

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Air Bersih

Salah satu element yang paling dibutuhkan oleh manusia yaitu air bersih. Air Bersih digunakan makhluk hidup untuk bertahan hidup. Dalam penggunaan air bersih perlu diketahui keadaan air yang diperuntukan untuk konsumsi. Syarat air bersih yang boleh digunakan harus mengacu pada kualitas kimia, biologi dan kondisi fisik air tersebut serta terhindar dari zat radioaktif agar ketika dikonsumsi tidak memicu dampak terhadap kesehatan yang diakibatkan oleh air yang dikonsumsi tersebut, uraian tersebut mengacu pada Peraturan Menteri Kesehatan No. 416/Menkes/PER/IX/1990 (Terdapat pada Modul Gambaran Umum Penyediaan dan Pengolahan Air Minum yang diterbitkan pada Maret 2003 halaman 3).

2.2. Perhitungan Jumlah Penduduk

Berdasarkan ketentuan teknis yang menjadi acuan oleh Dirjen Ciptaker, perhitungan jumlah penduduk untuk perumahan baru diasumsikan sebanyak 5 jiwa dalam 1 rumah dalam perencanaan mengenai rangkaian untuk mendistribusikan air konsumsi.

2.3. Sistem Distribusi dan Sistem Pengaliran Air Bersih

2.3.1. Sistem Distribusi

Jaringan distribusi merupakan sistem berkaitan secara langsung dengan pihak yang dilayani berfungsi dalam pendistribusian air dengan kondisi yang sesuai ketentuan ke jangkauan air bersih yang akan dilayani. Perencanaan yang terstruktur meliputi pemipaan dan alat penguat tekanan untuk memompa air agar terdistribusi dengan maksimal. Sistem distribusi air bersih pada suatu pemukiman perumahan terdiri atas perpipaan, penampung air atau reservoir, dan pompa yang membawa air ke pemukiman perumahan tersebut.

Ada dua pertimbangan dalam sistem distribusi air bersih. Yang pertama menyangkut ketersediaan volume serta kuat tekan yang ditimbulkan terhadap air sesuai dengan kebutuhan (kontinuitas pelayanan), serta menjaga keamanan kualitas air yang berasal dari instalasi pengolahan

air bersih. Menurut (Tri Joko 2010) Suatu sistem penyediaan air bersih harus mampu menyiapkan pasokan air yang cukup mengcover ketersediaan air bersih tersebut. PERMEN No. 16 Tahun 2005 yang mengatur ketersediaan pasokan cadangan air konsumsi menyatakan terdapat air konsumsi terklasifikasi menjadi beberapa bagian meliputi:

1. Unit Air Baku

Biasa disebut air mentah merupakan beberapa elemen yang terdiri dari konstruksi bangunan untuk menyimpan air, bangunan pengambilan atau sadapan, peralatan yang digunakan untuk memantau dan mengukur, sistem pompa, serta fasilitas konstruksi dan peralatan transportasi. Unit pemasok air standar adalah proposal ekstraksi dan suplai air mentah tersebut. Standar yang air yang boleh digunakan harus mengacu pada undang-undang dan kriteria dalam menyediakan Air bersih.

2. Unit Produksi

Merupakan salah satu unit yang berguna dalam pengolahan air yang diperuntukan untuk konsumsi dari sumber air utama menjadi air siap konsumsi dengan beberapa tahap untuk mengetahui kondisi fisika, kimia, dan biologi. Bangunan yang beridiri dalam beberapa gedung pengolahan dan fasilitasnya, fasilitas operasi, fasilitas pengukuran dan pemantauan, dan gedung penyimpanan air bersih.

3. Unit Distribusi

Unit distribusi terklasifikasi alat pemompa air, sistem penyaluran, penampung air serta alat yang digunakan untuk mengukur dan memantau penyaluran air tersebut. Pendistribusian air wajib dipastikan debit dan mutu dari penyaluran air tersebut selama periode waktu yang ditetapkan.

4. Unit Pelayanan

Unit pelayanan yang tersusun atas koneksi perumahan, kran umum, dan meteran air per unit rumah. Sebagai acuan dalam pengukuran konsumsi daya koneksi perumahan dan hidran, perlu tersedianya elemen pengukur berupa meteran air. Dengan demikian akurasi dari aliran air dapat dipastikan dengan akurat dan terstruktur dengan maksimal.

5. Unit Pengolahan

Unit pengolahan yang terdiri dari pengolahan teknis dan non teknis. Pengolahan teknis terdiri dari pemeliharaan dan pemantauan kegiatan operasional, unit produksi serta tingkat produktivitasnya. Sedangkan untuk pengelolaan nonteknis terdiri dari pengelolaan dan layanan.

2.3.2. Sistem Pengaliran Air Bersih

Ada tiga cara untuk menyalurkan sistem distribusi air bersih. Menurut Howard S. Peavy (1985, Bab 6 hal. 324-326), sistem aliran yang digunakan mengacu pada gaya tarik bumi, pemompaan, dan kombinasi gaya tarik bumi dan pemompaan.

1. Cara gravitasi

Metode drainase adalah dengan menggunakan gaya gravitasi untuk membantu mempertahankan tekanan yang diperlukan pada target layanan ketika sumber air atau reservoir ditinggikan di atas area layanan sumber air. Cara ini dinilai sangat membutuhkan biaya yang murah. Hal tersebut berdasarkan rangkaian dibuat menggunakan perbedaan ketinggian lokasi.

2. Cara pemompaan

Metode ini digunakan untuk menambahkan tekanan air agar sampai pada ketinggian yang dituju guna pendistribusian air tersebut. Pompa digunakan sebagai sarana pemerataan pendistribusian air. Penggunaan cara ini dilakukan dalam kawasan yang memiliki perbedaan ketinggian.

3. Cara gabungan

Pada metode ini alat penampung diperuntukan sebagai penahan kuat tekan air yang digunakan pada waktu permintaan yang maksimal serta selama keadaan darurat seperti kebakaran dan kekurangan daya. Sewaktu penggunaan air yang dikonsumsi oleh konsumen minim, makan air akan disimpan dalam penampung guna di distribusikan ketika konsumtif lagi. Penggunaan bak penampung bertujuan guna menjadi penyimpan air dalam waktu tertentu dan dalam kondisi ini saluran akan mengalirkan air dalam kondisi pelan.

2.4. Sistem dan Cara Kerja Rangkaian

Kinerja jaringan air bersih suatu kota atau kawasan dapat dievaluasi berdasarkan analisis kegagalan jaringan pipa dan pengoperasinya untuk memenuhi

kebutuhan konsumen. Menurut Suharyanto (2004) Indikator kinerja jaringan harus dapat memberikan informasi tingkat keparahan gangguan dan durasi gangguan untuk mengetahui kinerja rangkaian air tersebut menjadi tolak ukur untuk mengetahui cara kerja yang terdiri dari kelentingan, kerawanan serta keandalan

Analisis parameter kinerja dari operasi jaringan jalur biasanya dilakukan dengan mengevaluasi jaringan berdasarkan nilai rata - rata dan variasi dari parameter itu sendiri, besarnya nilai dari reliability jaringan pipa lebih ditekankan oleh persentase dari rata-rata jangka panjang kemampuan jaringan pipa untuk memenuhi persyaratan. Faktanya, fluktuasi debit, perubahan konfigurasi jaringan, dan kebijakan operasional jaringan menyebabkan variasi parameter kinerja operasional, sehingga ketiga faktor ini harus dipertimbangkan dampaknya terhadap kinerja operasional pipa air bersih.

2.4.1. Keandalan

Keandalan berfungsi sebagai tolak ukur dalam penunjukan indikator dari rangkaian sistem perpipaan dalam pemenuhan kebutuhan air yang dibagi pada daerah yang terlayani.

2.4.2. Kelentingan

Evaluasi dapat dilakukan dari hasil aplikasi sistem jaringan pemipaan yang telah direncanakan pada suatu lokasi berdasarkan output yang dihasilkan oleh sistem yang digunakan pada jaringan pipa dan cara kerjanya berdasarkan daerah yang terlayani. Itolak ukur dari sistem rangkaian perpipaan untuk air konsumsi menjadi informasi tingkat keparahan gangguan dan durasi gangguan untuk mengetahui sistem dan cara kerja yang menjadi tolak ukur berdasarkan ketiga kriteria (Suharyanto, 2004).

2.4.3. Kerawanan

Informasi mengenai tingkat keparahan gangguan dan durasi gangguan dari sistem rangkaian perpipaan air konsumsi dapat diberikan agar dapat digunakan sebagai acuan untuk mengevaluasi kegagalan dari kinerja jaringan yang telah direncanakan. Tolak ukur yang terdiri dari keandalan, kelentingan, dan kerawanan (Suharyanto, 2004).

