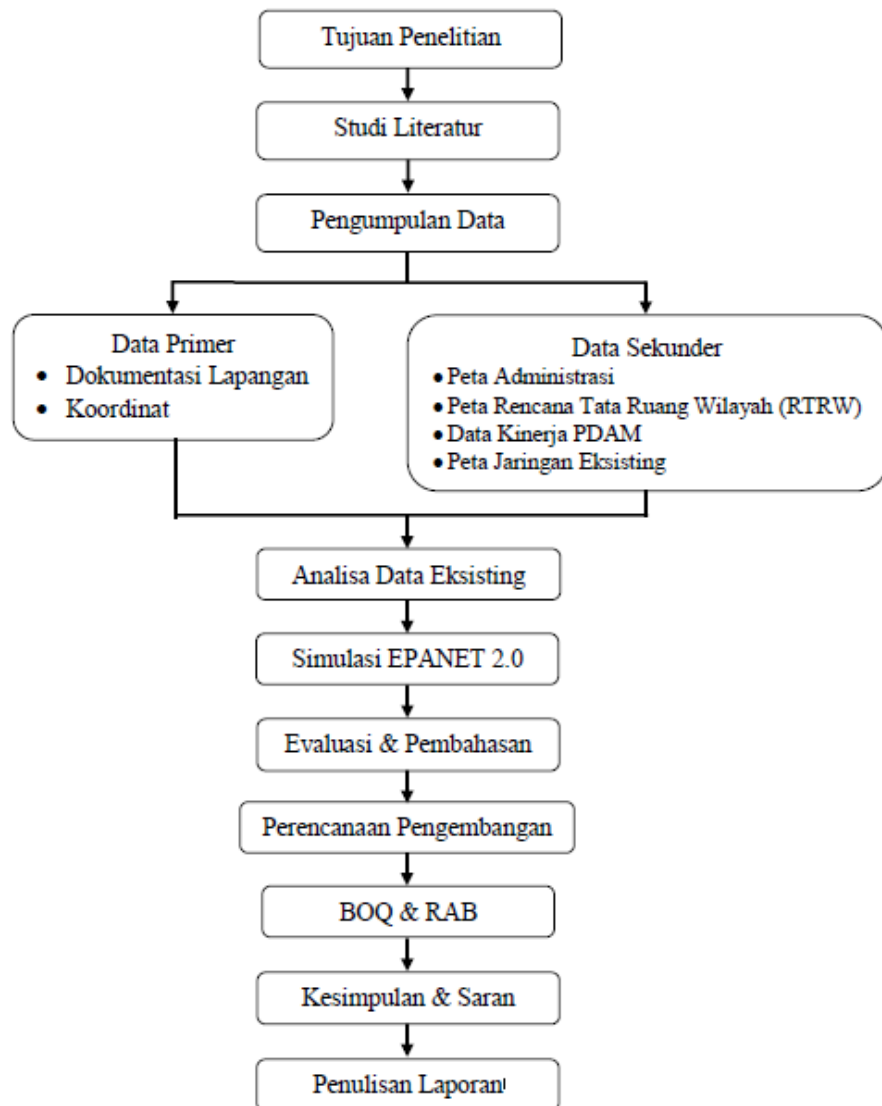


BAB III

METODE PENELITIAN DAN KRITERIA DESAIN

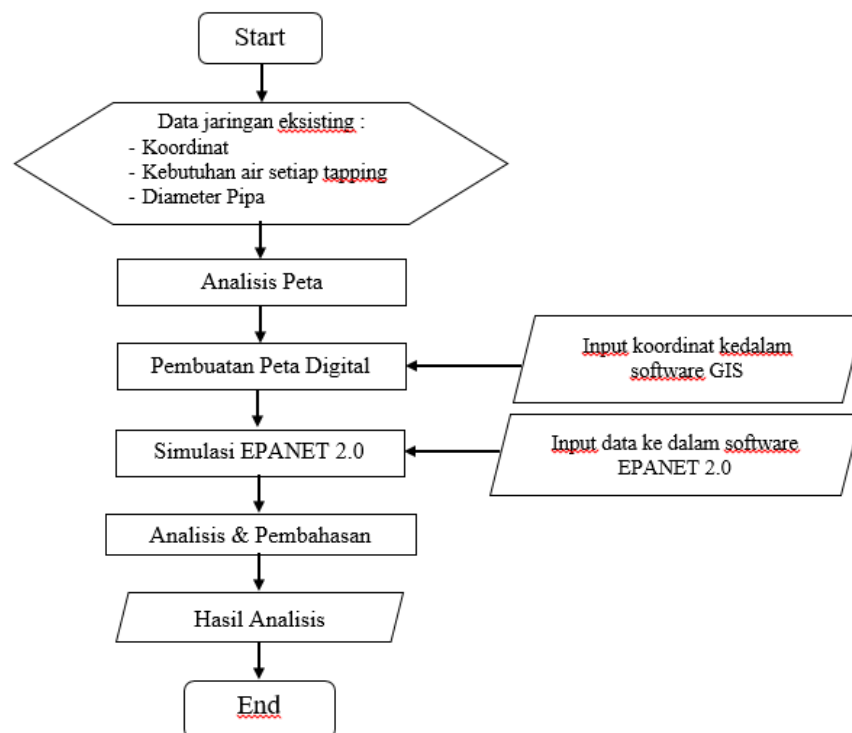
3.1 Diagram Alir Penelitian

Dalam melakukan evaluasi serta pengembangan jaringan distribusi PDAM