

## ALTERNATIF PENGEMBANGAN SISTEM PENYEDIAAN AIR BERSIH UNTUK ZONA PELAYANAN IPA SEA KOTA MANADO

Fandy Rayyan Dasir

Fuad Halim, Lingkan Kawet, M. I. Jasin

Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado

Email: [Fandydasir@gmail.com](mailto:Fandydasir@gmail.com)

### ABSTRAK

Zona pelayanan IPA Sea yang terletak di Kecamatan Malalayang merupakan zona pelayanan yang dimiliki oleh PT. Air Manado. Pada zona ini masih banyak masyarakat yang belum mendapatkan akses pelayanan distribusi air bersih selayaknya. Hal ini disebabkan karena kapasitas penyadapan oleh IPA Sea tidak cukup untuk melayani masyarakat saat ini yang semakin hari semakin bertambah. Untuk itu diperlukan pengembangan sistem penyediaan air bersih sehingga dapat memenuhi kebutuhan air bersih di zona pelayanan IPA Sea.

Sistem penyediaan air bersih direncanakan dapat memenuhi kebutuhan air bersih di wilayah studi sampai tahun 2032. Kebutuhan air bersih dihitung berdasarkan proyeksi jumlah penduduk yang pertumbuhannya dianalisis dengan menggunakan analisa regresi linier. Untuk mendesain sistem penyediaan air bersih digunakan software EPANET 2.0.

Dari hasil perhitungan analisis kebutuhan air bersih untuk zona pelayanan IPA Sea pada tahun 2032 dengan pelayanan 80% mencapai 11,36 liter/detik. Kapasitas penyadapan ditambah menjadi 50% dari debit Sungai Sea atau sebesar 12,5 liter/detik dimana sistem yang lama akan diganti dengan sistem yang baru. Pengembangan sistem penyediaan air bersih terdiri dari intake, pipa transmisi air baku Ø200mm dan panjang (L) = 78,21m, unit pengolahan (IPA), pipa transmisi air bersih Ø150mm dan panjang (L) = 52,21m, resevoir distribusi tipe ground reservoir berukuran 13,90m x 10,80m x 2,70m, pipa distribusi Ø25mm s/d Ø125mm.

Kata kunci: IPA Sea, Sistem Penyediaan, Kebutuhan air

### PENDAHULUAN

Air merupakan sumber daya alam karunia Tuhan Yang Maha Esa yang sangat diperlukan oleh manusia sepanjang masa dan menjadi bagian dari kebutuhan dasar manusia sangat penting. Semua kegiatan kehidupan manusia dari kebutuhan pangan hingga pertumbuhan industri memerlukan air dengan jumlah yang cukup dan dengan kualitas sesuai dengan kebutuhannya.

PT. Air Manado memiliki 8 zona pelayanan IPA (Instalasi Pengolahan Air) salah satunya adalah zona pelayanan IPA Sea yang melayani sebagian Kelurahan Malalayang Satu dan sebagian pula Kelurahan Malalayang Satu Barat. Pada zona ini masih banyak masyarakat yang belum mendapatkan akses pelayanan distribusi air bersih yang selayaknya. Walaupun jaringan IPA Sea milik PT. Air Manado (dahulu masih PDAM Manado) telah masuk di zona ini sejak Agustus 1993, tapi dengan adanya pertumbuhan penduduk yang semakin meningkat sehingga berpengaruh terhadap kapasitas produksi air dan

sistem penyediaan air bersih yang dikelola IPA Sea tidak sebanding dengan permintaan (*demand*) masyarakat.

Untuk mengantisipasi kebutuhan air bersih di daerah pelayanan IPA Sea yang senantiasa bertambah seiring dengan perkembangan penduduknya, maka dibutuhkan adanya pengembangan sistem penyediaan air bersih agar supaya masyarakat di daerah tersebut dapat terlayani dengan baik dan merata serta dapat tercukupi hingga beberapa tahun mendatang.

### Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari studi ini adalah :

1. Mengetahui kebutuhan air bersih di zona pelayanan IPA Sea sampai 20 tahun mendatang.
2. Merencanakan pengembangan sistem penyediaan air bersih yang tepat untuk IPA Sea.

### Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah untuk memberikan masukan kepada PT. Air Manado khususnya IPA Sea tentang penanganan masalah

air bersih di wilayah pelayanannya serta dapat memberikan informasi akan kondisi dan kebutuhan air bersih dalam jangka panjang.

## LANDASAN TEORI

### Ketersediaan Air

Air adalah semua air yang terdapat pada, diatas, ataupun dibawah permukaan tanah, termasuk dalam pengertian ini air permukaan, air tanah, air hujan dan air laut yang berada di darat dapat dilihat pada Undang-Undang Tentang Sumber Daya Air No.7 Tahun 2004 Pasal 1 (Kodoatie, 2005). Walaupun jumlah air di bumi ini selalu tetap, tetapi karena siklus hidrologi serta kondisi tiap wilayah yang berbeda mengakibatkan jumlah air yang ada di suatu tempat pada waktu tertentu tidak merata, sehingga manusia yang membutuhkan air pada tempat dan waktu tertentu ini pun kadangkala mengalami kekurangan air untuk kebutuhannya. Manusia kemudian mencari berbagai macam cara untuk menanggulangi masalah kekurangan tersebut, khususnya akan kebutuhan air bersih. Maka manusia berpikir untuk membuat suatu sistem penyediaan air bersih yang mampu memenuhi kebutuhannya setiap saat.

