

MODEL JARINGAN DISTRIBUSI AIR BERSIH DI AMBAWANG, KALIMANTAN BARAT DENGAN SOFTWARE WATERCAD

CLEAN WATER DISTRIBUTION NETWORK MODEL IN AMBAWANG, WEST KALIMANTAN WITH WATERCAD SOFTWARE

¹Diyanti, ²Haryono Putro, ³Fani Yayuk Supomo

^{1,2,3}Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Gunadama.

¹diyanti@staff.gunadarma.ac.id, ²haryono_putro@staff.gunadarma.ac.id,

³fani_ts@staff.gunadarma.ac.id

Abstrak

Kebutuhan akan air bersih semakin meningkat setiap harinya, namun jumlah penyediaan prasarana air bersih saat ini masih terbatas dan belum merata. Persentase jumlah penduduk terlayani jaringan distribusi air bersih di Ambawang sesuai dengan data Perusahaan Daerah Air Minum Tirta Raya hingga tahun 2021 baru dapat melayani 16,41% dari total kebutuhan penduduk. Terdapat 83,59% daerah rencana layanan belum terdapat jaringan distribusi air bersih. Tujuan dari penelitian ini menentukan proyeksi jumlah penduduk sesuai dengan tahun perencanaan, menentukan proyeksi kebutuhan air bersih, mendapatkan besarnya kapasitas dan, model jaringan distribusi air bersih di rencana daerah layanan. Metode yang digunakan untuk analisis proyeksi jumlah penduduk dengan menggunakan metode aritmatik, metode geometrik, dan metode least square. Model jaringan distribusi air bersih dengan menggunakan bantuan software WaterCAD V8I dimana umur rencana disimulasi dengan data kebutuhan air selama 20 tahun. Data yang digunakan yaitu berupa data sekunder yang didapatkan dari PDAM Tirta Raya Kalimantan Barat. Hasil dari perencanaan ini didapatkan jumlah penduduk hasil proyeksi di wilayah pelayanan dari sumber air cabang Sungai Ambawang pada tahun 2041 adalah 57.662 jiwa dengan total kebutuhan air sebesar 88,29 liter/detik, kapasitas reservoir yang direncanakan untuk dapat melayani kebutuhan air yaitu sebanyak 1 buah ground reservoir dengan kapasitas 1.404 m³. Diameter pipa yang digunakan berdasarkan hasil simulasi dengan WaterCAD didapatkan 110 mm dan 250 mm.

Kata kunci: model distribusi air bersih, waterCAD

Abstract

The need for clean water is increasing every day, but the number of clean water infrastructure provisions is currently limited and uneven. The percentage of the population served by the clean water distribution network in Ambawang according to data from the Tirta Raya Drinking Water Regional Company until 2021 can only serve 16.41% of the total population needs. There are 83.59% of service plan areas that do not have a clean water distribution network. The purpose of this study is to determine the projection of the number of residents according to the planning year, determine the projection of clean water needs, obtain the size of capacity and, the model of the clean water distribution network in the service area plan. The method used for the analysis of the projection of the number of inhabitants using the arithmetic method, the geometric method, and the least square method. Clean water distribution network model using the help of WaterCAD V8I software where the life of the plan is simulated with water needs data for 20 years. The data used is in the form of secondary data obtained from PDAM Tirta Raya, West Kalimantan. The results of this plan obtained the number of residents projected in the service area from the Ambawang River branch water source in 2041 is 57,662 people with a total water needs of 88.29 liters / second, the reservoir capacity planned to be able to serve water needs is 1 ground reservoir with a capacity of 1,404 m³. The diameter of the pipe used based on the simulation results with WaterCAD was obtained 110 mm and 250 mm.

Keywords: clean water distribution model, waterCAD

PENDAHULUAN

Kebutuhan akan air bersih semakin meningkat setiap harinya seiring dengan perkembangan laju pembangunan di berbagai bidang dan jumlah penduduk yang terus bertambah. Disisi lain jumlah penyediaan prasarana air bersih saat ini masih relatif terbatas dan pelayanan penyediaan air bersih belum merata, sehingga belum bisa memenuhi semua kebutuhan air. Pengelolaan penyediaan air bersih dilakukan sesuai dengan ketersediaan sarana dan prasarana pada setiap daerah. Sumber air bersih yang digunakan di Wilayah Kabupaten Kubu Raya berasal dari Sungai Kapuas yang kemudian dilakukan pengolahan air tersebut yang nantinya digunakan sebagai sumber air minum oleh Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Tirta Raya untuk memenuhi kebutuhan sumber air bersih (PDAM Tirta Raya, 2020).

