

EVALUASI JARINGAN SISTEM PERPIPAAN AIR BERSIH
DI IBUKOTA KECAMATAN SIMANINDO
(STUDI KASUS)

TUGAS AKHIR

Disusun oleh :

LATAP ANGEL RUMONDANG
18310040

Telah Diuji Dihadapan Tim Penguji Tugas Akhir Pada Tanggal 19 April 2024
Dan Dinyatakan Telah Lulus Sidang Sarjana

Dosen Pembimbing I



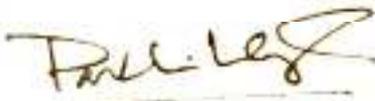
Ir. Salomo Simanjuntak, M.T

Dosen Pembimbing II



Humisar Pasaribu, S.T, M.T

Dosen Penguji I



Ir. Partahi Lumbungul M.Eng.Sc.

Dosen Penguji II



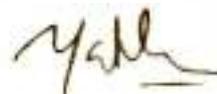
Ir. Johan O. Simanjuntak, S.T., M.T., IPM ASEAN En

Dekan Fakultas Teknik



Ir. Yetti R. Saragih S.T., M.T., IPU, ACPE

Ketua Program Studi



Ir. Yetti R. Saragih S.T., M.T., IPU, ACPE

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sistem distribusi air bersih umumnya merupakan suatu jaringan perpipaan yang tersusun dari sistem pipa, pompa, reservoir dan perlengkapan lainnya. Sistem penyediaan air bersih yang kompleks sering sekali bermasalah dalam distribusi debit dan tekanan yang berkaitan dengan kriteria hidrolis yang harus terpenuhi dalam sistem pengaliran air bersih.

Kecamatan Simanindo merupakan salah satu kecamatan yang terletak di Kabupaten Samosir, Provinsi Sumatera Utara, Indonesia. Kecamatan Simanindo memiliki padat penduduk yang cukup tinggi sehingga kebutuhan akan pasokan air bersih menjadi sangat penting. Oleh karena itu, sistem perpipaan air bersih menjadi infrastruktur yang sangat vital dalam memenuhi kebutuhan air bersih bagi masyarakat di Kecamatan Simanindo.

Sistem penyediaan air bersih di kecamatan Simanindo di kelolah oleh PDAM Tirtanadi cabang Samosir. Air diproses di WTP dan didistribusikan kepada konsumen PDAM. Pada proses pendistribusiannya dilakukan pengukuran terhadap penggunaan air pada tiap-tiap rumah di seluruh area perumahan tersebut, sehingga dapat ditentukan kebutuhan air pada tiap-tiap titik layanan di area tersebut.

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 perpipaan air bersih yang ada di Kecamatan Simanindo, terutama sistem jaringan pipa distribusinya. Hal ini dilakukan untuk mengetahui kendala-kendala yang terjadi pada jaringan pipa distribusinya dalam rangka untuk optimalisasi pasokan air ke konsumen.

Suatu aliran 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, kekekalan energi dan kehilangan tekanan (headloss). Untuk menganalisa sistem jaringannya dapat diselesaikan dengan manual, namun untuk jaringan yang

kompleks perangkat lunak seperti EPANET sangat membantu. Dalam penelitian ini digunakan software EPANET 2.2 untuk menganalisa sistem jaringan pemiiwaan distribusi air bersih.

Hasil evaluasi jaringan sistem perpipaan air bersih di Ibu Kota Kecamatan Simanindo akan memberikan informasi yang berharga bagi pemerintah setempat dalam membuat keputusan untuk meningkatkan kualitas dan kapasitas pasokan air bersih bagi masyarakat. Dengan adanya evaluasi sistem perpipaan air bersih, diharapkan dapat menjaga ketersediaan pasokan air bersih yang baik dan terus menerus bagi masyarakat Kecamatan Simanindo.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana kondisi eksisting sistem perpipaan air bersih di IKK Simanindo?
2. Apakah debit air pada reservoir mencukupi kebutuhan air bersih pada jam puncak warga di Kecamatan Simanindo?
3. Berapa kehilangan tekanan (*Headloss*) yang terjadi pada setiap pipa distribusi di IKK Simanindo?

1.3 Tujuan Penelitian

Dalam tugas akhir ini adapun tujuan dari penulis adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui kondisi eksisting sistem perpipaan air bersih di IKK Simanindo.
2. Untuk mengetahui apakah debit air pada reservoir mencukupi untuk kebutuhan air bersih pada jam puncak warga di Kecamatan Simanindo.
3. Untuk mengetahui kehilangan tekanan (*headloss*) yang terjadi pada setiap pipa distribusi di IKK Simanindo.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Hasil dari penelitian ini adalah memudahkan Kecamatan Simanindo dalam mengelola PDAM.
2. Kebutuhan air bersih di IKK Simanindo akan dapat terpenuhi.

3. Dengan adanya penelitian ini diharapkan mampu menambah pengetahuan dan wawasan tentang jaringan pipa air bersih bagi mahasiswa teknik sipil dan pembaca.

1.5 Batasan Masalah

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

1. Penelitian jaringan sistem perpipaan dilakukan di Kecamatan Simanindo.
2. Penelitian ini tidak menghitung anggaran biaya pada pipa di setiap desa.
3. Data-data yang digunakan data primer dan sekunder.
4. Jumlah pelanggan dihitung berdasarkan tahap pengembangan jaringan distribusi.
5. Jaringan pipa yang dianalisa adalah jaringan pipa utama atau primer.
6. Parameter utama yang dianalisa adalah debit rata-rata, tekanan dan headloss.

1.6 Sistematika Penulisan

Dalam penulisan Tugas Akhir ini digunakan sistematika 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 di butuhkan dalam proses pengolahan 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 di ambil dari penelitian dan saran mengenai topik Tugas Akhir ini. Pada akhir penulisan ini akan di lampirkan Daftar Pustaka yang di gunakan sebagai referensi penunjang dalam penyelesaian Tugas Akhir.

1.7 Lokasi Penelitian

Lokasi Penelitian berada pada Kecamatan Simanindo, Kabupaten Samosir.



Gambar 1.1 Lokasi Penelitian

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Air adalah kebutuhan dasar bagi seluruh makhluk hidup di dunia ini. Dalam keperluan sehari-hari, air digunakan sebagai air minum, memasak, mencuci, pelarut obat, dan pembawa bahan buangan industri. Ketersediaan sistem penyaluran air bersih sudah seharusnya untuk diperhatikan dalam memenuhi kebutuhan masyarakat. Akan tetapi, sampai saat ini pemerintah masih mengalami keterbatasan dalam penyediaan air bersih baik dalam sumber daya manusia maupun sumber daya alam.

Pelayanan air bersih di perkotaan di Indonesia sampai tahun 2000 masih 39% atau 33 juta penduduk, dan di pedesaan masih 8% atau 9 juta penduduk, sehingga keseluruhan baru mencapai 47% atau 42 juta penduduk Indonesia. Keadaan ini berarti menggambarkan bahwa pelayanan air bersih belum merata dan dinikmati oleh sebagian besar masyarakat. Sebagian besar masyarakat masih menggunakan air sungai, danau, sumber-sumber air, atau hanya mengandalkan air hujan (Safii, 2012).

Dengan kondisi demikian lalu dihadapkan kepada kebutuhan air bersih yang meningkat seiring pertumbuhan penduduk diperlukan upaya yang merata. Air bersih yang dimaksud selaku air bersih yang layak konsumsi, layak untuk mandi dan keperluan lainnya.

Air layak konsumsi yang dimaksud ini bukan berarti air yang bisa langsung diminum, tetapi perlu untuk dimasak atau direbus sampai mendidih. Untuk memenuhi kebutuhan air tersebut, dibutuhkan upaya penyediaan air bersih. Upaya penyediaan air bersih ini perlu meninjau sumber air, mutu, dan jumlahnya. Sumber air bersih ini perlu dilindungi keberadaannya dan keberlanjutannya.