### Kebutuhan Air Bersih

Perhitungan proyeksi jumlah penduduk dilakukan untuk memprediksi kebutuhan air pada masa yang akan datang. Dalam hal ini jumlah penduduk dipandang sebagai kumpulan manusia dan perhitungannya disusun menurut berbagai statistik tertentu (Hasan, 2001). Analisa yang umum digunakan adalah sebagai berikut :

1. Analisa Linier
2. Analisa Logaritma
3. Analisa Eksponensial

### Kebutuhan Air Domestik

Kebutuhan air domestik adalah kebutuhan air bersih bagi para penduduk untuk kepentingan kehidupan sehari-hari. Lebih luas dari sekedar makanan dan minuman yang dikonsumsi melalui mulut, air bersih diperlukan untuk berbagai kepentingan yang saat ini merupakan kebutuhan pokok, seperti mandi, dan mencuci atau berbagai bentuk kebersihan lingkungan lainnya. (Kimpraswil, 2002)

### Kebutuhan Air Non-Domestik

Kebutuhan air non-domestik adalah kebutuhan air bersih untuk sarana dan prasarana

daerah yang teridentifikasi ada atau bakal ada berdasarkan rencana tata ruang. Sarana dan prasarana berupa kepentingan sosial/umum seperti untuk pendidikan, tempat ibadah, kesehatan, dan juga untuk keperluan komersil seperti untuk perhotelan, kantor, restoran dan lain-lain. Selain itu juga keperluan industri, pariwisata, pelabuhan, perhubungan dan lain-lain. (Kimpraswil, 2002)

### Kehilangan Air

Kehilangan air pada umumnya disebabkan karena adanya kebocoran air pada pipa transmisi dan distribusi serta kesalahan dalam pembacaan meter. Penentuan kebocoran/kehilangan air dilakukan dengan melihat kehilangan air pada jaringan eksisting yang ada sehingga dapat diambil angka persentase dikali dengan kebutuhan rata-rata dimana kebutuhan rata-rata adalah sejumlah dari kebutuhan domestik ditambah dengan kebutuhan non-domestik. (Kimpraswil, 2002).

### Kebutuhan Total untuk Air Bersih

Kebutuhan air total adalah total kebutuhan air baik domestik, non domestik ditambah kehilangan air. (Kimpraswil, 2002).

Tabel 1. Pedoman Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih

No	Uraian	Kategori Kota Berdasarkan Jumlah Penduduk (Jiwa)		
		Kota Sedang 100.000-500.000	Kota Kecil 20.000-100.000	Pedesaan <20.000
1	Konsumsi unit Sambungan Rumah (SR) l/org/hari	150	130	30
2	Konsumsi unit hidran umum (HU) l/org/hari	30	30	30
3	Persentase konsumsi unit non domestik terhadap konsumsi domestik (%)	20-30	20-25	20-30
4	Persentase kehilangan air (%)	20-30	20-30	20-30
5	Faktor maksimum day	1,1-1,25	1,1-1,25	1,1-1,25
6	Faktor Peak-Hour	1,65-2,00	1,5	1,5
7	Jumlah jiwa per SR	5	6	6
8	Jumlah jiwa HU	100	100-200	200
9	Sisa tekan minimum di titik kritis jaringan distribusi (meter kolom air)	10	10	10
10	Volume reservoir (%) (max day demand)	20	20	20
11	Jam operasi	24	24	24
12	SR/HU (dalam % jiwa)	80:20	70	30

Sumber: Kimpraswil, 2002

### Sistem Penyediaan Air Bersih

Suatu sistem penyediaan air mampu menyediakan air yang dapat diminum dalam jumlah yang cukup merupakan hal penting bagi suatu kota besar yang modern. Sistem penyediaan air bersih meliputi :

#### 1. Unit Air Baku

Merupakan bangunan untuk mengambil air baku dari sumber air dan dialirkan ke unit produksi melalui pipa transmisi. Bangunan penyadap air baku sedapat mungkin dilakukan

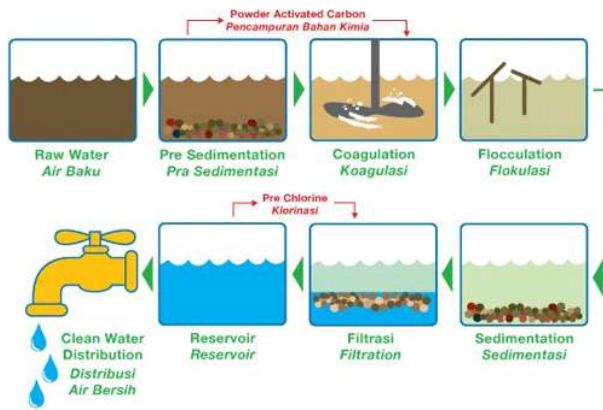
secara gravitasi, dilengkapi dengan saringan kasar yang berfungsi untuk menyaring sampah-sampah yang terbawa aliran.

