

STUDI ALTERNATIF PEMENUHAN SUMBER AIR BAKU KOTA BALIKPAPAN DENGAN CARA MENSUPLAY AIR DARI MAHAKAM KE MANGGAR

Effa Sefti Zuhrotin¹⁾, Tamrin Rahman²⁾, Rusfina Widayati³⁾

Teknik Sipil Universitas Mulawarman

Jalan Sambaliung No.9 Kampus Gunung Kelua, Samarinda - 75119

e-mail: effaseftizuhrotin@gmail.com, fts_tamrin@yahoo.com, rusfinawy@gmail.com

ABSTRACT

Balikpapan adalah salah satu kota besar dengan jumlah penduduk lebih kurang 6.000.000 jiwa yang mengalami krisis air bersih. Posisi kota yang berupa dataran tinggi atau perbukitan membuat PDAM kesulitan untuk mengalirkan air bersih. Waduk Manggar yang seharusnya menjadi sumber utama air bersih Kota Balikpapan mengalami penurunan 3-4 cm perhari. Oleh karena itu, perlu adanya alternatif sumber air baku untuk mengatasi kekurangan air bersih dan memanfaatkan sumber daya air yang ada. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui jumlah kebutuhan air bersih dan mengetahui kapasitas pompa, diameter pipa yang digunakan dalam pendistribusian air bersih.

Pada penelitian ini dilakukan analisis jumlah kebutuhan air dan ketersediaan air dengan menghitung debit andalan yang tersedia pada DAS Manggar, serta kapasitas pompa dan diameter pipa dengan menggunakan metode analitik. Dimulai dengan metode geometrik untuk menghitung proyeksi jumlah penduduk, selanjutnya menghitung debit andalan dengan menggunakan metode mock.

Berdasarkan dari hasil analisis, kebutuhan air bersih Kota Balikpapan pada tahun 2035 didapat sebesar 203.214.317 liter/hari atau 2.3520 liter/detik. Ditambah dengan debit Waduk Manggar yang tersedia sebesar 0.4232 m³/detik. menjadi 2.7752 m³/detik atau sama dengan 2775,21 liter/detik. serta ditambah dengan kehilangan air 20% maka kebutuhan air total Kota Balikpapan di tahun 2035 sebesar 3330,26 liter/detik. Dari debit total kebutuhan air Kota Balikpapan digunakan pipa utama dengan besaran diameter yang berbeda yaitu 1600 mm dan 1400 mm. Daya pompa yang digunakan pada rencana distribusi air bersih dari Mahakam ke Manggar dengan total head 67 Km adalah 17903.502 HP atau sama dengan 13350.641 KW.

Katakunci: Debit Andalan, Kebutuhan Air Bersih, Pipa, Kehilangan Tekanan, Daya Pompa.

ABSTRACT

Balikpapan is one of the big cities with a population of more than 6,000,000 who are experiencing a crisis of clean water. The position of the city in the form of highlands or hills makes it difficult for PDAMs to drain clean water. The Manggar Reservoir which should be the main source of clean water in Balikpapan City has decreased by 3-4 cm per day. Therefore, there is a needs for alternative sources to overcome the shortage of clean water and utilize existing water resources. The purpose of this research was to determine the capacity of clean water needs, determine the capacity of the pump, and also the diameter of the pipes used in the distribution of clean water.

In this research, analysis of the amount of water demand and water availability was carried out by calculating the mainstay discharge available in the Manggar watershed, as well as the pump capacity and pipe diameter using by analytical methods. Starting with the geometric method to calculate the projected number of residents, then calculate the mainstay discharge using the mock method.

Based on the results, Balikpapan's clean water needs in 2035 were obtained at 203,214,317 liters/day or 2.3520 liters/sec. Coupled with the available Manggar Reservoir discharge of 0.4232 m³ /sec. to be 2,7752 m³/sec or equal to 2775.21 liters/sec. and coupled with 20% water loss, the total water demand of Balikpapan City in 2035 is 3330.26 liters/sec. From the total discharge of water requirements in Balikpapan City, the main pipes are used with different diameters of 1600 mm and 1400 mm, and the pump power used in the plan of distribution of clean water from Mahakam to Manggar with a total head of 67 Km is 17903,502 HP or equal to 13350,641 KW.

Keywords: Mainstay Debit, Clean Water Needs, Pipes, Power Pressure Loss, Pumps

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Balikpapan adalah salah satu kota besar yang berada di Provinsi Kalimantan Timur dengan luas wilayah mencapai 843,48 Km², yang terdiri atas 503,30 Km² daratan dan 340,18 Km² Perairan. (<http://balikpapan.go.id/read/98/selayang-pandang>). Sebagai kota terbesar yang memiliki sumber daya yang memadai, Balikpapan menjadi magnet bagi pengunjung dan pendatang baru sehingga pertumbuhan penduduk semakin bertambah.

Seiring bertambahnya jumlah penduduk di Kota Balikpapan maka akan berpengaruh pada meningkatnya jumlah kebutuhan air baku. Posisi kota yang berupa dataran tinggi atau perbukitan membuat PDAM kesulitan untuk mengalirkan air bersih. Karena sedikitnya jumlah hujan yang terjadi di Balikpapan volume waduk mengalami penurunan terus menerus rata-rata 3-4 cm per hari. Dengan Q (debit) yang dibutuhkan Kota Balikpapan sekitar 3.000 liter/detik. Sehingga dibutuhkan alternatif sebagai berikut : 1) Penyulingan Air Asin, 2) Pembangunan Bendungan Teritip untuk tampungan air hujan, 3) Suplay Air dari Mahakam ke Manggar.

Sungai Mahakam sebagai sumber air baku pernah di analisis oleh Alimuddin dan Hasyim Saleh Daulay. Yang berjudul “Sungai Mahakam Sebagai Sumber Air Baku Potensial Secara Regional untuk Daerah Balikpapan, Samarinda dan Kukar”. Penelitian tersebut dilakukan untuk mengetahui debit analisa kebutuhan air baku di wilayah penelitian serta kebutuhan kapasitas pompa dan pipa lainnya yang menunjang distribusi air baku yang bersumber dari Sungai Mahakam.