Wilayah pelayanan dari sumber air cabang Sungai Ambawang terdiri tiga desa, yaitu Desa Kapur, Desa Madu Sari, dan Desa Durian. Ketiga desa tersebut berada di Kabupaten Kubu Raya yang terletak tidak jauh dari ibu kota Provinsi Kalimantan Barat, Indonesia. Luas wilayah pelayanan dari sumber air cabang Sungai Ambawang adalah sebesar 88,11km². Jumlah penduduk pada wilayah tersebut berdasarkan angka hasil proyeksi penduduk pada tahun 2020 berjumlah 25.304 jiwa dengan jumlah laki-laki sebanyak 13.055 jiwa dan jumlah perempuan sebanyak 12.249 jiwa (BPS Kabupaten Kubu Raya, 2021).

Penyediaan air bersih yang diselenggarakan oleh PDAM Tirta Raya pada wilayah pelayanan dari sumber air cabang Sungai Ambawang hingga tahun 2021 baru mampu melayani 16,41% penduduk, sehingga masih banyak penduduk yang belum terjangkau pelayanan jaringan air bersih dari PDAM. Penduduk yang belum terlayani air bersih menggunakan air tanah sebagai

keperluan sehari-hari. Kuantitas dan ketersediaan air tanah cukup berlimpah, namun jika dilihat dari segi kualitas air tanah di Kabupaten Kubu Raya terancam intrusi air laut pada tahun normal dan tahun kering di musim kemarau karena penggunaan air tanah yang terus meningkat setiap tahunnya (Ricka dan Arwin, 2014).

Berdasarkan kondisi tersebut, maka diperlukan alternatif lain yaitu penggunaan air dari PDAM. Data yang diperoleh dari PDAM, masyarakat yang belum terlayani jaringan air bersih pada wilayah pelayanan dari sumber air cabang Sungai Ambawang adalah sebanyak 83,59%. Agar pelayanan air bersih dari PDAM Tirta Raya dapat menjangkau semua masyarakat yang ada di wilayah pelayanan tersebut, maka pada penelitian ini akan dilakukan pemodelan jaringan distribusi air bersih dengan wilayah pelayanan dari sumber air cabang Sungai Ambawang, Kalimantan Barat.

Berdasarkan hal tersebut, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut menentukan proyeksi jumlah penduduk sampai 20 tahun yang akan datang, menentukan proyeksi kebutuhan air bersih, mendapatkan besarnya kapasitas dan dimensi reservoir distribusi, dan simulasi hidrolis dengan menggunakan *software WaterCAD*.

METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah melakukan analisis proyeksi penduduk, analisis kebutuhan air bersih, analisis fluktuasi air, analisis hidrolika, dan simulasi pemodelan hidrolis.

1. Analisis proyeksi penduduk

Analisis proyeksi ini sebagai dasar perencanaan 20 tahun kedepan untuk perhitungan kebutuhan air. Metode yang digunakan, yaitu metode aritmatik, geometrik, dan *least square*. Metode yang terpilih yaitu

metode yang memiliki nilai standar deviasi terkecil dan nilai koefisien korelasi mendekati 1 (satu). Rumus yang digunakan dalam analisis proyeksi jumlah penduduk, yaitu:

a. Metode geometrik

Tahapan perhitungan yang dilakukan dengan melakukan perhitungan laju pertumbuhan penduduk dan jumlah penduduk pada tahun n jiwa dengan menggunakan rumus berikut:

$$r = \left(\frac{P_o}{P_t}\right)^{\frac{1}{n}} - 1 \tag{1}$$

$$P_n = P_o(1 + r)^n \tag{2}$$

dimana:

- P_n : Jumlah penduduk pada tahun n (jiwa)
- P_o : Jumlah penduduk pada tahun dasar (jiwa)
- r : Laju pertumbuhan penduduk (% tahun)
- n : Rentang waktu antara P_o dan P_t (tahun)

b. Metode Aritmatika

Rumus yang digunakan untuk mendapatkan konstanta aritmatika dan jumlah penduduk pada tahun ke n, yaitu :

$$P_n = P_o + K_a(T_n - T_o) \tag{3}$$

$$K_a = \frac{P_a - P_1}{T_2 - T_1} \tag{4}$$

dimana:

- T_n : Tahun ke n
- T_o : Tahun dasar
- K_a : Konstanta aritmatika
- P₁ : Jumlah penduduk yang diketahui pada tahun ke-1 (jiwa)
- P₂ : Jumlah penduduk yang diketahui pada tahun ke terakhir (jiwa)
- T₁ : Tahun ke 1 yang diketahui
- T₂ ; Tahun ke 2 yang diketahui

c. Metode Least Square

Persamaan yang digunakan dalam perhitungan pertumbuhan penduduk, yaitu:

$$Y_i = a + b.x \tag{5}$$

$$a = \frac{\sum Y \cdot \sum X^2 - \sum X \cdot \sum XY}{n \cdot \sum X^2 - (\sum X)^2} \tag{6}$$

$$b = \frac{n \cdot \sum X \cdot Y - \sum X \cdot \sum Y}{n \cdot \sum X^2 - (\sum X)^2} \tag{7}$$

dimana:

- Y_i : Nilai variabel berdasarkan garis regresi
- X : Variabel independent
- a : Konstanta
- b : Variabel arah regresi linier

