

SKRIPSI

PERENCANAAN SISTEM DISTRIBUSI AIR BERSIH DI DESA GENTING KECAMATAN LOWOKWARU KOTA MALANG



Disusun Oleh :

MAHAR YONI ARDI

08.23.902

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
KONSENTRASI SUMBER DAYA AIR
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2012**

2018

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL SURABAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
KONSTRUKSI BANGUNAN DAN
REKONSTRUKSI BANGUNAN SIPIL 2-1

0933000
BANGUNAN LAMA BARU
DIPLOMA III

KOTA SURABAYA
DI DESA CEMING KECAMATAN GONDOKWESI
KABUPATEN SURABAYA TAHUN 2018

SKRIPSI

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Mahar Yoni Ardi

NIM : 08.23.902

Program Studi : Teknik Sipil Konsentrasi Teknik Sumber Daya Air

Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

Menyatakan sesungguhnya bahwa Skripsi saya dengan judul:

**“PERENCANAN SISTEM DISTRIBUSI AIR BERSIH DI DESA GENTING
KECAMATAN LOWOKWARU KOTA MALANG”**

Adalah hasil karya saya sendiri, bukan merupakan duplikat serta tidak mengutip atau menyadur dari hasil karya orang lain kecuali disebutkan sumbernya.

Malang, 4 September 2012

Yang Membuat Pernyataan



Mahar Yoni Ardi

ABSTRAKSI

Mahar Yoni Ardi. 2012. *Perencanaan Sistem Distribusi Air Bersih Di Desa Genting Kecamatan Lowokwaru Kota Malang*. Dr. Ir. Kustamar, MT; Ir. H. Hirijanto, MT;

Air baku yang didistribusikan oleh PDAM Kota Malang berasal dari beberapa sumber dengan dua sistem yakni gravitasi dan pompanisasi. Wilayah yang berada di atas elevasi sumber akan memerlukan pompa agar dapat mendapatkan pelayanan air bersih. Tentunya, hal ini akan mengakibatkan tingginya biaya produksi sehingga menambah beban perusahaan.

Dari hasil survey sumber air baku yang dilakukan, salah satu sumber air yang dapat dimanfaatkan terletak di Desa Genting dengan ketinggian + 696 dpl. Sumber ini akan digunakan untuk melayani kebutuhan air bersih di Desa Genting, dengan harapan akan dapat melayani pelanggan potensial yang terletak diatas perumahan Joyo Grand yang hingga saat ini belum terlayani.

Atas dasar tersebut, maka dilakukan perencanaan distribusi air bersih untuk desa genting dengan memperhitungkan apakah debit sumur tersebut layak untuk memenuhi kebutuhan pelanggan, setelah itu ditentukan rencana distribusi pipa dengan simulasi menggunakan program *WaterCAD 6.5*.

Berdasarkan hasil simulasi, Reservoir sumur genting membutuhkan outflow sebesar 45,61 l/s. Masih jauh dibawah debit minimal yang diperkirakan sebesar 50 l/s. Sehingga layak untuk dikerjakan dan dikembangkan untuk beberapa tahun kedepan.

Kata Kunci: Distribusi, Air Bersih, Sumur Bor, Genting,

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya yaitu berupa kemampuan berpikir sehingga penyusun dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul **“Rencana Sistem Distribusi Air Bersih Di Desa Genting Kecamatan Lowokwaru Kota Malang”** tepat pada waktunya.

Skripsi ini disusun setelah melalui analisa dan pembahasan dari data-data yang telah diperoleh. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penyusun mengucapkan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Kustamar, MT., selaku dosen pembimbing dan dosen wali yang telah memberikan bimbingan, masukan dan saran demi kesempurnaan laporan skripsi ini.
2. Bapak Ir. H. Hirijanto, MT, selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, masukan dan saran demi kesempurnaan laporan skripsi ini. Sekaligus sebagai Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1.
3. Ibu Lila Ayu Ratna W. ST. MT., selaku Sekertaris Program Studi Teknik Sipil S-1 ITN Malang.
4. Dosen pengajar dan staf Jurusan Teknik Sipil S-1 ITN Malang.
5. Kedua orang tua yang telah banyak memberikan dukungan doa, semangat dan materi.
6. Teman-teman Sumber Daya Air serta semua pihak yang telah banyak membantu mulai dari awal sampai selesainya laporan skripsi ini.

Kesadaran akan masih banyaknya kekurangan atas laporan ini, membuat penyusun berharap akan adanya masukan dan saran yang bersifat konstruktif demi kesempurnaan skripsi ini. Akhir kata, penyusun berharap Laporan Skripsi ini dapat bermanfaat bagi almamater, khususnya rekan-rekan mahasiswa Teknik Sumber Daya Air ITN Malang dan masyarakat luas pada umumnya.

Malang, September 2012

Penyusun

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Kebutuhan Air Bersih	8
Tabel 2.2.	Nilai Kebutuhan Air Bersih Untuk Bangunan Tempat Tinggal	9
Tabel 2.3.	Kekentalan Kinetik air	16
Tabel 2.4.	Koefisien Kekasaran Pipa <i>Hazen Williams</i> (C_{hw})	19
Tabel 2.5.	Koefisien Kehilangan Tinggi Tekan Berdasarkan Perubahan Pipa (K)	20
Tabel 4.1.	Load Factor	39
Tabel 4.2.	Panjang Pipa dan Diameter Pipa	40
Tabel 4.3.	Perhitungan Kebutuhan Air	41
Tabel 4.4.	Network Table – Nodes at 05.00	42
Tabel 4.5.	Pipe Report – Pipes at 05.00	44
Tabel 4.6.	Network Table – Nodes at 06.00	45
Tabel 4.7.	Pipe Report – Pipes at 06.00	47
Tabel 4.8.	Network Table – Nodes at 07.00	48
Tabel 4.9.	Pipe Report – Pipes at 07.00	50
Tabel 4.10.	Network Table – Nodes at 17.00	51
Tabel 4.11.	Pipe Report – Pipes at 17.00	53
Tabel 4.12.	Network Table – Nodes at 23.00	54
Tabel 4.13.	Pipe Report – Pipes at 23.00	56
Tabel 4.14.	Network Table – Nodes at 00.00	57
Tabel 4.15.	Pipe Report – Pipes at 00.00	59

Tabel 4.16.	Network Table – Nodes at 01.00	60
Tabel 4.17.	Pipe Report – Pipes at 01.00	62

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1.	Overview Lokasi Sumur Genting di Kota Malang	6
Gambar 1.2.	Perkiraan Posisi Sumur Bor Genting	6
Gambar 2.1.	Pipa Lurus, Penyempitan Pipa, dan Pembesaran Pipa	13
Gambar 2.2.	Pipa Bercabang	13
Gambar 2.3.	Diagram Energi Pada Dua Tempat	15
Gambar 2.4.	Tampilan Wellcome Dialog pada WaterCAD	26
Gambar 2.5.	Pemilihan Rumus Pada WaterCAD	28
Gambar 2.6.	Pemilihan Metode Penggambaran Pada WaterCAD	29
Gambar 2.7.	Penentuan Prototipe dari Komponen-Komponen Sistem jaringan pada WaterCAD	29
Gambar 3.1.	Overview Lokasi Sumur Genting di Kota Malang	35
Gambar 3.2.	Perkiraan Posisi Sumur Bor Genting	36

DAFTAR ISI

BAB I3

PENDAHULUAN.....3

 1.1. Latar Belakang3

 1.2. Batasan Masalah.....5

 1.3. Rumusan Masalah5

 1.4. Maksud dan Tujuan Penelitian5

 1.5. Lokasi Kegiatan.....6

BAB II7

TINJUAN PUSTAKA.....7

 2.1. Tinjauan Pustaka7

 2.2. Landasan Teori7

 2.2.1. Kebutuhan Domestik8

 2.2.2. Perhitungan Kebutuhan Air.....9

 2.2.3. Instalasi Pengolahan Air Minum10

 2.2.4. Hidraulika Aliran Pada Sistem Jaringan Air Bersih.....12

 2.2.5. Tandon (*Water Tank*)20

 2.2.6. Titik Simpul.....21

 2.2.7. Penghubung (link)21

 2.2.8. Persamaan Sistem Jaringan Pipa21

 2.2.9. Metode Analisa Dalam Jaringan Pipa21

 2.2.10. Penggunaan Software Pada Analisa Sistem Jaringan Distribusi Air Bersih .25

BAB III.....35

METODOLOGI PENELITIAN35

 3.1. Objek dan Lokasi.....35

 3.2. Tahapan Perencanaan36

 3.2.1. Studi Literatur.....36

 3.2.2. Persiapan Perencanaan36

 3.3. Metode Pengumpulan Data37

 3.3.1. Data Sekunder37

 3.3.2. Pengamatan Lapangan.....37

 3.4. Kerangka Pikir.....38

BAB IV.....	39
HASIL DAN PEMBAHASAN	39
4.1. Kriteria Desain	39
4.2. Pengolahan Data.....	40
4.3. Analisa Simulasi.....	42
BAB V.....	48
PENUTUP	48
5.1. Kesimpulan.....	48
5.2. Saran.....	48

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sebagai salah satu kebutuhan primer yang dibutuhkan oleh manusia untuk bertahan hidup, saat ini sebagian besar kebutuhan air diperoleh dari pemanfaatan sumber air permukaan seperti sungai, danau, mata air, maupun sumur dangkal (dig well). Ironisnya dari waktu ke waktu cadangan air permukaan cenderung berkurang sedangkan jumlahnya cenderung bertambah. Berkurangnya cadangan air permukaan terutama disebabkan oleh perubahan areal yang semula merupakan daerah resapan air hujan kemudian menjadi lapisan kedap air seperti kompleks perumahan, lahan parkir, jalan aspal dan sebagainya. Akibatnya, recharge (daerah tangkapan air) yang berfungsi sebagai tempat meresapnya air hujan ke dalam tanah berkurang, padahal pasokan sumber air permukaan berasal dari peresapan air hujan ke dalam tanah.

Air baku yang didistribusikan oleh PDAM Kota Malang berasal dari beberapa sumber dengan dua sistem yakni gravitasi dan pompanisasi. Karena sebagian besar berasal dari sumber Wadit dengan elevasi yang lebih rendah dari pada elevasi pelanggan maka sistem distribusi lebih banyak menggunakan sistem perpompaan (75%)

Dengan menggunakan sistem pompanisasi maka penggunaan tenaga listrik yang relatif besar tidak dapat dihindari sehingga biaya penggunaan listrik juga relatif tinggi. Selain biaya yang relatif tinggi, penggunaan tenaga listrik juga memiliki konsekuensi terjadinya gangguan karena pemadaman baik yang direncanakan maupun tidak.

Salah satu masalah yang ada saat ini adalah adanya beberapa wilayah yang membutuhkan sambungan air bersih baru, namun wilayah tersebut berada pada elevasi yang lebih tinggi daripada sumber air bersih eksisting. Dalam beberapa kasus, masalah tersebut bisa teratasi dengan menggunakan bantuan pompa. Namun dalam jangka panjang, penggunaan pompa tersebut akan membebani penyedia layanan dikarenakan tingginya biaya operasional yang harus dikeluarkan dalam menjalankan pompa tersebut.

Salah satu upaya yang bisa dilakukan adalah dengan pengalihan sistem pompanisasi menjadi sistem gravitasi. Sistem gravitasi sangat menguntungkan karena akan menekan biaya produksi dan dengan demikian tarif air akan menjadi lebih terjangkau oleh masyarakat.

Rencana pengembangan sarana produksi sumur bor di Kota Malang menjadi bagian dari strategi pengalihan sistem pompanisasi yang diharapkan akan mampu menopang kebutuhan air minum di Kota Malang tahun 2012 dan seterusnya. Sementara itu, sebagian sumber air baku yang saat ini digunakan oleh PDAM Kota Malang, berasal dari mata air yang terdapat di luar wilayah administrasi Kota Malang, sehingga untuk kedepannya, terdapat resiko penghentian penggunaan sumber mata air tersebut. Berangkat dari pertimbangan tersebut, PDAM Kota Malang dirasa perlu mencari sumber air baku di wilayah Kota Malang yang memenuhi kuantitas, kualitas dan kontinuitas.

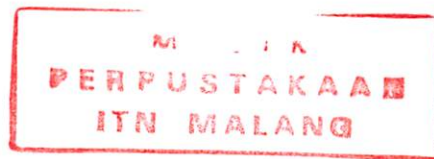
Dari hasil survey sumber air baku yang dilakukan, terdapat beberapa titik dimana sumber air bakunya dapat diandalkan. Salah satunya adalah air tanah yang terletak di Desa Genting dengan ketinggian + 696 dpl.

Wilayah yang saat ini mejadi prioritas pengembangan sarana air minum adalah di barat Kota Malang. Salah satu wilayah yang berdekatan dan potensial yaitu rencana sumur bor genting yang terletak diatas perumahan Joyo Grand, yang saat ini belum terlayani.

1.2. Batasan Masalah

Agar pembahasan tidak terlalu meluas yang dapat mengaburkan tujuan kegiatan, maka batasan yang perlu dibuat adalah:

1. Kegiatan didasarkan pada hasil survey dengan menggunakan geolistrik.
2. Rencana distribusi pada wilayah desa genting hingga diatas perumahan Joyo Grand



1.3. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, permasalahan yang dibahas adalah:

1. Apakah Debit yang tersedia pada sumur genting dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan air bersih di Desa Genting?
2. Bagaimanakah rencana jaringan pipa yang akan digunakan di Desa Genting?

1.4. Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud dari kegiatan ini adalah untuk mengembangkan pemanfaatan air tanah di Desa Genting, berdasarkan pada hasil survey geolistrik yang telah dilakukan sebelumnya,

Tujuan dari kegitan ini adalah:

1. Untuk mengetahui bagaimana distribusi yang bisa dimanfaatkan oleh pemanfaatan air tanah di Desa Genting.
2. Untuk mengetahui rencana pelayanan air bersih di wilayah Desa Genting.

1.5. Lokasi Kegiatan

Terletak di Desa Genting, Kelurahan Merjosari, Kecamatan Lowokwaru, Kota Malang. dengan elevasi 696 dpl dan dengan luas area $\pm 1.500m^2$.