2.5. Kebutuhan Air

Ketersediaan dan tingkat konsumsi air pada wilayah tertentu terdapat keterkaitan dalam tersedianya Air, kebutuhan, gaya hidup, kondisi sosial ekonomi serta kondisi kontur pada kawasan yang direncanakan. Berbagai tipe pasokan air yang terkenal adalah koneksi antar hunian dan keran umum. Koneksi perpipaan pada perumahan ditandai dengan keran air yang mengarah ke dalam unit yang menggunakan koneksi pipa yang berguna dalam rangkaian sistem perpipaan yang mengacu pada rerata populasi suatu kawasan perumahan yang diklasifikasikan sebagai penduduk tetap. Untuk sambungan umum/keran air umum berupa katup air atau saluran keluar air tidak langsung kelompok rumah bersama. Terutama faucet umum disediakan ke daerah padat penduduk dan miskin, yaitu. Aneksasi masih tidak mungkin. Penentuan jumlah permintaan keran umum didasarkan pada hasil penelitian lapangan terhadap kondisi sosial daerah Rumah tangga perkotaan atau kebutuhan air lainnya terklasifikasi menjadi beberapa kriteria sebagai berikut:

- a) Kota metropolitan (kategori 1)
- b) Kota besar (kategori 2)
- c) Kota sedang (kategori 3)
- d) Kota kecil (kategori 4)
- e) Pedesaan (kategori 5)

Perhitungan pasokan air yang diproyeksikan mengacu pada estimasi air bersih yang dibutuhkan dibandingkan dengan hilangnya air pada sistem jaringan. Biasanya keperluan terhadap penggunaan air meliputi beberapa hal berikut ini

2.5.1. Kebutuhan Domestik

Menurut Hasibuan (2013) dalam meninjau keseluruhan populasi dalam suatu kawasan menjadi tolak ukur pemicu utama yang berpengaruh terhadap volume dari air yang digunakan pada suatu kawasan yang akan direncanakan. Analisis dilakukan untuk mengetahui yang didasarkan pada perhitungan yang dikerjakan dalam merencanakan rangkaian perpipaan dalam pemenuhan air yang dibutuhkan dalam rencana jangka panjang yang sudah diproyeksikan dalam perencanaan tersebut. Dengan demikian perencanaan yang telah dilakukan akan mendapatkan hasil yang maksimal.

Kebutuhan air domestik dihitung berdasarkan standar baku mutu yang ditetapkan Ditjen Cipta Karya (DepPU 2007), sehingga jumlah penduduk mempengaruhi standar baku mutu yang digunakan. Kabupaten Malang pada tahun 2003 sampai 2011 tergolong sebagai kategori kota besar, dengan demikian akumulasi total mengacu pada jumlah populasi manusia yang menggunakan air dengan besaran 1 orang dapat menghabiskan 130 liter air dalam sehari, selain itu data dari pemerintah daerah kabupaten merilis pada tahun 2012 hingga tahun 2036 sesuai angka yang diproyeksikan penggunaan air diperkerikan akan mencapai 150 liter yang digunakan oleh 1 orang dalam sehari. Perhitungan tersebut direncanakan dengan cara menghitung peningkatan populasi yang ada pada suatu daerah kemudian dikalikan dengan keperluan air pada periode tahunan.

Kebutuhan air harian individu harus mengalami penyesuaian berdasarkan acuan yang terbagi dalam beberapa kategori layanan sesuai dengan kategori kota. Kebutuhan air harian individu bervariasi dalam setiap kategori. Berikut kriteria desain air tersebut tersaji pada Tabel 2.1:

Tabel 2.1 Kriteria Perencanaan Air Bersih Berdasar SNI Tahun 1997

No	Uraian	Kategori Kota Berdasarkan Jumlah Penduduk (Jiwa)				
		>1.000.000	500.000-1.000.000	100.000-500.000	20.000-100.000	<20.000
		Metro	Besar	Sedang	Kecil	Desa
1	Konsumsi Unit Sambungan Rumah (SR) l/org/hari	190	170	150	130	100
2	Konsumsi Unit Hidran Umum (HU) l/org/hari	30	30	30	30	30
3	Konsumsi Unit Non Domestik (%)	20-30	20-30	20-30	20-30	10-20
4	Kehilangan Air (%)	20-30	20-30	20-30	20-30	20
5	Faktor Maksimum Perhari	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15
6	Faktor Pada Jam Puncak	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
7	Jumlah Jiwa Per SR	5	5	6	6	10
8	Jumlah Jiwa Per HU	100	100	100	100-200	200
9	Sisa tekan di Jaringan Distribusi (meter)	10	10	10	10	10
10	Jam Operasi (jam)	24	24	24	24	24
11	Volume Reservoir (%)	20	20	20	20	20
12	SR : HU	50:50 s/d 80:20	50:50 s/d 80:20	80:20	70:30	70:30
13	Cakupan Pelayanan (%)	90	90	90	90	90

(Sumber : Dirjen Cipta Karya, 1997)

2.5.2. Kebutuhan Non Domestik

Penyajian kebutuhan eksternal merupakan suatu bagian atau tingkatan penyajian kepada konsumen yang terlibat secara transaksional, keperluan suatu institutional serta keperluan industri. Keperluan air komersial mengalami peningkatan seiring dengan pertumbuhan penduduk serta kondisi eksisting kawasan yang digunakan. Keperluan yang dibutuhkan sebesar 20% sampai 25% dari keseluruhan pasokan air yang dihasilkan.

Keperluan kebutuhan air guna mencukupi gedung iintitusi serta bangunan utilitas lainnya. Menentukan tingkat keperluan yang dituju tidak mudah dikarenakan memang penting penggunaan suatu kawasan serta pertumbuhan suatu populasi.

Identifikasi terdapat keperluan air pada sektor industri dapat dilakukan, tetapi kebutuhan Cukup sulit bagi kegiatan ekonomi masa depan untuk mendapatkan informasi yang akurat. Hal ini disebabkan oleh berbagai kegiatan dalam sektor pabrik. (*Grow Rate Trends*). (*Pengelolaan Sumber Daya Air Terpadu, Robert J. Kodoatie, Ph.D. and Roestam Sjarief, Ph.D. 2008:175*):

Tabel 2. 2Kebutuhan Air Non Domestik Kota Kategori I, II, III, dan IV

No	Sektor	Besaran	Satuan
1	Sekolah	10	Liter / murid / hari
2	Rumah Sakit	200	Liter / Bed / hari
3	Puskesmas	2000	Liter / hari
4	Masjid	3000	Liter / hari
5	Kantor	10	Liter / pegawai / hari
6	Pasar	12.000	Liter / hektar / hari
7	Hotel	150	Liter / Bed / hari
8	Rumah Makan	100	Liter / Tempat Duduk / hari
9	Komplek Militer	60	Liter / orang / hari
10	Kawasan Industri	0,2-0,8	Liter / orang / hari
11	Kawasan Pariwisata	0,1-0,3	Liter / orang / hari

(Sumber : Dirjen Cipta Karya, 2000)

Tabel 2. 3 Kebutuhan Air Bersih Kategori V

No	Sektor	Besaran	Satuan
1	Sekolah	5	Liter / murid / hari
2	Rumah Sakit	200	Liter / Bed / hari
3	Puskesmas	1200	Liter / hari
4	Hotel / Losmen	90	Liter / hari
5	Komersial / Industri	10	Liter / hari

(Sumber : Dirjen Cipta Karya, 2000)

2.5.3. Perubahan Keperluan Air konsumsi

Keperluan terhadap konsumsi air akan terus mengalami suatu perubahan atau disebut tidak stagnan. Pola hidup manusia akan berpengaruh terhadap tingkat konsumsinya terhadap air bersih. Secara umum keperluan air diklasifikasikan menjadi 3 bagian antara lain yaitu :

a) Keperluan rerata dalam 1 hari

Kebutuhan harian rerata merupakan keperluan air yang dibutuhkan secara internal maupun eksternal. Keperluan rerata harian dihitung mengacu pada rerata keperluan air yang digunakan oleh seseorang dalam sehari, yang dihitung dari konsumsi air setiap jamnya selama satu hari penuh.

b) Keperluan Jam Puncak

Keperluan pada periode yang ramai atau tingkat konsumsi terhadap air tinggi karena digunakan secara bersamaan di satu kawasan merupakan pola penggunaan maksimum air harian. Perhitungan air maksimum mengacu pada rerata keperluan air yang digunakan mengacu pada elemen pengali berdasarkan (*Dirjen Ciptaker DPU 1996 : III-6*) seperti di bawah ini:

Kebutuhan air jampuncak = $(1,5 - 2,0 \times \text{keperluan air})$.

c) Keperluan maksimal harian

Merupakan tingkat paling tinggi yaitu total perhitungan keseluruhan air yang digunakan dalam periode tahunan. Perhitungan yang dilakukan berlandaskan berdasarkan (*Dirjen Ciptaker DPU 1996 : III-6*) seperti di bawah ini :

Kebutuhan harian maksimum : $(1,15 \times \text{keperluan air})$.

