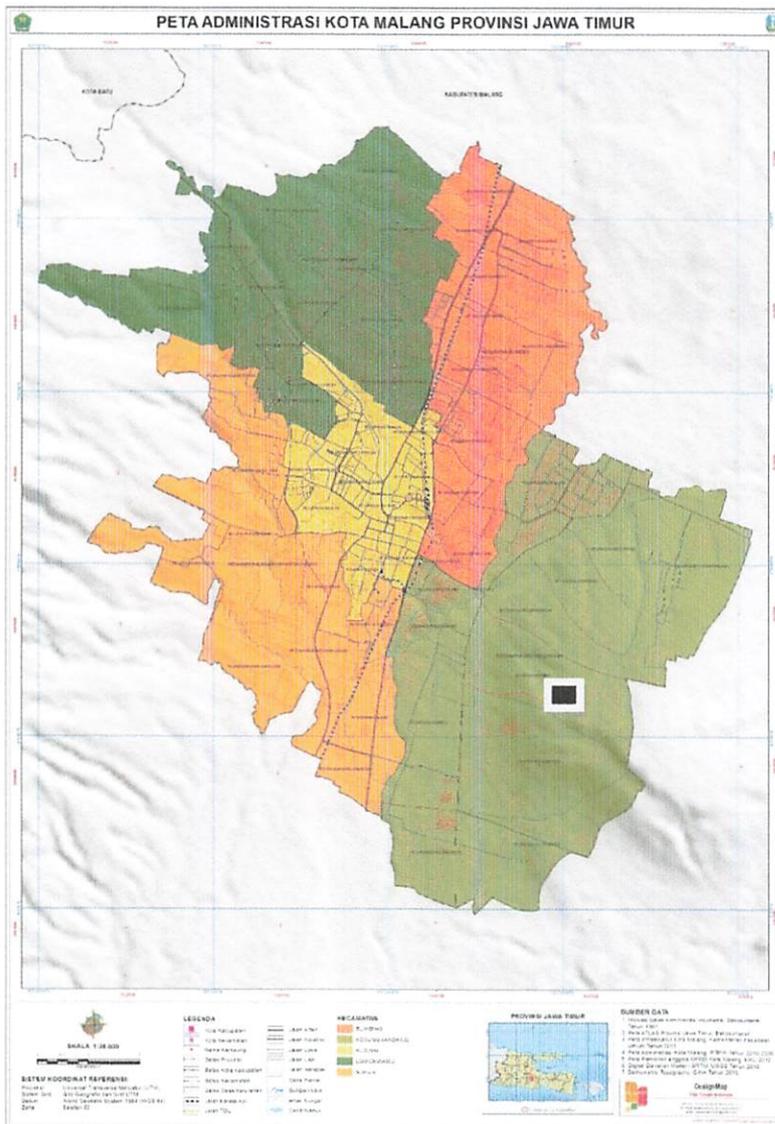
- d. Setelah selesai klik **OK**.
3. Setelah selesai disetting buatlah jaringannya kemudian isilah :
 - a. Pada option jaringan pipa → panjang pipa, diameter pipa, dan koefisien pipa.
 - b. Pada option junction → elevation dan base demand.
 - c. Pada option reservoir → total head.
 - d. Pada option pompa → pump curve.
 - e. Pada option tangki → elevation, initial level, maksimum level dan minimum level.
 4. Langkah terakhir setelah langkah-langkah diatas dilakukan adalah :
 - a. Pilih **Project, Run Analys**.
 - b. Untuk menampilkan **Network Nodes** dalam bentuk tabel yang harus dipilih yaitu : **Report, Table**. Pada halaman type pilih **Network Node**, pada halaman columns berilah tanda centang kolom mana yang akan dimasukkan dalam bentuk tabel. Setelah selesai klik **OK**
 - c. Untuk menampilkan **Network Links** dalam bentuk tabel yang harus dipilih yaitu : **Report, Table**. Pada halaman type pilihlah **Network Link**, pada halaman columns berilah tanda centang kolom mana yang akan dimasukkan dalam tabel. Setelah selesai klik **OK**.

BAB III METODOLOGI

3.1. LOKASI PERENCANAAN

Lokasi Perencanaan untuk sistem jaringan pipa distribusi yaitu, Perumahan D'rich Garden, Kecamatan Kedungkandang, Kota Malang.

3.1.1 PETA KOTA MALANG (Dengan Batas Zona Wilayah Pelayanan)



Keterangan

- Lokasi Perumahan D'rich Garden

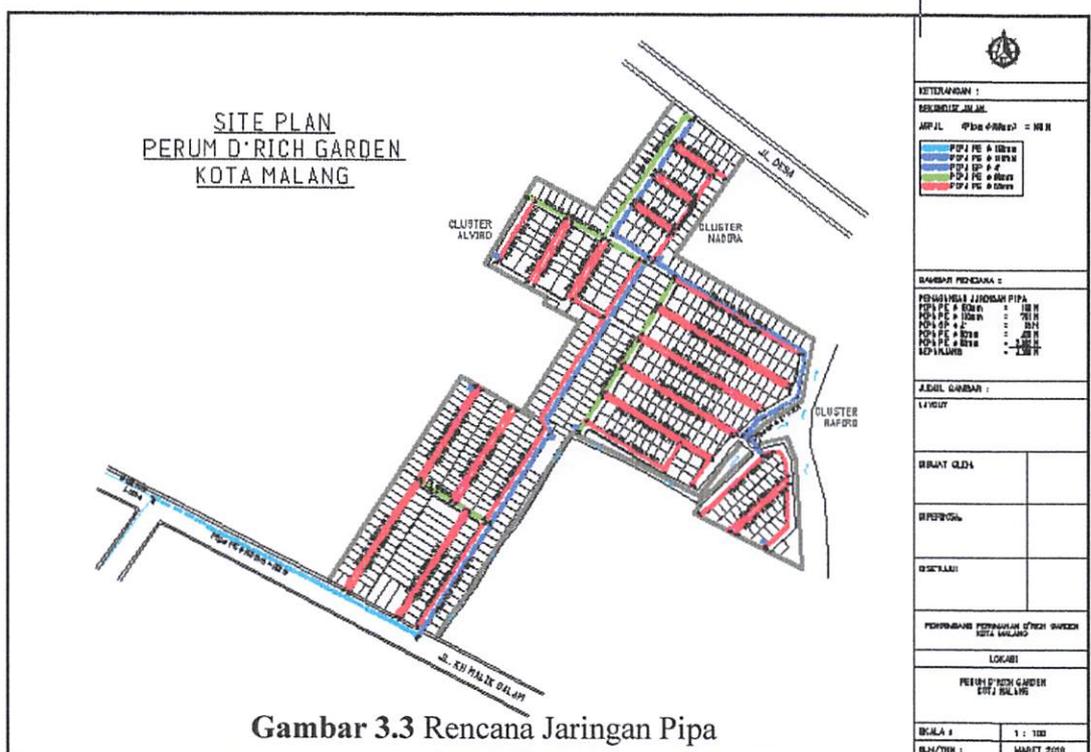
Gambar 3.1 Peta Kota Malang

3.1.2 Peta Lokasi Perencanaan

Perumahan D'rich Garden



Gambar 3.2 Lokasi Perum D'rich Garden



Gambar 3.3 Rencana Jaringan Pipa

3.2 Teknik Pengumpulan Data dan Sumber Data

3.2.1 Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan teknik :

a. Observasi (Pengamatan)

Observasi merupakan kegiatan pengamatan secara langsung pada wilayah lokasi studi perencanaan, yaitu di perumahan D'rich Garden.

b. Studi Literatur (Membaca)

Studi literatur merupakan kegiatan mempelajari literatur atau referensi buku yang sesuai dengan perencanaan jaringan pipa distribusi air minum.

3.2.2 Kebutuhan Data / Sumber Data

a. Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh secara langsung dari lokasi perencanaan. Data primer ini digunakan sebagai input data dalam pengoperasian program *Epanet 2.0*

Data primer tersebut yang akan diambil antara lain :

- *Elevasinode*
- Jarak antar *node*
- Fluktuasi pemakaian air
- Kebutuhan air (*base demand*)

b. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh secara tidak langsung dari lokasi perencanaan. Data ini akan diperoleh dari bagian perencanaan pihak perusahaan yang bergerak sebagai penyedia air minum khususnya bagian perencanaan dan instansi terkait yang mempunyai data-data yang dibutuhkan.

Data sekunder tersebut yang akan diambil antara lain :

- Debit sumber air
- Data penduduk
- Peta wilayah administrasi dan daerah perencanaan
- *As built drawing*
- Data pendukung : tingkat kehilangan air, pemakaian air di wilayah sekitar yang sejenis (DSML, laporan teknik tahunan).

3.3 Metodologi Analisa

Setelah data-data tersebut dikumpulkan dan diinventarisir selanjutnya perlu dianalisis sebagai input perhitungan sistem jaringan. Analisis data tersebut antara lain:

3.3.1 Proyeksi Jumlah Penduduk

- a) Menghitung rata-rata laju pertumbuhan dengan menggunakan tiga metode proyeksi penduduk yaitu Aritmatika, Geometri, Exponensial.
- b) Mengasumsikan jumlah KK (Kartu Keluarga) di area perumahan D'rich Garden.
- c) Mengetahui jumlah penduduk maksimal daerah rencana berdasarkan KK (Kartu Keluarga).
- d) Tiap KK (Kartu Keluarga) diasumsikan terdiri dari 5-10 anggota keluarga yang diambil berdasarkan jumlah rumah lokasi perencanaan.

