

Analisis Keandalan Tampunguan Waduk Molintogupo untuk Kebutuhan Air Baku di Kabupaten Bone Bolango Provinsi Gorontalo

HERI SUSANTO dan YEDIDA YOSANANTO

Jurusan Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional, Bandung
Email: kami88@gmail.com

ABSTRAK

Waduk Molintogupo direncanakan untuk memenuhi kebutuhan air baku masyarakat di 2 kecamatan di Kabupaten Bone Bolango Provinsi Gorontalo. Penelitian ini mengkaji ulang perencanaan Waduk Molintogupo terhadap kebutuhan masyarakat. Pentingnya akan keandalan tampungan pada sebuah Waduk Molintogupo menjadi prioritas utama sebagai pemenuhan akan kebutuhan terhadap air baku. Penelitian ini menganalisis keandalan Waduk Molintogupo. Beberapa analisis yang dilakukan untuk mendapatkan hasil yang baik yaitu analisis frekuensi, analisis debit banjir rencana, analisis ketersediaan air, analisis kebutuhan air, analisis sedimen dan analisis tampungan. Hasil analisis menunjukkan bahwa dibutuhkannya Waduk, kekurangan air sebesar 1.555.200 liter atau selama 3 hari sepanjang tahun, kapasitas tampungan waduk yang memenuhi kebutuhan air baku sebesar 3.874,95 m³ membutuhkan tinggi spillway 5 m dan elevasi muka air + 183,5 m. Usia guna waduk selama 10 tahun harus bisa menampung angkutan sedimen sebesar 0,0000125 m³/detik.

Kata kunci: keandalan waduk, air baku, usia guna waduk, tampungan

ABSTRACT

Molintogupo Reservoir is planned the meet domestic needs in two sud-districts in Bone Bolango regency of Gorontalo province. This study reviewed the planning of Molintogupo Reservoir to the meet domestic needs. The importance of the reliability of Molintogupo Reservoir to the reservoirs is a high priority as the fulfillment of the need for raw water. This study analyzed the Molintogupo Reservoir operation. There are several analyzes performed to obtain good results, which is frequency analysis, flood analysis, water availability analysis, water demand analysis, sediment analysis and storage analysis. The result of the analysis showed that the need of Reservoir, water shortage is 1,555,200 liter during 3 days per year, dam capacity that meet domestic needs as 3,874.95 m³. The dam has to designed with 5 m height of spillway and mean water level + 183.5 m. The dam that designed for ten years useful life has to carry sediment transport as 0.0000125 m³/sec.

Keywords: reliability of reservoir, raw water, age of reservoir, storage

1. PENDAHULUAN

Waduk adalah wadah buatan yang terbentuk sebagai akibat dibangunnya bendungan (Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat nomor 27/PRT/M/2015 tentang Bendungan, 2015). Waduk yang akan dianalisis digunakan untuk memenuhi kebutuhan air baku bagi rumah tangga, tempat-tempat umum dan juga industri. Waduk yang dianalisis harus memenuhi syarat dari segi pemenuhan kebutuhan air di masyarakat, ekonomis, dan memiliki kualitas air yang dapat digunakan sebagai sumber air baku. Pentingnya akan kualitas air menjadi salah satu prioritas utama sebagai indikator dapat dibangunnya Waduk Molintogupo. Ketersediaan air merupakan acuan untuk memenuhi kebutuhan air masyarakat. Suplai air direncanakan di dua kecamatan disekitar waduk yang akan di bangun. Setelah mengetahui ketersediaan air dan dibandingkan dengan kebutuhan air akan diketahui kebutuhan air untuk merencanakan dimensi tinggi waduk dan luasan area tampungan serta volume dari waduk yang akan direncanakan. Hasil Analisis berupa kebutuhan akan waduk, dimensi waduk, umur guna waduk, kebutuhan air yang tidak terpenuhi. Tujuan dilakukannya analisis ini adalah untuk mengetahui kebutuhan air masyarakat sehingga dapat direncanakan pemenuhan air tersebut dengan perencanaan pembangunan waduk molintogupo dan mengetahui kapasitas tampungan waduk molintogupo, sedangkan manfaat dari penelitian ini adalah mengetahui kapasitas tampungan waduk molintogupo supaya dapat memenuhi kebutuhan air masyarakat dan meningkatkan taraf hidup masyarakat di daerah tersebut.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kualitas Air Baku

Kualitas air yang disyaratkan harus memenuhi baku mutu golongan A (air minum). Kualitas air di lokasi pekerjaan harus diketahui dengan cara diteliti di laboratorium, sehingga dapat mengetahui kualitas air di lokasi dan dapat direncanakan metoda pengolahan air tersebut agar dapat dimanfaatkan.

