

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Beberapa peneliti telah melakukan penelitian yang memiliki kesamaan dengan peneliti ini tentang optimalisasi distribusi air bersih sebagai berikut:

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu

No	Nama Peneliti Dan Tahun	Topik	Metode Penelitian	Hasil
1	Sulanggana Tartuwa, Nanang Saiful Rizal, Adhitya Surya Manggala (Tahun 2023)	Optimasi Sistem Jaringan Perpipaan Air Minum Menggunakan Program Epanet (Studi Kasus: Desa Lembengan, Kecamatan	Pada penelitian ini memakai data sebagai berikut : 1. Data elevasi 2. Titik koordinat jaringan 3. Data penduduk Lalu dilakukan optimalisasi jaringan perpipaan menggunakan aplikasi EPANET	kebutuhan air minum proyeksi 15 tahun atau pada tahun 2036 yaitu sebesar 13,20 liter/detik. Apabila kebutuhan air minum dikonversikan dalam satuan jam hasilnya yaitu sebesar 47.520 liter/jam. Kondisi eksisting berupa jumlah layanan perpipaan air minum di Desa Lembengan Ledokombo yaitu masih mencapai 30%. ketiga jaringan tersebut semuanya menggunakan sistem gravitasi dengan reservoir berupa menara air setinggi 4 meter. Hasil analisis berupa simulasi

		Ledoko mbo Jember)		Epanet diatas dapat disimpulkan bahwa pendistribusian air minum di Desa Lembengan sudah memenuhi syarat minimum kecepatan aliran yaitu kecepatan minimum 0,3 – 0,6 meter/detik dan kecepatan maksimum 3,0 – 4,5 meter/detik.
2	Nisrina Indah Permatasari, Dwi Ermawati Rahayu, Fahrizal Adnan (Tahun 2022)	Optimali sasi Sistem Jaringan Distribus i Air Bersih di IPA Pampang Samarin da	Pengumpulan data sekunder dan data primer Lalu dilakukan pengukuran elevasi maupun koordinat pada daerah yang dilayani dengan menggunakan GPS, Lalu dilakukan pemodelan kondisi eksisting dengan menggunakan software EPANET 2.0	berdasarkan hasil yang didapatkan bahwa tekanan pada simulasi EPANET lebih besar dibandingkan dengan tekanan yang ada pada pengukuran lapangan. Selisih paling tinggi terdapat di Jalan Dahlia dengan junction 16 dan pipa 16 yang terdekat pada model EPANET yaitu sebesar 30,56 dan selisih paling rendah terdapat di Jalan Sungai Lantung dengan junction 57 dan pipa 58 yang terdekat pada model EPANET yaitu sebesar 0,92. Hal ini disebabkan kebocoran pada pipa pada saat pengukuran kran pelanggan berlangsung, salah satunya hal ini terjadi pada Jalan Dahlia

				dengan junction 16 dan pipa 16 yang terdekat pada model EPANET.
3	Ilham Kari Budi Darmawan, Uniadi Mangidi, Muriadin, Rudi Balaka (Tahun 2024)	Evaluasi dan Optimalisasi Penyediaan Air Bersih Berbasis Masyarakat (Studi Kasus: Kawasan Langara Pesisir, Kab. Konawe Kepulauan)	Metode yang dilakukan dalam teknik pengumpulan data yaitu dengan kegiatan sebagai berikut: a. Observasi b. Wawancara c. Studi Literatur d. Survey Lapangan Metode Analisis data yang digunakan yaitu: a. Proyeksi penduduk b. Kebutuhan air c. Analisis hidrolika menggunakan EPANET 2.2	hasil perhitungan proyeksi penduduk dengan menggunakan metode aritmatika jumlah penduduk Kawasan Langara pada periode perencanaan sebanyak 1816 jiwa dengan jumlah kebutuhan air harian maksimum 281.93 m ³ /hari dan kebutuhan air pada jam puncak sebesar 4.43 l/dtk. Hasil simulasi optimalisasi Pada kebutuhan yang sangat tinggi di saat jam puncak yaitu pada pukul 04.00, kecepatan maksimum terjadi pada pipa P3, P4, dan P10 yaitu 1,62 m/s, sedangkan pipa paling rendah terjadi pada pipa P20 yaitu 0,30 m/s. tekanan Junction pada jam puncak yaitu tekanan terkecil sebesar 0,90 atm dan tekanan yang terbesar 4.00 atm.
4	Any Indriaty, Wahyono Hadi	Optimalisasi Sistem Penyediaan	Metode yang digunakan adalah permodelan simulasi jaringan	Secara keseluruhan sumber air baku yang digunakan oleh PERUMDAM Tirta Kencana Jombang adalah air permukaan

