

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air bersih merupakan kebutuhan dasar bagi manusia dan makhluk hidup lainnya sehingga menjadi hal yang wajar jika sektor air bersih mendapat prioritas utama masyarakat dan pemerintah setempat dalam menjaga dan melestarikannya. Sistem distribusi air bersih umumnya merupakan suatu jaringan pemipaan yang tersusun atas sistem pipa, pompa, reservoir dan perlengkapan lainnya dan dikelola langsung oleh Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM).

Oleh karena sistem pendistribusian air bersih kepada pelanggan merupakan hal yang penting dan kita sebagai manusia tidak lepas dari kebutuhan akan air bersih maka diperlukan evaluasi terhadap jaringan sistem penyediaan air bersih yang ada di kota gunung sitoli, terutama sistem jaringan pipa distribusinya. Hal ini dilakukan untuk mengetahui kendala-kendala yang terjadi pada jaringan pipa distribusinya dalam rangka untuk optimalisasi pasokan air kekonsumen.

Sebagai upaya meningkatkan pengembangan penyediaan air minum di wilayah kota Gunung sitoli perlu direncanakan adanya jaringan perpipaan agar sumber air dapat tersalurkan dengan baik sehingga penduduk setempat dapat memenuhi kebutuhan air minumannya. Dengan demikian dibutuhkan suatu jaringan distribusi air bersih yang baik dan efisien. Jumlah atau debit air yang disediakan tergantung pada jumlah penduduk dan industri yang dilayani, serta perlu diperhitungkan pertumbuhannya dimasa yang akan datang. Dalam pelayanan penyediaan air bersih lebih baik digunakan pipa karena lebih sedikit kemungkinan tercemar dan biayanya yang lebih murah dari pada saluran terbuka.

Suatu model sistem jaringan pipa distribusi air melibatkan pengetahuan yang menyangkut persamaan-persamaan dalam hidrolika saluran tertutup. Persamaan dasar yang terkait dengan hidrolika ini adalah persamaan kontinuitas, namun jaringan yang kompleks perangkat lunak seperti aplikasi EPANET2.0 akan sangat membantu.

EPANET 2.0 adalah program komputer dapat menampilkan simulasi hidrolis dan kualitas air pada jaringan pipa yang bertekanan. Jaringan tersebut terdiri dari pipa, node atau junction pipa, pompa, valve, tangki penampungan atau

reservoir. Epanet 2.0 dapat mengidentifikasi aliran air dalam setiap pipa, tekanan pada setiap node, ketinggian air pada tangki, dan konsentrasi senyawa kimia dalam jaringan selama periode simulasi.

Output yang dihasilkan dari program Epanet 2.0 ini antara lain debit yang mengalir dalam pipa, tekanan air dari masing-masing titik/node/junction yang dapat dipakai sebagai analisa dalam menentukan operasi instalasi, pompa dan reservoir serta bersamanya konsentrasi unsur kimia yang terkandung dalam air bersih yang didistribusikan dan dapat digunakan sebagai simulasi penentuan lokasi sumber sebagai arah pengembangan, yang juga dapat digunakan untuk analisa sebagai macam sistem distribusi, detail desain, model kalibrasi hidrolis, analisa sisa khlor dan dari hasil analisis running Epanet 2.0 dapat berupa peta jaringan dengan kode warna, tabel, grafik time-series, kontur plot dan lain-lain.

1.2 Rumusan Masalah

Yang menjadi pokok permasalahan berdasarkan penjelasan di atas adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana melakukan pemetaan jaringan pipa distribusi PDAM di kota Gunung Sitoli ?
2. Bagaimana pembentukan simulasi jaringan pipa distribusi PDAM dengan menggunakan EPANET 2.0 ?
3. Bagaimana menghitung debit air dari analisis simulasi jaringan pipa distribusi PDAM dengan menggunakan Epanet 2.0 ?

1.3 Maksud dan Tujuan

1.3.1 Maksud

Dari perencanaan sistem penyediaan air bersih PDAM di kota GunungSitoli yaitu untuk memenuhi kebutuhan air bersih masyarakat.

1.3.2 Tujuan

Merencanakan detail pemanfaatan air bersih dari reservoir sungai Nou di kota Gunung sitoli sebagai berikut :

1. Proyeksi kebutuhan air minum di kota Gunungsitoli hingga Tahun 2032.
2. Pembentukan simulasi pemetaan jaringan pipa distribusi PDAM dengan menggunakan EPANET 2.0.
3. Menganalisis kebutuhan debit air layanan 75% dari jumlah penduduk kota Gunungsitoli dari tahun 2021, 2025 dan 2032 dengan analisis menggunakan program Epanet 2.0.

1.4 Batasan Masalah

Adapun yang menjadi batasan masalah dalam penyusunan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Daerah yang dilakukan penelitian adalah sungai Nou di kota Gunungsitoli.
2. Pembentukan model jaringan pipa distribusi menggunakan software EPANET 2.0
3. Pemodelan jaringan terbatas pada jaringan pipa primer dan sekunder.
4. Untuk bisa menjalankan simulasi dengan software EPANET 2.0 diperlukan data-data pendukung seperti : Peta jaringan, letak-letak aksesoris, diameter dan panjang pipa, elevasi peta jaringan, dan kebutuhan debit pada tiap node.
5. Tidak merencanakan besarnya anggaran biaya pelaksanaan.
6. Asumsi belum ada jaringan perpipaan yang terpasang.
7. Jenis pipa yang digunakan adalah jenis pipa PVC standar SNI 06-0084-2002
8. Sumber air telah memenuhi standar kualitas air bersih.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diambil dari penyusunan Tugas Akhir ini adalah :

1. Memberikan masukan atau alternatif kepada Instansi (PDAM) terkait yang dapat dilakukan untuk mengembangkan pelayanan air bersih.
2. Memberikan arahan bagi masyarakat penggunaan air bersih tentang pengelolaan kelangsungan sarana dan prasarana penyediaan air minum.

3. Menggunakan Program Epanet 2.0 dapat mempermudah pekerjaan dalam merencanakan, menganalisis, dan mengevaluasi jaringan pipa distribusi.

1.6 Sistematika Penulisan

Dalam penulisan Tugas Akhir ini digunakan penulisan sebagai berikut :

Bab I Pendahuluan

Berisi latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

Bab II Tinjauan pustaka

Pada bab ini membahas tentang teori-teori serta rumus-rumus yang digunakan untuk menunjang penelitian dari berbagai sumber

Bab III Metode Penelitian

Bab ini menjelaskan metode yang digunakan dalam penelitian untuk mendapatkan data-data yang dibutuhkan dalam proses pengelolaan data.

Bab IV Hasil Dan Penelitian

Bab ini akan berisi tentang pelaksanaan penelitian dilakukan yang mencakup hasil pengumpulan data, pengolahan data dan pembahasan data yang diperoleh dari teori yang ada

Bab V Kesimpulan Dan Saran

Bab ini akan berisi kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian dan saran mengenai mengenai topik Tugas Akhir ini. Pada akhir penulisan ini akan dilampirkan daftar pustaka yang digunakan sebagai referensi penunjang dalam penyelesaian Tugas akhir.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Program Epanet 2.0

Epanet 2.0 (*Environmental Protection Agency Network*) adalah sebuah program komputer (model) yang melaksanakan simulasi hidraulik dan perilaku kualitas air di dalam suatu jaringan pipa distribusi air minum (pipa bertekanan). Suatu jaringan distribusi air minum terdiri dari pipa- pipa, node (percabangan pipa), pompa, tangki air atau reservoir dan katup-katup. Berikut ini adalah penjelasan program epanet 2.0 menurut **PUPR “ PENGENALAN PROGRAM EPANET “**.

a. Kegunaan EPANET 2.0

Program **EPANET 2.0** merupakan aplikasi komputer dalam sistem **WINDOWS 95/98/2000/Me** maupun **NT 2000**, yang terintegrasi dalam editing jaringan input data, simulasi hidrolis dan kualitas air yang dapat dilihat outputnya dalam berbagai format seperti kode jaringan yang berwarna, tabel, desain grafik terhadap variabel waktu yang dikehendaki.

Kegunaan program **EPANET 2.0** yaitu :

1. Didesain sebagai alat untuk mengetahui perkembangan dan pergerakan air serta degradasi unsur kimia yang ada dalam air di pipa distribusi.
2. Dapat digunakan sebagai dasar analisis dan berbagai macam sistem distribusi, detail desain, model kalibrasi hidrolis, analisa sisa khlor dan beberapa unsur lainnya.
3. Dapat membantu menentukan alternatif strategis manajemen dalam sistem jaringan pipa distribusi air bersih, seperti :
 - Sebagai penentuan alternatif sumber/ instalasi, apabila terdapat banyak sumber instalasi.
 - Digunakan sebagai pusat treatment, seperti dimana dilakukan proses khlorinasi, baik itu di instalasi maupun di dalam sistem jaringan.

Epanet merupakan analisis hidrolis yang terdiri dari :

1. Analisis ini tidak dibatasi oleh letak lokasi jaringan.

2. Kehilangan tekanan akibat gesekan (friction) dihitung dengan menggunakan
3. persamaan Hazen Williams, Darcy Weisbach atau Chezy Manning Formulas.
4. Disamping mayor losses, minor losses (kehilangan tekanan di bend, elbow, fitting,dll) dapat dihitung.
5. Model konstanta atau variable kecepatan pompa.
6. Perhitungan energi dan harga pompa.
7. Berbagai tipe model valve yang dilengkapi dengan shut off, check pressure regulating dan valve yang dilengkapi dengan control kecepatan
8. Reservoir yang berbagai bentuk dan ukuran
9. Faktor fluktuasi pemakaian air
10. Sebagai dasar operating sistem untuk mengontrol level air di reservoir dan waktu

Epanet juga memberikan analisis water quality :

1. Model pergerakan unsur material non reaktif yang melalui jaringan pada setiap saat
2. Model perubahan material reaktif dalam proses desinfektan dan sisa khlor
3. Model umur air yang mengalir dalam jaringan
4. Model reaksi kimia sebagai akibat pergerakan air dan dinding pipa

b. Input Data Dalam EPANET 2.0

Data- data yang dibutuhkan dalam EPANET 2.0 sangat penting sekali dalam proses analisa, evaluasi, dan simulasi jaringan distribusi air bersih berbasis Epanet.

Input data yang dibutuhkan adalah:

1. Peta
2. Node/ junction/ titik dari komponen distribusi
3. Elevasi
4. Panjang pipa distribusi

5. Diameter dalam pipa
6. Jenis pipa yang digunakan
7. Jenis sumber (mata air sumur bor, IPAM, dll)
8. Spesifikasi pompa (bila menggunakan pompa)
9. Beban masing- masing node (besarnya tapping)
10. Faktor fluktuasi pemakaian air
11. Konsentrasi khlor di sumber

Output yang dihasilkan diantaranya adalah :

1. Hidrolik head dari masing- masing titik
2. Tekanan dan kualitas air

c. **Komponen Program Epanet 2.0**

Komponen dalam program Epanet 2.0 terdiri dari :

➤ **Komponen Fisik**

- Node, yang merupakan gambaran dari tank, reservoir dan junction
- Link, yang merupakan penghubung node serta gambaran dari pipa, pompa, katup dan sebagainya.

EPANET memodelkan sebuah sistem distribusi sebagai sebuah mata rantai yang terhubung dengan node (titik). Penghubung dapat melambangkan pipa, pompa dan valve control. Node adalah titik melambangkan junction, tank, dan reservoir.

➤ **Komponen Non Fisik**

Sebagai tambahan pada komponen fisik EPANET 2.0 memberikan tiga tipe objek konfirmasi yaitu kurva (curve), pola (pattern), dan kontrol (control), dimana menggambarkan aspek perilaku dan operasi sebuah sistem distribusi.

Komponen non fisik meliputi :

1. Kurva misalnya kurva pompa, volume, headloss dan lain- lain

Kurva adalah objek yang mengandung pasangan data yang menggambarkan hubungan antar dua parameter. Dua atau lebih objek dapat diberikan pada kurva yang sama. EPANET 2.0 dapat menggunakan tipe kurva sebagai berikut :

- Kurva Pompa

Kurva pompa menggambarkan hubungan antara head dan debit aliran. Head digambarkan pada sumbu vertical (Y), sedangkan debit aliran digambarkan pada sumbu horizontal (X). Sebuah pompa yang benar harus memiliki head yang menurun dengan meningkatnya debit, EPANET 2.0 akan menggunakan kurva pompa yang berbeda tergantung dari jumlah titik yang dimasukkan.

Single Point Curve merupakan kurva pompa yang identifikasikan dengan sebuah titik kombinasi head debit yang menggambarkan titik operasi yang diinginkan. EPANET 2.0 akan menambahkan 2 titik lagi pada kurva untuk mengasumsikan batas head pada titik 0 sama dengan 133 % dari desain head dan debit aliran saat head 0, sama dengan 2 kali debit desain.

Three Point Curve merupakan kurva pompa yang diidentifikasikan tiga buah titik, yaitu :

- Titik debit rendah (debit dan head pada saat rendah atau debit = 0)
- Titik debit desain (debit dan head pada titik operasi yang diinginkan)
- Titik debit maksimum (debit dan head pada maksimum aliran).

