

Analisis Kebutuhan dan Ketersediaan Air Bersih di Kecamatan Larantuka Kabupaten Flores Timur

Analysis of Clean Water Needs and Availability in the Larantuka District, East Flores Regency

Karolus Linus Tapoona¹, Wilhelmus Bunganaen², Remigildus Cornelis^{3*)}

¹ Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang 65145, Indonesia

² Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang 65145, Indonesia

³ Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang 65145, Indonesia

Article info:

Kata kunci:

Kebutuhan, Ketersediaan, Air bersih, Proyeksi, Debit.

Keywords:

Demand, Availability, Clean Water, Projection, Flow Rate.

Article history:

Received: 31-07-2025

Accepted: 01-08-2025

*)Koresponden email:

innotapoona20@gmail.com

wilembunganaen@staf.undana.ac.id

remi@staf.undana.ac.id

Abstrak

Kebutuhan air bersih terus meningkat setiap tahun akibat pertumbuhan penduduk, perubahan musim, dan faktor sosial ekonomi. Kecamatan Larantuka, Kabupaten Flores Timur, dengan luas 75,91 km² dan jumlah penduduk 41.690 jiwa pada 2021, mengalami tantangan serupa. Air bersih di wilayah ini disuplai dari beberapa mata air yaitu Mata Air Wai Okin, Mata Air Gere, Mata Air Letomatan, Mata Air Wai Bao, Mata Air Wai Doko, Mata Air Suban Poar dan Kali Bama yang berada di Desa Bama, Kecamatan Demon Pagong. Penelitian ini bertujuan memproyeksikan kebutuhan air bersih masyarakat Kecamatan Larantuka hingga tahun 2041 dan menganalisis potensi ketersediaannya.

Metode analisis meliputi proyeksi jumlah penduduk, murid, dan fasilitas, serta perhitungan kebutuhan dan ketersediaan air bersih serta menghitung keseimbangan air. Hasil menunjukkan bahwa kebutuhan air bersih pada 2022 sebesar 56,208 liter/detik, meningkat menjadi 72,323 liter/detik pada 2041. Potensi ketersediaan air mencapai 1.280,531 liter/detik. Analisis keseimbangan air menunjukkan kelebihan suplai sebesar 1.224,323 liter/detik pada 2022 dan 1.208,208 liter/detik pada 2041. Dengan demikian, kebutuhan air bersih masyarakat Kecamatan Larantuka hingga 2041 dipastikan terpenuhi.

Abstract

The demand for clean water continues to increase yearly due to population growth, seasonal changes, and socioeconomic factors. Larantuka Sub-district, located in East Flores Regency, with an area of 75.91 km² and a population of 41,690 in 2021, faces similar challenges. Clean water in this area is supplied from several sources, including Wai Okin Spring, Gere Spring, Letomatan Spring, Wai Bao Spring, Wai Doko Spring, Suban Poar Spring, and the Bama River, located in Bama Village, Demon Pagong Sub-district. This study aims to project the clean water demand of the Larantuka community until 2041 and analyze its supply potential.

The analysis methods include projecting the population, students, and facilities, calculating water demand and supply, and evaluating water balance. The results indicate that the clean water demand in 2022 was 56.208 liters/second, increasing to 72.323 liters/second by 2041. The total water supply potential reaches 1,280.531 liters/second. The water balance analysis reveals a surplus of 1,224.323 liters/second in 2022 and 1,208.208 liters/second in 2041. Therefore, it is concluded that the clean water needs of the Larantuka Sub-district community can be adequately met until 2041.

Kutipan:

1. Pendahuluan

Air merupakan salah satu komponen utama bagi kelangsungan hidup makhluk hidup, termasuk manusia. Peranan air, khususnya air bersih, meliputi seluruh aspek kehidupan manusia sehingga perlu penanganan terkait ketersediaan air bersih. Kebutuhan akan air bersih terus menerus mengalami peningkatan dari tahun ke tahun yang dipengaruhi pertumbuhan penduduk, perubahan musim, lemahnya tingkat pelayanan dan penyaluran air bersih, dan hal-hal lain yang berhubungan dengan peningkatan kondisi sosial ekonomi masyarakat. Banyak daerah di Indonesia yang mengalami hal tersebut, termasuk Kecamatan Larantuka, Kabupaten Flores Timur.

Secara geografis, Kecamatan Larantuka berbatasan dengan Kecamatan Ile Mandiri di sebelah utara, Selat Solor di sebelah selatan, Selat Adonara di sebelah timur, dan Kecamatan Demon Pagong di sebelah barat. Luas wilayah Kecamatan Larantuka adalah 75,91 km² yang terdiri dari 18 kelurahan dan 2 desa. Jumlah penduduk pada tahun 2021 sebanyak 41.690 jiwa (Kecamatan Larantuka Dalam Angka, 2022). Jumlah penduduk Kecamatan Larantuka mengalami peningkatan dari tahun sebelumnya yaitu pada tahun 2020 sebanyak 40.827 jiwa. Peningkatan jumlah penduduk tersebut mempengaruhi besar kebutuhan air masyarakat Kecamatan Larantuka.

Pengelolaan sumber air untuk memenuhi kebutuhan air bersih di Kecamatan Larantuka dikelola oleh Perusahaan Umum Daerah (PERUMDA) Ina Gelekat Kabupaten Flores Timur yang memanfaatkan beberapa sumber air yang terletak di Kecamatan Demon Pagong, yaitu mata air Wai Okin, mata air Gere, mata air Letomatan, mata air Wai Bao, mata air Wai Doko, mata air Suban Poar dan kali Bama. Permasalahan-permasalahan yang dihadapi oleh PERUMDA Ina Gelekat Kabupaten Flores Timur berdampak pada ketidakmampuan untuk menyediakan air bersih secara kontinu bagi seluruh pelanggan pada musim kemarau. Mengingat kebutuhan air yang semakin meningkat setiap tahunnya seiring dengan peningkatan jumlah penduduk dan ketersediaan air yang terbatas, maka penulis menyadari perlunya melakukan penelitian dengan judul “Analisis Kebutuhan dan Ketersediaan Air Bersih Pada Kecamatan Larantuka, Kabupaten Flores Timur”.

2. Bahan dan Metode

Penelitian ini berlokasi di Kecamatan Larantuka, Kabupaten Flores Timur, Nusa Tenggara Timur dengan luas wilayah sebesar 75,91 Km² yang terdiri dari 2 desa dan 18 kelurahan. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer yang diambil dalam penelitian ini adalah pengukuran debit air sumur gali yang dilakukan secara manual. Data sekunder yang diambil dalam penelitian ini adalah data penduduk, data fasilitas, data curah hujan, data klimatologi, serta data-data pendukung lainnya.