Tirta Kandilo terdapat tahapan-tahapan pekerjaan yang sistematis mengacu kepada tujuan dari perencanaan ini seperti yang ditunjukkan gambar 3.1.



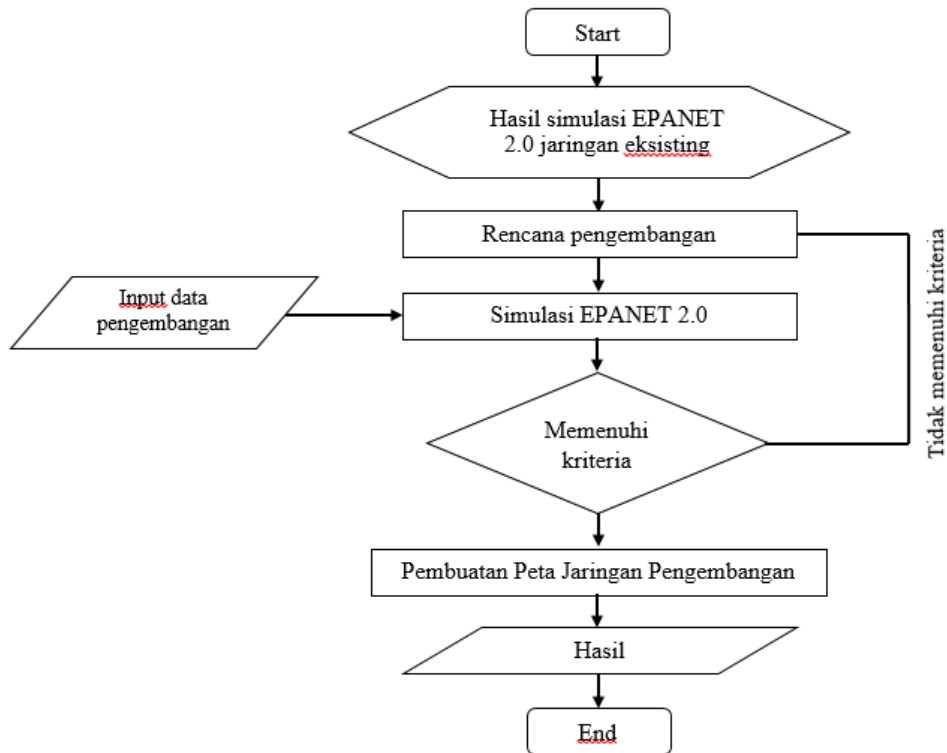
Gambar 3.1 Tahapan Penelitian Keseluruhan