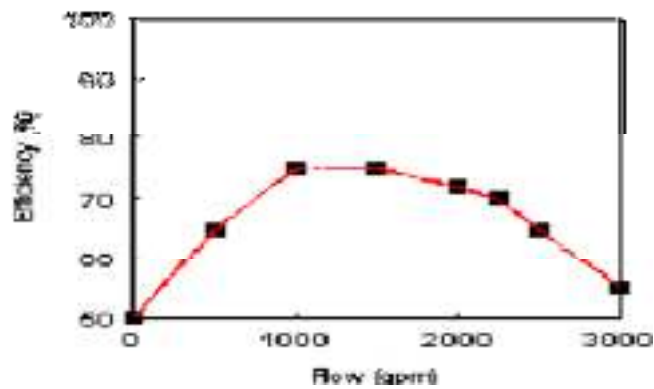
Multi point Curve merupakan kurva pompa yang diidentifikasikan dengan memberikan sepasang atau lebih titik head debit. EPANET membuat kurva yang lengkap dengan menghubungkan titik dengan garis lurus. Untuk pompa dengan variasi speed, bentuk kurva pompa sesuai dengan penambahan speednya. Hubungan debit aliran (Q) dan head (H) pada speed N1 dan N2 adalah :

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{H_1}{H_2} \dots\dots\dots(1)$$

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \left(\frac{H_1}{H_2}\right)^2 \dots\dots\dots(2)$$

- Kurva Efisiensi

Sebuah kurva efisiensi menentukan efisiensi pompa (Y dalam %) sebagai fungsi dari debit pompa (X dalam unit debit). Efisiensi harus menggambarkan efisiensi yang dapat menghitung kehilangan mekanis pada pompa sebagai kehilangan listrik pada motor pompa. Kurva digunakan hanya untuk menghitung energi. Jika tidak melakukan input kurva efisiensi, EPANET 2.0 akan menggunakan kurva efisiensi yang global.

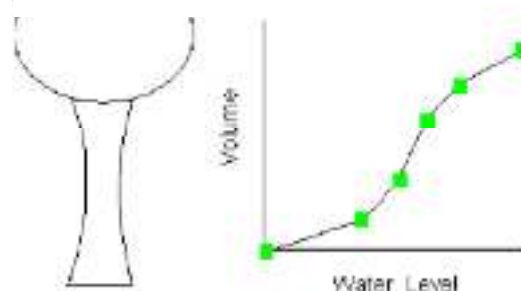


Sumber : Pengenalan program epanet “ PUPR “

Gambar 2. 1-Kurva Efisiensi Pompa

- Kurva Volume

Sebuah kurva volume menentukan bagaimana volume tangki penyimpanan air (Y dalam meter kubik) sebagai fungsi dari level air (X dalam meter). Hal ini yang penting *digunakan* menentukan luas area tanki sebagai variasi dan tinggi. Level air yang rendah dan tinggi untuk kurva harus dimiliki antara level rendah dan tinggi dari operasi kurva volume tanki ada pada gambar 2.



Sumber : Pengenalan program epanet “ PUPR “

Gambar 2. 2-Kurva Volume Tangki

- Kurva Head Loss

Kurva headloss digunakan untuk menggambarkan headloss (Y dalam meter atau feet) melalui General Purpose Valve (GPV) sebagai fungsi dari debit (X dalam unit debit). Hal ini memberikan kemampuan untuk memodelkan alat dan situasi dengan hubungan headloss debit yang unik, seperti mengurangi perilaku aliran, pencegahan aliran balik, turbin dan draw-down sumur.

2. Pola Waktu (time pattern)

yang merupakan pengali yang dapat diaplikasikan kekuantitas yang diperbolehkan pada periode tertentu. Pola waktu (timepattern) merupakan kumpulan pengali (multiplier) yang dapat diberlakukan pada suatu debit agar dapat bervariasi setiap waktu. Kebutuhan debit pada node, head reservoir, aturan pompa dan kualitas air dapat pola yang tergabung bersama. Interval waktu yang digunakan adalah nilai yang baku, yang ditetapkan dalam Time Options. Dalam interval ini, nilai produk merupakan hasil pengali antara lain konstan yang kita input dengan faktor pengali yang kita tetapkan pada masing-masing periode.

Sebagai contoh pola waktu bekerja menetapkan sebuah titik junction dengan kebutuhan rata- rata 10 L/s. Interval pola waktu kita tetapkan 4 jam dan faktor pengali dapat ditampilkan dibawah :

Tabel 2. 1. Pola waktu

Periode	1	2	3	4	5	6
Faktor	0.5	0.8	1.0	1.2	0.9	0.7

Selama simulasi kebutuhan aktual pada titik ini akan mengikuti pola sebagai berikut :

Tabel 2. 2. Simulasi Kebutuhan aktual

Jam	0 – 4	4 – 8	8 – 12	12 – 16	16- 20	20- 24	24-
Demand	5	8	10	12	9	7	5

3. Kontrol

Yang merupakan pernyataan bagaimana jaringan dapat beroperasi selama waktu tertentu. Kontrol merupakan pernyataan yang menggambarkan bagaimana jaringan beroperasi sepanjang waktu. Kontrol menetapkan status penghubung sebagai fungsi dari waktu, level tangki air dan tekanan.

Ada dua kategori kontrol yang digunakan yaitu :

- Simple Control

Simple Control merubah status atau mengatur penghubung berdasarkan pada :

- Level air pada tangki
- Tekanan pada junction
- Waktu saat simulasi
- Waktu dalam sehari

- Rule- Based Control

Rule Based Control menyediakan status link dan pengaturan didasarkan pada kombinasi kondisi yang mungkin ada dalam jaringan setelah hidraulik awal sistem dihitung.

d. Langkah-Langkah Membuat Analisa dalam EPANET 2.0

Dibawah ini adalah langkah- langkah yang harus dilakukan dalam membuat analisa dan simulasi sistem distribusi dengan menggunakan program **EPANET 2.0**, yaitu :

- a. Menentukan satuan (SI atau English) dan rumus perhitungan hidrolis (Hazen William, Darcy Weisbach, atau Manning) yang di buat dengan

memilih *option* yang telah ada. Menentukan apakah model yang kita buat nantinya berskala atau tipikal (model dengan skala akan sangat bagus jika kita telah memiliki peta dasar digital wilayah perencanaan yang detail dan berskala yang baik).

- b. Menyiapkan model jaringan pipa yang kita buat, model jaringan ini biasanya disesuaikan dengan peta jalan dimana pipa tersebut ditanam. Sebab dalam membuat jaringan pipa distribusi harus disesuaikan dengan kondisi jalan yang ada. File peta jaringan pipa harus dalam bentuk BMP atau WMF
- c. Dari data model sistem jaringan tersebut dibuat tabulasi data tentang data pipa seperti panjang pipa antar node, diameter pipa, jenis pipa (koefisien kekasaran pipa). Untuk dapat membuat simulasi ini data pipa minimum yang harus ada adalah panjang pipa, diameter pipa, koefisien kekasaran pipa. Penamaan pipa ini dapat kita buat sendiri untuk memudahkan kita dalam melakukan evaluasi.
- d. Tabulasi tentang data junction/ node yang ada, data junction/ node minimal yang harus dimasukkan untuk dapat melakukan evaluasi adalah elevasi junction/ node, kebutuhan air pada junction/ node tersebut. Untuk sistem yang lebih kompleks kita dapat memasukkan beberapa data misalnya pembagian zona.
- e. Tabulasi tentang data lainnya seperti data pompa, reservoir, tangki, valve, kualitas air, dan lain- lain. Dalam hal ini data yang penting untuk dapat dianalisa adalah keberadaan pompa atau elevasi reservoir dalam hal ini merupakan unit produksi air.
- f. Setelah data- data tersebut diatas dimasukkan maka kita siap untuk melakukan simulasi dengan melakukan **run** pada model yang kita buat, dalam proses run ini program akan melakukan iterasi perhitungan sampai terjadi keseimbangan hidrolis tidak tercapai maka akan ada laporan (report) bahwa ada kesalahan dalam pemasukan data pada titik tertentu. Maka kita perlu melakukan perbaikan atau merubah data tersebut sampai **run** yang kita lakukan berhasil.

- g. Meskipun hasil **run** terhadap model dan data input yang kita masukkan telah menemukan keseimbangan hidrolis, namun perlu dilakukan pencegahan apakah keseimbangan hidrolis tersebut sesuai dengan yang kita harapkan atau tidak. Jika tidak maka kita harus melakukan perbaikan- perbaikan terhadap model dan data input yang kita masukkan.
- h. Setelah run berhasil dan keseimbangan hidrolis yang terjadi telah sesuai dengan kriteria desain yang kita inginkan, kita dapat melihat dan menampilkan hasilnya dalam bentuk tabel, grafik maupun gambar.
- i. Selain itu kita juga dapat melakukan simulasi lain dari model yang sama untuk beberapa scenario yang kita buat, misalnya kondisi jaringan tersebut pada 20 tahun mendatang atau scenario lainnya.

e. Menu-menu dalam EPANET 2.0

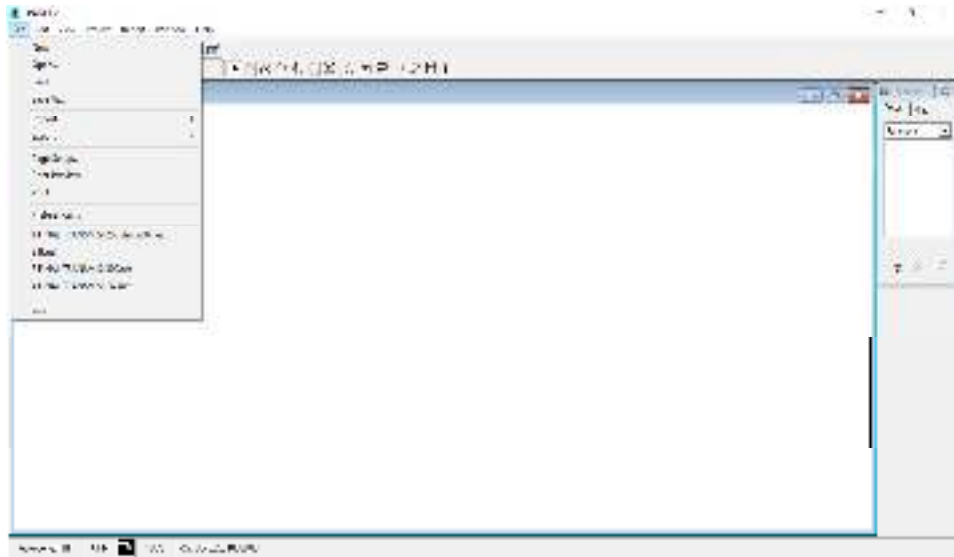
Menu-yang terdapat dalam program EPANET 2.0 adalah sebagai berikut :

1. Menu File

Menu File berisikan perintah- perintah untuk membuka dan menyimpan file- file data dan untuk mencetak.

Tabel 2. 1 Menu file pada EPANET 2.0

Perintah	Penjelasan
New	Membuat proyek EPANET yang baru
Open	Membuka file proyek EPANET yang sudah ada
Save	Menyimpan proyek EPANET yang sedang dikerjakan
Save As	Menyimpan proyek EPANET yang sedang dikerjakan dengan nama file baru
Import	Mengimport jaringan data atau peta dari suatu file
Export	Mengeksport jaringan data atau peta dari suatu file
Page Setup	Mengatur batas- batas garis pinggir atas dan dasar untuk dicetak
Print Preview	Memperlihatkan suatu keluaran yang ingin dilihat dilayar
Print	Mencetak yang sedang dilihat
Preferences	Mengatur program yang diinginkan
Exit	Keluar dari program EPANET



Sumber : Pengenalan program epanet “ PUPR “

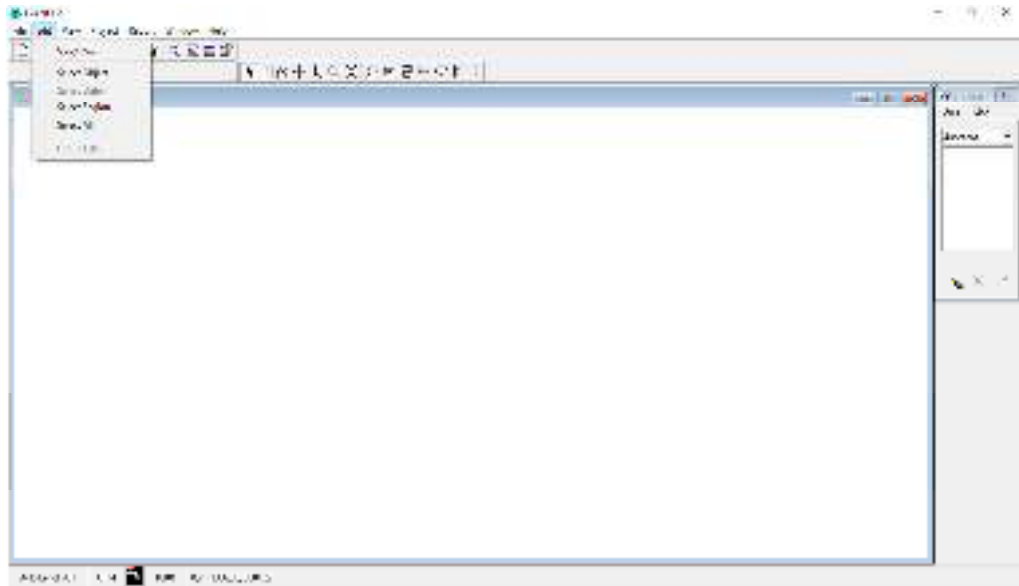
Gambar 2. 3-Menu File

2. Menu edit

Menu Edit berisikan perintah untuk mengedit dan mengcopy.