Ada beberapa cara sistem pengambilan air antara lain :

- Free intake
- Broncapturing
- Bendung
- Pompa

2. Unit Produksi

Merupakan usaha-usaha yang dilakukan untuk mengubah sifat-sifat suatu zat. Hal ini penting bagi air minum karena dengan adanya pengolahan ini maka akan didapatkan suatu air minum yang memenuhi standar air minum yang telah ditentukan.



Gambar 1. Unit Produksi

Sumber : [www.cwsp.net/unit.pengolahan.air/2010](http://www.cwsp.net/unit.pengolahan.air/2010)

3. Unit Distribusi

Dalam sistem distribusi air bersih terdiri dari reservoir distribusi dan jaringan pipa distribusi.

- Reservoir Distribusi

Reservoir distribusi merupakan tempat penampungan air sementara yang menampung air disaat pemakaian lebih sedikit dari suplai dan digunakan untuk menutupi kekurangan disaat pemakaian lebih besar dari suplai. Reservoir distribusi biasanya berupa menara reservoir/tangki atau *ground reservoir*. Reservoir distribusi umumnya berbentuk kotak dan bentuk bulat atau kerucut biasanya dibuat untuk menambah nilai artistik sehingga enak dipandang. (Tanudjaja, 2011)

- Jaringan Pipa

Pemakaian jaringan pipa dalam bidang teknik sipil terdapat pada sistem jaringan distribusi air minum. Sistem jaringan ini merupakan bagian yang paling mahal dari

suatu perusahaan air minum. Oleh karena itu harus dibuat perencanaan yang teliti untuk mendapatkan sistem distribusi yang efisien. Jumlah atau debit air yang disediakan tergantung pada jumlah penduduk dan jenis industri yang dilayani. (Triatmadja, 2008)

Tabel 2. Beberapa Jenis Pipa Keuntungan dan Kerugiannya

No.	Jenis Pipa	Keuntungan	Kerugian
1.	Bambu	Murah, terdapat di pelosok	Cepat rusak, banyak bocor
2.	PVC	Ringan, mudah diangkat dan dipasang, tidak bereaksi dengan air	Tekanan rendah
3.	HDPE	Ringan, mudah diangkat dan dipasang, tidak bereaksi dengan air, panjang mencapai 100 m tanpa sambungan kecil untuk diameter kecil	Tekanan rendah
4.	Baja, Galvanized Iron	Tekanan tinggi	Berat, transportasi dan instalasi lebih mahal

Sumber: Triatmadja, 2008

Air yang didistribusikan ke konsumen akan mengalami kehilangan tenaga. Untuk menghitung kehilangan tenaga dalam pipa distribusi digunakan persamaan Hazen-Williams sebagai berikut :

$$V = 0,3545 C_{HW} D^{0,63} S^{0,5} \quad (1)$$

atau:

$$H_f = \frac{10,67 x Q^{1,85}}{c_h^{1,85} x D^{4,87}} x L \quad (2)$$

$$D = \left[ \frac{10,67 x Q^{1,85}}{c_h^{1,85} x H_f} x L \right]^{0,205} \quad (3)$$

dimana :

V = Kecepatan rata-rata dalam pipa (m/s)

C<sub>HW</sub> = Koefisien kekasaran Hazen – Williams (tergantung jenis pipa)

S = Gradien Hidrolik (S = H<sub>f</sub> /L)

H<sub>f</sub> = Kehilangan tenaga (m)

Q = Debit (m<sup>3</sup>/s)

L = Panjang pipa (m)

**Desain Sistem Distribusi Menggunakan Program Software EPANET**

EPANET adalah program komputer yang menggambarkan simulasi hidrolis dan kecenderungan kualitas air yang mengalir di dalam jaringan pipa. Jaringan itu sendiri terdiri

dari Pipa, Node (titik koneksi pipa), pompa, katub, dan tangki air atau reservoir.

**Wilayah Studi**

Lokasi wilayah studi dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Peta Lokasi Penelitian  
Sumber: Bappeda Kota Manado

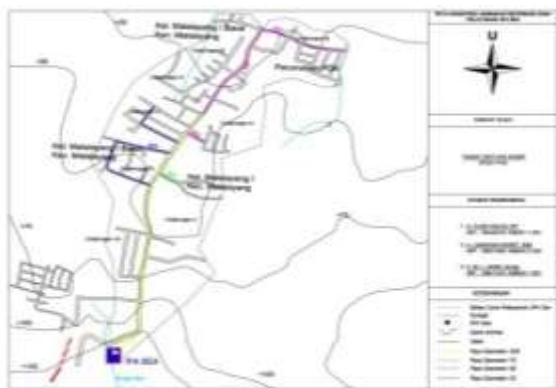
**Kondisi Eksisting Sistem Penyediaan Air**

Berdasarkan data eksisting, bahwa pelayanan IPA Sea hanya sekitar 40% pelanggan yang terlayani. Masalah yang dihadapi saat ini adalah rendahnya tingkat pelayanan kepada masyarakat, dan minimnya kapasitas air. Untuk kebutuhan air bersih PT. Air Manado melalui IPA Sea memanfaatkan Sungai Sea I sebagai sumber air baku menggunakan pengelolaan saringan pasir lambat (SPL).