2.2 Analisis Frekuensi Hujan

Analisis frekuensi merupakan penafsiran statistik hujan, digunakan untuk menghitung hidrologi dan menentukan probabilitas terjadinya periode ulang hujan pada periode tahun tertentu.

Analisis Jenis Sebaran

Perhitungan analisis jenis sebaran menggunakan *software* Smada 6.43. Dalam penelitian ini, metode yang digunakan setelah melalui uji kesesuaian menggunakan metode kuadrat terkecil adalah metode *Log Pearson Type III*.

Pemeriksaan Kesesuaian Distribusi Curah Hujan Rencana

Salah satu metode yang digunakan untuk menguji distribusi frekuensi adalah dengan metode kuadrat terkecil (*Least Square Method*). Metode ini mencocokkan distribusi yang berbeda. Periode ulang yang digunakan adalah 2, 5, 10, 25, 50, dan 100 tahunan. Jenis distribusi yang terpilih adalah distribusi yang memiliki nilai terkecil dan diformulasikan pada **Persamaan 1**.

$$LS = \left[\frac{\sum_{i=1}^n (X_{iT} - Y_{iT})^2}{n - m_j} \right]^{\frac{1}{2}} \quad \dots (1)$$

dengan :

LS = nilai *Least Square*,

X_{iT} = nilai pengamatan pada kejadian i periode ulang T ,
 Y_{iT} = nilai perhitungan pada kejadian i periode ulang T ,
 n = jumlah kejadian,
 m_j = jumlah parameter yang diestimasi.

2.3 Metode *FJ. Mock*

Metode yang digunakan dalam melakukan perhitungan simulasi aliran sungai dari data hujan, evapotranspirasi dan karakter hidrologi daerah aliran sungai. Hasil kajian yang menggunakan metode ini dapat diandalkan, karena data hasil survei lapangan antara lain merupakan parameter-parameter dalam kondisi sebenarnya. Berikut merupakan prosedur perhitungan menggunakan metode mock (Hadisusanto, 2010) :

1. Hujan

Nilai hujan bulanan merupakan hasil pencatatan data hujan dan jumlah hari hujan pada bulan yang bersangkutan.

2. Evapotranspirasi

Evapotranspirasi terbatas adalah evapotranspirasi aktual dengan memperhitungkan kondisi vegetasi dan permukaan tanah dapat dirumuskan pada **Persamaan 2**, **Persamaan 3** dan **Persamaan 4**.

$$E = ET_0^* * \frac{d}{30} * m \quad \dots(2)$$

dengan:

E = perbedaan evapotranspirasi potensial dan evapotranspirasi terbatas [mm],
 ET_0^* = evapotranspirasi potensial [mm],
 d = jumlah hari kering atau hari tanpa hujan dalam 1 bulan,
 m = prosentase lahan yang tidak tertutup vegetasi, dari peta tata guna lahan.

$$E_t = ET_0^* - E \quad \dots(3)$$

$$\text{soil water surplus} = (P - E_t) - \text{soil storage} \quad \dots(4)$$

Soil water surplus = 0 jika defisit ($P - E_t$) > soil storage

3. Keseimbangan Air di Permukaan Tanah

Keseimbangan air di permukaan tanah dihitung berdasarkan besarnya curah hujan bulanan dikurangi nilai evapotranspirasi terbatas rata-rata bulanan dapat dirumuskan pada **Persamaan 5**.

$$\Delta_s = P - E_t \quad \dots(5)$$

dengan:

Δ_s = perubahan kandungan air tanah (*soil storage*),
 E_t = evapotranspirasi terbatas [mm].

4. Simpangan Air Tanah (*Ground Water Storage*)

Nilai *run off* dan *ground water* besarnya tergantung dari kesetimbangan air dan kondisi tanahnya.