Tabel 2. 4 Menu edit pada EPANET 2.0

Perintah	Penjelasan
Copy to	Mengcopy tampilan yang sedang aktif (Peta,Laporan hasil, grafik dari tabel) kedalam clipboard atau kedalam file
Select Object	Menyeleksi sebuah obyek atau peta
Select Vertex	Menyeleksi hubungan vertices pada peta
Select Region	Menyeleksi sebuah daerah didalam peta
Select All	Membuat sebuah daerah menyatu dengan yang lainnya
Group Exit	Mengedit property untuk sekelompok dari obyek- obyek agar terpisah satu sama lainnya



Sumber : Pengenalan program epanet “ PUPR “

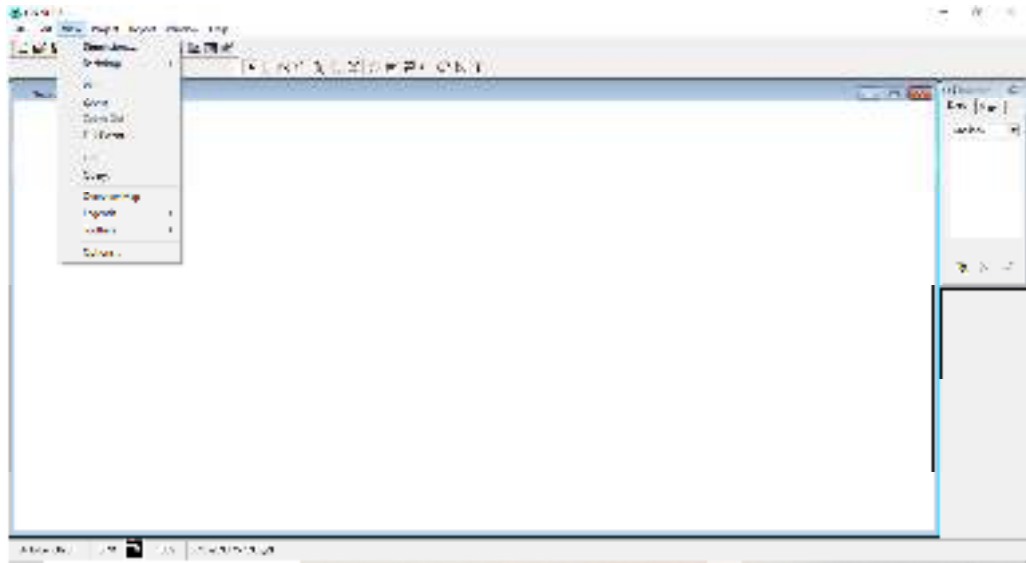
Gambar 2. 4-Menu edit

3. Menu view

Pada menu view terdapat perintah- perintah untuk mengendalikan tampilan dari network map.

Tabel 2. 2 Menu view

Perintah	Penjelasan
Dimensions	Mendimensi peta
Backdrop	Mengijinkan backdrop peta untuk ditampilkan
Pan	Bergeser atau Bergerap data peta
Zoom In	Zoom in pada peta
Zoom Out	Zoom out pada peta
Full Extend	Menggambar ulang peta pada full extent
Find	Mencari lokasi tertentu didalam peta
Query	Mencari item tertentu didalam peta yang mempunyai kriteria khusus
Overview Map	Mengaktifkan atau menonaktifkan overview map
Legends	Mengontrol legenda- legenda tampilan peta
Toolbars	Mengaktifkan atau menonaktifkan toolbars
Option	Mengatur penampilan tambahan peta



Sumber : Pengenalan program epanet “ PUPR “

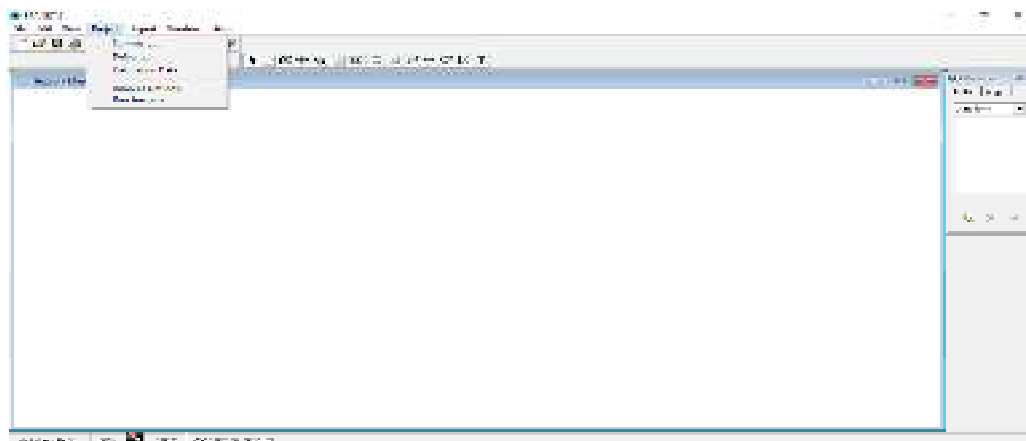
Gambar 2. 5-Menu view

4. Menu Project

Menu Project didalamnya terdapat perintah- perintah yang berhubungan dengan analisa yang sedang dilakukan pada project menu.

Tabel 2. 6. Menu project

Perintah	Penjelasan
Summary	Menunjukkan deskripsi ringkas dari karakteristik proyek
Defaults	Edit property standar proyek
Calibration Data	Merekam file yang berisikan hasil data kalibrasi dan hasil proyek
Analysis Opt	
Option	Edit pilihan analisa
Run Analysis	Menjalankan suatu simulasi



Sumber : Pengenalan program epanet “ PUPR “

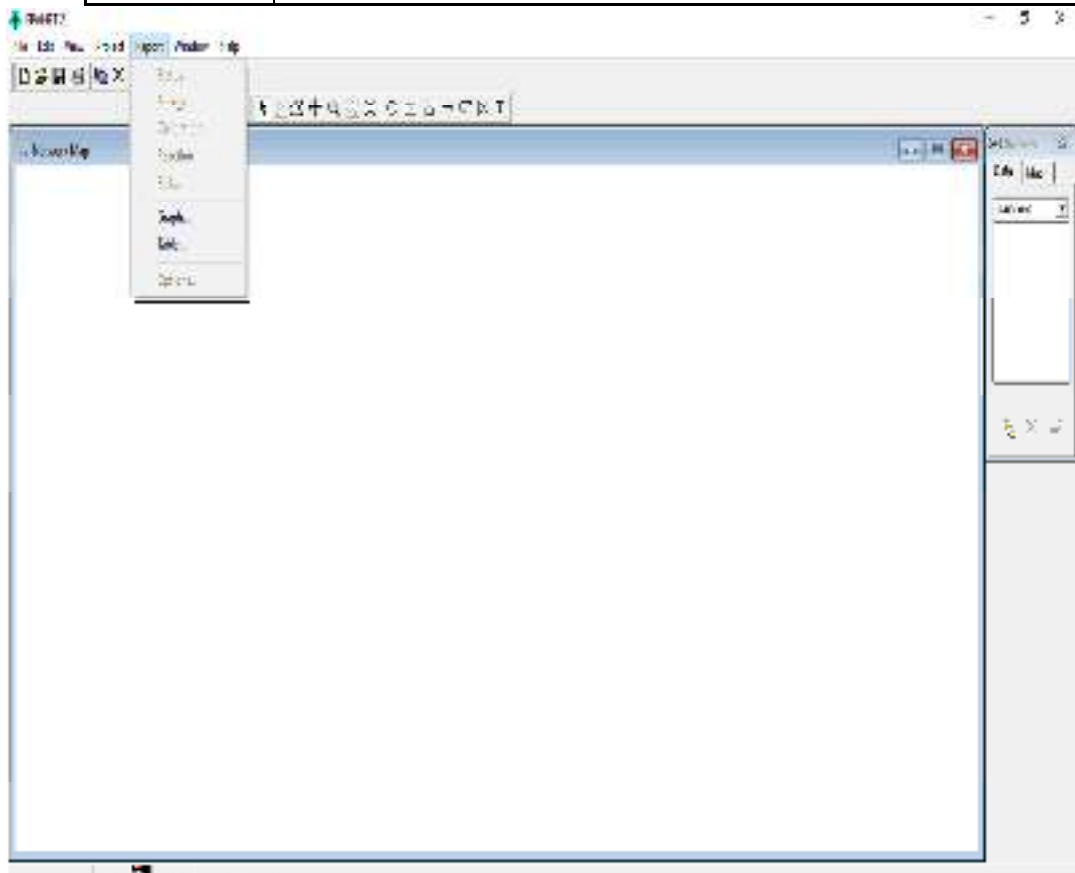
Gambar 2. 6-Menu project

5. Menu Report

Menu Report mempunyai perintah- perintah yang digunakan untuk menampilkan data- data analisa dalam format yang berbeda- beda.

Tabel 2. 3 Menu report

Perintah	Penjelasan
Status	Melaporkan hasil perubahan status jaringan
Energi	Melaporkan hasil energi yang dikonsumsi oleh tiap- tiap pompa
Caliration	Melaporkan perbedaan antara hasil simulasi dengan nilai- nilai pengukuran
n	Menunjukkan deskripsi ringkas dari karakteristik proyek
Full	Edit property standar proyek
Graph	Merekam file yang berisikan hasil data kalibrasi dan hasil proyek
Table	Edit pilihan analisa
Option	Menjalankan suatu simulasi



Sumber : Pengenalan program epanet “ PUPR “

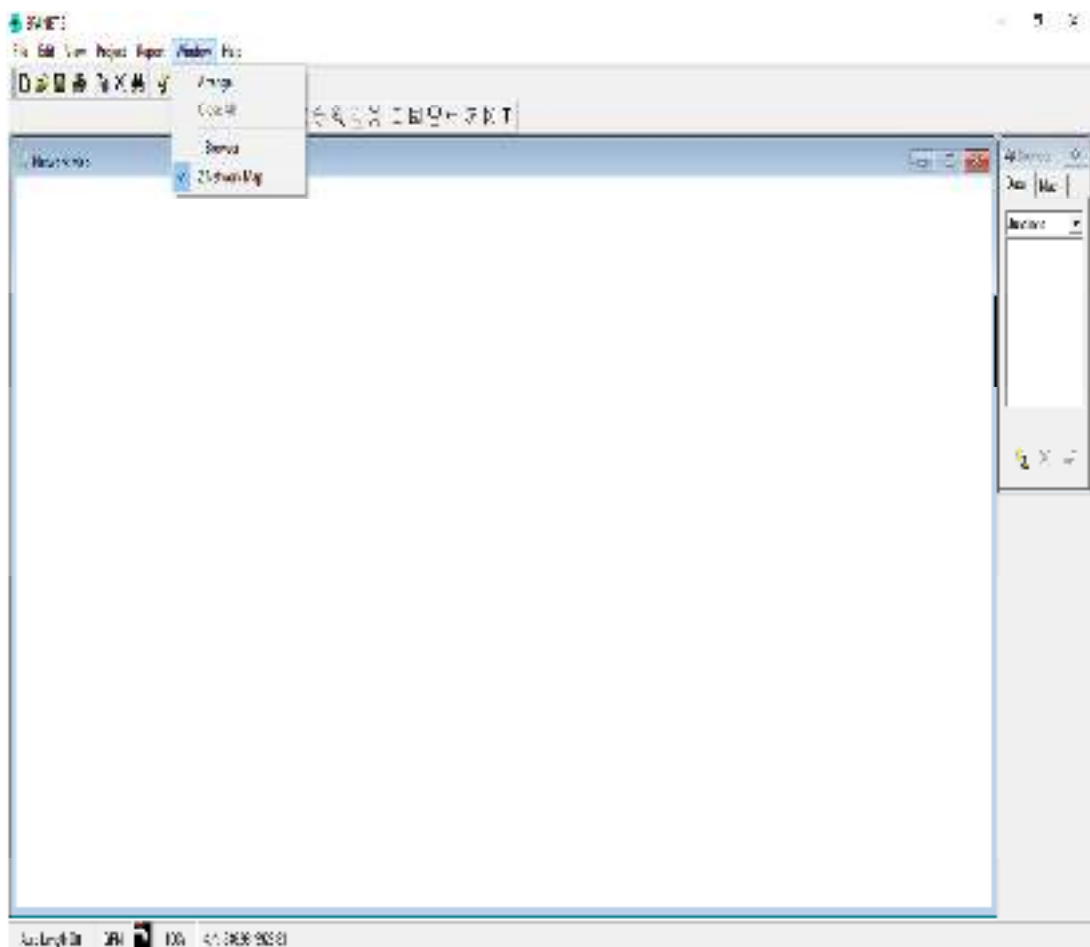
Gambar 2. 7-Menu Report

6. Menu Window

Menu Window berisikan perintah- perintah sebagai berikut :

Tabel 2. 4 Menu Window

Perintah	Penjelasan
Arrange	Mengatur kembali semua window- window kecil untuk disesuaikan dengan window utama
Close All	Menutup semua window (kecuali Map dan Browser)
Window List	Menyajikan semua window yang terbuka; menyeleksi window yang sedang focus



Sumber : Pengenalan program epanet “ PUPR “

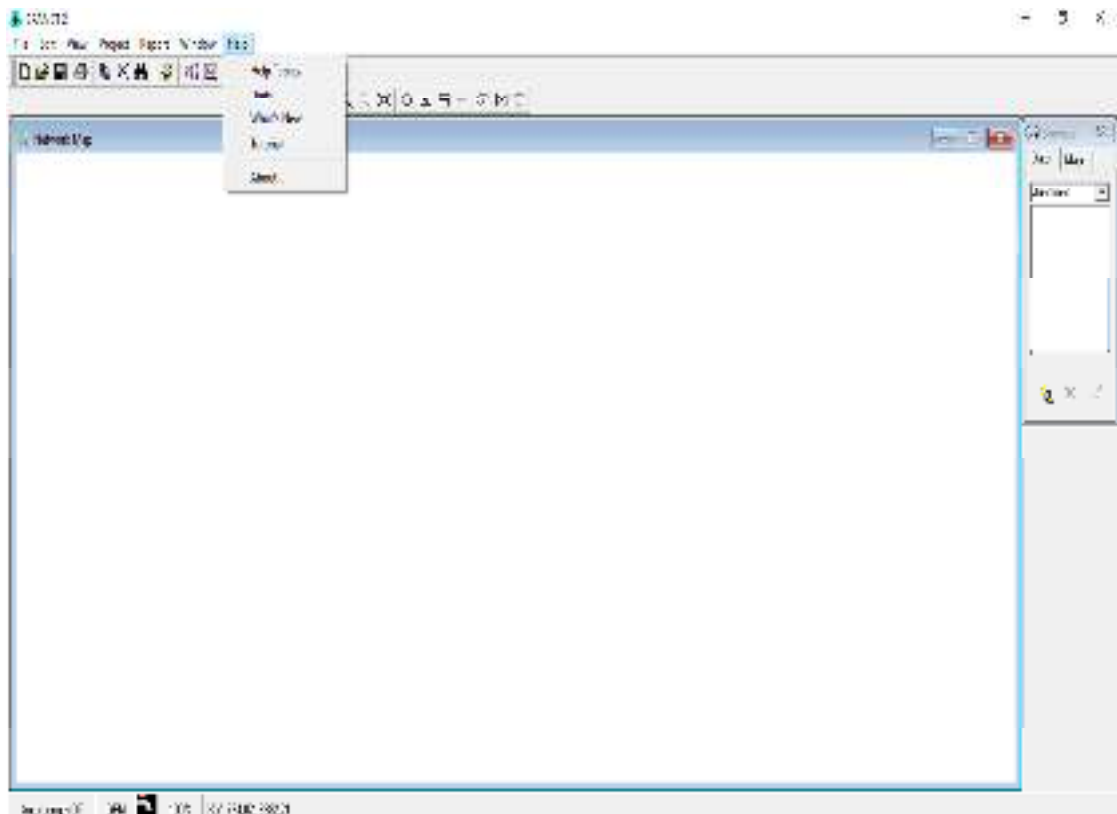
Gambar 2. 8-Menu window

7. Menu Help

Menu Help berisikan perintah- perintah untuk memperoleh pertolongan dalam menggunakan EPANET 2.0. Help juga bisa diperoleh dengan menekan tombol fungsi F1