2.5.4. Perhitungan Kebutuhan Air Bersih

Perencanaan proyeksi air konsumsi yang dibutuhkan dilakukan perhitungan mempredikasikan seluruh air yang digunakan terlebih dahulu. Untuk perkiraan angka total air yang diperlukan, kesulitan dalam penentuan angka total konsumsi air yang dibutuhkan suatu wilayah dikarenakan banyaknya faktor yang mempengaruhi angka tersebut. Metode yang bisa dilakukan yaitu dengan perhitungan rerata penggunaan air setiap

orang per hari, menghitung proyeksi pertumbuhan populasi pada periode berkala yang sudah ditentukan waktu tertentu dan masa penggunaan jaringan.

2.6. Kehilangan Air

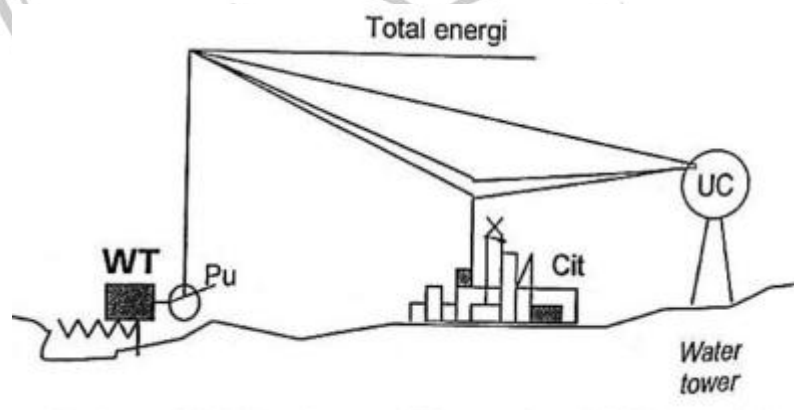
Suatu jaringan pendistribusian air bersih, air yang didistribusikan hanya sebagian sampai kepada konsumen. Hal ini disebabkan karena terdapat suatu rembesan yang terjadi pada saat pengaplikasian pipa biasa disebut dengan kehilangan air. Kebocoran pada suatu pipa atau kehilangan air biasanya terjadi dikarenakan berasal dari pipa instalasi dikarenakan kurangnya perawatan maupun kondisi pipa yang tidak layak dalam segi umur unit.

2.7. Sistem Pengaliran

Pada dasarnya pendistribusian dapat dialirkan dengan menggunakan beberapa metode. Berikut ini disajikan beberapa metode pengaliran distribusi air bersih menurut (Tri Joko, 2010) dalam Unit Air Baku dalam Sistem Penyediaan Air Minum.

1. Pengaliran Secara Gravitasi

pendistribusian dengan menggunakan gaya tarik bumi (gaya gravitasi), metode tersebut direncanakan apabila perbedaan antara sumber air lebih tinggi dengan wilayah yang akan direncanakan jaringan pemipaan. Dengan demikian dengan adanya tekanan yang diakibatkan adanya perbedaan ketinggian tersebut maka memungkinkan air dari penampungan akan di distribusikan dengan baik ke aliran pipa jaringan dengan adanya gaya gravitasi.



Gambar 2. 1Sistem Gravitasi

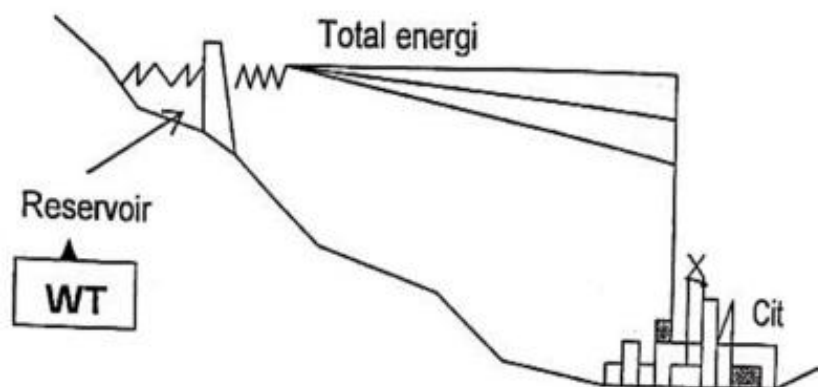
2. Sistem Pompa

Distribusi air dengan menggunakan sistem pompa adalah dengan adanya tekanan dari alat bantu berupa pompa yang terdistribusi ke daerah layanan tanpa menggunakan alat tampung sebagai pembantu. penamoung. Sistem pemompaan seperti uraian diatas tidak umum digunakan dikarenakan beberapa hal, antara lain :

- a. Jika alat bantu tidak bekerja maka distribusi air tidak tersalurkan kepada konsumen.
- b. Anggaran yang dibutuhkan tidak efisien, dikarenakan tekanan yang digunakan pada pompa ditambah atau dinaikkan di jam-jam penggunaan maksimum.

Perlu dilakukan adanya air yang ditampung didistribusikan memiliki fungsi antara lain adalah :

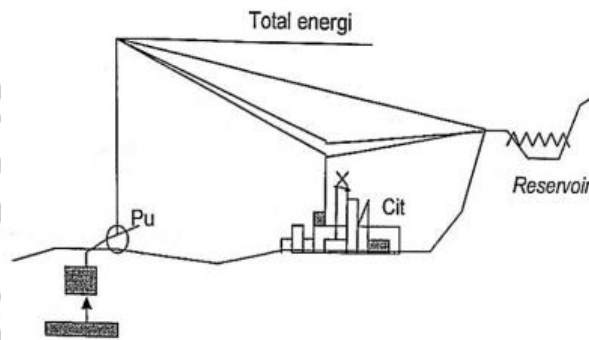
- a. Pemerataan distribusi air dan keperluan dalam jangka waktu yang lama.
- b. Senagai penampung guna mencadangkan air agar ketika krisis penyaluran air pada saat pompa tidak dapat dijalankan dan kemungkinan-kemungkinan lainnya.
- c. Pemompaan air dilakukan pada elevasi yang tinggi, maka jumlah ketersediaan air pada lokasi yang memiliki elevasi tinggi akan lebih terjamin dibandingkan dengan titik yang berada pada kontur terbawah.
- d. Pemerataan kuat tekan yang dihasilkan oleh air
- e. Pengurangan dimensi sarana dan prasarana yang mengatur kebeningan air.



Gambar 2. 2 Sistem Pompa

3. Sistem Gabungan

Sistem gabungan adalah metode yang paling umum dilakukan untuk pendistribusian air bersih. Kelebihan air yang ada di dalam pompa, pada saat penggunaan air di kondisi minim maka air ini ditampung dalam tandon penampung air yang terletak lebih tinggi. Selanjutnya saat pemakaian air maksimum, air yang sudah ditampung di dalam penampung tersebut dirasa mampu mengatasi kurangnya air yang ada di dalam pompa.



Gambar 2. 3 Sistem Gabungan

2.7.1. Sistem Air Disuplai Melalui Pipa

Menurut (Tri Joko, 2010) dalam suatu sistem pengelolaan air mentah menjadi air siap konsumsi, disebutkan bahwa terdapat bermacam pipa yang digunakan untuk pendistribusian adalah sebagai berikut:

1. Pipa primer / pipa induk

Pipa primer atau pipa induk merupakan pipa yang memiliki dimensi yang besar dibandingkan dengan pipa sekunder yang digunakan untuk menyalurkan air dari tempat pengolahan atau penampungan air ke wilayah pelayanan.

2. Pipa sekunder

Merupakan pipa yang secara ukuran ada yang sama dengan pipa utama atau lebih kecil akan tetapi memiliki fungsi yang berbeda. Pipa sekunder ini disambungkan kepada pipa utama.

3. Pipa tersier

Pipa tersier bisa langsung terkoneksi kepada pipa primer maupun pipa sekunder. Pipa tersier digunakan sebagai sarana untuk menyalurkan air akan

tetapi memiliki dampak estetika karena keberadaannya mengganggu aktivitas di jalan.

4. Pipa service

Pipa service adalah pipa yang berdiameter dengan rasio yang kecil. Pipa servis menyambung kepada pipa sekunder ataupun pipa tersier yang kemudian disambungkan ke pipa layanan.