Gambar 1.1. Overview Lokasi Sumur Genting di Kota Malang

Air baku tersebut akan dilakukan pengeboran sumur dalam yang diperkirakan dengan kedalaman antara 150 sampai 200 meter dengan debit diperkirakan dari 20 sampai 50 lt/dt.



Gambar 1.2. Perkiraan Posisi Sumur Bor Genting

BAB II

TINJUAN PUSTAKA

2.1. Tinjauan Pustaka

Ada beberapa jenis infrastruktur yang termasuk bidang infrastruktur air minum sederhana meliputi:

1. Perlindungan Mata Air (PMA)
2. Sumur Air Tanah Sedang (SATS/D)
3. Instalasi Pengolahan Air Sederhana (IPAS)
4. Penampung Air Hujan (PAH)
5. Solusi teknis lain yang pemilihannya disesuaikan dengan kondisi daerah, diantaranya adalah:
 - a. Sumur Gali (SG)
 - b. Sumur Pompa Tangan (SPT)
 - c. Paket Instalasi Pengolahan Air (IPA)
 - d. Pompa Hidran
 - e. Destilator Surya Atap Kaca (DSAK)

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

2.2. Landasan Teori

Tingkat pemakaian air bersih secara umum ditentukan berdasarkan kebutuhan manusia untuk kehidupan sehari – hari. Menurut bank dunia,

kebutuhan manusia akan air dimulai dengan kebutuhan untuk air minum sampai kebutuhan untuk sanitasi. Seperti yang ada pada tabel 2.1.

Tabel 2.1. Kebutuhan Air Bersih

Macam Penggunaan	Kebutuhan Air Kisaran	Kebutuhan Air Umum
	(lt/jiwa/hari)	(lt/jiwa/hari)
Rumah Tangga	150-300	250
Industri dan Perdagangan	40-300	150
Fasilitas Umum	60-100	75
Kehilangan dan Kesalahan	60-100	75

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

2.2.1. Kebutuhan Domestik

Kebutuhan domestik adalah kebutuhan air bersih yang digunakan untuk keperluan rumah tangga dan sambungan kran umum. Jumlah kebutuhan air tersebut ditentukan dari data yang ada berdasarkan karakteristik dan perkembangan konsumen pemakai air bersih.



Kebutuhan domestik (Q_d), dengan rumus:

$$Q_d = M_n * S \dots\dots\dots(3-1)$$

Dimana: M_n = Jumlah penduduk

S = Standar kebutuhan air/orang/hari

Kebutuhan domestik meliputi:

- Sambungan rumah tangga adalah:

Tingkat kebutuhan air baku/ air bersih untuk sambungan rumah tangga.

Jumlah jiwa untuk sambungan rumah adalah:

- 8 orang untuk kota kecil
- 6 orang untuk kota sedang
- 5 orang untuk kota besar

- Kran umum

Untuk kran umum kebutuhan air baku adalah 30 liter/orang/hari dengan jumlah jiwa untuk kran umum adalah 50 – 100 orang untuk kota kecil, sedang dan besar.

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

Tabel 2.2. Nilai Kebutuhan Air bersih Untuk Bangunan Tempat Tinggal

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

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

2.2.2. Perhitungan Kebutuhan Air

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

1. Hitung kebutuhan air dengan persamaan sebagai berikut:

$$Q = P \times q$$

$$Q_{md} = Q \times f_{md}$$

Dengan Pengertian:

q = konsumsi air per orang per hari (lt/orang/hari)

P = jumlah jiwa yang akan dilayani sesuai tahun perencanaan (jiwa)

F = faktor maksimum (1,05 – 1,15)

2. Hitung kebutuhan air total dengan persamaan:

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

Dengan pengertian:

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

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

2.2.3. Instalasi Pengolahan Air Minum

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

1. Air Baku

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

2. Air Bersih

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

3. Air Minum

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

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

1. Aerasi, merupakan proses pengolahan dimana air diberi kesempatan untuk bersinggungan sebanyak-banyaknya dengan udara sekitar dengan tujuan untuk:
 - a. Menaikan kandungan oksigen
 - b. Menurunkan kandungan CO_2 , Fe, H_2S , dll
 - c. Menghilangkan bau, rasa dan zat-zat yang mudah menguap.
2. Koagulasi/flokulasi, merupakan proses dimana zat padat yang melayang dibadan air (koloid) dibentuk menjadi flok-flok sehingga berat jenisnya bertambah untuk dapat mengendap. Pembentukan flok-flok ini akibat pencampuran bahan kimia tertentu misalnya yang umum digunakan adalah tawas dengan dosis yang tepat melalui pengadukan mekanis.
3. Pengendapan, merupakan proses dimana bentukan flok-flok yang dihasilkan dari proses sebelumnya diendapkan pada bek pengendapan

yang selanjutnya dibuang. Air yang keluar dari proses ini akan nampak jernih daripada sebelumnya.

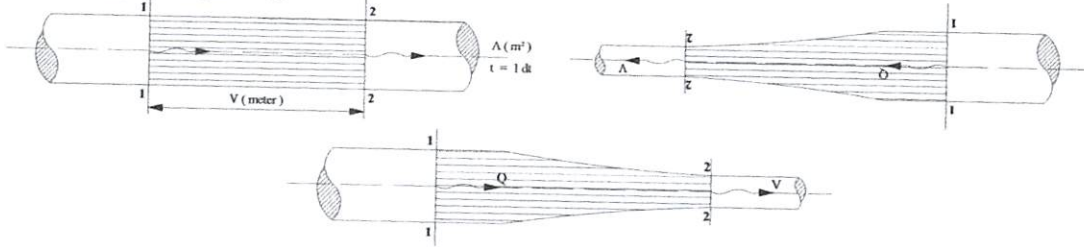
4. Penyaringan, merupakan proses lanjutan dimana flok-flok yang belum mengendap pada proses pengendapan akan dapat ditahan pada proses penyaringan ini, sehingga air yang keluar dari saringan ini benar-benar sudah jernih dan sudah dapat dinamakan air bersih. Sebagai media penyaring biasanya dibuat dari pasir atau kerikil halus.
5. Disinfeksi, merupakan proses akhir dimana air bersih yang akan dikonsumsi ke pelanggan harus bebas dari bakteri / virus yang mengganggu kesehatan. Proses disinfeksi ini bertujuan untuk membunuh bakteri / virus yang masih terdapat pada air bersih. Adapun yang termasuk macam proses disinfeksi adalah sebagai berikut:
 - a. Pembubuhan gas chlor
 - b. Pembubuhan kaporit
 - c. Ozonisasi
 - d. Penyinaran ultra violet
 - e. Memasak hingga mendidih
6. Proses pembubuhan gas Chlor menggunakan peralatan Chlonator yang pengaturan dosisnya bisa diatur konstan.

2.2.4. Hidraulika Aliran Pada Sistem Jaringan Air Bersih

2.2.4.1. Hukum Kontinuitas

Air yang mengalir pada suatu pipa secara terus menerus mempunyai luas penampang $A \text{ m}^2$ dan kecepatan $v \text{ m/det}$ akan memiliki debit yang sama pada setiap penampangnya. Dalam persamaan Hukum Kontinuitas dinyatakan bahwa

debit yang masuk ke dalam pipa sama dengan debit yang keluar, seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.1.



Gambar 2.1. Pipa Lurus, Penyempitan Pipa, dan Pembesaran Pipa

Hubungan antara Hukum Kontinuitas dengan ketiga bagian pada Gambar

2.1. dapat ditunjukkan dengan dua persamaan berikut (Priyantoro, 1991 : 8):

Hubungan antara Hukum Kontinuitas dengan ketiga bagian pada Gambar

2.1. dapat ditunjukkan dengan dua persamaan berikut (Priyantoro, 1991 : 8):

$$Q_{\text{masuk}} = Q_{\text{keluar}}$$

$$A_1 \cdot V_1 = A_2 \cdot V_2$$

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

A = luas penampang (m^2)

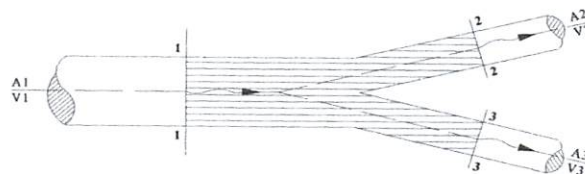
V = kecepatan (m/detik)

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

$$Q_1 = Q_2 + Q_3$$

$$A_1 \cdot V_1 = A_2 \cdot V_2 + A_3 \cdot V_3$$

Hukum kontinuitas pada pipa bercabang seperti diperlihatkan pada gambar 3.6.



Gambar 2.2. Pipa Bercabang (Linsey, 1996 : 276)

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

2.2.4.2. Hukum Bernouli

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

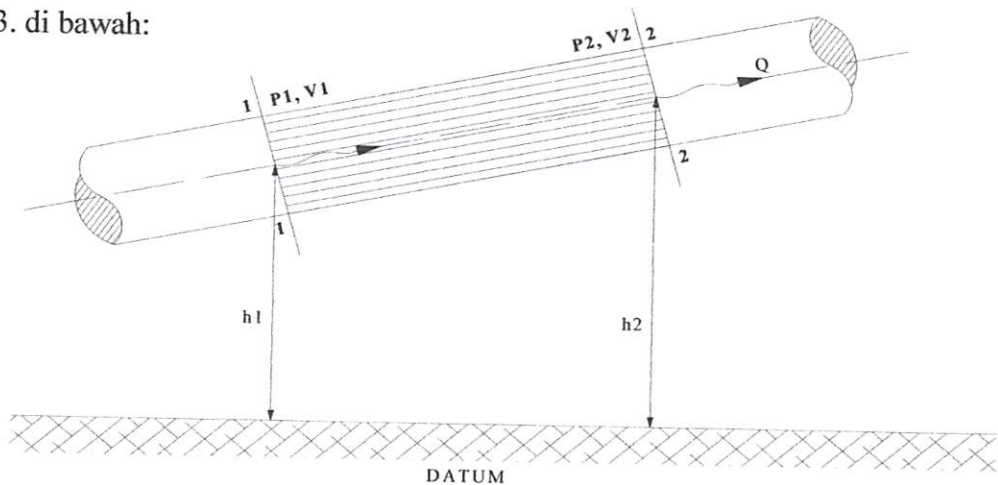
1. Energi kinetik, yaitu energi yang ada pada partikel massa air sehubungan dengan kecepatannya.
2. Energi tekanan, yaitu energi yang ada pada partikel massa air sehubungan dengan tekanannya.
3. Energi ketinggian, yaitu energi yang ada pada partikel massa air sehubungan dengan ketinggiannya terhadap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

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

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

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

Menurut teori kekekalan energi dari Hukum Bernouli yakni apabila tidak ada energi yang lolos atau diterima antara dua titik dalam satu sistem tertutup, maka energi totalnya tetap konstan. Hal tersebut dapat dijelaskan pada Gambar 2.3. di bawah:



Gambar 2.3. Diagram Energi Pada Dua Tempat (Haestad, 2001)

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

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

dimana:

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

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

p_1, p_2 = tekanan di titik 1 dan 2 (kg/m^2)

γ_w = berat jenis air (kg/m^3)

V_1, V_2 = kecepatan aliran di titik 1 dan 2 (m/det)

g = percepatan gravitasi (m/det^2)

z_1, z_2 = tinggi elevasi di titik 1 dan 2 dari garis yang ditinjau (m)

H_L = kehilangan tinggi tekan dalam pipa

Pada Gambar 2.3. tampak garis yang menunjukkan besarnya tekanan air pada penampang tinjauan. Garis ini pada umumnya disebut garis gradien hidrolis atau garis kemiringan hidrolis. Jarak vertikal antar pipa dengan garis gradien hidrolis menunjukkan tekanan yang terjadi di dalam pipa. Pada gambar juga tampak adanya perbedaan ketinggian antara titik 1 dan 2 merupakan kehilangan energi (*head loss*) yang terjadi sepanjang antara penampang 1 dan 2.

2.2.4.3. Kehilangan Tinggi Tekan (Head Loss)

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

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

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

dimana:

Re = Bilangan Reynold

D = diameter pipa (m)

V = kecepatan rerata (m/det)

N = kecepatan kinematik (m²/det)

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

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

Tabel 2.3. Kekentalan Kinematik Air

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

Sumber: Priyantoro, 2001

2.2.4.3.1. Kehilangan Tinggi Mayor (*Major Losses*)

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

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

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

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



dengan:

V = kecepatan aliran pada pipa (m/det)

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

A = luas penampang aliran (m^2)

Q = debit aliran pada pipa (m^3/det)

L = panjang pipa (m)

S = kemiringan hidraulis

R = jari – jari hidrolis (m)

HL = kehilangan tekanan (m/km)

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

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

$$h_{f=k} \cdot Q^{1.85}$$

dimana:

$$k = \frac{10,675 \cdot L}{C_{hw}^{1.85} \cdot D^{4,87}}$$

dengan:

h_f = kehilangan tinggi tekan mayor (m)

k = koefisien karakteristik pipa

D = diameter pipa

L = panjang pipa (m)

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

Q = debit aliran pada pipa (m^3/det)

Tabel 2.4. Koefisien Kekasaran Pipa *Hazen Williams* (C_{hw})

No	Jenis Pipa	Nilai Koefisien Hazen-Williams (C_{hw})
1	PVC	130 - 150
2	Pipa Asbes	120 - 150
3	Pipa Berlapis Semen	100 - 140
4	Pipa Besi Digalvani	100 - 120
5	Cast Iron	90 - 125

2.2.4.3.2. Kehilangan Tinggi Minor (*Minor Losses*)

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

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

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

dimana:

h_{Lm} = kehilangan energi minor (m)

V = kecepatan rata-rata dalam pipa (m/det)

g = percepatan gravitasi (m/det²)

K = koefisien kehilangan tinggi tekan minor (Tabel 2.6.)

