

# KAJIAN PENGEMBANGAN SISTEM PENYEDIAAN AIR BERSIH KOTA BITUNG

HANNY TANGKUDUNG

## ABSTRAK

*Air merupakan unsur utama bagi kehidupan manusia di bumi. Dalam kehidupan modern sekarang ini air merupakan kebutuhan utama untuk hidup (minum, masak dan lain-lain), juga sangat dibutuhkan untuk budidaya pertanian, industri, pembangkit listrik dan sebagainya. Kebutuhan air bersih untuk rumah tangga, industri dan lain-lain akan terus meningkat dari waktu ke waktu sejalan dengan pembangunan serta jumlah penduduk yang terus bertambah. Kebutuhan air bersih di kota Bitung saat ini dilayani oleh Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) yang terbagi atas tiga layanan yaitu untuk kebutuhan domestik, non domestik dan kebutuhan khusus. Penduduk yang terlayani oleh PDAM baru mencapai 65% dengan kondisi layanan yang tidak kontinu (sering terjadi penjadwalan). Daerah ketinggian umumnya tak mendapat suplai air. Juga banyak air yang terbuang dengan adanya kebocoran. Pulau Lembeh belum terjamah oleh PDAM. Dengan keadaan itu, peneliti akan memperkirakan kebutuhan air bersih kota Bitung, mendapatkan sumber-sumber air yang potensial untuk dimanfaatkan sebagai sumber air baku, memberikan gambaran perimbangan antara ketersediaan dan kebutuhan air sampai tahun 2026 serta mendapatkan kerangka sistem penyediaan air bersih sebagai landasan pengembangan sistem penyediaan air bersih kota Bitung.*

*Dalam penelitian ini menggunakan data primer dan data sekunder. Data primer berupa data survey sumber-sumber air. Data sekunder berupa data hujan, iklim, jumlah penduduk serta data penyediaan air bersih existing. Kemudian dianalisa kebutuhan air berdasarkan data kondisi existing dan pertumbuhan penduduk. Untuk analisa ketersediaan air yang meliputi analisa curah hujan, evapotranspirasi, debit sungai dan debit andalan. Analisa tersebut ada yang menggunakan program komputer (software).*

*Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa untuk zona-1 kebutuhan air meningkat dari 285,42 l/d menjadi 741,22 l/d pada tahun 2026. Ketersediaan air di zona ini mencapai 799,71 l/d. Untuk zona-2 kebutuhan air 15,08 l/d pada tahun 2026, sedangkan ketersediaan air 264,71 l/d. Begitu pula zona-3 dimana kebutuhan air 3,1 l/d ditahun 2026 dan ketersediaan air 155,5 l/d. Sedangkan untuk zona-4 dan zona-5 terjadi kekurangan air karena kebutuhan air lebih besar dari ketersediaan air. Untuk zona-6 terjadi kekurangan air kecuali di kelurahan Posokan.*

*Untuk mengatasi kekurangan air tersebut dapat ditempuh beberapa alternatif yaitu melakukan usaha-usaha untuk meningkatkan produksi air, membangun sistem penyediaan air bersih dengan sumber-sumber air yang baru, membangun ABSAH di kelurahan-kelurahan juga menyediakan sarana transportasi berupa kapal tangki dan menyediakan SWRO untuk mengolah air laut menjadi air dengan standar air minum.*

*Kata Kunci : Air Bersih, Analisa Kebutuhan dan Ketersediaan Air*

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Air merupakan unsur utama bagi kehidupan manusia di bumi. Manusia mampu bertahan hidup tanpa makan dalam beberapa minggu, namun tanpa air manusia akan mati dalam beberapa hari saja. Dalam kehidupan modern sekarang ini, air disamping merupakan kebutuhan utama untuk hidup (minum, masak dan lain-lain), juga sangat dibutuhkan untuk budidaya pertanian, industri, pembangkit listrik, transportasi dan sebagainya. Air seharusnya diperlakukan sebagai bahan yang sangat bernilai, dimanfaatkan secara bijak dan dijaga terhadap pencemaran. Namun kenyataannya air selalu dihamburkan, dicemari dan disia-siakan.

Hampir separuh penduduk dunia, hampir seluruhnya di negara-negara berkembang, menderita berbagai penyakit yang diakibatkan oleh kekurangan air atau oleh air yang tercemar. Menurut WHO, 2 milyar penduduk bumi kini menyanggah risiko menderita penyakit murus yang disebabkan oleh air dan makanan. Penyakit ini merupakan penyebab utama kematian lebih dari 5 juta anak-anak setiap tahun.

Jumlah penduduk di perkotaan yang semakin hari semakin banyak disertai adanya tuntutan lingkungan hidup yang lebih baik, membutuhkan adanya prasarana dan sarana pelayanan umum (*public utility*) yang semakin memadai baik kuantitas maupun kualitas. Kebutuhan air bersih untuk rumah tangga, tempat-tempat umum,

industri dan lain-lain akan terus meningkat dari waktu ke waktu sejalan dengan laju pembangunan diberbagai sektor dan bidang serta jumlah penduduk yang terus bertambah. Di sisi lain penyediaan prasarana dan jumlah penyediaan air bersih yang ada saat ini masih relatif terbatas, sehingga belum dapat memenuhi semua kebutuhan tersebut terutama pada saat-saat musim kemarau.

