

STUDI POTENSI SUMBER DAYA AIR BAKU DI DAERAH KOYA KOTA JAYAPURA (STUDI KASUS DAS TAMI)

Januardy Pratama¹, Asep Huddiankuwera², Sigit Riswanto³

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Yapis Papua

^{2,3}Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Yapis Papua

¹ januardyy094@gmail.com, ² asephuddiankuwera@gmail.com, ³ sigitriswanto2015@gmail.com

ABSTRAK

Pertumbuhan penduduk di daerah Koya seiring berjalannya waktu semakin meningkat. Pertumbuhan penduduk akan berefek pada bertambahnya juga kebutuhan air baku penduduknya. Oleh karena itu perlu dilakukan analisis ketersediaan air terhadap kebutuhan wilayah di daerah Koya untuk mengetahui apakah kebutuhan air penduduk daerah Koya dapat terpenuhi. Analisis ketersediaan air dilakukan dengan melakukan perhitungan debit andalan menggunakan metode F. J. Mock dengan probabilitas debit yang digunakan sebesar 90%. Perhitungan curah hujan wilayah menggunakan data curah hujan dari Pos klimatologi Koya Timur. Sedangkan untuk evapotranspirasi dihitung menggunakan metode Penman Modifikasi berdasarkan data dari Pos klimatologi Koya Timur. Hasil dari analisis perhitungan debit simulasi menggunakan metode F.J. Mock untuk DAS Tami dengan luas 372,1 km² dalam periode 20 tahun menggunakan debit verifikasi dari Balai Wilayah Sungai Papua didapatkan nilai verifikasi untuk koefisien korelasi (r) = 1,8; volume error = 0,18 %; dan koefisien efisiensi (CE) = 0,77 > 0,75. Nilai debit maksimum sebesar 7,42 m³/detik dan nilai debit minimum sebesar 5,418 m³/detik. Nilai debit simulasi dengan keandalan 90% dapat memenuhi debit kebutuhan air di daerah Koya pada tahun 2043. Nilai tersebut memenuhi kebutuhan air baku di daerah Koya dimana nilai kebutuhan air baku didapatkan sebesar 0,0357 m³/detik.

Kata Kunci: Ketersediaan air, debit andalan, Penman, F. J. Mock.

ABSTRACT

Population growth in the Koya area is increasing over time. Population growth will have an effect on increasing the population's need for raw water. Therefore, it is necessary to conduct a water availability analysis of regional needs in the Koya area to find out whether the water needs of the Koya area population can be met. Analysis of water availability is carried out by calculating reliable discharge using the F. J. Mock method with a discharge probability used of 90%. Regional rainfall calculations use rainfall data from the East Koya Climatology Post. Meanwhile, evapotranspiration is calculated using the Modified Penman method based on data from the East Koya Climatology Post. The results of the analysis of simulated discharge calculations use the F.J. Mock for the Tami watershed with an area of 372.1 km² over a 20 year period using verification discharge from the Papua River Regional Office, the verification value for the correlation coefficient (r) = 1,8; volume error = 0,18 %; and efficiency coefficient (CE) = 0.77 > 0.75. The maximum discharge value is 7.42 m³/s and the minimum discharge value is 5.418 m³/s. The simulated discharge value with 90% reliability can meet the discharge water needs in the Koya area in 2043. This value meets the raw water needs in the Koya area where the raw water demand value is obtained at 0.0357 m³/s.

Keywords: Water availability, mainstay discharge, Penman, F. J. Mock.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Air disebut sebagai sumber daya alam yang tak terbatas dimana keberadaan air ditinjau dari segi kuantitas adalah selalu konstan tetapi jika dilihat dari segi kualitas keberadaan air sangatlah terbatas. Manusia mengelola sumber daya air untuk mengatasi masalah yang berkaitan dengan masalah air, salah satunya adalah pembangunan sarana distribusi air baku. Kekurangan air bersih menjadi sebuah masalah yang terus meningkat di sebagian wilayah Indonesia. Pertumbuhan penduduk di daerah Koya seiring berjalannya waktu semakin meningkat. Pertumbuhan penduduk akan berefek pada bertambahnya juga kebutuhan air baku penduduknya. Oleh karena itu perlu dilakukan analisis ketersediaan air terhadap kebutuhan wilayah di daerah Koya untuk mengetahui apakah kebutuhan air penduduk daerah Koya dapat terpenuhi.