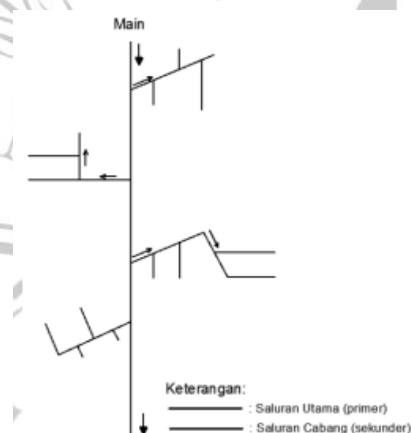
2.7.2. Sistem Jaringan Distribusi Air Bersih

Berdasarkan (Tri Joko, 2010) dalam Unit Air Baku dalam Sistem Penyediaan Air Minum. Adalah suatu jaringan yang berkesinambungan antara jaringan pipa pusat dengan pipa yang mengalirkan air ke daerah layanan berdasarkan kondisi kontur kawasan jaringan air yang terlayani. Di bawah ini disajikan berbagai sistem pengaturan pendistribusian air meliputi :

1. Sistem Cabang / *Branch*

Metode ini merupakan sistem distribusi air bersih memiliki sifat kinerja rangkaian searah melalui ujung menuju daerah yang menuju bagian terakhir disebut dengan *dead end*. Sistem cabang biasa diperuntukan pada kawasan yang memiliki karakteristik seperti di bawah ini:

- a. Perkembangan kota ke arah memanjang
- b. Konstruksi utilitas jalan tidak terhubung
- c. Memiliki kondisi kontur suatu kawasan



Gambar 2. 4 Sistem Cabang / Branch

Sistem cabang atau *branch* memiliki beberapa keuntungan antara lain:

- a. Pendistribusian searah
- b. Mudahnya instalasi pipa
- c. Pipa yang digunakan hanya membutuhkan sedikit pipa dikarenakan pendistribusian jaringan pipa terpasang pada suatu kawasan yang memiliki penduduk paling padat.

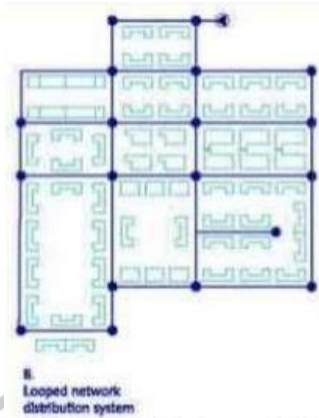
Adapun kerugian dari penggunaan sistem cabang atau *branch* adalah sebagai berikut:

- a. Dimungkinkan terjadi pengendapan atau penimpunan kotoran di ujung pipa sehingga diperlukan pengurasan secara berkala
- b. Apabila terdapat bagian jaringan yang rusak maka pendistribusian aliran air akan mengalami kendala.
- c. Apabila terdapat sambungan baru, maka dimungkinkan tekanan air yang dibutuhkan tidak cukup.
- d. Kurang terjaminnya keseimbangan sistem, terpenting pada saat adanya tekanan darurat yang terdapat di rangkaian pipa terjauh.

2. Sistem Melingkar / *Loop*

Sistem melingkar atau *loop* adalah suatu rangkaian pendistribusian air yang struktur pemipaannya yang berkesinambungan antara pipa satu dengan pipa yang lainnya, dengan begitu aliran air yang melalui pipa utama tidak akan terhenti dan akan terus mengalir ke pipa pipa selanjutnya.. Sistem melingkar atau *loop* penerapannya mengacu pada kategori suatu kawasan yang terdapat karakteristik meliputi:

- a. Wilayah layanan yang memiliki rangkaian yang berkesinambungan.
- b. Wilayah layanan yang tumbuh pesat dari berbagai arah.
- c. Memiliki kontur yang tidak terdapat perbedaan ketinggian.



Gambar 2. 5 Sistem Melingkar atau Loop

Sistem melingkar atau *loop* memiliki beberapa keuntungan antara lain:

- a. Endapan ataupun penimbunan kotoran dapat dihindari dikarenakan air dapat disirkulasikan dengan bebas.
- b. Apabila terjadi kerusakan, perbaikan ataupun hal-hal lainnya, distribusi akan berjalan lancar tanpa adanya kendala.

Adapun kekurangandari penggunaan rangkaian melingkar atau *loop* adalah sebagai berikut:

- a. Sistem jaringan perpipaan yang rumit
- b. rangkaian yang dibutuhkan tidak sedikit dan berdampak pada nilai perencanaan yang tidak ekonomis.

2.8. Perpipaan

2.8.1. Jenis Pipa

Penggunaan jenis pipa mengacu pada kawasan yang akan dibuatkan jalur pendistribusian air. Karena beda jenis pipa juga beda karakternya dan memiliki nilai plus serta minus. Dalam memilih pipa tersebut perlu diketahui perencanaan, kualita dan harga yang ditawarkan serta dianggarkan dalam intalasi struktur pipa tersebut. Berikut merupakan berbagai jenis pipa meliputi:

1. *Cast-Iron Pipe*

Cast-Iron Pipe merupakan pipa yang berdiameter sebesar 50 mm - 900 mm dengan panjang pipa sebesar 3,70 m hingga 5,50 m. pipa ini memiliki

daya tampung sebesar 20m terhadap tekanan air. tergantung besarnya ukuran pipa. Pipa *cast-iron* memiliki beberapa kelebihan, antara lain:

- a. Harga terjangkau / ekonomis.
- b. Tidak mudah mengalami pengkaratan.
- c. Instalasi yang tidak susah.
- d. Daya tekan tinggi .

Adapun kekurangan dari penggunaan pipa *cast-iron* adalah sebagai berikut:

- a. Semakin lama masa pengangkutan mengakibatkan pengurangan volume air yang terangkut disebabkan oleh kekasaran pada permukaan dalam pipa.
- b. Semakin besar diameter pipa, maka pipa semakin berat dan mahal.
- c. Pada saat mudah patah pada proses penyambungan pipa.

2. *Concrete Pipe*

Concrete pipe atau pipa cor digunakan pada saat jika pipa berada pada tekanan rendah serta adanya pipa bocor bukan menjadi penghalang dalam pendistribusian. Pipa beton memiliki beberapa kelebihan, antara lain:

- a. Kehilangan akibat friksi paling serta kondisi didalam pipa beton bersifat halus.
- b. Pipa beton dapat bertahan lebih lama, hingga 75 tahun.
- c. Pipa beton tidak mengalami korosi.
- d. Biaya pemeliharaan yang relatif murah.

Adapun kekurangan dari penggunaan pipa beton adalah sebagai berikut:

- a. Pengangkutan maupun pemindahan pipa yang sulit dikarenakan bobot pipa yang berat.
- b. Pada saat proses pengangkutan maupun pemindahan cenderung bisa mengalami patah.
- c. Apabila terjadi kerusakan, proses perbaikan sulit dilakukan.

3. *Steel Pipe*

Steel pipe digunakan jika membutuhkan pipa berdiameter besar serta membutuhkan pipa yang mampu menahan tekanan tinggi, maka pipa baja dapat digunakan. Pipa baja memiliki beberapa kelebihan, antara lain:

- a. Pipa baja tergolong dalam pipa kuat.
- b. Perbandingan bobot yang lebih ringan dibandingkan dengan *cost iron*.
- c. Dalam segi pemasangan dan penyambungan, pipa baja termasuk mudah.
- d. Daya tekan terhadap tekanan air sebesar 70 mka.

Adapun minus dari penggunaan pipa beton adalah sebagai berikut:

- a. Mudah berkarat karena sifat basa serta asam pada pipa baja.
- b. Ketahanan pipa berkisar antara 25-30 thn.

4. *Asbestos-Cement Pipe*

Asbestos-Cement pipe merupakan pipa yang diciptakan antara kombinasi serat asbes dan semen. Pipa-pipa yang memiliki diameter mulai dari 50 mm hingga 900 mm, pipa ini kuat pada saat terjadi kuat tekan air sebesar 20 mka hingga 250 tergantung pada kualitas serta produksinya. Pipa ini memiliki beberapa kelebihan, antara lain:

- a. Pipa memiliki ketahanan dengan air basa dan air asam.
- b. Tidak mudah berkarat
- c. Bobot yang cenderung ringan.
- d. Hanya memerlukan sedikit sambungan.
- e. Mudah dipotong guna penyesuaian dengan kondisi lahan atau fleksibel.