Kota Bitung yang merupakan kota kedua terbesar di Propinsi Sulawesi Utara, mempunyai peranan yang sangat penting karena kota ini memiliki pelabuhan, baik pelabuhan utama yang melayani pelayaran lokal, regional, nusantara maupun pelayaran luar negeri (samudera). Selain itu kota Bitung juga telah ditetapkan sebagai salah satu sentra utama lokasi kegiatan industri di Sulawesi Utara dengan zona industri KABIMA (Kauditan-Bitung-Kema). Pada masa ini dan seterusnya di masa mendatang, diharapkan kegiatan industri ini tumbuh terus dan berkembang pesat dalam kawasan pertumbuhan ekonomi terpadu (KAPET) Manado-Bitung. Menurut RSTRP Sulawesi Utara 1991, kota Bitung mempunyai skala pelayanan regional dan memiliki fungsi sebagai pusat pelayanan wilayah belakang, pusat komunikasi antarwilayah, pusat kegiatan industri, pusat pemukiman dan pusat administrasi pemerintahan.

Dari uraian tersebut di atas, dapat disimpulkan bahwa pada masa mendatang kota Bitung akan menjadi sedemikian pentingnya bagi Propinsi Sulawesi Utara sehingga memerlukan adanya dukungan pengembangan fasilitas dan utilitas perkotaan yang memadai antara lain sistem penyediaan air bersih.

Kebutuhan air bersih di kota Bitung saat ini dilayani oleh Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) yang terbagi atas tiga jenis layanan yaitu kebutuhan domestik (rumah tangga), kebutuhan non domestik (sosial, niaga, industri) dan kebutuhan khusus (pelabuhan).

Penduduk kota Bitung yang terlayani oleh PDAM baru mencapai sekitar 65% dengan kondisi layanan yang tidak kontinyu dimana sering terjadi penjadwalan layanan (pada waktu-waktu tertentu tidak ada pelayanan). Daerah ketinggian umumnya tidak mendapat suplai air sama sekali sehingga saat ini banyak dijumpai sumur-sumur bor dimana masyarakat memanfaatkan air tanah. Kondisi diatas menjadi semakin rumit karena banyak air yang terbuang dengan adanya kebocoran yang cukup tinggi.

Pulau Lembeh relatif belum terjamah oleh PDAM. Hal ini disebabkan oleh debit air yang tidak mencukupi dan sulitnya mensuplai air ke lokasi-lokasi pemukiman di seputar pulau tersebut.

## Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini yaitu:

1. Mendapatkan perkiraan kebutuhan air bersih kota Bitung sampai tahun 2026.
2. Mendapatkan sumber-sumber air yang potensial dan memungkinkan untuk dimanfaatkan sebagai sumber air baku bagi kebutuhan air bersih kota Bitung.
3. Mendapatkan gambaran perimbangan air antara ketersediaan dan kebutuhan air sampai tahun 2026.
4. Mendapatkan kerangka sistem penyediaan air bersih yang dapat dijadikan landasan pengembangan sistem penyediaan air bersih kota Bitung.

## A. Gambaran Umum Kota Bitung

### 1. Geografi dan Penduduk

Posisi geografis kota Bitung adalah antara 1°23'23'' - 1°35'39'' Lintang Utara dan 125°1'43'' - 125°18'13'' Bujur Timur.

Kota Bitung berbatasan dengan :

- a. Laut Maluku di sebelah Selatan.
- b. Laut Maluku di sebelah Timur.
- c. Laut Maluku dan Kecamatan Likupang Timur (Kabupaten Minahasa Utara) di sebelah Utara.
- d. Kecamatan Kauditan (Kabupaten Minahasa Utara) di sebelah Barat.

Kota Bitung mempunyai luas sebesar 304 km<sup>2</sup> yang terbagi dalam 8(delapan) wilayah kecamatan. Kedelapan wilayah kecamatan tersebut masing-masing adalah Kecamatan Madidir, Kecamatan Matuari, Kecamatan Girian, Kecamatan Lembeh Selatan, Kecamatan Lembeh Utara, Kecamatan Aertembaga, Kecamatan Maesa dan Kecamatan Ranowulu, dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel Kecamatan di Kota Bitung**

Kecamatan	Luas (km <sup>2</sup> )	Penduduk (jiwa)
-----------	-------------------------	-----------------

1. Madidir	20,20	36.752
2. Matuari	32,93	24.200
3. Girian	5,0	27.685
4. Lembeh Selatan	24,76	9.161
5. Lembeh Utara	26,82	11.326
6. Aertembaga	32,09	27.665
7. Maesa	152,80	39.237
8. Ranowulu		16.413
<b>Jumlah</b>	<b>304</b>	<b>192.439</b>