1.2 Evapotranspirasi

Evapotranspirasi adalah salah satu komponen siklus hidrologi yang menggambarkan gabungan proses terjadinya transfer air ke dalam atmosfer yang terdiri dari evaporasi yaitu dari permukaan tanah dan transpirasi untuk proses yang melalui tumbuhan (Usman, 2004). Terdapat banyak metode dalam pendugaan evapotranspirasi. Pada penelitian ini metode yang digunakan adalah metode Penman Modifikasi. Perhitungan metode Penman Modifikasi untuk menentukan nilai evapotranspirasi potensial (ET_o) dapat dilihat di persamaan berikut.

$$ET_p = c \times (W \cdot R_n + (1 - W) \times f(U) \times (e_s - e_a)) \dots \dots \dots (1.1)$$

dengan:

- ET_o = Evapotranspirasi potensial (mm/hari)
- c = Faktor penyesuaian kondisi cuaca siang dan cuaca malam
- W = Faktor yang mempengaruhi penyinaran matahari
- R_n = Radiasi netto (mm/hari)
- f(U) = Faktor kecepatan angin
- e_a = Tekanan uap aktual (mbar)
- e_s = Tekanan uap jenuh (mbar)

Perhitungan evapotranspirasi terbatas dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$E_t = E_{To} - E \dots \dots \dots (1.2)$$

$$E = E_{To} \times (m/20) \times (18 - n) \dots \dots \dots (1.3)$$

dengan:

- E_t = Evapotranspirasi terbatas (mm)
- E_{to} = Evapotranspirasi potensial (mm)
- E = selisih evapotranspirasi potensial dan evapotranspirasi terbatas
- m = singkapan lahan (Exposed surface)
- n = jumlah hari hujan

Data klimatologi berupa nilai temperature, kelembaban, kecepatan angin dan lama penyinaran matahari diambil dari Pos Klimatologi Koya Timur

1.3 Metode F.J Mock

Model analisis Mock di kembangkan tahun 1973 oleh Dr. F. J. Mock menggunakan konsep neraca air. Komponen utama dalam perhitungan menggunakan model Mock adalah perhitungan hujan dan evapotranspirasi, keseimbangan air di permukaan tanah, dan tampungan yang dimiliki tanah.

Untuk mendapatkan nilai SMC (*Soil Moisture Capacity*) dan *Water Surplus* dapat menggunakan rumus berikut.

$$SMC_{(n)} = SMC_{(n-1)} + IS_{(n)} \dots \dots \dots (1.4)$$

$$Ws = ER - Is \dots \dots \dots (1.5)$$

dengan:

- SMC = Kelembapan tanah
- SMC_(n) = Kelembapan tanah periode ke n
- SMC_(n-1) = Kelembapan tanah periode n-1
- IS = Tampungan awal (mm)
- ER = Air hujan yang sampai ke tanah
- Ws = Water surplus

Untuk menghitung air hujan yang sampai di permukaan tanah dapat dihitung menggunakan rumus berikut.

$$ER = P - E_{to} \dots \dots \dots (1.6)$$

dengan:

- ER = Air hujan yang sampai di permukaan
- P = Curah hujan bulanan
- E_{to} = Evapotranspirasi aktual

Infiltrasi dapat dihitung dengan nilai koefisien infiltrasi dan nilai kelebihan air, sebagai berikut.:

$$I = WS \times iF \dots \dots \dots (1.7)$$

Dimana :

I = Infiltrasi

WS = Water Surplus

iF = Koefisien Infiltrasi

Untuk penyimpanan air tanah (*Ground Water Storage*) dapat menggunakan persamaan berikut ini.

$$GWS = k \cdot IGWS + 0,5 (1+k) \cdot I \dots \dots \dots (1.8)$$

$$\Delta GWS = GWS - IGWS \dots \dots \dots (1.9)$$

Dengan:

GWS = Volume air tanah periode ke n (m³)

K = Faktor resesi aliran tanah

I = Infiltrasi bulan ke n (mm)

ΔGWS = Perubahan volume air tanah (m³)

IGWS = volume air tanah periode ke (n – 1) (m³)

Perhitungan *Base Stream Flow* atau BSF dilakukan seperti berikut.

$$BSF = I - (GWS - IGWS) \dots \dots \dots (1.10)$$

Dengan:

GWS = *Ground water storage*

IGWS = *Initial Ground Water Storage*

I = Infiltrasi

Perhitungan *Direct Run Off* atau DRO dilakukan seperti berikut.

$$DRO = WS - I \dots \dots \dots (1.11)$$

Dengan :

WS = *Water Surplus*

I = Infiltrasi

Perhitungan *Stream Run Off* atau SRO dilakukan seperti berikut.

$$SRO = P \times PF \dots \dots \dots (1.12)$$

Dengan :