2.1 Pengertian Air

Pengertian air atau definisi air adalah zat atau materi atau unsur yang penting bagi semua bentuk kehidupan yang diketahui sampai saat ini di bumi, tetapi tidak di planet lain. Air menutupi hampir 71% permukaan bumi.

2.2 Analisis Hidrologi

Menurut Soewarno (1995) data hidrologi merupakan kumpulan keterangan atau fakta mengenai fenomena hidrologi. Data hidrologi merupakan bahan informasi yang sangat penting dalam pelaksanaan inventarisasi potensi sumber-sumber air yang tepat dan rehabilitasi sumber-sumber alam seperti air, tanah dan hutan yang telah rusak.

2.3 Debit Andalan

Debit andalan adalah besarnya debit yang tersedia di suatu lokasi sumber air (misalnya: sungai) untuk dapat dimanfaatkan/dikelola dalam penyediaan air (misalnya: air baku dan air irigasi) dengan resiko kegagalan yang telah diperhitungkan. Analisis debit andalan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Metode F. J. Mock. Metode Mock ditemukan dan dikembangkan oleh Dr. F. J. Mock. Dalam makalahnya, “*Land Capability Appraisal Indonesia & Water Availability Appraisal*”, F. J. Mock memperkenalkan model sederhana untuk menghitung aliran sungai dari data curah hujan, evapotranspirasi dan karakteristik hidrologi daerah aliran sungai (DAS) untuk memperkirakan ketersediaan air di sungai. Tahap-tahap perhitungan debit andalan adalah sebagai berikut.

2.3.1 Evapotranspirasi Potensial

Evapotranspirasi potensial adalah evaporasi yang terjadi pada kondisi dimana hanya dipengaruhi oleh kondisi iklim dan tidak dipengaruhi oleh keadaan yang sebenarnya yang dirumuskan sebagai berikut:

$$E_p = c [(w \times R_n) + (1 - w) \times (e_a - e_d) \times f(U)] \quad (1)$$

Dimana:

- E_p : Evapotranspirasi (mm/hari)
 c : Faktor kondisi umum
 w : Faktor bobot
 R_n : Penyinaran radiasi bersih (mm/hari)
 $1-w$: 1- Faktor bobot
 e_a : Tekanan uap air jenuh (mbar)
 e_d : Tekanan uap air (mbar)
 $f(U)$: Fungsi angin relatif (km/hari)

Langkah-langkah perhitungan evaporasi potensial sebagai berikut:

1. Koreksi suhu udara dan lama penyinaran matahari

a. Suhu udara

$$T' = (T \pm 0,006 H) \quad (2)$$

Dimana:

- T' : Koreksi suhu udara
 T : Data suhu udara sebelum dikoreksi
 H : Beda tinggi antara lokasi penelitian dengan lokasi stasiun

b. Lama penyinaran matahari

$$n/N' = (n/N - 0,01 H) \quad (3)$$

Dimana:

- n/N' : Koreksi lama penyinaran matahari
 n/N : Data lama penyinaran matahari sebelum dikoreksi
 H : Beda tinggi antara lokasi penelitian dengan lokasi stasiun

2. Evapotranspirasi potensial

a. Tekanan uap air

$$e_d = e_a \times R_h \quad (4)$$

Dimana:

- e_d : Tekanan uap air (mbar)
 e_a : Tekanan uap air jenuh (mbar)
 R_h : Kelembaban relatif (%)

b. Fungsi angin

$$f(U) = 0,27 (1 + (U/100)) \quad (5)$$

Dimana:

- $f(U)$: Fungsi angin relatif (km/hari)
 U : Kecepatan angin (km/hari)

c. Radiasi matahari (R_s)

$$R_s = [a + (b \times n/N')] R_a \quad (6)$$

Dimana:

- R_s : Radiasi matahari setelah terkoreksi (mm/hari)
 n/N' : Koreksi lama penyinaran matahari (%)
 R_a : Radiasi matahari (mm/hari)
 a : 0,25 (Soemarto, 1987:68)
 b : 0,54 (Soemarto, 1987:68)

d. Penyinaran radiasi matahari (R_{ns})

$$R_{ns} = (1 - r) R_s \quad (7)$$

Dimana:

- R_{ns} : Penyinaran radiasi matahari yang dikoreksi bumi (mm/hari)
 r : Faktor Albedo : 0,20 (Soemarto, 1987:68)
 R_s : Radiasi matahari setelah terkoreksi (mm/hari)

e. Koreksi akibat tekanan uap air ($f(e_d)$)

$$f(e_d) = 0,34 - (0,044 \times e_d^{0,5}) \quad (8)$$

Dimana:

$f(e_d)$: Koreksi akibat tekanan uap air (mm/hari)

e_d : Tekanan uap air (mbar)

f. Fungsi kecerahan ($f(n/N)$)

$$f(n/N) = 0,1 + (0,9 n/N) \quad (9)$$

Dimana:

$f(n/N)$: Fungsi kecerahan (mm/hari)

n/N : Penyinaran matahari aktual (%)

g. Radiasi gelombang Panjang (R_{n1})

$$R_{n1} = f(T) \times f(e_d) \times f(n/N) \quad (10)$$

Dimana:

R_{n1} : Radiasi gelombang panjang (mm/hari)

$f(T)$: Fungsi temperatur (mm/hari)

$f(e_d)$: Koreksi akibat tekanan air (mm/hari)

$f(n/N)$: Fungsi kecerahan (mm/hari)

h. Penyinaran radiasi bersih (R_n)

$$R_n = R_{ns} - R_{n1} \quad (11)$$

Dimana:

R_n : Penyinaran radiasi bersih (mm/hari)

R_{ns} : Penyinaran radiasi matahari yang dikoreksi bumi (mm/hari)

R_{n1} : Radiasi gelombang panjang (mm/hari)

i. Evapotranspirasi potensial

$$ET_o = c \times ET_o^* \quad (12)$$

$$ET_o^* = W (0,75 R_s - R_{n1}) + (1 - W) f(U) (e_a - e_d) \quad (13)$$

Dimana:

ET_o : Evaporasi potensial (mm/hari)

c : Faktor koreksi

ET_o^* : Evaporasi (mm/hari)

W : Faktor yang berhubungan dengan suhu (t) dan elevasi daerah.