Pada penelitian ini hanya difokuskan pada satu wilayah saja, yakni wilayah Balikpapan. Dengan total panjang rencana jaringan pipa sekitar 67 Km (dari Sungai Mahakam ke Waduk Manggar).

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui jumlah kebutuhan air bersih untuk Kota Balikpapan dalam 21 tahun kedepan.
2. Merencanakan jaringan perpipaan air bersih untuk melayani kebutuhan air bersih untuk 21 tahun ke depan.
3. Mengetahui kapasitas pompa yang memenuhi dalam menunjang ditribusi air bersih.
4. Menganalisa ketersediaan air dengan menghitung debit andalan yang tersedia pada DAS Manggar.

1.3 Batasan Masalah

Mengingat luasnya permasalahan dalam penelitian ini, maka akan dibatasi dengan adanya batasan masalah yaitu :

1. Menghitung kebutuhan air Balikpapan yang bersumber dari Mahakam ke Waduk Manggar.
2. Menghitung kehilangan tekanan air pada jaringan pipa distribusi.
3. Menghitung daya pompa distribusi yang akan digunakan.
4. Menggunakan objek DAS Manggar secara keseluruhan tanpa membaginya menjadi sejumlah sub DAS.
5. Menggunakan *Software Global Mapper* untuk menentukan kontur daerah studi.
6. Tidak menghitung tampungan kolam retensi atau kolam peralihan
7. Tidak menghitung kebutuhan biaya.
8. Tidak menghitung pengurangan kebutuhan air di bendungan teritip.

2. TINJAUAN PUSTAKA

4.1. Pendistribusian Air Bersih

Cara penyaluran air bersih tergantung pada lokasi sumber air itu berada. Cara penyaluran sistem air bersih sebagai berikut :

- a. Sistem Gravitasi
Sistem gravitasi adalah sistem pengaliran air dari sumber ke tempat *reservoir* dengan cara memanfaatkan energi potensial gravitasi yang dimiliki air akibat perbedaan ketinggian lokasi sumber dengan lokasi *reservoir*. Sistem ini digunakan apabila kondisi persediaan berada pada elevasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan unit distribusi. (Babbitt, Harold E. 1960)
- b. Sistem Pompa
Sistem pompa pada prinsipnya adalah menambah energi pada aliran sehingga dapat mencapai tempat yang lebih tinggi. Hal ini dengan pertimbangan bahwa antara lokasi distribusi dan lokasi sumber tidak mempunyai perbedaan ketinggian yang cukup untuk mengalirkan air. Prinsip sistem ini adalah dengan memberikan energi pada aliran air, sehingga air dapat mencapai unit distribusi yang memiliki elevasi lebih tinggi dibandingkan dengan sumber persediaan. (Babbitt, Harold E. 1960)
- c. Sistem Gabungan
Sistem gabungan yaitu sistem pengaliran air dari sumber ke tempat *reservoir* –

dengan cara menggabungkan dua sistem transmisi yaitu sistem pompa dan sistem gravitasi secara bersama – bersama. Sedangkan sistem distribusi adalah suatu cara penyaluran dan pembagian air dari *reservoir* ke konsumen. Sistem distribusi terdiri dari:

a. Sistem Tower

Yaitu cara penyaluran air dari *reservoir* hingga sampai ke konsumen melalui tower yang dipasang di setiap beberapa rumah. Tower dapat berupa tangki beton, pada permukaan tanah ataupun dengan ketinggian tertentu dari permukaan tanah, baik dengan gravitasi maupun pemompaan dari *reservoir*.

b. Sistem Pipa Distribusi

Sistem pipa distribusi adalah sistem penyaluran atau pembagian air kepada konsumen melalui pipa. Sistem yang dilaksanakan pada sistem pipa distribusi adalah :

Sambungan Rumah (SR)

Hidran Umum (HU)

2.2 Analisa Kebutuhan Air Bersih

Kebutuhan air yang dimaksud adalah kebutuhan air yang digunakan untuk menunjang segala kegiatan manusia, meliputi air bersih domestik dan non domestik, air irigasi baik pertanian, perikanan, dan penggelontoran kota. (Sjarief, Roestam, dkk, 2005).

2.2.1 Kebutuhan Air Domestik

Kebutuhan air domestik sangat ditentukan oleh jumlah penduduk, dan konsumsi perkapita. Kecenderungan populasi dan sejarah populasi dipakai sebagai dasar perhitungan kebutuhan air domestik terutama dalam penentuan kecenderungan laju pertumbuhan (*Growth Rate Trends*). Pertumbuhan ini juga tergantung dari rencana pengembangan dari tata ruang daerah. Umumnya, makin tinggi perputaran ekonomi pada suatu daerah, menyebabkan daerah semakin cepat pertumbuhan jumlah penduduknya.

Analisis sektor domestik merupakan aspek penting dalam menganalisis kebutuhan penyediaan di masa mendatang. Analisis sektor domestik untuk masa mendatang dilaksanakan dengan dasar analisis pertumbuhan penduduk pada wilayah yang direncanakan. Kebutuhan air domestik untuk kota dibagi dalam beberapa kategori ditampilkan pada Tabel dibawah ini :

Tabel 1. Kebutuhan air untuk tiap kota

Kategori	Ukuran Kota	Kebutuhan air/Lt /orang / hari
I	Kota Metropolitan	190
II	Kota Besar	130
III	Kota Sedang	120
IV	Kota Kecil	90
V	Kota Kecamatan	75
VI	Pedesaan	60