P = Curah Hujan

Pf = *Percentage Factor*

$$\text{Total Run Off} = DRO + BSF + SRO \dots \dots \dots (1.13)$$

Debit Andalan (Q)

$$Q = \frac{A \times TRO \times 1000}{H \times 24 \times 3600} \dots \dots \dots (1.14)$$

Dimana :

Q = Debit Andalan

A = Luas daerah

TRO = *Total Run Off*

H = jumlah hari dalam per bulan

1.4 Verifikasi Perhitungan Debit

Koefisien korelasi dapat dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$r = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (Q_{obs} - Q)^2 - \sum_{i=1}^N (Q_{obs} - Q_{cal})^2}{\sum_{i=1}^N (Q_{obs} - Q_{cal})^2}} \dots \dots \dots (1.15)$$

dengan:

r = koefisien korelasi

Qcal = Debit terhitung (m³/s)

Qobs = Debit terukur (m³/s)

Q = Debit terukur rerata (m³/s)

Nilai selisih volume (VE) dapat dicari dengan menggunakan rumus berikut.

$$VE = \left| \frac{\sum_{i=1}^N V_{cal} - \sum_{i=1}^N Q_{obs}}{\sum_{i=1}^N V_{obs}} \right| \times 100\% \dots \dots \dots (1.16)$$

dengan:



VE = Selisih volume (%)

Qobsi = Debit terukur (m³/s)

Qcali = Debit terhitung (m³/s)

Perhitungan koefisien efisiensi dilakukan dengan menggunakan persamaan berikut.

$$CE = 1 - \left(\frac{\sum_{i=1}^N (Q_{obs} - Q_{cal})^2}{\sum_{i=1}^N (Q_{obs} - Q)^2} \right) \dots \dots \dots (1.17)$$

Dengan ketentuan :

CE > 0,75 = Sangat efisien

0,36 < CE < 0,75 = Cukup efisien

CE < 0,36 = Tidak efisien

1.5 Ketersediaan Air Baku

Ketersediaan air baku dihitung menggunakan probabilitas data dengan menggunakan persamaan Weibull berikut ini.

$$P = \frac{m}{n+1} \times 100\% \dots \dots \dots (1.18)$$

Dengan :

P = Probabilitas

m = Nomor urut data

n = Jumlah data

Untuk memproyeksikan pertumbuhan penduduk dapat menggunakan persamaan Aritmatik berikut ini.

$$P_n = P_o (1 + r \times n) \dots \dots \dots (1.19)$$

Dimana:

P_n = Jumlah penduduk pada tahun n

P_o = Jumlah penduduk awal tahun (dasar)

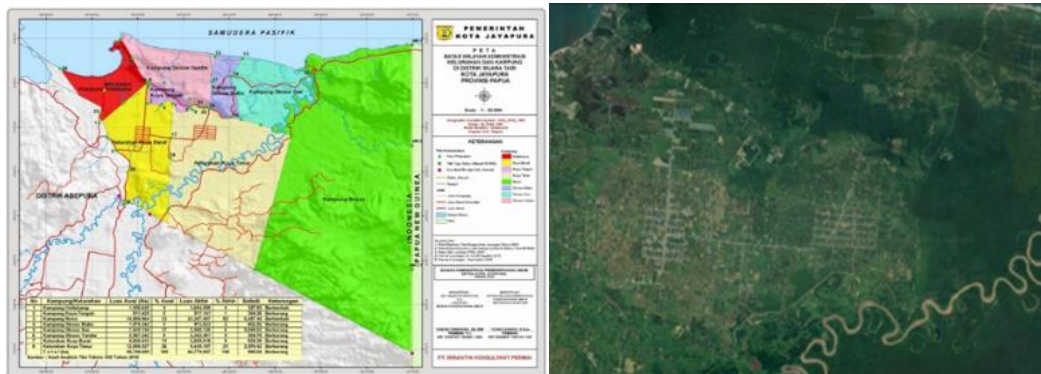
n = Periode waktu dalam tahun

r = Angka pertumbuhan penduduk.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Lokasi Penelitian