R_s : Radiasi gelombang pendek, dalam satuan evaporasi ekuivalen (mm/hari) : $(0,25 + 0,54 n/N) R_a$

R_{n1} : Radiasi gelombang panjang (mm/hari)

e_a : Tekanan uap air jenuh (mbar)

e_d : Tekanan uap air (mbar)

2.3.2 Evaporasi Terbatas

Evapotranspirasi terbatas adalah evapotranspirasi aktual yang dipengaruhi oleh kondisi lahan yang tertutup oleh tumbuhan atau tidak tertutupi tumbuhan hijau pada musim kemarau kondisi tersebut disebut *exposed surface* (Ginting, 2016). Secara matematis evapotranspirasi terbatas dirumuskan sebagai berikut:

$$E = E_p \times \left(\frac{m}{20}\right) \times (18 - n) \quad (14)$$

$$E_t = E_p - E \quad (15)$$

Dimana:

E : Evapotranspirasi aktual (mm)

E_t : Evapotranspirasi terbatas (mm)

E_p : Evapotranspirasi potensial (mm)

m : Singkapan lahan (*exposed surface*) (%)

n : Jumlah hari hujan dalam sebulan

2.3.3 Keseimbangan Air (Water Balance)

Keseimbangan air di permukaan tanah dipengaruhi oleh faktor-faktor sebagai berikut:

1. Air hujan efektif

Air hujan efektif yaitu air hujan yang mencapai permukaan tanah dan dirumuskan sebagai berikut:

$$As = P - Et \quad (16)$$

Dimana:

As : Air hujan efektif (mm/bulan)

P : Curah hujan bulanan (mm/bulan)

Et : Evapotranspirasi terbatas (mm/bulan)

2. Kandungan air tanah (*soil storage*)

Besar kandungan air tanah tergantung dari harga air hujan efektif (As). Bila harga air hujan efektif (As) negatif atau dibawah nilai 0 sebagai akibat perhitungan air hujan efektif, maka kapasitas kelembaban tanah akan berkurang dan bila harga air hujan efektif (As) positif maka kelembaban tanah akan bertambah.

3. Kapasitas kelembaban tanah (*soil moisture capacity*)

Soil Moisture Capacity (SMC) adalah kapasitas kandungan air pada lapisan tanah permukaan (*surface soil*) per m². Ada dua keadaan untuk menentukan SMC, yaitu:

a. SMC = (diasumsi 50 – 200 mm/bulan), jika $As > 0$.

Artinya tampungan kelembaban tanah sudah mencapai kapasitas maksimumnya atau terlampaui sehingga air tidak disimpan dalam tanah lembab. Ini berarti kandungan air tanah (*soil storage*) sama dengan nol dan besarnya *water surplus* sama dengan As.

b. SMC = SMC bulan sebelumnya + As, jika $As < 0$ (17)

Untuk keadaan ini, tampungan kelembaban tanah belum mencapai kapasitas maksimum, sehingga ada air yang disimpan dalam tanah lembab. Besarnya air yang disimpan ini adalah $P - Et$. Karena air berusaha untuk mengisi kapasitas maksimumnya, maka untuk keadaan ini tidak ada *water surplus* ($WS : 0$).

4. Kelebihan air (*water surplus*)

Water Surplus didefinisikan sebagai curah hujan yang telah mengalami evapotranspirasi dan mengisi *Soil Storage* (SS). *Water Surplus* secara langsung berpengaruh pada infiltrasi/perkolasi dan *total run-off* yang merupakan komponen dari debit.

Persamaan *Water Surplus* (WS) adalah sebagai berikut:

$$WS = As \quad (18)$$

Dimana:

WS : Kelebihan air (mm/bulan)

As : Air hujan efektif (mm/bulan)

Akan tetapi jika $As < 0$, maka *water surplus* sama dengan 0.

2.3.4 Aliran dan Simpanan Air Tanah

Besar nilai simpanan air tanah dalam Metode Mock dipengaruhi oleh 3 faktor yaitu (Ginting, 2016):

1. Infiltrasi (I)

$$I = WS \times I_n \quad (19)$$

Dimana:

I : Volume simpanan air tanah bulan ke n (mm/bulan)

WS : Kelebihan air (mm/bulan)

I_n : Koefisien infiltrasi (diasumsikan 0 – 1)

2. Konstanta resesi aliran (k)

Penentuan nilai k dengan cara coba ulang dengan asumsi nilainya selalu konstan sepanjang waktu.

3. Volume simpanan air tanah bulan sebelumnya (V_{n-1})

V_{n-1} di lokasi studi diasumsikan sebesar 100 mm (KP-01,1996:64).

a. Volume simpanan air tanah

$$V_n = k \times V_{(n-1)} + 0,5 \times (1 + k) \times I \quad (20)$$

Dimana:

V_n : Volume simpanan air tanah bulan ke n (mm/bulan)

$k = \frac{qt}{q_0}$: Faktor resesi aliran tanah (diasumsikan 0 – 1)

qt : Aliran air tanah pada waktu bulan ke t

q_0 : Aliran air tanah pada awal bulan (bulan ke 0)

V_{n-1} : Volume simpanan air tanah bulan ke (n-1) (mm/bulan)

b. Perubahan volume simpanan air tanah

Perubahan volume simpanan air tanah dirumuskan sebagai berikut:

$$\Delta V_n = V_n - V_{(n-1)} \quad (21)$$

Dimana:

ΔV_n : Perubahan volume simpanan air tanah (mm/bulan)

V_n : Volume simpanan air tanah bulan ke n (mm/bulan)

V_{n-1} : Volume simpanan air tanah bulan ke (n-1) (mm/bulan)

Aliran air tanah terdiri dari beberapa komponen yang dirumuskan sebagai berikut:

1) Aliran dasar (*base flow*)

Aliran dasar (*base flow*) dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$BF = I - \Delta V_n \quad (22)$$

Dimana:

BF : Aliran dasar (mm/bulan)

I : Infiltrasi

ΔV_n : Perubahan volume simpanan air tanah (mm/bulan)

2) Aliran langsung (*direct run off*)

Aliran langsung (*direct run off*) merupakan komponen aliran yang besarnya adalah kelebihan air dikurangi besaran infiltrasi.

$$DRO = WS - I \quad (23)$$

Dimana:

DRO : Aliran langsung (mm/bulan)

WS : Kelebihan air (mm/bulan)

I : Infiltrasi

3) Total aliran (*total run off*)

Total aliran (*total run off*) adalah aliran yang besarnya ditentukan dengan aliran langsung dikurangi aliran dasar.

$$TRO = DRO + BF \quad (24)$$

Dimana:

TRO : Total aliran (mm/bulan)

DRO : Aliran langsung (mm/bulan)

BF : Aliran dasar (mm/bulan)

2.3.5 Debit Aliran

Debit aliran adalah laju aliran air yang melewati suatu penampang melintang sungai per satuan waktu (Asdak, 2010), satuan debit yang digunakan adalah meter kubik per detik (m^3/dtk). Debit aliran (Q) dapat dihitung sebagai berikut:

$$Q = \frac{TRO \times A}{86.400 \times h} \quad (25)$$

Dimana:

Q : Debit aliran sungai (m^3/dtk)

A : Luas sub DAS (m^2)

TRO : Total aliran

86.000 : 24 jam $\times$ 3.600 detik (1 hari dalam detik)

h : Jumlah hari dalam 1 bulan

2.4 Proyeksi Jumlah Penduduk

Berdasarkan Pedoman Penghitungan Proyeksi Penduduk dan Angkatan Kerja (2010), metode yang digunakan dalam menentukan proyeksi penduduk adalah sebagai berikut.