Koefisien infiltrasi = I (0,2 – 0,5)

Faktor resesi aliran air tanah = k (0,4 – 0,7) pada **Persamaan 6**, **Persamaan 7** dan **Persamaan 8** merupakan persamaan untuk mengetahui simpanan air tanah.

$$I_n = \text{Water Surplus} * I \quad \dots(6)$$

$$V_n = k.V_{(n-1)} + 0,5(1 + k) I_n \quad \dots(7)$$

$$DV_n = V_n - V_{n-1} \quad \dots(8)$$

dengan:

I_n = infiltrasi volume air yang masuk ke dalam tanah [m],

V_n = volume air tanah [m³],

I = koefisien infiltrasi.

5. Aliran Sungai

Pada **Persamaan 9**, **Persamaan 10**, **Persamaan 11** dan **Persamaan 12** merupakan persamaan dalam mengetahui debit aliran sungai atau aliran permukaan.

$$\text{Interflow} = \text{infiltrasi} - \text{Volume air tanah [mm]} \quad \dots(9)$$

$$\text{Direct run off} = \text{Water Surplus} - \text{infiltrasi [mm]} \quad \dots(10)$$

$$\text{Base flow} = \text{Aliran sungai yang selalu ada sepanjang tahun [m}^3/\text{dt]} \quad \dots(11)$$

$$\text{Run off} = \text{Interflow} + \text{Direct run off} + \text{Base flow [m}^3/\text{dt]} \quad \dots(12)$$

2.4 Debit Andal

Debit andal adalah debit yang diharapkan dapat memenuhi kebutuhan air sepanjang tahun sesuai dengan yang direncanakan. Berikut perhitungan debit andal:

Perhitungan Metode Rangking

Debit andal yang menggunakan metode ini harus menggunakan data pencatatan debit yang panjang, sehingga data debit yang ada dirangking dimulai dengan yang paling kecil hingga terbesar. Sehingga data yang telah tersusun dapat di prosentasekan debit andal yang diharapkan.

Kebutuhan air baku untuk air minum biasanya ditetapkan debit 99 % dan dapat dihitung sesuai **Persamaan 13**.

$$M = 0,01 * N \quad \dots(13)$$

Untuk air industri biasanya ditetapkan debit 95 % dan dapat dihitung sesuai **Persamaan 14**.

$$M = 0,05 * N \quad \dots(14)$$

dengan:

- M = rangking debit andalan yang diharapkan,
 N = jumlah tahun data pengamatan debit.

2.5 Proyeksi Data Penduduk

Besarnya jumlah penduduk merupakan tolak ukur dalam menghitung besarnya kebutuhan air baku yang akan dibutuhkan bukan hanya saat ini namun juga pada masa-masa yang akan datang dimana jumlah penduduk akan berkembang lebih besar. Besarnya dapat di hitung dengan metode geometrik menggunakan **Persamaan 15**:

$$r = \frac{P_n^{\frac{1}{n}}}{P_o} - 1 \quad \dots(15)$$

dengan:

- P_n = jumlah penduduk tahun ke- n [jiwa],
 P_o = jumlah penduduk pada tahun dasar [jiwa].

Perhitungan pertambahan penduduk pada yang dapat dihitung dengan metode geometrik dengan **Persamaan 16**:

$$P_n = P_o (1 + r)^n \quad \dots (16)$$

dengan:

- P_n = jumlah penduduk tahun ke- n [jiwa],
 P_o = jumlah penduduk tahun dasar [jiwa],
 r = laju pertambahan penduduk,
 n = jumlah tahun proyeksi.

2.6 Kebutuhan Air Baku

Pemakaian air oleh suatu masyarakat bertambah besar dengan kemajuan masyarakat tersebut, sehingga pemakaian air seringkali dipakai sebagai salah satu tolak ukur tinggi rendahnya kemajuan suatu masyarakat. Dengan memasukkan faktor kebutuhan air lainnya yang menyangkut kebutuhan air non-domestik, faktor pemakaian dan faktor kebocoran yang mungkin terjadi pada sistem penyediaan air yang ada, maka nilai kebutuhan air yang perlu dialirkan menjadi bertambah dan dihitung menggunakan **Persamaan 17**:

$$Q_{DPI} = \frac{(1 + N_D)F_P T_L}{(1 - K_B) \times 86400} (J_P K_D) \quad \dots (17)$$

dengan:

- Q_{DPI} = kebutuhan air baku rata-rata [liter/detik],
 J_P = jumlah penduduk yang dilayani [jiwa],
 K_D = kebutuhan air domestik per kapita/hari,
 N_D = presentase pemakaian air non domestic,
 K_B = faktor kebocoran,
 F_P = faktor pemakaian.