Sumber : Bitung Dalam Angka

## 2. Hidrologi dan Klimatologi

Daerah pesisir selatan di daratan pulau Sulawesi dan di bagian utara sekitar Batu Putih merupakan kawasan akuifer produktif sedang dengan penyebaran luas. Kedalaman muka air tanah sangatlah beragam dan pemunculan air tanah dapat mencapai lebih dari 500 l/d. Di kawasan gunung Dua Saudara sampai gunung Batu Angus, gunung Klabat dan gunung Makapok merupakan daerah air tanah langka. Daerah pedalaman di pulau Lembeh merupakan daerah air tanah langka. Daerah pesisir merupakan kawasan akuifer produktif kecil setempat, umumnya kelulusan sangat rendah, air tanah dangkal setempat dalam jumlah terbatas dapat diperoleh pada zona pelapukan dari batuan padu. Selain terdapat beberapa sungai, di Kota Bitung terdapat cukup banyak mata air yang sebagian besar telah dimanfaatkan sebagai sumber air bersih bagi penduduk Kota Bitung, baik diusahakan oleh Perusahaan Daerah Air Minum maupun penggunaan langsung oleh masyarakat sekitar lokasi sumber air. Secara umum keadaan suhu yang terukur di Stasiun Meteorologi Bitung adalah suhu rata-rata bulanan terendah terdapat pada bulan Februari yang mencapai 24,6°C dan tertinggi 29,4°C pada bulan November. Kelembaban udara rata-rata per bulan di Kota Bitung berkisar antara 74% di bulan Juli sampai dengan 82% di bulan Februari dan Desember. Jumlah curah hujan cukup beragam menurut bulan dan berdasarkan catatan Stasiun Meteorologi Bitung, dimana curah hujan tertinggi terjadi pada bulan Februari yang mencapai 350,7 mm sedangkan curah hujan terendah terjadi pada bulan Agustus yang hanya mencapai 21,0

mm. Jumlah hari hujan terbanyak terjadi pada bulan Februari yakni 27 hari dan hari hujan paling sedikit terjadi pada bulan Oktober yaitu hanya 5 hari.

## B. Analisa Kebutuhan Air

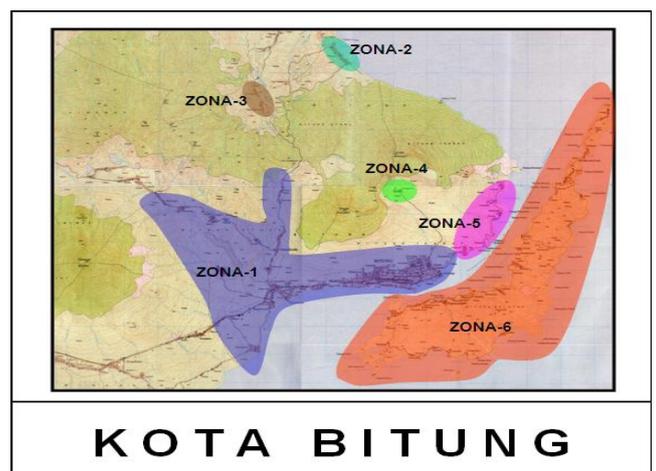
Untuk keperluan analisis neraca air, dilakukan pembagian zona sebagai berikut :

- Zona -1: Meliputi DAS sungai Girian ke arah selatan sampai kelurahan Tanjung Merah dan ke arah timur sampai kelurahan Aertembaga.
- Zona -2 : Meliputi DAS sungai Batu Putih, yaitu kelurahan Batu Putih I dan II.
- Zona -3 : Meliputi DAS sungai Araren yaitu kelurahan Pinasungkulan.
- Zona -4 : Kelurahan Pinangunian.
- Zona -5 : Kelurahan Tandurusa, Makawidey, dan Kasawari.
- Zona -6 : Pulau Lembeh.

Pembagian zona tersebut diatas berdasarkan pada beberapa hal :

- Mengacu pada daerah layanan PDAM Kota Bitung.
- Mengacu pada DAS sungai Girian, Batu Putih, dan Araren.
- Mengacu pada daerah layanan air PT.Pelindo (dari Aerprang).
- Keberadaan kelurahan Pinangunian dan juga pulau Lembeh yang terpisah dari kawasan lainnya.

Pada Gambar 2 dapat dilihat Pembagian Zona.



Kebutuhan total air baku merupakan akumulasi dari semua kebutuhan (air bersih, irigasi, dan sebagainya).

Pada tabel 5 berikut ialah perhitungan kebutuhan total air baku.