1. Metode Aritmatik

a. Laju pertumbuhan penduduk

$$q = \frac{1}{n} \left(\frac{P_n}{P_0} - 1 \right) \quad (26)$$

b. Laju pertumbuhan penduduk

$$P_n = P_0 \times (1 + q \cdot n) \quad (27)$$

2. Metode Geometrik

- a. Laju pertumbuhan penduduk

$$q = \left(\frac{P_n}{P_0} \right)^{\frac{1}{n}} - 1 \quad (28)$$

- b. Laju pertumbuhan penduduk

$$P_n = P_0 \times (1 + q)^n \quad (29)$$

3. Metode Eksponensial

- a. Laju pertumbuhan penduduk

$$q = \frac{\ln \left(\frac{P_n}{P_0} \right)}{n} \quad (30)$$

- b. Laju pertumbuhan penduduk

$$P_n = P_0 \times e^{qn} \quad (31)$$

Penjelasan dari persamaan ketiga metode diatas adalah sebagai berikut :

P_n : jumlah penduduk tahun rencana (jiwa)

P_0 : jumlah penduduk tahun dasar (jiwa)

e : nilai eksponensial (2,7182818)

n : selisih terhadap tahun dasar (tahun)

q : laju pertumbuhan per tahun (%)

$\ln$: logaritma natural atau logaritma dengan basis eksponensial euler (e)

Selanjutnya perlu dilakukan perhitungan standar deviasi dari ketiga metode tersebut dengan persamaan sebagai berikut (Soewarno, 1995:75).

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (32)$$

Dimana:

S : Standar deviasi

X_i : Nilai varian (data jumlah penduduk)

$\bar{X}$: Nilai rata-rata (rata-rata jumlah penduduk)

n : Jumlah data

2.5 Proyeksi Jumlah Murid

Angka pertumbuhan murid adalah kenaikan setiap tahun yang dinyatakan dalam bentuk persentase dengan persamaan berikut (Hermawan, 2017:52).

1. Laju pertumbuhan murid

$$ATS_n = \frac{S_n - S_{n-1}}{S_{n-1}} \times 100 \quad (33)$$

2. Proyeksi jumlah murid

$$S_{n+1} = S_n \times (1 + (ATS_n / 100)) \quad (34)$$

Dimana:

S_{n+1} : jumlah murid tahun ke $n+1$ (murid)

S_{n-1} : jumlah murid tahun ke $n-1$ (murid)

S_n : jumlah murid tahun ke n (murid)

ATS_n : laju pertumbuhan murid dari tahun $n-1$ ke n (%)

2.6 Perhitungan Kebutuhan Air Bersih

Langkah-langkah yang perlu dilakukan dalam menghitung kebutuhan air bersih, antara lain:

1. Kebutuhan air domestik

$$Q_D = JP \times (pl \%) \times S \quad (35)$$

Dimana:

Q_D : kebutuhan air domestik (ltr/dtk)

JP : jumlah penduduk tahun rencana (jiwa)

$pl \%$: persentase pelayanan

S : standar kebutuhan air rata-rata

2. Kebutuhan air non domestik

$$Q_{nD} = (nD\%) \times Q_D \quad (36)$$

Dimana:

 Q_{nD} : kebutuhan air non domestik (ltr/dtk) $nD\%$: persentase kebutuhan non domestik Q_D : kebutuhan air domestik (ltr/dtk)

3. Kehilangan dan kebocoran air

$$Q_{HL} = (Q_D + Q_{nD}) \times (Kt\%) \quad (37)$$

Dimana:

 Q_{HL} : jumlah air akibat kehilangan dan kebocoran (ltr/dtk) $Kt\%$: persentase kehilangan dan kebocoran Q_D : kebutuhan air domestik (ltr/dtk) Q_{nD} : kebutuhan air non domestik (ltr/dtk)

4. Kebutuhan air total

$$Q_t = Q_D + Q_{nD} \quad (38)$$

Dimana:

 Q_t : kebutuhan air total (ltr/dtk) Q_D : kebutuhan air domestik (ltr/dtk) Q_{nD} : kebutuhan air non domestik (ltr/dtk)

5. Kebutuhan air rata-rata harian

$$Q_{RH} = Q_t + Q_{HL} \quad (39)$$

Dimana:

 Q_{RH} : kebutuhan air rata-rata harian (ltr/dtk) Q_t : kebutuhan air total (ltr/dtk) Q_{HL} : kehilangan dan kebocoran air (ltr/dtk)

6. Kebutuhan air harian maksimum

$$Q_m = Q_{RH} \times F \quad (40)$$

Dimana:

 Q_m : kebutuhan air maksimum (ltr/dtk) Q_{RH} : kebutuhan air rata-rata harian (ltr/dtk) F : faktor kebutuhan air maksimum

7. Kebutuhan air pada jam puncak

$$Q_{JP} = Q_m \times F \quad (41)$$

Dimana:

 Q_{JP} : kebutuhan air jam puncak (ltr/dtk) Q_m : kebutuhan air maksimum (ltr/dtk) F : faktor kebutuhan air jam puncak**3. Hasil dan Pembahasan***3.1 Proyeksi Pertumbuhan Penduduk*