Tabel 3. Kondisi Eksisting Pemakaian Air di IPA Sea

No	Uraian	Unit
1	Jumlah pelanggan aktif	333 SR
2	Rata-rata pemakaian air tiap SR	19 m <sup>3</sup> /bln
3	Jumlah yang diproduksi	11,854 m <sup>3</sup>
4	Debit rata-rata	4,57 l/det
5	Tingkat kehilangan air	32,97%

Sumber : PT. Air Manado



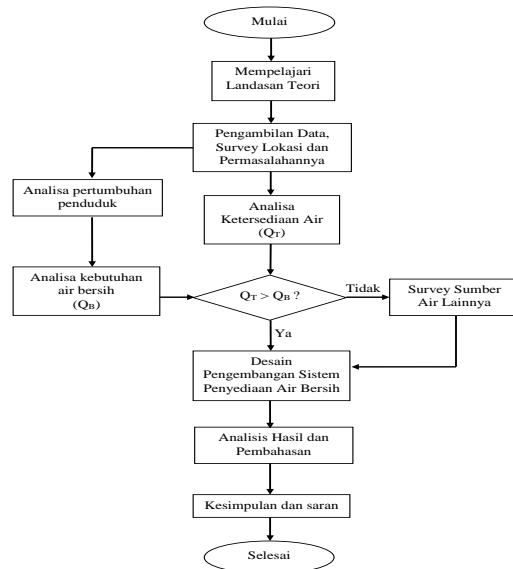
Gambar 3. Peta Eksisting Jaringan Distribusi IPA Sea

Produksi kapasitas air yang dihasilkan sudah tidak lagi sebanding dengan permintaan masyarakat (*demand*). Oleh karena minimnya pelayanan yang diberikan oleh PT. Air Manado, banyak masyarakat yang semula menjadi pelanggan terpaksa harus mencari sumber air lain seperti membuat sumur dangkal ataupun sumur bor sendiri.

**METODOLOGI PENELITIAN**

Perencanaan pengembangan sistem penyediaan air bersih dilakukan pada zona pelayanan IPA Sea yaitu Kelurahan Malalayang Satu Barat (Lingkungan III, IV, V, VI, VII) dan Kelurahan Malalayang Satu (Lingkungan III, IV, V) Kota Manado.

**Bagan Alir Penelitian**



Gambar 4. Bagan Alir Penelitian

**ANALISIS KEBUTUHAN AIR**

**Analisis Pertumbuhan Penduduk**

Berdasarkan hasil analisa diketahui *trend* regresi terbaik dengan r<sup>2</sup> terbesar dan Se terkecil adalah analisa regresi linier dengan  $y = 148,806x + 52716,067$  maka jumlah penduduk untuk proyeksi penduduk Kecamatan Malalayang dalam kurun 2013-2032 diperlihatkan pada Tabel 4 dan Grafik pada Gambar 5.

Tabel 4. Proyeksi Penduduk Kecamatan Malalayang

Tahun	2017	2022	2027	2032
Jumlah Penduduk (jiwa) $y = 148,806x + 52716,067$	54949	55962	56437	57180





Gambar 5. Pertumbuhan penduduk Kecamatan Malalayang tahun 2013-2032

Karena data yang didapatkan hanya ada satu tahun terakhir maka untuk proyeksi jumlah penduduk masing-masing lingkungan digunakan rumus geometrik laju pertumbuhan penduduk ( $r$ ) dengan data penduduk Kecamatan Malalayang tahun 2012 dan hasil proyeksi penduduk tahun 2032.

Tabel 5. Jumlah Penduduk di Zona Pelayanan IPASea

Kelurahan/Lingkungan		Jumlah Penduduk (Jiwa)				
		2012	2017	2022	2027	2032
Malalayang Satu	Lingkungan III	891	903	915	928	940
	Lingkungan IV	490	497	504	511	518
	Lingkungan V	705	715	725	734	744
Malalayang Satu Barat	Lingkungan III	540	548	555	563	570
	Lingkungan IV	424	430	436	442	447
	Lingkungan V	672	681	690	700	709
	Lingkungan VI	415	421	427	432	438
	Lingkungan VII	622	630	639	648	657
<b>Total</b>		<b>4759</b>	<b>4825</b>	<b>4891</b>	<b>4958</b>	<b>5022</b>

### Analisis Kebutuhan Air

Tabel 6. Jumlah Kebutuhan Air dengan Pelayanan 80% Untuk Zona Pelayanan IPA Sea.