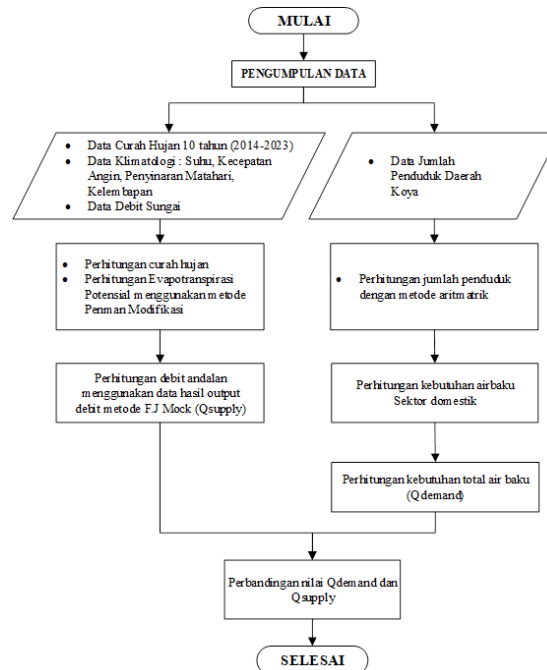
Secara geografis, daerah Koya terletak pada 10 28'2" - 30 58'82" Lintang Selatan dan 1370 34' - 1410 0' Bujur Timur. Dalam penelitian ini, peneliti hanya menggunakan 4 kelurahan dalam distrik muara Tami yaitu Holtekam, Koya Tengah, Koya Timur, Koya Barat. Dengan rincian pembagian wilayah sebagai berikut. Koya Barat memiliki luas 217 km², Koya Tengah memiliki luas 45,6 km², Holtekam memiliki luas 13,3 km², Koya Timur memiliki luas 96,2 km² sehingga didapat nilai Luas Area (A) sebesar 372,1 km². Nilai A tersebut akan digunakan pada perhitungan debit andalan.



Gambar 1. Peta lokasi ditinjau dari google earth dan wilayah administrative.
Sumber: peta administratif dan google earth, 2024



2.2 Bagan Alur Penelitian



Gambar 2. Bagan Alur Penelitian

Sumber: Data pribadi, 2024

3. ANALISA DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis Evapotranspirasi

Untuk Data curah hujan yang di peroleh adalah data curah hujan bulanan dari Pos Klimatologi Koya Timur dengan rentang data hujan selama 10 tahun (Tahun 2014-2023).

Tabel 1. Curah Hujan Bulanan Pos Klimatologi Koya Timur

Tahun	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nov	Des
2014	59	43	22	98.5	77	31	80.5	14.5	53	87	42.1	30
2015	48	34	71	32	48	43	43	29	15	52	0	0
2016	55.5	49.1	40.1	0	54.2	33	57	25	85	36	0	54.1
2017	74.4	40.5	67	59.5	31.2	52.5	70.1	48.5	55.1	23.8	21.5	16
2018	0	14.2	34.1	0	33	101.2	30.3	74.5	79.1	23	23	77
2019	160	39	66.6	35.5	19	45.5	12.4	16	44.8	53.5	9.1	15.5
2020	34.5	35.4	21.5	83.5	48.5	25.4	12.4	16	0	0	0	0
2021	34.2	0	36.2	35.5	41.2	54	28.8	0	21.5	64.2	45	88.8
2022	67.5	35	31	11.5	115	30	41	19	18.5	25.6	28	96.5
2023	26.1	81	46.2	0	28.5	29.8	86.6	40.2	35.5	43.3	42.6	34.4
Jumlah	559.2	371.2	435.7	356	495.6	445.4	462.1	282.7	407.5	408.4	211.3	412.3
Rata-rata	55.92	37.12	43.57	35.6	49.56	44.54	46.21	28.27	40.75	40.84	21.13	41.23

Sumber: Pos Klimatologi Koya Timur, 2024

Tabel 2. Data Klimatologi tahun 2019

Data	Satuan	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nov	Des
Temperatur	°C	23.4	23.3	23.2	20.1	23.4	23.1	20.1	19.9	22.8	23.2	20.4	20.4
Kelembapan (RH)	%	91	95	93	93	93	93	94	91	92	93	94	94
Kecepatan Angin (U)	km/h	14.4	15.12	14.76	10.8	11.52	11.16	9	10.8	14.76	14.76	10.8	12.6
Sunshine (n/N)	%	44.8	37.9	47.1	23.7	43.3	24.8	33.3	31	48.1	50.4	36.9	46.4