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

Tabel 2.5. Koefisien Kehilangan Tinggi Tekan Berdasarkan Perubahan Pipa (K)

Jenis Perubahan Bentuk Pipa	K	Jenis Perubahan Bentuk Pipa	K
Inlet		Belokan 90°	
Bell mouth	0,03 – 0,05	R/D = 4	0,16 – 0,18
Rounded	0,12 – 0,25	R/D = 2	0,19 – 0,25
Sharp Edged	0,50	R/D = 1	0,35 – 0,40
Projecting	0,80	Belokan Tertentu	
Pengecilan Tiba - Tiba		$\theta = 15^\circ$	0,05
D2/D1 = 0,80	0,18	$\theta = 30^\circ$	0,10
D2/D1 = 0,50	0,37	$\theta = 45^\circ$	0,20
D2/D1 = 0,20	0,49	$\theta = 60^\circ$	0,35
Pengecilan Mengerucut		T (Tee)	
D2/D1 = 0,80	0,05	Aliran Searah	0,03 – 0,04
D2/D1 = 0,50	0,07	Aliran Bercabang	0,75 – 1,80
D2/D1 = 0,20	0,08	Persilangan	
Pembesaran Tiba - Tiba		Aliran Searah	0,50
D2/D1 = 0,80	0,16	Aliran Bercabang	0,75
D2/D1 = 0,50	0,57	45° Wye	
D2/D1 = 0,20	0,92	Aliran Searah	0,30
Pembesaran Mengerucut		Aliran Bercabang	0,50
D2/D1 = 0,80	0,03		
D2/D1 = 0,50	0,08		
D2/D1 = 0,20	0,13		

2.2.5. Tandon (*Water Tank*)

Tandon merupakan komponen dari sistem jaringan distribusi air bersih yang memiliki fungsi menampung dan menyimpan air untuk digunakan pada kondisi tertentu. Pengisian tampungan tandon dilakukan apabila kebutuhan air bersih tidak mencapai puncak atau menurun. Disamping fungsi untuk memenuhi

fluktuasi permintaan pada keadaan darurat, tandon juga berfungsi meratakan tekanan untuk operasi.

2.2.6. Titik Simpul

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

2.2.7. Penghubung (link)

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

2.2.8. Persamaan Sistem Jaringan Pipa

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

2.2.9. Metode Analisa Dalam Jaringan Pipa

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

1. Hukum konservasi energi, jumlah aljabar dari kehilangan energi yang dikelilingi setiap putaran (*loop*) atau setiap jaringan pipa tertutup harus sama dengan nol. Kekekalan energi pada dasarnya suatu energi tidak dapat hilang,

atau dapat dikatakan bahwa jumlah energi selalu tetap (kekal). Dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\Sigma h_f = 0$$

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

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

Dalam menggunakan dua persamaan diatas, *Handy Cross* (1936) menawarkan dua metode untuk analisa jaringan pipa. Dua metode tersebut adalah metode jaringan tertutup (*loop method*) dan metode titik simpul (*node method*). Metode jaringan tertutup menyatakan persamaan energi dipandang dari segi debit aliran pada pipa. Sedangkan metode titik simpul menyatakan persamaan kontinuitas dari segi elevasi tinggi tekan pada suatu titik simpul persimpangan (*junction method*).

2.2.9.1. Metode Titik Simpul

Dalam persamaan titik simpul digunakan persamaan kontinuitas aliran dengan lebih mempertimbangkan besarnya debit aliran pada pipa seperti yang dipakai dalam metode jaringan tertutup (*loop method*).

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

1. Asumsi tinggi tekan h_a pada tiap – tiap titik pertemuan yang tekananya belum diketahui.
2. Memilih salah satu dari titik – titik pertemuan ini dan hitung nilai H_{fa} untuk masing – masing percabangan.

3. Hitung dan cocokkan debit Q_a dengan menggunakan rumus.
4. Jika tinggi tekanan yang telah diasumsikan pada awal perhitungan tidak sesuai dengan jumlah debit pada titik pertemuan atau tidak sama dengan nol, maka hitung kelebihan atau kekurangan pada debit ΣQ_a .
5. Menghitung nilai $\left(\frac{\Sigma h_{fa}}{Q_a}\right)$ untuk tiap – tiap jaringan tertutup.
6. Menentukan koreksi ΔH pada pipa pertemuan dengan persamaan:

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

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

$$H = h_a + Ah$$



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

2.2.9.2. Metode Jaringan Tertutup.

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

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

Untuk keseluruhan jaringan dari tiap – tiap pipa yang menjadi sebuah jaringan tertutup, h_f adalah kehilangan gesekan pada pipa. Dengan $Q_1 = Q_2 + Q_3$

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

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

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

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

Dengan debit yang telah di koreksi sebesar:

$$Q = Q_0 + \Delta Q$$

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

2.2.10. Penggunaan Software Pada Analisa Sistem Jaringan Distribusi Air Bersih

Dalam bidang rekayasa dan perencanaan sistem jaringan distribusi air baku dapat dilakukan dengan beberapa program komputer diantaranya adalah *Loops*, *Wadiso*, *Kypipe*, *Epanet* dan *WaterCad*. Dalam studi ini digunakan program *WaterCAD v 4.5*. Berikut ini akan dipaparkan mengenai langkah – langkah penggunaan program *WaterCAD v 4.5* merupakan produksi *Haestad* tahun 2001 jumlah pipa yang mampu dianalisis yaitu 250 buah pipa sesuai pemesanan spesifikasi program *WaterCAD* pada *Haestad*. Program ini dapat bekerja pada sistem *Windows 95*, *98* dan *2000* serta *Windows NT 4.0*. program ini mempunyai tampilan *interface* yang memudahkan pengguna untuk menyelesaikan lingkup perencanaan dan pengoptimalisasian sistem jaringan distribusi air baku, seperti (*Haestad, 2001*):

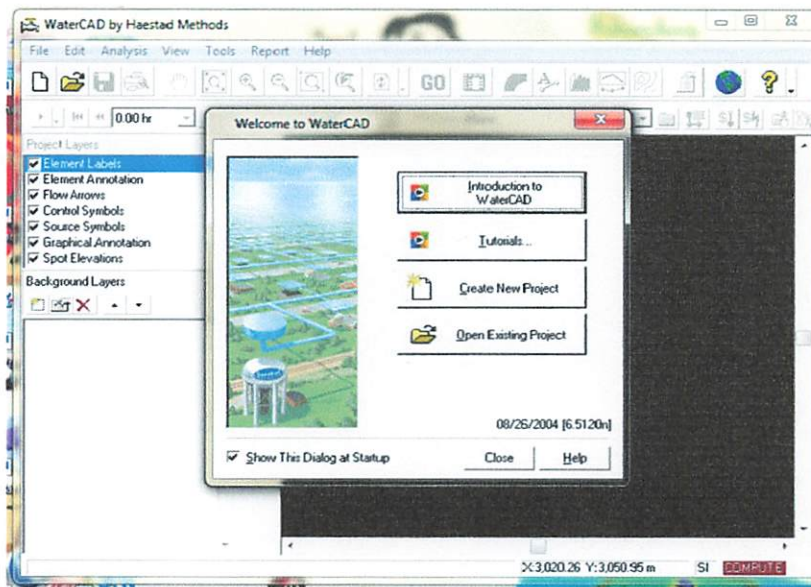
- Menganalisis sistem jaringan distribusi air pada satu kondisi waktu (kondisi permanen).
- Menganalisis tahapan – tahapan atau periodisasi simulasi pada sistem jaringan terhadap adanya kebutuhan air yang berfluktuatif menurut waktu (kondisi tidak permanen).
- Menganalisis skenario perbandingan atau alternatif jaringan pada kondisi yang berlainan pada satu file kerja.
- Menganalisis kondisi jaringan pada saat kondisi ekstrim untuk keperluan pemadaman kebakaran atau *hydrant (fire flow analysis)*.
- Menganalisis kualitas air pada sistem jaringan distribusi air baku.
- Menghitung konstruksi biaya dari sistem jaringan air baku yang dibuat.

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

- Mendukung *GIS database connection* (Sistem Informasi Geografis) pada program *ArcView*, *ArcInfo*, *ArcCAD*, *MapInfo* dan *AutoCAD* yang memudahkan untuk penggabungan model hidrolis *WaterCAD* dengan database utama pada program tersebut.
- Mendukung program *Microsoft Office*, *Microsoft Excel* dan *Microsoft Acces* untuk *sharing* data pada file *WaterCAD*.

2.2.10.1. Deskripsi Program WaterCAD

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



Gambar 2.4. Tampilan Wellcome Dialog Pada WaterCAD

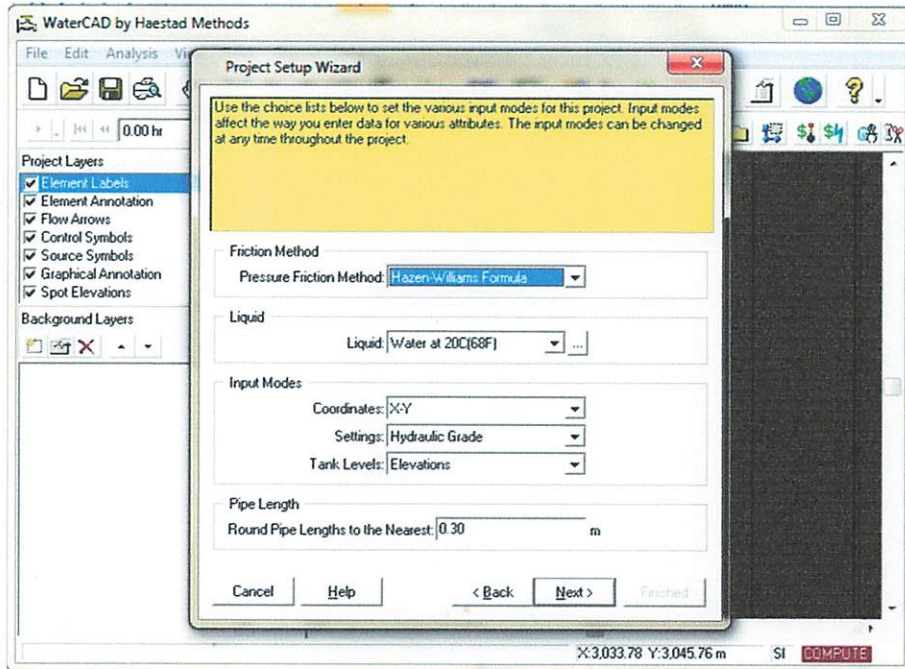
Tutorials digunakan untuk mempelajari program dengan melihat contoh jaringan yang telah disediakan. WaterCAD akan menuntun kita memahami cara menggunakan program ini. Untuk membuka tutorial dilakukan dengan mendouble klik kotak tutorial. Dan create new project digunakan untuk membuat lembar kerja baru.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

2.2.10.2. Tahapan dalam Penggunaan Program WaterCAD

MILIK
PERPUSTAKAAN
ITN MALANG

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

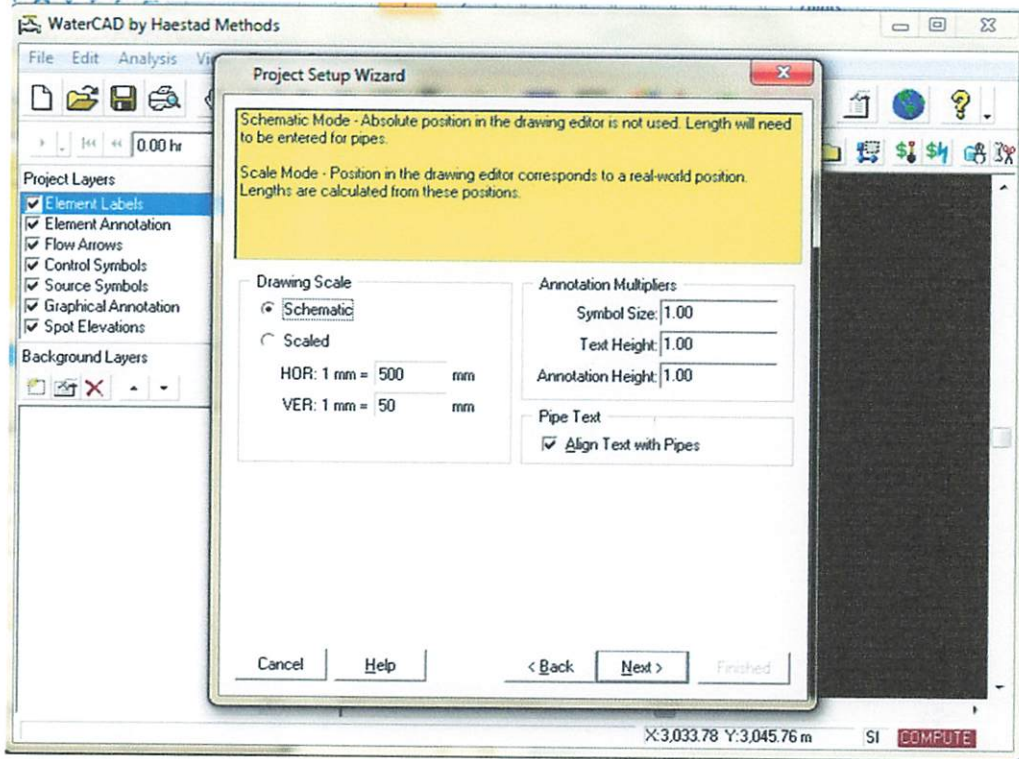
Setelah penamaan file maka tampilan berikutnya adalah pemilihan formula dari Darcy-Weisbach, Hazen-Williams dan Manning seperti pada gambar dibawah. Rumus yang dipilih itulah yang nantinya digunakan sebagai dasar dalam perhitungan WaterCAD.