Setelah dilakukan perhitungan pertumbuhan penduduk, selanjutnya dilakukan perhitungan standar deviasi dan koefisien korelasi. Kemudian dilakukan pemilihan model proyeksi penduduk dari 3 metode tersebut mana yang nilai standar deviasi terkecil dan koefisien korelasi mendekati 1. Berikut rumus untuk mencari nilai standar deviasi dan koefisien korelasi:

$$r_{xy} = \frac{\sum XY}{\sqrt{(\sum X^2)(\sum Y^2)}} \tag{8}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum(Y_i - X_i \text{ rat})^2}{n}} \tag{9}$$

dimana:

- Σ_{XY} : Koefisien Korelasi
- S : Standar deviasi
- Y_i : Jumlah penduduk pada tahun ke n (jiwa)
- X_i rat : Rata-rata jumlah penduduk dari data yang diketahui (jiwa)
- n : Jumlah data yang diketahui

2. Analisis kebutuhan air bersih

Analisis kebutuhan air bersih dihitung dengan acuan yang terdapat pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 18 Tahun 2007 dimana perhitungan kebutuhan air bersih dengan memperhitungkan kehilangan air

sebesar 15%. Sedangkan untuk perhitungan kebutuhan air per liter per orang per hari yaitu dengan mengacu ke Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 14 Tahun 2010. Pada analisis ini kebutuhan air yang diperhitungkan pada pemodelan simulasinya yaitu dengan memperkatikan proyeksi jumlah penduduk selama tahun perencanaan. Adapun rumus yang digunakan untuk perhitungan air domestik, yaitu:

$$KD = JPT \times KP \times 86400 \quad (10)$$

dimana:

KD: Kebutuhan air domestik

JPT: Jumlah Penduduk Terlayani

KP: Kebutuhan Pokok

3. Analisis fluktuasi air

Pada analisis ini dilakukan perhitungan terhadap kebutuhan air harian rata-rata, kebutuhan air harian maksimum, dan kebutuhan air jam puncak dengan mengacu ke SNI 7831:2012 untuk faktor harian maksimum 1–1,15 dan faktor jam puncak 1,5– 2. Adapun rumus yang digunakan yaitu:

a. Kebutuhan air harian rata-rata

Rumus yang digunakan :

$$Q_{rh} = Q_{dh} + Q_{ndh} + Q_{ka} + Q_{pk} \quad (11)$$

dimana:

Q_{rh} : Kebutuhan air rata-rata harian (l/det)

Q_{dh} : Kebutuhan air domestik harian (l/det)

Q_{ndh} : Kebutuhan air non domestik harian (l/det)

Q_{ka} : Kehilangan air bersih (l/det)

Q_{pk} : Kebutuhan air pemadam kebakaran (l/det)

b. Kebutuhan air harian maksimum

Rumus yang digunakan:

$$Q_{max} = F_{max} + Q_{rh} \quad (12)$$

dimana:

Q_{max} : Kebutuhan air harian maksimum (l/det)

F_{max} : Faktor harian maksimum 1,1 (kota kecil)

Q_{av} : Kebutuhan air rata-rata harian (l/det)

c. Kebutuhan air jam puncak

Rumus yang digunakan didalam perhitungan kebutuhan air pada jam puncak:

$$Q_{peak} = F_{peak} + Q_{rh}$$

(13)

dimana:

Q_{peak} : Kebutuhan air jam maksimum (l/det)

F_{peak} : Faktor jam puncak 1,5 (kota kecil)

Q_{av} : Kebutuhan air rata-rata harian (l/det)

4. Analisis Hidrolika

Tahap selanjutnya setelah didapatkan kebutuhan air jam maksimum, maka langkah selanjutnya dilakukan analisis hidrolika terhadap prasarana yang terdapat didalam jaringan distribusi air bersih yang direncanakan.

5. Pemodelan jaringan pipa distribusi

Pemodelan jaringan pipa distribusi dilakukan dengan bantuan software Water CAD versi 8.i, dimana hasil yang adalah skema jaringan, debit air, tekanan, kecepatan, dan kehilangan air. Penelitian dilakukan di wilayah pelayanan dari sumber air cabang Sungai Ambawang PDAM Tirta Raya. Dimana wilayah pelayanan dari sumber air cabang Sungai Ambawang meliputi tiga desa, yaitu Desa Kapur, Desa Madu Sari, dan Desa Durian. Ketiga desa tersebut berada di Kabupaten Kubu Raya yang terletak tidak jauh dari Ibu Kota Provinsi Kalimantan Barat. Kabupaten Kubu Raya secara astronomis terletak antara 109° 02' 19,32" Bujur Timur –

109° 58' 32,16" Bujur Timur dan 0° 13' 40,83" Lintang Utara – 1° 00' 53,09" Lintang Selatan. Wilayah Kabupaten Kubu Raya bagian barat berbatasan dengan Laut Natuna, bagian timur berbatasan dengan Kabupaten Ketapang dan Kabupaten Sanggau, bagian utara berbatasan dengan Kabupaten Mempawah, Kota Pontianak, dan Kabupaten Landak, serta pada bagian selatan berbatasan dengan Kabupaten Kayong Utara. Kabupaten Kubu Raya merupakan dataran rendah dengan ketinggian rata-rata \pm 84 meter di atas permukaan laut. Luas wilayah Kabupaten Kubu Raya adalah berupa daratan seluas 6.958,24 km². Kabupaten Kubu Raya terdiri dari sembilan kecamatan yaitu Batu Ampar, Terentang, Kubu, Teluk Pakedai, Sungai Kakap, Rasau Jaya, Sungai Raya, Sungai Ambawang, dan Kuala Mandor B. Adapun lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.