2.7 Analisis Sedimen

Sedimen Badan Sungai

Rumus pengangkutan sedimen yang didasarkan atas analisis teoritis akan berguna jika tersedia data yang cukup. Ketelitian perkiraan hasil sedimen akan bertambah besar, jika perioda pengumpulan data cukup panjang.

Rumus Meyer-Peter-Muller, dinyatakan pada **Persamaan 18**.

$$\rho \left(\frac{k_s}{k_r} \right)^{\frac{3}{2}} * R * S = 0,047(\rho_s - \rho)D_m + 0,25 \left(\frac{\rho}{g} \right)^{\frac{1}{3}} q_{bw}^{\frac{2}{3}} \quad \dots(18)$$

dengan:

- ρ = massa jenis air [kg/m³] = 1.000 [kg/m³],
- k_s = koefisien kekasaran menurut Stickler = 35,
- k_r = koefisien kekasaran dinding saluran, yang diakibatkan oleh gesekan bagian atas butir, Muller menyarankan untuk menggunakan **Persamaan 19**.

$$k_r = \frac{26}{(D_{90})^{\frac{1}{6}}} \text{ [m}^3\text{/detik]} \quad \dots(19)$$

- D_{90} = diameter sedimen butir sedimen dasar yang 90% materialnya lebih halus [m],
- R = jari-jari hidrolik [m],
- S = kemiringan dasar saluran,
- ρ_s = massa jenis sedimen [kg/m³],
- D_m = diameter median (yang mewakili) material dasar [m],
- q_{bw} = rata-rata angkutan sedimen dasar dalam berat persatuan waktu dan lebar dasar sungai [kg/detik.meter].

Sedimen Lahan

Metode empiris yang dikembangkan oleh Suyono Susrodharsono dan Takeda memberikan parameter-parameter untuk memperoleh angka satuan sedimentasi di daerah pengaliran sungai dengan menggunakan **Persamaan 20**.

$$\text{Sedimen} = A * \text{faktor lahan} \quad \dots(20)$$

dengan :

- A = luas Daerah Aliran Sungai [km].

Tabel 1 merupakan nilai dari faktor lahan yang digunakan sesuai dengan kondisi lahan, jenis tanah dan luas Daerah Aliran Sungai.

Tabel 1. Faktor Lahan

| Daerah Pengaliran (km ²) | | 2 | 5 | 10 | 20 | 30 | 50 | 100 |
|--------------------------------------|---------|------|----------|-----------|-----------|----|-----------|-----|
| Topografi | Geologi | | | | | | | |
| Stadium Permulaan Pembentukan | Zone A | | | 100~300 | 300 ~ 800 | | 800~1200 | |
| | Zone B | | | 100~200 | 200 ~ 500 | | 500~1000 | |
| | Zone C | | | 100~150 | 150 ~ 400 | | 400~ 800 | |
| Stadium Akhir Pembentukan | Zone A | | | 100 ~ 200 | 200 ~ 500 | | 500~1000 | |
| | Zone B | | | 100 ~ 150 | 150 ~ 400 | | 400 ~1000 | |
| | Zone C | | | 50 ~ 100 | 100 ~ 350 | | 300~500 | |
| Stadium Pertengahan | Zone B | < 50 | 50 ~ 100 | | 100 ~ 350 | | 300~500 | |
| | Zone C | < 50 | 50 ~ 100 | | 100 ~ 200 | | | |
| Data yang Stabil | Zone B | < 50 | 50 ~ 100 | | 100 ~ 200 | | | |
| | Zone C | < 50 | 50 ~ 100 | | 50 ~ 100 | | 100~200 | |

(Sumber: Sosrodharsono dan Kensaku, 1976)

2.8 Software Smada 6.43

Smada 6.43 adalah salah satu *software* analisis frekuensi hujan yang digunakan dunia pendidikan kejuruan serta jasa konsultan di Indonesia. *Smada 6.43* sangat cocok digunakan untuk menganalisis karena memudahkan untuk mendapatkan hasil dengan beberapa metoda sekaligus. Hal ini dapat mengurangi ketidakakuratan penghitungan apabila menggunakan hitungan manual, dikarenakan pembulatan dan perhitungan yang disebabkan oleh kesalahan pencatatan.