3.3.2 Analisis Kebutuhan Air Tiap Orang Per Hari

- a) Jumlah kebutuhan pemakaian air pada daerah yang akan direncanakan diambil dari kriteria perencanaan.
- b) Sebagai pembanding jumlah kebutuhan air antara kriteria yang digunakan dengan kenyataan yang sebenarnya, maka jumlah kebutuhan pemakaian air dengan kriteria tiap orang per hari diperoleh berdasarkan perhitungan jumlah air yang terjual dari wilayah yang memiliki karakter yang sama dalam

sebulan dibagi dengan jumlah hari dalam bulan tersebut kemudian dibagi dengan hasil perkalian antara jumlah SR dan asumsi jumlah penghuni tiap rumah.

- c) Penentuan *base demand* pada daerah yang direncanakan diperoleh dari penentuan jumlah SR pada tiap periode perencanaan.

3.3.3 Elevasi

- a) Mengukur elevasi tiap *node* dengan menggunakan alat GPS (*Global Positioning System*).
- b) Membuat tabel hasil pengukuran sesuai dengan *node* yang diukur.

3.3.4 Jarak

Mengukur jarak antar *node* dengan menggunakan *roll meter*.

3.3.5 Fluktuasi Pemakaian Air

- a) Memakai fluktuasi pemakaian air per hari atau per tahun daerah lain yang karakteristik daerahnya hampir menyamai daerah rencana.
- b) Menganalisa fluktuasi pemakaian air per hari untuk mengetahui kebutuhan jam puncak dan faktor jam puncak, guna merancang pipa distribusi.

3.3.6 Analisa Hidrolis

- a) Kondisi ketinggian pada lokasi sepanjang rencana jalur pipa distribusi mulai dari lokasi titik awal sampai lokasi titik akhir distribusi.
- b) Posisi titik awal distribusi terhadap titik akhir distribusi apakah lebih tinggi atau lebih rendah atau datar.
- c) Beda ketinggian antara titik awal distribusi terhadap titik akhir distribusi.
- d) Persyaratan dari penerapan setiap sistem pengaliran

➤ Sistem Pengaliran Hidrolis Gravitasi

Kedudukan titik awal pipa distribusi lebih tinggi dari titik akhir pipa distribusi. Tetapi beda tinggi tekanan statis yang tersedia lebih besar dari kehilangan tekanan air sepanjang pipa distribusi (berlaku di setiap titik sepanjang jalur pipa distribusi). Sedangkan sisa tekanan di akhir pipa distribusi memenuhi triteria yang ditentukan.

- e) Menentukan sistem jaringan pipa :
 - Sistem Bercabang (Branch)
- f) Menentukan sistem waktu :
 - Sistem Continuous (24 jam)
- g) Perhitungan Kehilangan Tekan.
- h) Jaringan perpipaan merupakan suatu rangkaian pipa yang saling terhubung satu sama lain secara hidrolis, sehingga apabila di satu pipa mengalami perubahan debit aliran maka akan terjadi penyebaran pengaruh ke pipa yang lain. Pengaruh ini dapat di deteksi dari segi perubahan tekanan yang apa di pipa. Jaringan pipa dapat dibedakan satu dengan yang lain dari segi :
 - Panjang Pipa
 - Diameter Pipa
 - Jenis Pipa
 - Kedudukan pipa dalam Jaringan

3.4 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam mendukung rencana perencanaan sistem jaringan pipa distribusi di perumahan D'rich Garden.

1. GPS (*Global Positioning System*), untuk mengukur elevasi *node*.
2. *Roll Meter / Digital Meter* untuk mengukur jarak *node* dan panjang pipa.
3. Jenis Pipa yang akan di rencanakan menggunakan pipa HDPE (*High Density Poly Ethylene*).
4. Bahan aksesoris yang akan direncanakan menggunakan aksesoris jenis HDPE (*High Density Poly Ethylene*) :
 - a. Equal Tee
 - b. Recucing Tee
 - c. Equal Elbow
 - d. End Cup

e. Straight Coupler

f. Reducing Coupler

5. Bahan aksesoris Utama untuk diameter o.150mm sampai dengan o.700mm yang akan direncanakan menggunakan aksesoris jenis GP/Besi :