Sumber : DPU Dirjen Cipta Karya, 2001

Tabel 2. Perhitungan Konsumsi Air

No	Uraian	Kategori Kota Berdasarkan Jumlah Penduduk (Jiwa)				
		>1.000.000	500.000 s/d 1.000.000	100.000 s/d 500.000	200.000 s/d 100.000	<20.000
		Metro	Besar	Sedang	Kecil	Desa
	1	2	3	4	5	6
1	Konsumsi Unit Sambungan Rumah (SR) (Liter/Org/Hari)	>150	150-120	90-120	80-120	60-80
	Konsumsi Unit Hidran (HU) (Liter/Org/Hari)	20-40	20-40	20-40	20-40	20-40
3	Konsumsi Unit non Domestik					
	Niaga Kecil (litr/unit/hari)	600-900	600-900		600	
	Niaga Besar (litr/unit/hari)	1000-5000	1000-5000		1500	
	Industri Besar (litr/dtk/ha)	0.2-0.8	0.2-0.8		0.2-0.8	
	Pariwisata (litr/dtk/ha)	0.1-0.3	0.1-0.3		0.1-0.3	
4	Kehilangan air (%)	20-30	20-30	20-30	20-30	20-30
5	Faktor Hari Maksimum	1.15-1.25	1.15-1.25	1.15-1.25	1.15-1.25	1.15-1.25
6	Faktor Jam Puncak	1.75-2.0	1.75-2.0	1.75-2.0	1.75-2.0	1.75-2.0
7	Jam Operasi (Jam)	24	24	24	24	24
		50 ; 50	50 ; 50			
		s/d	s/d	80;20	70;30	70;30
8	SR : HU					
		80 ; 20	80 ; 20			

Sumber : DPU Dirjen Cipta Karya, 2001

2.2.2 Kebutuhan Air Non Domestik

Kebutuhan air non domestik meliputi : pemanfaatan komersial, kebutuhan institusi dan kebutuhan industri. Kebutuhan air komersial untuk suatu daerah cenderung meningkat sejalan dengan peningkatan penduduk dan perubahan tata guna lahan. Kebutuhan ini bisa mencapai 20-25% dari total suplai (produksi) air. Kebutuhan institusi antar lain meliputi kebutuhan – kebutuhan air untuk sekolah, rumah sakit, gedung-gedung pemerintah, tempat ibadah dan lain-lain. Untuk penentuan besaran kebutuhan ini cukup sulit karena sangat tergantung dari perubahan tata guna lahan dan populasi. Pengalaman menyebutkan angka 5% cukup *representative*.

Kebutuhan untuk industri saat ini dapat diidentifikasi namun untuk kebutuhan industri yang akan datang cukup sulit untuk mendapat data akurat. Hal ini disebabkan beragamnya jenis dan macam kegiatan industri.

Tabel 3. Kebutuhan Air untuk Industri

No	Jenis Industri	Hasil Produksi	Kebutuhan Air untuk 1 Ton Produksi
1	Besi	Ingot	11 m ³
2	Aluminium	Aluminium	73 m ³
3	Minyak Pengulingan	Ethet	0,1 m ³ /barel
4	Minyak Petrokimia	Ethet	240 m ³
5	Kertas	Pulp	220 m ³
		Kertas Koran	69 m ³
		Kertas Tulis	445 m ³
		Kertas Kartu	146 m ³
6	PLTA	Listrik	0,0023 m ³
7	PLTN	Listrik	0,0028 m ³
8	Pakaian		355 m ³
9	Pencelupan		378 m ³
10	Amonium Sulfat		150 m ³
11	Urea		330 m ³
12	Semen		2-5 m ³
13	Tembaga		180 m ³

Sumber : Selintung, Mary. *Pengendalian Sistem Air Minum*. 2012.

Tabel 4. Kebutuhan Air untuk Institusi

Uraian	Konsumsi Air
Sekolah	10 liter/murid/hari
Rumah Sakit	200 liter/tempat tidur/hari
Puskesmas	2 m ³ /liter
Mesjid	Sampai 2 m ³ /hari
Kantor	10 ltr/pengawasan/hari
Kompleks Militer	60 ltr/org/hari
Kawasan Pariwisata	0,1-0,3 ltr/detik/hari

Sumber : NSPMKIMPRASWIL

2.3 Proyeksi Penduduk

Maksud dari proyeksi penduduk adalah untuk memberikan jumlah penduduk di masa mendatang. Dengan berdasarkan pemikiran jumlah penduduk maka dapat dibuat rancangan kebutuhan air bersih untuk masa yang akan datang.

Adapun metode perhitungan perkembangan penduduk (Metode Geometrik).Proyeksi dengan metode ini menganggap bahwa perkembangan penduduk secara otomatis berganda.Dengan penambahan penduduk awal.Metode ini memperhatikan suatu saat terjadi perkembangan menurun dan kemudian mantap,

disebabkan kepadatan penduduk mendekati maksimum. Dengan rumus yang digunakan sebagai berikut :

$$P_n = P_o (1 + r)^n$$

Keterangan :

P_n = Jumlah Penduduk setelah n tahun

P_o = Jumlah pada tahun awal

n = Kurun waktu Proyeksi

r =Persentase rata-rata kenaikan penduduk per tahun

2.4 Pipa

Pipa adalah saluran tertutup yang biasanya penampang lingkaran, dan digunakan untuk mengalirkan fluida denganampang aliran penuh.Fluida yang dialirkan melalui pipa bisa berupa zat cair atau gas, dan tekanan bisa lebih besar atau lebih kecil dari tekanan atmosfer.Apabila zat cair di dalam pipa tidak oenuh maka aliran termasuk dalam aliran saluran terbuka.Karena mempunyai permukaan bebas, maka fluida yang dialirkan adalah zat cair.Tekanan di permukaan zat cair di sepanjang saluran terbuka adalah tekanan atmosfer.

Didalam bab ini hanya akan dipelajari aliran turbulen dan mantap melalui pipa. Aliran laminar telah dipelajari dalam bab II, sedang aliran tidak mantap melalui pipa, sementara ini, tidak diberikan dalam buku ini. Tinjauan juga dibatasi hanya untuk aliran zat cair terutama air.

2.4.1 Kehilangan Tenaga Aliran Melalui Pipa

Pada zat cair yang mengalir didalam bidang batas (pipa, saluran terbuka atau bidang datar) akan terjadi tegangan geser dan gradient kecepatan pada seluruh medan aliran karena adanya kekentalan. Tegangan geser tersebut akan menyebabkan terjadinya kehilangan tenaga selama pengaliran.

$$hf = f \frac{L V^2}{D 2g}$$

Dimana :

hf = Kehilangan Tenaga karena gesekan

f = Koefisiengesekan Darcy-Weisbach

L = Panjang Pipa

D = Diameter Pipa

V = Kecepatan Aliran

g = Gravitasi

2.5 Pompa

Pompa merupakan suatu alat yang digunakan untuk memindahkan zat cair dengan meningkatkan tingkat energi zat cair tersebut. Secara umum ada dua cara untuk meningkatkan energy tersebut, yaitu dengan mengompres *fluida* dengan volume tetap pada ruang terbatas, cara ini digunakan pada pompa *positive displacement*, sedangkan cara satu lagi adalah menaikkan tekanan dengan memnfaatkan sudut putar untuk meningkatkan kecepatan *fluida*. Jenis – jenis pompa yang biasanya adalah pompa sentrifugal, pompa bolak - balik, pompa *hidro otomatis*, pompa putaran dan pompa hisap udara.