Metode yang digunakan dalam penelitian ini dalam melakukan evaluasi adalah metode kualitatif karena data-data yang diolah dapat terukur mutlak seperti diameter pipa, kekasaran pipa, panjang pipa. Untuk mengidentifikasi faktor penyebab masalah pada penelitian yaitu dengan melakukan simulasi software EPANET 2.0 yang dimana setelahnya akan dilakukan analisis terhadap faktor-faktor tersebut menyesuaikan kondisi di lapangan (elevasi, material pipa yang digunakan, diameter pipa dan lain-lain) . Tahapan evaluasi yang spesifik dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 3.2 Tahapan Spesifik Evaluasi

Tahap perencanaan pengembangan pada penelitian ini berfokus pada jaringan primer seperti jalan utama pada lokasi penelitian. Perencanaan pengembangan yang dilakukan mengacu kepada jaringan eksisting yang telah ada seperti yang dijelaskan dalam gambar 3.3.



Gambar 3.3 Tahap Rencana Pengembangan

3.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh data-data yang dibutuhkan untuk melakukan tahapan pekerjaan selanjutnya yaitu analisis. Adapun data-data yang dibutuhkan dalam perencanaan ini adalah :

1. Peta Wilayah Administrasi Kecamatan Tanah Grogot
2. Peta Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kecamatan Tanah Grogot
3. Peta eksisting jaringan distribusi PDAM Tirta Kandilo
4. Data teknis PDAM (Kebocoran air, kapasitas, permasalahan teknis lainnya)

3.3 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini adalah Kecamatan Tanah Grogot, Kabupaten Paser, Kalimantan Timur.

3.4 Objek Penelitian

Objek pada penelitian ini yaitu melakukan evaluasi serta pengembangan jaringan distribusi PDAM Tirta Kandilo, agar seluruh masyarakat kecamatan Tanah Groogt dapat terlayani dengan optimal.

3.5 Kriteria Desain

Kriteria yang digunakan dalam perencanaan harus sesuai dengan standar yang berlaku. Kriteria desain yang digunakan pada penelitian ini sebagai acuan diperoleh dari Peraturan Menteri PU No. 27/RT/M/2016 dimana metode perhitungan didalamnya masih relevan dengan kondisi lapangan yang ada. Kriteria jaringan yang diatur yaitu tekanan pada node, kecepatan, dan *headloss* pipa seperti ditunjukkan pada tabel 3.1. Hal ini dilakukan agar hasil penelitian pada saat pengoperasian dapat berjalan sesuai dengan standar yang ada.

Tabel 3.1 Kriteria Desain

Uraian	Satuan	Kriteria
Kecepatan aliran	m/s	0,3 - 4,5
Headloss	m/Km	0 - 10
Pressure	atm	1 - 8

Penyesuaian perlu dilakukan pada komponen pipa jaringan agar dapat memenuhi syarat. Pipa dengan kecepatan aliran yang kurang dari 0,3 m/s perlu diperkecil diameternya, bila lebih dari 4,5 m/s maka diameter perlu diperbesar. Bila terdapat Node yang memiliki tekanan kurang dari 0,5 atm pada sistem jaringan maka perlu diperbesar diameter pipa yang terhubung pada node tersebut atau ditambahkan pompa pada sistem jaringan sedangkan bila tekanan melebihi 8 atm pipa yang terhubung dengan node tersebut perlu diperkecil diameternya atau dengan melakukan pemasangan pressure reducer valve (PRV). Headloss gradien pada tiap pipa dalam jaringan yang melebihi 15 m/km perlu diperbesar diameternya agar dapat memenuhi syarat. Kriteria teknis pipa distribusi berdasarkan Peraturan Menteri PU No. 27/RT/M/2016 terdapat pada tabel 3.2

Penentuan dimensi perpipaan transmisi air minum dan distribusi dapat menggunakan formula:

- $Q = V \times A$
- $A = 0,785 \cdot D^2$

Dengan pengertian:

- Q : debit ($m^3/detik$)
- V : kecepatan pengaliran ($m/detik$)
- A : luas penampang pipa (m^2)
- D : diameter pipa (m)

Pemilihan pipa berdasarkan tekanan yang direncanakan; untuk pipa bertekanan tinggi dapat menggunakan pipa Galvanis (GI) Medium atau pipa PVC kelas AW, 8 s/d 10 kg/cm^2 atau pipa berdasarkan SNI, Seri (10–12,5), atau jenis pipa lain yang telah memiliki SNI atau standar internasional setara.