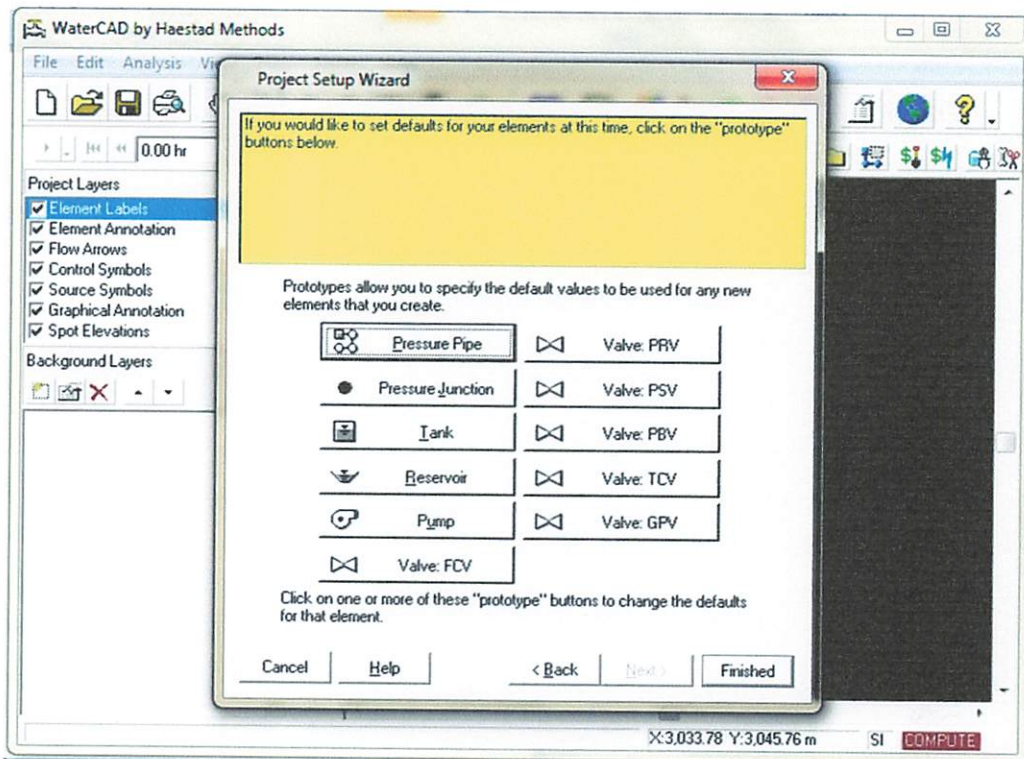
Gambar 2.5. Pemilihan Rumus Pada WaterCAD

Proses selanjutnya adalah pemilihan metode penggambaran jaringan yang dapat dibuat skalatis atau skematis sesuai kebutuhan pengguna. Penentuan skala dimensi dalam penggambaran skalatis jaringan pipa ditentukan oleh pengguna sesuai kebutuhan perencanaan dan keinginan dari pengguna.

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



Gambar 2.6. Pemilihan Metode Penggambaran pada WaterCAD



Gambar 2.7. Penentuan Prototipe Dari Komponen – Komponen Sistem Jaringan pada WaterCAD

2.2.10.3 Pemodelan Komponen Komponen Sistem jaringan Distribusi Air Baku

Dalam WaterCAD, komponen komponen sistem jaringan distribusi air baku seperti titik simpul, pipa, tandon, reservoir dan pompa tersebut di modelkan sedemikian rupa sehingga mendekati kinerja komponene tersebut di lapangan. Untuk keperluan pemodelan, WaterCAD telah memberikan penanaman setiap komponen tersebut secara otomatis yang dapat diganti sesuai dengan keperluan agar memudahkan dalam pengerjaan, pengamatan, penggantian ataupun pencarian suatu komponen tertentu. Agar dapat memodelkan setiap komponen sistem jaringan distribusi air baku dengan benar, perancang harus mengetahui cara memodelkan komponen tersebut dalam WaterCAD. Adapun jenis – jenis pemodelan komponen sistem jaringan distribusi air baku dalam WaterCAD adalah:

1. Pemodelan titik – titik simpul (*Junction*)

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

2. Pemodelan kebutuhan air baku

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

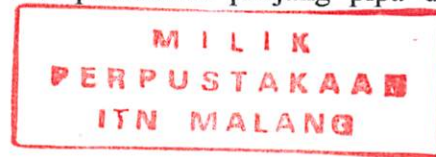
Data *fixed demand* atau yang disebut *baseline flow* kurang akurat bila digunakan perancangan kebutuhan air baku. Umumnya data ini hanya digunakan untuk mengetahui besar kebutuhan tiap jam atau harian secara rata – rata. Data *variable demand* inilah yang digunakan untuk mendekati kondisi nyata di lapangan.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

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

3. Pemodelan pipa

Pipa adalah suatu komponen yang menghubungkan katup (*valve*), titik simpul, pompa dan tandon. Untuk memodelkan pipa, memerlukan

beberapa data teknis seperti jenis bahan, diameter dan panjang pipa, kekasaran (*roughness*) dan status pipa (buka – tutup). Jenis bahan pipa oleh *WaterCAD* telah disediakan sehingga dapat dipilih secara langsung sesuai dengan bahan jenis pipa yang digunakan dilapangan. Sedangkan diameter dan panjang pipa dapat dirancang sesuai dengan kondisi dilapangan melalui *prototypes tools*. Apabila diatur secara skalatis, maka ukuran panjang pipa otomatis akan berubah sesuai dengan perbandingan skala ukuran yang dipakai. Sedangkan dalam pengaturan skematis, panjang pipa dapat diatur tanpa memperhatikan panjang pipa dilayar komputer.



4. Pemodelan katup (*valve*)

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

5. Pemodelan tandon (*watertank*)

Diperlukan beberapa data yaitu ukuran bentuk dan elevasi tandon. Pada kondisi *steady state simulation*, permukaan air dalam tandon akan menjadi

konstan (*constant water surface elevation*) dan pada kondisi *Extended Period Simulation* permukaan air didalam tandon menjadi berubah – ubah sesuai kebutuhan. *WaterCAD* memberikan pilihan untuk menentukan ketinggian atau kedalaman suatu tandon yaitu dengan memasukkan elevasinya atau menentukan ketinggiannya (*level*). Data elevasi yang dibutuhkan oleh tandon meliputi tiga macam yaitu elevasi maksimum, minimum dan awal kerja (*initial elevation*) dimana elevasi awal kerja harus berada pada kisaran elevasi minimum dan elevasi maksimum.

6. Pemodelan mata air (*reservoir*)

Digunakan sebagai model dari suatu sumber air seperti danau atau sungai. Disini *reservoir* dimodelkan sebagai sumber air yang tidak bisa habis atau elevasi air selalu berada pada elevasi konstan pada saat berapa pun kebutuhan airnya. Data yang dibutuhkan untuk memodelkan suatu mata air adalah kapasitas debit dan elevasi mata air tersebut.

2.2.10.4. Proses Penggambaran Sistem Jaringan Distribusi Air Baku

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

2.2.10.5. Perhitungan dan analisis Sistem jaringan Distribusi Air Baku

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

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

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

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Objek dan Lokasi

Terletak di Desa Genting, Kelurahan Merjosari, Kecamatan Lowokwaru, Kota Malang. Berada di sebelah barat Kota Malang dengan elevasi 696 dpl dan dengan luas area $\pm 1.500\text{m}^2$ yang terletak pada ketinggian ± 696 dpl



Gambar 3.1. Overview Lokasi Sumur Genting di Kota Malang

Air baku tersebut akan dilakukan pengeboran sumur dalam yang diperkirakan dengan kedalaman antara 150 sampai 200 meter dengan debit diperkirakan dari 20 sampai 50 lt/dt. Jarak antara Sumur Bor Genting dengan rencana pelayanan terdekat adalah $\pm 3\text{km}$.



Gambar 3.2. Perkiraan Posisi Sumur Bor Genting

3.2. Tahapan Perencanaan

3.2.1. Studi Literatur

Kegiatan studi literatur penting dilakukan selama kegiatan perencanaan ini berlangsung, dengan tujuan:

- a. Lebih mengenal hal-hal yang akan direncanakan.
- b. Mengetahui prosedur perencanaan dengan tepat.

3.2.2. Persiapan Perencanaan

Persiapan kegiatan perencanaan diperlukan untuk mengetahui dan menetapkan lokasi daerah yang akan dilakukan kegiatan perencanaan. Yaitu pada Desa Genting, sebelah barat Kota Malang.

3.3. Metode Pengumpulan Data

Dalam kegiatan perencanaan, diperlukan data-data pendukung yang terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dari survei / pengukuran langsung di lapangan.

3.3.1. Data Sekunder

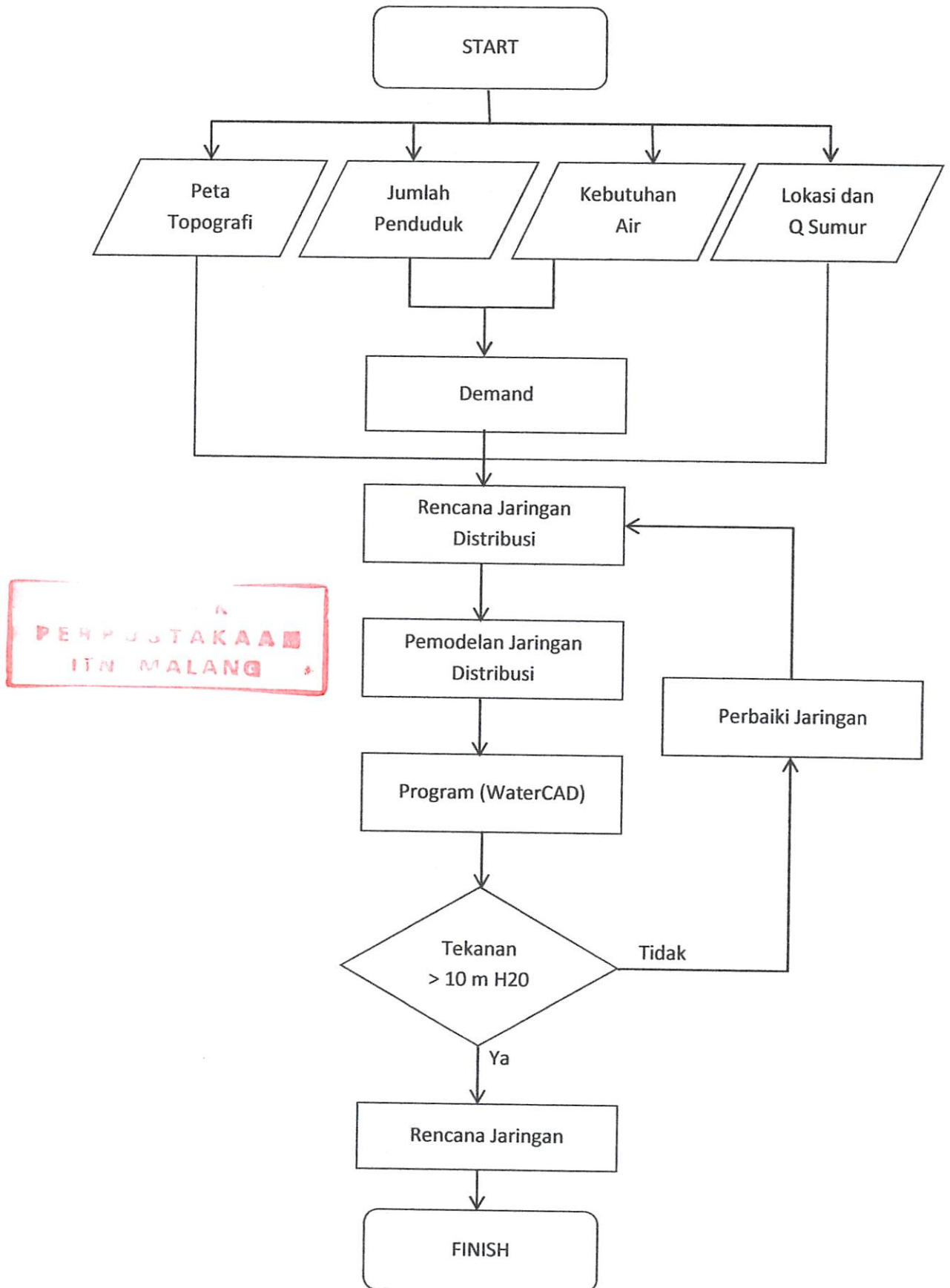
Data sekunder atau data-data perencanaan yang dibutuhkan, antara lain:

- a. Data Jumlah Penduduk.
- b. Peta Topografi dan tata guna lahan.

3.3.2. Pengamatan Lapangan

Pengamatan lapangan dilakukan di lokasi sekitar rencana sumur bor genting untuk mengetahui kondisi lapangan dan untuk mengetahui perlakuan terhadap masing-masing lokasi.

3.4. Kerangka Pikir



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Kriteria Desain

Berdasarkan hasil survey di lapangan, potensi pelanggan di sekitar sumur Gennting mencapai 4000 SR. kondisi daerah studi diusahakan untuk bisa memenuhi kebutuhan total pelanggan dengan aliran 24 jam, sehingga evaluasi perhitungan selanjutnya berdasarkan debit kebutuhan pelanggan saat ini.

Untuk memudahkan analisa dibuatlah parameter yang merupakan data untuk perhitungan selanjutnya.

- Jumlah pelanggan = 2.000 SR
- Konsumsi rata-rata = 30m³/bulan/SR
- Tekanan minimal pada jam puncak = 0,5 kg/cm² (5 mH2O)
- Target ATR (Losses) maksimal = 30%
- Kebutuhan air = 30 m³/Bulan/SR x 4.000 SR

$$= 120.000 \text{ m}^3/\text{bulan}$$

$$= 176,95 \text{ m}^3/\text{bulan}$$

$$= 46,29 \text{ lt/dt}$$

- Load Factor.