Tabel 2. 10. Menu Help

Perintah	Penjelasan
Help topics	Menampilkan sistem Help topik- topik help, kotak dialog
Units	Menunjukkan satuan pengukuran untuk parameter- parameter EPANET
Tutorial	Memberikan pelajaran pengenalan singkat penggunaan EPANET
About	Menampilkan informasi mengenai versi EPANET



Sumber : Pengenalan program epanet “ PUPR “

Gambar 2. 9-Menu Help

f. Menjalankan Program EPANET 2.0

EPANET 2.0 dirancang untuk menjadi suatu alat bantu dalam melakukan penelitian/ riset untuk meningkatkan pemahaman kita khususnya mengenai perilaku dan pergerakan air minum di dalam suatu sistem distribusi air minum. Ada beberapa langkah dalam pemakian program **EPANET 2.0**.

- a. Gambar sistem jaringan distribusi air minum
- b. Edit *property* dari obyek yang ada pada sistem jaringan
- c. Jelaskan/ uraian bagaimana sistem dioperasikan
- d. Pilih satu set pilihan analisa
- e. Jalankan analisa hidroliknya
- f. Tampilkan hasil analisa

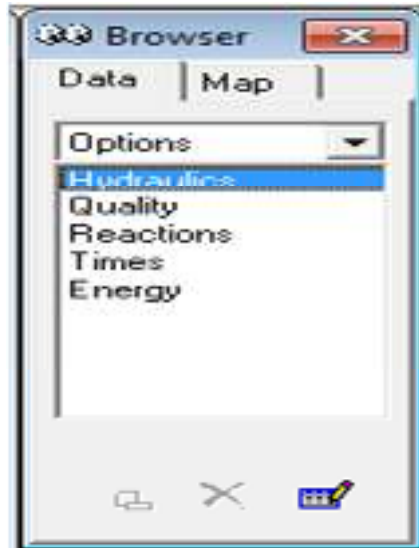
Program **EPANET 2.0** mempunyai tools- tools yang cukup efisien dan mudah untuk membuat layout jaringan distribusi baik berskala maupun sistematis. Dalam membuat suatu model jaringan distribusi, **EPANET 2.0** secara default akan memberi label node dan pipa yang kita buat. Dalam membuat model skematik kita dapat memasukkan data panjang pipa secara manual, sedsangkan jika model yang kita buat adalah berskala maka secara otomatis **EPANET 2.0** akan menghitung panjang pipa berdasarkan panjang garis yang kita dikalikan skala yang telah kita tentukan.

g. Membuka Program dan Setting Program

1. Jalankan program epanet **Start- Program- Epanet 2.0**
2. Setelah muncul program EPANET, kemudian klik **File** lalu klik **New** atau klik **Open** kemudian klik dua kali nama file jika file tersebut sudah ada.
3. Buat file gambar untuk peta dasar yang akan dibuat eksisting pipa dengan file "**BMP**" (bila masih format JPG harus dicomfert dalam BMP) yang akan dibuat loading gambar pada **EPANET 2.0**.
4. Masukkan gambar peta dalam bentuk **BMP** yaitu klik **View- Backdroop- Load-** tekan file gambar rencana.

5. Sebelum membuat jaringan suatu sistem terlebih dahulu menyamakan ukuran satuan debit dan penentuan formula/ rumus headloss, yaitu klik pada Toolbar Browser:

❖ **Data- Option- Hidraulics**



Sumber : Pengenalan program epanet “ PUPR “

Gambar 2. 10-Data option hydraulics

- ❖ Pada **Hydraulics** klik 2 kali, kemudian isi **Flow unit(LPS)**; **Headloss Formula (H-W)**; **Status Report (Yes)**

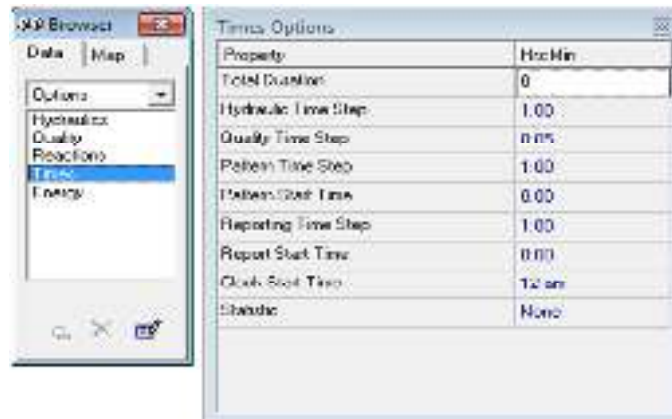


Property	Value
Flow Units	LPS
Headloss Formula	H/W
Specific Gravity	1
Relative Viscosity	1
Maximum Trials	1000
Accuracy	0.001
If Unbalanced	Continue
Default Pattern	1
Demand Multiplier	1.5
Emitter Exponent	0.5
Status Report	No
CHECKFREQ	2

Sumber : Pengenalan program epanet “ PUPR “

Gambar 2. 11-Hydraulics option

❖ **Data- Option- Times**, kemudian isi total duration 24 jam



Sumber : Pengenalan program epanet “ PUPR “

Gambar 2. 12-Times options

Note: Untuk menampilkan menu browser dengan cara klik **Window-Browser**

6. Membuat Gambar Model Jaringan

Membuat jaringan sistem distribusi sesuai dengan sistem yang ada, menggunakan **Toolbars Map** yang tersedia dalam program EPANET :

- Klik Toolbar Reservoir dan letakkan pada gambar rencana
- Klik Toolbar Node/ Junction dan letakkan pada gambar rencana
- Klik Toolbar pipa hubungkan antara junction(tekan junction untuk node kemudian letakkan pada gambar rencana)
- Kemudian diteruskan untuk Tank , Valve , Pompa dll

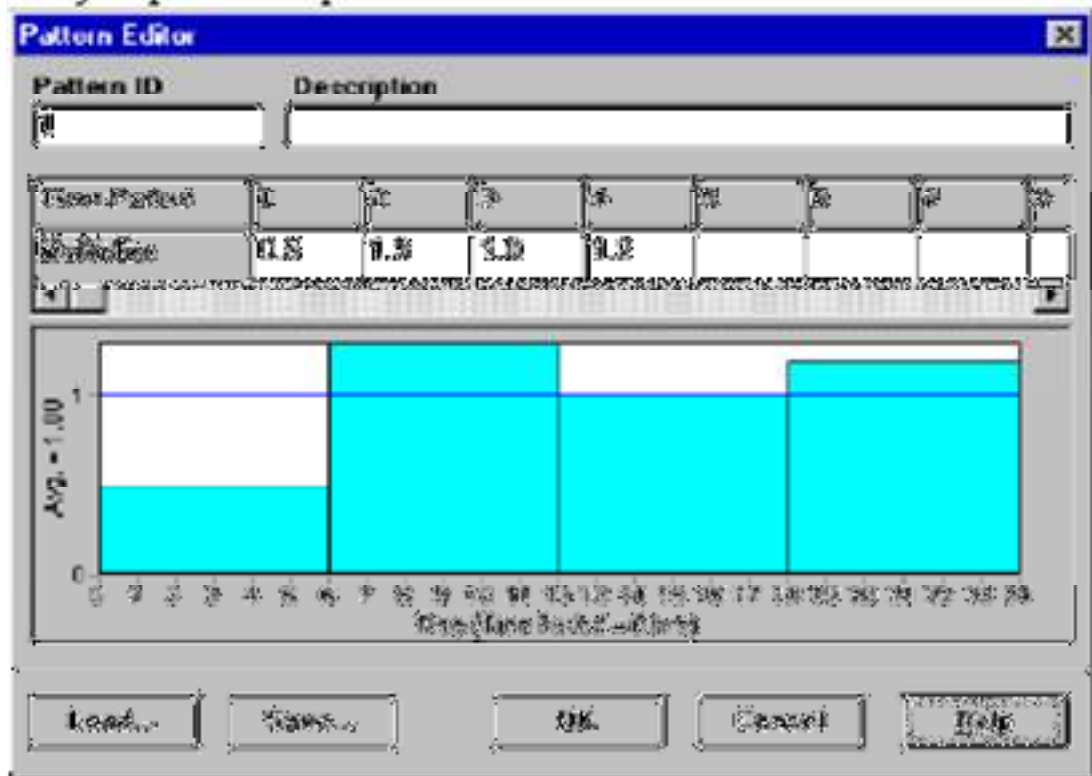
h. Memasukkan Data

1. Setelah membuat jaringan sistem, kemudian mengisi masing- masing data pada junction, pipe, reservoirs, pump, tanks, dll. Data yang diisi sesuai dengan sistem yang ada.
2. Membuat **Time Patterns**. Time pattern berisi faktor jam puncak (peak factor) fluktuasi pemakaian air per jamnya.

Data –pattern-Add

Pada pattern editor, data yang harus di isi antara lain:

- Nama Pattern (Pattern ID) → misal 1
- Multiplier diisi faktor jam puncak. Faktor jam puncak (peak factor) diisi berdasarkan fluktuasi pemakaian air.



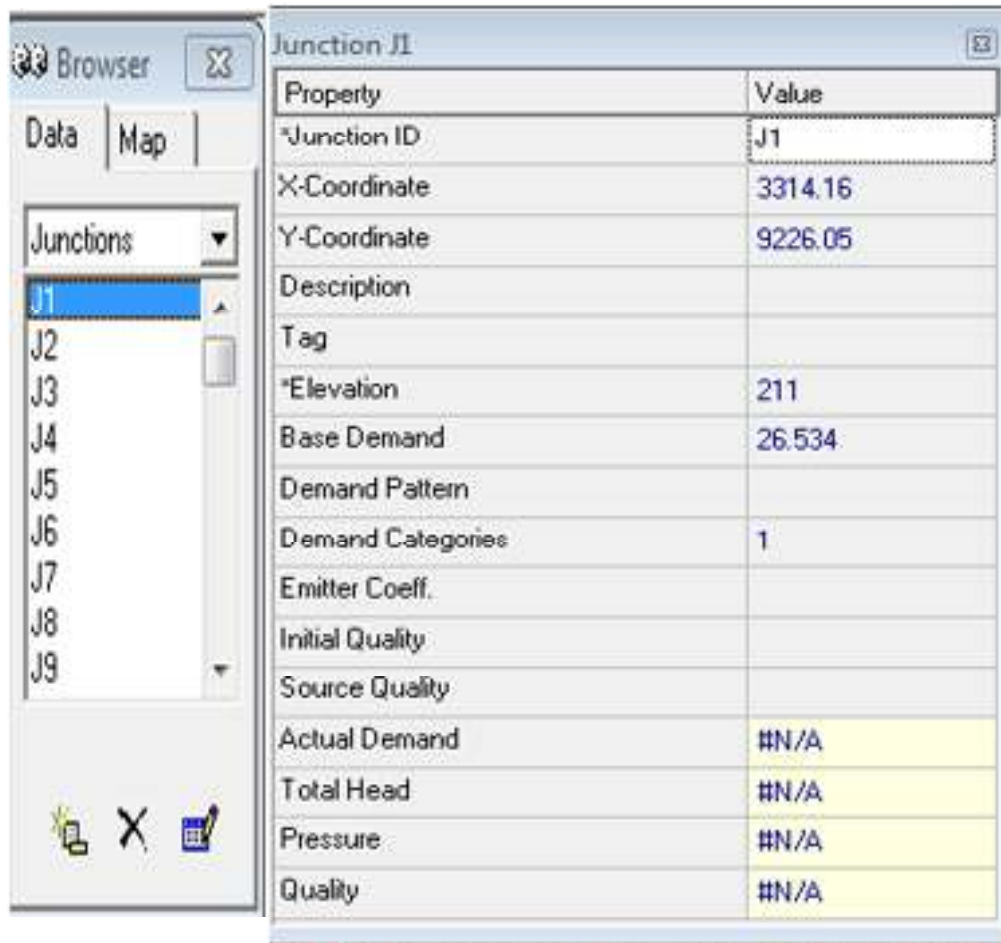
Sumber : Pengenalan program epanet “ PUPR “

Gambar 2. 13-Pattern editor

Selain menggunakan time pattern, faktor peak/faktor jam puncak dapat juga dimasukkan pada Demand Multiplier. **Option – Hydraulic Option – Demand Multiplier** (Faktor jam puncak 1,5 – 1,75)