	(Tahun 2023)	an Air Minum Dengan Menerapkan District Meter Area Pada Perusahaan Umum Daerah Air Minum Tirta Kencana Kabupaten Jombang	perpipaan eksisting dengan menerapkan teori distric meter area (DMA) menggunakan software Epanet 2.2. Serta software yang digunakan adalah file Geographic Information System (GIS), Software Epanet 2.2, Google Earth, Google Maps, EpaCAD.	dan sumur dalam. Debit air baku yang tersedia sebesar 423,5 l/dtk dan menggunakan sistem pemompaan untuk pengambilan air baku dengan debit sebesar 408,58 l/dtk. Data kapasitas produksi terpasang yang tidak dimanfaatkan masih sebesar 3.078.854, sedangkan kapasitas menganggur yang belum digunakan untuk produksi sebesar 4.310.228.
5	Ziad Abdul Rozaq dan Rofiq Iqbal (Tahun 2018)	Optimalisasi Jaringan Distribusi Air Minum Menggunakan Penerapan District	Analisis hidrolika jaringan menggunakan EPANET 2.0, lalu analisis kehilangan air, kemudian analisa kelayakan DMA dengan metode NPV dan PP	Berdasarkan hasil analisa teknis dan finansial, DMA skenario 3 terpilih sebagai desain yang efektif diterapkan karena pada penerapan DMA skenario 3 ini, membagi wilayah layanan distribusi Unit Simpang Ampek menjadi 5 zona. Berdasarkan hasil simulasi Epanet, Jumlah Node

		Meter Area (DMA) pada PDAM Kabupat en Pasaman Barat Unit Simpang Ampek		dengan tekanan di bawah 10 m paling kecil, yakni 9,6%. Selain itu ditinjau dari finansial, penerapan DMA Skenario 3 ini membutuhkan biaya investasi sebesar Rp 2.322.150.000,- dengan NPV, BCR dan PP selama periode analisis 18 tahun berturut-turut sebesar Rp 33.065.419.570,- ; 1,11 ; dan 10,01 tahun.
--	--	---	--	---

2.2 Air

2.2.1 Pengertian Air

Air merupakan sumber daya alam yang melimpah karena dapat ditemukan di setiap tempat di permukaan bumi. Air merupakan sumber daya alam yang dibutuhkan makhluk hidup. Kebutuhan air bagi manusia adalah mutlak dikarenakan hampir setiap aktivitas manusia memerlukan air. Meningkatnya aktivitas pembangunan dan jumlah penduduk berakibat pada peningkatan kebutuhan masyarakat akan air bersih (Rohani,dkk, 2015).

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan (Permenkes) RI Nomor 2 Tahun 2023, air bersih atau air untuk keperluan higiene Sanitasi adalah air dengan kualitas tertentu yang digunakan untuk keperluan higiene perorangan dan/atau rumah tangga.

2.2.2 Air Bersih dan Air Minum

Air bersih merupakan air yang digunakan dalam kegiatan sehari-hari dan akan menjadi air minum setelah dimasak dahulu. Air bersih adalah air yang memenuhi persyaratan bagi Sistem penyediaan Air Minum (SPAM). Prinsip higiene dan sanitasi merupakan kegiatan untuk memastikan kualitas Air Minum tidak mengandung unsur mikrobiologi, fisika, kimia, dan radioaktif yang dapat membahayakan kesehatan (Permenkes RI Nomor 2 Tahun 2023).

Air minum adalah air yang melalui pengolahan atau tanpa pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum (Permenkes Nomor 2 Tahun 2023). Alasan kesehatan dan teknis yang mendasari penentuan standar kualitas air minum adalah efek dari setiap parameter jika melebihi dosis yang telah ditetapkan. Dengan adanya standar yang jelas dan batas-batas yang tegas, masyarakat dapat mendapatkan air minum yang aman dan sehat, serta mencegah penyebaran penyakit akibat air yang tercemar.

Menurut Permen PUPR Nomor 27 Tahun 2016 tentang penyelenggaraan sistem penyediaan air minum, penyediaan air minum adalah kegiatan menyediakan air minum untuk memenuhi kebutuhan masyarakat agar mendapatkan kehidupan yang sehat, bersih, dan produktif. Dalam perencanaan sistem penyediaan dan

distribusi air minum harus memenuhi syarat kualitas dan kuantitas ke masyarakat.

2.3 Syarat Air Bersih

Ada beberapa persyaratan yang perlu diketahui mengenai kualitas air tersebut baik secara fisik, kimia, bakteriologi, dan radiologis :

a. Syarat Fisik

Secara fisik, air harus jernih tidak berbau dan tidak berasa. Air bersih sebaiknya sama dengan suhu udara yaitu antara 10-25 C.

b. Syarat Kimia

Secara kimia, air bersih tidak boleh mengandung bahan-bahan kimia yang mengandung racun dan yang melampaui batas.

c. Syarat bakteriologi

Syarat bakteriologi dan mikrobiologis, tidak mengandung kuman patogen dan parasitik yang mengganggu kesehatan.

d. Syarat Radiologis

Syarat radiologis, tidak boleh mengandung zat yang menghasilkan bahan-bahan yang mengandung radioaktif. Seperti sinar alfa, beta, dan juga gamma.

2.4 Kebutuhan Air Bersih

Kebutuhan air bersih adalah banyaknya air yang diperlukan untuk melayani penduduk yang dibagi menjadi dua klasifikasi pemakaian, yaitu

keperluan domestik dan non domestik. Besarnya pemakaian air oleh masyarakat dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu iklim, ciri-ciri penduduk, masalah lingkungan hidup, keberadaan industri dan perdagangan, iuran air dan meteran, serta ukuran kota.

Untuk melayani jumlah cakupan pelayanan penduduk yang sesuai target, maka dilakukan perencanaan kapasitas sistem penyediaan air bersih sesuai syarat standar kuantitas dan kualitas air. Untuk memperkirakan jumlah kebutuhan air dilakukan standar kebutuhan minimum penduduk yaitu air untuk makan, minum, mandi, kebersihan rumah, menyiram tanaman, dan yang lainnya. Kebutuhan air bersih dibagi menjadi dua kebutuhan yaitu kebutuhan domestik dan kebutuhan non domestik.