2.2 Pengertian Air Bersih

Air bersih adalah air sehat yang dipergunakan untuk kegiatan manusia dan harus bebas dari kuman-kuman penyebab penyakit, bebas dari bahan-bahan kimia yang dapat mencemari air bersih tersebut. Air merupakan zat yang mutlak bagi setiap makhluk hidup dan kebersihan air adalah syarat utama bagi terjaminnya

kesehatan (Dwidjoseputro, 2003) Air bersih berhubungan langsung dengan tingkat kesehatan tubuh manusia.

Suatu daerah yang memiliki air bersih dalam jumlah yang cukup dan kualitas yang baik dapat dipastikan daerah tersebut termasuk daerah sehat. Air bersih ini adalah sumber air dengan kualitas air yang baik dan dapat digunakan konsumsi manusia sehari-hari, termasuk sanitasi. Air memiliki sifat yang penting bagi kehidupan dan akan berdampak besar ke lingkungan.

2.3 Persyaratan dalam Penyediaan Air Bersih

Air adalah sumber kehidupan. Air digunakan untuk berbagai macam keperluan manusia. Sumber air baku yang biasanya dipakai berasal dari air hujan, air permukaan dan air tanah. Sumber air baku tersebut harus memenuhi persyaratan diantaranya persyaratan kualitas, kuantitas, kontinuitas, dan persyaratan tekanan air.

2.3.1 Persyaratan Kualitas

Persyaratan kualitas menggambarkan mutu atau kualitas dari air baku air bersih. Persyaratan ini meliputi persyaratan fisik, persyaratan kimia, persyaratan biologis dan persyaratan radiologis. Syarat-syarat tersebut berdasarkan Permenkes No.416/Menkes/PER/IX/1990 dinyatakan bahwa persyaratan kualitas air bersih adalah sebagai berikut:

a. Syarat-syarat fisik

Secara fisik air bersih harus jernih, tidak berbau dan tidak berasa. Selain itu juga suhu air bersih sebaiknya sama dengan suhu udara atau kurang lebih 25°C, dan apabila terjadi perbedaan maka batas yang diperbolehkan adalah $25^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$.

1. Bau

Air yang berbau selain tidak estetik juga tidak akan disukai oleh masyarakat. Bau air dapat memberi petunjuk akan kualitas air.

2. Rasa

Air yang bersih biasanya tidak memberi rasa/tawar. Air yang tidak tawar dapat menunjukkan kehadiran berbagai zat yang dapat membahayakan kesehatan.

3. Warna

Air sebaiknya tidak berwarna untuk alasan estetis dan untuk mencegah keracunan dari berbagai zat kimia maupun mikroorganisme yang berwarna. Warna dapat disebabkan adanya tannin dan asam humat yang terdapat secara alamiah di air rawa, berwarna kuning muda, menyerupai urin, oleh karenanya orang tidak mau menggunakannya. Selain itu, zat organik ini bila terkena khlor dapat membentuk senyawa-senyawa khloroform yang beracun. Warna pun dapat berasal dari buangan industri.

4. Kekeruhan

Kekeruhan air disebabkan oleh zat padat yang tersuspensi, baik yang bersifat anorganik maupun yang organik. Zat anorganik, biasanya berasal dari lapukan batuan dan logam, sedangkan yang organik dapat berasal dari lapukan tanaman atau hewan. Buangan industri dapat juga merupakan sumber kekeruhan.

5. Suhu

Suhu air sebaiknya sejuk atau tidak panas terutama agar tidak terjadi pelarutan zat kimia yang ada pada saluran/pipa yang dapat membahayakan kesehatan, menghambat reaksi-reaksi biokimia didalam saluran/pipa, mikroorganisme patogen tidak mudah berkembang biak, dan bila diminum air dapat menghilangkan dahaga.

6. Jumlah Zat Padat Terlarut

Jumlah zat padat terlarut (TDS) biasanya terdiri atas zat organik, garam anorganik, dan gas terlarut. Bila TDS bertambah maka kesadahan akan naik pula. Selanjutnya, efek TDS ataupun kesadahan terhadap kesehatan tergantung pada spesies kimia penyebab masalah tersebut.

b. Syarat-syarat kimia

Dari segi parameter kimia, air yang baik adalah air yang tidak tercemar secara berlebihan oleh zat-zat kimia yang berbahaya bagi kesehatan antara lain air raksa (Hg), alumunium (Al), arsen (As), barium (Ba), besi (Fe), flourida (F), tembaga (Cu), derajat keasaman (pH), dan zat kimia lainnya. Kandungan zat kimia dalam air bersih yang digunakan sehari-hari hendaknya tidak melebihi kadar maksimum yang diperbolehkan seperti tercantum dalam

Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 416/Menkes/Per/IX/1990. Penggunaan air yang mengandung bahan kimia beracun dan zat-zat kimia yang melebihi ambang batas berakibat tidak baik bagi kesehatan dan material yang digunakan manusia, contohnya antara lain sebagai berikut:

1. pH Air

Sebaiknya tidak asam dan tidak basa (netral) untuk mencegah terjadinya pelarutan logam berat dan korosi jaringan distribusi air. pH yang dianjurkan untuk air bersih adalah 6,5 – 9.

2. Besi (Fe)

Kadar besi (Fe) yang melebihi ambang batas (1,0 mg/l) menyebabkan berkurangnya fungsi paru-paru dan menimbulkan rasa, warna (kuning), pengendapan pada dinding pipa, pertumbuhan bakteri besi, dan kekeruhan.

3. Klorida

Klorida adalah senyawa halogen klor (Cl). Dalam jumlah banyak, klor (Cl) akan menimbulkan rasa asin, korosi pada pipa sistem penyediaan air panas. Sebagai desinfektan, residu klor (Cl) di dalam penyediaan air sengaja dipelihara, tetapi klor (Cl) ini dapat terikat pada senyawa organik dan membentuk halogen hidrokarbon (Cl-HC) banyak diantaranya dikenal sebagai senyawa-senyawa karsinogenik. Kadar maksimum klorida yang diperbolehkan dalam air bersih adalah 600 mg/l.

4. Tembaga (Cu)

Tembaga (Cu) sebetulnya diperlukan bagi perkembangan tubuh manusia. Tetapi, dalam dosis tinggi dapat menyebabkan gejala GI, SSP, ginjal, hati, muntaber, pusing kepala, lemah, anemia, kramp, konvulsi, shock, koma dan dapat meninggal. Dalam dosis rendah menimbulkan rasa kesat, warna, dan korosi pada pipa.

5. Mangan (Mn)

Mangan (Mn) adalah metal kelabu-kemerahan. Keracunan seringkali bersifat khronis sebagai akibat inhalasi debu dan uap logam.

6. Seng (Zn)

Di dalam air minum akan menimbulkan rasa kesat dan dapat menyebabkan gejala muntaber. Seng (Zn) menyebabkan warna air menjadi opalescent dan

bila dimasak akan timbul endapan seperti pasir. Kadar maksimum seng (Zn) yang diperbolehkan dalam air bersih adalah 15 mg/l.

c. Syarat-syarat mikrobiologis

Sumber- sumber air di alam pada umumnya mengandung bakteri. Jumlah dan jenis bakteri berbeda sesuai dengan tempat dan kondisi yang mempengaruhinya. Oleh karena itu air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari harus bebas dari bakteri patogen. Bakteri golongan coli tidak merupakan bakteri golongan patogen, namun bakteri ini merupakan indikator dari pencemaran air oleh bakteri patogen.

d. Syarat-syarat radioaktifitas

Persyaratan radioaktifitas mensyaratkan bahwa air bersih tidak boleh mengandung zat yang menghasilkan bahan-bahan yang mengandung radioaktif, seperti sinar alfa, beta dan gamma. (Peraturan Menteri Kesehatan RI, 1990)

2.3.2 Persyaratan Kuantitas

Persyaratan kuantitas dalam penyediaan air bersih adalah ditinjau dari banyaknya air baku yang tersedia. Artinya air baku tersebut dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan sesuai dengan kebutuhan daerah dan jumlah penduduk yang akan dilayani. Persyaratan kuantitas juga dapat ditinjau dari standar debit air bersih yang dialirkan ke konsumen sesuai dengan jumlah kebutuhan air bersih.