Pompa memiliki dua kegunaan utama, yaitu:

1. Memindahkan cairan dari satu tempat ke tempat lainnya (misalnya air dari aquifer bawah tanah ke tangki penyimpanan air).
2. Mensirkulasikan cairan (misalnya air pendingin atau pelumas yang melewati mesin-mesin dan peralatan).

2.6 Debit Andalan

Debit andalan adalah debit yang diharapkan selalu tersedia sepanjang tahun dengan resiko kegagalan yang diperhitungkan sekecil mungkin. Apabila ditetapkan debit andalan untuk keperluan irigasi 80% maka resiko kegagalan 20% ini, terjadi pada debit pengambilan lebih kecil dari pada debit yang diperhitungkan.

Data debit andalan pada umumnya diperlukan untuk perencanaan pengembangan air irigasi, air baku dan pembangkit tenaga listrik tenaga air (PLTA), yaitu untuk menentukan perhitungan persediaan air pada bangunan pengambilan (*intake*). Agar mendapatkan perhitungan debit andalan yang baik, untuk itu diperlukan data pencatatan debit dengan jangka waktu panjang, hal ini untuk mengurangi terjadinya penyimpangan data perhitungan yang terlalu besar. Pada perhitungan debit andalan pada umumnya dilakukan dengan cara merangking data debit rata-rata bulanan, setengah bulanan atau debit rata-rata sepuluh harian, yang ditetapkan berdasarkan pola operasi bendung atau bendungan.

Perhitungan debit andalan pada prakteknya dilapangan, yang sering dilakukan adalah penetapan debit andalan dengan metode ranking dan metode statistik.

2.6.1 Perhitungan Metode Ranking

Perhitungan debit andalan dengan metode ranking dilakukan dengan data pencatatan debit seri jangka panjang, selanjutnya data tersebut disusun atau diranking mulai dari urutan data debit yang terkecil ke urutan terbesar. Setelah data diurutkan terlebih dahulu ditetapkan prosentase debit andalan yang diharapkan.

- Keperluan irigasi biasanya ditetapkan debit tersedia 80%, maka rumusnya :

$$M = 0,20 \times N \dots \dots \dots (2.1)$$

- Keperluan air baku :

Untuk air minum biasanya ditetapkan debit tersedia 99%, maka rumusnya:

$$M = 0,01 \times N \dots \dots \dots (2.2)$$

- Untuk industri biasanya ditetapkan debit tersedia 95%, maka rumusnya :

$$M = 0,05 \times N \dots \dots \dots (2.3)$$

- Keperluan PLTA biasanya ditetapkan debit tersedia 90%, maka rumusnya :

$$M = 0,10 \times N \dots \dots \dots (2.4)$$

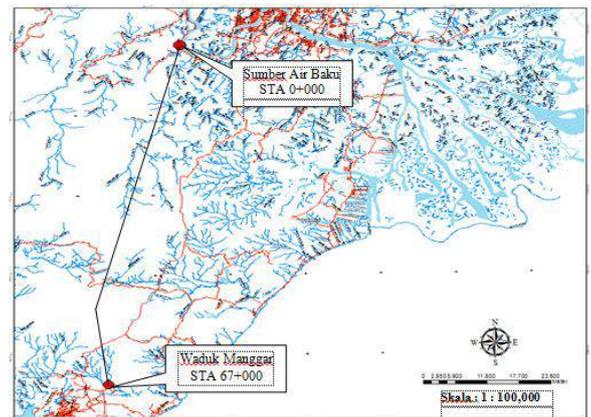
Dimana :

M = Ranking debit andalan yang diharapkan

N = Jumlah tahun data pengamatan debit.

3. METODOLOGI

3.1 Lokasi Penelitian



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Data penelitian meliputi data curah hujan 10 tahun terakhir, data klimatologi satu tahun terakhir. Dan data topografi Kota Balikpapan yang diambil dari *Google Earth*.

Sebelum melakukan penelitian maka dibuat langkah-langkah pelaksanaan alur kegiatan penelitian agar dapat berjalan secara sistematis dan tepat sasaran tercapainya tujuan penelitian. Langkah awal yang perlu dilakukan adalah studi pustaka lalu pengumpulan data sekunder dilanjutkan dengan menganalisa dan mengolah data. Analisis yang dilakukan adalah jumlah kebutuhan air dan ketersediaan air dengan menghitung debit andalan yang tersedia pada DAS Manggar, serta kapasitas pompa dan diameter pipa dengan menggunakan metode analitik. Dimulai dengan metode geometrik untuk menghitung proyeksi jumlah penduduk, selanjutnya menghitung debit andalan dengan menggunakan metode mock.

4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1. Perhitungan Proyeksi Penduduk

Berdasarkan sumber data jumlah penduduk pada kecamatan di Kota Balikpapan dari tahun 2003 hingga 2014, maka dapat dilakukan perhitungan proyeksi jumlah penduduk Balikpapan Utara, Balikpapan Selatan, Balikpapan Timur, Balikpapan Tengah, Balikpapan Barat dan Balikpapan Kota dengan tahun yang direncanakan.