2.4.1 Kebutuhan Domestik

Kebutuhan domestik adalah kebutuhan air bersih bagi keperluan rumah tangga untuk pemenuhan kegiatan sehari-hari seperti kebutuhan minum, memasak, mandi, mencuci, menyiram tanaman, serta pengangkutan air buangan (buangan dapur dan toilet). Standar penyediaan air domestik ditentukan oleh jumlah konsumen domestik yang didapat dari data penduduk yang ada. Kebutuhan air domestik diperoleh dari sumber air yang dibuat oleh masing-masing rumah tangga, seperti sumur, perpipaan atau hidran umum, dan juga bisa didapat dari layanan Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) PDAM.

Tabel 2. 2 Kriteria kebutuhan air bersih domestik

NO	URAIAN	KATEGORI KOTA BERDASAR JUMLAH JIWA				
		<1.000.000 METRO O	500.000 s.d 1.000.000 BESAR	100.000 s.d 500.000 SEDANG	20.000 s.d 100.000 KECIL	<20.000 DESA
	1	2	3	4	5	6
1	Konsumsi Unit Sambungan Rumah (SR) L/o/h	190	170	150	130	100
2	Konsumsi Unit Hidran Umum (HU) L/o/h	30	30	30	30	30
3	Konsumen Unit Non Domestik l/o/h (%)	20-30	20-31	20-32	20-33	20-34
4	Kehilangan Air (%)	20-30	20-31	20-32	20-33	20-34
5	Faktor hari Maksimum	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1

6	Faktor jam puncak	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
7	Jumlah jiwa per SR	5	5	5	5	5
8	Jumlah jiwa per HU	100	100	100	100-200	200
9	Sisa tekan di penyediaan distribusi (mka)	10	10	10	10	10
10	Jam operasi	24	224	24	24	24
11	Volume Reservoir (% max day demand)	20	20	20	20	20
12	SR : HU	50:50 80:20	50:50 80:20	80:20	70:30	70:30
13	Cakupan Pelayanan (%)	90	90	90	90	90

Sumber : Kriteria Perencanaan Direktorat Jendral Cipta Karya Dinas

PU,2000

Tabel 2. 3 Jumlah kebutuhan air maksimum per orang per hari menurut kelompok jumlah unit

Jumlah Penduduk	Kebutuhan air (liter/orang/hari)
Kurang dari 1	150 – 300
1 – 5	200 – 350
5 – 10	250 – 400
10 – 30	300 – 450
30 – 100	350 – 500
Lebih dari 100	Lebih dari 400

Kebutuhan air domestik diperlukan dalam perhitungannya.

Persamaan :

$$Q_d = Y \times S_d \quad (1)$$

dimana :

Q_d = Debit kebutuhan air domestik (liter/hari)

S_d = Standart kebutuhan air domestik (liter/hari)

Y = Jumlah penduduk (orang)

2.4.2 Kebutuhan Non Domestik

Kebutuhan air non domestik adalah kebutuhan air yang dibutuhkan oleh sektor non domestik, seperti sekolah, masjid, musholla, perkantoran, puskesmas, pembangkit listrik, pengolahan limbah, peternakan, dan lain-lain. Untuk merumuskan penggunaan air bersih oleh masing-masing komponen (kelompok per sambungan rumah) secara pasti sulit dilakukan sehingga dalam perencanaan dan perhitungan digunakan asumsi atau pendekatan berdasarkan kategori kota dan desa pada tabel berikut :

Tabel 2. 4 Kebutuhan air bersih di daerah Perkotaan

No	Kategori Wilayah	Jumlah Penduduk (jiwa)	Kebutuhan air (lt/orang/hari)
1	Kota Metropolitan	>1.000.000	190
2	Kota Besar	500.000- 1.000.000	170
3	Kota Sedang	100.000-500.000	150
4	Kota Kecil	20.000-500.000	130
5	Kota Kecamatan	<20.000	100

Sumber : Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, 2002

**Tabel 2.5 Kebutuhan Air Non Domestik untuk kategori I,II,III,IV
(Kota)**

SEKTOR	NILAI	SATUAN
Sekolah	10	Liter/murid/hari
Rumah Sakit	200	Liter/bed/hari
Puskesmas	2000	Liter/unit/hari
Masjid	3000	Liter/unit/hari
Kantor	10	Liter/pegawai/hari
Pasar	12000	Liter/hektar/hari
Hotel	150	Liter/bed/hari
Rumah makan	100	Liter/tempat duduk/hari
Komplek militer	60	Liter/orang/hari
Kawasan industri	0,2-0,8	Lter/detik/hektar
Kawasan pariwisata	0,1-0,3	Liter/detik/hektar

Sumber : Ditjen cipta Karya DPU

Tabel 2. 6 Kebutuhan Air Non Domestik untuk kategori V (Desa)

SEKTOR	NILAI	SATUAN
Sekolah	5	Liter/murid/hari
Rumah Sakit	200	Liter/bed/hari
Puskesmas	1200	Liter/unit/hari
Masjid	3000	Liter/unit/hari
Mushollah	2000	Liter/unit/hari
Pasar	12000	Liter/hektar/hari
Komersial Industri	10	Liter/hari

Sumber : Ditjen cipta Karya DPU

Tabel 2. 7 Kebutuhan Air Non Domestik untuk kategori lain

SEKTOR	NILAI	SATUAN
Lapangan terbang	10	Liter/orang/detik
Pelabuhan	50	Liter/orang/detik
Stasiun KA dan Terminal bus	10	Liter/orang/detik
Kawasan industri	0,75	Liter/orang/hektar

Sumber : Ditjen cipta Karya DPU

Kebutuhan air non domestik diperlukan dalam perhitungannya.