a. Valve

b. All Flange Tee

c. Flange Adaptor Universal With Grip

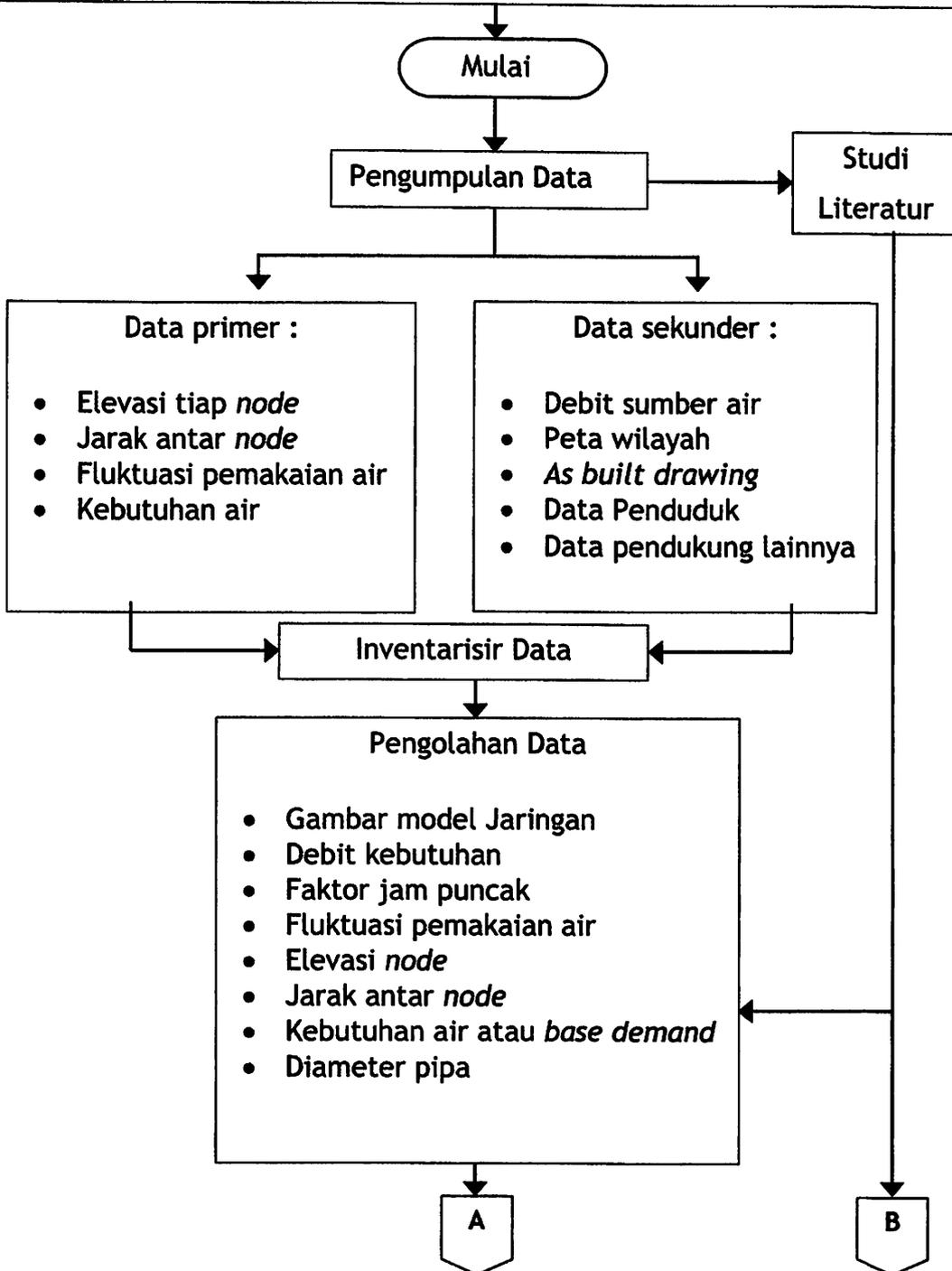
d. Stup Flange

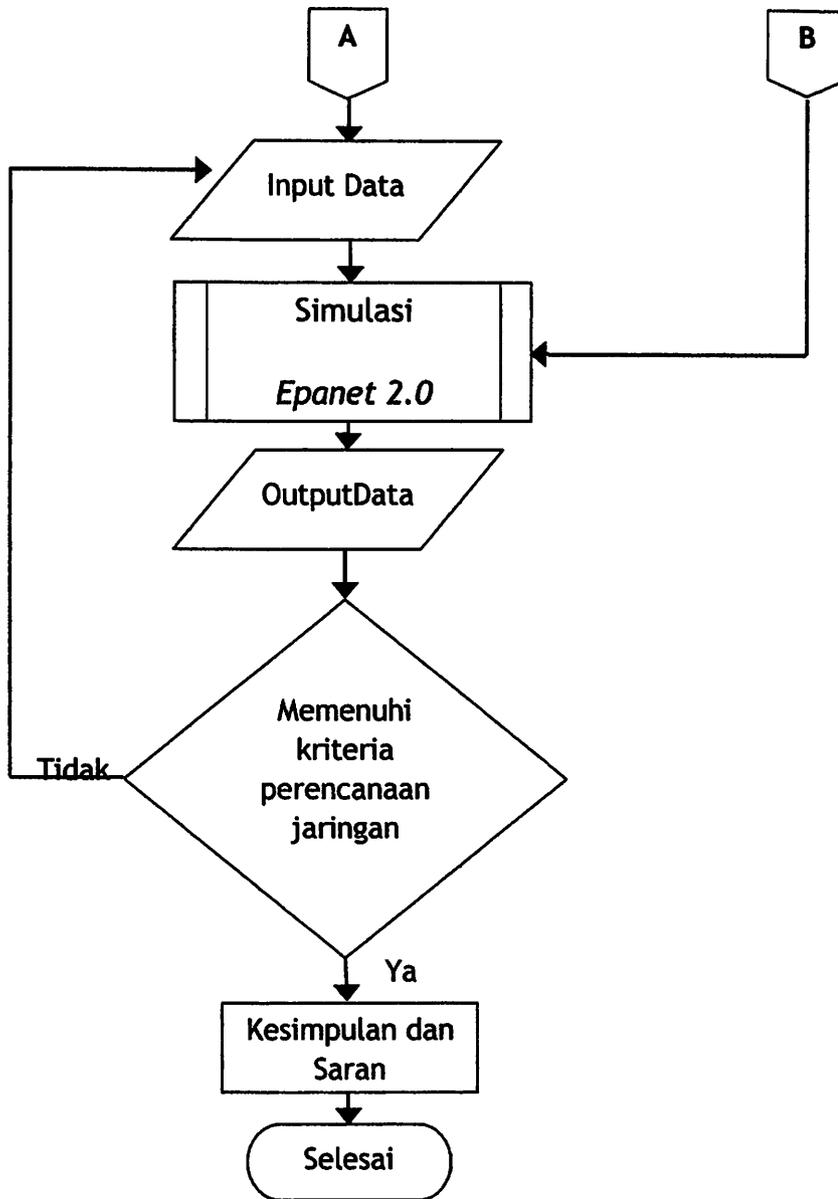
e. Flange Brand

f. Reducer All Flange

3.5 Diagram Alir Perencanaan

Perencanaan Sistem Jaringan Pipa Distribusi Air Minum di Perumahan D'rich Garden, Kecamatan Kedungkandang, Kota Malang





Gambar 3.4 Diagram Alir Perencanaan

4.1.1 Kependudukan

Jumlah penduduk Kota Malang 866.118 jiwa dengan tingkat pertumbuhan 0,99% (2018). Penduduk kota Malang terdiri dari beberapa suku seperti suku Jawa, Madura, Arab, dan Tionghoa.

Tabel 4.1 Jumlah Penduduk Kota Malang

Tahun	2018
Jumlah Pria (jiwa)	427.078
Jumlah Wanita (jiwa)	439.040
Total (jiwa)	866.118
Pertumbuhan Penduduk (%)/tahun	0,99

Tabel 4.2 Jumlah Penduduk Kecamatan Kedungkandang

Tahun	2018
Jumlah Pria (jiwa)	95.662
Jumlah Wanita (jiwa)	96.654
Total (jiwa)	192.316

Sumber : BPS, Kota Malang dalam Angka, 2018

4.1.2 Letak Geografis

Kota Malang terletak pada ketinggian antara 429 – 667 meter di atas permukaan laut dan memiliki luas 145,28 km², yang secara geografis terletak pada 7, 06' - 8,02' LS dan 112,06' – 112,07' BT dengan dikelilingi gunung-gunung :

- 1) Gunung Arjuno di sebelah Utara
- 2) Gunung Semeru di sebelah Timur
- 3) Gunung Kawi dan Panderman di sebelah Barat
- 4) Gunung Kelud di sebelah Selatan

4.13 Keadaan Geologi

Keadaan tanah di wilayah Kota Malang antara lain :

- 1) Bagian selatan merupakan dataran tinggi yang cukup luas dan cocok untuk industri,
- 2) Bagian utara merupakan dataran tinggi yang subur, cocok untuk pertanian,
- 3) Bagian timur merupakan dataran tinggi dengan keadaan yang kurang subur,
- 4) Bagian barat merupakan dataran tinggi yang amat luas menjadi daerah pendidikan.

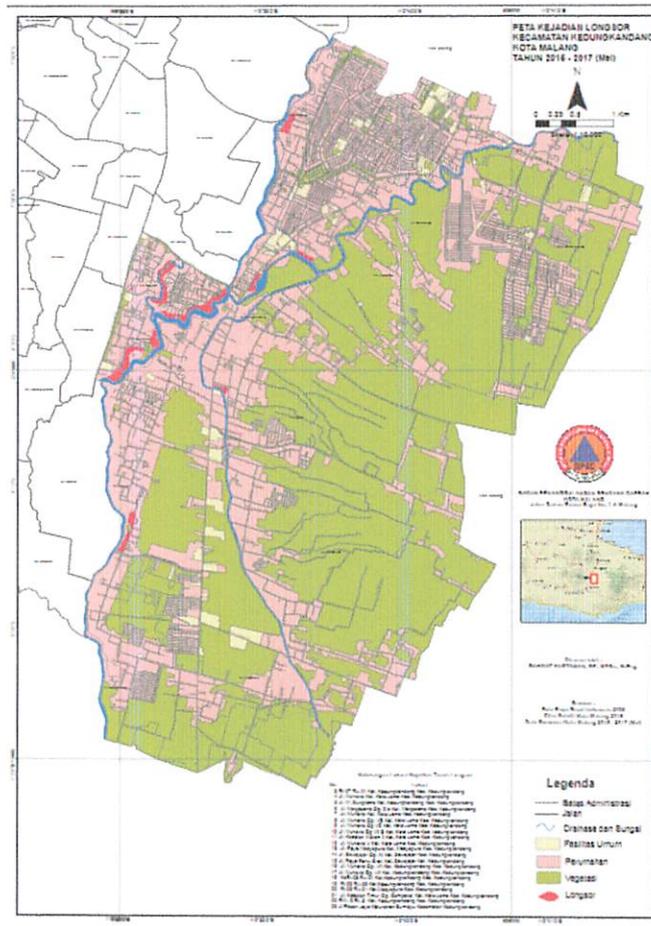
4. 2 Deskripsi Khusus

4.2.1 Lokasi Perumahan D'rich Garden Kota Malang

Secara geografis, Kecamatan Kedungkandang Kota Malang terletak antara 112036'14" – 112040'42" Bujur Timur dan 077036'38" – 008001'57" Lintang Selatan. Kecamatan Kedungkandang terletak pada ketinggian 440 – 660 meter diatas permukaan laut (dpl). Di sebelah timur wilayah Kecamatan Kedungkandang terdapat daerah perbukitan Gunung Buring yang memanjang dari utara ke selatan.

Luas wilayah Kecamatan Kedungkandang adalah 3.989 Ha atau 39,89 Km² dengan batas wilayah sebagai berikut :

- Sebelah Utara : Kecamatan Pakis Kabupaten Malang
- Sebelah Timur : Kecamatan Tumpang dan Kecamatan Tajinan Kabupaten Malang
- Sebelah Selatan : Kecamatan Tajinan dan Kecamatan Pakisaji Kabupaten Malang
- Sebelah Barat : Kecamatan Sukun, Kecamatan Klojen dan Kecamatan Blimbing, Kota Malang



Gambar 4.2 Peta Kecamatan Kedungkandang, Kota Malang



Gambar 4.3 Lokasi Perumahan D'rich Garden, Kota Malang

BAB V

PENYAJIAN DAN PEMBAHASAN DATA

5.1 Penyajian Data

5.1.1 Jumlah Penduduk

Perumahan D'rich Garden terletak di Kecamatan Kedungkandang Kota Malang, pembangunan perumahan tersebut direncanakan sebanyak 524 unit rumah, dan sistem jaringan distribusi air minum yang akan direncanakan juga sebanyak 524 unit rumah. Sumber air yang digunakan pada rencana jaringan pipa distribusi tersebut berasal dari sumber air Sumber Tujuh, yang diambil dari titik tapping yang di alirkan dari *reservoir* Buring Atas.

Berdasarkan jumlah rumah di wilayah yang akan direncanakan maka jumlah penduduk dapat dihitung jumlah penghuni tiap rumah dengan menggunakan asumsi tiap rumah adalah 5 jiwa.

Perhitungan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Jumlah rumah} &= 524 \text{ rumah} \\ \text{Jumlah jiwa/rumah} &= 5 \text{ jiwa/rumah} \\ \text{Jumlah rumah x Jumlah jiwa/rumah} &= 524 \text{ rumah} \times 5 \text{ jiwa/rumah} \\ &= 2.620 \text{ jiwa} \end{aligned}$$

5.1.2 Pola Pemakaian Air

Pola pemakaian air yang dipergunakan untuk perencanaan sistem jaringan distribusi Perumahan D'rich Garden adalah pola pemakaian yang di ambil dari pola pemakaian Perumahan Bukit Hijau dengan jumlah 245 sambungan rumah karena diperkirakan polanya hampir sama dengan rencana pemakaian air di Perumahan D'rich Garden.