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Analisis Data

Analisis Frekuensi

Analisis frekuensi menggunakan *software Smada 6.43* untuk mempermudah dalam menghitung curah hujan rencana. Analisis frekuensi menggunakan curah hujan maksimum, data curah hujan didapat dari Stasiun Hujan ARR/MRG DAS Bolango Bone Alale.

Analisis Ketersediaan Air

Analisis ketersediaan air menggunakan *metode FJ. Mock*, dengan membutuhkan data curah hujan bulanan dan data klimatologi, data curah hujan didapat dari Stasiun Hujan ARR/MRG DAS Bolango Bone Alale dan data klimatologi didapat dari Stasiun Klimatologi DAS Bone Tumbihe.

Analisis Kebutuhan Air

Analisis kebutuhan air menggunakan beberapa tahapan dengan menghitung proyeksi jumlah penduduk yang direncanakan kemudian menghitung kebutuhan air berdasarkan peraturan yang berlaku.

Analisis Debit Banjir Rencana

Analisis debit banjir rencana menggunakan metode *Mean Anual Flood* (MAF), dengan menggunakan data curah hujan rencana.

Neraca Air

Kesetimbangan antara kebutuhan dan ketersediaan air yang terdapat di lokasi sehingga mengetahui kekurangan air terjadi pada waktu tertentu dan menjadi acuan dibutuhkannya waduk untuk mensupai kekurangan air pada masyarakat.

Analisis Sedimen

Analisis dibutuhkan untuk mengetahui umur guna dari waduk yang direncanakan, proses perhitungan menggunakan metode yang dikembangkan Myer-Petter-Muller berupa perhitungan sedimen yang terjadi pada badan sungai. Sedangkan perhitungan sedimentasi pada lahan digunakan metode empiris yang dikembangkan Suyono Sosrodharsono dan Kensaku Takeda.

Kapasitas Tampungan Waduk

Setelah perhitungan neraca air dilakukan dan mengetahui kekurangan air selanjutnya kekurangan air tersebut dihitung menjadi volume yang dibutuhkan. Kapasitas tampungan memerlukan data volume tampungan yang tersedia berdasarkan topografi di lapangan dan hasil volume yang di butuhkan berdasarkan kekurangan air yang terjadi.

4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Data yang Diperoleh dari Analisis Hidrologi

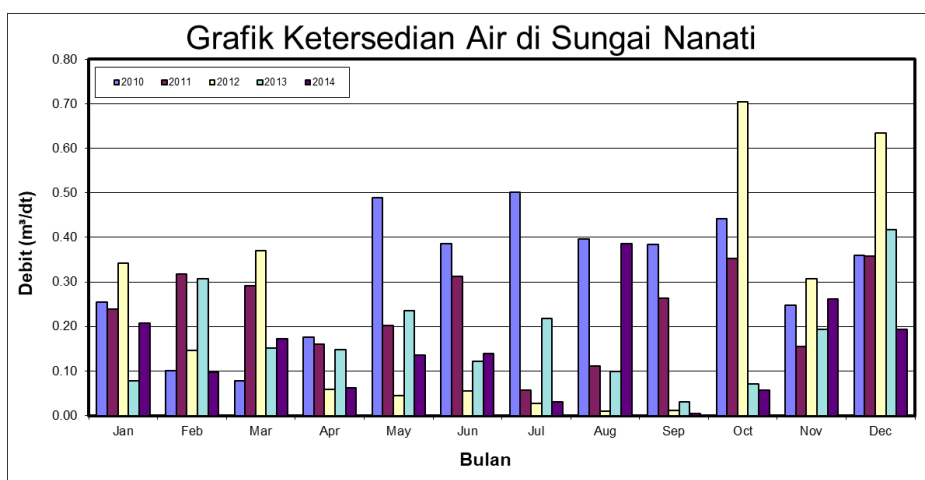
Tabel 2. Hasil Pemeriksaan Kesesuaian Distribusi dengan Metode Kuadrat Terkecil