Patern: Residential

Tabel 4.1. Load Factor

Time Start	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Multiplier	0.26	0.38	0.70	1.00	1.70	2.00	1.94	1.35	0.90	0.78	0.75	0.77
Time Start	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Multiplier	0.79	0.90	1.10	1.34	1.50	1.37	1.20	1.00	0.92	0.64	0.43	0.20

4.2. Pengolahan Data

Data yang digunakan yang diolah dengan program WaterCAD:

- Konsumsi rata-rata: 30 m³/bulan/SR
- Material Pipa: PVC dengan koefisien Hasen Williams 130

Tabel 4.2. Panjang Pipa dan Diameter Pipa

Label	Panjang (m)	Diameter (mm)	Label	Panjang (m)	Diameter (mm)
P-1	30.50	250	P-28	204.10	100
P-2	515.90	250	P-29	41.60	100
P-4	2069.70	250	P-30	18.30	100
P-5	138.10	250	P-31	36.60	100
P-6	235.60	250	P-32	60.90	100
P-7	167.60	200	P-33	78.20	100
P-8	206.10	200	P-34	186.90	100
P-9	314.80	200	P-35	156.40	75
P-10	545.40	200	P-36	126.90	75
P-11	258.00	250	P-37	40.60	75
P-12	148.30	250	P-38	318.90	75
P-13	233.60	150	P-39	196.60	75
P-14	153.30	150	P-40	149.30	75
P-15	78.20	150	P-41	168.60	75
P-16	149.30	150	P-42	167.60	75
P-17	70.10	150	P-43	106.60	75
P-18	427.50	150	P-44	127.90	75
P-19	205.10	150	P-45	269.10	75
P-20	487.50	100	P-46	46.70	75
P-21	116.80	100	P-47	44.70	75
P-22	213.30	100	P-48	177.70	75
P-23	216.30	100	P-49	87.30	75
P-24	118.80	100	P-50	216.30	75
P-25	113.80	100	P-51	42.60	75
P-26	119.00	100	P-52	172.70	75
P-27	69.10	100	P-53	166.60	75
			P-54	300.60	75

- Kebutuhan Pelanggan tiap junction / node:

Contoh perhitungan kebutuhan pelanggan per junction/node: (node 1)

- Konsumsi rata-rata: 30 m³/bulan/SR
- Jumlah sambungan rumah: 46

$$\begin{aligned}
 \text{Demand} &= \text{Jumlah SR} \times \text{konsumsi rata-rata} \\
 &= 46 \times 30 \text{ m}^3/\text{bulan}/\text{SR} \\
 &= 1380 \text{ m}^3/\text{bulan} \\
 &= 0,53 \text{ l/dt.}
 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan selanjutnya ditabelkan sebagai berikut:

\Tabel 4.3. Perhitungan Kebutuhan Air

Untuk perhitungan selanjutnya ditabelkan sebagai berikut:

Tabel 4.3. Perhitungan Kebutuhan Air

Label	Demand (Calculated)	SR	Label	Demand (Calculated)	SR
J-1	0.53	46	J-25	0.71	61
J-2	0.00	0	J-26	0.32	28
J-3	0.56	48	J-27	0.51	44
J-4	0.50	43	J-28	0.46	40
J-5	0.39	34	J-29	0.42	36
J-6	0.56	48	J-30	0.49	42
J-7	0.50	43	J-31	0.22	19
J-8	0.32	28	J-32	0.66	57
J-9	0.50	43	J-33	0.39	34
J-10	0.57	49	J-34	0.50	43
J-11	0.38	33	J-35	0.45	39
J-12	0.51	44	J-36	0.57	49
J-13	0.45	39	J-37	0.51	44
J-14	0.87	75	J-38	0.84	73
J-15	0.45	39	J-39	0.45	39
J-16	0.56	48	J-40	0.52	45
J-17	0.74	64	J-41	0.28	24
J-18	0.39	34	J-42	0.45	39
J-19	0.51	44	J-43	0.56	48
J-20	0.38	33	J-44	0.32	28
J-21	0.50	43	J-45	0.51	44
J-22	0.57	49	J-46	0.45	39
J-23	0.32	28	J-47	0.45	39
J-24	0.52	45	J-48	0.53	46

4.3. Analisa Simulasi

Tabel 4.4. Network Table -- Nodes at 05.00

Label	Elevation (m)	Demand (l/s)	Head (m)	Base Flow (l/s)	Pressure (m H2O)
J-1	601.00	0.98	689.27	0.53	88.09
J-2	692.80	0.00	693.67	0.00	0.87
J-3	658.95	1.04	692.61	0.56	33.59
J-4	630.27	0.93	692.11	0.50	61.72
J-5	523.08	0.72	571.95	0.39	48.77
J-6	515.93	1.04	571.93	0.56	55.89
J-7	515.58	0.93	571.92	0.50	56.23
J-8	516.20	0.59	571.91	0.32	55.60
J-9	523.40	0.93	571.90	0.50	48.40
J-10	605.20	1.05	689.33	0.57	83.96
J-11	634.20	0.70	692.14	0.38	57.82
J-12	652.40	0.94	691.51	0.51	39.03
J-13	657.30	0.83	691.25	0.45	33.89
J-14	663.20	1.61	691.18	0.87	27.93
J-15	641.40	0.83	691.69	0.45	50.18
J-16	636.40	1.04	691.43	0.56	54.92
J-17	609.20	1.37	690.01	0.74	80.65
J-18	605.20	0.72	690.00	0.39	84.63
J-19	659.10	0.94	692.29	0.51	33.13
J-20	653.00	0.70	691.86	0.38	38.78
Label	Elevation (m)	Demand (l/s)	Head (m)	Base Flow (l/s)	Pressure (m H2O)
J-21	635.90	0.93	691.40	0.50	55.39
J-22	625.90	1.05	691.37	0.57	65.34
J-23	663.30	0.59	690.75	0.32	27.40
J-24	664.20	0.96	690.73	0.52	26.48
J-25	666.70	1.31	690.63	0.71	23.88
J-26	665.00	0.59	690.61	0.32	25.56
J-27	609.30	0.94	689.88	0.51	80.42
J-28	610.00	0.85	689.87	0.46	79.71
J-29	610.30	0.78	689.86	0.42	79.40
J-30	608.20	0.91	689.58	0.49	81.21
J-31	649.20	0.41	691.47	0.22	42.19
J-32	644.40	1.22	691.42	0.66	46.93
J-33	615.30	0.72	689.78	0.39	74.33
J-34	598.20	0.93	689.78	0.50	91.39
J-35	614.20	0.83	689.48	0.45	75.13
J-36	599.90	1.05	689.42	0.57	89.34
J-37	616.40	0.94	689.29	0.51	72.75
J-38	634.40	1.55	691.31	0.84	56.79
J-39	657.10	0.83	691.23	0.45	34.06
J-40	654.70	0.96	691.12	0.52	36.34

Lab el	Elevation (m)	Demand (l/s)	Head (m)	Base Flow (l/s)	Pressure (m H2O)
J-41	665.00	0.52	690.61	0.28	25.56
J-42	672.00	0.83	690.50	0.45	18.46
J-43	521.40	1.04	571.90	0.56	50.40
J-44	528.70	0.59	571.84	0.32	43.06

Lab el	Elevation (m)	Demand (l/s)	Head (m)	Base Flow (l/s)	Pressure (m H2O)
J-45	514.20	0.94	571.68	0.51	57.37
J-46	507.50	0.83	571.90	0.45	64.27
J-47	519.50	0.83	571.90	0.45	52.29
J-48	607.30	0.98	689.37	0.53	81.91

Berdasarkan hasil simulasi, junction dengan tekanan maksimal pada 05.00 adalah:

$$\begin{aligned} \text{Max Pressure: J-34} &= 91,39 \text{ m H}_2\text{O} \\ &= 9,13 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Nilai tersebut masih dibawah nilai tekanan maksimal yang dimiliki oleh pipa PVC sebesar 12 kg/cm².

Berdasarkan hasil simulasi, junction dengan tekanan minimal pada 05.00 adalah:

$$\text{Min Pressure: J-42} = 18,46 \text{ m H}_2\text{O}$$

Nilai tersebut masih sanggup melayani kebutuhan pelanggan karena berada diatas tekanan minimal untuk wilayah kota Malang yang sebesar 10,0 m H₂O



Tabel 4.5. Pipe Report – Pipes at 05.00

Label	Length (m)	Diameter (mm)	Discharge (l/s)
P-1	30.5	250	38.08
P-2	515.9	250	34.42
P-5	138.1	250	5.84
P-6	235.6	250	4.49
P-7	167.6	200	3.67
P-8	206.1	200	2.3
P-9	314.8	200	0.74
P-10	545.4	200	0.74
P-11	258	250	32.06
P-12	148.3	250	9.98
P-13	233.6	150	10.37
P-14	153.3	150	8.04
P-15	78.2	150	5.71
P-16	149.3	150	11.09
P-17	70.1	150	12.2
P-18	427.5	150	11.61
P-19	205.1	150	0.64

Label	Length (m)	Diameter (mm)	Discharge (l/s)
P-20	487.5	100	3.67
P-21	116.8	100	4.26
P-22	213.3	100	1.85
P-23	216.3	100	1.48
P-24	118.8	100	0.94
P-25	113.8	100	4.28
P-26	119	100	0.86
P-27	69.1	100	2.9
P-28	204.1	100	0.53
P-29	41.6	100	3.75
P-30	18.3	100	2.09
P-31	36.6	100	0.69
P-32	60.9	100	6
P-33	78.2	100	3.52
P-34	186.9	100	0.94
P-35	156.4	75	1.43
P-36	126.9	75	1.78
P-37	40.6	75	1.09

Label	Length (m)	Diameter (mm)	Discharge (l/s)
P-38	318.9	75	0.33
P-39	196.6	75	0.64
P-40	149.3	75	0.82
P-41	168.6	75	0.74
P-42	167.6	75	0.94
P-43	106.6	75	0.84
P-44	127.9	75	0.87
P-45	269.1	75	1.66
P-46	46.7	75	1.38
P-47	44.7	75	0.74
P-48	177.7	75	0.86
P-49	87.3	75	0.46
P-50	216.3	75	0.74
P-51	42.6	75	1.02
P-52	172.7	75	0.53
P-53	166.6	75	0.42
P-54	300.6	75	0.84
P-55	1475.54	250	7.5

Tabel 4.6. Network Table -- Nodes at 06.00

Label	Elevation (m)	Demand (l/s)	Head (m)	Base Flow (l/s)	Pressure (m H2O)	Label	Elevation (m)	Demand (l/s)	Head (m)	Base Flow (l/s)	Pressure (m H2O)
J-1	601.0	1.0	688.7	0.5	87.5	J-21	635.9	1.0	691.1	0.5	55.1
J-2	692.8	0.0	693.7	0.0	0.9	J-22	625.9	1.1	691.1	0.6	65.0
J-3	659.0	1.1	692.5	0.6	33.5	J-23	663.3	0.6	690.4	0.3	27.0
J-4	630.3	1.0	691.9	0.5	61.5	J-24	664.2	1.0	690.4	0.5	26.1
J-5	523.1	0.8	571.9	0.4	48.8	J-25	666.7	1.4	690.2	0.7	23.5
J-6	515.9	1.1	571.9	0.6	55.9	J-26	665.0	0.6	690.2	0.3	25.2
J-7	515.6	1.0	571.9	0.5	56.2	J-27	609.3	1.0	689.4	0.5	79.9
J-8	516.2	0.6	571.9	0.3	55.6	J-28	610.0	0.9	689.4	0.5	79.2
J-9	523.4	1.0	571.9	0.5	48.4	J-29	610.3	0.8	689.4	0.4	78.9
J-10	605.2	1.1	688.8	0.6	83.4	J-30	608.2	1.0	689.1	0.5	80.7
J-11	634.2	0.8	691.9	0.4	57.6	J-31	649.2	0.4	691.2	0.2	41.9
J-12	652.4	1.0	691.2	0.5	38.8	J-32	644.4	1.3	691.1	0.7	46.6
J-13	657.3	0.9	690.9	0.5	33.6	J-33	615.3	0.8	689.3	0.4	73.8
J-14	663.2	1.7	690.9	0.9	27.6	J-34	598.2	1.0	689.3	0.5	90.9
J-15	641.4	0.9	691.4	0.5	49.9	J-35	614.2	0.9	689.0	0.5	74.6
J-16	636.4	1.1	691.1	0.6	54.6	J-36	599.9	1.1	688.9	0.6	88.8
J-17	609.2	1.5	689.6	0.7	80.2	J-37	616.4	1.0	688.7	0.5	72.2
J-18	605.2	0.8	689.5	0.4	84.2	J-38	634.4	1.7	691.0	0.8	56.5
J-19	659.1	1.0	692.1	0.5	32.9	J-39	657.1	0.9	690.9	0.5	33.7
J-20	653.0	0.8	691.6	0.4	38.5	J-40	654.7	1.0	690.8	0.5	36.0

Lab el	Elevation (m)	Demand (l/s)	Head (m)	Base Flow (l/s)	Pressure (m H2O)
J-41	665.0	0.1	693.6	0.3	28.6
J-42	672.0	0.1	693.6	0.5	21.6
J-43	521.4	0.2	572.0	0.6	50.5
J-44	528.7	0.1	572.0	0.3	43.2

Lab el	Elevation (m)	Demand (l/s)	Head (m)	Base Flow (l/s)	Pressure (m H2O)
J-45	514.2	0.2	572.0	0.5	57.7
J-46	507.5	0.1	572.0	0.5	64.4
J-47	519.5	0.1	572.0	0.5	52.4
J-48	607.3	0.2	693.6	0.5	86.1

Berdasarkan hasil simulasi, junction dengan tekanan maksimal pada 06.00 adalah:

$$\begin{aligned} \text{Max Pressure: J-34} &= 90,9 \text{ m H}_2\text{O} \\ &= 9,09 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Nilai tersebut masih dibawah nilai tekanan maksimal yang dimiliki oleh pipa PVC sebesar 12 kg/cm².