Adapun kekurangan dari penggunaan pipa ini adalah sebagai berikut:

- a. Pipa ini tergolong ke dalam pipa yang rapuh.
- b. Tidak tahan terhadap kuat tekan yang tinggi.

5. *Galvanis-Iron Pipe*

Pipa *Galvanis-Iron* biasa diperlukan dalam rangkaian perpipaan institusi. Pipa ini berdiameter 60 mm -750 mm. Pipa *galvanis-iron* memiliki beberapa kelebihan, antara lain:

- a. Berat yang cukup ringan.

- b. Mudahnya instalasi.
- c. Kondisi dalam pipa yang halus meminimalisir hilangnya tekanan yang berada didalam pipa.

Adapun kekurangan dari penggunaan pipa ini adalah sebagai berikut:

- a. Umur pipa yang tidak panjang sekitar 7-10 tahun saja.
- b. Pipa ini rentan terhadap kerusakan dikarenakan air dalam kondisi memiliki sifat basa & asam.
- c. Harga mahal serta diameter pipa yang paling sering digunakan berukuran kecil.

6. *Plastic pipe*

Plastic pipe atau pipa plastik mempunyai berbagai nilai lebih karena murah dan tahan terhadap korosi. Pipa plastik yang memiliki tampilan gelap mempunyai kelebihan dalam mengatasi aliran zat lain seperti minyak akan tetapi tidak kuat apabila digunakan pada aliran yang mempunyai kadar asam nitrat yang tinggi. *Plastic pipe* dibagi menjadi dua tipe, antara lain sebagai berikut:

- a. *Low-Density polythene pipe*

Low-density polythene pipe memiliki diameter sampai dengan 63 mm. pipa ini lebih fleksibel dan diperlukan pada rangkaian panjang, tetapi tidak diperuntukkan untuk rangkaian jaringan air bersih yang berada dalam suatu gedung

- b. *High-Density polythene pipe*

High-Density polythene pipe lebih kuat jika diukur mengacu pada *Low-density polythene pipe*. Pipa ini memiliki diameter 16 mm sampai dengan 400 mm. Pipa dengan diameter besar hanya digunakan apabila terdapat kesulitan pada saat menyambung pipa diameter kecil. Pipa ini dapat digunakan untuk mengangkut air dalam jalur panjang.

7. Pipa PVC / *PVC Pipe*

Pipa PVC memiliki tingkat kekakuan tiga kali lebih besar daripada pipa polythene biasa. Pipa PVC lebih mudah disambung serta memiliki daya tekan yang tinggi dan tidak mudah berkarat serta tahan terhadap reaksi kimia.

2.8.2. Pipa Distribusi

Berdasarkan PerMen Pekerjaan Umum Nomor 18 Tahun 2007 mengenai perencanaan SPAM, rangkaian jaringan pendistribusian air yang menjadi saluran keperluan air dari sumber saluran sampai daerah yang dilayani. Di bawah ini disajikan tabel kriteria pipa distribusi.

Tabel 2. 4 Kriteria Pipa Distribusi

No	Uraian	Notasi	Kriteria
1	Debit rencana	Q_{\max}	Kebutuhan air harian maksimum $Q_{\max} = F_{\max} \times Q_{\text{rata-rata}}$
2	Faktor hari maksimum	F_{\max}	1,10 – 1,50
3	Jenis Saluran	-	Pipa atau saluran terbuka
4	Kecepatan aliran air dalam pipa a) Kecepatan minimum b) Kecepatan maksimum - Pipa PVC - Pipa DCIP	V_{\min} V_{\max} V_{\max}	0,3 – 0,6 m/det 3,0 – 4,5 m/det 6,0 m/det
5	Tekanan air dalam pipa a) Kecepatan minimum b) Kecepatan maksimum - Pipa PVC - Pipa DCIP - Pipa PE 100 - Pipa PE 800	H_{\min} H_{\max}	1 atm 6 – 8 atm 10 atm 12,4 Mpa 9,0 Mpa

2.8.3. Diameter Pipa Distribusi

Penentuan Diameter pipa yang digunakan untuk pendistribusian mengacu pada puncak aliran pendistribusian dan kondisi pada saat tekanan dalam kondisi rendah. Di bawah ini disajikan tabel parameter ukuran pipa yang digunakan untuk distribusi air.

Tabel 2. 5 Dimensi Pipa Distribusi

Cakupan Sistem	Pipa Distribusi Utama	Pipa Distribusi Pembawa	Pipa Distribusi Pembagi	Pipa Pelayanan
Sistem Kecamatan	≥ 100 mm	75 – 100 mm	75 mm	50 mm
Sistem Kecamatan	≥ 150 mm	100 – 150 mm	75 – 100 mm	50 – 5 mm

Tabel 2. 6 Dimensi Pipa HDPE (PE-100)

Dimensi		Tekanan Maksimal (Bar)
Outer Diameter (mm)	Outer Diameter (inch)	
20	1/2"	16
25	3/4"	
32	1"	
40	1 1/4"	
50	1 1/2"	
63	2"	
75	2 1/2"	
90	3"	
110	4"	
125	5"	
140		
160	6"	
180		
200	8"	
225		
250	10"	
280		
315		
355		
400		
500		
Keterangan: 16 Bar = 136,16 m		16

2.8.4. Perlengkapan Pipa Distribusi

Berfungsi untuk mendukung pendistribusian air agar berjalan dengan stabil sesuai perencanaan maka diperlukan beberapa peralatan penunjang seperti di bawah ini;

1. Katup (*Valve*)

Katup atau *valve* digunakan sebagai pembuka dan penutup aliran air di dalam pipa. Katup biasanya dipasang pada beberapa titik, antara lain:

- a. Adanya aktivitar air yang mengalir keluar dan masuk melalui perpipaan tersebut.
- b. Cabang pipa
- c. Pipa penguras (*wash out*)

Dalam pengaliran air dapat digunakan katup sebagai alat penyalur, terdapat beberapa tipe untuk katup meliputi:

- a. Katup gerbang (*Gate Valve*)
- b. Katup kupu-kupu (*Butterfly Valve*)

2. Katup Penguras (*Wash Out / Blow Off*)

Katup penguras merupakan katup yang terpasang pada daerah dengan kondisi elevasi rendah pada rangkaian pipa dan keadaan ujung yang berada pada turunan.

3. Katup Udara (*Air Valve*)

Katup udara di instal pada tempat yang memiliki elevasi tertinggi pada jalur pendistribusian air serta titi jembatan terletak pada $\frac{1}{4}$ dari panjang keseluruhan rangkaian pipa.

4. Hidran kebakaran

Pada rangkaian pendistribusian air bersih, hydrant dipasang untuk memadamkan api apabila terjadi kebakaran. Selain itu dapat digunakan untuk menguras pada elevasi yang berada pada ketinggian yang rendah. pemasangan hidra adalah 300 meter. Pipa yang digunakan sebagai sarana pendistribusian harus memiliki konektivitas dengan hydrant kebakaran dngan hydrant untukantisipasi kebakaran berdiameter terkecil sebesar 80 mm.

5. *Stop Valve*

Berfungsi sebagai alat pemisah yang digunakan saat melakukan perbaikan atau dalam perawatan. *Stop valve* pada saluran transmisi dipasang dengan jarak maksimum 2000 m.

6. *Check Valve*

Check valve dipasang berdasarkan kebutuhan meneruskan pipa serta berfungsi sebagai penahan arus balik air dan sebagai peredam jika terjadi pemanasan pada pipa. Instalasi alat tersebut terletak pada setiap 1000 m atau tergantung dengan kondisi lapangan.

7. *Fitting*

Berfungsi untuk menahan tekanan dari blok beton yang ditepulkan dalam setiap perbedaan jalur pendistribusian yang berada pada rangkaian yang memiliki percabangan pipa. Apabila saat penyambungan mengalami pembelokan selaras dengan keperluan dan fungsi pipa yang digunakan, maka *fitting* diabaikan apabila jaringan yang mengalirkan air terdapat sudut yang menikung tajam. *Fitting* pipa wajib diaplikasikan dalam instalasi perpipaan agar distribusi selaras mengacu pada kondisi lapangan.

8. Peralatan Kontrol Air

Dalam mengantisipasi kejadian tersumbatnya pipa penyalur dikarenakan oleh endapan. Peralatan kontrol air dipasang pada jarak setiap 200 m hingga 300 m apabila diperlukan untuk di pipa penyalur.

2.9. Reservoir

Berdasarkan (BPSDMM, 2010) reservoir merupakan tempat penampungan atau penyimpanan air bersih dalam rangkaian pendistribusian. Reservoir diperlukan di dalam sistem distribusi dalam pelayanan suatu kawasan. Reservoir memiliki fungsi sebagai penyeimbang debit yang dihasilkan dengan yang digunakan agar tidak terjadi ketimpangan antara konsumsi dan produksi air.