3. Mengisi data **Junctions**. Pada Junction properties yang harus diisi antara lain:
 - Nama Junction (Junction ID)
 - Elevasi (Elevation) → dalam meter
 - Debit (Base Demand) → dalam L/dt

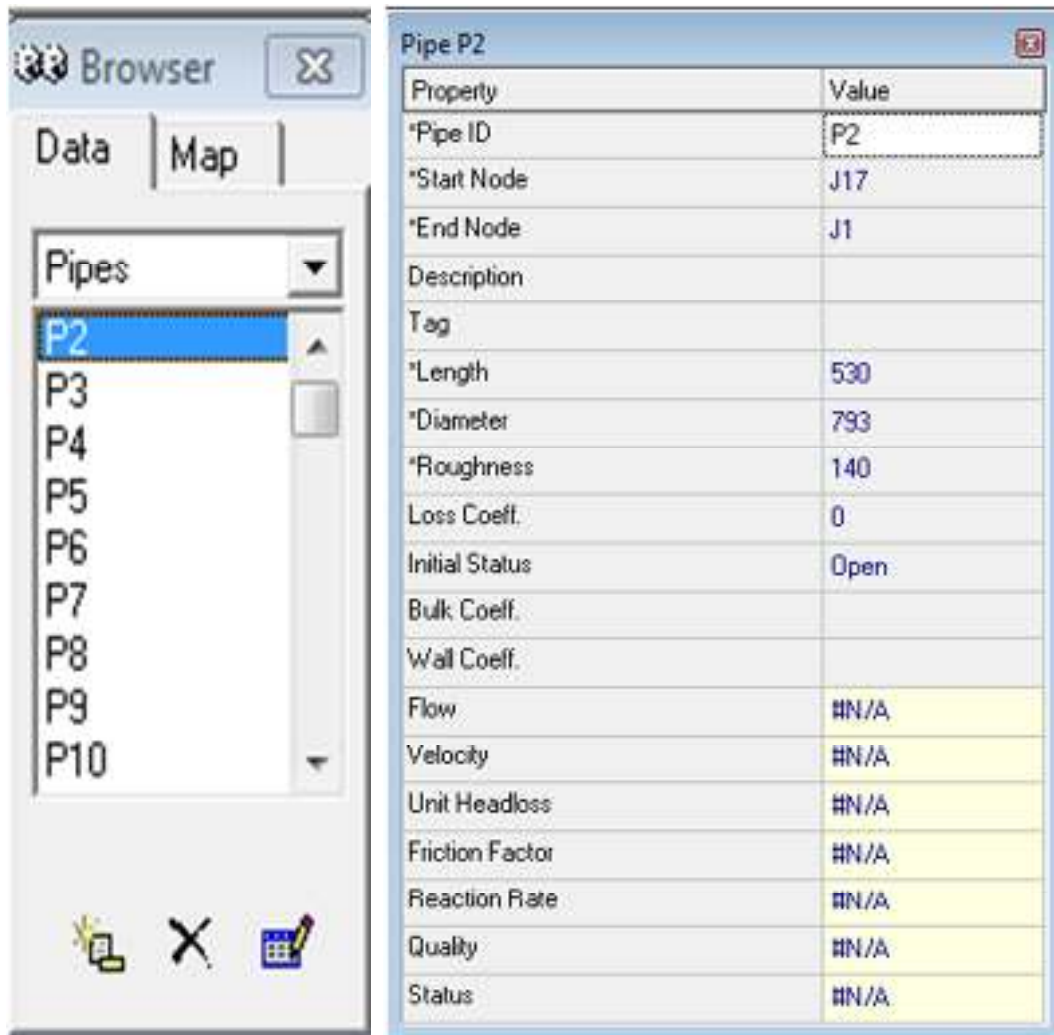
Demand pattern → diisi nama pattern yang sudah dibuat, misal 1



Sumber : Pengenalan program epanet “ PUPR “

Gambar 2. 14- Mengisi Data Junction

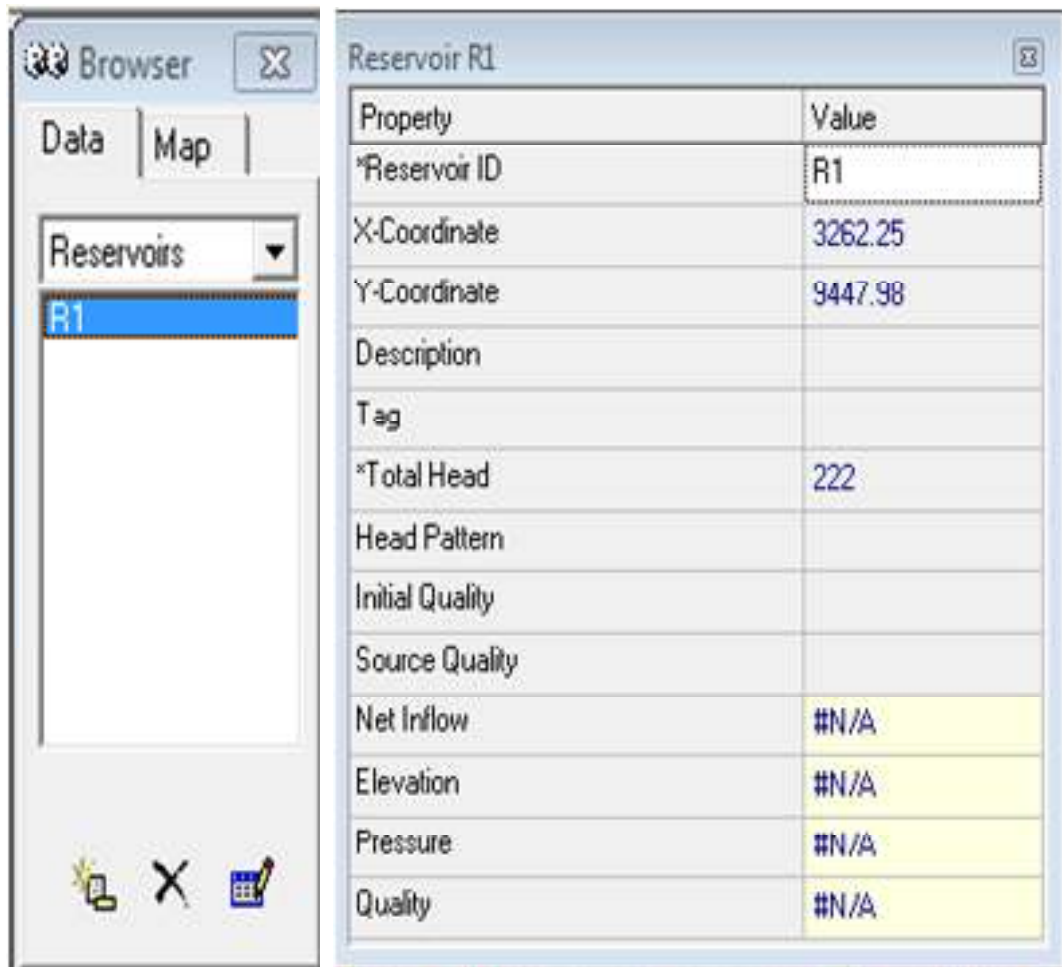
4. Mengisi data **Pipa (Pipe)**. Pada Pipe properties yang harus diisikan antara lain:
 - Nama pipa (Pipe ID) → misal P-1
 - Panjang pipa (Length) → dalam meter
 - Diameter pipa → dalam mm Koefisien kekasaran pipa (roughness) → 110 – 120 untuk plastik (PVC), 120 untuk galvanis, 110 – 120)



Sumber : Pengenalan program epanet “ PUPR “

Gambar 2. 15 Mengisi Data Pipa

5. Mengisi data **Reservoir**. Pada Reservoirs properties yang harus diisi antara lain
 - Nama Reservoir (Reservoir ID) → misal R-1
 - Head Total (Total Head)



Sumber : Pengenalan program epanet “ PUPR “

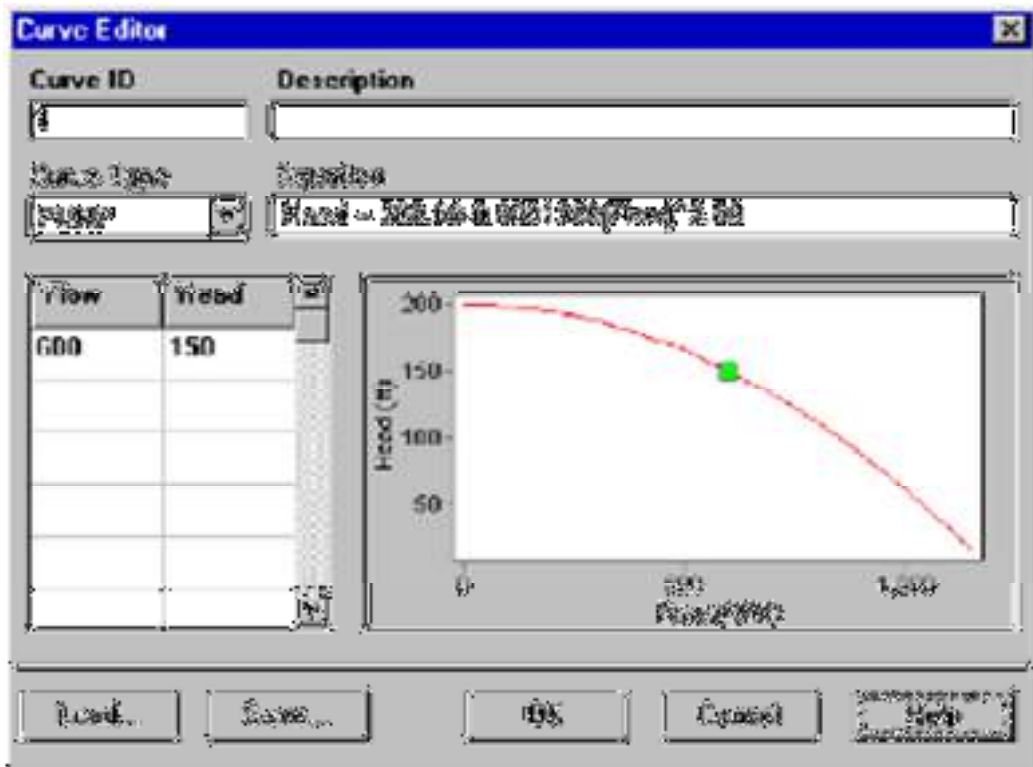
Gambar 2.16 Mengisi Data Reservoir

6. Bila dalam suatu sistem diperlukan pemompaan maka sebelum mengisi data pompa terlebih dahulu membuat kurva pompa.

Data-curves- add

Pada Curve editor diisi :

- Nama Kurva (Curve ID) → misal p-1.
- Type kurva yang akan dibuat, karena membuat kurva pompa maka diisi tipe pompa (type curve : pump).
- Diisi debit (flow) dengan L/dt dan Tekanan dalam meter
- Klik **OK**.

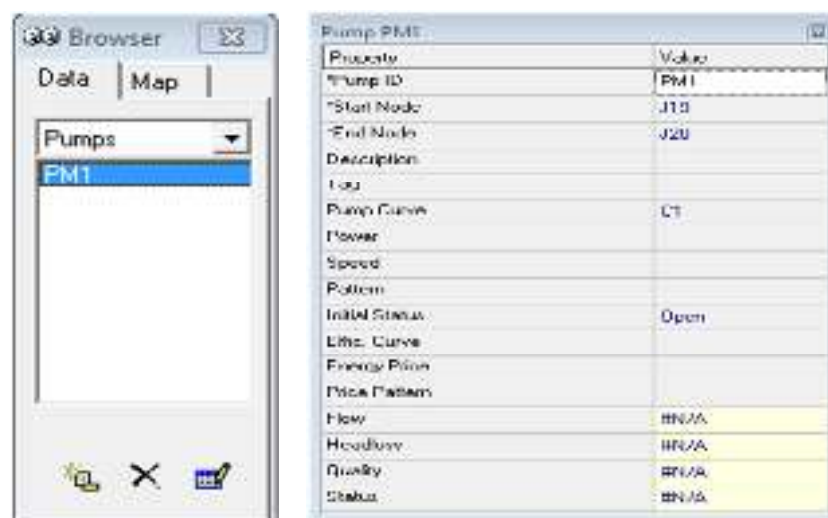


Sumber : Pengenalan program epanet “ PUPR “

Gambar 2. 15-Membuat kurva

Mengisi data **Pompa (Pump)**. Pada Pump properties yang harus diisi antara lain:

- Nma Pompa (Pump ID) → misal Pump-1
- Kurva pompa (Pump curve) → diisi sesuai dengan kurva pompa yang sudah dibuat, misal p-1



Sumber : Pengenalan program epanet “ PUPR “

Gambar 2. 16-Mengisi data pompa

i. Run Data dan Model

1. Apabila Setelah semua selesai tekan **Run** (berbentuk gambar kilat)
2. **RUN SUCCESFULL**, maka di lanjutkan dengan penampilan data dan pengecekan data apakah sudah sesuai standar yang di terapkan.
3. Klik **Report-Table-Type**(network node dan networks links)-**columns**(di pilih data yang akan di tampilkan) kemudian **ok**.
4. Pengecekan data
5. Data yang dicek meliputi kecepatannya, headloss, pressure tiap node maupun pipa dll. Apabila masih terdapat data yang tidak sesuai dengan standar maka isian untuk junction, pipa, dll dapat dirubah hingga disapatkan data yang sesuai dengan standar. Kemudian dilakukan **Run** dan ditampilkan lagi hasil entri data. Bila **BELUM SUCCES** dicari kekurangannya, bisa dalam penambahan pompa pada pipa, peningkatan debit, pengubahan diameter pipa, dll.
6. Bila sudah **SUCCES** maka dilanjutkan dengan penampilan hasil entri data dalam bentuk Tabel dan MAP.

j. Mencetak data

Mencetak data dalam bentuk tabel dan gambar Untuk mencetak data tentukan printer yang akandigunakan. Klik **Page Setup – Printer – Kertas – Ok**. Tampilan tabel (dari network node dan network links) atau gambar yang akan dicetak melalui **Print Preview**, kemudian klik **Print**.

k. Kalibrasi data

1. Kalibrasi data bertujuan untuk evaluasi terhadap jaringan sistem distribusi eksisting (menyamakan dengan kondisi lapangan).
2. Klik **Project – Calibration data** pada toolbars menu.
3. Pada kotak kalibrasi data, pilih salah satu parameter yang akan dikalibrasi.
4. Ketik nama file yang berisi data yang akan dikalibrasi atau gunakan menu **Browser** untuk mencari file data yang akan dikalibrasi. File data yang akan dikalibrasi harus dalam bentuk Windows Notepad.
5. Klik **Edit**, apabila mau merubah data dalam windoes Notepad yang akan dikalibrasi.
6. Klik **OK**, apabila semua data yang akan dikalibrasi sudah lengkap.