Tabel 5. Pertumbuhan Penduduk (Balikpapan Utara)

Tahun	Jumlah	Perkembangan	
		Jiwa	%
2003	90514	0	0
2004	94028	3514	3.88
2005	94184	156	0.17
2006	94433	249	0.26
2007	96103	1670	1.77
2008	98541	2438	2.54
2009	102471	3930	3.99
2010	122098	19627	19.15
2011	123214	1116	0.91
2012	125759	2545	2.07
2013	130698	4939	3.93
2014	134146	3448	2.64
Jumlah		41.30	
Rata-rata		3.44	

Tabel 6. Proyeksi Penduduk (Balikpapan Utara)

No	Tahun	n	Metode Geometrik $P_n = P_o (1 + r)^n$
1	2015	Pn1	138763
2	2016	Pn2	143540
3	2017	pn3	148480
4	2018	pn4	153591
5	2019	pn5	158878
6	2020	pn6	164347
7	2021	pn7	170004
8	2022	pn8	175855
9	2023	pn9	181908
10	2024	pn10	188170
11	2025	pn11	194647
12	2026	pn12	201346
13	2027	pn13	208277
14	2028	pn14	215446
15	2029	pn15	222862
16	2030	pn16	230533
17	2031	pn17	238468
18	2032	pn18	246676
19	2033	pn19	255167
20	2034	pn20	263950
21	2035	pn21	273035

Metode Geometrik :

$$P_o = 134146 \text{ Jiwa}$$

$$r = 3.44 \%$$

$$= 0.034$$

Didapat persamaan *forward projection* :

$$P_n = 134146 (1+0.034)^1$$

Maka ;

$$P_{n1} = P_o (1 + r)^n$$

$$= 134146 (1+0.034)^1$$

$$= 138763 \text{ Jiwa}$$

4.2. Perhitungan Total Jumlah Kebutuhan Air Kota Balikpapan

4.2.1 Air Domestik

a) Sambungan Rumah Tangga (SR)

Tabel 7. Kebutuhan Air untuk Sambungan Rumah Tangga (Balikpapan Utara)

No.	Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)	Tingkat layanan (%)	Jumlah terlayani (jiwa)	Konsumsi Air Rerata (l / jiwa / hari)	Jumlah pemakaian (l / hari)	Jumlah kebutuhan air (l / detik)
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]
1	2015	138763	80	111010.7	120	13,321,285.8	154.18
2	2016	143540	80	114831.8	120	13,779,813.3	159.49
3	2017	148480	80	118784.4	120	14,254,123.6	164.98
4	2018	153591	80	122873.0	120	14,744,760.0	170.66
5	2019	158878	80	127102.4	120	15,252,284.4	176.53
6	2020	164347	80	131477.3	120	15,777,278.1	182.61
7	2021	170004	80	136002.9	120	16,320,342.5	188.89
8	2022	175855	80	140684.2	120	16,882,099.5	195.39
9	2023	181908	80	145526.6	120	17,463,192.6	202.12
10	2024	188170	80	150535.7	120	18,064,287.2	209.08
11	2025	194647	80	155717.3	120	18,686,072.0	216.27
12	2026	201346	80	161077.2	120	19,329,258.9	223.72
13	2027	208277	80	166621.5	120	19,994,584.8	231.42
14	2028	215446	80	172356.8	120	20,682,811.7	239.38
15	2029	222862	80	178289.4	120	21,394,727.8	247.62
16	2030	230533	80	184426.2	120	22,131,148.5	256.15
17	2031	238468	80	190774.3	120	22,892,917.3	264.96
18	2032	246676	80	197340.9	120	23,680,906.6	274.08
19	2033	255167	80	204133.5	120	24,496,019.1	283.52
20	2034	263950	80	211159.9	120	25,339,188.3	293.28
21	2035	273035	80	218428.2	120	26,211,380.0	303.37

Perhitungan Sambungan Rumah Tangga (SR):

1. Pada kolom [1] = Nomor urut.
2. Pada kolom [2] = Tahun Proyeksi (Tahun Perencanaan)
3. Pada Kolom [3] = Hasil Perhitungan Proyeksi Jumlah Penduduk
4. Pada Kolom [4] = Tabel 2.2 Perhitungan Konsumsi Air No.1-8 sesuai dengan kategori, kolom 1-6 sesuai dengan kategori.
5. Pada kolom [5] = [3] x [4]
6. Pada Kolom [6] = Ditentukan menurut kriteria perencanaan Dirjen Cipta Karya Dinas PU
7. Pada Kolom [7] = [5]x[6]
8. Pada kolom [8] = [7]/(24x60x60)

b) Hidran Umum (HU)

Tabel 8. Kebutuhan Air untuk Sambungan Hidran Umum (Balikpapan Utara)

No.	Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)	Tingkat layanan (%)	Jumlah terlayani (jiwa)	Konsumsi Air Rerata (l/ jiwa/ hari)	Jumlah pemakaian (l/ hari)	Jumlah kebutuhan air (l/ detik)
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]
1	2015	138763	20	27752.7	40	1,110,107.2	12.85
2	2016	143540	20	28707.9	40	1,148,317.8	13.29
3	2017	148480	20	29696.1	40	1,187,843.6	13.75
4	2018	153591	20	30718.3	40	1,228,730.0	14.22
5	2019	158878	20	31775.6	40	1,271,023.7	14.71
6	2020	164347	20	32869.3	40	1,314,773.2	15.22
7	2021	170004	20	34000.7	40	1,360,028.5	15.74
8	2022	175855	20	35171.0	40	1,406,841.6	16.28
9	2023	181908	20	36381.7	40	1,455,266.0	16.84
10	2024	188170	20	37633.9	40	1,505,357.3	17.42
11	2025	194647	20	38929.3	40	1,557,172.7	18.02
12	2026	201346	20	40269.3	40	1,610,771.6	18.64
13	2027	208277	20	41655.4	40	1,666,215.4	19.28
14	2028	215446	20	43089.2	40	1,723,567.6	19.95
15	2029	222862	20	44572.3	40	1,782,894.0	20.64
16	2030	230533	20	46106.6	40	1,844,262.4	21.35
17	2031	238468	20	47693.6	40	1,907,743.1	22.08
18	2032	246676	20	49335.2	40	1,973,408.9	22.84
19	2033	255167	20	51033.4	40	2,041,334.9	23.63
20	2034	263950	20	52790.0	40	2,111,599.0	24.44
21	2035	273035	20	54607.0	40	2,184,281.7	25.28

Perhitungan Hidran Umum (HU) :