Pola pemakaian yang diambil dari data logger yang terhubung di kantor PDAM Kota Malang. Pola pemakaian dalam waktu 24 jam dan hasil pengukuran tersebut adalah sebagai berikut :

Tabel 5.1 Pola Pemakaian Air Di Perumahan Bukit Hijau

TANGGAL/JAM		STAND METER		PEMAKAIAN		PEMAKAIAN RATA-RATA	FAKTOR
Dari	Sampai	Awal	Akhir	l/detik	m ³ /detik		
01.00	02.00	46.628	46.629	1,00	3,60	14,70	0,24
02.00	03.00	46.629	46.630	1,00	3,60	14,70	0,24
03.00	04.00	46.630	46.633	3,00	10,80	14,70	0,73
04.00	05.00	46.633	46.638	5,00	18,00	14,70	1,22
05.00	06.00	46.638	46.643	5,00	18,00	14,70	1,22
06.00	07.00	46.643	46.649	6,00	21,60	14,70	1,47
07.00	08.00	46.649	46.656	7,00	25,20	14,70	1,71
08.00	09.00	46.656	46.662	6,00	21,60	14,70	1,47
09.00	10.00	46.662	46.668	6,00	21,60	14,70	1,47
10.00	11.00	46.668	46.674	6,00	21,60	14,70	1,47
11.00	12.00	46.674	46.677	3,00	10,80	14,70	0,73
12.00	13.00	46.677	46.679	2,00	7,20	14,70	0,49
13.00	14.00	46.679	46.684	5,00	18,00	14,70	1,22
14.00	15.00	46.684	46.687	3,00	10,80	14,70	0,73
15.00	16.00	46.687	46.692	5,00	18,00	14,70	1,22
16.00	17.00	46.692	46.698	6,00	21,60	14,70	1,47
17.00	18.00	46.698	46.704	6,00	21,60	14,70	1,47
18.00	19.00	46.704	46.710	6,00	21,60	14,70	1,47
19.00	20.00	46.710	46.715	5,00	18,00	14,70	1,22
20.00	21.00	46.715	46.719	4,00	14,40	14,70	0,98
21.00	22.00	46.719	46.722	3,00	10,80	14,70	0,73
22.00	23.00	46.722	46.724	2,00	7,20	14,70	0,49
23.00	00.00	46.724	46.725	1,00	3,60	14,70	0,24
00.00	01.00	46.725	46.726	1,00	3,60	14,70	0,24
JUMLAH				98,00	352,80		24,00

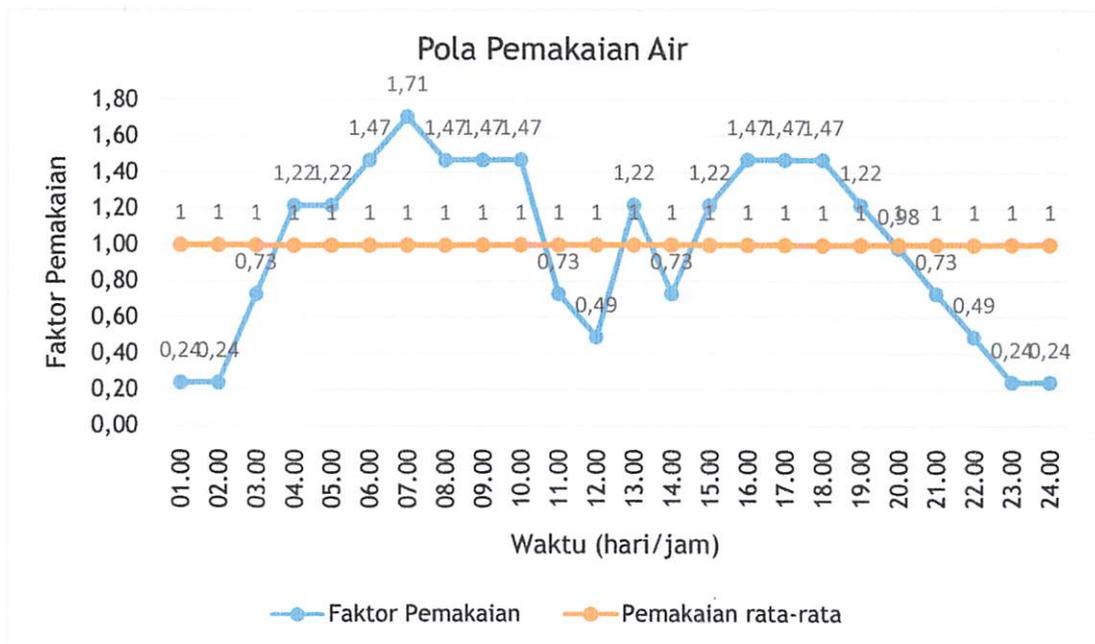
Sumber : Data Logger PDAM Kota Malang, 2018

Dari tabel diatas hasil tersebut didapat jumlah total pemakaian air sebanyak 352,80 m³/hari dan dirata-rata : $\frac{352,80 \text{ m}^3/\text{hari}}{24 \text{ jam}} = 14,70 \text{ m}^3/\text{jam}$.

Debit rata- rata perjam tersebut yang kemudian akan digunakan untuk mencari faktor pemakaian air dengan rumus :

$$\text{faktor pemakaian air} = \frac{\text{debitperjam}}{\text{debitrata-ratadalamsehari}}$$

$$\text{Contoh perhitungan Faktor Pemakaian Air} = \frac{3,60}{14,70} = 0,24$$



Gambar 5.1 Grafik Pola Pemakaian Air (Hasil Perhitungan)

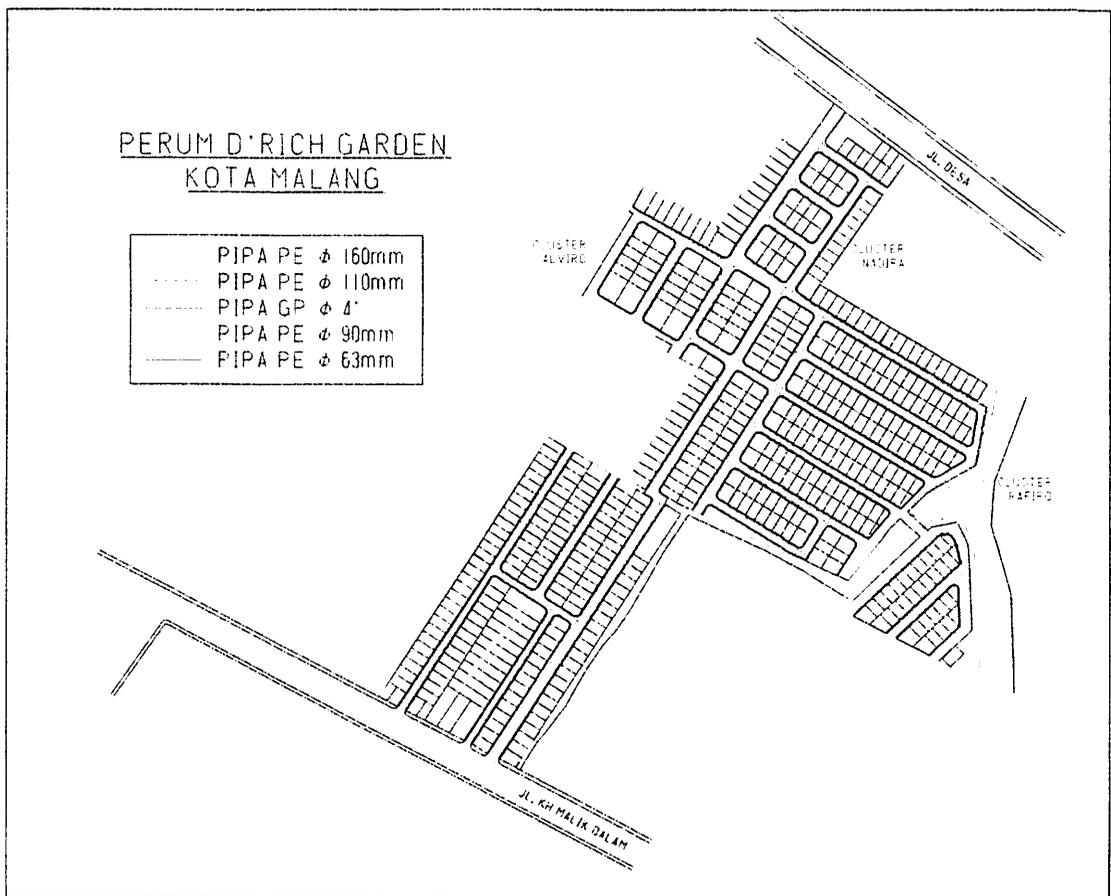
Dari grafik pola pemakaian air tersebut diatas kemudian akan diterapkan dalam perencanaan untuk perhitungan kebutuhan air di Perumahan D'rich Garden dan didapat pemakaian minimum dengan faktor pemakaian 0,24 dan pemakaian tertinggi dengan faktor pemakaian 1,71 pada pukul 07.00-08.00.