2.3.3 Persyaratan Kontinuitas

Air baku untuk air bersih harus dapat diambil terus menerus dengan fluktuasi debit yang relatif tetap, baik pada saat musim kemarau maupun musim hujan. Kontinuitas juga dapat diartikan bahwa air bersih harus tersedia 24 jam per hari, atau setiap saat diperlukan, kebutuhan air tersedia. Akan tetapi kondisi ideal tersebut hampir tidak dapat dipenuhi pada setiap wilayah di Indonesia, sehingga untuk menentukan tingkat kontinuitas pemakaian air dapat dilakukan dengan cara pendekatan aktifitas konsumen terhadap prioritas pemakaian air. Prioritas pemakaian air yaitu minimal selama 12 jam per hari, yaitu pada jam-jam aktifitas kehidupan, yaitu pada pukul 06.00 – 18.00. Kontinuitas aliran sangat penting ditinjau dari dua aspek. Pertama adalah kebutuhan konsumen. Sebagian besar konsumen memerlukan air untuk

kehidupan dan pekerjaannya, dalam jumlah yang tidak ditentukan. Karena itu, diperlukan pada waktu yang tidak ditentukan. Karena itu, diperlukan reservoir pelayanan dan fasilitas energi yang siap setiap saat. Sistem jaringan pemipaan didesain untuk membawa suatu kecepatan aliran tertentu. Kecepatan dalam pipa tidak boleh melebihi 0,6–1,2 m/dt. Ukuran pipa harus tidak melebihi dimensi yang diperlukan dan juga tekanan dalam sistem harus tercukupi. Dengan analisis jaringan pipa distribusi, dapat ditentukan dimensi atau ukuran pipa yang diperlukan sesuai dengan tekanan minimum yang diperbolehkan agar kuantitas aliran terpenuhi.

2.3.4 Persyaratan Tekanan Air

Konsumen memerlukan sambungan air dengan tekanan yang cukup, dalam arti dapat dilayani dengan jumlah air yang diinginkan setiap saat. Untuk menjaga tekanan akhir pipa di seluruh daerah layanan, pada titik awal distribusi diperlukan tekanan yang lebih tinggi untuk mengatasi kehilangan tekanan karena gesekan, yang tergantung kecepatan aliran, jenis pipa, diameter pipa, dan jarak jalur pipa tersebut. Dalam pendistribusian air, untuk dapat menjangkau seluruh area pelayanan dan untuk memaksimalkan tingkat pelayanan maka hal wajib untuk diperhatikan adalah sisa tekanan air. Sisa tekanan air tersebut paling rendah adalah 5 mka (meter kolom air) atau 0,5 atm (satu atm = 10 m), dan paling tinggi adalah 22 mka (setara dengan gedung 6 lantai). Menurut standar dari DPU, air yang dialirkan ke konsumen melalui pipa transmisi dan pipa distribusi, dirancang untuk dapat melayani konsumen hingga yang terjauh, dengan tekanan air minimum sebesar 10 mka atau 1 atm. Angka tekanan ini harus dijaga, idealnya merata pada setiap pipa distribusi. Jika tekanan terlalu tinggi akan menyebabkan pecahnya pipa, serta merusak alat-alat plambing (*kloset, urinoir, faucet, lavatory*, dll). Tekanan juga dijaga agar tidak terlalu rendah, karena jika tekanan terlalu rendah maka akan menyebabkan terjadinya kontaminasi air selama aliran dalam pipa distribusi.

2.4 Sumber Air

Sumber air baku sangat penting dalam penyediaan air bersih, karena selain kuantitas, kualitas air juga sangat berpengaruh terhadap proses pengelolaan. Sumber air sangat berpengaruh terhadap letak dan bentuk jaringan distribusi.

Menurut UU No 17 tahun 2019 tentang Sumber Daya Air, Sumber air adalah tempat atau wadah Air alami dan/atau buatan yang terdapat pada, di atas, atau di bawah permukaan tanah. (Pemerintah Indonesia, 2019)

2.4.1 Sumber Air Sumur Dalam

Sumur dalam merupakan salah satu sumber air buatan manusia yang berbentuk lubang dengan satu pusat dari permukaan tanah hingga ke kedalaman tertentu. Lubang tersebut umumnya menembus lapisan kedap air sehingga bisa mencapai kedalaman hingga 100 meter.

Kapasitas sumur dalam dalam memberi pasokan air tidaklah besar. Debit sumur ≥ 20 l/s sudah dianggap besar. Produktivitas sumur dalam pada umumnya semakin menurun seiring berjalannya waktu. Ini terjadi disebabkan kapasitas simpan lapisan lempung yang mendukungnya semakin mengecil.

Pada umumnya, kualitas air baku yang dihasilkan juga cukup bagus dan dapat diteruskan menjadi air minum dengan menambah proses klorin. Namun demikian pada beberapa kejadian beberapa bahan ikutan memerlukan pengolahan lanjut, seperti besi, H₂S, kapur, dsb. Pembuangan besi dilakukan dengan proses aerasi dilanjutkan dengan proses sedimentasi dan filtrasi. H₂S dibuang dengan cara aerasi. Sedangkan kapur dibuang dengan prosed softening. Air yang mengandung nitrat dengan kadar lebih 10mg/L tak dapat dipakai sebagai air baku.

2.4.2 Sumber Air Mata Air

Mata air adalah tempat di mana air tanah muncul dari permukaan. kapasitas mata air biasanya lebih besar dan kualitasnya juga biasanya lebih baik daripada sumur dalam. Kapasitas mata air terkadang lebih besar, karena outlet air tanah bisa lebih luas Alih-alih sumur dangkal. Kualitas mata air umumnya baik, karena daerahnya masih terhindar dari ancaman pencemaran.

Pada awal sistem penyediaan air minum perkotaan, mata air merupakan sumber air utama. Hal ini terjadi karena penduduk masih sedikit, kebutuhan masyarakat akan air minum masih kecil, ketersediaan air tetap melimpah. Mata air pada umumnya berada pada daerah yang lebih tinggi disbanding dengan daerah layanannya sehingga penyampaian air secara gravitasi masih memungkinkan.

2.4.3 Sumber Air dari Air Permukaan

Sungai besar, danau, dan waduk merupakan sumber air baku yang dapat diandalkan karena kapasitasnya yang besar dan konsisten. Sebagian besar sumber air baku yang digunakan untuk air minum biasanya berasal dari air permukaan tersebut. Hampir semua sungai besar, danau dan

Waduk di Jawa telah dimanfaatkan sebagai sumber air baku untuk air minum. Sungai Garang merupakan sumber air baku SPAM Kota Semarang. Sungai Rawapening merupakan sumber utama air baku bagi kawasan pemukiman dan industri di Kabupaten Semarang. Waduk Jatiluhur merupakan sumber utama air baku bagi kota Jakarta. Danau Toba merupakan sumber utama air baku bagi masyarakat kabupaten Samosir.

2.4.4 Sumber Air dari Air Hujan

Hujan bukanlah sumber air baku. Hujan adalah sumber air baku ketika sudah tertampung diwadah penampungan air, seperti sungai, danau, dan reservoir. Dibutuhkan teknik untuk membuat air hujan menjadi air baku untuk air minum. Waduk (bendungan) dan reservoir adalah hasil dari rekayasa air bersih yang disediakan oleh lembaga.

2.5 Sistem Distribusi dari Sistem Pengaliran Air Bersih

Untuk menyalurkan air bersih ke konsumen diperlukan suatu sistem yaitu sistem distribusi dan sistem pengaliran.

2.5.1 Sistem Distribusi Air Bersih

Sistem distribusi adalah sistem yang berfungsi mengalirkan langsung air yang sudah memenuhi syarat keseluruh daerah pelayanan. Sistem ini meliputi jaringan pemipaan dan keperluannya, sistem pemompaan, dan reservoir distribusi.