1. Pada kolom [1] = Nomor urut.
2. Pada kolom [2] = Tahun Proyeksi (Tahun Perencanaan)
3. Pada Kolom [3] = Jumlah Penduduk Jiwa
4. Pada Kolom [4] = Standar Pemakaian dilihat pada tabel sebelumnya, tabel 2.2 Perhitungan Konsumsi Air. Dengan kategori kota berdasarkan jumlah penduduk (jiwa) dan termasuk kedalam kategori Kota yang sesuai, dengan nilai Konsumsi unit hidran (HU).
5. Pada kolom [5] = [3] x [4]
6. Pada Kolom [6] = Ditentukan menurut kriteria perencanaan Dirjen Cipta Karya Dinas PU
7. Pada Kolom [7] = [5]x[6]
8. Pada kolom [8] = [7]/(24x60x60)

4.2.2 Air NonDomestik

a) Fasilitas Pendidikan

Tabel 9. Kebutuhan Air untuk Fasilitas Pendidikan

No.	Tahun	Jumlah Pelajar (Orang)	Konsumsi air rerata (l/ murid/ hari)	Jumlah pemakaian (l/ hari)	Jumlah kebutuhan air (l/ detik)
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]
1	2015	141939	10	1419391	16.428
2	2016	146825	10	1468247	16.994
3	2017	151879	10	1518785	17.579
4	2018	157106	10	1571063	18.184
5	2019	162514	10	1625140	18.809
6	2020	168108	10	1681078	19.457
7	2021	173894	10	1738942	20.127
8	2022	179880	10	1798797	20.819
9	2023	186071	10	1860713	21.536
10	2024	192476	10	1924760	22.277
11	2025	199101	10	1991012	23.044
12	2026	205954	10	2059544	23.837
13	2027	213043	10	2130434	24.658
14	2028	220377	10	2203765	25.507
15	2029	227962	10	2279621	26.384
16	2030	235809	10	2358087	27.293
17	2031	243925	10	2439253	28.232
18	2032	252321	10	2523214	29.204
19	2033	261006	10	2610065	30.209
20	2034	269991	10	2699905	31.249
21	2035	279284	10	2792838	32.325

Perhitungan Kebutuhan Air untuk Fasilitas Pendidikan

1. Pada kolom [1] = Nomor urut.
2. Pada kolom [2] = Tahun Proyeksi (Tahun Perencanaan)
3. Pada Kolom [3] = Jumlah Proyeksi Pertumbuhan Pelajar tahun 2015 - 2035
4. Pada Kolom [4] = Tabel 2.4 Kebutuhan Air untuk Institusi
5. Pada kolom [5] = [3] x [4]
6. Pada kolom [6] = [5]/(24x60x60)

b) Fasilitas Puskesmas

Tabel 10. Kebutuhan Air untuk Fasilitas Puskesmas

No.	Tahun	Jumlah Puskesmas (Unit)	Konsumsi air rerata (l/Unit/hari)	Jumlah pemakaian (l/hari)	Jumlah kebutuhan air (l/detik)
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]
1	2015	38	2000	76000	0.880
2	2016	38	2000	76000	0.880
3	2017	38	2000	76000	0.880
4	2018	38	2000	76000	0.880
5	2019	38	2000	76000	0.880
6	2020	38	2000	76000	0.880
7	2021	38	2000	76000	0.880
8	2022	38	2000	76000	0.880
9	2023	38	2000	76000	0.880
10	2024	38	2000	76000	0.880
11	2025	38	2000	76000	0.880
12	2026	38	2000	76000	0.880
13	2027	38	2000	76000	0.880
14	2028	38	2000	76000	0.880
15	2029	38	2000	76000	0.880
16	2030	38	2000	76000	0.880
17	2031	38	2000	76000	0.880
18	2032	38	2000	76000	0.880
19	2033	38	2000	76000	0.880
20	2034	38	2000	76000	0.880
21	2035	38	2000	76000	0.880

Perhitungan Kebutuhan Air untuk Fasilitas Puskesmas:

- Pada kolom [1] = Nomor urut.
- Pada kolom [2] = Tahun Proyeksi (Tahun Perencanaan)
- Pada Kolom [3] = Jumlah Unit diasumsikan bersifat konstan
- Pada Kolom [4] = Tabel 2.4 Kebutuhan Air untuk Institusi
- Pada kolom [5] = [3] x [4]
- Pada kolom [6] = [5]/(24x60x60)

c) Fasilitas Peribadatan

Tabel 11. Kebutuhan Air untuk Fasilitas Peribadatan

No.	Tahun	Jumlah (Unit)	Konsumsi air rerata (l/Unit/hari)	Jumlah pemakaian (l/hari)	Jumlah kebutuhan air (l/detik)
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]
1	2015	30	3000	90000	1.042
2	2016	30	3000	90000	1.042
3	2017	30	3000	90000	1.042
4	2018	30	3000	90000	1.042
5	2019	30	3000	90000	1.042
6	2020	30	3000	90000	1.042
7	2021	30	3000	90000	1.042
8	2022	30	3000	90000	1.042
9	2023	30	3000	90000	1.042
10	2024	30	3000	90000	1.042
11	2025	30	3000	90000	1.042
12	2026	30	3000	90000	1.042
13	2027	30	3000	90000	1.042
14	2028	30	3000	90000	1.042
15	2029	30	3000	90000	1.042
16	2030	30	3000	90000	1.042
17	2031	30	3000	90000	1.042
18	2032	30	3000	90000	1.042
19	2033	30	3000	90000	1.042
20	2034	30	3000	90000	1.042
21	2035	30	3000	90000	1.042

Perhitungan Kebutuhan Air untuk Fasilitas Mesjid:

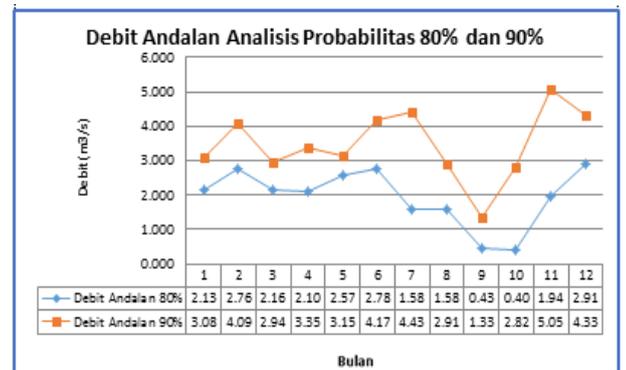
- Pada kolom [1] = Nomor urut.
- Pada kolom [2] = Tahun Proyeksi (Tahun Perencanaan)
- Pada Kolom [3] = Jumlah Unit diasumsikan bersifat konstan
- Pada Kolom [4] = Tabel 2.4 Kebutuhan Air untuk Institusi
- Pada kolom [5] = [3] x [4]
- Pada kolom [6] = [5]/(24x60x60)