Proyeksi jumlah penduduk dilakukan untuk setiap desa dan kelurahan di Kecamatan Larantuka. Jumlah penduduk diproyeksikan untuk 20 tahun mendatang dari tahun 2022 sampai tahun 2041 berdasarkan data penduduk 10 tahun terakhir dari tahun 2012 sampai tahun 2021 (Kecamatan Larantuka Dalam Angka, 2012-2022). Proyeksi jumlah penduduk juga berdasarkan laju pertumbuhan penduduk setiap desa dan kelurahan di Kecamatan Larantuka dari tahun 2012 sampai tahun 2021. Setelah mengetahui rata-rata pertumbuhan penduduk setiap desa dan kelurahan di Kecamatan Larantuka, selanjutnya dilakukan perhitungan proyeksi jumlah penduduk menggunakan metode aritmatik, geometrik dan eksponensial (Tapoona, 2024). Kemudian dilakukan perhitungan standar deviasi dari masing-masing metode. Metode proyeksi dengan standar deviasi terkecil adalah metode yang lebih akurat atau sesuai dengan data historis dan dapat dipilih untuk digunakan dalam analisis selanjutnya. Rekapitulasi hasil proyeksi jumlah penduduk Kecamatan Larantuka dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rekapitulasi Hasil Proyeksi Jumlah Penduduk Kecamatan Larantuka

NO	Kelurahan/Desa	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	Jum lah Pendu duk (Jiwa)											
										2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041
1	Mokantarak	1582	1618	1655	1691	1727	1763	1799	1836	1872	1908	1944	1980	2017	2053	2089	2125	2161	2198	2234	2270
2	Lamawalang	1075	1086	1098	1110	1122	1135	1147	1160	1172	1185	1198	1211	1224	1238	1251	1265	1279	1293	1307	1321
3	Waibulun	3070	3083	3097	3110	3124	3138	3152	3166	3180	3194	3208	3222	3236	3251	3265	3280	3294	3309	3323	3338
4	Lewolere	2434	2436	2438	2440	2441	2443	2445	2447	2449	2451	2453	2455	2457	2459	2461	2463	2464	2466	2468	2470
5	Pantai Besar	1431	1464	1497	1530	1565	1600	1636	1673	1710	1749	1788	1828	1869	1911	1954	1998	2043	2089	2136	2184
6	Larantuka	1301	1323	1346	1369	1391	1414	1437	1460	1482	1505	1528	1550	1573	1596	1618	1641	1664	1686	1709	1732
7	Balela	1153	1158	1163	1168	1173	1178	1183	1188	1193	1198	1203	1208	1213	1218	1223	1229	1234	1239	1244	1250
8	Pohon Siri	740	740	741	741	742	742	743	743	744	745	745	746	746	747	747	748	749	749	750	750
9	Lohayong	710	714	718	722	726	730	734	739	743	747	751	756	760	764	768	773	777	782	786	790
10	Lokea	1598	1600	1601	1603	1605	1607	1609	1610	1612	1614	1616	1618	1619	1621	1623	1625	1627	1628	1630	1632
11	Postoh	2018	2031	2044	2057	2071	2084	2098	2111	2125	2138	2152	2166	2180	2194	2209	2223	2237	2252	2266	2281
12	Amagarapati	2601	2617	2633	2650	2666	2683	2699	2716	2733	2750	2767	2784	2801	2819	2836	2854	2872	2890	2907	2925
13	Ekasapta	3833	3872	3913	3954	3995	4037	4079	4121	4164	4207	4251	4296	4340	4386	4431	4478	4524	4571	4619	4667
14	Puken Tobi Wangi Bao	3375	3470	3565	3660	3755	3850	3945	4040	4135	4230	4325	4420	4515	4610	4705	4800	4895	4990	5085	5180
15	Sarotari	3073	3115	3157	3200	3244	3288	3333	3378	3424	3470	3518	3565	3614	3663	3713	3763	3814	3866	3919	3972
16	Weri	2982	3060	3138	3216	3295	3373	3451	3529	3607	3685	3763	3841	3919	3998	4076	4154	4232	4310	4388	4466
17	Pohon Bao	3350	3426	3501	3577	3652	3727	3803	3878	3954	4029	4104	4180	4255	4330	4406	4481	4557	4632	4707	4783
18	Waihalu	1226	1239	1252	1264	1277	1290	1303	1317	1330	1344	1357	1371	1385	1399	1414	1428	1443	1457	1472	1487
19	Sarotari Tengah	2966	3076	3185	3295	3404	3514	3623	3732	3842	3951	4061	4170	4280	4389	4498	4608	4717	4827	4936	5045
20	Sarotari Timur	1826	1870	1915	1959	2004	2048	2093	2137	2182	2226	2271	2315	2360	2404	2449	2493	2538	2582	2627	2671
Jumlah		42344	42998	43657	44316	44979	45644	46312	46981	47653	48326	49003	49682	50363	51050	51736	52429	53121	53816	54513	55214

3.2 Proyeksi Pertumbuhan Murid

Jumlah murid diproyeksikan untuk 20 tahun kedepan dari tahun 2022 hingga tahun 2041 berdasarkan laju pertumbuhan murid dari data murid tahun 2020 hingga tahun 2021 (Kecamatan Larantuka Dalam Angka, 2021-2022). Proyeksi pertumbuhan murid dilakukan dengan menghitung laju pertumbuhan murid dan kemudian dilanjutkan dengan perhitungan proyeksi jumlah murid. Rekapitulasi hasil perhitungan proyeksi pertumbuhan murid dapat dilihat di Tabel 2.

Tabel 2. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Proyeksi Pertumbuhan Murid Kecamatan Larantuka

No	Desa / Kelurahan	Laju Pertumbuhan	Proyeksi Jumlah Murid																			
			2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041
1	Mokantarak	1.89	165	168	171	175	178	181	185	188	192	195	199	203	207	210	214	218	223	227	231	235
2	Lamawaling	1.35	154	158	160	163	166	169	172	175	178	181	184	187	190	193	196	199	202	205	208	211
3	Waibulan	0.44	913	917	921	925	929	933	937	942	946	950	954	958	963	967	971	975	980	984	988	993
4	Lewolere	0.17	575	576	577	578	579	580	581	582	583	584	585	586	587	588	589	590	591	592	593	594
5	Pantai Besar	1.75	118	120	122	124	127	129	131	133	136	138	140	143	145	148	151	153	156	159	161	164
6	Larantuka	1.57	131	133	135	137	139	142	144	146	148	151	153	156	158	161	163	166	168	171	174	176
7	Balela	0.43	708	711	714	717	720	723	726	729	733	736	739	742	745	748	752	755	758	761	764	768
8	Pohon Siri	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	Lohayong	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	Lokea	0.41	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	258	259	260	261	262	263
11	Postoh	0.66	611	615	619	623	627	632	636	640	644	648	653	657	661	666	670	675	679	684	688	693
12	Amagarapati	0.35	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	307	308	309	310
13	Ekasapta	0.94	866	874	882	891	899	908	916	925	933	942	951	960	969	978	987	997	1006	1016	1025	1035
14	Puken Tobt Wangi Bao	2.20	379	388	396	405	414	423	432	442	451	461	472	482	493	503	514	526	537	549	561	574
15	Sarotari	1.33	385	390	395	401	406	411	417	422	428	434	440	445	451	457	464	470	476	482	489	495
16	Weri	0.94	1633	1648	1664	1679	1695	1711	1727	1743	1759	1776	1793	1809	1826	1843	1861	1878	1896	1913	1931	1949
17	Pohon Bao	1.83	340	346	353	359	366	372	379	386	393	400	408	415	423	430	438	446	455	463	471	480
18	Waihalu	0.99	2375	2399	2422	2446	2470	2495	2519	2544	2569	2595	2620	2646	2673	2699	2726	2752	2780	2807	2835	2863
19	Sarotari Tengah	2.84	596	613	631	649	667	686	705	725	746	767	789	811	834	858	882	907	933	960	987	1015
20	Sarotari Timur	1.92	379	386	394	401	409	417	425	433	441	450	458	467	476	485	495	504	514	524	534	544
Jumlah			10861	10975	11091	11208	11328	11449	11571	11696	11823	11951	12081	12214	12348	12484	12623	12763	12906	13051	13198	13347