Sistem distribusi air minum terdiri dari pipa, katup dan pompa untuk mengangkut air olahan dari instalasi pengolahan ke pemukiman, perkantoran dan industri yang mengkonsumsi air, reservoir penampung air yang digunakan ketika kebutuhan air lebih besar dari pasokan instalasi, meteran air untuk menghitung besarnya penggunaan air, dan keran pemadam kebakaran.

Hal yang penting dalam sistem distribusi air bersih adalah jumlah air yang mencukupi, tekanan yang memenuhi, dan keamanan kualitas air yang

disalurkan. Tugas pokok sistem distribusi air bersih ini adalah menyalurkan air bersih kepada pelanggan yang akan dilayani dengan tetap memperhatikan kualitas, kuantitas, dan tekanan air yang sesuai dengan perencanaan awal. Faktor yang diharapkan para pelanggan adalah tersedianya air setiap waktu. Distribusi air melalui pipa induk mempunyai dua macam sistem yaitu:

1 Continuous system

Dalam sistem ini air minum yang didistribusikan ke konsumen mengalir terus menerus selama 24 jam. Keunggulan menggunakan sistem ini adalah konsumen dapat memperoleh air bersih dari jaringan pipa distribusi setiap saat dan di posisi pipa manapun. Sedangkan kekurangannya adalah pemakaian air cenderung lebih boros dan bila terjadi sedikit saja kebocoran akan mengakibatkan jumlah air yang hilang sangat besar.

2 Intermitten system

Dalam sistem ini air bersih didistribusikan dalam waktu tertentu seperti 2-4 jam pada pagi hari dan 2-4 jam pada sore hari. Kekurangan penggunaan sistem ini adalah pelanggan air bersih tidak bisa mendapatkan air setiap dan perlu menyediakan tempat penyimpanan air serta bila terjadi kebocoran maka air untuk fire fighter (pemadam kebakaran) akan sulit didapat. Dimensi pipa yang digunakan akan lebih besar karena kebutuhan air untuk 24 jam hanya didistribusikan dalam beberapa jam saja. Untuk keuntungannya adalah pemborosan air dapat dicegah dan sistem ini cocok untuk daerah dengan sumber air yang terbatas.

2.5.2 Sistem Pengaliran Air Bersih

Air merupakan kebutuhan primer setiap makhluk hidup, terutama manusia. Air juga merupakan pelengkap keperluan kebutuhan sehari-hari, misalnya kebutuhan pokok, kebutuhan rumah tangga, kebutuhan industri, kebutuhan sanitasi, dan kebutuhan lainnya.

Untuk menyalurkan air minum kepada konsumen dengan kualitas, kuantitas, dan debit yang cukup diperlukan sistem pemipaan, reservoir, pompa dan peralatan yang berfungsi dengan baik. Ada beberapa cara pengaliran dalam pendistribusian air bersih, antara lain:

- 3 Sistem saluran terbuka, sistem ini hanya memperhatikan ketinggian tanah dan konstruksi saluran agar mampu mengalirkan air dengan kapasitas besar sehingga biaya pembuatan dan operasionalnya cukup terjangkau. Saluran terbuka sangat sensitif terhadap faktor eksternal yang dapat mempengaruhi kualitas pasokan air.
- 4 Sistem saluran tertutup, sistem ini merupakan sistem pengaliran air yang debit alirannya tidak dipengaruhi oleh profil tanah. Saluran tertutup ini banyak dijumpai pada jaringan pipa PDAM. Kualitas air lebih terjaga karena tidak dipengaruhi oleh faktor eksternal. Selain itu biaya operasional dan pemeliharannya cukup murah, walaupun biaya pembuatannya lebih mahal dibandingkan sistem saluran terbuka.

2.6 Sistem dan Komposisi Sistem Penyediaan Air Minum

2.6.1 Sistem Penyediaan Air Minum

Dilihat dari bentuk dan tekniknya, sistem penyediaan air minum dibedakan menjadi 2 sistem berikut (Chatib, 1996)dalam (Apriyana, 2010)

1 Penyediaan air minum individual

Sistem untuk penggunaan individual dan untuk pelayanan yang terbatas. Sumber air yang digunakan umumnya berasal dari air tanah. Sistem bentuk ini pada umumnya sangat sederhana, biasanya tidak memiliki komponen transmisi dan distribusi. Misal, sumur yang digunakan dalam satu rumah tangga.

2 Penyediaan air minum komunitas atau perkantoran

Pada umumnya sistem ini merupakan sistem yang mempunyai kelengkapan komponen dan kadang-kadang sangat kompleks dari segi dan sifat pelayanannya. Sistem ini dilengkapi dengan transmisi dan distribusi agar air yang dihasilkan dapat menjangkau daerahdaerah pelayanannya (konsumen).

2.6.2 Komposisi Sistem Penyediaan Air Minum

Menurut (Linsley & Franzini, 1985) unsur-unsur yang membentuk suatu sistem penyediaan air yang modern meliputi :

1. Sumber-sumber penyediaan
2. Sarana-sarana penampungan
3. Sarana-saran penyaluran (ke pengolahan)

4. Sarana-sarana pengolahan
5. Sarana-sarana penyaluran (dari pengolahan) tampungan sementara
6. Sarana-sarana distribusi

Unsur fungsional dan masalah utama dalam perencanaan sarana pada sistem penyediaan air minum seperti pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Unsur-unsur Fungsional Dari Sistem Penyediaan Air Minum menurut Linsley & Franzini

Unsur Fungsional	Masalah Utama dalam Perencanaan Saran	Uraian
Sumber penyediaan	Jumlah / mutu	Sumber-sumber air permukaan bagi penyediaan, misalnya sungai, danau dan waduk atau sumber air tanah
Penampungan	Jumlah / mutu	Sarana-sarana yang dipergunakan untuk menampung air permukaan biasanya terletak pada atau dekat sumber penyediaan
Penyaluran	Jumlah / mutu	Sarana-sarana untuk menyalurkan air dari tampungan ke sarana pengolahan
pengolahan	Jumlah / mutu	Sarana-sarana yang dipergunakan untuk memperbaiki atau merubah mutu air
Penyaluran dan Penampungan	Jumlah / mutu	Sarana-sarana untuk menyalurkan air yang sudah diolah ke sarana penampungan sementara serta ke satu atau beberapa titik distribusi
Distribusi	Jumlah / mutu	Sarana-sarana yang dipergunakan untuk membagi air ke masing-masing pemakai yang terkait di dalam sistem

(Sumber: (Linsley & Franzini, Teknik Sumber Daya Air Jilid I, 1985))

2.7 Studi Kebutuhan Air Bersih

Untuk sebuah sistem penyediaan air minum, perlu diketahui besarnya kebutuhan dan pemakaian air. Kebutuhan air dipengaruhi oleh besarnya populasi penduduk, tingkat ekonomi dan faktor-faktor lainnya. Oleh karena itu, data mengenai keadaan penduduk daerah yang akan dilayani dibutuhkan untuk memudahkan permodelan evaluasi sistem distribusi air minum.

Kebutuhan air bersih berbeda antara kota yang satu dengan kota yang lainnya. Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi penggunaan air bersih menurut (Linsley & Franzini, Teknik Sumber Daya Air Jilid II, 1986) adalah :

1. Iklim

Kebutuhan air untuk mandi, menyiram taman, pengaturan udara dan sebagainya akan lebih besar pada iklim yang hangat dan kering daripada di iklim

yang lembab. Pada iklim yang sangat dingin, air mungkin diboroskan di keran-keran untuk mencegah bekunya pipa-pipa

2. Ciri- ciri penduduk

Pemakaian air dipengaruhi oleh status ekonomi dari para langganan. Pemakaian perkapita di daerah miskin jauh lebih rendah daripada di daerah-daerah kaya. Di daerah-daerah tanpa pembuangan limbah, konsumsi dapat sangat rendah hingga hanya sebesar 10 gpcd (40 liter / kapita per hari).