Fungsi lain dari reservoir adalah menstabilkan tekanan air pada saat pendistribusian di jam puncak atau penggunaan air secara maksimal di periode tertentu. Pada periode tertentu, ketersediaan air kondisinya selalu berbeda tergantung dengan pola konsumsi populasi terhadap air. Kelebihan air akan disimpan apabila air yang digunakan lebih kecil dari pada air yang dihasilkan begitupun sebaliknya.

2.9.1. Letak dan Tinggi Reservoir

Berdasarkan Permen PU Nomor 18 Tahun 2007, disebutkan bahwa terdapat pemikiran dalam menimbang dan memilah letak reservoir berdasarkan kondisi kontur pada lahan existing, meliputi:

1. Letak reservoir yang dekat dengan daerah yang akan dilayani dalam pendistribusian air tersebut.
2. Ketinggian penempatan reservoir perlu dikaji dengan baik untuk meminimalisir kondisi tekan air yang berada didalam pipa yang bertujuan dalam penggunaan gaya tarik bumi sebagai acuannya
3. Pengklasifikasian daerah yang dilayani dengan membagi menjadi beberapa segment mengacu pada pad apenempatan sumber air ketika kondisi kontur memiliki sifat yang varatif.

2.9.2. Reservoir Pelayanan

Penentuan volume mengacu pada beberapa hal, meliputi:

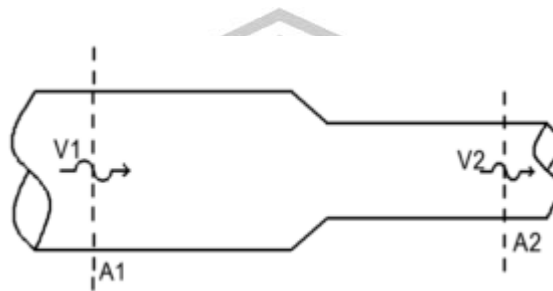
1. Penyesuaian penggunaan air berdasarkan populasi yang dilayani oleh pendistribusian air bersih, selanjutnya pengisian ulang pada saat jam ramai karena terjadinya kontra dalam penggunaan air.
2. Penguunaan cadangan air dari reservoir yang hanya diperuntukan untuk memadamkan api apabila terdapat insiden kebakaran dia arrea reservoir.
3. Keperluan air yang spesifik guna kebutuhan pengunrasan reservoir, taman, serta acara khusus.

2.9.3. Reservoir Penyeimbang

Memiliki fungsi sebagai alat tampung air yang diakibatkan oleh produksi air yang berlebih dari proses yang masuk lebih rendah daripada jumlah debit air produksi. Kelebihan air yang ada di dalam reservoir penyeimbang akan didistribusikan lagi nantinya apabila pemakaian air yang dilakukan oleh konsumen berada pada angka yang tinggi. Kapasitas yang terdapat pada reservoir bisa disesuaikan berdasarkan aliran yang terjadi pada periode pelayanan distribusi air.

2.10. Hukum Kontinuitas

Berdasarkan (Triatmodjo, 1996) unsur paling vital pada pembelajaran ilmu hidrolika merupakan debit aliran (Q) atau kecepatan (V). menggunakan perhitungan yang simpel, metode perhitungan yang digunakan biasanya yaitu hukum kontinuitas.



Gambar 2. 6 Saluran Pipa dengan Diameter Berbeda

$$A_1 \cdot V_1 = A_2 \cdot V_2 \quad (2.1)$$

Dimana :

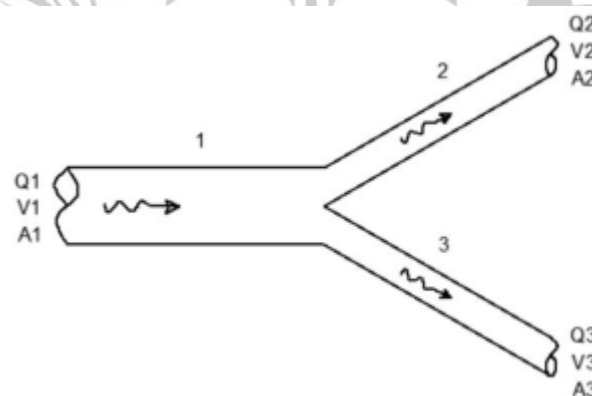
A_1 = luas penampang 1 (m^2)

V_1 = Kecepatan aliran penampang 1 (m/det)

A_2 = Luas penampang 2 (m^2)

V_2 = kecepatan aliran penampang 2 (m/det)

Apabila pada pipa cabang, maka jumlah debit yang masuk ke dalam pipa cabang harus sama dengan debit yang tersisa.



Gambar 2. 7 Persamaan Kontinuitas Pipa Bercabang

$$Q_1 = Q_2 + Q_3$$

2.11. Kecepatan Rerata

Berdasarkan (Triatmodjo, 2008) disebutkan bahwa apabila debit aliran Q melalui pipa berdiameter D , maka kecepatan V adalah:

$$V = \frac{Q}{A} \quad (2.2)$$

Dimana :

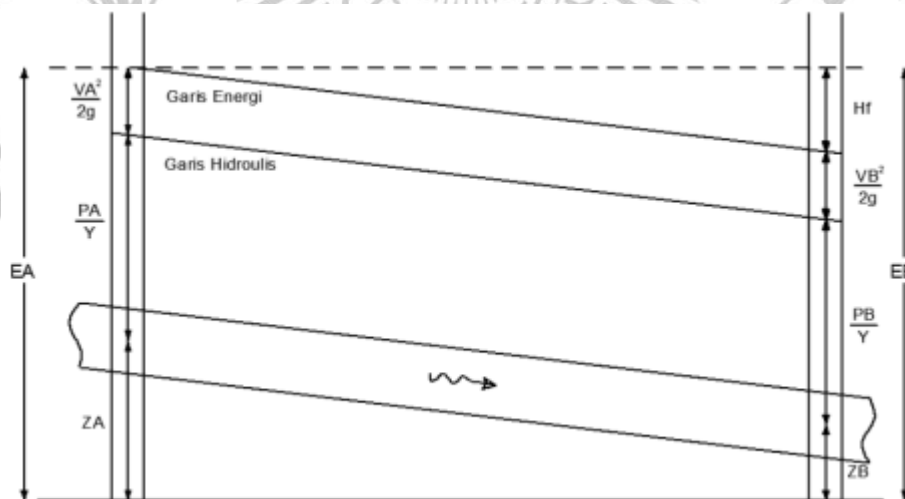
Q = Debit aliran (m^3/det)

V = Kecepatan Aliran (m/dt)

A = Luas penampang (m^2)

2.12. Kehilangan Tenaga Aliran Melalui Pipa

Menurut (Triatmodjo,2010) pada zat cair mengalir, faktor yang menjadi acuan dan tidak mengacu pada arah serta tingkat kecepatannya, akan tetapi juga mempertimbangkan adanya kepekatan yang menimbulkan terjadinya partikel cair yang mengalami pergeseran dengan batas yang ada di dinding pipa. 10m merupakan nilai tolak ukur rencana tekanan paling minim. Dengan demikian penggunaan metode Darcy-Weisbach serta rumus Bernoulli dengan asumsi aliran air berkelanjutan.



Gambar 2. 8 Garis Energi dan Hidrolis Zat Cair

$$Z_A + \frac{P_A}{\gamma} + \frac{V_A^2}{2g} = Z_B + \frac{P_B}{\gamma} + \frac{V_B^2}{2g} + H_f \quad (2.3)$$

Dimana:

Z_A = Elevasi pipa 1 dari datum (m)

Z_B = Elevasi pipa 2 dari datum (m)

P_A = Tekanan di titik 1 (m)

V_B = Kecepatan aliran di titik 2

γ = Berat jenis (kg/m^3)

g = Gravitasi (9,81 m/det)

H_f = Head Loss (m)

2.13. Kehilangan Energi (H_f)

Terjadinya gesekan antara air dengan dinding pipa yang menyebabkan energi pada aliran air mengalami kehilangan. 10 m/km merupakan nilai maksimal yang menjadi tolak ukur apabila terjadinya penurunan tekanan dari panjang pipa. Kehilangan energi dibagi menjadi 2 antara lain:

2.13.1. Mayor Loss

Mayor loss merupakan menurunnya tekanan air pada pipa yang diakibatkan dengan terciptanya gesekan yang terjadi antara air dan dinding pipa. Mayor loss ditentukan dengan 2 persamaan sebagai berikut:

1. Persamaan Darcy – Weisbach

$$H_f = \frac{Q^{1,85}}{(0,2785 \cdot D^{2,63} \cdot C)^{1,85}} \quad (2.4)$$

Dimana :

H_f = Mayor loss sepanjang pipa lurus (m)

L = Panjang pipa (m)

Q = Debit (m^3/det)

D = Diameter (m)

Rumus Darcy

$$H_f = f \cdot \frac{L \cdot V^2}{D \cdot 2g} \quad (2.5)$$

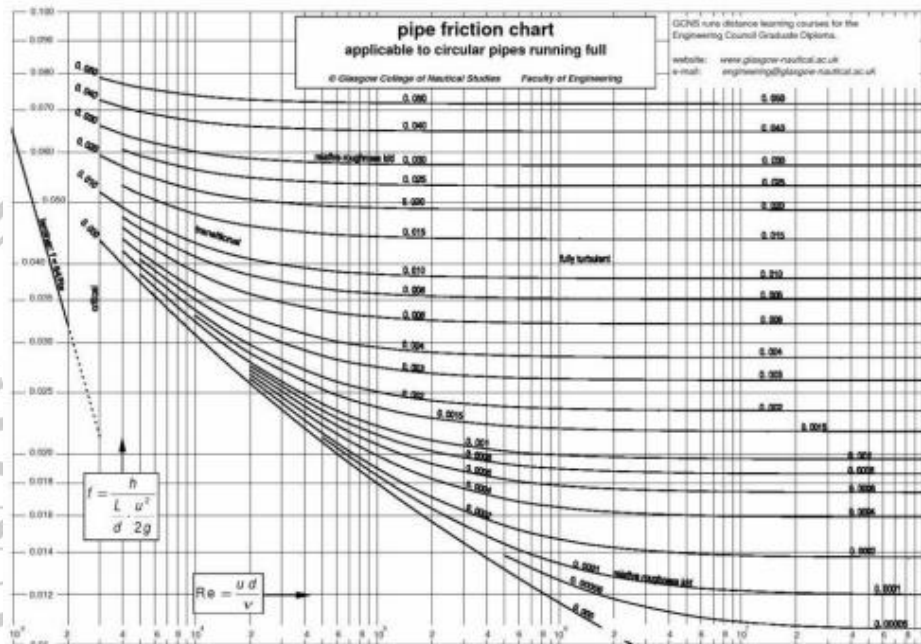
Dimana :

H_f = Kehilangan energi (m)

f = Koefisien gesek (darcy)

V = Kecepatan aliran air (m/det)

g = percepatan gravitasi (m/det²)



Gambar 2. 9 Diagram Moody

2. Persamaan Hazen - Williams

Berdasarkan (Triatmodjo, 2016) persamaan Hazen – Williams memiliki nilai kehilangan energy yang lebih sedikit dan lebih sederhana dibanding dengan metode Darcy – Weisbach. Hal ini dikarenakan koefisien energi yang hilang bersifat stabil terhadap nilai Reynold, namun metode tersebut hanya diperuntukan dalam perhitungan air saja.

$$H_f = \frac{Q^{1,85}}{(0,2785 \cdot D^{2,63} \cdot C)^{1,85}} \times L \quad (2.6)$$

Dimana:

Hf = Kehilangan energi (m)

Q = Debit (m³/det)

D = Diameter pipa (m)

C = Koefisien Hazen Williams

L = Panjang pipa (m)

Tabel 2. 7 Nilai Koefisien Hazen - Williams pada Setiap Jenis Pipa

Jenis Pipa	Nilai C Perencanaan
Asbes Cement (ACP)	120
U – PVC	120
PE	130
Ductile (DCIP)	110
Besi Tuang (CIP)	110
GIP	110
Baja	110
Pre-Stress Concrete (PSC)	120

2.13.2. Minor Loss

Minor loss adalah perubahan karakteristik aliran yang diakibatkan karena terjadinya tekanan yang hilang, berubahnya ukuran yang tersambung dari pipa ke pipa, belokan pada rangkaian pipa serta rangkaian lainnya.

$$H_f = K \cdot \frac{v^2}{2g} \quad (2.7)$$

Dimana:

Hf = Kehilangan energi (Hf)

K = Konstanta kontraksi (berdasarkan karakteristik pipa)

V = Kecepatan aliran (m/det)

g = Percepatan gravitasi (9,81m/dt²)

2.14. Program Waternet

Program waternet merupakan simulator untuk membuat jaringan pendistribusian air ataupun fluida lainnya (bukan gas) di dalam pipa secara tertutup (*loop*) ataupun secara terbuka. Gaya gravitasi dapat digunakan dalam pendistribusian menggunakan distribusi fluida, sistem pompa, ataupun kedua sistem tersebut. Di dalam aplikasi waternet, input data dibuat secara interaktif sehingga dapat berfungsi sebagai simulator untuk mempermudah dalam membuat rangkaian dan resiko kegagalan dapat diminimalisir. Perhitungan yang dihasilkan tidak dapat diubah dan tampilan mendapatkan perlindungan agar tidak diubah oleh user. Karakteristik data yang dapat diubah akan ditunjukkan melalui point mouse

Output yang dihasilkan oleh program WaterNet dibuat kedalam bentuk database, teks, ataupun grafik yang memudahkan pengguna dalam memproses lebih lanjut dengan program lainnya. Kemampuan serta fasilitas yang ada pada program waternet meliputi:

1. Perhitungan debit dan tekan pada semua rangkaian pipa dan setiap titik yang memiliki ketinggian sama dengan elemen lain seperti reservoir, katup, pompa dan penampung.
2. Perhitungan demand pada titik yang sudah ditentukan pada program waternet.
3. Fitur pompa digunakan dalam Persamaan Q 11 dalam menggunakan pompa sebagai alat terhadap debit dengan metode yang mengacu pada daya yang tetap. Terdapat 1-3 titik parabola. Dengan demikian proses pemompaan dapat diatur berdasarkan perbedaan tinggi antara titik 1 dengan titik lainnya.
4. Fitur default tersedia guna mempermudah user dalam proses mengisi data. Data yang masuk otomatis akan masuk ke setiap titik dan pipa yang telah direncanakan.
5. Fitur pustaka menyediakan tingkat permukaan pipa dan energi yang hilang akibat tekanan sekunder. Fitur ini tersedia guna memudahkan user dalam penentuan type pipa yang akan digunakan berdasarkan standart
6. Fasilitas katup PRV (*Pressure Reducing Valve*), FCV (*Flow Control Valve*), PBV (*Pressure Breaking Value*), serta TCV (*Throtting Control Valve*) yang diperlukan oleh setiap jaringan pipa.

7. Fitur tipe yang mengubah aliran dapat mempermudah dalam membuat simulator dalam perbedaan ketinggian yang berubah dari penampung yang diakibatkan oleh ketidakstabilan yang dipicu oleh aktivitas konsumsi air yang dilakukan oleh individu pada periode tertentu. Penggunaan fasilitas tersebut juga dapat digunakan dalam perhitungan karena terlebih dahulu menganalisa sistem rangkaian yang telah direncanakan. Dengan adanya fasilitas ini, maka pengguna dapat memeriksa tinggi tekanan serta debit pada setiap node, debit dan kecepatan aliran pada setiap pipa. Fasilitas tiap aliran BERUBAH, distribusi aliran dan tekanan pada seluruh jaringan dihitung pada tiap interval waktu 60 menit, 30 menit, 15 menit, dan 6 menit).
8. Pengguna dapat menentukan besarnya fluktuasi kebutuhan air pada setiap node. Hal ini menjadikan simulasi rangkaian yang telah dibuat akan tampak real seasi dengan kondisi kawasan yang akan direncanakan karena keperluan pada setiap titik bisa didesain berdasarkan kondisi real pada wilayah yang direncanakan.
9. Fasilitas editing yang meliputi menggambar serta menentukan arah pipa, koneksi pipa antar pipa dan elemen lainnya serta adanya notasi titik dan pipa dirasa mempermudah user dalam membuat pola sesuai dengan referensi ataupun hasil perhitungan.
10. Seluruh hasil perhitungan dapat ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik. Grafik yang ditampilkan terdapat grafik tekanan, keperluan ataupun berubahnya titik ketinggian penampung air. Selain itu, hasil perhitungan bisa disajikan dalam bentuk teks. Apabila dari hasil tersebut diketahui perencanaan yang dilakukan kurang maksimal dan dapat direvisi kembali melalui proses pendeditan ulang.
11. Perubahan letak titik yang tidak diinginkan bisa di edit secara fleksibel berdasarkan referensi. Perubahan titik juga berdasarkan dengan perubahan, dengan demikian output yang dihasilkan akan disajikan berupa teks. Apabila dari hasil tersebut tidak sesuai rencana maka perencanaan bisa disesuaikan kembali.
12. Desain berdasarkan skala dapat merekap dimensi pipa secara real berupa pipa lurus atau belok berdasarkan koordinat x, y, z.