Jaringan pipa didesain pada jalur yang ditentukan dan digambar sesuai dengan zona pelayan yang di tentukan dari jumlah konsumen yang akan dilayani, penggambaran dilakukan skala maksimal 1 : 5000.

Tabel 3.2 Kriteria teknis pipa distribusi

No.	Uraian	Notasi	Kriteria
1	Debit Perencanaan	Q puncak	Kebutuhan air jam puncak $Q_{peak} = F_{peak} \times Q_{rata-rata}$
2	Faktor Jam Puncak	F.puncak	1,15 – 3
3	Kecepatan aliran air dalam pipa a) Kecepatan minimum b) Kecepatan maksimum Pipa PVC atau ACP Pipa baja atau DCIP	V min V.max V.max	0,3 - 0,6 m/det 3,0 - 4,5 m/det 6,0 m/det
4	Tekanan air dalam pipa a) Tekanan minimum b) Tekanan maksimum Pipa PVC atau ACP - Pipa baja atau DCIP - Pipa PE 100 - Pipa PE 80	h min h max h max h max h max	(0,5 - 1,0) atm, pada titik jangkauan pelayanan terjauh. 6 - 8 atm 10 atm 12.4 MPa 9.0 MPa

Sumber : Peraturan Menteri PU No. 27/RT/M/2016

3.6 Metode Perencanaan

Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 27/PRT/M/2016 tentang penyelenggaraan pengembangan SPAM yang menjadi pedoman dalam penelitian ini yang terdiri dari kegiatan perencanaan jaringan dan pelayanan air bersih. Terdapat beberapa metode perhitungan yang akan digunakan dalam perencanaan:

3.6.1 Proyeksi Jumlah Penduduk

Penentuan jumlah dan kepadatan penduduk dipakai untuk menentukan daerah pelayanan. Kebutuhan air bersih ini terdiri dari kebutuhan domestik dan non domestik. Kebutuhan air bersih ini dapat dihitung dengan terlebih dahulu menghitung pertumbuhan jumlah penduduk dan diproyeksikan untuk 10 tahun ke depan. Sedangkan metode untuk menentukan proyeksi penduduk antara lain adalah sebagai berikut:

1. Metode Geometrik
2. Metode Aritmatika
3. Metode Least Square (Kuadrat Minimum)

3.6.2 Perhitungan Kebutuhan Air

Kebutuhan air total dihitung berdasarkan jumlah pemakaian air yang telah diproyeksikan untuk 15 – 20 tahun mendatang dan kebutuhan rata – rata setiap pemakai setelah ditambahkan 20% sebagai faktor kehilangan air (kebocoran). Kebutuhan total ini dipakai untuk mengetahui apakah sumber air yang dipilih dapat digunakan. Kebutuhan air ditentukan dengan perhitungan sebagai berikut :

- a. Hitung kebutuhan air dengan persamaan berikut:

$$Q = P \times q \quad (\text{Persamaan 3.1})$$

Keterangan :

Q = kebutuhan air (liter/hari)

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

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

- b. Kebutuhan air harian maksimum (Q_{max})

Merupakan jumlah air terbanyak yang diperlukan pada beberapa waktu (harian atau jam) dalam waktu satu tahun berdasarkan nilai Q rata-rata harian.