3. Masalah lingkup hidup

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

4. Keberadaan Industri dan Perdagangan

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

5. Iuran Air dan Meteran

Bila harga air mahal, orang akan lebih menahan diri dalam pemakaian air dan industri mungkin mengembangkan persediaannya sendiri dengan biaya yang lebih murah. Para langganan yang jatah air diukur dengan meteran akan cenderung untuk memperbaiki kebocoran-kebocoran dan mempergunakan air dengan jarang. Pemasangan meteran pada beberapa kelompok masyarakat telah menurunkan penggunaan air hingga sebanyak 40 persen.

6. Ukuran Kota

Penggunaan air per kapita pada kelompok masyarakat yang mempunyai jaringan limbah cenderung untuk lebih tinggi di kota-kota besar daripada di kota kecil. Secara umum, perbedaan itu diakibatkan oleh lebih besarnya pemakaian oleh industri, lebih banyaknya taman-taman, lebih banyaknya pemakaian air untuk perdagangan dan barang kali juga lebih banyak kehilangan dan pemborosan di kota-kota besar.

Untuk memproyeksi jumlah kebutuhan air bersih dapat dilakukan berdasarkan perkiraan kebutuhan air untuk berbagai macam tujuan ditambah perkiraan kehilangan air. Adapun kebutuhan air untuk berbagai macam tujuan pada umumnya dapat dibagi dalam:

- a. Kebutuhan domestik
 - Sambungan rumah
 - Sambungan kran umum
- b. Kebutuhan non domestik
 - Fasilitas sosial (Masjid, panti asuhan, rumah sakit dan sebagainya)
 - Fasilitas perdagangan/industri
 - Fasilitas perkantoran dan lain-lainnya

Sedangkan kehilangan air dapat disebabkan oleh dua hal, yaitu:

- a. Kehilangan air akibat faktor teknis, misalnya kebocoran dari pipa distribusi
- b. Kehilangan air akibat faktor non teknis, antara lain sambungan tidak terdaftar, kerusakan meteran air, untuk kebakaran dan lain-lainnya.

2.7.1 Kebutuhan Domestik

Menurut (Kindler & Russel, 1984), kebutuhan air untuk tempat tinggal (kebutuhan domestik) meliputi semua kebutuhan air untuk keperluan penghuni. Meliputi kebutuhan air untuk mempersiapkan makanan, toilet, mencuci pakaian, mandi (rumah ataupun apartemen), mencuci kendaraan dan untuk menyiram pekarangan. Tingkat kebutuhan air bervariasi berdasarkan keadaan alam di area pemukiman, banyaknya penghuni rumah, karakteristik penghuni serta ada atau tidaknya penghitungan pemakaian air.

Sedangkan menurut (Linsley & Franzini, Teknik Sumber Daya Air Jilid II, 1986), penggunaan rumah tangga adalah air yang dipergunakan di tempat-tempat hunian pribadi, rumah-rumah apartemen dan sebagainya untuk minum, mandi, penyiraman taman, saniter dan tujuan-tujuan lainnya. Taman dan kebun-kebun yang luas mengakibatkan sangat meningkatnya konsumsi pada masa-masa kering.

Penggunaan air kota dan jumlah-jumlah yang dipakai di Amerika Serikat menurut (Linsley & Franzini, Teknik Sumber Daya Air Jilid II, 1986), untuk keperluan rumah tangga berkisar antara 40-80 GPCD (gallon per kapita per hari) atau 150-300 LPCD (liter per kapita per hari) dan umumnya berkisar antara 65 GPCD (gallon per kapita per hari) atau 250 LPCD (liter per kapita per hari), sedangkan menurut Kindler and Russel (1984), penggunaan air rata-rata untuk rumah tangga seperti pada Tabel 2.2 berikut.

Tabel 2.2 Penggunaan Air Rata-rata Untuk Rumah Tangga

Jenis Kegiatan	Kebutuhan Air (liter/orang)
Dapur	45
Kamar mandi	60
Toilet	70
Mencuci pakaian	45
Lainnya (termasuk keperluan diluar rumah)	75
Total	295

(Sumber : (Kindler & Russel, 1984))

2.7.2 Kebutuhan Non Domestik

Kebutuhan non domestik adalah kebutuhan air bersih selain untuk keperluan rumah tangga dan sambungan kran umum, seperti penyediaan air bersih untuk perkantoran, perdagangan serta fasilitas sosial seperti tempat-tempat ibadah, sekolah, hotel, puskesmas, serta pelayanan jasa umum lainnya. Kebutuhan air rata-rata untuk setiap jenis gedung seperti Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Rata-rata Kebutuhan Air Per Orang Per Hari

No.	Jenis gedung	Pemakaian rata-rata perhari (liter)	Jangka waktu pemakaian air rata rata sehari (jam)	Perbandingan luas lantai efektif/total (%)	Keterangan
1.	Perumahan mewah	250	8 - 10	42 - 45	Setiap penghuni
2.	Rumah biasa	160 - 250	8 - 10	50 - 53	Setiap penghuni
3.	Apartemen	200 - 250	8 - 10	45 - 50	Mewah: 250 liter Menengah : 180 ltr Sendiri : 120 ltr
4.	Asrama	120	8	45 - 48	Sendiri
5.	Rumah sakit	1000	8 - 10	50 - 55	(setiap tempat tidur pasien) Pasien luar : 500 ltr Staf/pegawai : 120 ltr Kelg.pasien : 160 ltr
6.	SD	40	5	58	Guru : 100 liter
7.	SMP	50	6	58	Guru : 100 liter
8.	SLTA dan lebih tinggi	80	6	-	Guru / Dosen : 100 liter
9.	Rumah-toko	100 - 200	8	-	Penghuninya: 160 ltr
10.	Gedung kantor	100	8	60 - 70	Setiap pegawai

No.	Jenis gedung	Pemakaian rata-rata perhari (liter)	Jangka waktu pemakaian air rata rata sehari (jam)	Perbandingan luas lantai efektif/total (%)	Keterangan
11.	Toko serba ada (departement store)	3	7	55 - 60	-
12.	Pabrik atau industry	Buruh pria: 60, wanita: 100	8	-	Per orang, setiap giliran (kalau kerja lebih dari 8 jam/hari)
13.	Stasiun/terminal	3	15	-	Setiap penumpang (yang tiba maupun berangkat)
14.	Restoran	3	5	-	Untuk penghuni 160 ltr
15.	Restoran umum	15	7	-	Untuk penghuni: 160 ltr, pelayan: 100 ltr 70% dari jumlah tamu perlu 15 ltr/org untuk kakus, cuci tangan dsb.
16.	Gedung pertunjukan	30	5	53 - 55	Kalau digunakan siang dan malam, pemakaian air dihitung per penonton, jam pemakaian air dalam tabel adalah untuk satu kali pertunjukan
17.	Gedung bioskop	10	7	-	-
18.	Toko pengecer	40	6	-	Pedangan besar: 30 liter/tamu, 10 liter/staff atau, 5 liter per hari setiap m ² luas lantai
19.	Hotel/ penginapan	250 - 300	10	-	Untuk setiap tamu, untuk staf 120-150 liter; penginapan 200liter
20.	Gedung peribadatan	10	2	-	Didasarkan jumlah jemaah per hari

No.	Jenis gedung	Pemakaian rata-rata perhari (liter)	Jangka waktu pemakaian air rata rata sehari (jam)	Perbandingan luas lantai efektif/total (%)	Keterangan
21.	perpustakaan	25	6	-	Untuk setiap pembaca yang tinggal
22.	Bar	30	6	-	Setiap tamu
23.	Perkumpulan social	30	-	-	Setiap tamu
24.	Kelab malam	120 – 350	-	-	Setiap tempat duduk
25.	Gedung perkumpulan	150 - 200	-	-	Setiap tamu
26.	Laboratorium	100 – 200	8	-	Staff

(Sumber : (Noerbambang & Morimura, 2005))

2.7.3 Fluktuasi Kebutuhan Air

Kebutuhan air tidak selalu sama untuk setiap saat tetapi akan bervariasi. Variasi yang terjadi tergantung pada aktivitas penggunaan air dalam keseharian masyarakat. Pada umumnya kebutuhan air dibagi dalam tiga kelompok:

1. Kebutuhan rerata
2. Kebutuhan harian maksimum
3. Kebutuhan pada jam puncak

Kebutuhan harian maksimum dan jam puncak sangat diperlukan dalam perhitungan besarnya kebutuhan air baku, karena hal ini menyangkut kebutuhan pada hari-hari tertentu dan pada jam puncak pelayanan. Sehingga penting mempertimbangkan suatu nilai koefisien untuk keperluan tersebut. Kebutuhan air harian maksimum dan jam puncak dihitung berdasarkan kebutuhan dasar dan nilai kebocoran dengan pendekatan sebagai berikut:

1. Kebutuhan harian maksimum = $1,1 \times$ kebutuhan air rata-rata
2. Kebutuhan pada jam puncak = $1,5 \times$ kebutuhan harian maksimum

2.8 Konsep Dasar Aliran Fluida

Untuk aliran fluida dalam pipa khususnya untuk air terdapat kondisi yang harus diperhatikan dan menjadi prinsip utama, kondisi fluida tersebut adalah fluida merupakan fluida inkompresibel, fluida dalam keadaan steady dan seragam. Menurut (Mays & Todd, 2004), dijelaskan pada persamaan 2.1

$$Q = A \times v \quad (2.1)$$

di mana Q adalah laju aliran (m^3 /s), A adalah luas penampang aliran (m^2), dan V adalah kecepatan aliran (m/s).

Jika yang dicari adalah diameter pipa (D) maka digunakan persamaan 2.2

$$D = \sqrt{\frac{4 \times Q}{\pi \times V}} \quad (2.2)$$

Menurut (Mays & Todd, 2004), untuk aliran steady dan seragam seperti yang tergambar pada gambar 2.1 dalam pipa dengan diameter pipa konstan pada waktu yang sama berlaku persamaan 2.3

$$V_1 \times A_1 = V_2 \times A_2 \quad (2.3)$$

di mana V_1 adalah kecepatan awal di dalam pipa (m/s), A_1 adalah luas penampang saluran pada awal pipa (m^2), V_2 adalah kecepatan akhir di dalam pipa (m/s), dan A_2 adalah luas penampang saluran pada akhir pipa (m^2).



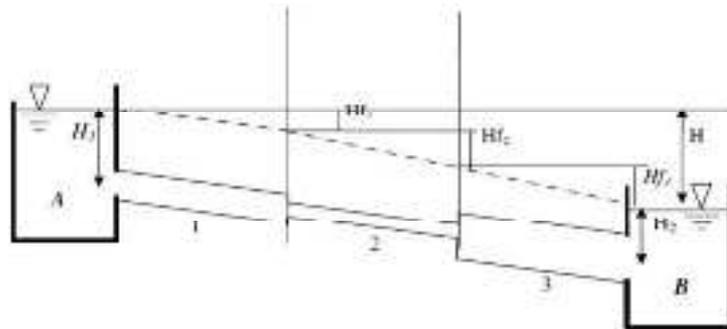
Gambar 2.1 Aliran Steady dan Seragam

Gambar 2.1 menjelaskan bahwa aliran yang terjadi pada suatu sistem adalah aliran yang seragam, dimana energi pada setiap titik adalah sama, besarnya kecepatan berbanding terbalik dengan luas penampang pipa. Semakin besar luas penampang maka kecepatan akan semakin kecil, begitu pun sebaliknya.

2.9 Mekanisme Aliran dalam Pipa

Mekanisme aliran dalam pipa dibagi menjadi 2 jenis, yaitu mekanisme aliran dalam pipa yang dihubungkan seri dan mekanisme aliran dalam pipa yang dihubungkan paralel.

2.9.1 Pipa yang Dihubungkan Seri



Gambar 2.2 Pipa yang Dihubungkan Seri

Keterangan Gambar 2.2:

H_1 = Tinggi muka air pada kolam A

H_2 = Tinggi muka air pada kolam B

H = Perbedaan tinggi muka air kolam A dan B

H_f = *Headloss flow* pada pipa

Jika dua buah pipa atau lebih dihubungkan secara seri maka semua pipa akan dialiri oleh aliran yang sama (Gambar 2.2). Total kerugian head pada seluruh sistem adalah jumlah kerugian pada setiap pipa dan perlengkapan pipa yang menurut White dapat dirumuskan seperti pada persamaan 2.4, persamaan 2.5, dan persamaan 2.6 berikut:

$$Q_0 = Q_1 = Q_2 = Q_3 = \text{tetap} \quad (2.4)$$

$$Q_0 = A_1 V_1 = A_2 V_2 = A_3 V_3 \quad (2.5)$$

$$\sum h_f = h_{f1} + h_{f2} + h_{f3} \quad (2.6)$$

Dimana: Q_0 = debit awal pada pipa (m^3/s)

V_1 = kecepatan awal di dalam pipa (m/s)

A_1 = luas penampang saluran pada awal pipa (m^2)

V_2 = kecepatan akhir di dalam pipa (m/s)

A_2 = luas penampang saluran pada akhir pipa (m^2)

H_{f1} = headloss pipa 1

H_{f2} = headloss pipa 2

Persoalan yang menyangkut pipa seri sering dapat diselesaikan dengan menggunakan pipa ekuivalen, yaitu dengan menggantikan pipa seri dengan diameter yang berbeda-beda dengan satu pipa ekuivalen tunggal. Dalam hal ini,

pipa tunggal tersebut memiliki kerugian head yang sama dengan sistem yang akan digantikannya untuk laju yang spesifik.

2.9.2 Pipa yang Dihubungkan Paralel



Gambar 2.3 Pipa yang Dihubungkan Paralel

Pada Gambar 2.3, jika dua buah pipa atau lebih dihubungkan secara paralel, total laju aliran sama dengan jumlah laju aliran yang melalui setiap cabang dan rugi head pada sebuah cabang sama dengan pada yang lain, dimana menurut White, dirumuskan seperti pada persamaan 2.7, sebagai berikut:

$$Q_0 = Q_1 + Q_2 + Q_3 \quad (2.7)$$

Hal lain yang perlu diperhatikan adalah bahwa persentase aliran yang melalui setiap cabang adalah sama tanpa memperhitungkan kerugian *head* pada cabang tersebut.

2.10 Kehilangan Tekanan (*Headloss*)

Kehilangan tekanan adalah salah satu kerugian yang tidak dapat dihindari pada suatu aliran fluida yang berupa berkurangnya tekanan pada suatu aliran, sehingga menyebabkan kecepatan aliran mengecil.

Persamaan Hazen William menyatakan bahwa debit yang mengalir didalam pipa sebanding dengan diameter pipa dan kemiringan hidrolis (S) yang dinyatakan sebagai kehilangan tekanan (h_L) dibagi dengan panjang pipa (L) seperti persamaan 2.8 berikut.

$$S = \frac{h}{L} \quad (2.8)$$

Disamping itu ada factor C yang menggambarkan kondisi fisik dari pipa seperti kehalusan dinding dalam pipa yang menggambarkan jenis pipa dan umur. secara umum rumus Hazen William adalah seperti persamaan 2.9 berikut.

$$Q = 0.2785 \times C \times d^{2.63} \times S^{0.54} \quad (2.9)$$

Dari persamaan 2.8 dan 2.9 diatas, didapatkan persamaan 2.10 seperti dibawah ini untuk menentukan besarnya kehilangan (*headloss*) pada pipa.

$$h_f = \left(\frac{Q}{0.2785 \times C \times d^{2.63}} \right)^{1.85} \times L \quad (2.10)$$

2.11 Head Pompa

Head pompa adalah kemampuan suatu pompa untuk memindahkan cairan dari suatu tempat ke tempat lain yang berbeda ketinggian.