Berdasarkan hasil simulasi, junction dengan tekanan minimal pada 06.00 adalah:

$$\text{Min Pressure: J-42} = 21,6 \text{ m H}_2\text{O}$$

Nilai tersebut masih sanggup melayani kebutuhan pelanggan karena berada diatas tekanan minimal untuk wilayah kota Malang yang sebesar 10,0 m H₂O



Tabel 4.7. Pipe Report – Pipes at 06.00

Lab el	Length (m)	Diameter (mm)	Discharge (l/s)
P-1	30.5	250.0	45.6
P-2	515.9	250.0	41.2
P-5	138.1	250.0	7.0
P-6	235.6	250.0	5.4
P-7	167.6	200.0	4.4
P-8	206.1	200.0	2.8
P-9	314.8	200.0	0.9
P-10	545.4	200.0	0.9
P-11	258.0	250.0	38.4
P-12	148.3	250.0	12.0
P-13	233.6	150.0	12.4
P-14	153.3	150.0	9.6
P-15	78.2	150.0	6.8
P-16	149.3	150.0	13.3
P-17	70.1	150.0	14.6
P-18	427.5	150.0	13.9
P-19	205.1	150.0	0.8

Lab el	Length (m)	Diameter (mm)	Discharge (l/s)
P-20	487.5	100.0	4.4
P-21	116.8	100.0	5.1
P-22	213.3	100.0	2.2
P-23	216.3	100.0	1.8
P-24	118.8	100.0	1.1
P-25	113.8	100.0	5.1
P-26	119.0	100.0	1.0
P-27	69.1	100.0	3.5
P-28	204.1	100.0	0.6
P-29	41.6	100.0	4.5
P-30	18.3	100.0	2.5
P-31	36.6	100.0	0.8
P-32	60.9	100.0	7.2
P-33	78.2	100.0	4.2
P-34	186.9	100.0	1.1
P-35	156.4	75.0	1.7
P-36	126.9	75.0	2.1
P-37	40.6	75.0	1.3

Lab el	Length (m)	Diameter (mm)	Discharge (l/s)
P-38	318.9	75.0	0.4
P-39	196.6	75.0	0.8
P-40	149.3	75.0	1.0
P-41	168.6	75.0	0.9
P-42	167.6	75.0	1.1
P-43	106.6	75.0	1.0
P-44	127.9	75.0	1.0
P-45	269.1	75.0	2.0
P-46	46.7	75.0	1.7
P-47	44.7	75.0	0.9
P-48	177.7	75.0	1.0
P-49	87.3	75.0	0.6
P-50	216.3	75.0	0.9
P-51	42.6	75.0	1.2
P-52	172.7	75.0	0.6
P-53	166.6	75.0	0.5
P-54	300.6	75.0	1.0
P-55	1475.5	250.0	9.0

Tabel 4.8. Network Table – Nodes at 07.00

Label	Elevation (m)	Demand (l/s)	Head (m)	Base Flow (l/s)	Pressure (m H ₂ O)	Label	Elevation (m)	Demand (l/s)	Head (m)	Base Flow (l/s)	Pressure (m H ₂ O)
J-1	601.00	0.87	690.14	0.53	88.97	J-21	635.90	0.82	691.86	0.50	55.84
J-2	692.80	0.00	693.69	0.00	0.89	J-22	625.90	0.94	691.84	0.57	65.80
J-3	658.95	0.92	692.83	0.56	33.81	J-23	663.30	0.53	691.34	0.32	27.98
J-4	630.27	0.82	692.43	0.50	62.04	J-24	664.20	0.86	691.32	0.52	27.07
J-5	523.08	0.64	571.96	0.39	48.79	J-25	666.70	1.17	691.24	0.71	24.49
J-6	515.93	0.92	571.96	0.56	55.91	J-26	665.00	0.53	691.23	0.32	26.17
J-7	515.58	0.82	571.95	0.50	56.25	J-27	609.30	0.84	690.64	0.51	81.18
J-8	516.20	0.53	571.93	0.32	55.62	J-28	610.00	0.76	690.63	0.46	80.46
J-9	523.40	0.82	571.93	0.50	48.43	J-29	610.30	0.69	690.62	0.42	80.16
J-10	605.20	0.94	690.19	0.57	84.82	J-30	608.20	0.81	690.39	0.49	82.03
J-11	634.20	0.63	692.46	0.38	58.14	J-31	649.20	0.36	691.92	0.22	42.63
J-12	652.40	0.84	691.95	0.51	39.47	J-32	644.40	1.09	691.88	0.66	47.38
J-13	657.30	0.74	691.74	0.45	34.37	J-33	615.30	0.64	690.55	0.39	75.10
J-14	663.20	1.43	691.69	0.87	28.43	J-34	598.20	0.82	690.55	0.50	92.17
J-15	641.40	0.74	692.09	0.45	50.59	J-35	614.20	0.74	690.31	0.45	75.96
J-16	636.40	0.92	691.88	0.56	55.37	J-36	599.90	0.94	690.27	0.57	90.19
J-17	609.20	1.22	690.74	0.74	81.38	J-37	616.40	0.84	690.16	0.51	73.62
J-18	605.20	0.64	690.74	0.39	85.36	J-38	634.40	1.38	691.79	0.84	57.27
J-19	659.10	0.84	692.58	0.51	33.41	J-39	657.10	0.74	691.72	0.45	34.55
J-20	653.00	0.63	692.23	0.38	39.15	J-40	654.70	0.86	691.63	0.52	36.86

Label	Elevation (m)	Demand (l/s)	Head (m)	Base Flow (l/s)	Pressure (m H2O)
J-41	665.00	0.46	691.22	0.28	26.17
J-42	672.00	0.74	691.13	0.45	19.10
J-43	521.40	0.92	571.93	0.56	50.43
J-44	528.70	0.53	571.88	0.32	43.10

Label	Elevation (m)	Demand (l/s)	Head (m)	Base Flow (l/s)	Pressure (m H2O)
J-45	514.20	0.84	571.75	0.51	57.44
J-46	507.50	0.74	571.92	0.45	64.29
J-47	519.50	0.74	571.93	0.45	52.32
J-48	607.30	0.87	690.23	0.53	82.76

Berdasarkan hasil simulasi, junction dengan tekanan maksimal pada 07.00 adalah:

$$\begin{aligned} \text{Max Pressure: J-34} &= 92,16 \text{ m H}_2\text{O} \\ &= 9,21 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Nilai tersebut masih dibawah nilai tekanan maksimal yang dimiliki oleh pipa PVC sebesar 12 kg/cm².

Berdasarkan hasil simulasi, junction dengan tekanan minimal pada 07.00 adalah:

$$\text{Min Pressure: J-42} = 19,0 \text{ m H}_2\text{O}$$

Nilai tersebut masih sanggup melayani kebutuhan pelanggan karena berada diatas tekanan minimal untuk wilayah kota Malang yang sebesar 10,0 m H₂O



Tabel 4.9 Pipe Report -- Pipes at 07.00

Lab el	Length (m)	Diameter (mm)	Discharge (l/s)
P-1	30.5	250.0	38.1
P-2	515.9	250.0	34.4
P-5	138.1	250.0	5.8
P-6	235.6	250.0	4.5
P-7	167.6	200.0	3.7
P-8	206.1	200.0	2.3
P-9	314.8	200.0	0.7
P-10	545.4	200.0	0.7
P-11	258.0	250.0	32.1
P-12	148.3	250.0	10.0
P-13	233.6	150.0	10.4
P-14	153.3	150.0	8.0
P-15	78.2	150.0	5.7
P-16	149.3	150.0	11.1
P-17	70.1	150.0	12.2
P-18	427.5	150.0	11.6
P-19	205.1	150.0	0.6

Lab el	Length (m)	Diameter (mm)	Discharge (l/s)
P-20	487.5	100.0	3.7
P-21	116.8	100.0	4.3
P-22	213.3	100.0	1.9
P-23	216.3	100.0	1.5
P-24	118.8	100.0	0.9
P-25	113.8	100.0	4.3
P-26	119.0	100.0	0.9
P-27	69.1	100.0	2.9
P-28	204.1	100.0	0.5
P-29	41.6	100.0	3.8
P-30	18.3	100.0	2.1
P-31	36.6	100.0	0.7
P-32	60.9	100.0	6.0
P-33	78.2	100.0	3.5
P-34	186.9	100.0	0.9
P-35	156.4	75.0	1.4
P-36	126.9	75.0	1.8
P-37	40.6	75.0	1.1

Lab el	Length (m)	Diameter (mm)	Discharge (l/s)
P-38	318.9	75.0	0.3
P-39	196.6	75.0	0.6
P-40	149.3	75.0	0.8
P-41	168.6	75.0	0.7
P-42	167.6	75.0	0.9
P-43	106.6	75.0	0.8
P-44	127.9	75.0	0.9
P-45	269.1	75.0	1.7
P-46	46.7	75.0	1.4
P-47	44.7	75.0	0.7
P-48	177.7	75.0	0.9
P-49	87.3	75.0	0.5
P-50	216.3	75.0	0.7
P-51	42.6	75.0	1.0
P-52	172.7	75.0	0.5
P-53	166.6	75.0	0.4
P-54	300.6	75.0	0.8
P-55	1475.5	250.0	7.5

Tabel 4.10. Network Table – Nodes at 17.00

Label	Elevation (m)	Demand (l/s)	Head (m)	Base Flow (l/s)	Pressure (m H ₂ O)
J-1	601.00	0.76	690.95	0.53	89.77
J-2	692.80	0.00	693.70	0.00	0.90
J-3	658.95	0.80	693.04	0.56	34.02
J-4	630.27	0.72	692.73	0.50	62.33
J-5	523.08	0.56	571.98	0.39	48.80
J-6	515.93	0.80	571.97	0.56	55.93
J-7	515.58	0.72	571.97	0.50	56.27
J-8	516.20	0.46	571.96	0.32	55.65
J-9	523.40	0.72	571.95	0.50	48.45
J-10	605.20	0.82	690.99	0.57	85.62
J-11	634.20	0.55	692.74	0.38	58.43
J-12	652.40	0.73	692.35	0.51	39.87
J-13	657.30	0.65	692.19	0.45	34.82
J-14	663.20	1.25	692.15	0.87	28.89
J-15	641.40	0.65	692.46	0.45	50.96
J-16	636.40	0.80	692.30	0.56	55.79
J-17	609.20	1.06	691.41	0.74	82.05
J-18	605.20	0.56	691.41	0.39	86.04
J-19	659.10	0.73	692.84	0.51	33.67
J-20	653.00	0.55	692.57	0.38	39.49
J-21	635.90	0.72	692.28	0.50	56.27
J-22	625.90	0.82	692.26	0.57	66.23
J-23	663.30	0.46	691.88	0.32	28.52
J-24	664.20	0.75	691.86	0.52	27.61
J-25	666.70	1.02	691.80	0.71	25.05
J-26	665.00	0.46	691.79	0.32	26.74
J-27	609.30	0.73	691.34	0.51	81.87
J-28	610.00	0.66	691.32	0.46	81.16
J-29	610.30	0.60	691.32	0.42	80.86
J-30	608.20	0.70	691.14	0.49	82.78
J-31	649.20	0.32	692.33	0.22	43.04
J-32	644.40	0.95	692.30	0.66	47.80
J-33	615.30	0.56	691.27	0.39	75.82
J-34	598.20	0.72	691.27	0.50	92.88
J-35	614.20	0.65	691.08	0.45	76.73
J-36	599.90	0.82	691.05	0.57	90.96
J-37	616.40	0.73	690.96	0.51	74.42
J-38	634.40	1.21	692.22	0.84	57.71
J-39	657.10	0.65	692.17	0.45	35.00
J-40	654.70	0.75	692.10	0.52	37.33

Lab el	Elevation (m)	Demand (l/s)	Head (m)	Base Flow (l/s)	Pressure (m H2O)
J-41	665.00	0.40	691.79	0.28	26.73
J-42	672.00	0.65	691.72	0.45	19.68
J-43	521.40	0.80	571.95	0.56	50.45
J-44	528.70	0.46	571.92	0.32	43.13

Lab el	Elevation (m)	Demand (l/s)	Head (m)	Base Flow (l/s)	Pressure (m H2O)
J-45	514.20	0.73	571.82	0.51	57.50
J-46	507.50	0.65	571.95	0.45	64.32
J-47	519.50	0.65	571.95	0.45	52.35
J-48	607.30	0.76	691.01	0.53	83.55

Berdasarkan hasil simulasi, junction dengan tekanan maksimal pada 17.00 adalah:

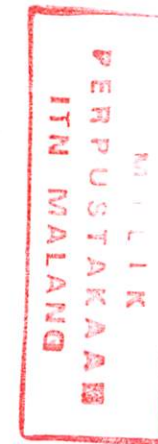
$$\begin{aligned} \text{Max Pressure: J-34} &= 92,88 \text{ m H2O} \\ &= 9,28 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Nilai tersebut masih dibawah nilai tekanan maksimal yang dimiliki oleh pipa PVC sebesar 12 kg/cm².

Berdasarkan hasil simulasi, junction dengan tekanan minimal pada 17.00 adalah:

$$\text{Min Pressure: J-42} = 19,6 \text{ m H2O}$$

Nilai tersebut masih sanggup melayani kebutuhan pelanggan karena berada diatas tekanan minimal untuk wilayah kota Malang yang sebesar 10,0 m H2O



Tabel 4.11 Pipe Report – Pipes at 17.00

Lab el	Length (m)	Diameter (mm)	Discharge (l/s)
P-1	30.5	250.0	33.2
P-2	515.9	250.0	30.0
P-5	138.1	250.0	5.1
P-6	235.6	250.0	3.9
P-7	167.6	200.0	3.2
P-8	206.1	200.0	2.0
P-9	314.8	200.0	0.7
P-10	545.4	200.0	0.7
P-11	258.0	250.0	28.0
P-12	148.3	250.0	8.7
P-13	233.6	150.0	9.0
P-14	153.3	150.0	7.0
P-15	78.2	150.0	5.0
P-16	149.3	150.0	9.7
P-17	70.1	150.0	10.6
P-18	427.5	150.0	10.1
P-19	205.1	150.0	0.6

Lab el	Length (m)	Diameter (mm)	Discharge (l/s)
P-20	487.5	100.0	3.2
P-21	116.8	100.0	3.7
P-22	213.3	100.0	1.6
P-23	216.3	100.0	1.3
P-24	118.8	100.0	0.8
P-25	113.8	100.0	3.7
P-26	119.0	100.0	0.8
P-27	69.1	100.0	2.5
P-28	204.1	100.0	0.5
P-29	41.6	100.0	3.3
P-30	18.3	100.0	1.8
P-31	36.6	100.0	0.6
P-32	60.9	100.0	5.2
P-33	78.2	100.0	3.1
P-34	186.9	100.0	0.8
P-35	156.4	75.0	1.3
P-36	126.9	75.0	1.6
P-37	40.6	75.0	1.0

Lab el	Length (m)	Diameter (mm)	Discharge (l/s)
P-38	318.9	75.0	0.3
P-39	196.6	75.0	0.6
P-40	149.3	75.0	0.7
P-41	168.6	75.0	0.7
P-42	167.6	75.0	0.8
P-43	106.6	75.0	0.7
P-44	127.9	75.0	0.8
P-45	269.1	75.0	1.5
P-46	46.7	75.0	1.2
P-47	44.7	75.0	0.7
P-48	177.7	75.0	0.8
P-49	87.3	75.0	0.4
P-50	216.3	75.0	0.7
P-51	42.6	75.0	0.9
P-52	172.7	75.0	0.5
P-53	166.6	75.0	0.4
P-54	300.6	75.0	0.7
P-55	1475.5	250.0	6.5