2.2 Kehilangan Tekanan

Salah satu faktor yang penting dalam perhitungan hidrolis perpipaan adalah perhitungan kehilangan tekanan. Ada beberapa rumusan yang dapat dipakai dalam menghitung kehilangan tekanan yaitu :

1. Hazen William
2. Darcy Weisbach
3. De Chezy Manning

2.2.1 Persamaan Hazen William

Persamaan Hazen William adalah yang paling umum dipakai, persamaan ini lebih cocok untuk menghitung kehilangan tekanan untuk pipa dengan diameter besar yaitu diatas 100 mm. Selain itu rumus ini sering dipakai karena mudah dipakai.

Persamaan Hazen William secara empiris menyatakan bahwa debit yang mengalir didalam pipa adalah sebanding dengan diameter pipa dan kemiringan hidrolis (S) yang dinyatakan sebagai Kehilangan tekanan (h_L) dibagi dengan panjang pipa (L) atau

$$S = \frac{h_L}{L} \dots\dots\dots(3)$$

Disamping itu ada faktor C yang menggambarkan kondisi fisik dari pipa seperti kehalusan dinding dalam pipa yang menggambarkan jenis pipa dan umur. Secara umum rumus Hazen William adalah sebagai berikut:

$$Q = 0.2785 \cdot C \cdot d^{2.63} \cdot S^{0.54} \dots\dots\dots(4)$$

Dimana : L = adalah panjang pipa dari node 1 ke node 2 (m)

Apabila kehilangan tekanan atau h_L yang akan dihitung maka

$$H_L = \left(\frac{Q}{0.2785 \cdot C \cdot d^{2.63}} \right)^{1.85} \cdot L \dots\dots\dots(5)$$

C adalah (koefisien Hazen William) berbeda untuk berbagai jenis pipa sedangkan untuk jenis pipa High Density Poly Ethylene (HDPE) nilai C (koefisien Hazen William) adalah 130.

Berikut adalah tabel kekasaran pipa pada koefisien *HAZEN-WILLIAM*

Tabel 2. 5 Kekasaran pipa pada koefisien *HAZEN-WILLIAM*

Nilai C	Jenis pipa
140	Pipa sangat halus
130	Pipa halus, semen, besi tuang baru
120	Pipa baja di las baru
110	Pipa baja di keling baru
100	Pipa besi tuang tua
95	Pipa baja di keling tua
60-80	Pipa tua

2.2.2 Persamaan Darcy Weishack

Persamaan Darcy dapat ditulis secara sistematis :

$$h_L = f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g} \dots\dots\dots (6)$$

kemudian secara empiris di tentukan suatu faktor f :

$$f = \frac{K}{v^5} \dots\dots\dots (7)$$

Dimana :

h_L = headloss (m)

f = faktor gesekan

L = panjang pipa (m)

D = Diameter pipa (m)

v = kecepatan aliran (m/s)

g = percepatan gravitasi (m/ s²)

Perumusan koefisien *f* yang paling lazim dipakai adalah dengan metoda Colebrook, nilai untuk koefisien Colebrook pada pipa jenis HDPE adalah 0,007. Perumusan ini dipakai untuk aliran yang lebih laminer sehingga lebih cocok untuk pipa dengan diameter kecil

(<50mm). Tetapi untuk diameter yang lebih besar biasa dipakai perumusan Hazen William.

2.2.3 Persamaan De Chezy dengan koefisien Manning

Persamaan ini umum dipakai di saluran terbuka, tetapi dapat pula dipakai di jaringan perpipaan :

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} \dots\dots\dots (8)$$

$$S = \frac{H}{L}, R = \frac{A}{P} \dots\dots\dots (9)$$

Dimana :

V= kecepatan aliran (m/s)

n = koefisien Manning

R= jari- jari hidrolis (m)

S = Kemiringan dasar saluran

H= headloss (m)

L= panjang saluran (m)

A= luas penampang basah saluran (m²)

P= keliling penampang basah saluran (m)

2.3 Kehilangan energi (head-loss)

Headlosses adalah Penurunan tekanan pada fluida yang mengalir didalam pipa. Headlosses pada instalasi pipa disebabkan oleh 2 hal yaitu :

1. Mayor losses
2. Minor losses

2.3.1 Mayor losses

Mayor losses adalah kerugian yang dialami oleh aliran fluida di dalam pipa yang disebabkan oleh gesekan permukaan pipa bagian dalam yang besarnya tergantung pada angka kekasaran pipa, panjang pipa, diameter pipa dan bilangan Reynold.

Secara matematis dapat di tulis :

$$h_f = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g} \dots\dots\dots (10)$$

Dimana :

h_f = kerugian oleh gesekan fluida dalam pipa

f = koefisien gesekan

L = panjang pipa

D = Diameter pipa

V = Kecepatan aliran (m/det)

g = gravitasi (m/det²)

Mayor losses dapat di hitung dengan menggunakan rumus persamaan dari *HAZZEN-WILLIAM* yaitu :

$$h_f = \frac{10,67 Q^{1,85}}{C^{1,85} D^{4,85}} \times L \dots\dots\dots (11)$$

Dimana :

H_f = kehilangan tekanan/ headloss(m)

C = koefisien pipa(Pipa PVC)

Q = Debit air (lt/s)

d = Diameter pipa (mm)

L = Panjang pipa (m)

Lalu untuk menentukan besarnya tekanan yang hilang dapat di hitung dengan menggunakan rumus :

$$\rho = 0,00981 \times h_f \times g \dots\dots\dots (12)$$

Dimana :

ρ = Tekanan(bar)

h_f = kehilangan tekanan/headloss (m)

g = gaya gravitasi (m/s²)

Perhitungan diatas sangat berguna dalam menentukan kekuatan pompa air yang di butuhkan dalam instalasi perpipaan di dalam maupun luar bangunan. Jadi, jika menginginkan seberapa besar tekanan air yang akan mengalir di dalam instalasi pipa maka hal pertama yang pertama yang di lakukan bukan membeli pompa dengan kekuatan tekanan yang besarnya sama seperti besar tekanan air yang di inginkan, namun yang pertama kali perlu di lakukan adalah mendesain instalasi perpipaan nya dan menghitung besarnya headloss yang akan terjadi pada instalasi perpipaan tersebut.

Setelah itu baru ditentukan besarnya kekuatan pompa dengan cara menghitung besarnya tekanan rencana di tambahkan dengan besarnya head loss.

2.3.2 Minor losses

Minor losses adalah kerugian pada sistem perpipaan akibat adanya persambungan pipa. Minor losses disebabkan oleh beberapa hal yaitu : aliran masuk fluida ke dalam pipa (*inlet*), aliran keluar dari pipa (*outlet*), sambungan pipa/fitting atau sambungan pipa tanpa fitting.

Jika instalasi pipa terdapat fitting (belokan dan percabangan) maka ditambahkan koefisien kehilangan tekanan dari penggunaan fitting, jenis fitting serta bentuk dari beberapa aksesoris perpipaan yang akan mempengaruhi aliran fluida yang ada di dalam pipa.

Nilai k adalah sebuah koefisien yang telah ditentukan. Untuk menentukan besarnya minor loss dapat di hitung dengan menggunakan persamaan *Darcy-Wisbach* sebagai berikut :

$$h_f = k \frac{V^2}{2g} \quad (13)$$

Dimana :

K = Koefisien kerugian Minor Losses

g = Percepatan gravitasi (9,81 m/s)

V = kecepatan Rata-Rata aliran fluida pada pipa (m/s)

Dalam mencari nilai *head-loss*, nilai dari faktor gesek juga diperlukan. Adapun persamaan untuk mencari nilai faktor gesek (*f*) adalah sebagai berikut :

➤ Aliran Turbulen

Aliran Turbulen adalah aliran yang partikel-partikel nya bergerak secara acak dan tidak stabil dengan kecepatan. Aliran ini mempunyai bilangan Reynold yang lebih besar dari 4000. Dengan persamaan :

$$f = \frac{0,316}{Re^{1/4}} \dots\dots\dots (14)$$

➤ Aliran Laminar

Aliran Laminar adalah aliran fluida yang bergerak dengan kondisi lapisan-lapisan yang membentuk garis-garis alir dan tidak berpotongan satu sama lain. Aliran ini memiliki bilangan Reynold lebih kecil dari 2300.

Dengan persamaan :

$$f = \frac{64}{Re} \dots\dots\dots (15)$$

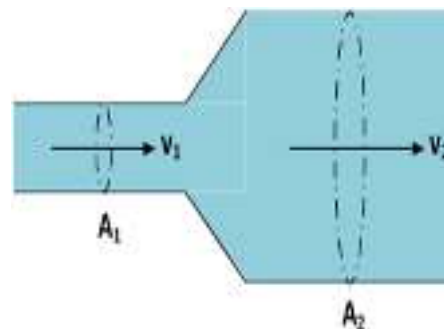
2.4 Dasar Hidrolika Perpipaan

Hidrolika adalah ilmu yang mempelajari perilaku air secara fisik, dalam arti perilaku yang di telaah harus terukur secara fisik. Perilaku yang mempelajari meliputi hubungan antara debit air yang mengalir dalam pipa dikaitkan dengan diameter pipa nya sehingga dapat diketahui gejala-gejala yang timbul seperti tekanan, kehilangan energi dan gaya-gaya lainnya. Pada dasarnya dalam menelaah aspek hidrolika dalam pipa, kita selalu beranggapan bahwa air adalah fluida yang mempunyai sifat '*incompressible*' atau diasumsikan tidak mengalami perubahan volume/isi apabila ada tekanan.

Fluida yang bergerak dalam pipa dianggap dalam kondisi '*steady state*' atau air dianggap mempunyai kecepatan yang konstan dari waktu ke waktu apabila

melalui suatu pipa dengan diameter yang sama. Fluida yang bergerak di dalam pipa juga dianggap dalam kondisi 'uniform flow' atau air dianggap mempunyai kecepatan yang seragam sepanjang pipa apabila melalui suatu pipa dengan diameter dan penampang yang sama. Pada kenyataannya di lapangan kondisi yang dijelaskan dalam asumsi ini tidak selalu tercapai terutama kondisi *steady flow* dan *uniform flow*. Penyimpangan keadaan tersebut disebut keadaan transient yang umum terjadi pada saat pembukaan dan penutupan valve. Efek yang timbul disebut sebagai water hammer yang terefleksi dengan kejadian pengempisan pipa, pecahnya pipa atau dalam keadaan ringan adalah terdengarnya suatu ketukan palu di pipa besi.

Setiap aliran dalam pipa juga harus memenuhi azas kontinuitas dimana :



Sumber : internet

Gambar 2. 17-Debit aliran dan persamaan kontinuitas

$$Q_1 = Q_2 \dots\dots\dots (16)$$

$$A_1 V_1 = A_2 V_2 \dots\dots\dots (17)$$

Dimana :

- $Q_1 =$ Debit masuk di sisi 1 (m³/ det)
- $A_1 =$ Luas penampang di sisi 1 (m²)
- $V_1 =$ Kecepatan pada sisi 1 (m)
- $Q_2 =$ Debit keluar di sisi 2 (m³/ det)
- $A_2 =$ Luas penampang di sisi 2 (m²)
- $V_2 =$ Kecepatan pada sisi 2 (m)

Debit aliran yang masuk dalam sisi 1 akan keluar pada sisi 2 dengan debit yang sama. Debit air adalah volume air per satuan waktu, debit air yang masuk ke dalam pipa mempunyai kecepatan aliran yang berbeda beda tergantung dari diameter pipa nya.