**Tabel Kebutuhan Total Air Baku**

Tahun	Kebutuhan Total Air Baku (l/d)					
	Zona-1	Zona-2	Zona-3	Zona-4	Zona-5	Zona-6
2008	285,42	4,66	0,96	1,31	8,11	8,61
2009	323,18	5,52	1,14	1,55	9,60	10,08
2010	362,91	6,44	1,32	1,81	11,19	11,65
2011	404,66	7,40	1,52	2,08	12,84	13,31
2012	448,41	8,40	1,73	2,36	14,58	15,08
2013	494,18	9,44	1,94	2,65	16,40	16,97
2014	541,96	10,52	2,16	2,96	18,29	18,97
2015	591,71	11,66	2,40	3,28	20,27	21,10
2016	605,46	11,98	2,46	3,37	20,81	21,82
2017	619,49	12,30	2,53	3,46	21,35	22,57
2018	632,93	12,60	2,59	3,54	21,90	23,34
2019	646,61	12,92	2,66	3,63	22,44	24,16
2020	660,27	13,24	2,72	3,72	22,98	25,00
2021	673,91	13,54	2,78	3,81	23,52	25,87
2022	687,46	13,86	2,85	3,90	24,07	26,77
2023	701,02	14,16	2,91	3,98	24,60	27,70
2024	714,46	14,48	2,98	4,07	25,14	28,65
2025	727,89	14,78	3,04	4,15	25,67	29,64
2026	741,22	15,08	3,10	4,24	26,19	30,64

Sumber : Hasil Analisis

**C. Analisa Ketersediaan Air**

Ketersediaan air baku di Kota Bitung ditampilkan berdasarkan zona pada Tabel 6 berikut.

**Tabel 6. Ketersediaan Air Baku**

Zona	Ketersediaan Air Baku Sungai Q-80 (l/d)	Ketersediaan Air Baku Hasil Pengukuran		Ketersediaan Air Baku Total (l/d)
		Mata Air, Air tanah	Debit (l/d)	
1	749,71	Kaw.Bitung Tengah dan Timur	50,00	9,71
2	264,71	--	--	4,71
3	155,50	--	--	5,50
4	--	Pinangunian	0,76	76
5	--	Tandurusa, Aerprang	10,40	40
6	--	Pulau Lembeh	5,55	55

Sumber : Hasil Analisis

**D. Analisa Neraca Air**

Neraca air baku Kota Bitung dapat dibuat dalam beberapa kondisi, yaitu dengan melihat

zona per zona atau melihat secara total, dengan menganggap bahwa lingkungan sekitar sumber air terjaga baik sehingga tidak ada penurunan debit.

Neraca air Zona per zona ditunjukkan pada Tabel.

**Tabel. Neraca Air di Zona1-5 Bitung Daratan**

Tahun	Zona-1		Zona-2		Zona-3		Zona-4		Zona-5	
	Keterse diaan Air Baku (l/d)	Kebu tuan Air Baku (l/d)	Keterse diaan Air Baku (l/d)	Kebu tuan Air Baku (l/d)	Keters ediaan Air Baku (l/d)	Kebu tuan Air Baku (l/d)	Keterse diaan Air Baku (l/d)	Kebu tuan Air Baku (l/d)	Keterse diaan Air Baku (l/d)	Kebu tuan Air Baku (l/d)
2008	799,71	285,42	264,71	4,66	155,50	0,96	0,76	1,31	10,40	8,11
2009	799,71	323,18	264,71	5,52	155,50	1,14	0,76	1,55	10,40	9,60
2010	799,71	362,91	264,71	6,44	155,50	1,32	0,76	1,81	10,40	11,19
2011	799,71	404,66	264,71	7,40	155,50	1,52	0,76	2,08	10,40	12,84
2012	799,71	448,41	264,71	8,40	155,50	1,73	0,76	2,36	10,40	14,58
2013	799,71	494,18	264,71	9,44	155,50	1,94	0,76	2,65	10,40	16,40
2014	799,71	541,96	264,71	10,52	155,50	2,16	0,76	2,96	10,40	18,29
2015	799,71	591,71	264,71	11,66	155,50	2,40	0,76	3,28	10,40	20,27
2016	799,71	605,46	264,71	11,98	155,50	2,46	0,76	3,37	10,40	20,81
2017	799,71	619,49	264,71	12,30	155,50	2,53	0,76	3,46	10,40	21,35
2018	799,71	632,93	264,71	12,60	155,50	2,59	0,76	3,54	10,40	21,90
2019	799,71	646,61	264,71	12,92	155,50	2,66	0,76	3,63	10,40	22,44
2020	799,71	660,27	264,71	13,24	155,50	2,72	0,76	3,72	10,40	22,98
2021	799,71	673,91	264,71	13,54	155,50	2,78	0,76	3,81	10,40	23,52
2022	799,71	687,46	264,71	13,86	155,50	2,85	0,76	3,90	10,40	24,07
2023	799,71	701,02	264,71	14,16	155,50	2,91	0,76	3,98	10,40	24,60
2024	799,71	714,46	264,71	14,48	155,50	2,98	0,76	4,07	10,40	25,14
2025	799,71	727,89	264,71	14,78	155,50	3,04	0,76	4,15	10,40	25,67
2026	799,71	741,22	264,71	15,08	155,50	3,10	0,76	4,24	10,40	26,19

Sumber : Hasil Analisis

**Tabel. Neraca Air di Zona 6 Pulau Lembeh**

(Kel. Dorbolaang, Pancuran, Posokan, Motto, Nusu)