| No | Least Square $(X - X')^2$ | | | | |
|-------|---------------------------|------------------------|----------------|--------------------|----------|
| | Normal | Log Normal 2 Parameter | Pearson Tipe 3 | Log Pearson Tipe 3 | Gumbel |
| 1 | 3.931,30 | 234,40 | 495,10 | 1,80 | 6.750,30 |
| 2 | 688,00 | 83,40 | 204,20 | 3,20 | 2.585,70 |
| 3 | 4,90 | 0,50 | 122,30 | 0,60 | 516,20 |
| 4 | 217,60 | 0,00 | 1,20 | 40,20 | 62,40 |
| 5 | 1.310,40 | 134,10 | 0,40 | 0,30 | 324,00 |
| 6 | 2.627,60 | 381,80 | 0,10 | 4,90 | 1.585,60 |
| 7 | 2.181,80 | 113,60 | 234,70 | 119,00 | 2.017,80 |
| 8 | 4.012,00 | 708,60 | 14,10 | 9,10 | 5.713,80 |
| 9 | 24,10 | 1.284,50 | 4.450,20 | 3.011,80 | 863,20 |
| 10 | 14.554,00 | 16.455,80 | 22.443,00 | 12.624,80 | 1.943,00 |
| Hasil | 54,40 | 44,00 | 52,90 | 39,90 | 47,30 |

Hasil pemeriksaan kesesuaian distribusi dengan metode kuadrat terkecil pada **Tabel 2** diperoleh bahwa metode *log pearson type III* memiliki penyimpangan terkecil, sehingga metode yang digunakan untuk curah hujan rencana adalah metode *log pearson type III*. **Tabel 3** merupakan hasil debit banjir rencana metode *Log Pearson Type III*

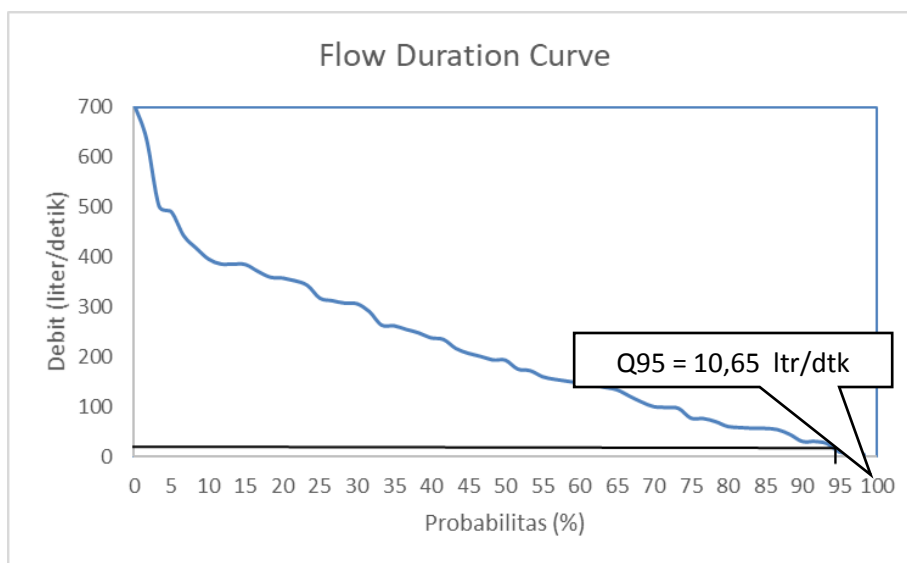
Tabel 3. Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana

| No | Periode Ulang (Tahun) | Curah Hujan Rencana (mm) |
|----|-----------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 95,49 |
| 2 | 5 | 174,12 |
| 3 | 10 | 271,55 |
| 4 | 25 | 488,90 |
| 5 | 50 | 765,53 |
| 6 | 100 | 1203,90 |



Gambar 1. Grafik ketersediaan air di Sungai Nanati

Ketersediaan air di Sungai Nanati pada **Gambar 1** terjadi penurunan terutama pada bulan agustus di tahun 2012 dan pada bulan september pada tahun 2012 dan 2014. Hal ini dikarenakan musim yang terjadi di Indonesia dimana pada bulan tersebut telah memasuki musim kemarau.



Gambar 2. Grafik debit andal

Debit andal dapat dilihat dari **Gambar 2** pada grafik di atas menunjukkan bahwa debit 95% sebesar 10,65 liter per detik.