Persamaan :

$$Q_n = Q_d \times S_n \quad (2)$$

dimana :

Q_n = Debit kebutuhan air non domestik (liter/hari)

Q_d = Debit kebutuhan air domestik (liter/hari)

S_n = Standart kebutuhan air non domestik (liter/hari)

2.4.4 Kehilangan Air

Kehilangan air masih merupakan permasalahan umum yang sangat besar bagi Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM). Kehilangan air sering disebabkan adanya kebocoran pada pipa distribusi dan juga kesalahan dalam pembacaan meter. Tingkat kebocoran pada pipa sulit diukur secara teliti. Tingkat kehilangan air yang tinggi dapat mempengaruhi pandangan konsumen terhadap suplai air bersih PDAM. Kehilangan air dibagi menjadi dua yaitu kehilangan secara fisik dan kehilangan secara non fisik. Penyebab utama kehilangan air secara fisik adalah kebocoran pipa serta limpahan tangki reservoir. Kehilangan air secara non fisik disebabkan oleh beberapa faktor yaitu konsumsi tak resmi, kesalahan penanganan data, serta ketidakakuratan meter pelanggan. Penanggulangan kehilangan air ada yang bersifat darurat maupun bersifat analisis untuk membantu metode pemeliharaan yang berlanjut. Metode pada pendistribusian air tergantung pada kondisi topografi dari sumber air dan posisi konsumen berada.

Terdapat tiga macam kehilangan air dalam proses distribusi air, yaitu :

1. Kehilangan air rencana, dialokasikan untuk kelancaran operasi dan pemeliharaan fasilitas penyediaan air bersih. Kehilangan air ini akan diperhitungkan dalam penetapan harga air, yang mana biayanya dibebankan pada konsumen.

2. Kehilangan air percuma, menyangkut aspek penggunaan fasilitas penyediaan air bersih dan pengelolaannya maka dari itu diusahakan untuk cara penggunaan dan pengelolaan fasilitas air bersih secara baik dan benar. Kehilangan air percuma dibagi menjadi dua, yaitu *leakage* dan *wastage*. *Leakage* merupakan kehilangan air percuma pada komponen fasilitas yang tidak dikendalikan secara baik oleh pengelola, sedangkan *wastage* merupakan kehilangan air percuma pada saat pemakaian fasilitas oleh konsumen.
3. Kehilangan air insidentil, merupakan kehilangan air diluar kekuasaan manusia (bencana alam).

2.5 Sistem Distribusi Air

Sistem distribusi air bersih adalah pendistribusian atau pembagian air perpipaan dari bangunan pengolahan (reservoir) ke daerah pelayanan (konsumen). Dalam perencanaan sistem distribusi air bersih, ada beberapa faktor yang harus diperhatikan antara lain daerah layanan dan jumlah penduduk yang akan dilayani, kebutuhan air, letak topografi daerah, jenis sambungan sistem, pipa distribusi, tipe pengaliran, pola jaringan, perlengkapan sistem distribusi air bersih, deteksi kebocoran. Dalam sistemnya penyediaan air bersih harus mampu menyediakan jumlah air yang cukup untuk kebutuhan yang diperlukan. Sistem jaringan distribusi air bersih terbagi atas reservoir dan sistem perpipaan distribusi.

2.5.1 Reservoir

Reservoir adalah tangki yang terletak pada permukaan tanah maupun diatas permukaan tanah yang berupa tower air untuk sistem gravitasi ataupun pemompa yang mempunyai 3 fungsi, yaitu :

1. Penyimpanan, berfungsi untuk melayani fluktuasi pemakaian per jam, cadangan air untuk pemadaman kebakaran, pelayanan dalam keadaan darurat yang diakibatkan oleh terputusnya sumber pada transmisi, ataupun terjadinya kerusakan atau gangguan pada suatu bangunan pengolahan air.
2. Pemetaan aliran dan tekanan akibat variasi pemakaian didalam daerah distribusi.
3. Sebagai distributor pusat atau sumber pelayanan dalam daerah distribusi.

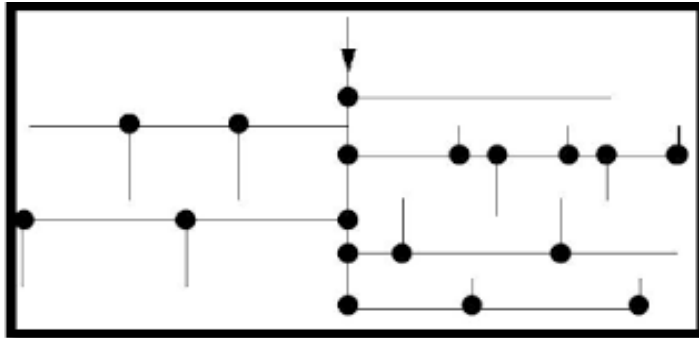
Lokasi reservoir tergantung dari sumber topografi. Penempatan reservoir mempengaruhi sistem pengaliran distribusi, yaitu dengan gravitasi, pemompaan, atau kombinasi gravitasi pemompaan.