Tahun	Kel. Dorbolaang		Kel. Pancuran		Kel. Posokan		Kel. Motto		Kel. Nusu	
	Keterse diaan Air Baku (l/d)	Kebu tuan Air Bersih (l/d)	Keterse diaan Air Baku (l/d)	Kebu tuan Air Bersih (l/d)	Keters ediaan Air Baku (l/d)	Kebu tuan Air Bersih (l/d)	Keters ediaan Air Baku (l/d)	Kebu tuan Air Bersih (l/d)	Keterse diaan Air Baku (l/d)	Kebu tuan Air Bersih (l/d)

Tahun	Kel. Dorbolaang		Kel. Pancuran		Kel. Posokan		Kel. Motto		Kel. Nusu	
	Keterse diaan Air Baku (l/d)	Kebu tuhan Air Bersih (l/d)	Keterse diaan Air Baku (l/d)	Kebu tuhan Air Bersih (l/d)	Keters ediaan Air Baku (l/d)	Kebu tuhan Air Bersih (l/d)	Keters ediaan Air Baku (l/d)	Kebu tuhan Air Bersih (l/d)	Keterse diaan Air Baku (l/d)	Kebu tuhan Air Bersih (l/d)
2008	0,40	0,46	0,74	0,23	1,06	0,24	0,38	0,33	0,30	0,34
2009	0,40	0,54	0,74	0,28	1,06	0,29	0,38	0,39	0,30	0,40
2010	0,40	0,63	0,74	0,32	1,06	0,33	0,38	0,45	0,30	0,47
2011	0,40	0,72	0,74	0,37	1,06	0,38	0,38	0,52	0,30	0,53
2012	0,40	0,82	0,74	0,42	1,06	0,43	0,38	0,60	0,30	0,61
2013	0,40	0,93	0,74	0,47	1,06	0,49	0,38	0,67	0,30	0,69
2014	0,40	1,04	0,74	0,53	1,06	0,55	0,38	0,75	0,30	0,77
2015	0,40	1,16	0,74	0,59	1,06	0,61	0,38	0,84	0,30	0,86
2016	0,40	1,20	0,74	0,61	1,06	0,63	0,38	0,86	0,30	0,89
2017	0,40	1,25	0,74	0,64	1,06	0,66	0,38	0,89	0,30	0,92
2018	0,40	1,29	0,74	0,66	1,06	0,68	0,38	0,93	0,30	0,95
2019	0,40	1,34	0,74	0,68	1,06	0,70	0,38	0,96	0,30	0,99
2020	0,40	1,38	0,74	0,71	1,06	0,73	0,38	0,99	0,30	1,02
2021	0,40	1,43	0,74	0,73	1,06	0,75	0,38	1,03	0,30	1,06
2022	0,40	1,48	0,74	0,76	1,06	0,78	0,38	1,06	0,30	1,09
2023	0,40	1,54	0,74	0,78	1,06	0,81	0,38	1,10	0,30	1,13
2024	0,40	1,59	0,74	0,81	1,06	0,84	0,38	1,14	0,30	1,17
2025	0,40	1,65	0,74	0,84	1,06	0,87	0,38	1,18	0,30	1,21
2026	0,40	1,70	0,74	0,87	1,06	0,90	0,38	1,22	0,30	1,26

Sumber : Hasil Analisis

### Tabel. Neraca Air di Zona 6 Pulau Lembeh

(Kel. Binuang, Batuwoka, Mawali, Kareko, Paudean)

Tahun	Kel. Binuang		Kel. Batuwoka		Kel. Mawali		Kel. Kareko		Kel. Paudean	
	Keterse diaan Air Baku (l/d)	Kebutuhan Air Bersih (l/d)	Ketersedi aan Air Baku (l/d)	Kebutu han Air Bersih (l/d)	Keterse diaan Air Baku (l/d)	Kebutu han Air Bersih (l/d)	Keterse diaan Air Baku (l/d)	Kebutu han Air Bersih (l/d)	Keterse diaan Air Baku (l/d)	Kebu tuhan Air Bersih (l/d)
2008	0,40	0,53	0,30	1,63	0,26	1,17	0,41	0,18	1,00	0,29
2009	0,40	0,62	0,30	1,92	0,26	1,38	0,41	0,21	1,00	0,34
2010	0,40	0,72	0,30	2,24	0,26	1,60	0,41	0,24	1,00	0,40
2011	0,40	0,83	0,30	2,57	0,26	1,84	0,41	0,28	1,00	0,45
2012	0,40	0,95	0,30	2,93	0,26	2,10	0,41	0,32	1,00	0,52
2013	0,40	1,07	0,30	3,30	0,26	2,37	0,41	0,36	1,00	0,58
2014	0,40	1,20	0,30	3,70	0,26	2,65	0,41	0,40	1,00	0,65
2015	0,40	1,33	0,30	4,13	0,26	2,96	0,41	0,45	1,00	0,73
2016	0,40	1,38	0,30	4,27	0,26	3,06	0,41	0,47	1,00	0,76
2017	0,40	1,43	0,30	4,42	0,26	3,17	0,41	0,48	1,00	0,78