Untuk menghitungnya diperlukan faktor fluktuasi maksimum.

$$Q_{max} = f_{max} \times Q_{av} \quad (\text{Persamaan 3.2})$$

Dimana :

$$Q_{max} = \text{Kebutuhan air harian maksimum} \quad (\text{ltr/det})$$

$$f_{max} = \text{Faktor maksimum mengacu kriteria desain}$$

$$Q_{av} = \text{Kebutuhan air rata-rata harian} \quad (\text{ltr/det})$$

3.6.3 Kehilangan Tekanan

Kehilangan tekanan merupakan fenomena berkurangnya energi atau tekanan dalam aliran. Secara umum, tinggi kehilangan tekanan dapat dikelompokkan menjadi kehilangan tekanan utama atau major loss akibat gesekan dengan dinding pipa dan kehilangan tekanan minor loss akibat sambungan-sambungan, belokan-belokan, valve dan aksesories lainnya (Kodoatie, 2002). Besarnya kehilangan tenaga primer akibat gesekan pada pipa dapat ditentukan dengan persamaan :

$$H_f = \left(\frac{Q \cdot L^{0.54}}{0,2758 \cdot C_{HW} \cdot D^{2.63}} \right)^{1.85} \quad (\text{Persamaan 3.3})$$

Keterangan :

$$D = \text{diameter pipa (m)}$$

$$L = \text{panjang pipa (m)}$$

$$C_{HW} = \text{Koefisien Hazen-Wiliams}$$

$$Q = \text{Debit (m}^3/\text{det)}$$

3.6.4 Debit Aliran

Debit aliran dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti kemiringan lahan atau *slope*, jenis pipa yang digunakan serta diameter pipa. Berikut merupakan persamaan yang digunakan untuk keperluan analisa di dalam perencanaan:

$$Q = 0,2785 \times C \times D^{2.63} \times S^{0.54} \quad (\text{Persamaan 3.4})$$

Keterangan :

$$Q = \text{Debit aliran (m}^3/\text{detik)}$$

$$D = \text{Diameter pipa (m)}$$

$$S = \text{slope / kemiringan lahan (m)}$$

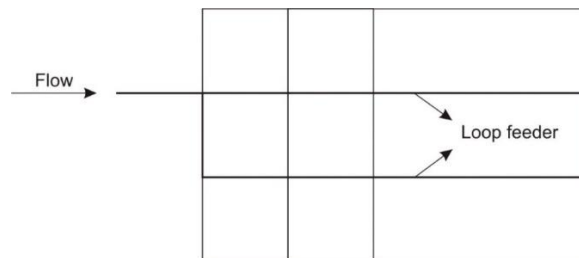
$$C = \text{Koefisien Hazen-Wiliams}$$

3.6.5 Pemilihan Pola Jaringan Perpipaan

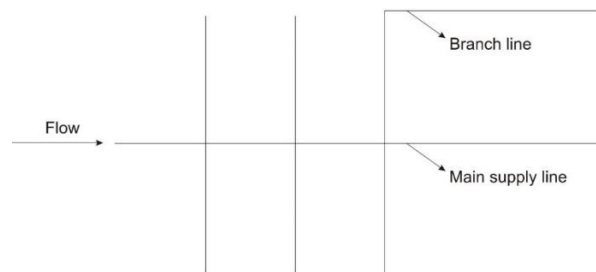
Pola jaringan sistem perpipaan distribusi air bersih umumnya, dapat diklasifikasikan menjadi :

- Sistem jaringan melingkar (*Grid System/Loop*).
- Sistem jaringan cabang (*Branch System*).
- Sistem kombinasi dari kedua sistem tersebut.

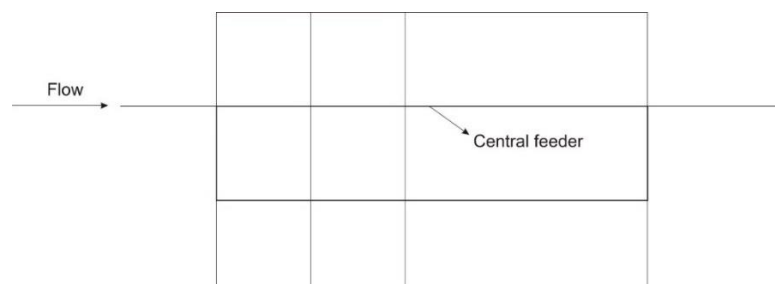
Bentuk sistem jaringan perpipaan tergantung pada pola jalan yang ada dan jalan rencana, topografi, pola perkembangan daerah pelayanan dan lokasi instalasi pengolahan. Gambar berikut dapat memberikan ilustrasi tentang bentuk dan sistem jaringan pipa distribusi tersebut.