Data yang digunakan pada penelitian ini, yaitu antara lain:

1. Data jumlah penduduk, fasilitas Pendidikan, peribadatan, dan sarana serta prasaranan yang didapat dari Badan Pusat Statistika, 2020;

2. Data jumlah pelanggan Perusahaan Daerah Air Minum Tirta Raya; dan
3. Gambar rencana skema jaringan air bersih.

Langkah-langkah perencanaan yang dilakukan terkait dengan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Studi Literatur

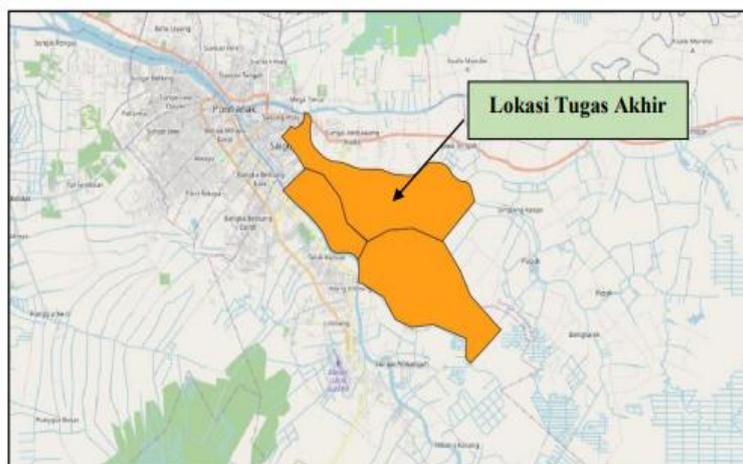
Studi literatur yang dilakukan oleh penulis yaitu dengan melakukan pencarian terhadap berbagai sumber tertulis, berupa buku-buku, arsip, artikel, dan jurnal.

2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang diperlukan, antara lain data kependudukan, data fasilitas sosial dan fasilitas umum, peta jaringan pipa distribusi, data pipa, dan data jumlah pelanggan PDAM.

3. Melakukan analisis kebutuhan air dengan melakukan perhitungan dari data yang tersedia.

4. Melakukan simulasi jaringan distribusi air bersih dengan menggunakan *software* WaterCAD.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Sumber: Perumda air minum Tirta Raya Kubu Raya, 2021

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Proyeksi Penduduk

a. Metode Aritmatik

Perhitungan konstanta aritmatik:

$$K_a = \frac{P_2 - P_1}{T_2 - T_1}$$

$$K_a = \frac{25304 - 16864}{2020 - 2011}$$

$$K_a = 937,78$$

Contoh perhitungan proyeksi penduduk:

$$P_n = P_0 + K_a (T_n - T_0)$$

$$P_{2019} = 25304 + 937,78 (2019 - 2020)$$

$$P_{2019} = 24366 \text{ jiwa}$$

Perhitungan faktor korelasi:

$$r_{xy} = \frac{\sum XY}{\sqrt{(\sum X^2)(\sum Y^2)}}$$

$$r_{xy} = \frac{47868398}{\sqrt{(54422258)(72552741)}}$$

$$r_{xy} = 0,76$$

Perhitungan standar deviasi:

$$S = \sqrt{\frac{\sum (Y_i - X_i \text{ rat})^2}{n}}$$

$$S = \sqrt{\frac{131441470}{10}}$$

$$S = 3625,49$$

b. Metode Geometrik

Perhitungan laju pertumbuhan penduduk:

$$r = \left(\frac{P_t}{P_0}\right)^{\frac{1}{t}} - 1$$

$$r = \left(\frac{25304}{16864}\right)^{\frac{1}{9}} - 1$$

$$r = 0,04$$

Contoh perhitungan proyeksi penduduk:

$$P_t = P_0 (1 + r)^t$$

$$P_{2019} = 25304 (1 + 0,04)^{-1}$$

$$P_{2019} = 24331 \text{ jiwa}$$

Perhitungan faktor korelasi:

$$r_{xy} = \frac{\sum XY}{\sqrt{(\sum X^2)(\sum Y^2)}}$$

$$r_{xy} = \frac{43869721}{\sqrt{(54422258)(57662042)}}$$

$$r_{xy} = 0,78$$

Perhitungan standar deviasi:

$$S = \sqrt{\frac{\sum (Y_i - X_i \text{ rat})^2}{n}}$$

$$S = \sqrt{\frac{129886622}{10}}$$

$$S = 3603,98$$

c. Metode Least Square

Perhitungan nilai konstanta:

$$a = \frac{(\sum Y)(\sum X^2) - (\sum X)(\sum XY)}{N(\sum X^2) - (\sum X)^2}$$

$$a = \frac{(186573)(385) - (55)(1077196)}{10(385) - (55)^2}$$

$$a = 15254 \text{ jiwa}$$

Perhitungan variabel arah regresi linier:

$$b = \frac{N(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{N(\sum X^2) - (\sum X)^2}$$

$$b = \frac{10(1077196) - (55)(186573)}{10(385) - (55)^2}$$

$$b = 619$$

Contoh perhitungan proyeksi penduduk:

$$Y_i = a + (b \cdot X)$$

$$Y_{2019} = 15254 + 619 \times (-1)$$

$$Y_{2019} = 14635 \text{ jiwa}$$

Perhitungan faktor korelasi:

$$r_{xy} = \frac{\sum XY}{\sqrt{(\sum X^2)(\sum Y^2)}}$$

$$r_{xy} = \frac{31596546}{\sqrt{(54422258)(31610783)}}$$

$$r_{xy} = 0,76$$

Perhitungan standar deviasi:

$$S = \sqrt{\frac{\sum (Y_i - X_i \text{ rat})^2}{n}}$$

$$S = \sqrt{\frac{177346530}{10}}$$

$$S = 6439,12$$

Hasil analisis proyeksi jumlah penduduk didapatkan metode yang sesuai dengan data perencanaan yaitu metode geometrik dimana didapatkan nilai standar deviasi paling kecil dan koefisien korelasi mendekati satu, seperti terlihat pada Tabel 1. Setelah didapatkan metode yang sesuai dengan lokasi penelitian, maka selanjutnya dilakukan proyeksi penduduk selama umur rencana yaitu 20 Tahun. Hasil proyeksi penduduk didapatkan jumlah penduduk di daerah layanan pada Tahun 2041, yaitu sebanyak 57.662 jiwa/tahun seperti terlihat

pada Tabel 2.

Setelah didapatkan proyeksi penduduk sesuai dengan tahun rencana, maka tahap selanjutnya dilakukan perhitungan kebutuhan air bersih untuk sector domestic dan non domestik yang terdapat di daerah perencanaan. Berikut disampaikan hasil perhitungan domestik yaitu 4.555.298 liter/detik dan kebutuhan air non domestik untuk beberapa fasilitas yaitu 1.095.100 liter/detik untuk detail dari kebutuhan air secara keseluruhannya dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 1. Perbandingan Nilai Standar Deviasi dan Koefisien Korelasi

Metode	Nilai S	Nilai R
Geometrik	3603,98	0,78
Aritmatik	3625,49	0,76
<i>Least Square</i>	6439,12	0,76

Sumber: Hasil Penelitian, 2021

Tabel 2. Proyeksi Penduduk Selama 20 Tahun

Tahun	Metode Aritmatika	Metode Geometrik	Metode Least Square
2021	26.242	26.316	15.873
2022	27.180	27.369	16.492
2023	28.117	28.464	17.111
2024	29.055	29.602	17.730
2025	29.993	30.786	18.349
2026	30.931	32.018	18.968
2027	31.868	33.298	19.587
2028	32.806	34.630	20.206
2029	33.744	36.015	20.825
2030	34.682	37.456	21.444
2031	35.620	38.954	22.063
2032	36.557	40.513	22.682
2033	37.495	42.133	23.301
2034	38.433	43.818	23.920
2035	39.371	45.571	24.539
2036	40.308	47.394	25.158
2037	41.246	49.290	25.777
2038	42.184	51.261	26.396
2039	43.122	53.312	27.015
2040	44.060	55.444	27.634
2041	44.997	57.662	28.253

Sumber: Hasil Perhitungan, 2021

Tabel 3. Total Kebutuhan Air

No.	Jenis Kebutuhan	Nilai	Satuan
1. Kebutuhan Domestik (D)			
	Sambungan Rumah	4.036.340	liter/hari
	Hidran Umum	518.958	liter/hari
	Jumlah Kebutuhan Air Domestik (a)	4.555.298	liter/hari
2. Kebutuhan Non Domestik (ND)			
	Fasilitas Pendidikan	213.800	liter/hari
	Fasilitas Peribadatan	508.600	liter/hari
	Fasilitas Kesehatan	30.100	liter/hari
	Fasilitas Perdagangan	342.600	liter/hari
	Jumlah Kebutuhan Air Non Domestik (b)	1.095.100	liter/hari
	Jumlah Kebutuhan Air D & ND (a+b)	5.650.398	liter/hari
3	Pemadam Kebakaran 20% (c)	1.130.079,6	liter/hari
4	Kehilangan Air (a+b+c+d)	847.559,7	liter/hari
	Total Kebutuhan Air (a+b+c+d)	7.628.037,3	liter/hari
	Total Kebutuhan Air	88,29	liter/detik