Tahun	Jumlah Penduduk ( $P_n$ ) jiwa	Kebutuhan Air Domestik ( $Q_d$ ) (liter/detik)	Kebutuhan Air Non Domestik ( $Q_{nd}$ ) (liter/detik)	Kehilangan Air ( $Q_w$ ) (liter/detik)	Kebutuhan Air Total ( $Q_{tot}$ ) (liter/detik)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
2012	3807	6.61	1.67	2.48	10.76
2013	3817	6.63	1.67	2.49	10.79
2014	3828	6.65	1.68	2.50	10.82
2015	3838	6.66	1.68	2.50	10.85
2016	3848	6.68	1.69	2.51	10.88
2017	3859	6.70	1.69	2.52	10.91
2018	3869	6.72	1.69	2.52	10.94
2019	3880	6.74	1.70	2.53	10.97
2020	3890	6.75	1.70	2.54	10.99
2021	3901	6.77	1.71	2.54	11.02
2022	3911	6.79	1.71	2.55	11.05
2023	3922	6.81	1.72	2.56	11.08
2024	3932	6.83	1.72	2.56	11.11
2025	3943	6.85	1.73	2.57	11.14
2026	3954	6.86	1.73	2.58	11.17
2027	3964	6.88	1.74	2.59	11.20
2028	3975	6.90	1.74	2.59	11.23
2029	3986	6.92	1.75	2.60	11.26
2030	3996	6.94	1.75	2.61	11.29
2031	4007	6.96	1.75	2.61	11.32
2032	4018	6.98	1.76	2.62	11.36

Sumber: Hasil Perhitungan

### Analisis Ketersediaan Air

Berikut analisis lebih lanjut tahap pengembangan Sungai Sea I untuk kebutuhan air bersih di zona pelayanan IPA Sea :

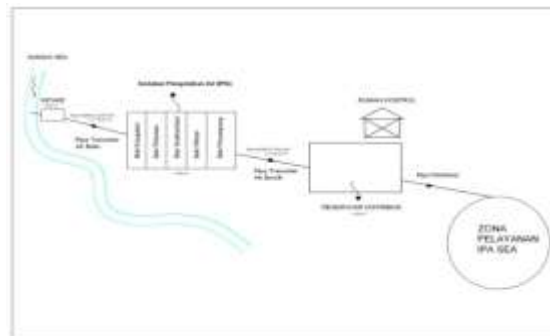
- Mempunyai potensi yang memadai untuk dikembangkan lebih lanjut. Sungai Sea I mempunyai debit 25 liter/detik namun yang akan dikembangkan untuk kebutuhan air bersih hanya 50% saja yaitu sebesar 12,5 liter/detik dengan pertimbangan kemungkinan masyarakat setempat akan memanfaatkan Sungai Sea I untuk kebutuhan lainnya.
- Dari hasil analisis total kebutuhan air bersih sampai tahun 2032 adalah 11,36 liter/detik, sehingga potensi debit Sungai Sea I memenuhi kebutuhan air bersih sampai tahun 2032.
- Kuantitas air (debit, kontinuitas) yaitu 12,5 liter/detik masih lebih besar dari kebutuhan.
- Perlu adanya pengolahan lengkap disebabkan karena kualitas air Sungai Sea I keruh apabila hujan.

Dengan demikian Sungai Sea I masih cukup layak dikembangkan lebih lanjut untuk kebutuhan air bersih sampai pada 20 tahun kemudian, mengingat Sungai Sea I mempunyai potensi yang memadai.

## ANALISIS PENGEMBANGAN SISTEM PENYEDIAAN AIR BERSIH

### Sistem Plan Penyediaan Air Bersih

Kapasitas sumber air yaitu Sungai Sea adalah 25 liter/detik dan kapasitas yang dimanfaatkan oleh IPA Sea saat ini adalah sebesar 5 liter/detik. Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh kebutuhan air bersih rencana pada tahun 2032 adalah sebesar 11,36 liter/detik.



Gambar 6. Rencana Pengembangan Sistem Penyediaan Air Bersih

Dengan demikian dapat dilihat bahwa kapasitas sumber air yang diproduksi saat ini sudah tidak dapat mencukupi kebutuhan air bersih pada tahun 2032.

Oleh sebab itu, pengembangan yang akan direncanakan untuk mengatasi kekurangan air pada tahun 2032 yaitu dengan cara menambah kapasitas penyadapan menjadi 12,5 liter/detik atau 50% dari debit Sungai Sea serta sistem yang lama akan diganti dengan sistem yang baru.

Rencana pengembangan sistem penyediaan air bersih dari Sungai Sea I ke zona pelayanan IPA Sea terdiri dari:

1. Intake di Sungai Sea I

Air dari Sungai Sea I dibendung lalu disadap dengan bangunan penyadap air atau *intake*. *Intake* yang akan direncanakan berada di elevasi +132 m dengan struktur bangunannya terbuat dari beton bertulang yang kedap air. Bangunan memiliki perlengkapan seperti saluran sadap, pintu air, saringan (*screen*) serta pipa peluap (*overflow pipe*).