Gambar 3.4 Sistem Jaringan Pipa Loop



Gambar 3.5 Sistem Jaringan Pipa Cabang



Gambar 3.6 Sistem Jaringan Pipa Gabungan

a. Sistem Jaringan Perpipaan Melingkar

Sistem jaringan perpipaan melingkar terdiri dari pipa induk dan pipa cabang yang saling berhubungan satu sama lainnya dan membentuk *loop* (melingkar), sehingga terjadi sirkulasi air ke seluruh jaringan distribusi. Dari pipa induk dilakukan penyambungan (*tapping*) oleh pipa cabang dan selanjutnya dari pipa cabang dilakukan pendistribusian untuk konsumen.

Dari segi ekonomis sistem ini kurang menguntungkan, karena diperlukan pipa yang lebih panjang, katup dan diameter pipa yang bervariasi. Sedangkan dari segi hidrolis (pengaliran) sistem ini lebih baik karena jika terjadi kerusakan pada sebagian blok dan selama diperbaiki, maka yang lainnya tidak mengalami gangguan aliran karena masih dapat pengaliran dari loop lainnya.

Sistem jaringan perpipaan melingkar digunakan untuk daerah dengan karakteristik sebagai berikut :

- Bentuk dan luasannya menyebar ke seluruh arah
- Pola jaringan jalannya berhubungan satu dengan lainnya
- Elevasi tanahnya relatif datar

b. Sistem Jaringan Bercabang

Sistem jaringan bercabang terdiri dari pipa induk utama (*main feeder*) disambungkan dengan pipa sekunder, lalu disambungkan lagi dengan pipa cabang lainnya, sampai akhirnya pada pipa yang menuju ke konsumen.

Dari segi ekonomis sistem ini menguntungkan, karena panjang pipa lebih pendek dan diameter pipa kecil. Namun dari segi teknis pengoperasian mempunyai keterbatasan, diantaranya :

- Timbulnya rasa, bau akibat adanya "air mati" pada ujung-ujung pipa cabang. Untuk mengatasi hal tersebut diperlukan pengurasan secara berkala dan menyebabkan kehilangan air yang cukup banyak.
- Jika terjadi kerusakan akan terdapat blok daerah pelayanan yang tidak mendapatkan suplai air, karena tidak adanya sirkulasi air.

- Jika terjadi kebakaran, suplai air pada hidran kebakaran lebih sedikit, karena alirannya satu arah.

Sistem jaringan perpipaan bercabang digunakan untuk daerah pelayanan dengan karakteristik sebagai berikut :

- Bentuk dan arah perluasan memanjang dan terpisah.
- Pola jalur jalannya tidak berhubungan satu sama lainnya.
- Luas daerah pelayanan relatif kecil.
- Elevasi permukaan tanah mempunyai perbedaan tinggi dan menurun secara teratur.

c. Sistem Jaringan Perpipaan Kombinasi

Sistem jaringan perpipaan kombinasi merupakan gabungan dari sistem melingkar dan sistem bercabang. Sistem ini diterapkan untuk daerah pelayanan dengan karakteristik :

- Kota yang sedang berkembang.
- Bentuk perluasan kota yang tidak teratur, demikian pula jaringan jalannya tidak berhubungan satu sama lain pada bagian tertentu.
- Terdapat daerah pelayanan yang terpencil dan elevasi tanah yang bervariasi.