Sumber: Hasil Perhitungan, 2021

Fluktuasi Kebutuhan Air

Jumlah pemakaian air bersih oleh masyarakat pada suatu daerah tidaklah konstan tetapi mengalami fluktuasi, hal ini tergantung pada aktivitas keseharian dalam penggunaan air oleh masyarakat. Berdasarkan SNI 7509:2011 Tentang Tata Cara Perencanaan Teknik Jaringan Distribusi dan Unit Pelayanan Sistem Penyediaan Air Minum, besar faktor harian maksimum yaitu 1,10 – 1,15 sedangkan faktor jam puncak yaitu 1,50 – 2,0.

- Kebutuhan Air Rata-Rata Harian
 $Q_{av} = Q_{dh} + Q_{ndh} + Q_{lh} + Q_{lk}$
 $Q_{av} = 52,72 + 12,68 + 9,81 + 13,08$
 $Q_{av} = 88,29 \text{ liter/detik}$
- Kebutuhan Air Harian Maksimum
 $Q_{max} = F_{max} \times Q_{av}$
 $Q_{max} = 1,1 \times 88,29$
 $Q_{max} = 97,119 \text{ liter/detik}$
- Kebutuhan Air Pada Jam Puncak
 $Q_{peak} = F_{peak} \times Q_{av}$
 $Q_{peak} = 1,5 \times 88,29$
 $Q_{peak} = 132,435 \text{ liter/detik}$

Reservoir

Dalam melakukan perhitungan dimensi reservoir, sebelumnya harus melakukan

perhitungan volume efektif reservoir terlebih dahulu. Berdasarkan SNI 7509-2011 tentang Tata Cara Perencanaan Teknik Jaringan Distribusi dan Unit Pelayanan Sistem Penyediaan Air Minum, volume efektif reservoir ditentukan minimal 15% dari kebutuhan air maksimum per hari. Adapun perhitungannya sebagai berikut:

$$\text{Kapasitas Reservoir} = \frac{\text{Kebutuhan air harian maksimum}}{1000} \times 15\% \times 86.400$$

$$\text{Kapasitas Reservoir} = \frac{97,119}{1000} \times 15\% \times 86.400$$

$$\text{Kapasitas Reservoir} = 1.258,662 \text{ m}^3$$

Maka dimensi reservoir yang direncanakan sebesar:

$$\text{Panjang} = 18 \text{ m}$$

$$\text{Lebar} = 12 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi} = 6 \text{ m}$$

$$\text{Feeboard} = 0,5 \text{ m}$$

Volume reservoir aktual:

$$P \times L \times T = 18 \times 12 \times 6,5$$

$$= 1404 \text{ m}^3$$

Pompa

a. Head Pompa

Untuk menghitung head total pompa, sebelumnya dihitung tekanan pompa terlebih dahulu. Head pompa ditentukan berdasarkan perhitungan hidrolis.

Perhitungan tekanan pompa pada *ground* reservoir:

$$P = \rho \times g \times h$$

$$= 1000 \times 9,81 \times 4$$

$$= 39.240 \text{ N/m}^2$$

Perhitungan kecepatan aliran berdasarkan debit:

$$Q = A \times V$$

$$0,097119 = 0,0284 \times V$$

$$V = 3,42 \text{ m/detik}$$

Perhitungan *head* total pompa yang akan digunakan:

$$H = \frac{\Delta P}{\gamma} + Z + \frac{v^2}{2 \times g}$$

$$H = \frac{39.240}{9810} + 4 + \frac{3,42^2}{2 \times 9,81}$$

$$H = 8,60 \text{ m}$$

2. Efisiensi Pompa

Efisiensi pompa merupakan perbandingan antara energi yang diterima oleh air dengan energi yang diterima oleh pompa. Untuk dapat menentukan efisiensi pompa, sebelumnya harus menghitung daya hidrolis terlebih dahulu.

Perhitungan daya hidrolis:

$$P_h = \frac{\rho \times g \times H \times Q}{1000}$$

$$P_h = \frac{1000 \times 9,81 \times 8,6 \times 0,097119}{1000}$$

$$P_h = 8,194 \text{ kw}$$

Selanjutnya adalah perhitungan efisiensi pompa, contoh perhitungan efisiensi pompa dapat dilihat sebagai berikut.