2.5.2 Sistem Perpipaan Distribusi

Sistem perpipaan distribusi adalah sistem yang mampu membagikan air pada setiap konsumen dengan berbagai cara, baik dalam bentuk sambungan langsung rumah (*house connection*) atau sambungan melalui kran (*public tap*). Pada zat cair ideal sewaktu mengalir didalam pipa tidak ada tenaga yang hilang, tetapi pada zat

cair biasa mempunyai kekentalan terjadi gesekan antara zat cair dengan dinding pipa dan/atau antara zat cair dengan zat cair itu sendiri, sehingga terjadi kehilangan tenaga. Ada beberapa pola sistem jaringan distribusi yaitu :

1. Sistem cabang (branch), merupakan sistem jaringan perpipaan dimana pengaliran air hanya menuju ke satu arah dan pada setiap ujung akhir daerah pelayanan terdapat titik mati. Sistem ini biasanya digunakan pada daerah seperti, perkembangan kota kearah memanjang, sarana jaringan jalan induk saling berhubungan, dan keadaan topografi dengan kemiringan medan yang menuju ke satu arah.
 - a. Keuntungan sistem cabang, yaitu :
 - a) Pendistribusian sangat sederhana.
 - b) Perencanaan pipa mudah.
 - c) Ukuran pipa merupakan ukuran yang ekonomis.
 - b. Kerugian sistem cabang, yaitu :
 - a) Endapan dapat berkumpul karena aliran diam bila flushing tidak dilakukan, sehingga dapat menimbulkan bau dan rasa.
 - b) Bila ada bagian yang diperbaiki, bagian bawahnya tidak akan mendapat air.
 - c) Tekanan berkurang bila area pelayanan bertambah.



Gambar 2. 1 Sistem Jaringan Bercabang

2. Sistem melingkar (Loop), merupakan sistem jaringan perpipaan dimana didalam sistem ini jaringan pipa induk distribusi saling berhubungan satu dengan yang lain membentuk loop-loop, sehingga pada pipa induk tidak ada titik mati (dead end) dan saling terikat. Pada sistem melingkar biasanya digunakan pada daerah yang mempunyai jaringan jalan yang berhubungan, daerah yang perkembangannya ke segala arah, dan daerah dengan topografi yang relatif datar.

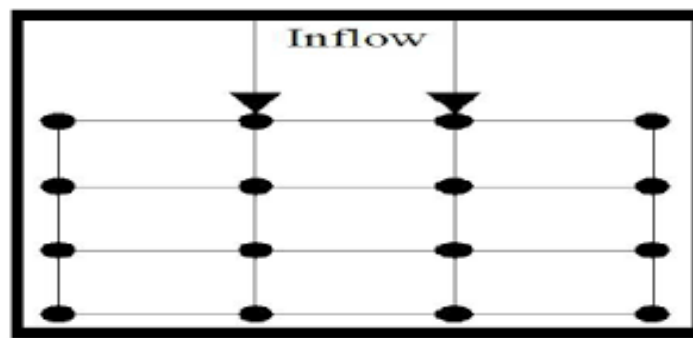
a. Keuntungan pada sistem melingkar, yaitu :

- a) Air mengalir dengan arah bebas, tidak ada aliran diam.
- b) Jika terjadi kerusakan pada suatu titik dalam jaringan, suplai air masih tetap dapat dilakukan dari arah lain.
- c) Keseimbangan aliran dan tekanan mudah dicapai.

b. Kerugian pada sistem melingkar, yaitu :

- a) Sistem perpipaan lebih rumit.
- b) Penggunaan pipa relatif lebih banyak.

Tekanan air dalam suatu sistem jaringan distribusi dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu kecepatan aliran, diameter pipa, perbedaan ketinggian pipa, jenis dan umur pipa, panjang pipa. Tekanan air juga bias mengalami penurunan. Penyebab terjadinya penurunan tekanan yaitu terjadinya gesekan antara aliran air dengan dinding pipa, jangkauan pelayanan, kebocoran pipa, dan konsumen menggunakan mesin hisap atau pompa.



Gambar 2. 2 Sistem Jaringan Melingkar

3. Sistem Gabungan, banyak diterapkan pada daerah yang memiliki karakteristik gabungan seperti pada daerah sistem cabang dan sistem melingkar. Sistem ini banyak diterapkan khususnya pada wilayah yang sedang berkembang. Wilayah yang memiliki topografi datar digunakan sistem melingkar, sedangkan untuk wilayah yang memiliki topografi curam digunakan sistem cabang.

Dalam perencanaan sistem distribusi air terdapat kriteria dari pipa distribusi yang dapat dilihat pada tabel dibawah :

Tabel 2. 8 Kriteria Pipa Distribusi

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

Sumber : Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 18 Tahun 2007

2.6 Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM)

Sistem Penyediaan Air Minum yang disingkat SPAM adalah satu kesatuan system fisik (teknik) dan non-fisik dari prasarana dan sarana air minum. Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 18 Tahun 2007 Penyediaan air minum adalah kegiatan menyediakan air minum untuk memenuhi kebutuhan masyarakat agar mendapatkan kehidupan yang sehat, bersih, dan produktif. Pengembangan SPAM merupakan kegiatan yang bertujuan membangun, memperluas, dan/atau meningkatkan sistem fisik dan non- fisik dalam kesatuan yang utuh untuk melaksanakan penyediaan air minum kepada masyarakat menuju keadaan yang lebih baik dalam rangka memenuhi kuantitas, kualitas, dan kontinuitas air minum.