13. Terdapat *link importance* yang merupakan kebutuhan paling vital dalam menampilkan kbutuhan daerah yang terlayani yang terdapat pada sistem perpipaan pada total rangkaian dengan demikina keseluruhan rangkaian tersebut bisa berkurang.
14. Kontur dapat dibuat dengan acuan peta topografi guna mengetahui perbedaan titik ketinggian berdasarkan peta yang tersedia.

2.15. Debit Air Kotor

Berdasarkan (Suhardjono, 1984), debit air kotor dapat dihitung dengan mengacu pada konsumsi air setiap populasi dalam 1 hari. Dari 90% yang dibutuhkan setiap jiwa berupa air kotor masuk ke saluran pembuangani. Adapun langka dalam melakukan perhitungan air kotor adalah sebagai berikut:

1. Kebutuhan air bersih maksimum per hari

$$= \text{kebutuhan air bersih rerata} / \text{hari} \times 1,5 \quad (2.8)$$
2. Jumlah air buangan maksimum per hari (qm)

$$= \text{kebutuhan air bersih maksimum} / \text{hari} \times 0,90 \quad (2.9)$$
3. Jumlah air buangan maksimum rerata pada hari maksimum (qr)

$$= \text{jumlah air buangan maksimum} / \text{jam} (qm/24) \quad (2.10)$$
4. Debit air buangan maksimum

$$(Q_{\text{peak}}) = p \times qm$$

$$P = 1,5 + \frac{2,5}{\sqrt{qm}} \quad (2.11)$$
5. Debit Air Puncak

$$= Q_{\text{peak}} \times \text{kepadatan penduduk} \quad (2.12)$$

2.16. Drainase

Drainase merupakan dibuangnya air yang menjadi limbah dan direncanakan dengan jumlah populasinya. atau lapisan tanah di bawah tapak. Dalam bidang teknik sipil, drainase didefinisikan sebagai seperangkat bangunan air yang dirancang untuk mengurangi atau membuang kelebihan air dari suatu daerah untuk mencegah banjir. Berdasarkan pengertian tersebut maka peran drainase memiliki peran sentral terutama jika daerah tersebut berada pada daerah yang curah hujannya tinggi.

Drainasi yang direncanakan pada perumahan tergolong pada kategori tertentu serta limbah air dari unit yang sudah berpenghuni. Drainase merupakan salah satu komponen infrastruktur publik yang diperlukan bagi masyarakat perkotaan untuk hidup aman, nyaman, bersih dan sehat. Memiliki peran sentral dan vital dalam merencanakan sistem perpipaan pada perumahan.

Terdapat beberapa jenis drainase yang tepat dipilih mengacu pada fungsi penyediaan pasokan air dalam kawasan perumahan atau di tempat-tempat yang lainnya. Drainase dapat dikelompokkan berdasarkan pembuatannya, peletakkannya, fungsinya, konstruksi dan wilayahnya.

2.16.1. Fungsi Drainase

Berdasarkan (Mulyanto, 2013) di dalam buku Penataan Drainase Perkotaan, drainase berfungsi sebagai berikut:

1. Membuang Kelebihan Air

Fungsi drainase sebagai membuang kelebihan air, berjalan dengan mengalirkan air lebih menuju ke tujuan akhir yaitu sungai, danau, ataupun laut. Hal ini adalah fungsi paling vital dari adanya sistem drainase yang mencegah tergendangnya air pada lingkungan kota dan padat penduduk.

2. Mengatur Arah dan Kecepatan Aliran

Air buangan yang berupa air hujan dan air limbah, alirannya harus diatur dengan mengalir searah dengan penampung yang masih beroperasi dan berorientasi pada titik ketinggian antar node dapat direduksi.

3. Mengatur Elevasi Muka Air Tanah

Pada saat kondisi muka air tanah dangkal, maka daya serap lahan terhadap hujan semakin kecil dan mengakibatkan kenaikan potensi terjadinya banjir. Muka air tanah yang dalam akan menyulitkan tumbuhan dalam proses penyerapan pada saat musim kemarau, akan tetapi tinggi dalam proses penyerapan air hujan.

4. Menjadi Sumber Daya Air Relatif

Semakin tinggi konsumsi terhadap air, maka kebutuhan akan sumber daya air juga semakin meningkat. Daur ulang air yang terjadi dari sistem drainase dapat menjadi alternatif sumber daya air.

5. Sistem drainase pada daerah perbukitan menjadi salah satu rencana untuk mencegah erosi serta stabilitas lereng.

2.16.2. Drainase Berdasarkan Pembuatannya

Dalam drainase berdasarkan pembuatannya dibedakan menjadi dua bagian yaitu drainase buatan dan drainase alami.

1. **Drainase buatan.** Saluran drainase yang dirancang dan dibangun untuk tujuan tertentu. Biasanya disesuaikan dengan pengelolaan air. Membutuhkan konstruksi dan biaya khusus karena membutuhkan material seperti beton, pipa dan batu. Contoh drainase buatan adalah parit, gorong-gorong, kanal dan selokan.
2. **Drainase alami.** Seperti namanya, drainase alami terbentuk oleh alam tanpa campur tangan manusia, biasanya tanpa bantuan apapun. Drainase ini dibuat oleh air yang dipindahkan secara gravitasi yang secara bertahap tersapu dari waktu ke waktu, membentuk saluran permanen seperti sungai.

2.16.3. Drainase Berdasarkan Letak

Menurut letaknya drainase dikategorikan sebagai

1. **Drainase permukaan tanah,** Saluran drainase ini berada di atas tanah sehingga Anda bisa melihatnya secara langsung. Drainase permukaan umumnya digunakan untuk menghindari banjir di daerah perumahan. Air hujan yang jatuh mengalir langsung ke saluran pembuangan melalui saluran ini, sehingga tidak ada genangan air.
2. **Drainase bawah tanah,** Drainase ini dibangun ke dalam tanah. Pipa biasanya dibutuhkan sebagai media untuk menyalurkan air. Drainase bawah permukaan tanah umumnya dilakukan dengan cara yang tidak mengurangi estetika kawasan atau kota. Karena

letaknya yang tersembunyi, saluran pembuangan ini tidak mengganggu aktivitas di atas permukaan tanah.

2.16.4. Drainase Berdasarkan Fungsi

Struktur drainase, di sisi lain, diklasifikasikan menjadi beberapa jenis berdasarkan fungsinya, seperti:

1. **Drainase satu fungsi (single purpose)**, Saluran drainase ini untuk mengalirkan air limbah, seperti air hujan, air limbah domestik, dan limbah industri.
2. **Drainase multi-fungsi (multi purpose)**, Saluran ini dapat mengalirkan air limbah yang berbeda seperti air limbah domestik dan air hujan secara bergantian atau sekaligus. misalnya drainase yang digunakan untuk membuang limbah rumah tangga sekaligus air hujan.

2.16.5. Drainase Berdasarkan Konstruksi

Dilihat dari segi konstruksi, drainase itu sendiri dibagi ke dalam dua macam:

1. **Saluran Terbuka**, merupakan desain saluran yang sesuai jika didasarkan fungsi untuk mengalirkan air dalam debit yang sangat tinggi karena minim terjadinya air tersumbat pada saluran.
2. **Saluran Tertutup**, merupakan desain saluran yang digunakan untuk mengalirkan air kotor dari limbah air rumah tangga.

2.16.6. Drainase Berdasarkan Wilayah

Dalam drainase berdasarkan wilayah dibagi menjadi 3 wilayah di jalan raya, di bandara, dan di lapangan olah raga.

1. **Drainase jalan raya**, Saluran drainase di jalan raya umumnya ditutup dan digunakan sebagai trotoar dan pinggir jalan agar tidak mengganggu aktivitas pengguna jalan. Fungsi saluran drainase ini adalah untuk mengalihkan air agar tidak menggenang dan merusak konstruksi jalan atau menimbulkan erosi pada badan jalan.

2. **Drainase bandara**, Area di sekitar bandara yang luas, datar, dan beraspal membuat air sulit mengalir. Padahal genangan air di bandara sangat berbahaya bagi pesawat. Oleh karena itu, bandar udara membutuhkan sistem drainase yang baik.
3. **Drainase Lapangan Olahraga**, Mirip dengan drainase jalan, drainase lapangan olahraga bertanggung jawab untuk mengalirkan air dari genangan air, yang dapat merusak infrastruktur fasilitas olahraga.