3.3 Analisis Kebutuhan Air Kecamatan Larantuka

Kebutuhan air bersih yang dihitung berupa kebutuhan air total, kehilangan air, kebutuhan air rata-rata harian, kebutuhan air harian maksimum dan kebutuhan air pada jam puncak berdasarkan kebutuhan air domestik dan non domestik yang dihitung berdasarkan proyeksi penduduk Kecamatan Larantuka dari tahun 2022 hingga tahun 2041 (Tabel 1). Menurut Ditjen Cipta Karya PU (1996), parameter-parameter yang perlu diperhitungkan yaitu faktor kehilangan air sebesar 20-30%; koefisien faktor harian maksimum sebesar 1,1; koefisien faktor jam puncak sebesar 1,56. Rekapitulasi hasil perhitungan kebutuhan air bersih di Kecamatan Larantuka pada tahun 2041 dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Rekapitulasi Perhitungan Kebutuhan Air Bersih di Kecamatan Larantuka Tahun 2041

No	Tahun Proyeksi	Kebutuhan Air Domestik (Liter/detik)	Kebutuhan Air Non Domestik (Liter/detik)	Kebutuhan Air Total (Liter/detik)	Kehilangan Air (Liter/detik)	Kebutuhan Air Rata-rata Harian (Liter/detik)	Keb. Air Harian Maksimum (Liter/detik)	Kebutuhan Air Pada Jam Puncak (Liter/detik)
(a)	(b)	(c)	(d)	(e) = (c) + (d)	(f) = (e) x (Kr%)	(g) = (e) / (e)	(h) = (g) x Fhm	(i) = (h) x Fjp
1	2022	38,717	3,864	42,582	8,516	51,098	56,208	87,684
2	2023	39,315	3,877	43,193	8,639	51,831	57,014	88,942
3	2024	39,918	4,044	43,962	8,792	52,755	58,030	90,527
4	2025	40,520	4,058	44,578	8,916	53,494	58,843	91,796
5	2026	41,127	4,072	45,198	9,040	54,238	59,662	93,073
6	2027	41,735	4,086	45,820	9,164	54,985	60,483	94,353
7	2028	42,345	4,100	46,445	9,289	55,734	61,308	95,640
8	2029	42,957	4,114	47,072	9,414	56,486	62,134	96,930
9	2030	43,572	4,129	47,701	9,540	57,241	62,965	98,225
10	2031	44,187	4,144	48,331	9,666	57,997	63,797	99,523
11	2032	44,806	4,159	48,965	9,793	58,758	64,634	100,829
12	2033	45,427	4,174	49,601	9,920	59,521	65,473	102,139
13	2034	46,050	4,190	50,239	10,048	60,287	66,316	103,453
14	2035	46,678	4,206	50,883	10,177	61,060	67,166	104,779
15	2036	47,305	4,222	51,527	10,305	61,832	68,015	106,103
16	2037	47,939	4,238	52,176	10,435	62,612	68,873	107,442
17	2038	48,571	4,254	52,826	10,565	63,391	69,730	108,779
18	2039	49,207	4,271	53,478	10,696	64,174	70,591	110,122
19	2040	49,844	4,288	54,132	10,826	64,959	71,455	111,469
20	2041	50,485	4,305	54,790	10,958	65,749	72,323	112,825

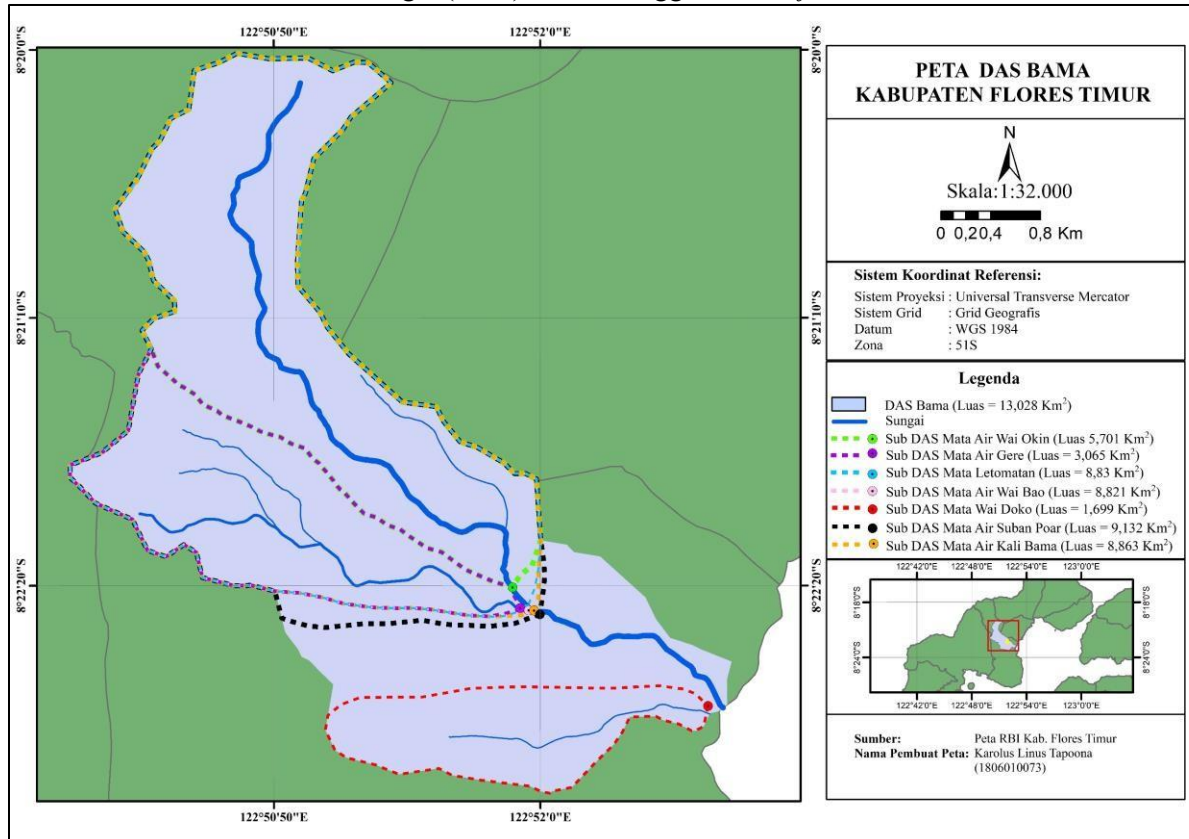
3.4 Analisis Ketersediaan Air Kecamatan Larantuka