Tabel 4. Hasil Proyeksi Jumlah Penduduk

| No | Nama Kecamatan | Proyeksi Penduduk (jiwa) | | | | | |
|--------|--------------------------|--------------------------|-------|-------|-------|-------|--------|
| | | P_0 2015 | 2016 | 2021 | 2026 | 2031 | 2036 |
| 1 | Kecamatan Suwawa Selatan | 5.219 | 5.285 | 5.627 | 5.991 | 6.379 | 6.792 |
| 2 | Kecamatan Botupingge | 7.188 | 7.230 | 7.446 | 7.671 | 7.904 | 8.147 |
| Jumlah | | | | | | | 14.939 |

Hasil proyeksi jumlah penduduk yang ditunjukkan pada **Tabel 4** menunjukkan bahwa jumlah penduduk yang diproyeksikan hingga tahun 2036 sebesar 14,939 jiwa pada 2 kecamatan yang direncanakan akan mendapat pendistribusian air.

Tabel 5. Neraca Air

| No | Nama Kecamatan | | Q_{DPI} | M_{DPI} | Ketersediaan Air 95% | Keterangan |
|--------|---------------------|----------------------------|-----------|----------------------------------|----------------------|--------------------------|
| | | | I/dt | ($Q_{DPI} \times 1,1$) I/dt | I/dt | |
| | Kec. Sumawa Selatan | Kebutuhan Air (100%, 2035) | 7,07 | 7,78 | 10,65 | Sumber Air Tidak Memadai |
| | Kec. Botupingge | | 8,04 | 8,85 | | |
| Jumlah | | | 15,11 | 16,62 | | |

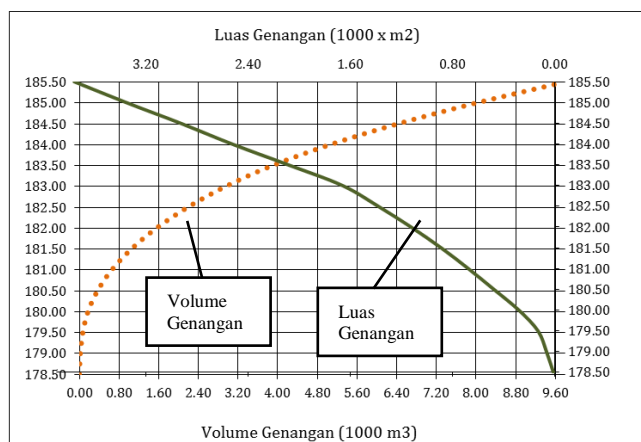
Hasil dari analisis neraca air dapat disimpulkan sesuai **Tabel 5** bahwa sumber air tidak memadai sehingga diperlukannya tampungan yang dapat memenuhi kebutuhan air di 2 kecamatan yang direncanakan dapat di aliri air. Kebutuhan air pada 2 kecamatan tersebut sebesar 16,62 liter per detik sedangkan ketersediaan hanya sebesar 10,65 liter per detik.

Tabel 6. Rencana Tampungan Waduk Molintogupo

| No | Elevasi (m) | Luas (m ²) | Volume | |
|----|-------------|------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| | | | Interval (m ³) | Kumulatif (m ³) |
| 1 | 178,50 | 11,57 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 179,00 | 66,04 | 19,40 | 19,40 |
| 3 | 179,50 | 131,98 | 49,51 | 68,91 |
| 4 | 180,00 | 281,90 | 103,47 | 172,38 |
| 5 | 180,50 | 477,84 | 189,94 | 362,32 |
| 6 | 181,00 | 677,97 | 288,95 | 651,27 |
| 7 | 181,50 | 890,58 | 392,14 | 1.043,41 |
| 8 | 182,00 | 1.126,25 | 504,21 | 1.547,61 |
| 9 | 182,50 | 1.383,44 | 627,42 | 2.175,04 |
| 10 | 183,00 | 1.663,29 | 761,68 | 2.936,72 |
| 11 | 183,50 | 2.089,65 | 938,23 | 3.874,95 |
| 12 | 184,00 | 2.528,80 | 1.154,61 | 5.029,56 |
| 13 | 184,50 | 2.931,86 | 1.365,16 | 6.394,73 |
| 14 | 185,00 | 3.358,32 | 1.572,55 | 7.967,27 |
| 15 | 185,50 | 3.764,54 | 1.780,72 | 9.747,99 |

Analisis Keandalan Tampungannya Waduk Molintogupo untuk Kebutuhan Air Baku di Kabupaten Bone Bolango Provinsi Gorontalo

Lokasi dari Waduk Molintogupo berada pada elevasi 178,5 meter, dengan menganalisis tampungan dan menyesuaikan terhadap keadaan topografi lokasi di dapat volume tampungan dan luas genangan yang akan direncanakan sesuai **Tabel 6**.