Sumber : Pos Klimatologi Koya Timur, 2019

- a. Faktor nilai C, nilai W
Nilai c didapatkan pada tabel angka koreksi Penman, sebagai contoh pada bulan Januari didapatkan nilai c sebesar 1,1.
Nilai w didapatkan pada tabel faktor pembobot (w), sebagai contoh pada bulan Januari, suhu sebesar 23,4 °C. Dikarenakan tidak ada nilai yang sesuai dengan suhu tersebut maka dilakukan interpolasi seperti berikut.
- $$W = \left(\frac{x-x_1}{x_2-x_1} \right) \times (y_2 - y_1) + y_1 = \left(\frac{23.4-22}{23-22} \right) \times (0.73 - 0.71) + 0.71 = 0.724$$
- b. Nilai Tekanan uap jenuh (es) dan Aktual (ea)
- $$e_s = \left(\frac{T_{mean}-T_1}{T_2-T_1} \right) \times (e_{s2} - e_{s1}) + e_{s1} = 28,78 \text{ mbar}$$
- $$e_a = e_s \times \left(\frac{RH}{100} \right) = 26,19 \text{ mbar}$$
- c. Nilai Radiasi Netto (Rn)
- $$R_a = \left(\frac{x - x_1}{x_2 - x_1} \right) \times (y_2 - y_1) + e_{s1} = 14,57 \text{ mm/hari}$$
- $$R_s = (0,25+0,5(n/N)) \times R_a = (0,25+0,5(44,8)) \times 15,30 = 6,904 \text{ mm/hari}$$
- $$R_{ns} = (1 - \alpha) \times R_s = (1-0,25) \times 7,252 = 5,178 \text{ mm/hari}$$
- $$f(ed) = (0,34-0,044 \times ed0,5) = (0,34-0,044 \times 26,190.5) = 0,115$$
- $$f(n/N) = (0.1+0.9(n/N)) = (0.1+0.9(44,8 / 100)) = 0,503$$
- $$f(T) = \left(\frac{T_{mean} - T_1}{T_2 - T_1} \right) \times (f(T)_2 - f(T)_1) + f(T)_1 = 15,28 \text{ mm/hari}$$
- $$R_{n1} = f(T) \times f(ed) \times f(n/N) = 15,28 \times 0,115 \times 0,503 = 0,883 \text{ mm/hari}$$
- $$R_n = R_{ns} - R_{n1} = 5,178 - 0,883 = 4,295 \text{ mm/hari}$$
- d. Faktor Kecepatan Angin ((f(U))
- $$f(U) = 0,27 \times (1+U/100) = 0,27 \times (1+ 14,4/100) = 0,309$$
- e. Evapotranspirasi Potensial (ETp)
- $$ET_p = c. (W.R_n + (1-W).f(U). (e_s-e_a))$$
- $$= 1,1 \times (0,724 \times 4,295 + (1- 0,724) \times 0,309 \times (28,78 - 26,19))$$
- $$= 3,663 \text{ mm/hari} = 113,57 \text{ mm/bulan}$$

Tabel 3. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Evapotranspirasi Potensial 2014-2023

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nov	Des
2014	117.14	119.82	121.21	142.74	139.68	120.43	141.82	127.62	162.88	166.04	119.16	126.39
2015	112.88	105.29	112.16	106.85	91.59	85.79	94.30	107.81	116.34	117.50	91.51	101.55
2016	106.26	102.24	94.74	90.81	91.99	75.08	78.22	96.45	103.49	113.75	112.14	90.65
2017	101.54	106.82	116.10	107.32	93.72	76.45	90.52	90.86	100.51	109.42	96.17	112.93
2018	102.27	111.36	94.79	83.81	85.73	92.58	78.41	96.45	111.68	112.59	109.17	100.74
2019	113.57	98.78	111.86	71.69	91.59	71.43	75.08	86.86	117.25	123.43	94.76	105.19
2020	107.88	115.50	109.05	108.01	112.55	98.54	105.98	117.28	162.70	165.73	118.99	124.10
2021	116.72	127.08	119.53	118.54	117.45	100.23	118.72	129.65	163.73	164.63	118.18	122.60
2022	105.18	106.72	130.11	103.86	115.21	112.34	105.89	140.57	156.86	156.55	134.87	103.22
2023	115.10	107.56	114.70	107.35	93.55	87.82	96.48	110.24	119.07	120.23	90.81	101.45
Rata-rata	109.85	110.12	112.42	104.10	103.31	92.07	98.54	110.38	131.45	134.99	108.58	108.88

Sumber : Hasil Perhitungan, 2024

3.2 Analisa Debit Andalan F.J Mock

- a. Data Meteorologi
Nilai curah hujan pada bulan januari 2019 sebesar 160 mm/bulan, jumlah hari hujan sebesar 11 hari dan jumlah hari dalam satu bulan yaitu 31 hari
- b. Evapotranspirasi Aktual
Nilai Et_p pada bulan januari yaitu 113,57 mm/bulan, nilai m 35% sehingga diperoleh
- $$E/ET_p = (m/20) \times (18-n) = 0,123 \text{ mm/bulan}$$