Kalau luas penampang pipa adalah sebanding kuadrat dengan diameternya maka ;

$$Q = A \cdot V \dots\dots\dots (18)$$

$$A = \frac{\pi}{4} d^2 \dots\dots\dots (19)$$

Maka :

$$Q = \frac{\pi}{4} d^2 \cdot V \dots\dots\dots (20)$$

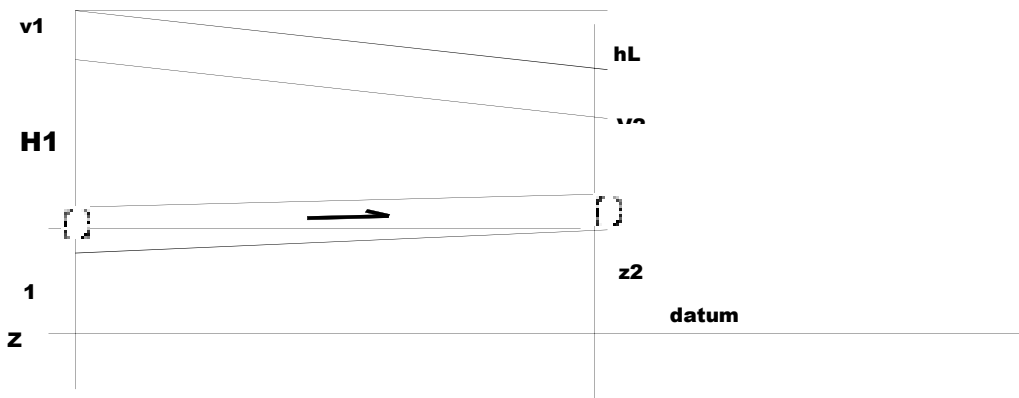
Dimana :

V = kecepatan aliran pipa (m/det)

A = luas penampang pipa (m²)

d = diameter pipa (m)

π = konstanta phi 22/7 = 3.14



Sumber : internet

Gambar 2. 18-Model Hidrolika Pipa

energy di titik 1 harus sama di titik 2. Maka energi total 1 sama dengan energi total 2 atau $E_{tot1} = E_{tot2}$. Energi yang ada di sisi 1 apabila diuraikan terdiri dari :

1. Energi Potensial
2. Energi Kinetik
3. Kehilangan Energi

Energi secara formal mempunyai satuan joule tetapi untuk sederhananya kajian dinyatakan dengan tinggi kolam air. **Energi Potensial** memiliki persamaan sebagai berikut :

$$E_p = m \cdot g \cdot h \dots\dots\dots (21)$$

Dimana :

- E_p = Energi potensial
- m = massa
- g = percepatan gravitasi
- h = ketinggian

Energi Kinetik air yang mengalir di pipa dinyatakan dengan $V = \frac{v^2}{2g}$ dimana v adalah kecepatan air dan g adalah gravitasi.

$$z_1 + H_1 + \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + H_2 + \frac{v_2^2}{2g} + hL, E_{tot1} = E_{tot2} \dots\dots\dots (22)$$

Sehingga persamaan ini lazim disebut sebagai persamaan **Bernaulli**. Disini dapat disimpulkan untuk menghitung sisa tekanan dalam realita, faktor- faktor penting untuk diketahui adalah :

- Elevasi tanah dimana pipa diletakkan
- Tenaga pendorong awal seperti menara air atau pompa (h_1)
- Kehilangan energi atau Kehilangan Tekanan (hL)

Elevasi tanah didapat dari hasil pengukuran tanah yang baik. Tenaga pendorong adalah kondisi menara atau per pompaan yang diperkirakan ketinggian tekannya dengan baik sedangkan headloss dihitung berdasarkan rumusan rumusan empiris.

2.5 Hidrolika Jaringan Perpipaan

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 yang lain. Pengaruh ini dapat dideteksi dari segi perubahan tekanan yang ada di pipa.

Pipa yang tergabung dalam suatu jaringan pipa dapat dibedakan satu dengan yang lain dari segi :

- Panjang pipa
- Diameter Pipa
- Kedudukan pipa dalam suatu jaringan

Kedudukan pipa dalam suatu jaringan dapat dinyatakan dengan :

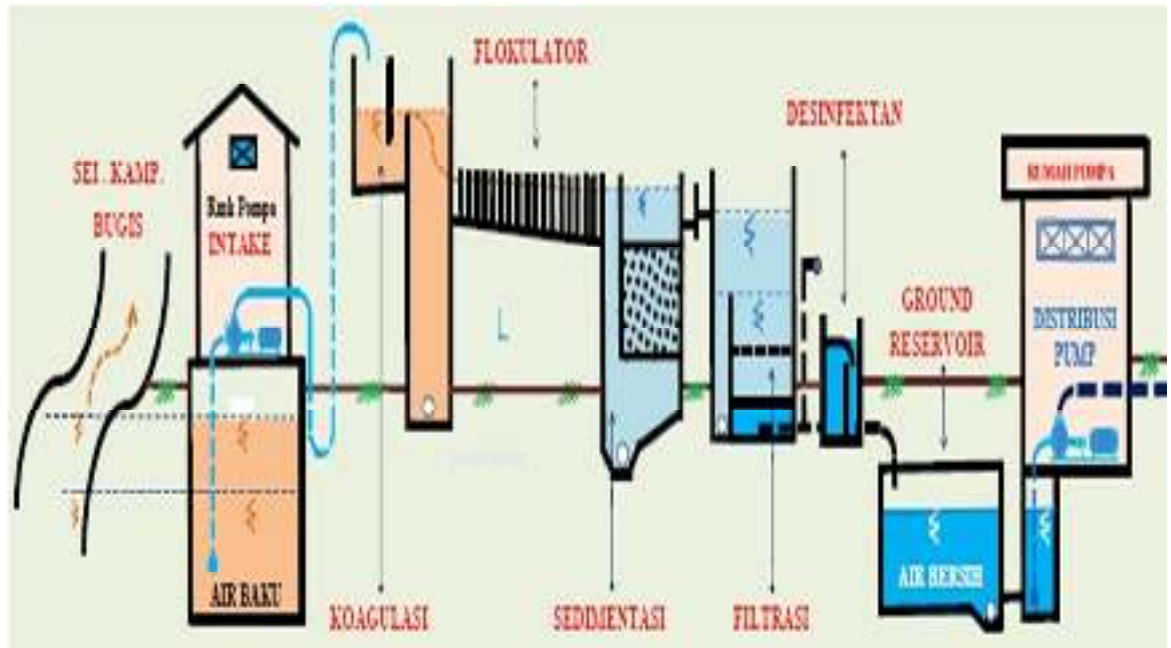
- Nomor pipa
- Simpul atau node yang dihubungkan oleh pipa tersebut

Dalam suatu sistem jaringan air yang keluar dari node dikendalikan oleh sebuah valve yang menghubungkan antara satu bagian jaringan dengan bagian lainnya. Sedangkan secara kolektif air yang keluar dari satu node jaringan tergantung dari perilaku konsumen atau pemakai air memakai air.

Pemakaian air sendiri secara hidrolis tergantung dari sisa tekanan pada node tersebut sedangkan faktor lain yang mempengaruhi adalah tingkat kebutuhan konsumen akan air. Sebagai asumsi misalnya 1 orang per hari memakai air 200 L/org/hari, bila sebuah node melayani 500 orang maka satu node itu mengeluarkan air sebanyak $200 \text{ L/org/hari} \times 500 \text{ org} = 100.000 \text{ L/hari}$ atau $100 \text{ m}^3/\text{hari}$ atau rata-rata dalam 1 detik adalah $100.000/3600/24 = 1,1574 \text{ L}$ atau $Q = 1,1574 \text{ L/dt}$. Hal ini berarti debit air yang keluar dari node tersebut adalah 1,1574 L/dtk.

2.6 Komponen IPA (Instalasi Pengolahan Air)

Instalasi Pengolahan Air (IPA) adalah sistem atau sarana yang berfungsi untuk mengolah air dari kualitas air baku (influent) terkontaminasi untuk mendapatkan perawatan kualitas air yang diinginkan sesuai standar mutu atau siap untuk di konsumsi.



Sumber : Internet

Gambar 2. 19-Komponen IPA (Instalasi Pengolahan Air)

Berikut adalah jenis – jenis komponen bangunan IPA :

1. Intake Building
2. Koagulasi
3. Flokulator
4. Sedimentasi
5. Filtrasi
6. Desinfektan
7. Ground Reservoar
8. Pompa
9. Distribusi

1. Intake Building

Intake building merupakan sebuah bangunan yang berfungsi sebagai tempat pertama kalinya air dari sumber air masuk. Bangunan ini dilengkapi dengan screen bar yang berfungsi untuk menyaring benda-benda asing yang ikut tergenang dalam air. Air yang berada di intake building ini selanjutnya akan masuk ke dalam bak besar yang nantinya akan di pompa ke bangunan selanjutnya.



Sumber : Internet

Gambar 2. 20-Intake Building

2. Reservoir

Sebelum didistribusikan, air yang telah selesai diolah dimasukkan ke tempat penampungan sementara. Biasanya reservoir ini terletak di tempat dengan elevasi lebih tinggi dari pada tempat-tempat yang menjadi sasaran distribusi.

Selanjutnya untuk mendistribusikan air bersih tersebut, digunakan pipa-pipa dengan berbagai macam ukuran hingga air bersih dapat sampai di rumah maupun bangunan disekitar kita.



Sumber : internet

Gambar 2. 21-Reservoir

3. PIPA

Pipa adalah penghubung yang membawa air dari suatu titik ke titik yang lain, Pipa air juga merupakan salah satu elemen bangunan paling fungsional pada hunian. Kebutuhan air bersih di hunian pun bisa disalurkan dengan baik, bahkan limbah rumah tangga seperti air kotor juga bisa didistribusikan secara optimal. ***Dalam penelitian ini pipa yang digunakan adalah pipa PVC.***



Sumber : Internet

Gambar 2. 22-Pipa

Arah aliran adalah dari tekanan tinggi ke tekanan yang lebih rendah.

Input parameter hydraulic yang utama adalah :

- Awal dan akhirnya titik
- Diameter
- Panjang
- Koefisien kekasaran
- Status (open, close atau terdapat check valve)

Hasil perhitungan pipa terdiri dari :

- Debit aliran
- Kecepatan
- Headloss
- Kecepatan reaksi rata- rata
Kualitas air rata- rata

Adapun jenis – jenis pipa Air pada umumnya yang sering digunakan :

1. Pipa Air PVC

Dijual dengan harga terjangkau dan memerlukan proses instalasi yang mudah, pipa air PVC merupakan salah satu jenis pipa yang sangat populer digunakan di hunian. Terbuat dari bahan polivinil klorida dan tidak mengandung zat berbahaya, pipa ini aman digunakan untuk menyalurkan air bersih dan menjadi saluran air buangan seperti air hujan maupun kotoran. Karakteristiknya yang antiapi dan licin menjaga ketahannya dan menjaga aliran air agar bebas tersendat.



Sumber : Internet

Gambar 2. 23-Pipa Air PVC

2. Pipa Air PVC-0

Pipa jenis PVC-O ini mempunyai tingkat keretakan yang tergolong rendah, lebih kuat dibandingkan jenis PVC biasa. Hal ini membuat pipa air PVC-O menjadi lebih ideal sebagai saluran air yang lebih tahan lama.



Sumber : Internet

Gambar 2. 24-Pipa Air PVC-0

3. Pipa Air CPVC

Variasi lainnya adalah pipa air CPVC (*Chlorinated Polyvinyl Chloride*). Merupakan pengembangan dari pipa PVC, jenis pipa yang satu ini memiliki kelebihan pada kemampuannya yang tahan terhadap suhu lebih dari 180 derajat Celsius. Dengan material yang jauh lebih tebal, pipa jenis CPVC sangat direkomendasikan untuk kamu yang ingin menginstalasi saluran air panas dan air dingin di hunian karena tahan terhadap perubahan suhu.



Sumber : Internet

Gambar 2. 25-Pipa CPVC

4. Pipa Air HDPE

Jenis pipa air lain yang bisa kamu gunakan adalah HDPE (*High Density Polyethylene*). Terbuat dari plastik *non-toxic* dengan elastisitas tinggi, pipa ini sangat aman dalam mengalirkan air untuk konsumsi rumah tangga. Berkat karakternya yang sangat kuat dan elastis, pipa jenis HDPE pun sangat cocok dipasang di perumahan yang berlokasi di tanah berkontur tidak stabil, curam, hingga rawan bencana.



Sumber : Internet

Gambar 2. 26-Pipa Air HDPE

5. Pipa Air PP-R

Selanjutnya, terdapat pipa air PP-R yang terbuat dari bahan *polypropylene random* dan memiliki karakter unik karena dapat menyalurkan air bertekanan dan bersuhu tinggi. Tersedia dalam warna hijau yang sangat unik, pipa jenis PP-R dapat dipakai guna kebutuhan sanitasi di hunian.



Sumber ; Internet

Gambar 2. 27-Pipa Air PP-R

6. Pipa Air “ AIR PEX “

Ada pula pipa air PEX yang merupakan kepanjangan dari *Cross-linked Polyethylene*. Pipa ini bisa dimanfaatkan untuk saluran air panas dan air dingin ke hunian, serta instalasi hidrolik karena sifatnya yang tahan terhadap suhu ekstrim. Instalasi pipa jenis PEX pun tergolong sederhana jika dibandingkan dengan jenis pipa lainnya karena cukup menggunakan cincin penghalang khusus untuk mengamankan sambungan. Warnanya yang berbeda akan memudahkan identifikasi saluran air panas dari air dingin.



Sumber : Internet

Gambar 2. 28-Pipa Air “ AIR PEX “

7. Pipa Air SDR-41

Berbeda dengan jenis pipa lainnya, pipa air SDR-41 dikhususkan untuk pembuangan limbah. Pipa SDR-41 ini memiliki ketebalan yang optimal untuk saluran fluorida berupa limbah tanpa tekanan, serta memiliki karakter berwarna coklat sehingga memudahkan identifikasi jenis saluran air.



Sumber ; Internet

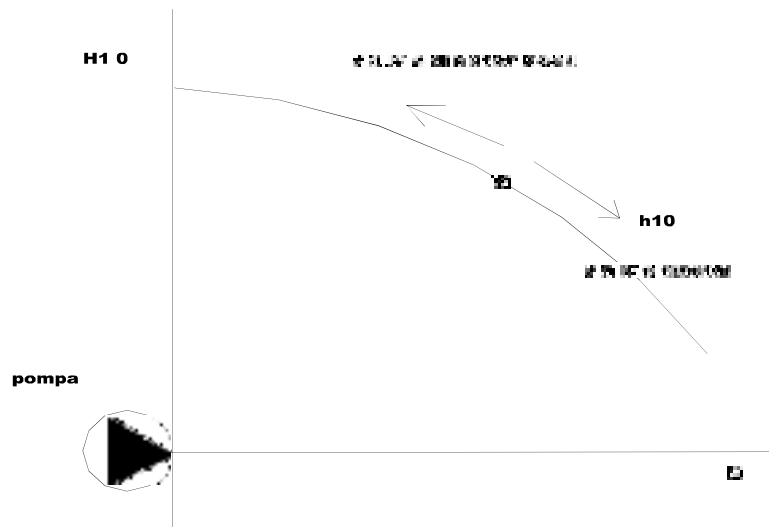
Gambar 2. 29-Pipa Air SDR-41

2.7 Tekanan Penggerak Air

Tekanan penggerak air yang ada di alam adalah gaya gravitasi sehingga air yang diletakkan didalam suatu penampang atau reservoir pada suatu ketinggian tertentu, tentunya akan mengalir ke bawah searah dengan gaya gravitasi. Pada kasus ini tekanan awal penggerak yang biasa disebut sebagai head awal (initial head) atau tekanan awal akan selalu sama walaupun debit yang dialirkan berubah- ubah. Selain menggunakan gaya gravitasi air di dalam pipa juga dapat digerakkan oleh mesin penggerak air atau pompa. Karakteristik pengaliran air oleh pompa sangat berbeda dengan pengaliran gravitasi. Tekanan pompa akan tidak sama dengan debit air yang di hasilkan. Misalnya kita tinjau suatu sistem perpipaan yang pada sisi satu di pasang.