2. Pipa transmisi air baku dari intake menuju WTP

Pipa transmisi air baku dari intake sampai di *Water Treatment Plant* menggunakan pipa jenis HDPE. Dikarenakan pipa jenis ini lebih ringan, memiliki fleksibilitas tinggi serta memiliki kemampuan dalam menahan benturan. Perhitungan pipa transmisi dilakukan secara manual dengan menggunakan rumus Hazen-Williams.

3. *Water Treatment Plan* (WTP)/Instalasi Pengolahan Air (IPA)

Sumber air yang digunakan berasal dari Sungai Sea I, yang mana kualitas air dari sungai tidak terlalu jernih apabila hujan. Sehingga perlu dikembangkan instalasi pengolahan yang ada saat ini dengan mengubah sistem pengolahannya dari saringan pasir lambat menjadi sistem pengolahan lengkap yang terdiri dari koagulasi, flokulasi, sedimentasi, dan filtrasi.

4. Pipa transmisi air bersih dari WTP ke Reservoir

Pipa transmisi air bersih dari WTP menuju reservoir menggunakan pipa jenis HDPE. Dan perhitungan pipa distribusi tersebut dihitung secara manual dengan menggunakan persamaan Hazen-Williams.

5. Reservoir/bak penampung dan distribusi

Reservoir dibuat untuk menampung air bersih hasil pengolahan kemudian didistribusikan ke pelanggan serta menyimpan air agar meng-

atasi fluktuasi pemakaian air yang berubah tiap jam.

6. Pipa distribusi dari reservoir ke pelanggan  
 Pipa distribusi dari reservoir menuju pelanggan menggunakan jenis pipa PVC. Perhitungan pipa distribusi tersebut menggunakan program epanet 2.0



Gambar 7. Skematik Jaringan Distribusi Zona Pelayanan IPA Sea

Tabel 7. Tabel Perhitungan Node dan Junction

Node ID	Elevation m	Demand LPS	Head m	Pressure m
June 2	126	0.00	127.84	1.84
June 3	126	0.00	127.32	1.32
June 4	75	0.00	126.97	60.97
June Ling VII	75	1.48	111.76	36.76
June 5	60	0.00	116.61	56.61
June 7	50	0.00	126.43	76.43
June 8	49	0.00	124.71	75.71
June Ling VI	52	0.95	112.97	60.97
June 10	45	0.00	116.77	71.77
June 11	40	0.00	124.60	76.60
June Ling 5	40	1.60	124.39	76.39
June 13	45	0.00	124.39	79.39
June 14	45	0.00	124.31	79.31
June Ling V	45	1.60	100.99	55.99
June 16	44	0.00	112.90	68.90
June 17	44	0.00	124.28	80.28
June Ling 4	48	1.17	123.45	75.45
June 19	44	0.00	124.22	80.22
June 20	40	0.00	124.11	84.11
June Ling IV	41	1.01	108.18	67.18
June 22	28	0.00	121.87	93.87
June 23	23	0.00	93.46	70.46
June Ling III	22	1.29	65.26	43.26
June 26	20	0.00	120.66	100.66
June Ling 3	28	2.13	110.90	82.90
Reser 1	126	-11.36	126.00	0.00

Tabel 8. Tabel Perhitungan Jaringan Perpipaan

Line ID	Length m	Diameter mm	Friction	Flow LPS	Velocity m/s	Head Losses m
Pipa 1	25	125	150	11.36	0.93	6.25
Pipa 2	95	125	150	11.36	0.93	6.25
Pipa 3	230	125	150	11.36	0.93	6.25
Pipa 4	123	200	150	6.07	1.70	137.66
Pipa 5	125	200	150	6.02	1.26	71.82
Pipa 6	190	200	150	6.02	1.26	71.82
Pipa 7	134	125	150	10.48	0.85	6.38
Pipa 8	190	125	150	6.07	0.81	4.81
Pipa 9	28	125	150	6.02	0.76	6.32
Pipa 10	190	75	150	1.88	0.38	2.18
Pipa 11	70	125	150	7.84	0.62	2.99
Pipa 12	25	125	150	7.20	0.79	2.69
Pipa 13	175	200	150	6.02	1.00	194.66
Pipa 14	190	200	150	1.17	0.60	8.04
Pipa 15	30	125	150	4.37	0.61	2.87
Pipa 16	25	125	150	6.10	0.46	1.41
Pipa 17	161	125	150	4.43	0.36	1.89
Pipa 18	190	200	150	1.01	2.86	178.28
Pipa 19	380	200	150	0.85	1.13	38.71
Pipa 20	380	75	150	3.42	0.77	6.14
Pipa 21	190	200	150	1.25	2.92	360.87
Pipa 22	175	200	150	1.25	2.62	360.87
Pipa 23	325	75	150	2.13	0.44	3.39
Pipa 24	182	200	150	0.44	0.89	38.83
Pipa 25	200	200	150	0.44	0.89	36.03
Pipa 26	150	200	150	0.67	1.36	33.69
Pipa 27	175	200	150	0.67	1.36	33.69
Pipa 28	420	50	150	2.13	1.88	24.40

**Desain Kapasitas Reservoir Distribusi**

Reservoir dibuat karena aliran air yang terjadi tidaklah statis. Pada jam tertentu aliran air yang dibutuhkan lebih kecil dari debit rata-rata akan tetapi kadang pada jam sibuk aliran air yang dibutuhkan lebih besar dari debit kebutuhan rata-rata. Oleh karena itu dibutuhkan reservoir distribusi agar menanggulangi aliran air yang tidak statis ini.