Tabel 4.12. Network Table – Nodes at 23.00

Label	Elevation (m)	Demand (l/s)	Head (m)	Base Flow (l/s)	Pressure (m H ₂ O)
J-1	601.0	0.2	693.6	0.5	92.4
J-2	692.8	0.0	693.8	0.0	0.9
J-3	659.0	0.2	693.7	0.6	34.7
J-4	630.3	0.2	693.7	0.5	63.3
J-5	523.1	0.1	572.0	0.4	48.9
J-6	515.9	0.2	572.0	0.6	56.0
J-7	515.6	0.2	572.0	0.5	56.3
J-8	516.2	0.1	572.0	0.3	55.7
J-9	523.4	0.2	572.0	0.5	48.5
J-10	605.2	0.2	693.6	0.6	88.2
J-11	634.2	0.1	693.7	0.4	59.4
J-12	652.4	0.2	693.7	0.5	41.2
J-13	657.3	0.1	693.7	0.5	36.3
J-14	663.2	0.3	693.7	0.9	30.4
J-15	641.4	0.1	693.7	0.5	52.2
J-16	636.4	0.2	693.7	0.6	57.1
J-17	609.2	0.2	693.6	0.7	84.2
J-18	605.2	0.1	693.6	0.4	88.2
J-19	659.1	0.2	693.7	0.5	34.5
J-20	653.0	0.1	693.7	0.4	40.6
J-21	635.9	0.2	693.7	0.5	57.6
J-22	625.9	0.2	693.7	0.6	67.6
J-23	663.3	0.1	693.6	0.3	30.3
J-24	664.2	0.2	693.6	0.5	29.4
J-25	666.7	0.2	693.6	0.7	26.9
J-26	665.0	0.1	693.6	0.3	28.6
J-27	609.3	0.2	693.6	0.5	84.1
J-28	610.0	0.1	693.6	0.5	83.4
J-29	610.3	0.1	693.6	0.4	83.1
J-30	608.2	0.2	693.6	0.5	85.2
J-31	649.2	0.1	693.7	0.2	44.4
J-32	644.4	0.2	693.7	0.7	49.2
J-33	615.3	0.1	693.6	0.4	78.1
J-34	598.2	0.2	693.6	0.5	95.2
J-35	614.2	0.1	693.6	0.5	79.2
J-36	599.9	0.2	693.6	0.6	93.5
J-37	616.4	0.2	693.6	0.5	77.0
J-38	634.4	0.3	693.7	0.8	59.1
J-39	657.1	0.1	693.7	0.5	36.5
J-40	654.7	0.2	693.7	0.5	38.9

Label	Elevation (m)	Demand (l/s)	Head (m)	Base Flow (l/s)	Pressure (m H ₂ O)
J-41	665.0	0.1	693.6	0.3	28.6
J-42	672.0	0.1	693.6	0.5	21.6
J-43	521.4	0.2	572.0	0.6	50.5
J-44	528.7	0.1	572.0	0.3	43.2

Label	Elevation (m)	Demand (l/s)	Head (m)	Base Flow (l/s)	Pressure (m H ₂ O)
J-45	514.2	0.2	572.0	0.5	57.7
J-46	507.5	0.1	572.0	0.5	64.4
J-47	519.5	0.1	572.0	0.5	52.4
J-48	607.3	0.2	693.6	0.5	86.1

Berdasarkan hasil simulasi, junction dengan tekanan paling tinggi pada 23.00 adalah:

$$\begin{aligned} \text{Max Pressure: J-34} &= 95,2 \text{ m H}_2\text{O} \\ &= 9,52 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Nilai tersebut masih dibawah nilai tekanan maksimal yang dimiliki oleh pipa PVC sebesar 12 kg/cm².

Berdasarkan hasil simulasi, junction dengan tekanan minimal pada 23.00 adalah:

$$\text{Min Pressure: J-42} = 21,6 \text{ m H}_2\text{O}$$

Nilai tersebut masih sanggup melayani kebutuhan pelanggan karena berada diatas tekanan minimal untuk wilayah kota Malang yang sebesar 10,0 m H₂O

Tabel 4.13 Pipe Report – Pipes at 23.00

Label	Length (m)	Diameter (mm)	Discharge (l/s)
P-1	30.5	250	7.29
P-2	515.9	250	6.59
P-5	138.1	250	1.12
P-6	235.6	250	0.86
P-7	167.6	200	0.7
P-8	206.1	200	0.44
P-9	314.8	200	0.14
P-10	545.4	200	0.14
P-11	258	250	6.14
P-12	148.3	250	1.91
P-13	233.6	150	1.98
P-14	153.3	150	1.54
P-15	78.2	150	1.09
P-16	149.3	150	2.12
P-17	70.1	150	2.34
P-18	427.5	150	2.22
P-19	205.1	150	0.12

Label	Length (m)	Diameter (mm)	Discharge (l/s)
P-20	487.5	100.0	0.7
P-21	116.8	100.0	0.8
P-22	213.3	100.0	0.4
P-23	216.3	100.0	0.3
P-24	118.8	100.0	0.2
P-25	113.8	100.0	0.8
P-26	119.0	100.0	0.2
P-27	69.1	100.0	0.6
P-28	204.1	100.0	0.1
P-29	41.6	100.0	0.7
P-30	18.3	100.0	0.4
P-31	36.6	100.0	0.1
P-32	60.9	100.0	1.2
P-33	78.2	100.0	0.7
P-34	186.9	100.0	0.2
P-35	156.4	75.0	0.3
P-36	126.9	75.0	0.3
P-37	40.6	75.0	0.2

Label	Length (m)	Diameter (mm)	Discharge (l/s)
P-38	318.9	75	0.06
P-39	196.6	75	0.12
P-40	149.3	75	0.16
P-41	168.6	75	0.14
P-42	167.6	75	0.18
P-43	106.6	75	0.16
P-44	127.9	75	0.17
P-45	269.1	75	0.32
P-46	46.7	75	0.26
P-47	44.7	75	0.14
P-48	177.7	75	0.16
P-49	87.3	75	0.09
P-50	216.3	75	0.14
P-51	42.6	75	0.2
P-52	172.7	75	0.1
P-53	166.6	75	0.08
P-54	300.6	75	0.16
P-55	1475.54	250	1.44

Tabel 4.14. Network Table – Nodes at 00.00

Label	Elevation (m)	Demand (l/s)	Head (m)	Base Flow (l/s)	Pressure (m H ₂ O)
J-1	601.0	0.1	693.7	0.5	92.5
J-2	692.8	0.0	693.8	0.0	0.9
J-3	659.0	0.1	693.7	0.6	34.7
J-4	630.3	0.1	693.7	0.5	63.3
J-5	523.1	0.1	572.0	0.4	48.9
J-6	515.9	0.1	572.0	0.6	56.0
J-7	515.6	0.1	572.0	0.5	56.3
J-8	516.2	0.1	572.0	0.3	55.7
J-9	523.4	0.1	572.0	0.5	48.5
J-10	605.2	0.1	693.7	0.6	88.3
J-11	634.2	0.1	693.7	0.4	59.4
J-12	652.4	0.1	693.7	0.5	41.2
J-13	657.3	0.1	693.7	0.5	36.3
J-14	663.2	0.2	693.7	0.9	30.4
J-15	641.4	0.1	693.7	0.5	52.2
J-16	636.4	0.1	693.7	0.6	57.2
J-17	609.2	0.2	693.7	0.7	84.3
J-18	605.2	0.1	693.7	0.4	88.3
J-19	659.1	0.1	693.7	0.5	34.6
J-20	653.0	0.1	693.7	0.4	40.6
J-21	635.9	0.1	693.7	0.5	57.7
J-22	625.9	0.1	693.7	0.6	67.7
J-23	663.3	0.1	693.7	0.3	30.3
J-24	664.2	0.1	693.7	0.5	29.4
J-25	666.7	0.2	693.7	0.7	26.9
J-26	665.0	0.1	693.7	0.3	28.6
J-27	609.3	0.1	693.7	0.5	84.2
J-28	610.0	0.1	693.7	0.5	83.5
J-29	610.3	0.1	693.7	0.4	83.2
J-30	608.2	0.1	693.7	0.5	85.3
J-31	649.2	0.1	693.7	0.2	44.4
J-32	644.4	0.2	693.7	0.7	49.2
J-33	615.3	0.1	693.7	0.4	78.2
J-34	598.2	0.1	693.7	0.5	95.3
J-35	614.2	0.1	693.7	0.5	79.3
J-36	599.9	0.1	693.7	0.6	93.6
J-37	616.4	0.1	693.7	0.5	77.1
J-38	634.4	0.2	693.7	0.8	59.2
J-39	657.1	0.1	693.7	0.5	36.5
J-40	654.7	0.1	693.7	0.5	38.9

Label	Elevation (m)	Demand (l/s)	Head (m)	Base Flow (l/s)	Pressure (m H2O)
J-41	665.0	0.1	693.7	0.3	28.6
J-42	672.0	0.1	693.7	0.5	21.6
J-43	521.4	0.1	572.0	0.6	50.5
J-44	528.7	0.1	572.0	0.3	43.2

Label	Elevation (m)	Demand (l/s)	Head (m)	Base Flow (l/s)	Pressure (m H2O)
J-45	514.2	0.1	572.0	0.5	57.7
J-46	507.5	0.1	572.0	0.5	64.4
J-47	519.5	0.1	572.0	0.5	52.4
J-48	607.3	0.1	693.7	0.5	86.2

Berdasarkan hasil simulasi, junction dengan tekanan paling tinggi pada 00.00 adalah:

$$\begin{aligned} \text{Max Pressure: J-34} &= 95,3 \text{ m H}_2\text{O} \\ &= 9,53 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Nilai tersebut masih dibawah nilai tekanan maksimal yang dimiliki oleh pipa PVC sebesar 12 kg/cm².

Berdasarkan hasil simulasi, junction dengan tekanan minimal pada 00.00 adalah:

$$\text{Min Pressure: J-42} = 21,6 \text{ m H}_2\text{O}$$

Nilai tersebut masih sanggup melayani kebutuhan pelanggan karena berada diatas tekanan minimal untuk wilayah kota Malang yang sebesar 10,0 m H₂O



Tabel 4.15 Pipe Report – Pipes at 00.00

Label	Length (m)	Diameter (mm)	Discharge (l/s)
P-1	30.5	250.0	5.3
P-2	515.9	250.0	4.8
P-5	138.1	250.0	0.8
P-6	235.6	250.0	0.6
P-7	167.6	200.0	0.5
P-8	206.1	200.0	0.3
P-9	314.8	200.0	0.1
P-10	545.4	200.0	0.1
P-11	258.0	250.0	4.5
P-12	148.3	250.0	1.4
P-13	233.6	150.0	1.5
P-14	153.3	150.0	1.1
P-15	78.2	150.0	0.8
P-16	149.3	150.0	1.6
P-17	70.1	150.0	1.7
P-18	427.5	150.0	1.6
P-19	205.1	150.0	0.1

Label	Length (m)	Diameter (mm)	Discharge (l/s)
P-20	487.5	100.0	0.5
P-21	116.8	100.0	0.6
P-22	213.3	100.0	0.3
P-23	216.3	100.0	0.2
P-24	118.8	100.0	0.1
P-25	113.8	100.0	0.6
P-26	119.0	100.0	0.1
P-27	69.1	100.0	0.4
P-28	204.1	100.0	0.1
P-29	41.6	100.0	0.5
P-30	18.3	100.0	0.3
P-31	36.6	100.0	0.1
P-32	60.9	100.0	0.8
P-33	78.2	100.0	0.5
P-34	186.9	100.0	0.1
P-35	156.4	75.0	0.2
P-36	126.9	75.0	0.3
P-37	40.6	75.0	0.2

Label	Length (m)	Diameter (mm)	Discharge (l/s)
P-38	318.9	75.0	0.1
P-39	196.6	75.0	0.1
P-40	149.3	75.0	0.1
P-41	168.6	75.0	0.1
P-42	167.6	75.0	0.1
P-43	106.6	75.0	0.1
P-44	127.9	75.0	0.1
P-45	269.1	75.0	0.2
P-46	46.7	75.0	0.2
P-47	44.7	75.0	0.1
P-48	177.7	75.0	0.1
P-49	87.3	75.0	0.1
P-50	216.3	75.0	0.1
P-51	42.6	75.0	0.1
P-52	172.7	75.0	0.1
P-53	166.6	75.0	0.1
P-54	300.6	75.0	0.1
P-55	1475.5	250.0	1.1

Tabel 4.16. Network Table – Nodes at 01.00

Label	Elevation (m)	Demand (l/s)	Head (m)	Base Flow (l/s)	Pressure (m H ₂ O)
J-1	601.00	0.17	693.58	0.53	92.39
J-2	692.80	0.00	693.75	0.00	0.95
J-3	658.95	0.18	693.71	0.56	34.69
J-4	630.27	0.16	693.69	0.50	63.29
J-5	523.08	0.12	572.04	0.39	48.86
J-6	515.93	0.18	572.04	0.56	55.99
J-7	515.58	0.16	572.04	0.50	56.34
J-8	516.20	0.10	572.04	0.32	55.72
J-9	523.40	0.16	572.03	0.50	48.54
J-10	605.20	0.18	693.58	0.57	88.20
J-11	634.20	0.12	693.69	0.38	59.37
J-12	652.40	0.16	693.66	0.51	41.18
J-13	657.30	0.14	693.65	0.45	36.28
J-14	663.20	0.28	693.65	0.87	30.39
J-15	641.40	0.14	693.67	0.45	52.17
J-16	636.40	0.18	693.66	0.56	57.15
J-17	609.20	0.24	693.60	0.74	84.24
J-18	605.20	0.12	693.60	0.39	88.23
J-19	659.10	0.16	693.69	0.51	34.52
J-20	653.00	0.12	693.68	0.38	40.60
J-21	635.90	0.16	693.66	0.50	57.64
J-22	625.90	0.18	693.66	0.57	67.62
J-23	663.30	0.10	693.63	0.32	30.27
J-24	664.20	0.17	693.63	0.52	29.37
J-25	666.70	0.23	693.63	0.71	26.88
J-26	665.00	0.10	693.63	0.32	28.57
J-27	609.30	0.16	693.60	0.51	84.13
J-28	610.00	0.15	693.60	0.46	83.43
J-29	610.30	0.13	693.60	0.42	83.13
J-30	608.20	0.16	693.59	0.49	85.22
J-31	649.20	0.07	693.66	0.22	44.37
J-32	644.40	0.21	693.66	0.66	49.16
J-33	615.30	0.12	693.60	0.39	78.14
J-34	598.20	0.16	693.60	0.50	95.20
J-35	614.20	0.14	693.58	0.45	79.22
J-36	599.90	0.18	693.58	0.57	93.49
J-37	616.40	0.16	693.58	0.51	77.02
J-38	634.40	0.27	693.66	0.84	59.14
J-39	657.10	0.14	693.65	0.45	36.48
J-40	654.70	0.17	693.65	0.52	38.87

Lab el	Elevation (m)	Demand (l/s)	Head (m)	Base Flow (l/s)	Pressure (m H2O)
J-41	665.00	0.09	693.63	0.28	28.57
J-42	672.00	0.14	693.62	0.45	21.58
J-43	521.40	0.18	572.03	0.56	50.53
J-44	528.70	0.10	572.03	0.32	43.25

Lab el	Elevation (m)	Demand (l/s)	Head (m)	Base Flow (l/s)	Pressure (m H2O)
J-45	514.20	0.16	572.03	0.51	57.71
J-46	507.50	0.14	572.03	0.45	64.41
J-47	519.50	0.14	572.03	0.45	52.43
J-48	607.30	0.17	693.58	0.53	86.11

Berdasarkan hasil simulasi, junction dengan tekanan paling tinggi pada 01.00 adalah:

$$\begin{aligned} \text{Max Pressure: J-34} &= 95,2 \text{ m H}_2\text{O} \\ &= 9,52 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Nilai tersebut masih dibawah nilai tekanan maksimal yang dimiliki oleh pipa PVC sebesar 12 kg/cm².