5.1.3 Rencana Jaringan dan Data Teknis

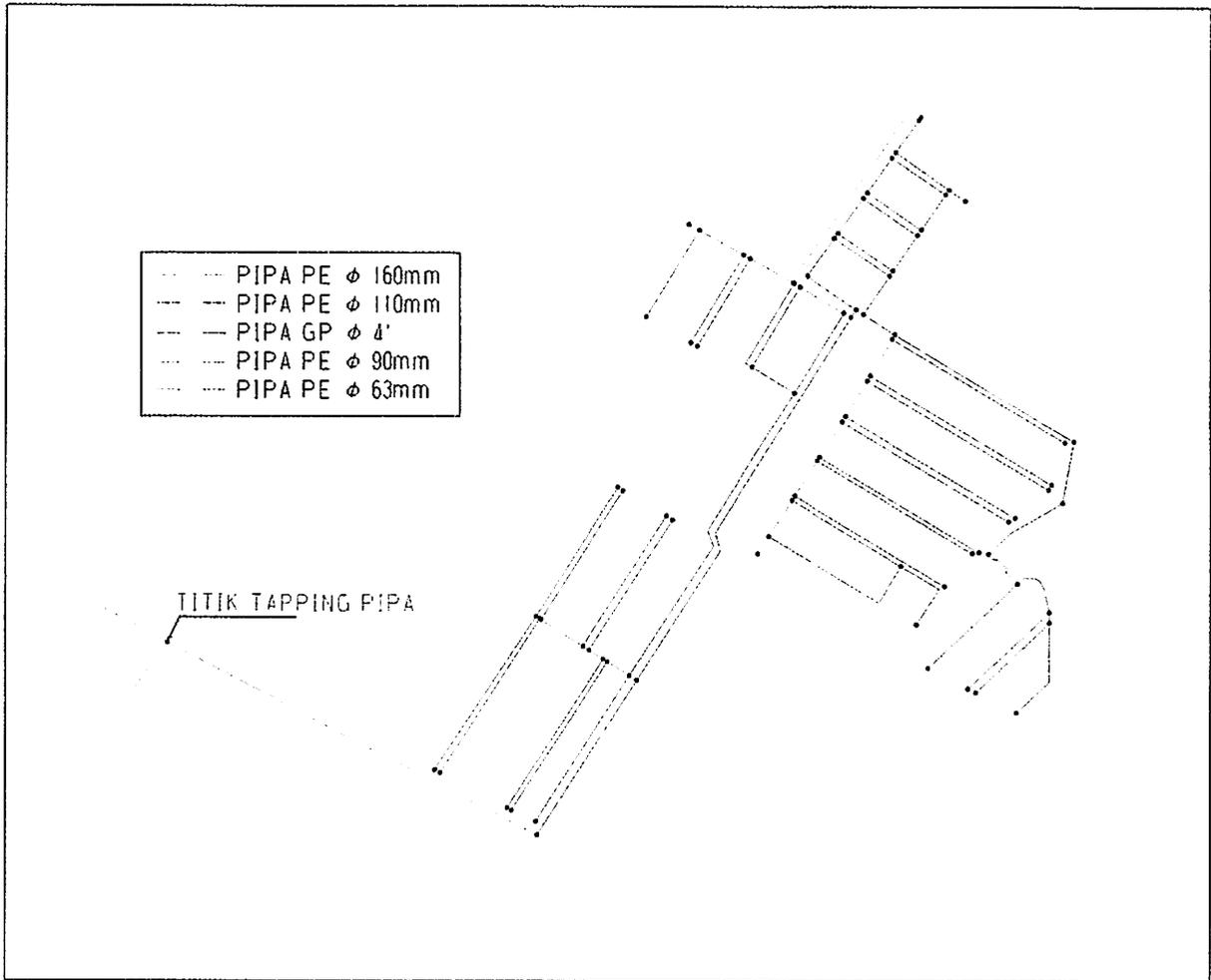
Proses pembuatan sketsa jaringan ini merupakan pendekatan terhadap kondisi rencana jaringan pada lokasi perencanaan. Proses ini meliputi penentuan jalur pipa dan titik simpul (node).

Sketsa jaringan ini terdiri dari sistem jaringan pipa dan titik tapping pipa distribusi yang diambil dari *reservoir* Buring Atas ke *reservoir* Buring Tengah.

Data *elevasi* dan panjang pipa antar node diperoleh melalui pengukuran sebagaimana telah dijelaskan pada bab III.



Gambar 5.2 Denah dan Rencana Jaringan Pipa Distribusi



Gambar 5.3 Rencana Jaringan Pipa Distribusi

5.2 Pembahasan Data

5.2.1 Perhitungan Kebutuhan Air

Perhitungan kebutuhan air untuk Perumahan D'rich Garden menggunakan pola pemakaian air di Perumahan Bukit Hijau. Besarnya kebutuhan air minum dapat diperkirakan dengan jumlah sambungan rumah yang saat ini sedang dihuni sebanyak 245 sambungan rumah.

Perhitungan kebutuhan berdasarkan tabel 5.1 adalah sebagai berikut :

Jumlah SR Perumahan Bukit Hijau	= 245 SR
Jumlah pemakaian SR dalam 1 hari	= 352,80 m ³
Jumlah pemakaian tiap SR dalam 1 hari	= 352,80 m ³ /245 SR = 1,44 m ³ /SR
Jumlah pemakaian tiap jiwa dalam 1 hari dengan asumsi 1 SR	= 5 jiwa = 1,44 m ³ /5 jiwa = 0,288 m ³ /jiwa/hari = 288 l/jiwa/hari

Dari perhitungan di atas untuk pemakaian tiap jiwa dalam 1 hari dinilai terlalu besar dari kriteria perencanaan yaitu 170 l/jiwa/hari untuk jenis kota besar seperti Kota Malang.

Maka untuk menghitung kebutuhan air di Perumahan D'rich Garden dengan menggunakan kriteria perencanaan dinyatakan sesuai.

Maka kebutuhan air untuk Perumahan D'rich Garden :

Jumlah SR	= 524 SR
Jumlah jiwa tiap SR	= 5 jiwa
Jumlah pemakaian tiap SR dalam 1 hari	= 5 jiwa x 170 l/hari = 850 l/hari/SR = 0,85 m ³ /hari
Jumlah pemakaian seluruh SR dalam 1 hari	= 524 SR x 0,85 m ³ /hari = 445,4 m ³ /hari = 5,15 l/detik

1) Kebutuhan Air Domestik

$$\text{Perbandingan SR : HU} = 80 : 20$$

$$\text{Jumlah penduduk} = 2.620 \text{ jiwa}$$

$$\begin{aligned} \text{Tingkat pelayanan } 90 \% &= 2.620 \times 0,90 \\ &= 2.358 \text{ jiwa} \end{aligned}$$

Pelayanan untuk HU (20 %, dimana 1 HU untuk 100 jiwa) :

$$\left[\frac{20 \% \times 2.358}{100} \right] = 4,7 \text{ HU}$$

Pelayanan untuk SR (dimana 1 SR untuk 5 jiwa) :

$$\left[\frac{2.358 - (4,7 \times 100)}{5} \right] = 377 \text{ SR}$$

Kebutuhan air untuk HU :

$$(4,7 \text{ HU}) \times (100 \text{ jiwa/HU}) \times (30 \text{ L/jiwa/hari}) = 14.148 \text{ L/hari.}$$

Kebutuhan air untuk SR :

$$(377 \text{ SR}) \times (5 \text{ jiwa/SR}) \times (170 \text{ L/jiwa/hari}) = 320.450 \text{ L/hari.}$$

Kebutuhan total domestik :

$$320.450 \text{ L/hari} + 14.148 \text{ L/hari} = 334.598 \text{ L/hari.}$$

2) Kebutuhan Air Non Domestik

- o Masjid/surau (1 buah)

$$\begin{aligned} Q &= 1 \times 2.000 \text{ L/hari} \\ &= 2.000 \text{ L/hari.} \end{aligned}$$

- o Jumlah kebutuhan air non domestik :

$$Q_{\text{ND}} = 2.000 \text{ L/hari.}$$

- o Total kebutuhan air untuk pelayanan :

$$\begin{aligned} Q_{\text{P}} &= Q_{\text{D}} + Q_{\text{ND}} \\ &= (334.598 + 2.000) \text{ L/hari} \\ &= 336.598 \text{ L/hari.} \end{aligned}$$

- Kehilangan air :

$$Q_K = 20 \% \times 336.598 \text{ L/hari}$$

$$= 67.319 \text{ L/hari.}$$
- Kebutuhan air rata-rata :

$$Q_R = Q_P + Q_K$$

$$= (336.598 + 67.317) \text{ L/hari}$$

$$= 403.917 \text{ L/hari.}$$
- Kebutuhan hari maksimum :

$$Q_{HMax} = 1,1 \times Q_R$$

$$= 1,1 \times 403.917 \text{ L/hari}$$

$$= 444.309 \text{ L/hari.}$$
- Kebutuhan jam puncak :

$$Q_{JP} = 1,5 \times Q_R$$

$$= 1,5 \times 444.309 \text{ L/hari}$$

$$= 666.464 \text{ L/hari}$$

5.2.2 Perhitungan *Idle Capacity* (Debit Sisa)

Untuk pengukuran *Idle Capacity* yang akan dipergunakan untuk perencanaan jaringan distribusi di Perumahan D'rich Garden dilakukan pengukuran debit dan fluktuasi pemakaian dari sistem *reservoir* Buring dengan menggunakan data *logger*. Data yang dipergunakan untuk menghitung *Idle Capacity* tersebut adalah :

Tabel 5.3 Produksi Air Tahun 2017

Sumber Mata Air	Produksi (m ³)	Distribusi (m ³)	<i>Idle Capacity</i> (m ³)
Buring Atas	12.960.000	12.165.588	794.412

Sumber : PDAM Kota Malang, 2017

Dari diagram dan data tabel 5.3 di atas didapat:

Idle capacity dalam 1 tahun = 794.412 m³.