2.6.1 Jenis- jenis SPAM

Jenis- jenis Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) dibagi menjadi dua yaitu SPAM jaringan perpipaan dan SPAM bukan jaringan perpipaan.

a. SPAM jaringan perpipaan

SPAM jaringan perpipaan merupakan satu kesatuan sarana dan prasarana penyediaan air minum yang disalurkan kepada pelanggan melalui sistem perpipaan. SPAM jaringan perpipaan harus memenuhi ketentuan teknis untuk menjamin produksi air minum yang disalurkan kepada pelanggan memenuhi standar kualitas, kuantitas, dan kontinuitas. SPAM jaringan perpipaan terdiri dari :

1. Unit air baku

Unit air baku merupakan sarana dan prasarana pengambilan dan/atau penyedia air baku, meliputi :

- 1) Bangunan penampung air.
- 2) Bangunan pengambilan/penyadapan.
- 3) Alat pengukuran dan peralatan pemantauan.
- 4) Sistem pemompaan.
- 5) Bangunan sarana pembawa serta perlengkapannya.

2. Unit Produksi

Unit produksi merupakan sarana dan prasarana yang dapat digunakan untuk mengelola air baku menjadi air minum melalui proses fisik, kimiawi, dan/atau biologi, meliputi :

- 1) Bangunan pengolahan dan pelengkapannya.
- 2) Perangkat operasional.
- 3) Alat pengukuran dan peralatan pemantauan.
- 4) Bangunan penampung air minum.

3. Unit Distribusi

Unit distribusi merupakan sarana untuk mengalirkan air minum dari pipa transmisi air minum sampai unit pelayanan, meliputi :

- 1) Jaringan distribusi dan pelengkapannya.
- 2) Bangunan penampung.
- 3) Alat pengukuran dan peralatan pemantauan.

4. Unit Pelayanan

Unit pelayanan merupakan sarana untuk mengambil air minum langsung oleh masyarakat yang terdiri dari :

- 1) Sambungan rumah.
- 2) Hidran umum.
- 3) Hidran kebakaran.

b. SPAM bukan jaringan perpipaan

SPAM bukan jaringan perpipaan merupakan satu kesatuan sarana prasarana penyediaan air minum yang disalurkan atau diakses pelanggan tanpa sistem perpipaan. SPAM bukan jaringan perpipaan terdiri dari :

1. Sumur dangkal

Merupakan sarana untuk menyadap atau menampung air tanah yang digunakan sebagai sumber air baku air minum. Sumur dangkal kedalamannya relative dangkal, biasanya kurang dari 50 meter dan airnya diperoleh dari resapan air hujan di batuan besar.

2. Sumur pompa

Merupakan sumur yang menggunakan pompa untuk menaikkan air dari dalam tanah ke permukaan. Sumur pompa dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan air bersih rumah tangga dalam mendapatkan air baku untuk air minum.

3. Bak penampung air hujan

Merupakan sarana untuk menampung air hujan sebagai air baku yang dilengkapi dengan bak penyaring yang dapat digunakan sebagai penyediaan air bersih.

4. Terminal air

Merupakan sarana pelayanan air bersih untuk daerah yang tidak terjangkau jaringan pipa distribusi PDAM melalui pelayanan mobil tangki.

5. Bangunan penangkap mata air

Merupakan sarana yang dibangun untuk mengumpulkan air pada sumber mata air dan melindungi sumber mata air terhadap pencemaran.

2.7 Perpipaan Distribusi

2.7.1 Jenis pipa Distribusi

Ada beberapa jenis pipa yang sering digunakan dalam Sistem Penyediaan Air MInum (SPAM), yaitu :

1. Cast-Iron Pipe

Mempunyai karakteristik kekuatan tinggi dan cocok dipasang di daerah yang sulit dan dapat disambungkan dengan berbagai cara. Tersedia dalam ukuran 3,7 dan 5,5 dengan diameter 50 – 900 mm serta dapat menahan tekanan air hingga 240 m tergantung besar diameter pipa.

2. Concrete Pipe

Pipa beton berbentuk tabung biasa digunakan sebagai drainase, irigasi, dan pengelolaan limbah. Diameter pipa beton mencapai 610 mm. pipa RCC digunakan untuk diameter lebih dari 2,5 m dan bias di desain untuk tekanan 30 mm.

3. Steel Pipe

Pipa yang terbuat dari baja berbentuk tabung digunakan untuk memenuhi kebutuhan pipa yang berdiameter besar dan memiliki tekanan tinggi. Pipa ini memiliki ukuran dan diameter yang standar.

4. Asbes Cement Pipe

Mempunyai karakteristik yang sangat ringan sehingga mudah dalam transportasi dan dalam pemotongan serta penyambungan. Pipa ini dibuat dari campuran serat asbes dan semen pada tekanan tinggi. Diameternya berkisar antara 50 – 900 mm dan dapat menahan tekanan antara 50 – 250 mka tergantung kelas dan tipe pembuatan.

5. Galvanised-Iron Pipe

Pipa ini terbuat dari salah satu bahan mild karbon berupa welded pipe dan stainless pipe. Pipa ini banyak digunakan untuk saluran dalam gedung. Berdiameter ukuran 60 – 750 mm.

6. Plastic Pipe

Pipa yang terbuat dari plastic berbentuk tabung atau silinder berongga ini tahan terhadap korosi, ringan, dan murah. Pipa ini lebih tahan terhadap bahan kimia, kecuali asam nitrat dan asam kuat, lemak dan minyak.