4.3 Perhitungan Analisis Debit Andalan

4.3.1 Probabilitas 80% dan 90%

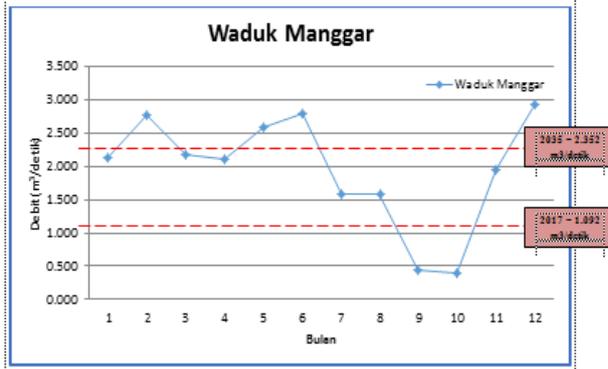
Tabel 12. Analisis Debit Andalan Probabilitas 80% dan 90%

No.	Bulan	80%	90%
1	Jan	2.133	3.089
2	Feb	2.760	4.093
3	Mar	2.167	2.945
4	Apr	2.101	3.358
5	Mei	2.577	3.156
6	Jun	2.781	4.178
7	Jul	1.585	4.434
8	Aug	1.588	2.916
9	Sep	0.439	1.338
10	Okt	0.408	2.822
11	Nop	1.942	5.051
12	Des	2.914	4.331
Rata-rata		1.950	3.476



Gambar 2. Grafik Analisis Debit Andalan Probabilitas 80% dan 90%

4.3.2 Probabilitas 80% dan Jumlah Kebutuhan Waduk Manggar



Gambar 3. Grafik Analisis Debit Andalan Probabilitas 80% dan Jumlah Total Kebutuhan Air Kota Balikpapan

Dari grafik diatas dapat disimpulkan bahwa Balikpapan di tahun 2017 membutuhkan tambahan air bersih di bulan 9 dan 10, sedangkan ditahun 2035 Balikpapan membutuhkan tambahan air apda bulan 3,4 7, 8, 9, dan 10

Kehilangan air diperkirakan 20% maka kebutuhan kapasitas produksinya untuk tahun 2035 adalah sebesar :
Jumlah Kebutuhan Air Balikpapan = 2352.02 l/det
= 2.3520 m³/det

Karena pada bulan 9 dan 10 Waduk Manggar kekurangan air sebesar 0.439 m³/detik dan 0.408 m³/detik. Maka jumlah kebutuhan air Balikpapan akan ditambah dengan ketersediaan air di Waduk Manggar sebesar 0.4232 m³/detik (diambil nilai rata-rata debit air pada bulan 9 dan bulan 10)

Total Jumlah Air Balikpapan = 2.3520 m³/det + 0.4232 m³/det = 2.7752 m³/det = 2775.52 liter/detik

Total Kebutuhan (l/detik) = 2775.22 + 20% = 2775.22 + 555.04 = 3330.26 liter/detik

4.4 Perhitungan Diameter Pipa

- PIPA I

Data :

$$Q = 3330.26 \text{ ltr/detik} = 3.330 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$Q = V \times A$$

$$Q = V \times \left(\frac{1}{4} \times 3.14 \times D^2\right)$$

$$3.330 = V \times \left(\frac{1}{4} \times 3.14 \times D^2\right)$$

$$D^2 = \frac{Q/V}{\pi/4}$$

$$D^2 = \frac{3.330/1.5}{\pi/4}$$

$$= \frac{3.14/4}{2.220}$$

$$= \frac{0.785}{2.220}$$

$$= 2.828$$

$$D = 1.682 \text{ m}$$

$$= 168.174 \text{ cm}$$

$$= 1681.739 \text{ mm} = 1600 \text{ mm}$$

$$= 66.210 \text{ inch} = 64 \text{ inch}$$

Tabel 13. Rekapitulasi Diameter Pipa HDPE

No	Link	Panjang (m)	Diameter (mm)	Kekasaran	Kecepatan (m/det)	hf (m)	Jenis Pipa
1	Pipa I	8875	1600	0.005	1.500	10.899	HDPE
2	Pipa II	12211	1600	0.005	1.500	14.996	HDPE
3	Pipa III	8012	1600	0.005	1.500	9.840	HDPE
4	Pipa IV	12865	1600	0.005	1.500	15.800	HDPE
5	Pipa V	5931	1400	0.005	2.000	11.648	HDPE
6	Pipa VI	4661	1400	0.005	2.000	9.154	HDPE
7	Pipa VII	9042	1400	0.005	2.000	17.759	HDPE
8	Pipa VIII	5403	1400	0.005	2.000	10.611	HDPE

4.5 Perhitungan Kehilangan Tekanan Air pada Pipa

Dengan Panjang Pipa I = 8874.77 m

a) Mencari Luas Penampang (A)

PIPA I

$$A = \frac{1}{4} \times 3.14 \times D^2 = \frac{1}{4} \times 3.14 \times 1.682^2 = 2.220 \text{ m}^2$$

b) Mencari Kecepatan Aliran (v)

PIPA I

$$A = \frac{Q}{v} = \frac{3.330}{2.220} = 1.50 \text{ m/det}$$

c) Mencari Nilai Re

PIPA I

$$Re = \frac{v \times D}{\nu} = \frac{1.500 \times 1.682}{1.007 \times 10^{-6}} = 2505073 \rightarrow \text{Turbulen} \rightarrow 4000 < Re < 100000$$

d) Mencari Nilai f

$$f_1 = 0.0055 \left[1 + \left(20.000 \frac{k}{d} \frac{10^{-6}}{Re} \right)^{1/3} \right]$$

- PIPA I

$$f_1 = 0.0055 \left[1 + \left(20.000 \frac{0.005}{1.68174} + \frac{10^{-6}}{753007.23} \right)^{1/3} \right] = 0.02702$$

e) Mencari Nilai Hf

PIPA I

$$hf_1 = f \frac{L1}{D1} \frac{v^2}{2g} = 0.02702 \frac{8875}{1.682} \frac{1.500}{19.62} = 10.8993 \text{ m}$$