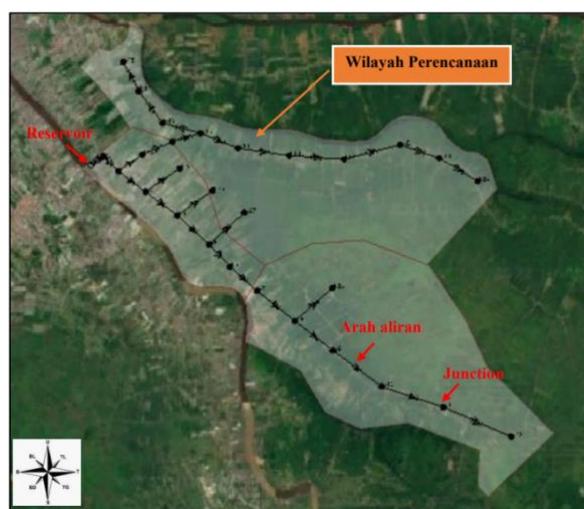
$$\eta_p = \frac{P_h}{P_s} \times 100\%$$

$$\eta_p = \frac{8,194}{11} \times 100\%$$

$$\eta_p = 74,49 \%$$

Pemodelan Hidrolis

Tahap pertama yang dilakukan sebelum melakukan pemodelan hidrolis adalah menggunakan program ArcGIS untuk mendapatkan peta lokasi yang sesuai dengan eksisting. Kemudian *input* ke dalam program WaterCAD. Hasil pemodelan jaringan distribusi air bersih yang direncanakan pada wilayah pelayanan dari sumber air cabang Sungai Ambawang dapat dilihat pada Gambar 2. Hasil simulasi pendistribusi air bersih di daerah perencanaan untuk masing-masing kebutuhan tiap titik referensi dan tekanannya dapat dilihat pada Tabel 4.



Gambar 2. Hasil Simulasi Jaringan Pipa

Sumber: Hasil Simulasi, 2021

Tabel 4. Hasil Analisis Junction Menggunakan WaterCAD

No.	Titi referensi	Ketinggi (m)	debit (l/s)	tekanan (atm)
33	J-1	3.80	2	7
35	J-2	3.80	8	6
37	J-3	3.80	7	4
39	J-4	3.80	6	2
41	J-5	3.60	5	1
43	J-6	3.40	2	1
45	J-7	3.60	3	1
47	J-8	3.40	5	2
49	J-9	3.20	4	3
51	J-10	3.20	4	3
53	J-11	3.00	3	5
55	J-12	3.00	3	5
57	J-13	3.80	3	5
59	J-14	3.60	2	4
61	J-15	3.60	1	3
63	J-16	3.60	3	2
65	J-17	3.40	3	1
67	J-18	3.20	5	1
69	J-19	3.60	3	2
71	J-20	3.60	3	1
73	J-21	3.40	3	1
75	J-22	3.40	2	1
77	J-23	3.20	3	2
79	J-24	3.20	3	2
81	J-25	3.80	5	3
83	J-26	3.80	3	2
85	J-27	3.60	3	1
87	J-28	3.40	3	3

Sumber: Hasil Simulasi, 2021

Tabel 5. Hasil Analisis Pipa Menggunakan WaterCAD V8i

ID	Label	Lenght (Scaled) (m)	Start Node	Stop Node	Diameter (mm)	Hazen-Williams C	Flow (l/s)	Velocity (m/s)	Headloss Gradient (m/m)
32	P-1	231	R-1	PMP-1	235,2	130	100	2,30	0,021
34	P-2	207	PMP-1	J-1	235,2	130	100	2,30	0,021
36	P-3	627	J-1	J-2	235,2	130	98	2,26	0,020
38	P-4	988	J-2	J-3	188,1	130	56	2,02	0,021
40	P-5	1.147	J-3	J-4	188,1	130	44	1,58	0,014
42	P-6	1.240	J-4	J-5	188,1	130	35	1,26	0,009
44	P-7	873	J-5	J-5	188,1	130	27	0,97	0,006
46	P-8	1.049	J-5	J-7	150,5	130	25	1,41	0,014
48	P-9	1.397	J-7	J-8	150,5	130	22	1,24	0,011
50	P-10	1.388	J-8	J-9	150,5	130	14	0,79	0,005
52	P-11	1.749	J-9	J-10	150,5	130	10	0,56	0,003
54	P-12	1,866	J-10	J-11	103,4	130	6	0,71	0,006
56	P-13	2,113	J-11	J-12	103,4	130	3	0,36	0,002
58	P-14	857	J-2	J-13	188,1	130	34	1,22	0,008
60	P-15	938	J-13	J-14	188,1	130	31	1,12	0,007
62	P-16	846	J-14	J-15	150,5	130	29	1,63	0,019
64	P-17	1.128	J-15	J-16	150,5	130	11	0,62	0,003
66	P-18	1.142	J-16	J-17	103,4	130	8	0,95	0,011
68	P-19	938	J-17	J-18	103,4	130	5	0,60	0,004
70	P-20	1.162	J-18	J-19	150,5	130	17	0,96	0,007
72	P-21	1.484	J-19	J-20	150,5	130	14	0,79	0,005
74	P-22	1.586	J-20	J-21	150,5	130	11	0,62	0,003
76	P-23	1.657	J-21	J-22	103,4	130	8	0,95	0,011