Berikut adalah analisis lebih lanjut perhitungan kapasitas reservoir distribusi:

- Kebutuhan air total pada tahun 2032 = 11,36 liter/detik = 981,50m<sup>3</sup>/hari
- Suplai air merata dalam 24 jam dimana total suplai air dalam satu hari sama dengan total pemakaian dalam satu hari yaitu 981,50m<sup>3</sup>.

Tabel 8. Perhitungan Volume Air di Reservoir

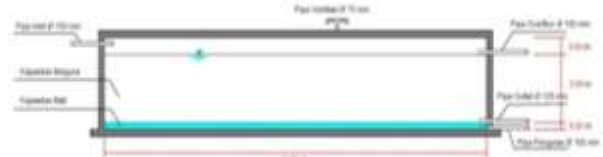
Jam	Suplai Air (m <sup>3</sup> )	Pemakaian Air (m <sup>3</sup> /hari)	Volume Air di Reservoir (m <sup>3</sup> )
00 - 01	40,90	0,00	X + 40,90
01 - 02	40,90	2,55	X + 79,24
02 - 03	40,90	3,73	X + 116,41
03 - 04	40,90	3,93	X + 153,38
04 - 05	40,90	5,50	X + 188,78
05 - 06	40,90	58,01	X + 171,67
06 - 07	40,90	170,39	X + 42,17
07 - 08	40,90	115,92	X - 32,85
08 - 09	40,90	70,86	X - 62,82
09 - 10	40,90	22,87	X - 44,79
10 - 11	40,90	4,22	X - 8,11
11 - 12	40,90	9,03	X + 23,75
12 - 13	40,90	21,69	X + 42,96
13 - 14	40,90	9,32	X + 74,53
14 - 15	40,90	12,56	X + 102,86
15 - 16	40,90	56,93	X + 86,83
16 - 17	40,90	115,62	X + 12,11
17 - 18	40,90	116,01	X - 63,01
18 - 19	40,90	81,46	X - 103,58
19 - 20	40,90	47,31	X - 109,99
20 - 21	40,90	36,51	X - 105,61
21 - 22	40,90	14,23	X - 78,95
22 - 23	40,90	2,85	X - 40,90
23 - 24	40,90	0,00	0,00
	<b>981,50</b>	<b>981,50</b>	

- Volume minimal = X - 109,99
- Pada volume minimal bak tepat kosong :  
 $X - 109,99 = 0$   
 $X = 109,99$
- Volume Maksimum:  
 $X + 188,78 = 109,99 + 188,78 = 298,77$
- Maka kapasitas berguna dari reservoir,  
 minimal = 298,77m<sup>3</sup>
- Menentukan ukuran reservoir:  
 Volume reservoir > 298,77m<sup>3</sup>  
 $p \times l \times t > 298,77m^3$   
 Direncanakan :  
 Panjang (p) = 13,90m  
 Lebar (l) = 10,80m  
 Tinggi (t) = 2,00m

Dalam hal ini tinggi merupakan kedalaman dari kapasitas air berguna.

Maka:  $13,90m \times 10,80m \times 2,00m > 298,77m^3$   
 Kontrol :  $300,24m^3 > 298,77m^3 \dots \text{OK !!}$

Direncanakan pula tinggi jagaan adalah 0,5m dan tinggi kapasitas air mati adalah 0,2m. Sehingga total tinggi dari reservoir adalah  $2m + 0,5m + 0,2m = 2,7m$