3.6.5 Sistem Pengaliran

Sistem pengaliran dalam sistem distribusi air bersih dapat diklasifikasikan menjadi sebagai berikut:

1. Sistem Gravitasi

Sistem pengaliran dengan gravitasi dilakukan dengan memanfaatkan beda tinggi muka tanah, dalam hal ini jika daerah pelayanan terletak lebih rendah dari sumber air atau reservoir. Untuk daerah pelayanan yang mempunyai beda tinggi yang besar sistem gravitasi dapat digunakan karena dengan beda tinggi yang besar untuk pengaliran kita dapat memanfaatkan energi yang ada pada perbedaan elevasi tersebut tidak perlu pemompaan. Bila digabungkan dengan sistem jaringan bercabang akan membentuk sistem yang optimal, baik dari segi ekonomis maupun dari segi teknis.

2. Sistem Pemompaan

Sistem pengaliran dengan pemompan digunakan di daerah yang tidak mempunyai beda tinggi yang cukup besar dan relatif datar. Perlu diperhitungkan besarnya tekanan pada sistem untuk mendapatkan sistem pemompaan yang optimal, sehingga tidak terjadi kekurangan tekanan yang dapat mengganggu sistem pengaliran, atau kelebihan tekanan yang dapat mengakibatkan pemborosan energi dan kerusakan pipa.

3. Sistem Kombinasi

Sistem ini merupakan sistem gabungan dari sistem gravitasi dan sistem pemompaan. Pada sistem kombinasi ini, air yang didistribusikan dikumpulkan terlebih dahulu dalam reservoir pada saat permintaan air menurun. Jika permintaan air meningkat maka air akan dialirkan melalui sistem gravitasi maupun sistem pemompaan (Anonim, 2012).

3.6.6 Analisa Program Epanet 2.0.

Program Epanet 2.0 merupakan suatu program simulasi jaringan pipa distribusi yang dapat membantu perencanaan suatu sistem jaringan distribusi, dimana program ini dapat menganalisa suatu model jaringan distribusi apakah telah sesuai dengan yang direncanakan. Dalam pembuatan model, diperlukan data-data yang tepat agar model yang direncanakan sesuai dengan kondisi di lapangan. Epanet 2.0 adalah sebuah *software* yang dapat mensimulasikan sistem distribusi air minum pada wilayah tertentu. Epanet 2.0 memodelkan sistem distribusi air sebagai kumpulan *node* yang dihubungkan oleh *link*. *Link* yang dimaksud adalah pipa, pompa dan valve. Dengan menggunakan Epanet 2.0, dapat terlihat secara menyeluruh gambaran aliran air yang terjadi pada perpipaan distribusi pada waktu yang kontinu. Sehingga dengan demikian bisa dilakukan sebuah evaluasi terhadap sistem perpipaan distribusi (Kharina, dkk. 2015).

Fasilitas yang lengkap serta pemodelan hidrolis yang akurat adalah salah satu langkah yang efektif dalam membuat model tentang pengaliran serta kualitas air. EPANET adalah alat bantu analisis hidrolis yang didalamnya terkandung kemampuan seperti :

- a. Kemampuan analisa yang tidak terbatas pada penempatan jaringan
- b. Perhitungan harga kekasaran pipa menggunakan persamaan Hazen-Williams, Darcy Weisbach, atau Chezy-Manning.
- c. Termasuk juga minor head losses untuk bend, fitting, dsb
- d. Pemodelan terhadap kecepatan pompa yang konstan maupun variabel
- e. Menghitung energi pompa dan biaya (*cost*)
- f. Pemodelan terhadap variasi tipe dari valve termasuk *shutoff*, *check*, *pressure regulating*, dan *flow Control valve*
- g. Tersedia tangki penyimpan dengan berbagai bentuk (seperti diameter yang bervariasi terhadap tingginya)
- h. Memungkinkan dimasukkannya kategori kebutuhan (*demand*) ganda pada node, masing-masing dengan pola tersendiri yang bergantung pada variasi waktu.
- i. Model *pressure* yang bergantung pada pengeluaran aliran dari emitter (*Sprinkler head*)
- j. Dapat dioperasikan dengan system dasar pada tangki sederhana atau kontrol waktu, dan pada kontrol waktu yang lebih kompleks (Rossman, 2000).