Idle capacity rata-rata dalam 1 hari = 794.412 m³/365 hari
= 2176,47 m³/hari
= 25,19 l/detik

Kebutuhan air untuk Perumahan D'rich Garden :

Jumlah SR = 524 SR

Jumlah pemakaian tiap SR dalam 1 hari = 0,85 m³/hari

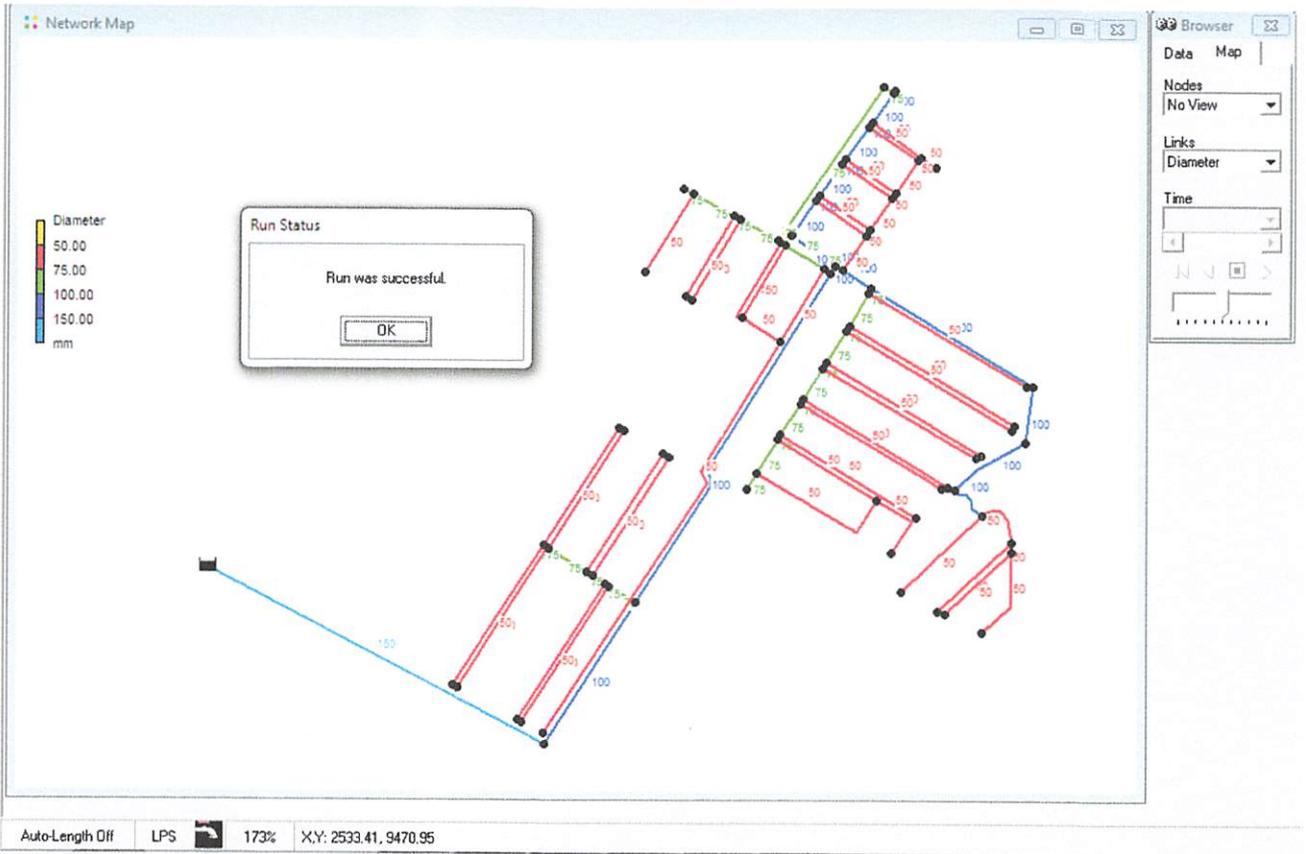
Jumlah pemakaian SR dalam 1 hari = 524 SR x 0,85 m³/hari
= 445,4 m³/SR/hari

Maka *Idle capacity* didapat :

= 2176,47 m³/hari – 445,4 m³/hari
= 1731,07 m³/hari
= 20,03 l/detik

Dari perhitungan tersebut di atas bahwa jumlah debit air di *reservoir* Buring Atas masih dapat mencukupi untuk pengembangan jaringan pipa distribusi air minum untuk Perumahan D'rich Garden.

5.2.3 Perencanaan Jaringan Pipa Distribusi (Simulasi *Epanet*)



Gambar 5.4 Tampilan Simulasi *Epanet 2.0* tentang Kebutuhan Diameter Pipa

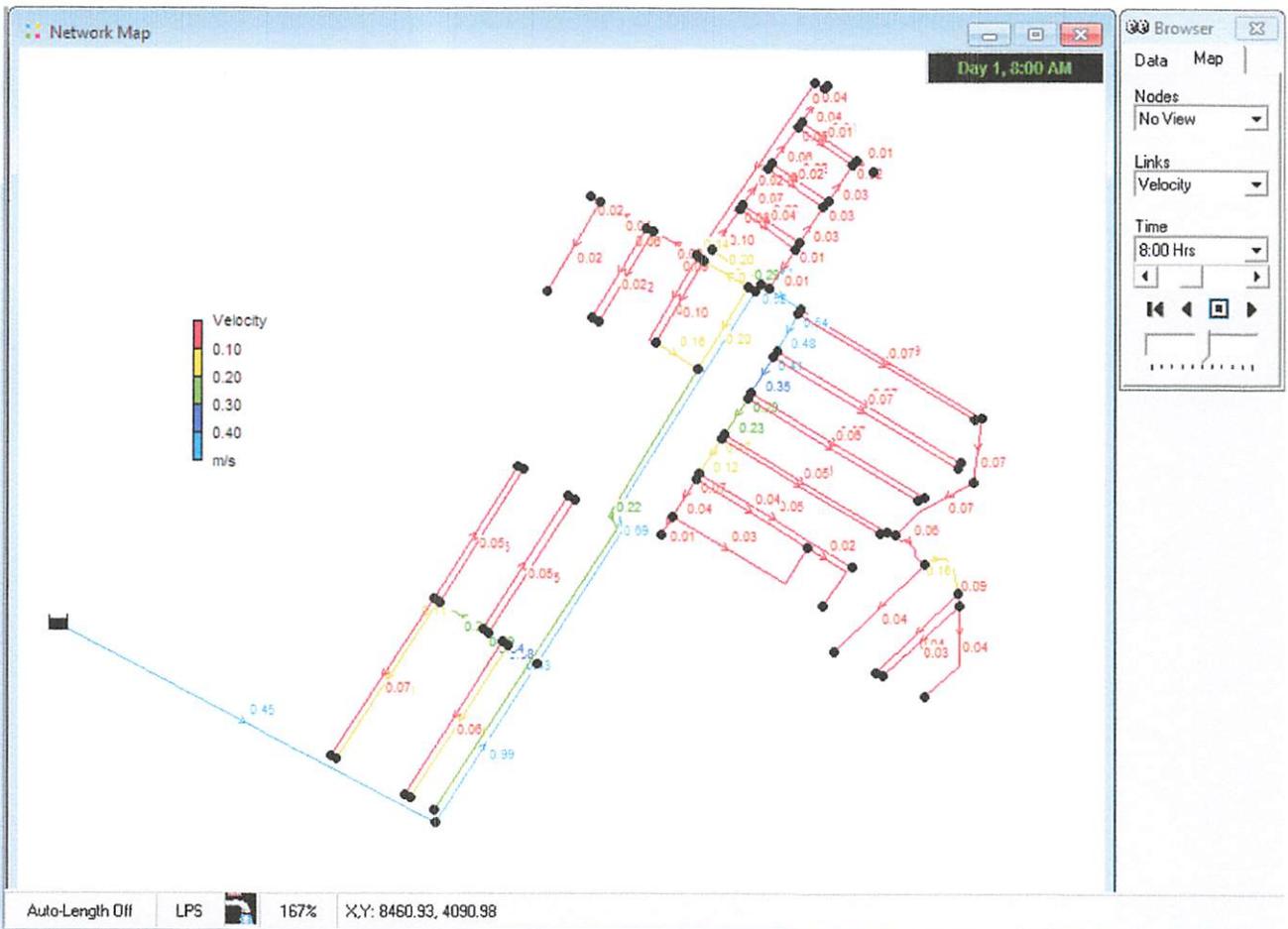
Berdasarkan hasil simulasi *Epanet 2.0* diatas dapat disimpulkan kebutuhan pipa distribusi untuk daerah perencanaan adalah sebagai berikut:

Kebutuhan pipa distribusi menurut diameternya

- Pipa PE Ø 160mm = 160 meter
- Pipa PE Ø 110mm = 731 meter
- Pipa GP Ø 4" = 13 meter
- Pipa PE Ø 90mm = 423 meter
- Pipa PE Ø 63mm = 2.962 meter
Sesepanjang = 4.289 meter