Tahun	Kel. Binuang		Kel. Batuwoka		Kel. Mawali		Kel. Kareko		Kel. Paudean	
	Ketersediaan Air Baku (l/d)	Kebutuhan Air Bersih (l/d)	Ketersediaan Air Baku (l/d)	Kebutuhan Air Bersih (l/d)	Ketersediaan Air Baku (l/d)	Kebutuhan Air Bersih (l/d)	Ketersediaan Air Baku (l/d)	Kebutuhan Air Bersih (l/d)	Ketersediaan Air Baku (l/d)	Kebutuhan Air Bersih (l/d)
2018	0,40	1,48	0,30	4,58	0,26	3,28	0,41	0,50	1,00	0,81
2019	0,40	1,53	0,30	4,74	0,26	3,40	0,41	0,52	1,00	0,84
2020	0,40	1,59	0,30	4,91	0,26	3,52	0,41	0,54	1,00	0,87
2021	0,40	1,64	0,30	5,09	0,26	3,64	0,41	0,56	1,00	0,90
2022	0,40	1,70	0,30	5,27	0,26	3,77	0,41	0,58	1,00	0,93
2023	0,40	1,76	0,30	5,45	0,26	3,91	0,41	0,60	1,00	0,96
2024	0,40	1,82	0,30	5,64	0,26	4,04	0,41	0,62	1,00	1,00
2025	0,40	1,89	0,30	5,84	0,26	4,18	0,41	0,64	1,00	1,03
2026	0,40	1,95	0,30	6,04	0,26	4,33	0,41	0,66	1,00	1,07

Sumber : Hasil Analisis

**Tabel. Neraca Air di Zona 6 Pulau Lembeh**

(Kel. Pintu Kota, Papusungan, Batu Lubang, Pasirpanjang, Lirang)

Tahun	Kel. Pintu Kota		Kel. Papusungan		Kel. Batu Lubang		Kel. Pasir Panjang		Kel. Lirang	
	Ketersediaan Air Baku (l/d)	Kebutuhan Air Bersih (l/d)	Ketersediaan Air Baku (l/d)	Kebutuhan Air Bersih (l/d)	Ketersediaan Air Baku (l/d)	Kebutuhan Air Bersih (l/d)	Ketersediaan Air Baku (l/d)	Kebutuhan Air Bersih (l/d)	Ketersediaan Air Baku (l/d)	Kebutuhan Air Bersih (l/d)
2008	0,30	0,53	0,00	1,63	0,00	1,17	0,00	0,18	0,00	0,29
2009	0,30	0,62	0,00	1,92	0,00	1,38	0,00	0,21	0,00	0,34
2010	0,30	0,72	0,00	2,24	0,00	1,60	0,00	0,24	0,00	0,40
2011	0,30	0,83	0,00	2,57	0,00	1,84	0,00	0,28	0,00	0,45
2012	0,30	0,95	0,00	2,93	0,00	2,10	0,00	0,32	0,00	0,52
2013	0,30	1,07	0,00	3,30	0,00	2,37	0,00	0,36	0,00	0,58
2014	0,30	1,20	0,00	3,70	0,00	2,65	0,00	0,40	0,00	0,65
2015	0,30	1,33	0,00	4,13	0,00	2,96	0,00	0,45	0,00	0,73
2016	0,30	1,38	0,00	4,27	0,00	3,06	0,00	0,47	0,00	0,76
2017	0,30	1,43	0,00	4,42	0,00	3,17	0,00	0,48	0,00	0,78
2018	0,30	1,48	0,00	4,58	0,00	3,28	0,00	0,50	0,00	0,81
2019	0,30	1,53	0,00	4,74	0,00	3,40	0,00	0,52	0,00	0,84
2020	0,30	1,59	0,00	4,91	0,00	3,52	0,00	0,54	0,00	0,87
2021	0,30	1,64	0,00	5,09	0,00	3,64	0,00	0,56	0,00	0,90
2022	0,30	1,70	0,00	5,27	0,00	3,77	0,00	0,58	0,00	0,93
2023	0,30	1,76	0,00	5,45	0,00	3,91	0,00	0,60	0,00	0,96
2024	0,30	1,82	0,00	5,64	0,00	4,04	0,00	0,62	0,00	1,00
2025	0,30	1,89	0,00	5,84	0,00	4,18	0,00	0,64	0,00	1,03
2026	0,30	1,95	0,00	6,04	0,00	4,33	0,00	0,66	0,00	1,07

Sumber : Hasil Analisis

## Pembahasan

### 1. Masalah Kekurangan Air Bersih

Hasil dari neraca air menunjukkan ada kawasan yang surplus air dan ada yang kekurangan air ataupun akan mengalami kekurangan air di masa yang akan datang. Kebutuhan akan air bersih ini harus dipenuhi untuk menjamin keberlangsungan kehidupan secara normal. Sumber-sumber air yang dapat dimanfaatkan sebagai air baku untuk keperluan air bersih / air minum adalah :