- $E = ET_p (m/20) \times (18 - n) = 13,91 \text{ mm/bulan}$
 $ET_a = ET_p - E = 99,66 \text{ mm/bulan}$
- c. Keseimbangan Air
 Perhitungan keseimbangan air diawali dengan mencari *excess rainfall* (ER) pada Januari 2019, kemudian nilai SMS dan *Water Surplus*
 $ER = P - ET_a = 60,34 \text{ mm/bulan}$
 $SMS = ISM + ER = 360,34 > SMC, SMS = 360,34 \text{ mm.}$
 $WS = ER - (SMC - ISM) = 60,34 \text{ mm}$
- d. Limpasan dan Penyimpanan Air Tanah
 Nilai koefisien infiltrasi pada penelitian ini yaitu 0,40. Kemudian nilai infiltrasi ditentukan menggunakan rumus :
 $I = WS \times iF = 24,14 \text{ mm}$
 Lalu tentukan nilai *Ground Water Storage*, *Base Stream Flow*, *Direct Run Off*, *Stream Run Off*, dan jumlah kan nilai-nilai tersebut sehingga didapat kan nilai *Total Run Off* (TRO).
 $GWS = 0,5 \times (1+k) \times I + (k \times IGWS) = 132,0 \text{ mm/bulan}$
 $BSF = I - (GWS - IGWS) = 42,14 \text{ mm/bulan}$
 $DRO = WS - I = 36,21 \text{ mm/bulan}$
 $SRO = P \times PF = 160,0 \times 0.10 = 16 \text{ mm/bulan.}$
 $TRO = DRO + BSF + SRO = 36,21 + 42,14 + 16 = 94,34 \text{ mm/bulan.}$
- e. Debit Andalan per bulan.

$$Q = \frac{A \times TRO \times 1000}{H \times 24 \times 3600} = \frac{372,1 \times 94,34 \times 1000}{31 \times 24 \times 3600} = 13,107 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Setelah itu didapatkan hasil rekapitulasi perhitungan debit andalan per bulannya dari tahun 2014-2023

Tabel 4 Rekapitulasi Debit Andalan 2014-2023

Tahun	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Juli	Agt	Sep	Okt	Nov	Des
2014	9.26	11.79	14.27	8.21	9.77	9.03	9.40	13.89	12.54	6.82	11.31	10.29
2015	9.70	10.15	7.59	10.80	8.25	8.51	8.75	10.77	12.54	8.97	9.93	10.07
2016	9.52	14.90	9.62	9.90	10.87	8.93	6.50	10.41	11.88	11.47	10.91	15.45
2017	7.30	11.53	7.38	8.61	10.16	7.17	6.89	8.27	8.34	11.46	10.37	11.80
2018	10.49	13.89	9.37	9.89	8.81	7.62	10.90	17.56	10.89	7.42	10.12	15.42
2019	13.11	8.12	13.77	5.60	10.67	6.86	7.54	9.73	10.25	8.01	11.69	9.88
2020	9.56	5.79	10.53	6.24	9.28	11.43	11.83	11.71	7.56	8.75	10.55	12.67
2021	11.96	9.43	11.67	11.68	11.09	9.43	12.66	11.85	15.88	12.11	10.71	5.85
2022	8.56	12.10	12.54	12.77	8.26	6.03	10.05	14.94	17.75	16.33	12.77	8.06
2023	11.72	9.87	10.60	10.74	10.42	10.49	6.95	11.17	12.41	10.23	9.13	11.04
Rata-rata	9.89	10.76	10.73	9.45	9.76	8.55	9.15	12.03	12.00	10.16	10.75	11.05

Sumber : Hasil Perhitungan. 2024

3.3 Verifikasi Perhitungan Debit

- Koefisien korelasi (r) didapatkan nilai sebesar 1,8 dimana untuk nilai koefisien korelasi berada di antara 0,7-1,0 menunjukkan korelasi yang tinggi sedangkan
- Volume *error* didapatkan nilai 0,18% dimana untuk nilai volume *error* yang dibolehkan jika $-5\% < VE < 5\%$.
- Koefisien efisiensi didapatkan nilai 0,77 yang berarti nilai koefisien korelasi sangat efisien.

3.4 Analisa Kebutuhan Air Sektor Domestik

- Proyeksi Penduduk
 Proyeksi penduduk dilakukan dengan mencari laju pertumbuhan penduduk terlebih dahulu yang selanjutnya akan dilakukan perhitungan untuk pertumbuhan penduduk setiap menggunakan metode aritmatik untuk mendapatkan nilai proyeksi penduduk daerah Koya untuk 20 tahun ke depan tepatnya pada tahun 2043.