Gambar 3. Grafik Hubungan Volume, Luas dan Elevasi Tampungan

Gambar 3 merupakan grafik hubungan volume, luas dan elevasi genangan, dengan posisi waduk pada elevasi 178,5 meter. Luas genangan yang direncanakan 2.089,65 m² dan volume tampungan sebesar 3.874,95 m³ dimana elevasi *spillway* pada 183,5 meter.

Tabel 7. Perhitungan Sedimen Total

| No | Tipe Sedimentasi | Sedimentasi (m ³ /detik) | Total (m ³ /detik) |
|----|------------------|-------------------------------------|-------------------------------|
| 1 | Badan Sungai | 0,00000788 | 0,0000125 |
| 2 | Lahan | 0,00000464 | |

Hasil analisis sedimen ditampilkan pada **Tabel 7** dengan sedimen lahan sebesar 0,00000464 m³/detik, sedimen badan sungai sebesar 0,00000788 m³/detik dan total sedimen yang terjadi pada Tampungan Waduk Molintogupo sebesar 0,0000125 m³/detik.

Tabel 8. Umur Guna Waduk

| No | Volume Maksimum (m ³) | Tahun Operasi | Volume Sedimen (m ³) | Persentase % |
|----|-----------------------------------|---------------|----------------------------------|--------------|
| 1 | 3.874,95 | 1 | 394,96 | 10,19 |
| 2 | | 2 | 789,91 | 20,39 |
| 3 | | 3 | 1.184,87 | 30,58 |
| 4 | | 4 | 1.579,83 | 40,77 |
| 5 | | 5 | 1.974,79 | 50,96 |
| 6 | | 6 | 2.369,74 | 61,16 |
| 7 | | 7 | 2.764,70 | 71,35 |
| 8 | | 8 | 3.159,66 | 81,54 |
| 9 | | 9 | 3.554,61 | 91,73 |
| 10 | | 10 | 3.949,57 | 101,93 |
| 11 | | 12 | 4.739,49 | 122,31 |

Hasil analisis yang dilakukan pada **Tabel 8** yaitu menghitung sedimen yang masuk ke tampungan dan membandingkan volume tampungan waduk didapat umur guna waduk selama 10 tahun. Mengatasi umur waduk yang singkat dapat direncanakan dengan melakukan perawatan atau normalisasi tampungan waduk secara berkala.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah:

1. Dibutuhkannya waduk untuk memenuhi kebutuhan air di Kecamatan Suwawa Selatan dan Kecamatan Botupingge.
2. Terjadi kekurangan air atau kebutuhan air sebesar 1.555.200 liter atau 1.555,2 m³ yaitu selama 3 hari dengan kekurangan air terjadi pada bulan agustus dan september.
3. Tinggi *spillway* waduk 5 meter pada elevasi + 183,5 meter dengan volume tampungan sebesar 3.874,95 m³ serta luasan genangan mencapai 2.089,65 m².
4. Usia guna waduk di perkirakan selama 10 tahun, dengan total sedimen sebesar 0,0000125 m³/detik.

Saran untuk penelitian selanjutnya sebagai berikut:

1. Diperlukannya pemeliharaan berkala untuk mengatasi sedimen yang terjadi di waduk, agar mendapatkan kinerja waduk yang maksimum.
2. Diperlukannya analisis kelayakan secara ekonomi untuk melakukan perencanaan lebih lanjut.
3. Kelebihan air pada Waduk Molintogupo dapat digunakan untuk keperluan lainnya.

DAFTAR RUJUKAN

- Hadisusanto, N. (2010). *Aplikasi Hidrologi*. Malang: Jogja Mediautama.
- Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia. (2015). *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 27/PRT/M/2015 tentang Bendungan*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Suyono, S., & T, K. (1976). *Bendungan Type Urugan*. Jakarta: Pradnya Paramita.