Gambar 8. Reservoir Distribusi

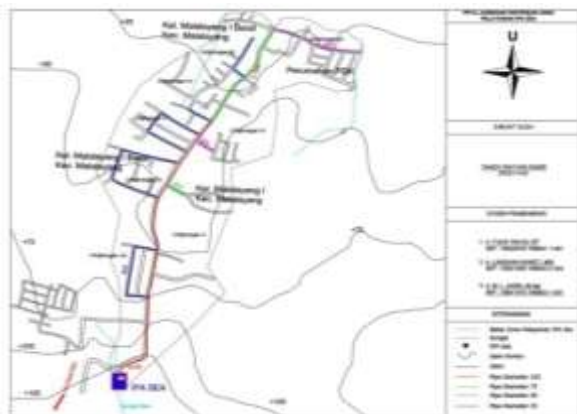
**PEMBAHASAN**

1. Pemenuhan kebutuhan air bersih berdasarkan proyeksi pertumbuhan penduduk di zona pelayanan IPA Sea pada tahun 2032 dengan menggunakan analisa regresi linier akan mencapai 5.022 jiwa.
2. Dengan memperhitungkan adanya peningkatan faktor pemakaian air maka untuk kebutuhan air total penduduk dengan pelayanan 80% di zona pelayanan IPA Sea mencapai 11,36 liter/detik pada tahun 2032. Berdasarkan data sekunder yang didapat dari PT. Air Manado, debit Sungai Sea adalah 25 liter/detik namun yang akan dimanfaatkan hanya sebesar 50% saja atau sebesar 12,5 liter/detik. Dengan adanya penambahan kapasitas penyadapan tersebut maka kebutuhan air bersih dapat terpenuhi sampai dengan tahun rencana.
3. Sistem Planning  
 Untuk mengirim atau mentransfer air dari sumber air menuju konsumen melalui beberapa tahap.
  - a. Unit Air Baku  
 Air yang berasal dari Sungai Sea disadap oleh bangunan sadap (*intake*) yang berada di elevasi +135m kemudian dialirkan secara gravitasi melalui pipa transmisi air baku jenis HDPE berdiameter 200mm dengan panjang pipa 78,21m menuju unit pengolahan.
  - b. Unit Pengolahan (IPA)  
 Sebelumnya IPA Sea mengolah air baku dengan menggunakan sistem saringan pasir lambat (SPL) dan pembubuhan kaporit. Namun apabila hujan air masih tetap keruh disebabkan air dari Sungai Sea

memiliki tingkat kekeruhan yang tinggi. Oleh sebab itu, direncanakan sistem pengolahan lengkap yang terdiri dari koagulasi, flokulasi, sedimentasi dan filtrasi. Setelah air diolah, air ditampung sementara di bak penampungan dan dialirkan menuju reservoir distribusi dengan menggunakan pipa transmisi air bersih jenis HDPE berdiameter 150mm dengan panjang pipa 52,21m dengan cara gravitasi.

c. Unit Distribusi

Air yang berasal dari IPA masuk ke resevoar distribusi yang berada di elevasi +128m dengan dimensi reservoir 13,9m x 10,80m x 2,7m. Jenis dari resevoar yang direncanakan adalah *ground reservoir* dengan struktur beton bertulang kedap air. Setelah itu air didistribusikan ke pelanggan dengan cara gravitasi melalui pipa distribusi jenis PVC dengan diameter yang akan dipakai Ø25mm - Ø125mm. Dalam mendesain sistem jaringan distribusi menggunakan *software* Epanet 2.0.



Gambar 9. Peta Rencana Jaringan Distribusi untuk Zona Pelayanan IPA Sea

## PENUTUP

### Kesimpulan

1. Kebutuhan air bersih dengan pelayanan 80% di zona pelayanan IPA Sea sampai pada tahun 2032 mencapai 11,36 liter/detik
2. Berdasarkan data sekunder dari PT. Air Manado bahwa debit Sungai Sea adalah 25 liter/detik. Namun yang akan dimanfaatkan hanya sebesar 50% atau 12,5 liter/detik saja. Dengan adanya penambahan kapasitas penyadapan tersebut maka kebutuhan air bersih dapat terpenuhi sampai dengan tahun rencana.
3. Pengembangan sistem penyediaan air bersih terdiri dari *intake*, pipa transmisi air baku Ø200mm dan panjang (L) = 78,21m, unit pengolahan (IPA), pipa transmisi air bersih Ø150mm dan panjang (L) = 52,21m, reservoir distribusi tipe *ground reservoir* berukuran 13,90m x 10,80m x 2,70m, pipa distribusi Ø25mm s/d Ø125mm.

### Saran

1. Sistem penyediaan air bersih yang dimiliki oleh IPA Sea saat ini sangat sederhana dan belum ada pengembangan dari tahun 1993, maka dari itu PT. Air Manado diharapkan dapat memperbaiki instalasi tersebut agar program peningkatan pelayanan air bersih terhadap masyarakat dapat berjalan sebagaimana mestinya.
2. Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat meminimalisir pengambilan air tanah baik sumur dangkal maupun sumur dalam. Apabila pengambilan air tanah sudah berlebihan atau tidak dapat diimbangi dengan pengisian air tanah (*recharge*), maka bisa terjadi intrusi air laut atau amblasan tanah secara perlahan-lahan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Hasan, M. Iqbal, 2001. *Pokok-Pokok Materi Statistik 1 (Statistika Deskriptif)*, Bina Aksara, Jakarta.  
[http : //www.cwsp.net/unit.pengolahan.air/2010](http://www.cwsp.net/unit.pengolahan.air/2010)
- Kimpraswil, 2002. *Pedoman/Petunjuk Teknik Dan Manual Bagian 6: Air Minum Perkotaan*, Direktorat Jendral Cipta Karya.
- Kodoatie R. dan Basoeki, M., 2005. *Kajian Undang-Undang Sumber Daya Air*, Andi, Yogyakarta.
- Tanudjaja, Lambertus., 2011. *Diktat Materi Kuliah Rekayasa Lingkungan*, Program Studi S1 Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Triatmadja, Radianta., 2007. *Sistem Penyediaan Air Minum Perpipa-an*, Yogyakarta.