3.4.1 Analisis Data Curah Hujan

Analisis ini bertujuan untuk menentukan besarnya curah hujan rata-rata dari tahun 2008 hingga tahun 2022, yang ditentukan dengan melihat hujan maksimum setiap bulan yang terjadi dari tahun 2008 hingga tahun 2022.

3.4.2 Identifikasi Daerah Aliran Sungai

Identifikasi daerah aliran sungai (DAS) Bama menggunakan *software ArcGis* versi 10.8.



Gambar 1. Peta Daerah Aliran Sungai (DAS) Bama

Berdasarkan Daerah Aliran Sungai (DAS) Bama dengan luas 13,028 km² (Gambar 1), diperoleh 7 sub DAS yaitu Sub DAS Wai Okin dengan luas 5,701 km², Sub DAS Gere dengan luas 3,065 km², Sub DAS Letomatan dengan luas 8,83 km², Sub DAS Wai Bao dengan luas 8,821 km², Sub DAS Wai Doko dengan luas 1,699 km², Sub DAS Suban Poar dengan luas 9,132 km² dan Sub DAS Kali Bama dengan luas 8,863 km² (Tapoona, 2024).

3.4.3 Perhitungan Evapotranspirasi Metode Penman Modifikasi

Perhitungan evapotranspirasi Metode Penman Modifikasi dilakukan setiap bulan terhadap semua mata air yang berada di DAS Bama. Perhitungan tersebut terdiri dari koreksi suhu udara, koreksi lama penyinaran matahari, perhitungan tekanan uap air, perhitungan fungsi angin, perhitungan radiasi matahari, perhitungan penyinaran radiasi matahari, perhitungan koreksi akibat tekanan uap air, perhitungan fungsi kecerahan, perhitungan radiasi gelombang panjang, dan perhitungan radiasi bersih. Rekapitulasi hasil perhitungan evapotranspirasi dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Rekapitulasi Perhitungan Evapotranspirasi

No	Mata Air	Eva potranspirasi (mm/b n)											
		Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Juni	Juli	Agt	Sep	Okt	Nov	Des
1	Wai Okin	139,24	143,04	164,38	138,54	128,31	121,29	130,59	161,13	188,83	205,59	189,66	160,48
2	Gere	140,83	144,62	166,17	140,04	129,72	122,59	131,97	162,78	190,77	207,67	191,62	162,26
3	Letomatan	141,03	144,81	166,40	140,23	129,90	122,76	132,15	162,99	191,02	207,93	191,86	162,48
4	Wai Bao	141,09	144,87	166,46	140,28	129,95	122,81	132,20	163,05	191,08	208,01	191,92	162,55
5	Wai Doko	148,01	151,80	174,27	146,77	136,08	128,66	138,31	170,34	199,46	216,35	199,50	170,02
6	Suban Poar	141,66	145,45	167,11	140,82	130,46	123,30	132,70	163,66	191,79	208,76	192,56	163,19
7	Kali Bama	141,32	145,10	166,72	140,50	130,16	123,01	132,40	163,29	191,37	208,31	192,18	162,81

3.4.4 Perhitungan Debit Andalan Metode F. J. Mock

Perhitungan debit andalan menggunakan Metode F.J. Mock dilakukan setiap bulan pada setiap mata air terdiri dari perhitungan evapotranspirasi aktual, perhitungan air hujan efektif, perhitungan kapasitas kelembaban tanah, perhitungan *water surplus*, perhitungan infiltrasi, perhitungan volume simpanan air tanah, perhitungan perubahan volume air tanah, perhitungan aliran dasar, perhitungan aliran langsung, dan perhitungan total aliran. Rekapitulasi hasil perhitungan debit andalan Metode F. J. Mock dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Debit Andalan Metode F. J. Mock

No	Mata Air	Debit Andalan Metode F. J. Mock (liter/detik)											
		Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
1	Wai Okin	62,047	48,677	2,128	2,199	2,128	2,199	2,128	2,128	2,199	2,128	2,199	16,466
2	Gere	32,955	25,801	1,137	1,175	1,137	1,175	1,137	1,137	1,175	1,137	1,175	8,584
3	Letomatan	95,491	74,744	3,297	3,407	3,297	3,407	3,297	3,297	3,407	3,297	3,407	24,814
4	Wai Bao	95,371	74,645	3,293	3,403	3,293	3,403	3,293	3,293	3,403	3,293	3,403	24,765
5	Wai Doko	17,915	13,890	0,634	0,656	0,634	0,656	0,634	0,634	0,656	0,634	0,656	4,276
6	Suban Poar	98,526	77,055	3,409	3,523	3,409	3,523	3,409	3,409	3,523	3,409	3,523	25,409
7	Kali Bama	95,455	74,688	3,299	3,409	3,299	3,409	3,299	3,299	3,409	3,299	3,409	24,719
Total		497,760	389,501	17,198	17,771	17,198	17,771	17,198	17,771	17,198	17,771	17,771	129,033

3.5 Analisis Air Tanah

Analisis air tanah dilakukan dengan observasi lapangan terhadap sumur gali yang ada di Kecamatan Larantuka. Setelah diperoleh data-data yang dibutuhkan, kemudian dilakukan perhitungan debit sumur gali. Hasil perhitungan debit sumur gali dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Perhitungan Debit Sumur Gali Kecamatan Larantuka