Tabel 5. Jumlah Penduduk

No.	Tahun	Jumlah Penduduk (Jiwa)
1	2021	15032
2	2022	17664
3	2023	17737

Sumber : BPS Papua, 2024

$$\text{Laju Pertumbuhan} = \left(\frac{Pt}{Po} \right)^{\frac{1}{t}} - 1 = \left(\frac{17.737}{17.664} \right)^{\frac{1}{1}} - 1 = 0.41 \%$$

Tabel 6. Rekapitulasi laju pertumbuhan penduduk

No.	Tahun	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Pertambahan Penduduk (%)
1	2021	15.032	
2	2022	17.664	17.9
3	2023	17.737	0.41
Rerata			9.2

Sumber: Hasil Perhitungan, 2024

Perhitungan Proyeksi Jumlah Penduduk Tahun Rencana 2024

$$\begin{aligned} P_n &= P_o \times (1 + r \times n) \\ &= 17737 \times (1 + 0,092 \times 1) \\ &= 19370 \text{ jiwa} \end{aligned}$$

Sehingga didapatkan proyeksi jumlah penduduk untuk 20 tahun kedepan.

Tabel 7. Proyeksi Jumlah Penduduk tahun 2024-2043

No	Tahun	Proyeksi Jumlah Penduduk (jiwa)	No	Tahun	Proyeksi Jumlah Penduduk (jiwa)
1	2024	19370	11	2034	35695
2	2025	21002	12	2035	37327
3	2026	22635	13	2036	38960
4	2027	24267	14	2037	40592
5	2028	25900	15	2038	42225
6	2029	27532	16	2039	43858
7	2030	29165	17	2040	45490
8	2031	30797	18	2041	47123
9	2032	32430	19	2042	48755
10	2033	34062	20	2043	50388

Sumber : Hasil Perhitungan, 2024

Perhitungan kebutuhan air domestik dihitung berdasarkan kebutuhan sambungan rumah tangga (SR) dan sambungan hidran umum (HU) berdasarkan pertumbuhan penduduk pada setiap tahun proyeksi.

$$\begin{aligned} \text{Jumlah terlayani} &= \text{Jumlah penduduk (2024)} \times \text{tingkat pelayanan} \\ &= 19370 \times 70\% \\ &= 13559 \text{ jiwa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total Pemakaian} &= \text{Jumlah terlayani} \times \text{Konsumsi Air Rerata} \\ &= 13559 \times 60 \\ &= 813520,4 \text{ liter/hari} = 9,416 \text{ liter/detik} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan kebutuhan air untuk sambungan rumah tangga dan hidran umum kemudian dijumlahkan sehingga diperoleh kebutuhan total untuk sektor domestik hingga tahun 2043. Berikut adalah kebutuhan total domestik

Tabel 8. Total Kebutuhan Air pada sektor domestik

No	Tahun	SR (liter/detik)	HU (liter/detik)	Jumlah (liter/detik)
a	b	c	d	e
1	2024	9.416	2.018	11.433
2	2026	11.003	2.358	13.361
3	2028	12.590	2.698	15.288
4	2030	14.177	3.038	17.215
5	2032	15.764	3.378	19.143
6	2034	17.352	3.718	21.070
7	2036	18.939	4.058	22.997
8	2038	20.526	4.398	24.924
9	2040	22.113	4.739	26.852
10	2043	24.494	5.249	29.743

Sumber : Hasil Perhitungan, 2024

b. Jumlah Kebutuhan Air Baku

Dari hasil perhitungan kebutuhan Air Baku di daerah Koya, maka dapat dibuat tabel kebutuhan Air Baku seperti dapat di lihat pada tabel di bawah ini

Tabel 9. Total Kebutuhan Air Daerah Koya 2024-2043

Jenis Kebutuhan	Jumlah kebutuhan									
	2024	Proyeksi Kebutuhan								
		2026	2028	2030	2032	2034	2036	2038	2040	2043
Sambungan Rumah Tangga	9.42	11.0	12.6	14.2	15.8	17.3	18.9	20.5	22.1	24.5
Hidran Umum	2.02	2.36	2.70	3.04	3.38	3.72	4.06	4.40	4.74	5.25
Faktor Kehilangan 20%	2.29	2.67	3.06	3.44	3.83	4.21	4.60	4.98	5.37	5.95
Total Kebutuhan liter/detik	13.7	16.0	18.3	20.7	22.3	25.3	27.6	29.9	32.2	35.7
Total Kebutuhan m3/detik	0.013	0.016	0.018	0.020	0.023	0.025	0.027	0.029	0.032	0.035

Sumber : Hasil Perhitungan, 2024

Setelah didapatkan perhitungan untuk ketersediaan air baku dengan debit andalan 90% untuk setiap bulan dan perhitungan kebutuhan air baku untuk proyeksi 20 tahun kedepan (2024-2043) didapatkan rekapitulasi antara ketersediaan air, kebutuhan air dan selisih.