7. PVC Pipe (Polivinil Chloride)

Mempunyai karakteristik bebas dari korosi, ringan, dan mempunyai umur relatif lama. Pipa ini banyak digunakan untuk penyediaan air dingin di dalam maupun diluar SPAM, sistem pembuangan, dan drainase bawah tanah. Pipa PVC tersedia dalam ukuran yang bermacam-macam.

2.7.2 Diameter Pipa Distribusi

Pemilihan ukuran diameter pipa distribusi ditentukan oleh beberapa faktor, yaitu oleh aliran air pada jam puncak dan tekanan air dalam sistem. Faktor jam puncak terhadap debit rata-rata tergantung pada jumlah penduduk wilayah terlayani sebagai pendekatan perencanaan dapat digunakan table berikut.

Tabel 2. 9 Faktor Jam Puncak Jaringan Distribusi Pipa

Faktor	Pipa Distribusi Utama	Pipa Distribusi Pembawa	Pipa Distribusi Pembagi
Jam puncak	1.15 – 1.7	2	3

Sumber : Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No 18 Tahun 2007

Tabel 2. 10 Diameter 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 Kota	≥ 150 mm	100- 150 mm	75-100 mm	50-75 mm

Sumber : Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No 18 Tahun 2007

2.8 Perhitungan Perencana Jaringan Pipa Distribusi

2.8 1 Dimensi Pipa

Dalam perencanaan suatu jaringan pipa distribusi dimensi pipa sangat diperlukan, agar tidak terjadi kesalahan dalam suatu perencanaan. Rumus yang digunakan :

$$Q = V \cdot A$$

$$A = \pi/4 \cdot d^2 \quad (3)$$

$$Q = \pi/4 \cdot d^2 \cdot V$$

dengan :

Q = Debit pengaliran (m³/detik)

V = Kecepatan pengaliran (m/detik)

A = Luas penampang (m²)

d = Diameter (mm)

2.8.2 Debit Penyadapan

Debit penyadapan untuk satu sambungan rumah atau fasilitas umum perdetiknya dapat dihitung dengan cara :

$$Q = \frac{\frac{\text{Kebutuhan}}{\text{orang}} \times \text{jumlah penduduk}}{\text{waktu pemakaian rata - rata}} \quad (4)$$

2.8.3 Debit Pelayanan

Untuk menghitung debit pelayanan pada suatu daerah dapat dihitung menggunakan cara ;

- a. Debit pelayanan untuk sambungan rumah

$$(Q \text{ Domestik}) = \sum \text{sambungan rumah} \times \text{debit Penyadapan 1 sambungan rumah} \quad (5)$$

- b. Debit pelayanan untuk fasilitas umum

$$(Q \text{ non Domestik}) = \sum \text{fasilitas umum} \times \text{debit penyadapan 1 fasilitas umum} \quad (6)$$

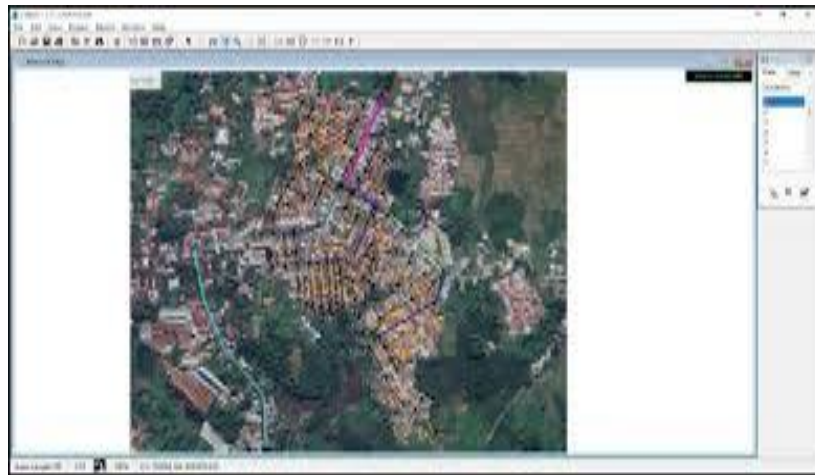
- c. Total debit pelayanan

$$Q \text{ total} = Q \text{ domestik} + Q \text{ non domestik} \quad (7)$$

2.9 Google Earth

Google earth adalah sebuah *virtual globel*, peta dan program informasi geografis yang awalnya disebut dengan Earth Viewer dibuat oleh Keyhole, Inc. yaitu sebuah perusahaan yang diakuisisi oleh Google. Google Earth merupakan aplikasi pemetaan interaktif yang memungkinkan pengguna

untuk menjelajahi dunia melalui citra satelit, peta, dan medan. Pada Google Earth menampilkan gambar virtual satelit permukaan bumi dengan resolusi



Gambar 2. 3 Tampilan Google Earth

yang bias diatur, sehingga penggunaanya dapat memperoleh informasi dalam bentuk visual seperti kota, rumah, jalan, gunung, sungai, dan sebagainya. Dalam software EPANET 2.0 Google Earth dapat digunakan untuk menampilkan peta latar belakang yang berupa peta jalan, peta topografi, atau peta utilitas.