Head total pompa dapat dihitung dengan persamaan 2.11 berikut

$$h_p = \frac{\Delta p}{\gamma} + \frac{\Delta v^2}{2g} + \Delta Z + h_f \quad (2.11)$$

H_p = Headpump (m)

Δp = beda ketinggian

γ = berat jenis air(kg/m³)

Δv^2 = beda kecepatan

g = gravitasi (m/s²)

h_f = headloss (m)

2.12 Program Epanet

Epanet (*Environmental Protection Agency Network*) adalah sebuah program komputer yang mampu melakukan simulasi hidraulik dan kualitas air dalam suatu jaringan pipa bertekanan. Suatu jaringan distribusi air terdiri dari pipa, node (cabang pipa), pompa, tangki, dan katup – katup.

2.12.1 Kegunaan Epanet

Program Epanet merupakan aplikasi computer dalam sistem WINDOWS 95/98/2000/Me maupun NT 2000 yang terintegritasi 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 variable waktu yang diinginkan.

Kegunaan program Epanet yaitu :

1. Didesain 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. Membantu menentukan alternatif strategis manajemen dalam sistem jaringan pipa air bersih, seperti:
 - a. Sebagai penentuan alternatif sumber/ instalasi, apabila terdapat banyak sumber instalasi.
 - b. Sebagai simulasi dalam penentuan alternatif pengoperasian pompa dalam melakukan pengisian reservoir maupun injeksi ke sistem distribusi.

2.12.2 Input Data dalam Epanet

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

Input data yang diperlukan adalah :

1. Peta.
2. Node / Junction.
3. Elevasi.
4. Panjang pipa distribusi.
5. Diameter dalam pipa.
6. Jenis pipa yang digunakan.
7. Jenis sumber.
8. Spesifikasi pompa.
9. Beban masing – masing node.

Output yang dihasilkan diantaranya adalah:

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

2.12.3 Komponen Program Epanet

Komponen dalam program Epanet terdiri dari:

- a. Komponen Fisik
 1. Node, merupakan gambaran dari tank, reservoir, dan junction
 2. Link, merupakan penghubung node serta gambaran dari pipa, pompa, katup dan sebagainya

Epanet memodelkan sistem distribusi seperti mata rantai yang terhubung dengan node. Penghubung dapat berupa pipa, pompa, dan valve

control. Sedangkan node adalah titik yang berupa junction, tank, dan reservoir.

b. Komponen Nonfisik

Komponen nonfisik meliputi

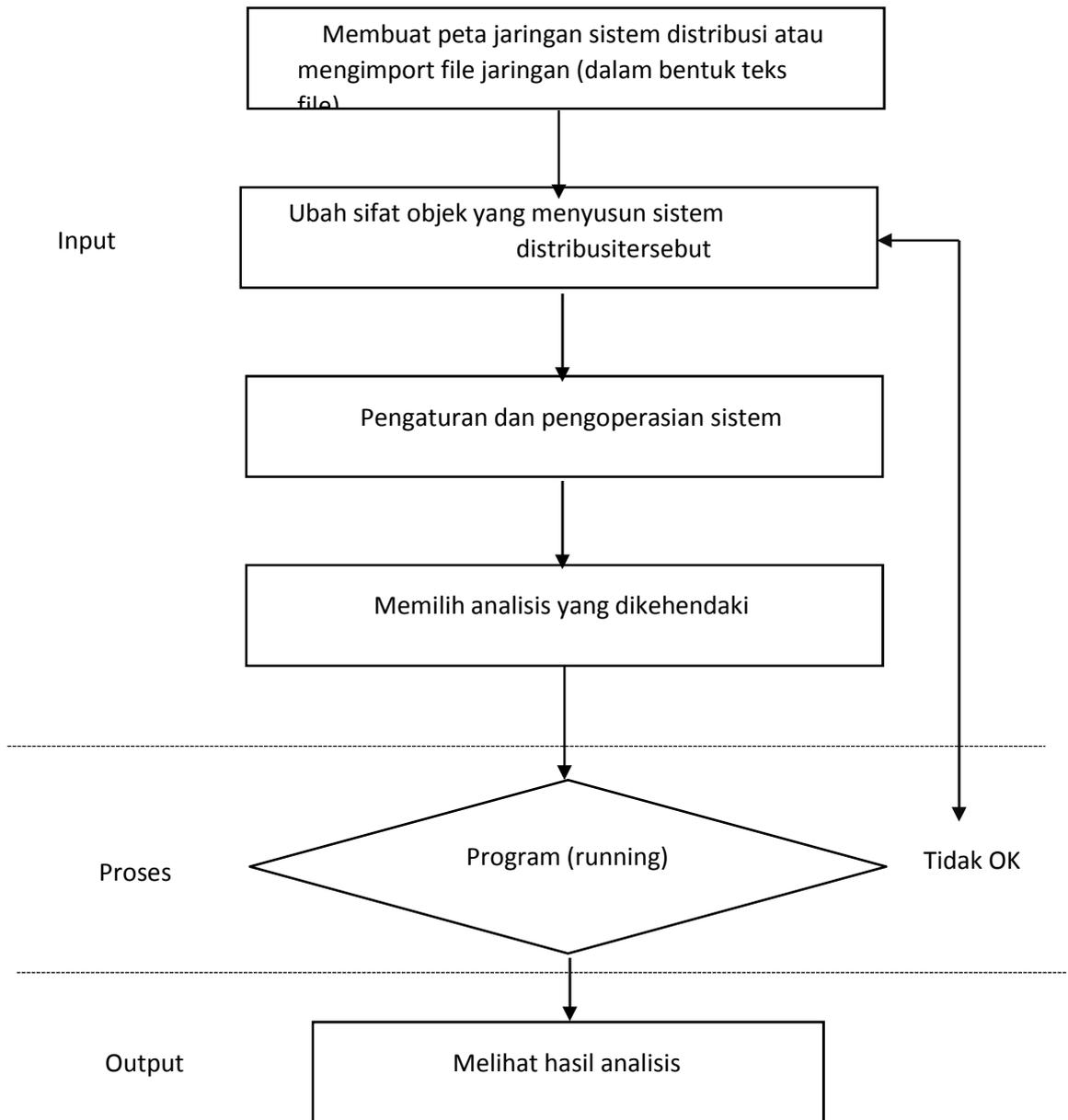
1. Kurva, merupakan objek yang mengandung pasangan data yang menggambarkan hubungan antar 2 parameter. Epanet menggunakan 4 (empat) jenis kurva yaitu kurva pompa, kurva efisiensi, kurva volume, dan kurva *headloss*.
2. Pola, merupakan pengali yang dapat diaplikasikan ke kuantitas yang diperbolehkan pada periode tertentu.
3. Kontrol, merupakan pernyataan bagaimana jaringan dapat beroperasi selama waktu tertentu.

2.12.4 Langkah – langkah Membuat Analisa Epanet

Di bawah ini langkah – langkah yang harus dilakukan dalam membuat analisa dan simulasi sistem distribusi dengan menggunakan program Epanet, yaitu:

- a. Menentukan Satuan (SI)
- b. Menyiapkan model jaringan pipa yang dibuat, model ini biasanya disesuaikan dengan peta jalan tempat pipa tersebut ditanam. File peta harus dalam bentuk BMP atau WMF.
- c. Dari data model sistem jaringan tersebut dibuat tabulasi data untuk data pipa seperti panjang pipa antar node dan diameter pipa.
- d. Isi data Junction/ node yang sudah dibuat dengan data elevasi titik junction, dan kebutuhan air tiap junction / node.
- e. Isi data lainnya seperti data pompa, data reservoir, dan data tangki dari jaringan distribusi air tersebut.
- f. Setelah data tersebut selesai dimasukkan, maka kita siap melakukan simulasi dengan menekan run pada model yang sudah dibuat.
- g. Jika run tidak berhasil, ulangi langkah – langkah dari awal hingga hasil run menunjukkan berhasil.
- h. Setelah run berhasil, kita dapat melihat hasilnya dalam bentuk tabel, grafik, dan gambar

Tahapan pemodelan jaringan EPANET 2.2 disajikan pada gambar 2.4 berikut ini.



Gambar 2.4 Tahapan Pemodelan Jaringan EPANET 2.2

2.13 Penelitian Terdahulu

Dalam pengerjaan Tugas Akhir ini, Penulis juga mengambil referensi dari penelitian yang sudah dilaksanakan sebelumnya. Penelitian yang menjadi referensi dalam pengerjaan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut.