- Mata Air
- Sumur Air Tanah

### c. Air Permukaan

### d. Air Hujan

### e. Air Laut

### 2. Konsep Penanganan Masalah Kekurangan Tekanan

Saat ini di kawasan ketinggian di Kota Bitung sulit mendapatkan layanan air bersih dari PDAM, bahkan sebagian daerah tidak mendapat layanan sama sekali. Hal ini disebabkan bukan hanya karena keterbatasan debit, tetapi juga karena kekurangan *head* (tekanan) dimana air tidak bisa mencapai daerah tinggi tersebut. Jalan keluar terbaik

adalah instalasi air yang sedang dikerjakan oleh Balai Wilayah Sungai dengan memanfaatkan mata air Toka Rantai dan mata air Lapis, serta instalasi rencana untuk mata air Kumersot III dan IV, sebaiknya selain dimasukkan ke reservoir Danowudu juga *dibypass* ke pipa distribusi utama di jalan 46 dan menuju ke reservoir Kakenturan (*head* perlu di cek untuk mencegah kerusakan pipa). Untuk mengurangi penurunan tekanan, pelayanan air bersih ke pelabuhan (untuk kapal) sebaiknya dibuat tersendiri dan tidak diambil dari pipa distribusi yang melayani kebutuhan masyarakat.

### 3. Konsep Penanganan Masalah Suplai Air Di Pelabuhan

Untuk mengatasi hal ini perlu dibangun reservoir di dalam kompleks pelabuhan. Air ditampung di reservoir dan digunakan untuk pengisian ke kapal dengan pemompaan. Alternatif lainnya adalah dengan memanfaatkan reservoir di Kakenturan, dimana air yang sudah tertampung dialirkan secara gravitasi ke pelabuhan.

### 4. Usulan Kerangka Pengembangan Sistem Penyediaan Air Bersih

Dari pembahasan tersebut di atas, dapat disusun usulan kerangka pengembangan sistem penyediaan air bersih seperti pada Tabel berikut.

**Tabel Usulan Kerangka Pengembangan Sistem Penyediaan Air Bersih**

Zona	Kegiatan
<b>Zona-1 :</b> <b>Daerah Layanan PDAM di Bitung Daratan</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Meningkatkan efisiensi pengelolaan air (meminimalkan air terbuang pada tahap produksi).</li> <li>b. Menekan tingginya kebocoran dengan upaya teknis dan non-teknis.</li> <li>c. Melakukan by-pass terhadap jalur pipa transmisi dari mata air Toka Rantai &amp; Lapis (di kelurahan Duasudara) sebelum memasuki reservoir Danowudu, untuk dialirkan ke jalur pipa distribusi di jalan 46.</li> <li>d. Membangun reservoir di dalam kompleks pelabuhan khusus untuk menampung air yang akan dipompakan ke kapal.</li> <li>e. Meningkatkan debit pengambilan di sungai Girian dengan pemompaan ataupun pembuatan bendungan.</li> <li>f. Memanfaatkan mata air yang belum dieksploitasi seperti yang terdapat di sebelah utara BKPI Aertembaga.</li> <li>g. Memanfaatkan air tanah dengan pembuatan sumur dalam.</li> <li>h. Memanfaatkan air hujan di alur-alur banjir gunung Duasudara melalui pembuatan embung.</li> <li>i. Melakukan transmisi air baku dari zona-3 (sungai Araren) dan diolah menjadi air bersih.</li> <li>j. Memanfaatkan air sungai Tondano secara bersama dengan Kabupaten Minahasa Utara dan Kota Manado.</li> </ul>
<b>Zona-2 :</b> <b>Kel. Batu Putih I dan Batu Putih II</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Memperbaiki instalasi penyediaan air bersih existing dari mata air Batu Putih Kecil.</li> <li>b. Memanfaatkan air tanah dengan membuat sumur-sumur dangkal di kawasan permukiman.</li> </ul>
<b>Zona-3 :</b> <b>Kel. Pinasungkulan</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Memanfaatkan air hujan dengan pembuatan ABSAH.</li> </ul>
<b>Zona-4 :</b> <b>Kelurahan Pinangunian</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Memanfaatkan air hujan dengan pembuatan ABSAH.</li> <li>b. Memanfaatkan mata air Patar dengan pemompaan dari mata air, sekaligus juga dialirkan secara gravitasi ke daerah Winenet dan sekitarnya (apabila diijinkan oleh BKSDA).</li> </ul>
<b>Zona-5 :</b> <b>Kel. Kasawari, Makawidey, dan Tandurusa</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Memanfaatkan air tanah dengan membuat sumur dangkal di kawasan permukiman.</li> <li>b. Memanfaatkan air hujan dengan membuat ABSAH.</li> </ul>
<b>Zona-6 :</b> <b>Kel. Dorbolaang</b> <b>Kel. Pancuran</b> <b>Kel. Posokan</b> <b>Kel. Motto</b> <b>Kel. Nusu</b> <b>Kel. Binuang</b> <b>Kel. Batuwoka</b> <b>Kel. Mawali</b> <b>Kel. Kareko</b> <b>Kel. Paudean</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Memanfaatkan air hujan dengan membuat ABSAH.</li> <li>b. Memanfaatkan air hujan dengan membuat ABSAH.</li> <li>c. Mengoptimalkan pemanfaatan mata air yang tersebar di perbukitan.</li> <li>d. Memanfaatkan air hujan dengan membuat ABSAH.</li> <li>e. Memanfaatkan air hujan dengan membuat ABSAH.</li> <li>f. Memanfaatkan air hujan dengan membuat ABSAH.</li> <li>g. Memanfaatkan air hujan dengan membuat ABSAH.</li> <li>h. Memanfaatkan air hujan dengan membuat ABSAH.</li> <li>i. Memanfaatkan air hujan dengan membuat ABSAH.</li> <li>j. Memanfaatkan mata air yang belum dieksploitasi.</li> <li>k. Memanfaatkan air hujan dengan membuat ABSAH.</li> </ul>