ID	Label	Lenght (Scaled) (m)	Start Node	Stop Node	Diameter (mm)	Hazen- Williams C	Flow (l/s)	Velocity (m/s)	Headloss Gradient (m/m)
78	P-24	1.197	J-22	J-23	103,4	130	6	0,71	0,006
80	P-25	1.304	J-23	J-24	103,4	130	3	0,36	0,002
82	P-26	1.196	J-3	J-25	103,4	130	5	0,60	0,004
84	P-27	1.238	J-4	J-26	103,4	130	3	0,36	0,002
86	P-28	1.363	J-5	J-27	103,4	130	3	0,36	0,002
88	P-29	1.439	J-8	J-28	103,4	130	3	0,36	0,002

Sumber: Hasil Simulasi, 2021

Hasil simulasi pada dari program WaterCAD didapat juga diameter yang dihasilkan sehingga air dapat mengalir secara merata untuk masing-masing daerah layanan. Didapatkan diameter hasil simulasi yang terkeci yaitu 103,4 mm dan yang paling besar yaitu 235,2 mm. untuk hasil lengkap dari analisis pipa dengan program WaterCAD dapat dilihat pada Tabel 5.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil perencanaan jaringan distribusi air bersih pada wilayah pelayanan dari sumber air cabang Sungai Ambawang diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Jumlah proyeksi penduduk pada wilayah pelayanan dari sumber air cabang Sungai Ambawang hingga tahun 2041 yaitu sebanyak 57.662 jiwa.
2. Jumlah kebutuhan air bersih di wilayah pelayanan dari sumber air cabang Sungai Ambawang hingga tahun 2041 untuk kebutuhan air domestik adalah sebesar 4.555.298 liter/hari, kebutuhan air non domestik sebesar 1.095.100 liter/hari, jumlah kebutuhan air untuk pemadam kebakaran sebesar 1.130.079,6 liter/hari, dan total kehilangan air sebesar 847.559,7 liter/hari. Sehingga diperoleh total kebutuhan air pada wilayah pelayanan dari sumber air cabang Sungai Ambawang adalah sebesar 7.628.037,3 liter/hari atau sebesar 88,29 liter/detik.
3. Kapasitas reservoir yang direncanakan untuk dapat melayani kebutuhan air bersih di wilayah pelayanan dari sumber

air cabang Sungai Ambawang yaitu sebanyak 1 buah *ground* reservoir dengan kapasitas 1404 m³ yang berdimensi 18m × 12m × 6,5m

4. Berdasarkan hasil simulasi hidrolis menggunakan program WaterCAD v8i, pipa yang digunakan dalam perencanaan ini menggunakan pipa HDPE dengan diameter 110 mm dan 250 mm.

DAFTAR PUSTAKA

- Aprillia, Ricka, dan Arwin Sabar. 2014. Kajian Rezim Hidrologi Dan Salinitas DAS Landak-Kapuas Dalam Rangka Pengembangan Sungai Air Baku SPAM Regional Pontianak – Zona Hujan, Kota Pontianak.
- Badan Pusat Statistik. 2020. Kabupaten Kubu Raya Dalam Angka 2020. <https://kuburayakab.bps.go.id/publikasi>
- Direktorat Jenderal Cipta Karya Departemen Pekerjaan Umum. (2017). *Buku Panduan Pengembangan Air Minum*.
- Direktorat Jenderal Cipta Karya Kementerian Pekerjaan Umum. (2018).
- Direktorat Jenderal Cipta Karya Kementerian Pekerjaan Umum. (2000). *Kriteria Perencanaan Ditjen Cipta Karya Dinas PU*.
- Perencanaan Jaringan Pipa Transmisi dan Distribusi Air Minum*.
- Kodoatie, R.J. dan Sjarief, Rustam, 2005. *Pengelolaan Sumber Daya Air Terpadu*. Andi, Yogyakarta.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 122 Tahun 2015, Tentang Sistem Penyediaan Air Minum,

- Presiden Republik Indonesia, Jakarta, 2015.
- Peraturan Menteri Pekerjan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia No.28/PRT/M/2016, Tentang Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum, Kementerian Pekerjaan Umum Republik Indonesia, Jakarta, 2016.
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017, Tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, *Solus Per Aqua*, dan Pemandian Umum Departemen
- Peraturan Gubernur Kalimantan Barat Nomor 89 Tahun 2020, Tentang Standar Satuan Harga Barang dan Jasa Pemerintah Provinsi Tahun Anggaran 2021, Pontianak, 2020.
- SNI 7509:2011, Tentang Tata Cara Perencanaan Teknik Jaringan Distribusi dan Unit Pelayanan Sistem Penyediaan Air Minum, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta, 2012.
- SNI 7829: 2012, Tentang Bangunan Pengambilan Air Baku Untuk Instalasi Pengolahan Air Minum, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta, 2012.
- SNI 7831: 2012, Tentang Perencanaan Sistem Penyediaan Air Minum, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta, 2012.
- Syafran Muhammad. 2013. *Perencanaan Distribusi Air Bersih Di Kecamatan Cimanggis, Kota Depok*.
- Yusuf Wibisono, *Metode Statistik*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta, 2005