Gambar 5.5 Tampilan Hasil Simulasi *Epanet 2.0* Tekanan pada jam puncak



Gambar 5.6 Tampilan Hasil Simulasi *Epanet 2.0* untuk Kecepatan pada jam puncak

Dari *Simulasi Epanet 2.0* didapatkan data sebagai berikut :

- 1) Tekanan (*Pressure*) yang terendah, pada saat jam puncak (pukul 07.00) terdapat pada *node 75* mempunyai tekanan 11,12 m pada elevasi ± 587 mdpl,
- 2) Tekanan (*Pressure*) tertinggi terdapat pada *node 9* dengan elevasi ± 584 mdpl yang bertekanan 14,19 m,
- 3) Kecepatan aliran (*velocity*) pada jaringan pipa distribusi pada saat jam puncak (pkl 07.00) ada sebagian pipa yang tidak memenuhi kriteria yaitu 0.3 – 3.0 m/dtk.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa perhitungan dalam perencanaan sistem jaringan perpipaaan air minum PDAM Kota Malang untuk Perumahan D'rich Garden, Kecamatan Kedungkandang, Kota Malang, dapat disimpulkan sebagai berikut :

- 1) Hasil perhitungan *Idle Capacity* jumlah debit air yang masuk ke *reservoir* Buring Atas dari sumber mata air Sumber Tujuh Tumpang, masih dapat mencukupi untuk pengembangan jaringan pipa distribusi air minum untuk Perumahan D'rich Garden dengan menggunakan sistem gravitasi.
- 2) Berdasarkan hasil simulasi *Epanet 2.0* jaringan pipa distribusi pada saat jam puncak masih ada kecepatan kurang dari 0,3 m/detik dan tidak ada yang mengalami *Negatif Pressure* pada saat jam puncak.
- 3) Ukuran diameter pipa yang diperlukan untuk jaringan distribusi berdasarkan hasil simulasi *Epanet 2.0* terdiri dari $\phi 150$ mm, $\phi 100$ mm, $\phi 75$ mm dan $\phi 50$ mm. Pipa yang digunakan untuk wilayah perencanaan menggunakan pipa PE dengan C_{HW} diasumsikan 130.

6.2 SARAN

Demi kelancaran sistem jaringan secara keseluruhan, di bawah ini ada beberapa saran yang perlu diperhatikan :

- 1) Pada pipa yang mempunyai kecepatan aliran kurang dari 0,3 m/dt dalam 24 jam pengaliran, harus lebih diperhatikan untuk dilakukan pencucian pipa secara berkala, karena dikhawatirkan akan terjadi pengendapan dalam pipa.

DAFTAR PUSTAKA

- Dharmasetiawan, Martin, 2004, *Sistem Perpipaan Distribusi Air Minum*, Penerbit Ekamitra Engineering, Jakarta.
- Negara Republik Indonesia, 2005, *Peraturan Pemerintah Nomor 16 Tahun 2005 tentang Pengembangan Sistem Penyediaan Air Bersih*.
- Rossmann, A. Lewis, 2000, *EPANET 2 User Manual*, Alih Bahasa Oleh Ekamitra Engineering, Jakarta.
- Triatmodjo, Bambang, 2003, *Hidrolika II*, Beta Offset, Yogyakarta.
- Sekar Utari, 2010, *Evaluasi dan Perencanaan Jaringan Distribusi Air Minum Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Pondok Ungu Bekasi*, Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Universitas Indonesia, Depok.
- Garry Rizkiandy Putra, 2010, *Evaluasi dan Perencanaan Jaringan Distribusi Air Minum PDAM Kota Depok, Kantor Cabang 3, Kecamatan Sukmajaya*, Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Universitas Indonesia, Depok.
- Harry Maryanto, 2013, *Perencanaan Teknik Pembangunan Jaringan Distribusi Air Bersih di Daerah Perangas Selatan Kec. Marangkayu Kab. Kutai Kartanegara*, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945, Samarinda.
- Arif Kurniawan, Agus Priyanto, Suripin, Salamun, 2014, *Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih PDAM Kota Salatiga*, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Yogyakarta.
- Abdul Karim Jaelani, 2015, *Perencanaan Pengembangan Jaringan Distribusi Air Bersih di Kelurahan Tasikmadu dan Tunggul Wulung Kecamatan Lowokwaru Kota Malang*, Jurusan Pengairan Fakultas Teknik Pengairan, Institut Universitas Brawijaya, Malang.
- Firga Yosefa dan Hariwiko Indarjanto, 2017, *Analisis Perencanaan dan Pengembangan Jaringan Distribusi Air Bersih di PDAM Tulungagung*, Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh November (ITS), Surabaya.

REKAPITULASI RENCANA ANGGARAN BIAYA

PEKERJAAN

: PEMASANGAN JARINGAN DISTRIBUSI PIPA PE PN 12.5 Ø 63, 90, 110 160
SEDAN IANG
4.289 M

LOKASI

: PERUM D'RICH GARDEN - KOTA MALANG

NO	URAIAN PEKERJAAN	JUMLAH	
1	2	3	
I	PEKERJAAN PERSIAPAN	Rp.	2.563.128,08
II	PEKERJAAN TANAH	Rp.	79.586.636,32
III	PEKERJAAN PASANGAN	Rp.	752.103,11
IV	PEKERJAAN PENGEMBALIAN JALAN	Rp.	13.312.127,50
V	PEKERJAAN PIPA		
	1. BAHAN		
	A. PIPA	Rp.	458.016.721,50
	B. AKSESORIS JARINGAN	Rp.	174.055.454,80
	2. UPAH		
	A. PEMASANGAN PIPA	Rp.	28.285.476,96
	B. BIAYA PEMASANGAN AKSESORIS	Rp.	7.575.465,70
	C. BIAYA PENGELASAN	Rp.	1.467.375,81
	D. BIAYA TAPING	Rp.	496.203,94
VI	PEMBERSIHAN LOKASI DAN PEMBUANGAN BEKAS GALIAN	Rp.	930.574,78
	Jumlah	Rp.	767.041.268,50
	Ppn 10%	Rp.	76.704.126,85
	Jumlah Total	Rp.	843.745.395,35
	Dibulatkan	Rp.	843.745.000,00

Terbilang : Delapan ratus empat puluh tiga juta tujuh ratus empat puluh lima ribu