No.	Nama	Judul	Hasil Penelitian
1.	Supiana Sitompul (2021)	Evaluasi Jaringan Perpipaan Distribusi Air Bersih di Kecamatan Sibabangun Kabupaten Tapanuli Tengah	Hasil penelitian menunjukkan kebutuhan air pada tahun 2019 yaitu sebesar 0,1691 liter/detik, dengan jumlah penduduk sebanyak 476 jiwa, setelah dilakukan proyeksi jumlah penduduk 10 tahun kedepan, didapatkan kebutuhan air pada tahun 2030 yaitu 0,4695 liter/detik dari jumlah penduduk sebanyak 1300 jiwa.
2.	Khoirievo Rispani Harahap (2022)	Evaluasi Jaringan Perpipaan Distribusi Air Bersih di Kecamatan STM Hilir Kabupaten Deli Serdang	Hasil penelitian menunjukkan kebutuhan air pada tahun 2019 yaitu sebesar 3,019 liter/detik, dengan jumlah penduduk sebanyak 2608 jiwa, setelah dilakukan proyeksi jumlah penduduk 20 tahun kedepan, didapatkan kebutuhan air pada tahun 2030 yaitu 44,732 liter/detik dari jumlah penduduk sebanyak 28.628 jiwa.
3.	Ahmad Azhari Siregar (2022)	Evaluasi Jaringan Perpipaan Distribusi Air Bersih di Kecamatan Stabat Kabupaten Langkat Menggunakan Aplikasi Epanet 2.2	Berdasarkan hasil perhitungan, rata-rata pemakaian pelanggan di PDAM Tirta Wampu Unit Stabat adalah 132,7 liter/orang/hari dengan persentase kehilangan air sebesar 32,35%, yaitu 42,9 liter/orang/hari. Sebelum evaluasi, dari 26 junction, 6 ditemukan memiliki nilai tekanan di bawah 10 m, sehingga tidak memenuhi kriteria desain.
4.	Ahmad Safii (2012)	Evaluasi Jaringan Sistem Penyediaan Air Bersih di PDAM Kota Lubuk Pakam	Berdasarkan hasil perhitungan didapat bahwa total pemakaian air sebesar 208299 m ³ /bulan, produksi air yang dikeluarkan adalah 264251 m ³ /bulan dan total pemakaian air tiap pelanggan adalah 0.045 m ³ /jam/pelanggan. Besarnya kebutuhan pada saat jam puncak terjadi pada pukul 07.00, kebutuhan air tertinggi sebesar 588,70 m ³ /jam berdasarkan pola penggunaan air selama 24 jam pada pemodelan menggunakan software ALEID X 2004.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data dibagi dalam dua kelompok, yaitu metode pengumpulan data primer dan metode pengumpulan data sekunder.

3.1.1 Pengumpulan Data Primer

Pengumpulan data primer dilakukan dengan observasi lapangan, ditujukan untuk memperoleh gambaran eksisting jaringan perpipaan di Kecamatan Simanindo. Pengumpulan data ini digunakan untuk mendapatkan informasi mengenai jaringan sistem perpipaan di Kecamatan Simanindo

3.1.2 Pengumpulan Data Sekunder

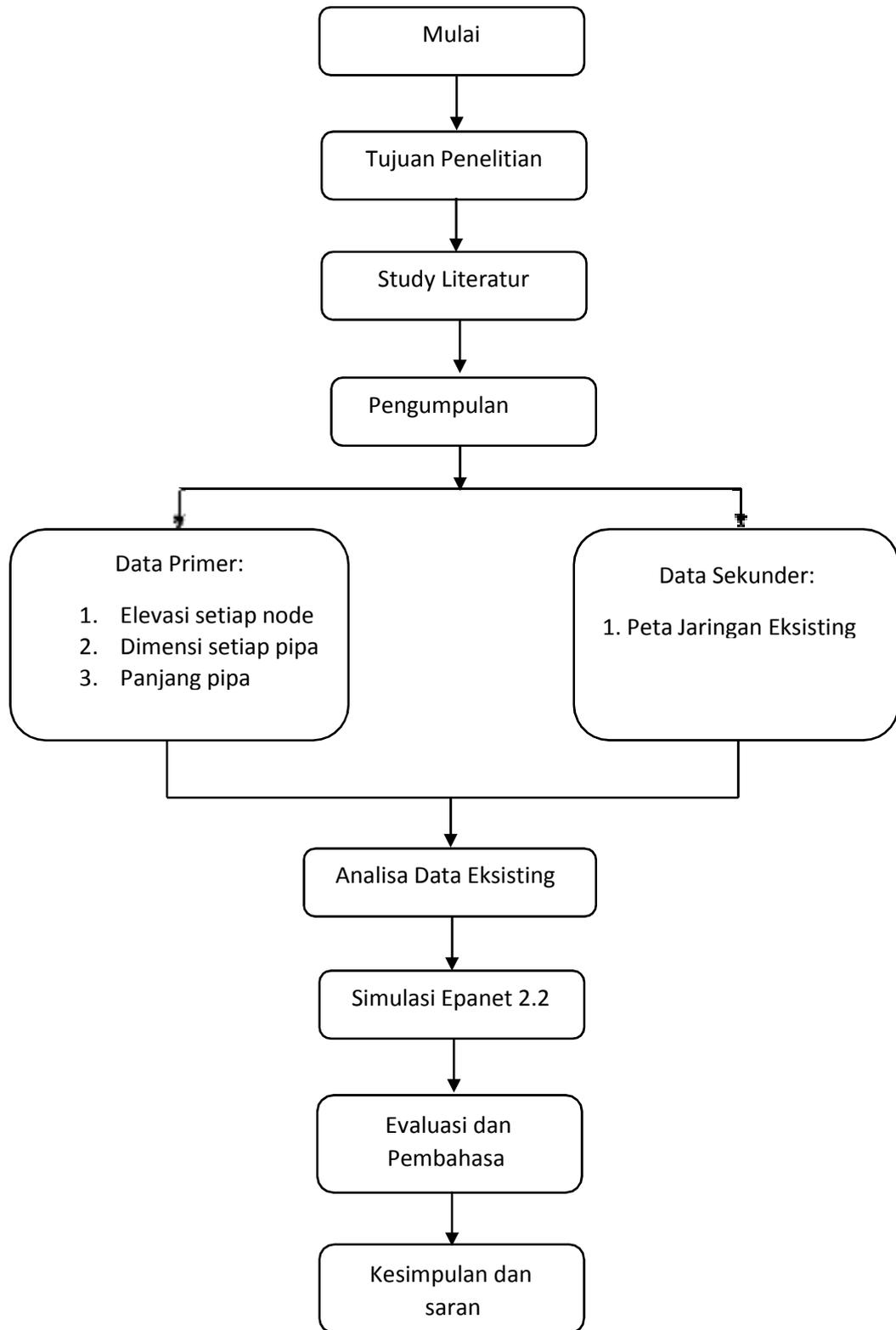
Pengumpulan data sekunder dilakukan dengan mengumpulkan data dengan survei instansional yaitu melalui survei sekunder di lembaga terkait, antara lain: Badan Pusat Statistik (BPS), Dinas Pekerjaan Umum bagian Cipta Karya, dan Perusahaan Daerah Air Minum Tirtanadi cabang Samosir.

3.2 Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode Kuantitatif deskriptif, yaitu metode perhitungan dan penjabaran hasil pengolahan data lapangan dari tiap lokasi yang ditinjau. Setelah analisa data dengan menggunakan software *EPANET 2.2* selesai, maka dilakukan evaluasi hasil analisa software tersebut secara manual dengan persamaan Hazen William.

3.3 Diagram Penelitian

Penelitian mengenai evaluasi jaringan sistem perpipaan di Ibukota Kecamatan Simanindo ini dilakukan dengan tahapan – tahapan yang digambarkan dalam Gambar 3.1 berikut:



Gambar 3. 1 Flowchart Tahapan Penelitian