4.6 Perhitungan Daya Pompa

$$\begin{aligned} H_1 &= H_s + h_f \\ &= 71.323 + 10.8993 \\ &= 82.2223 \text{ m} \end{aligned}$$

DAYA POMPA

$$\begin{aligned} \text{Pompa 1} \\ D_1 &= \frac{Q \times H \times \gamma}{75 \times n} \\ &= \frac{3.33026 \times 82.2223 \times 1000}{75 \times 0.82} \\ &= 4452.39 \text{ hp} \\ &= 3320144 \text{ Watt} \\ &= 3320.14 \text{ KW} \end{aligned}$$

Tabel 14. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Daya Pompa

No	Link	Elevasi (m)	Tekanan Efektif (m)	Daya Pompa		
				hp	Watt	KW
1	D-1	3.353	82.22230017	4452.386	3320144.075	3320.144
2	D-2	74.676	43.34325372	2710.692	2021363.046	2021.363
3	D-3	46.329	51.29314321	3207.879	2392115.388	2392.115
4	D-4	87.782	20.98053147	1312.125	978451.486	978.451
5	D-5	82.601	42.12789	2634.683	1964683.146	1964.683
6	D-6	52.121	10.67771756	667.786	497967.777	497.968
7	D-7	53.645	26.90250547	1682.486	1254629.630	1254.630
8	D-8	62.789	19.75477413	1235.466	921286.867	921.287

5 KESIMPULAN DAN SARAN

5.3 Kesimpulan

1. Dari hasil perhitungan menggunakan metode geometrik dalam pertumbuhan penduduk didapat kebutuhan air bersih Kota Balikpapan pada tahun 2035 sebesar 2352.02 liter/detik atau sama dengan 2.3520 m³/detik. Ditambah dengan debit Waduk Manggar yang tersedia sebesar 0.4232 m³/detik menjadi 2.7752 m³/detik atau sama dengan 2775.21 liter/detik. Serta ditambah dengan kehilangan air 20% maka kebutuhan air total Kota Balikpapan di tahun 2035 sebesar 3330.26 liter/detik.
2. Dari Analisis Debit Andalan probabilitas 80% dan Jumlah total kebutuhan air Kota Balikpapan yang ada, dapat disimpulkan bahwa Kota Balikpapan di tahun 2017 membutuhkan tambahan air bersih di bulan 9 dan 10, sedangkan ditahun 2035 Balikpapan membutuhkan tambahan air apda bulan 3,4 7, 8, 9, dan 10.
3. Dari hasil perhitungan kebutuhan air bersih Kota Balikpapan sebagai acuan menghitung diameter pipa distribusi didapat dengan berbagai pipa yang ada sesuai dengan kebutuhan pada jalur pipa yaitu Pipa I, Pipa II, Pipa III dan Pipa IV menggunakan Diameter Pipa 1600 mm, sedangkan Pipa V, Pipa VI, Pipa VII, Pipa VIII menggunakan Diameter Pipa sebesar 1400 mm.
4. Dari hasil yang didapat dari nilai kebutuhan, diameter pipa dan kehilangan energi menghitung daya pompa akan digunakan dengan debit sebesar

2.7752 m³/det, besar jenis zat cair 1.000 kgf/m³ dan nilai efisiensi pompa 0,82 dan 0,70. Jadi, Total daya pompa yang dipakai untuk perencanaan distribusi air bersih Balikpapan sebesar 17903.502 HP atau sama dengan 13350.641 KW.

5.4 Saran

1. Menggunakan data pendukung lebih lengkap lagi, agar mempermudah dalam proses Analisis.
2. Lebih detail dalam proses perhitungan , agar meminimalisir kesalahan dalam perhitungan. Dan melakukan pengembangan dari skripsi sebelumnya dengan menggunakan berbagai program atau *software* atau dengan beberapa metode perhitungan lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Alimudin and Daulay, Saleh, Hasyim., 2015, *Mahakam River As A Potential Raw Water Source On Regional Basis For Balikpapan, Samarinda and Kutai Kartanegara Area*. HATHI, The 5TH International Seminar. Bali.
- Badan Pendukung Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum (BPPSPAM). Kementerian PU. 2009. *Pedoman Operasi Dan Pemeliharaan Unit Distribusi Edisi Ke-2*. Jakarta.
- Fazrin, Maulana., 2018, *Perencanaan Distribusi Air Bersih Universitas Mulawarman*. Tugas Akhir, S1, Jurusan Teknik Sipil Universitas Mulawarman
- Hadisusanto, Nugroho, 2011, *Aplikasi Hidrologi*, Yogyakarta: Jogja Mediautama
- Kodoatie, Robert J., 2009, *Hidrolika Terapan Aliran Pada Saluran Terbuka dan Pipa*, Yogyakarta.
- Noor, Nita Ocktavian., 2013, *Simulasi Perbandingan Efisiensi Energi Pompa pada Arah Pemompaan Menggunakan Software Epanet 2.0*. Tugas Akhir, S1, Jurusan Teknik Sipil Universitas Mulawarman.
- Sandy, Ananda Taqwakul., 2015, *Perhitungan Reservoir dan Sistem Perpipaan Air Bersih pada Desa Teluk Dalam Kabupaten Kutai Kartanegara Dengan Software Epanet*. Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Samarinda.

- Selintung, Mary, 2012, *Pengenalan Sistem Penyedia Air Minum*, Makasar.
- Ristiyani, Helvi., 2016, Perhitungan Debit Banjir Sungai Karang Mumus dengan Menggunakan Metode Mock. Tugas Akhir, S1, Jurusan Teknik Sipil Universitas Mulawarman.
- Rossman, Lewis A., 2007. *EPANET 2 Users Manual Versi Bahasa Indonesia*, National Risk Management Research Laboratory Office Of Research And Development U.S. Environmental Protection Agency Cincinnati, Oh 45268
- Triatmodjo, Bambang. 1996. *"Hidrolika I"*. Beta Offset, Yogyakarta.
- Triatmodjo, Bambang. 1996. *"Hidrolika II"*. Beta Offset, Yogyakarta.