Keterangan : Biaya tersebut diatas berdasarkan analisa SNI

Malang, Maret 2018

FLANGE ADAPTOR FOR HDPE WITH GRIP 4"	buah	2,000	PAS	1 285.000,00	2.570.000,00
GATE VALVE RESILENT 3"	buah	1,000	PAS	3 520.495,00	3.520.495,00
BUTTFUSION ELBOW 90 PN12.5 90 MM 3"	buah	1,000	PAS	269.295,50	269.295,50
ALL FLANGE TEE 4" X 4"	buah	1,000	PAS	1 849.430,00	1.849.430,00
13. DET 13					
BUTTFUSION END CAP 110 MM 4"	buah	1,000	PAS	287.051,50	287.051,50
14. DET 14					
BUTTFUSION END CAP 90 MM 3"	buah	2,000	PAS	182.160,00	364.320,00
15. DET 15					
BUTTFUSION END CAP 63 MM 2"	buah	26,000	PAS	89.263,00	2.320.838,00
16. BR 2X (4" X 2")					
DOP (PLAY) 3/4"	buah	2,000	PAS	5.184,20	10.368,40
MUR BAUT 5/6" X 2"	buah	16,000	PAS	5.577,00	89.232,00
PACKING KARET FLANGE EPDM 2"	buah	4,000	PAS	36.915,00	147.660,00
STRAATPOT 6"	buah	2,000	PAS	511.750,00	1.023.500,00
VERLUP SOCKET 2 X 3/4"	buah	2,000	PAS	40.940,00	81.880,00
STUB FLANGE 63 MM 2"	buah	4,000	PAS	279.000,00	1.116.000,00
GATE VALVE RESILENT 2"	buah	2,000	PAS	3 460.600,00	6.921.200,00
EQUAL ELBOW 63 X63 MM 2" X 2"	buah	4,000	PAS	215.406,50	861.626,00
REDUCING TEE 110X63 MM 4" X 2"	buah	2,000	PAS	3 031.975,00	6.063.950,00
17. BR 1X (3" X 2")					
DOP (PLAY) 3/4"	buah	1,000	PAS	5.184,20	5.184,20
MUR BAUT 5/6" X 2"	buah	8,000	PAS	5.577,00	44.616,00
PACKING KARET FLANGE EPDM 2"	buah	2,000	PAS	36.915,00	73.830,00
STRAATPOT 6"	buah	1,000	PAS	511.750,00	511.750,00
VERLUP SOCKET 2 X 3/4"	buah	1,000	PAS	40.940,00	40.940,00
STUB FLANGE 63 MM 2"	buah	2,000	PAS	279.000,00	558.000,00
GATE VALVE RESILENT 2"	buah	1,000	PAS	3 460.600,00	3.460.600,00
EQUAL ELBOW 63 X63 MM 2" X 2"	buah	2,000	PAS	215.406,50	430.813,00
REDUCING TEE 90X63 MM 3" X 2"	buah	1,000	PAS	949.854,00	949.854,00
18. BR 4X (2" X 2")					
DOP (PLAY) 3/4"	buah	4,000	PAS	5.184,20	20.736,80
MUR BAUT 5/6" X 2"	buah	32,000	PAS	5.577,00	178.464,00
PACKING KARET FLANGE EPDM 2"	buah	8,000	PAS	36.915,00	295.320,00
STRAATPOT 6"	buah	4,000	PAS	511.750,00	2.047.000,00
VERLUP SOCKET 2 X 3/4"	buah	4,000	PAS	40.940,00	163.760,00
STUB FLANGE 63 MM 2"	buah	8,000	PAS	279.000,00	2.232.000,00
GATE VALVE RESILENT 2"	buah	4,000	PAS	3 460.600,00	13.842.400,00
EQUAL ELBOW 63 X63 MM 2" X 2"	buah	8,000	PAS	215.406,50	1.723.252,00
EQUAL TEE 63 X63 MM 2" X 2"	buah	4,000	PAS	318.538,50	1.274.154,00
19. PENYAMBUNGAN Ø 63MM					
PENYAMBUNGAN PIPA HDPE 2" (BUTTFUSION) 2"	buah	22,000	PAS	0.000,00	0.000,00
20. PENYAMBUNGAN Ø 90MM					
PENYAMBUNGAN PIPA HDPE 3" (BUTTFUSION) 3"	buah	9,000	PAS	0.000,00	0.000,00
21. PENYAMBUNGAN Ø 110MM					
PENYAMBUNGAN PIPA HDPE 4" (BUTTFUSION) 4"	buah	15,000	PAS	0.000,00	0.000,00
22. PENYAMBUNGAN Ø 150MM					
PENYAMBUNGAN PIPA HDPE 6" (BUTTFUSION) 6"	buah	14,000	PAS	0.000,00	0.000,00
2. UPAH					
A. PEMABANGAN PIPA					
GP 4	m	13,000	: R.15	28.912,80	375.866,40
HDPE 2	m	2962,000	: R.24	5.781,60	17.125.059,20
HDPE 3	m	423,000	: R.25	6.939,84	2.935.562,32
HDPE 4	m	731,000	: R.26	6.939,84	5.073.023,04
HDPE 6	m	160,000	: R.27	17.349,60	2.775.938,00
B. UPAH DET 1					
STUB FLANGE 160 MM 6"	titik	1,000	: R.49.SP	79.381,07	79.381,07
FLANGE ADAPTOR FOR HDPE WITH GRIP 4"	titik	2,000	: R.270	35.566,00	71.132,00
ALL FLANGE TEE 6" X 6"	titik	1,000	: R.170	54.310,35	54.310,35
C. UPAH DET 2					
BLIND FLANGE 6"	titik	1,000	: R.179	17.783,00	17.783,00
STRAATPOT 6"	titik	1,000	: R.89	63.692,40	63.692,40
STUB FLANGE 110 MM 4"	titik	1,000	: R.48	66.190,05	66.190,05
STUB FLANGE 160 MM 6"	titik	1,000	: R.49.SP	79.381,07	79.381,07
GATE VALVE RESILENT 4"	titik	1,000	: R.105	107.224,00	107.224,00
ALL FLANGE TEE 6" X 6"	titik	1,000	: R.170	54.310,35	54.310,35
D. UPAH DET 3					
REDUCING TEE 110X90 MM 4" X 3"	titik	4,000	: R.133	27.594,00	110.378,00
E. UPAH DET 4					
EQUAL TEE 110 X 110 MM 4" X 4"	titik	1,000	: R.133	27.594,00	27.564,00
F. UPAH DET 5					
EQUAL ELBOW 110 X 110 MM 4" X 4"	titik	2,000	: R.124	15.266,00	30.532,00
G. UPAH DET 6					
REDUCING TEE 110X63 MM 4" X 2"	titik	7,000	: R.133	27.594,00	193.168,00
H. UPAH DET 7					
EQUAL TEE 90 X90 MM 3" X 3"	titik	1,000	: R.132	27.594,00	27.564,00
I. UPAH DET 8					
REDUCING TEE 90X63 MM 3" X 2"	titik	24,000	: R.132	27.594,00	662.265,00
J. UPAH DET 9					
EQUAL TEE 63 X63 MM 2" X 2"	titik	11,000	: R.131	23.303,00	256.333,00
K. UPAH DET 10					
REDUCING COUPLER 110 X 63 MM 4" X 2"	titik	2,000	: R.142	15.266,00	30.532,00
EQUAL TEE 110 X 110 MM 4" X 4"	titik	1,000	: R.133	27.594,00	27.564,00
L. UPAH DET 11					
REDUCING COUPLER 90 X 63 MM 3" X 2"	titik	2,000	: R.141	15.266,00	30.532,00
					174.855.454,80
					28.285.476,96

EQUAL TEE 90 X90 MM 3" X 3"	68A	1,000	: R.132	27.594,00	27.594,00	27.594,00
M. UPAN DET 12						
ALL FLANGE BEND 45 4"	68A	4,000	: R.160	35.566,00	35.566,00	142.264,00
STRAATPOT 6"	68A	1,000	: R.89	63.692,40	63.692,40	63.692,40
REDUCING TEE 110X63 MM 4" X 2"	68A	1,000	: R.133	27.594,00	27.594,00	27.594,00
STUB FLANGE 90 MM 3"	68A	1,000	: R.47	44.726,05	44.726,05	44.726,05
FLANGE ADAPTOR FOR HOPE WITH GRIP 4"	68A	2,000	: R.270	35.566,00	71.132,00	71.132,00
GATE VALVE RESILIENT 3"	68A	1,000	: R.104	68.590,90	68.590,90	68.590,90
BUTTFUSION ELBOW 90 PH12.5 50 MM 3"	68A	1,000	: R.47	44.726,05	44.726,05	44.726,05
ALL FLANGE TEE 4" X 4"	68A	1,000	: R.169	54.310,35	54.310,35	54.310,35
N. UPAN DET 13						
BUTTFUSION END CAP 110 MM 4"	68A	1,000	: R.48	66.190,05	66.190,05	66.190,05
O. UPAN DET 14						
BUTTFUSION END CAP 90 MM 3"	68A	2,000	: R.47	44.726,05	89.452,10	89.452,10
P. UPAN BR 2X (4" X 2")						
STRAATPOT 6"	68A	2,000	: R.89	63.692,40	127.384,80	127.384,80
STUB FLANGE 63 MM 2"	68A	4,000	: R.48 SP	33.994,05	135.976,20	135.976,20
GATE VALVE RESILIENT 2"	68A	2,000	: R.103	46.804,00	93.608,00	93.608,00
EQUAL ELBOW 63 X63 MM 2" X 2"	68A	4,000	: R.122	15.266,00	61.064,00	61.064,00
REDUCING TEE 110X63 MM 4" X 2"	68A	2,000	: R.133	27.594,00	55.188,00	55.188,00
Q. UPAN BR 1X (3" X 2")						
STRAATPOT 6"	68A	1,000	: R.89	63.692,40	63.692,40	63.692,40
STUB FLANGE 63 MM 2"	68A	2,000	: R.48 SP	33.994,05	67.988,10	67.988,10
GATE VALVE RESILIENT 2"	68A	1,000	: R.103	46.804,00	46.804,00	46.804,00
EQUAL ELBOW 63 X63 MM 2" X 2"	68A	2,000	: R.122	15.266,00	30.532,00	30.532,00
REDUCING TEE 90X63 MM 3" X 2"	68A	1,000	: R.132	27.594,00	27.594,00	27.594,00
R. UPAN BR 4X (4" X 2")						
STRAATPOT 6"	68A	4,000	: R.89	63.692,40	254.769,60	254.769,60
STUB FLANGE 63 MM 2"	68A	8,000	: R.48 SP	33.994,05	271.962,40	271.962,40
GATE VALVE RESILIENT 2"	68A	4,000	: R.103	46.804,00	187.416,00	187.416,00
EQUAL ELBOW 63 X63 MM 2" X 2"	68A	8,000	: R.122	15.266,00	122.128,00	122.128,00
EQUAL TEE 63 X63 MM 2" X 2"	68A	4,000	: R.131	23.300,00	93.212,00	93.212,00
S. UPAN PENYAMBUNGAN Ø 63MM						
PENYAMBUNGAN PIPA HOPE 2" (BUTTFUSION) 2"	68A	22,000	: R.48 SP	33.994,05	747.869,10	747.869,10
T. UPAN PENYAMBUNGAN Ø 90MM						
PENYAMBUNGAN PIPA HOPE 3" (BUTTFUSION) 3"	68A	9,000	: R.47	44.726,05	402.534,45	402.534,45
U. UPAN PENYAMBUNGAN Ø 110MM						
PENYAMBUNGAN PIPA HOPE 4" (BUTTFUSION) 4"	68A	15,000	: R.48	66.190,05	992.850,75	992.850,75
V. UPAN PENYAMBUNGAN Ø 160MM						
PENYAMBUNGAN PIPA HOPE 6" (BUTTFUSION) 6"	68A	14,000	: R.48 SP	79.381,07	1.111.336,02	1.111.336,02
W. BUAJA PENGELESIAN GP 4	M	296.6298	: K.07	5.119,43	1.467.375,91	1.467.375,91
W. BUAJA TAPHO HOPE 6	68A	1,000	: R.38	496.203,94	496.203,94	496.203,94
VI						
PEMBERSIHAN LOKASI DAN PENYAMBUNGAN BEKAS GALIAN	68	22.1092	: B.09 SP	42.090,00	930.574,79	930.574,79
						7.575.463,70
						1.467.375,91
						496.203,94
						930.574,79