Berdasarkan hasil simulasi, junction dengan tekanan minimal pada 01.00 adalah:

$$\text{Min Pressure: J-42} = 21,58 \text{ m H}_2\text{O}$$

Nilai tersebut masih sanggup melayani kebutuhan pelanggan karena berada diatas tekanan minimal untuk wilayah kota Malang yang sebesar 10,0 m H₂O

Tabel 4.17 Pipe Report – Pipes at 01.00

Label	Length (m)	Diameter (mm)	Discharge (l/s)
P-1	30.5	250.0	7.4
P-2	515.9	250.0	6.7
P-5	138.1	250.0	1.1
P-6	235.6	250.0	0.9
P-7	167.6	200.0	0.7
P-8	206.1	200.0	0.5
P-9	314.8	200.0	0.1
P-10	545.4	200.0	0.1
P-11	258.0	250.0	6.2
P-12	148.3	250.0	1.9
P-13	233.6	150.0	2.0
P-14	153.3	150.0	1.6
P-15	78.2	150.0	1.1
P-16	149.3	150.0	2.2
P-17	70.1	150.0	2.4
P-18	427.5	150.0	2.3
P-19	205.1	150.0	0.1

Label	Length (m)	Diameter (mm)	Discharge (l/s)
P-20	487.5	100.0	0.7
P-21	116.8	100.0	0.8
P-22	213.3	100.0	0.4
P-23	216.3	100.0	0.3
P-24	118.8	100.0	0.2
P-25	113.8	100.0	0.8
P-26	119.0	100.0	0.2
P-27	69.1	100.0	0.6
P-28	204.1	100.0	0.1
P-29	41.6	100.0	0.7
P-30	18.3	100.0	0.4
P-31	36.6	100.0	0.1
P-32	60.9	100.0	1.2
P-33	78.2	100.0	0.7
P-34	186.9	100.0	0.2
P-35	156.4	75.0	0.3
P-36	126.9	75.0	0.4
P-37	40.6	75.0	0.2

Label	Length (m)	Diameter (mm)	Discharge (l/s)
P-38	318.9	75.0	0.1
P-39	196.6	75.0	0.1
P-40	149.3	75.0	0.2
P-41	168.6	75.0	0.1
P-42	167.6	75.0	0.2
P-43	106.6	75.0	0.2
P-44	127.9	75.0	0.2
P-45	269.1	75.0	0.3
P-46	46.7	75.0	0.3
P-47	44.7	75.0	0.1
P-48	177.7	75.0	0.2
P-49	87.3	75.0	0.1
P-50	216.3	75.0	0.1
P-51	42.6	75.0	0.2
P-52	172.7	75.0	0.1
P-53	166.6	75.0	0.1
P-54	300.6	75.0	0.2
P-55	1475.5	250.0	1.5

BAB V**PENUTUP****5.1. Kesimpulan.**

Berdasarkan rumusan masalah dan hasil perhitungan yang telah dilakukan maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil simulasi sistem jaringan pipa pada sumur Genting dengan program WaterCAD versi 6.5. didapatkan bahwa dengan:
 - a. Jumlah Pelanggan = 2000 SR
 - b. Konsumsi rata-rata = $30\text{m}^3/\text{bulan}/\text{SR}$
 - c. Tekanan minimal pada jam puncak = 18,1 m H₂O
 - d. Tekanan maksimal pada jam dasar = $9,52\text{ kg}/\text{cm}^2$

Debit air yang digunakan oleh reservoir sebesar 45,61 l/s. Sehingga masih mencukupi untuk sumber air bersih dari perkiraan semula sebesar 50 l/s

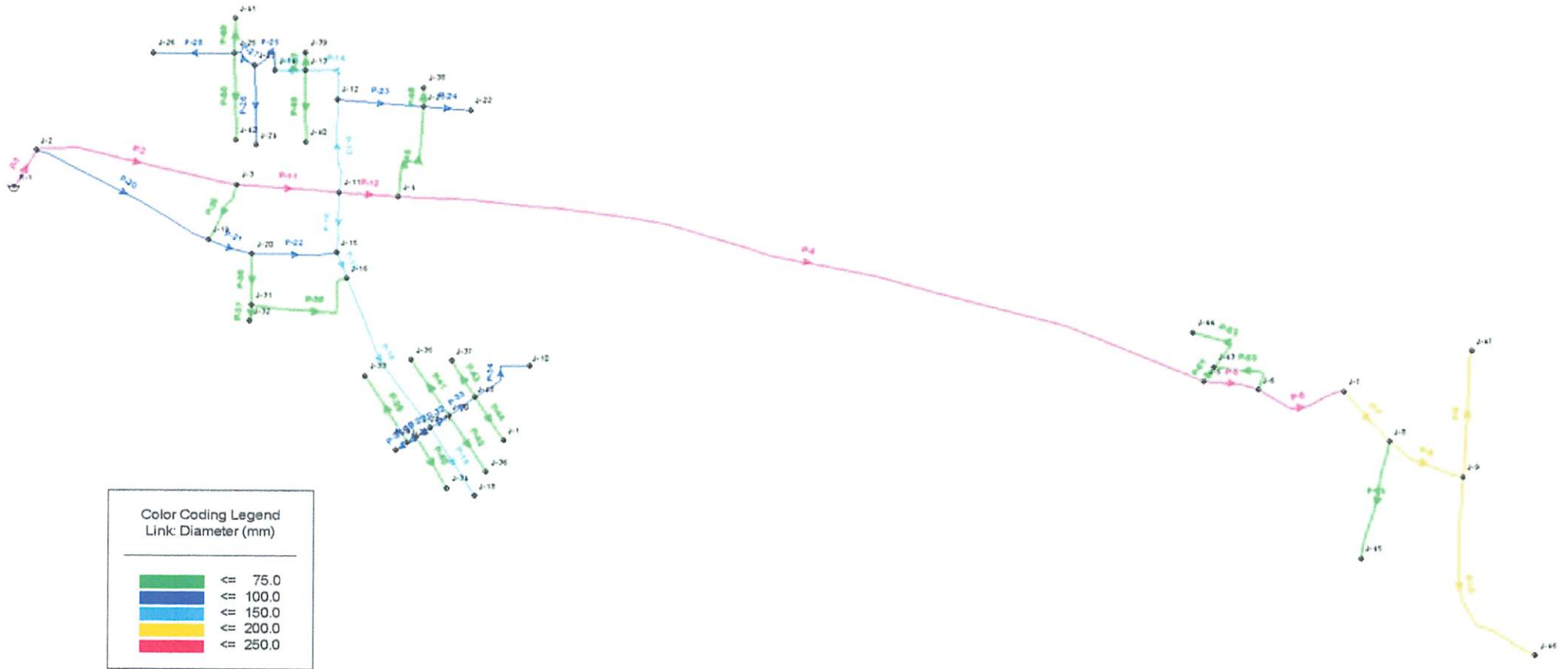
2. Peta Jaringan dengan menggunakan pipa PVC terdapat pada lampiran dan telah sesuai dengan simulasi WaterCAD

5.2. Saran

Sebenarnya kualitas suatu perencanaan ditentukan oleh tingkat akurasi data-data pendukung yang diperlukan. Guna mendapatkan hasil yang lebih baik, maka untuk penelitian kedepannya harap dilakukan koreksi terhadap tiap sambungan rumah, pembagian nodes terhadap Sambungan Rumah, serta koreksi intensitas dan fluktuasi pemakaian air harian setiap jamnya oleh pelanggan secara berkala..

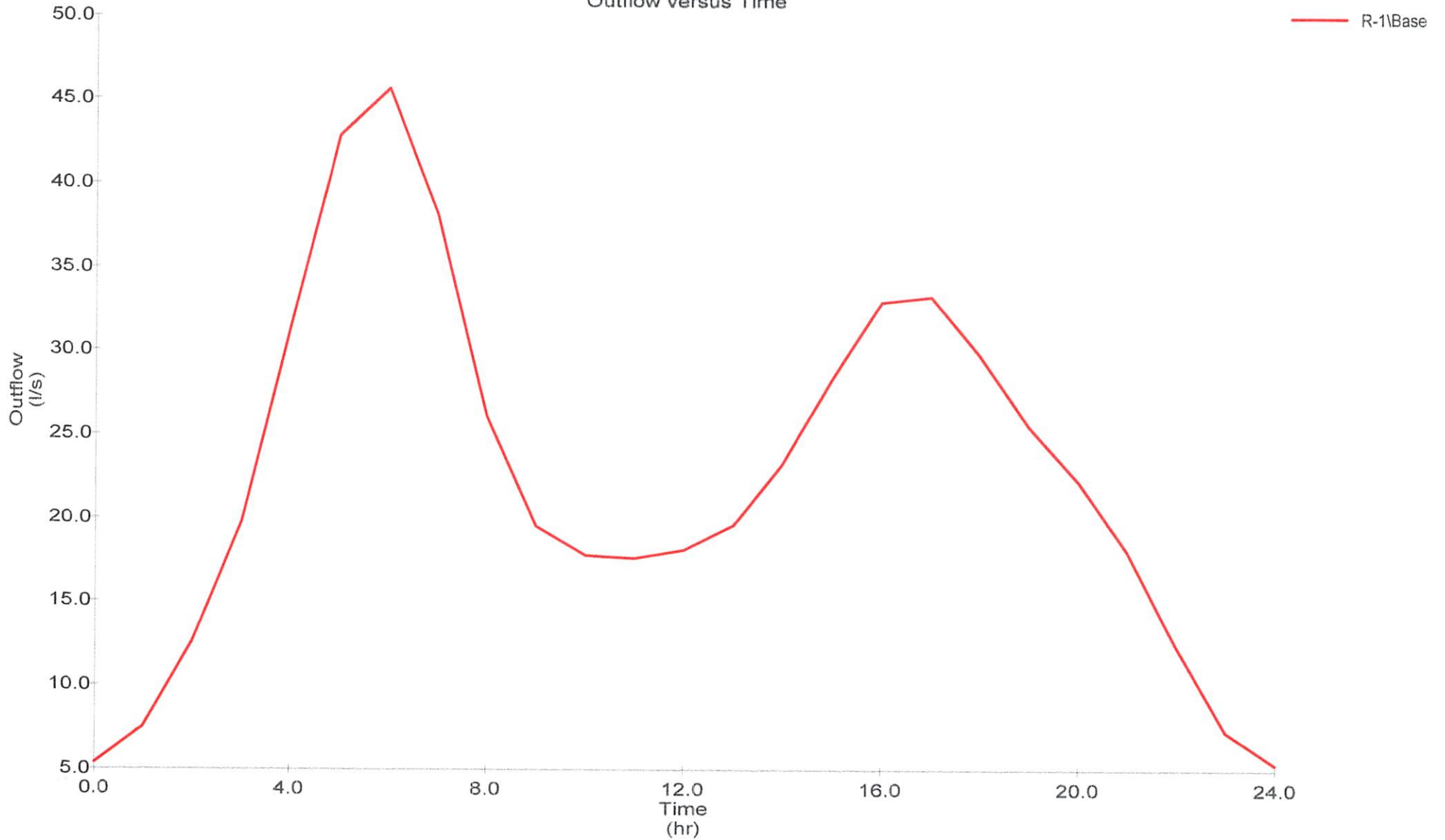
LAMPIRAN

Peta Rencana Jaringan Air Bersih Sumur Genting



Graph

Reservoir: R-1
Outflow versus Time





INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
JL. BENDUNGAN SIGURA- GURA NO. 2
MALANG

LEMBAR ASISTENSI

NAMA : Mahar Yoni Ardi.
NIM : 08.23.902
TUGAS : ^{Proposal} Praktek Kerja Nyata T-A
PEMBIMBING : Kusri

No.	Tanggal	Keterangan	Paraf
1	2/5 '12	Revisi sistem Distro. air bersih dari sumbu Genteng Utara Melubangi Kebukun Air Besi Desa Genteng, kel. Kota Mly.	
		sebutan. pelapah & alfi alis.	

DAFTAR PUSTAKA

- Direktorat Jenderal Cipta Karya. 2006. *Petunjuk Teknis Prasarana Air Minum Sederhana*. Departemen Pekerjaan Umum Dirjen Cipta Karya. Jakarta.
- Gordon Maskew Fair, John Charles Geyer, & Daniel Alexander Okun. 1970. *Elements Water Suplyy And Wastewater Disposal*. John Wiley & Sons Inc.
- Haestad Methods. 2001. *User's Guide Watercad v 4.5 for Windows*. Haestad Press. Waterbury CT. USA.
- Priyantoro, Dwi. 1991. *Catatan Perkuliahan Hidrolika*. Jurusan Teknik Pengairan, FT-UB. Malang. (Tidak diterbitkan).
- Purdjito, Bambang. *Diktat Perkuliahan Pengelolaan Air Bersih*. Jurusan Teknik Pengairan, FTSP-ITN. Malang. (Tidak diterbitkan).
- Triatmodjo, Bambang. 1993. *Hidrolika I dan Hidrolika II*. Beta Offset. Yogyakarta.
- Webber, N. B. 1971. *Fluids Mechanics For Engineering S-1 Edition*. Chapman and Hallman Ltd. London.