Tabel 10. Rasio Ketersediaan dan Kebutuhan Air (m3/detik) 2043

Bulan	2043			
	Qkeb	Q90%	Selisih	Ket
Jan	0.0357	7.425	7.390	Surplus
Feb	0.0357	5.812	5.777	Surplus
Mar	0.0357	5.482	5.447	Surplus
Apr	0.0357	5.599	5.563	Surplus
Mei	0.0357	5.936	5.901	Surplus
Jun	0.0357	5.642	5.606	Surplus
Jul	0.0357	5.418	5.382	Surplus
Agt	0.0357	5.418	5.382	Surplus

Sep	0.0357	5.599	5.563	Surplus
Okt	0.0357	5.732	5.696	Surplus
Nov	0.0357	5.599	5.563	Surplus
Des	0.0357	5.418	5.382	Surplus

Sumber : Hasil Perhitungan, 2024

4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis perhitungan debit andalan menggunakan metode F.J. Mock untuk ketersediaan air baku di daerah Koya dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut.

- Berdasarkan hasil perhitungan simulasi debit metode F.J. Mock didapatkan debit andalan 90% terbesar terdapat pada bulan Januari dengan nilai 7,42 m³/detik dan nilai terkecil sebesar 5,41 m³/detik pada bulan Juli, Agustus dan Desember. Perhitungan dengan menggunakan parameter yang telah dilakukan optimasi didapatkan
 - Nilai koefisien korelasi (r) = 1,8 yang berarti nilai korelasi sangat tinggi
 - Nilai *Volume error* = 0.18 % yang berarti kesalahan kecil, dan
 - Nilai koefisien efisiensi (CE) = 0,77 > 0,75 yang menunjukkan efisiensi parameter tinggi.
 Hasil ini menunjukkan bahwa hasil dari perhitungan simulasi debit pada penelitian ini dapat digunakan untuk analisis neraca air.
- Berdasarkan hasil perhitungan kebutuhan air baku didapatkan kebutuhan air baku untuk daerah Koya pada tahun 2043 sebesar 0,0357 m³/detik.
- Berdasarkan hasil perhitungan ketersediaan air di daerah Koya di tahun 2043, ketersediaan air baku di daerah Koya mengalami surplus dengan selisih paling besar pada bulan Januari yaitu sebesar 7,39 m³/detik. Sedangkan untuk surplus paling kecil terjadi pada bulan Juli, Agustus dan Desember yaitu sebesar 5,38 m³/detik. Hasil ini menggambarkan bahwa ketersediaan air di DAS Tami mampu atau sangat cukup melayani kebutuhan air baku di daerah Koya hingga tahun 2043.
-

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Qorni Uwais, 2022. Analisis Ketersediaan Air Menggunakan Metode F.J. Mock Di Sub Das Kali Madiun Untuk Kebutuhan Air Baku Di Kabupaten Ngawi. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta
- Ariesmayana, A., Pangesti, F. S. P. & Sabil, B. H., 2022. Analisa Air Sungai Cibanten sebagai Sumber Air Baku. *Serambi Engineering*, Volume Volume VII, pp. 4001-4006.
- Biro Pusat Statistik Kota Jayapura, 2023. “Kecamatan Muara Tami dalam Angka 2023,”
- Mock, F.J., 1973. Land Capability Appraisal Indonesia. Water Availability Appraisal, Report Prepared for the Land Capability Appraisal Project, Bogor-Indonesia.
- Rizky Chairani 2019, Analisis Ketersediaan Air Dengan Metode F.J Mock Pada Daerah Aliran Sungai Babura.
- Riska W.J, Limantara L.M., Chandrasasi, D. Analisa Debit menggunakan metode F.J Mock Untuk Perhitungan Neraca Air di Sub DAS Konto Hulu
- Silviani, Deri. 2015 . Analisa Debit Andalan Di Intake PDAM Tirta Prabu Jaya Kota Prabumulih Menggunakan Metode Mock. Universitas Tridianti, Palembang
- Triatmodjo Bambang, 2008, Hidraulika II, Beta Offset, Yogyakarta, hal 51;58