2.10 Software Epanet 2.0

Software EPANET adalah program komputer yang menggambarkan simulasi hidrologis dan kecenderungan kualitas air yang mengalir di dalam jaringan pipa (Lewis A. Rossman, 2000). EPANET mempunyai keunggulan dalam menganalisis jaringan distribusi seperti halnya laju aliran dengan menggunakan metode linear, dan kehilangan tekanan akibat gesekan. EPANET juga mampu mensimulasikan bagaimana kualitas air di dalam jaringan pipa bertekanan dan melakukan simulasi dengan sistem hidrolis. Pemodelan system distribusi yang

diberikan oleh komponen fisik dari EPANET berupa kumpulan garis yang menghubungkan *node-node* (Rossman,2000). Gambaran pipa, pompa hingga katup control digambarkan dengan bentuk garis-garis. Adapun sambungan, tangka, dan reservoir di ilustrasikan dengan *node*. Berikut merupakan cara penggunaanya:

1. Membuat model sistem distribusi atau jaringan, yaitu:
 - a. Ditentukan terlebih dahulu jenis sistem distribusi air minum yang akan digunakan akan dibuat layoutnya.
 - b. Asumsikan arah dan debit aliran dan yang perlu diingat disini asumsi harus benar atau debit air yang masuk = debit air yang keluar dan juga masing-masing pipa harus ada alirannya.
 - c. Tentukan letak tapping-taping (pengeluaran air dan pipa induk) dengan memperhatikan bahwa debit air yang masuk=debit air yang keluar.
 - d. Tentukan letak node dimana node diletakkan pada setiap tapping, pada setiap percabangan pipa dan juga pada setiap perubahan diameter pipa
 - e. Berikan nomer pada pipa (diantara dua node)
 - f. Ukur panjang masing-masing pipa dan tentukan elevasi masing-masing node.
 - g. Tentukan pula jenis pipa yang akan digunakan dan nilai konstanta gesekannya.
 - h. Dari asumsi arah aliran dan debit aliran juga dengan bantuan normagraph pada halaman berikut dapat ditentukan diameter pipa.

- i. Siap dihitung dengan program komputer.
2. Mempersiapkan data perhitungan, yaitu:

Ditentukan jenis program yang akan digunakan yaitu software EPANET 2.0:

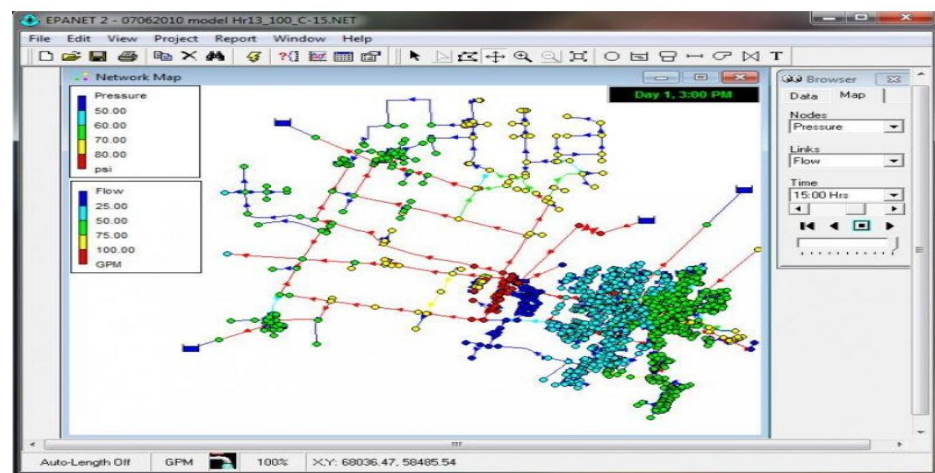
 - Scan peta yang akan dianalisa, dan simpan dalam bentuk BMP.
 - Bukalah program EPANET dengan mengklik diatas iconnya.
 - Klik icon view, backdrop, lalu load.
 - Pilihlah peta yang telah di-*scan* tersebut.
 - Lakukan pengesetan sebelum membuat konstruksi peta jaringan:
 - a. Pilih **Project >> Default**

Pada **ID table junction** ketik **N**, pada **Pipe** ketik **P**.

Pada **Hydraulic flow units**, klik lalu pilihlah **LPS (Liter Per Sekon)** dan pada **Headloss formula** klik lalu pilih **H-W (Hazen-Williams)**, kemudian klik **OK**.
 - b. Pilih **View>>Dimension**

Klik pada **None**, lalu klik **OK**.
3. Buatlah sistem jaringan pada peta tersebut dengan mengklik untuk simbol reservoir, untuk *Junction*, dan untuk membuat jaringan.
4. Masukkan data-data yang diperlukan dengan cara mengklik dua kali pada *node*, reservoir , maupun garis jaringan yang terdapat pada area gambar.
5. Jalankan program dengan cara klik **Project Menu** yang terdapat pada *toolbar*, lalu klik **Run Analysis**.

6. Jika analisis berhasil maka akan muncul tulisan **Run Was Succesfull** sedangkan jika analisis tidak berhasil akan muncul **Warning**, sehingga harus mengubah-ubah data (diameter) yang terdapat pada jaringan, dimana cara perlakuan sama dengan poin ke-8.
7. Untuk menampilkan data-data yang telah dimasukkan dalam bentuk tabel, maka klik **Report Menu**, lalu **Tabel**. Pilih *network table links* atau *network table nodes*, kemudian pilih apa yang ingin kita masukan dalam tabel. (Roosman, 2000).



Gambar 2. 4 Tampilan software EPANET 2.0