Pada saat valve di putar kecil atau di cek, tekanan pompa akan naik terus sampai bila valve tertutup dan pompa tetap hidup, maka tekanan pompa akan berhenti pada tekanan h_{10} . Tetapi sebaliknya pada saat pompa diputar lebih besar dari debit rencana ($Q > Q_r$) maka tekanan pompa akan turun ($h_1 < h_{10}$).

Pada gambar ini ditunjukkan grafik tekanan pompa vs Debit yang dihasilkan.

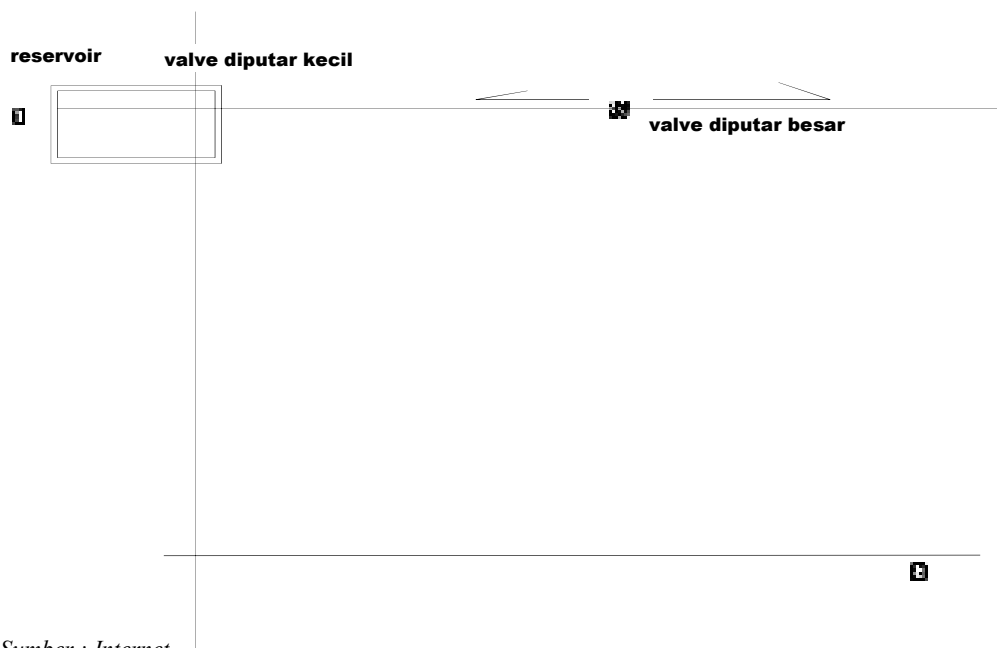


Sumber : Internet

Gambar 2. 30-Kurva Debit Air (Q) dengan tekanan pompa (h)

Bandingkan kondisi ini dengan apabila menggunakan menara air, yang menggunakan beda tinggi sebagai pendorong aliran air dalam pipa.

Dari gambar ini dapat dilihat bahwa walaupun valve dibuka lebih besar hingga debit air yang keluar besar maupun diperkecil hingga debit yang keluar kecil, tekanan awal akan tetap sama.



Sumber : Internet

Gambar 2. 31-Kurva Debit Air (Q) dengan tekanan air (h) di Menara air

2.8 Proyeksi Pertumbuhan Penduduk

Ada beberapa cara untuk memproyeksikan jumlah penduduk masa yang akan datang diantaranya menggunakan metode matematik dan metode komponen

2.8.1 Metode Matematik

Metode ini sering disebut dengan metode tingkat pertumbuhan penduduk (*Growth Rates*). Metode ini merupakan estimasi dari total penduduk dengan menggunakan tingkat pertumbuhan penduduk secara matematik, atau untuk tingkat lanjutnya melalui *fitting* kurva yang menyajikan gambaran matematis dari perubahan jumlah penduduk. Proyeksi berdasarkan tingkat pertumbuhan penduduk mengasumsikan pertumbuhan yang konstan, baik untuk model aritmatika, geometric, atau eksponensial untuk mengestimasi jumlah penduduk.

a. Metode Aritmatika

Proyeksi penduduk dengan metode aritmatika mengasumsikan bahwa jumlah penduduk pada masa depan akan bertambah dengan jumlah yang sama setiap tahun. Formula yang digunakan pada metode proyeksi aritmatika adalah:

$$P_t = p_0 + p_r \cdot n \dots\dots\dots (23)$$

Dengan

$$P_r = \frac{p_0 - p_n}{n} \dots\dots\dots (24)$$

Dimana :

- P_t = jumlah penduduk pada tahun proyeksi (jiwa)
- P_0 = jumlah penduduk pada awal tahun dasar (jiwa)
- P_r = Rata-rata pertumbuhan penduduk (jiwa/tahun)
- n = periode waktu antara tahun dasar dan tahun t (dalam tahun)

b. Metode Geometrik

Proyeksi penduduk dengan metode geometric menggunakan asumsi bahwa jumlah penduduk akan bertambah secara geometric menggunakan dasar perhitungan bunga mejemuk (Adioetomo dan samosir, 2010). Laju pertumbuhan penduduk (*rate of growth*).

$$P_t = P_0 (1+r)^t \dots\dots\dots (25)$$

Dengan

$$r = \left(\frac{P_t}{P_0} \right)^{\frac{1}{t}} \dots\dots\dots (26)$$

Dimana:

P_t = jumlah penduduk pada tahun t

P_0 = jumlah penduduk pada tahun dasar

r = laju pertumbuhan penduduk

1 = periode waktu antara tahun dasar dan tahun t (dalam tahun)

c. Metode Eksponensial

Menurut adioetomo dan samosir (2010), metode eskponensial menggambarkan pertambahan penduduk yang terjadi secara sedikit-sedikit sepanjang tahun, berbeda dengan metode geometric yang mengasumsikan bahwa pertambahan penduduk hanya terjadi pada satu saat selama kurun waktu tertentu. Formula yang digunakan pada metode eksponensial adalah:

$$P_t = P_0 e^{rt} \dots\dots\dots (27)$$

dengan

$$r = \frac{1}{t} \ln \left(\frac{P_t}{P_0} \right) \dots\dots\dots (28)$$

Dimana:

P_t = jumlah penduduk pada tahun t

P_0 = jumlah penduduk pada tahun dasar

- R = laju pertumbuhan penduduk
- T = periode waktu antara tahun dasar dan tahun t (dalam tahun)
- e = bilangan pokok dari system logaritma natural ($1n$) yang besarnya adalah 2,7182818.

Dari ketiga metode perhitungan jumlah penduduk diatas juga dapat dihitung perkiraan waktu ketika jumlah penduduk mencapai dua kali lipat (*doubling time*). Formula perhitungan waktu penggandaan menggunakan laju pertumbuhan penduduk aritmatik, geometrik, dan eksponensial adalah sebagai berikut:

Aritmatik :

$$t = \frac{1}{R} \dots\dots\dots (29)$$

Geometric :

$$t = \frac{\log 2}{\log(1+R)} \dots\dots\dots (30)$$

eksponensial :

$$t = \frac{1n2}{R} \dots\dots\dots (31)$$

2.8.2 Metode komponen

Metode komponen berbasis pada pengertian bahwa perubahan penduduk suatu wilayah pada periode tahun tertentu merupakan akumulasi dari kejadian kelahiran dan kematian (*natural increase*) serta net migrasi.

$$P_t = P_0 + (L-M) + (MigIn-MigOut) \dots\dots\dots (32)$$

Dimana:

- P_t = jumlah penduduk pada tahun t
- P_0 = jumlah penduduk pada tahun dasar
- L = jumlah kelahiran
- M = jumlah kematian
- MigIn = jumlah migrasi masuk
- MigOut = jumlah migrasi keluar

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Gambaran Wilayah Kota Gunungsitoli

Kota Gunungsitoli adalah kota yang terletak di sebuah pulau yang dikenal dengan nama Kepulauan Nias terletak di sebelah barat pulau Sumatra, yang secara geografis terletak antara 01°17' lintang Utara (LU) dan 97°37' Bujur Timur (BT).

Berbatasan dengan :

- Utara —————> Kecamatan Sitolu Ori
(Kabupaten Nias Utara)
- Timur —————> Laut
- Barat —————> Kec. Alasa Talumuzoi dan Kec. Namohalu
Esiwa (Kabupaten Nias Utara), dan
Hiliduho (Kabupaten Nias)
- Selatan —————> Kecamatan Gido dan Hili Serangkai
(Kabupaten Nias)

Luas Kota Gunung Sitoli adalah ± 469,36 km² yang terletak di atas permukaan laut antara 0 s/d 800 meter dan memiliki 6 kecamatan yaitu sebagai berikut :

Tabel 3. 1 Luas wilayah disetiap Kecamatan Kota Gunungsitoli.

No	kecamatan	Luas (km ²)
1	Gunungsitoli idanoi	134.78
2	Gunungsitoli Selatan	56.85
3	Gunungsitoli Barat	28.70
4	Gunungsitoli	109.09
5	Gunungsitoli Alo'oa	60.21
6	Gunungsitoli Utara	79.73
	Total	469.36



Sumber : Rencana tata ruang kota gunungsitoli

Gambar 3. 1 Peta Kota Gunungsitoli

3.2 Metode Penelitian

Dalam penelitian ini, metode yang digunakan adalah dengan pemodelan atau perencanaan sistem distribusi air minum untuk Masyarakat di Kota Gunungsitoli Barat hingga Tahun 2032. Sehingga pada tahun 2032 biasa memenuhi Kebutuhan Air minum di lokasi penelitian.

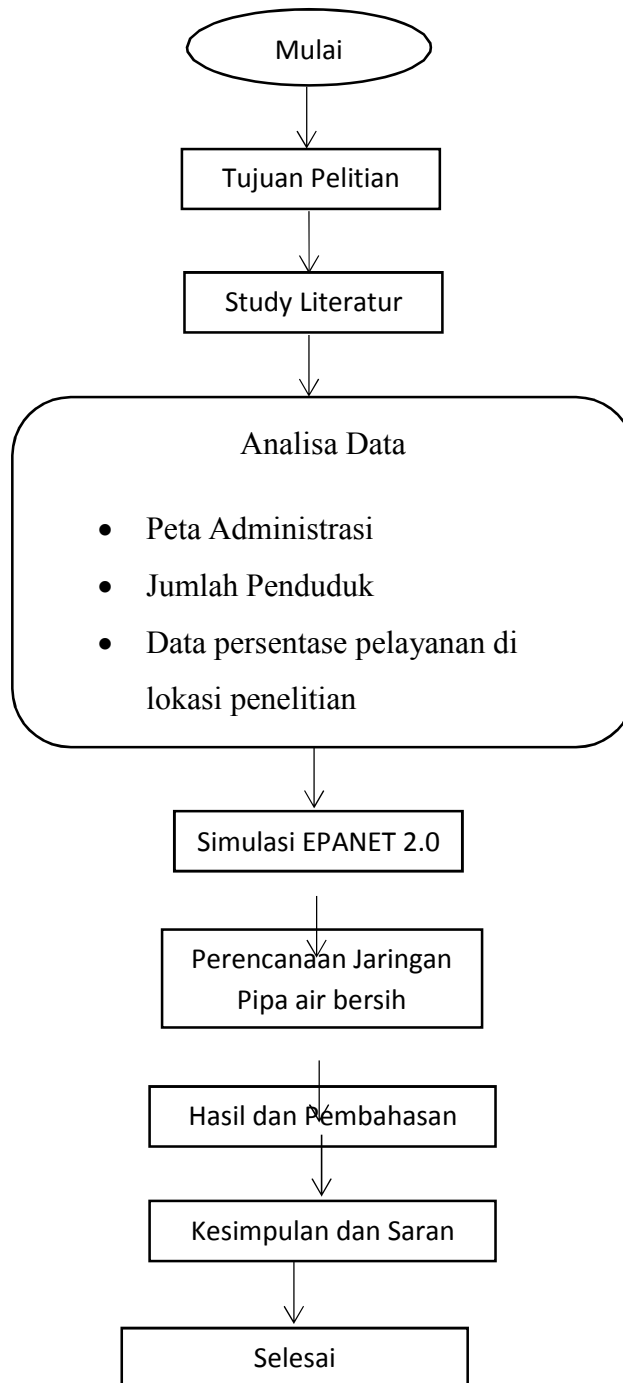
Data – data yang digunakan pada penelitian ini merupakan data estimasi perencanaan dari peneliti yang dimuat kedalam simulasi jaringan pipa dengan bantuan *Software* EPANET 2.0 .

3.3 Tinjauan pustaka literatur

Studi literature didapat dari buku referensi, jurnal, internet, dan standar buku Indonesia . Studi literature ini di lakukan untuk mengumpulkan bahan acuan yang akan di gunakan dalam perencanaan atau pemodelan sistem distribusi air minum di kecamatan Gunungsitoli Barat.

3.4 Diagram Alur Penelitian

Untuk tahapan-tahapan penyelesaian dalam penelitian ini dapat dilihat pada kerangka diagram alur penelitian berikut ini :



Gambar 3. 2-Alur Penelitian