<b>Kel. Pintu Kota</b>	l.	Memanfaatkan mata air yang belum dieksploitasi.
	m.	Memanfaatkan air hujan dengan membuat ABSAH.
<b>Kel. Papusungan</b>	n.	Mengaktifkan suplai air dari reservoir di Bitung Daratan ke reservoir di pulau Lembeh.
	o.	Memanfaatkan air hujan dengan membuat ABSAH.
<b>Kel. Batu Lubang</b>	p.	Memanfaatkan air hujan dengan membuat ABSAH.
<b>Kel. Pasir Panjang</b>	q.	Memanfaatkan air hujan dengan membuat ABSAH.
<b>Kel. Lirang</b>	r.	Memanfaatkan air hujan dengan membuat ABSAH.

Sumber : Hasil Analisis

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Beberapa kesimpulan penting yang diperoleh melalui Kajian Pengembangan Sistem Penyediaan Air Bersih Kota Bitung ini adalah:

1. Kebutuhan Air Bersih sampai dengan tahun 2026 untuk zona-1 sebesar 741,22 l/d, zona-2 sebesar 15,08 l/d, zona-3 sebesar 3,1 l/d, zona-4 sebesar 4,24 l/d, zona-5 sebesar 26,19 l/d dan zona-6 sebesar 30,64 l/d.
2. Ketersediaan Air Bersih sampai dengan tahun 2026 untuk zona-1 sebesar 799,71 l/d, zona-2 sebesar 264,71 l/d, zona-3 sebesar 155,5 l/d, zona-4 sebesar 0,76 l/d, zona-5 sebesar 10,40 l/d dan zona-6 sebesar 5,55 l/d.
3. Ketersediaan air baku di zona-1 (kawasan layanan PDAM), zona-2 (Batu Putih) dan zona-3 (Pinasungkulan) masih lebih besar dari kebutuhan air baku yang diproyeksikan sampai tahun 2026. Permasalahan terbesar di zona-1 disebabkan oleh belum semua potensi sumber air sudah dikelola dan pengelolaan air yang ada kurang efisien. Ketersediaan air baku di zona-4 (Pinangunian) saat ini sudah tidak mencukupi kebutuhan air bersih, sedangkan ketersediaan air baku di zona-5 (Kasawari - Makawidey - Tandurusa) dalam beberapa tahun kedepan sudah tidak mencukupi kebutuhan air bersih. Ketersediaan air baku di zona-6 (Pulau Lembeh) sangat tidak mencukupi kecuali di kelurahan Posokan.
4. Kerangka sistem penyediaan air bersih yang dapat dijadikan landasan pengembangan sistem penyediaan air bersih kota Bitung adalah dengan meningkatkan efisiensi pengelolaan air, memanfaatkan air tanah dengan pembuatan sumur, pembuatan ABSAH, melakukan by pass pipa distribusi ke jalan 46, pembuatan reservoir di pelabuhan dan pembuatan embung.

### Saran

Untuk mengatasi permasalahan air bersih di kota Bitung, disarankan agar :

1. Implementasi dari Usulan Kerangka Sistem Penyediaan Air Bersih supaya sesegera mungkin untuk menghindari terjadinya kekurangan air bersih.
2. Harus dilakukan perlindungan/konservasi terhadap sumber sumber air.

## DAFTAR PUSTAKA

- Mock, F.J. 1976. *Land Capability Appraisal Indonesia & Water Availability Appraisal*. FAO, Bogor.
- Nurrochmad, F., J. Sujono, D. Damanjaya, 1998. *Optimasi Parameter Model Hujan – Aliran Mock dengan Solver*. Jurnal Media Teknik No.2 Tahun XX Edisi Mei.
- Soemarto, C.D., 1995. *Hidrologi Teknik*. Penerbit Usaha Nasional, Surabaya.
- Soeprapto, M., 1997. *Irigasi – I*.
- Sosrodarsono, S., dan K. Takeda, 1987. *Hidrologi Untuk Pengairan*. PT. Pradnya Paramita Jakarta.
- Sri Harto, Br., 1993. *Analisis Hidrologi*.
- Sri Harto, Br., 2000. *Hidrologi : Teori, Masalah, Penyelesaian*.