No	Sumur gali	Kedalaman Sumur gali (m)	Diameter (m)	Jari-Jari / r (cm)	Selisih muka air (cm)	Volume sumur (liter)	Waktu pengisian (detik)	Debit (liter/detik)
1	SG 1	18,000	2,000	100,000	2,900	91,060	29,46	3,091
2	SG 2	20,000	1,500	75,000	2,800	49,455	17,47	2,831
3	SG 3	20,000	2,000	100,000	2,300	72,220	33,40	2,162
4	SG 4	25,000	2,400	120,000	3,000	135,648	31,57	4,297
5	SG 5	16,000	1,900	95,000	4,200	119,022	27,45	4,336
6	SG 6	20,000	1,600	80,000	3,800	76,365	22,04	3,465
7	SG 7	17,000	1,700	85,000	3,500	79,403	31,37	2,531
8	SG 8	23,000	2,000	100,000	2,900	91,060	31,25	2,914
9	SG 9	15,000	2,300	115,000	2,100	87,206	24,09	3,620
10	SG 10	15,000	2,100	105,000	4,300	148,860	34,53	4,311
11	SG 11	14,000	2,000	100,000	2,900	91,060	29,52	3,085
12	SG 12	18,000	1,800	90,000	3,500	89,019	21,08	4,223
13	SG 13	20,000	1,400	70,000	2,800	43,081	36,08	1,194
14	SG 14	19,000	2,400	120,000	2,000	90,432	25,35	3,567
15	SG 15	19,000	1,200	60,000	4,500	50,868	36,15	1,407
16	SG 16	26,000	2,200	110,000	2,000	75,988	27,28	2,785
17	SG 17	16,000	1,300	65,000	4,100	54,393	20,58	2,643
18	SG 18	13,000	2,000	100,000	2,100	65,940	23,47	2,810
19	SG 19	24,000	2,000	100,000	3,200	100,480	29,57	3,398
20	SG 20	15,000	1,700	85,000	4,950	112,298	29,47	3,811
21	SG 21	20,000	2,100	105,000	4,300	148,860	32,54	4,575
22	SG 22	23,000	2,300	115,000	3,200	132,885	27,52	4,829
23	SG 23	14,000	1,200	60,000	3,900	44,086	24,34	1,811
24	SG 24	12,000	1,900	95,000	3,400	96,351	25,00	3,854
25	SG 25	22,000	2,000	100,000	4,200	131,880	45,34	2,909
26	SG 26	15,000	2,400	120,000	2,700	122,083	32,56	3,749
27	SG 27	10,000	2,000	100,000	3,200	100,480	20,54	4,892
28	SG 28	14,000	1,600	80,000	3,700	74,355	30,02	2,477
29	SG 29	24,000	1,500	75,000	4,200	74,183	25,47	2,913
30	SG 30	27,000	2,600	130,000	3,800	201,651	42,30	4,767
31	SG 31	22,000	1,700	85,000	4,600	104,358	26,42	3,950
32	SG 32	28,000	1,900	95,000	2,700	76,514	19,34	3,956
Total								107,162

3.6 Keseimbangan Air (Water Balance)

Keseimbangan air (*water balance*) dilakukan dengan membandingkan total ketersediaan air, dengan kebutuhan air masyarakat Kecamatan Larantuka pada tahun 2022 (tahun dasar proyeksi) dan

tahun 2041 (tahun puncak proyeksi). Total ketersediaan air diperoleh dari penjumlahan total debit andalan pada setiap mata air dengan total debit sumur gali di Kecamatan Larantuka, sedangkan kebutuhan air masyarakat kecamatan Larantuka diperoleh dari hasil perhitungan kebutuhan air harian maksimum (Tabel. 3). Hasil perhitungan keseimbangan air (*water balance*) dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Keseimbangan Air (*Water Balance*) Kecamatan Larantuka

Sumber Air		Ketersediaan Air	Kebutuhan Air (liter/detik)		Keterangan
Mata Air	Sumur Gali		2022	2041	
1173,369	107,162	1280,531	56,208	72,323	Terjadi <i>water surplus</i> (kelebihan air) pada tahun 2022 sebesar 1.224,323 liter/detik, dan pada tahun 2041 sebesar 1.208,208 liter/detik.

4. Kesimpulan

Besar kebutuhan air bersih masyarakat Kecamatan Larantuka pada tahun 2022 adalah 56,208 liter/detik, kemudian mengalami peningkatan setiap tahunnya dengan rata-rata peningkatan per tahun sebesar 0,81 liter/detik, hingga pada tahun 2041 kebutuhan air bersih masyarakat Kecamatan Larantuka adalah 72,323 liter/detik. Besar total potensi ketersediaan air untuk mensuplai kebutuhan air bersih masyarakat Kecamatan Larantuka adalah 1.280,531 liter/detik.

Berdasarkan hasil analisis perbandingan kebutuhan dan ketersediaan air, terjadi kelebihan air atau *water surplus* dari tahun 2022 sebesar 1.224,323 liter/detik dan pada tahun 2041 sebesar 1.208,208 liter/detik, sehingga dapat dikatakan bahwa kebutuhan air masyarakat Kecamatan Larantuka untuk 20 tahun mendatang yaitu dari tahun 2022 sampai dengan tahun 2041 dapat terpenuhi.

Daftar Pustaka

- Asdak, C. 2010. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Air Sungai: Edisi Revisi Kelima*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press Yogyakarta.
- Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika, 2023. *Data Curah Hujan dan Data Klimatologi Kabupaten Flores Timur*. Flores Timur: BMKG.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Flores Timur. 2022. *Kecamatan Larantuka dalam Angka*. BPS Kabupaten Flores Timur: Larantuka.
- Direktorat Jenderal Cipta Karya PU. 1996. *Kriteria Perencanaan Air Bersih KP-01*. Jakarta: Direktorat Jenderal Cipta Karya Pekerjaan Umum.
- Ginting, S. 2016. *Rainfall – Runoff Model*. Bandung: Balitbang Departemen PU.
- Hermawan, I. K. D. 2017. *Metode Menyusun Proyeksi Siswa dalam Perencanaan Pendidikan*. CV. Budi Utama: Yogyakarta.
- Mock, F. J. 1976. *Land Capability Appraisal Indonesia & Water Availability Appraisal*. Bogor: FAO.
- PERUMDA Ina Gelekat. 2023. *Laporan Debit Sumber*. Larantuka: PERUMDA Ina Gelekat Kabupaten Flores Timur.
- Soemarto, CD. 1987. *Hidrologi Teknik*. Surabaya: Usaha Nasional.
- Soewarno.1995. *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data Jilid 1*. Bandung: Penerbit NOVA.
- Tapoona, K. L. 2024. "Analisis Kebutuhan dan Ketersediaan Air Bersih Pada Kecamatan Larantuka Kabupaten Flores Timur". Program Studi Teknik Sipil, Universitas Nusa Cendana.