



Evaluasi Ketersediaan Air Baku pada Bendung Gunungcupu

Jihan Yulianti¹, Sulwan Permana², Mochammad Suva Nugraha³

Jurnal Konstruksi
Institut Teknologi Garut
Jl. Mayor Syamsu No. 1 Jayaraga Garut 44151 Indonesia
Email: jurnal@itg.ac.id

¹1911035@itg.ac.id

²sulwanpermana@itg.ac.id

³suva.nugraha@itg.ac.id

Abstrak – Ketersediaan air di Bendung Gunungcupu sangat dibutuhkan untuk mendukung berbagai aktivitas masyarakat di daerah layanannya. Penyebab berkurangnya pasokan air bersih salah satunya adalah kerusakan pada pipa akibat bencana alam, seperti yang terjadi pada tahun 2022, telah terjadi banjir bandang luapan Sungai Citanduy yang berlokasi di area Bendung Gunungcupu dan menyebabkan pipa utama transmisi air baku milik PDAM Tirta Galuh Ciamis di *Intake* Gunungcupu terputus sepanjang 100 meter, akibatnya pasokan air di daerah layanan Bendung Gunungcupu terganggu. Maka dilakukan penelitian ini untuk mengetahui ketersediaan air baku, mengetahui proyeksi kebutuhan air bersih pada tahun 2042, serta mengetahui debit banjir rencana di Bendung Gunungcupu. Metode yang digunakan berupa pendekatan secara kuantitatif. Untuk mengetahui ketersediaan air baku adalah mengolah data debit aktual dengan menggunakan persamaan Weibull, menghitung proyeksi jumlah penduduk menggunakan metode aritmatika dan geometrik, perhitungan kebutuhan air bersih untuk kebutuhan domestik pada tahun 2042, serta mengolah data curah hujan untuk menganalisis debit maksimum rencana menggunakan metode Hidrograf Satuan Sintetis Nakayasu dan Hidrograf Satuan Sintetis Gama I. Hasil perhitungan didapatkan ketersediaan air pada Bendung Gunungcupu adalah 730 liter/detik. Kebutuhan air bersih pada tahun 2042 untuk tiga kecamatan adalah 302,66 liter/detik. Berdasarkan hasil tersebut, pasokan air dari Bendung Gunungcupu dapat memenuhi kebutuhan air bersih untuk Kecamatan Ciamis, Baregbeg, dan Cijeungjing pada tahun 2042. Kemudian debit banjir rencana metode HSS Nakayasu untuk probabilitas Gumbel pada Q_{100} sebesar 930,484 $m^3/detik$ dan untuk probabilitas Log Normal pada Q_{100} sebesar 786,302 $m^3/detik$, sedangkan debit banjir rencana metode HSS Gama I untuk probabilitas Gumbel pada Q_{100} sebesar 833,381 $m^3/detik$ dan untuk probabilitas Log Normal pada Q_{100} sebesar 707,002 $m^3/detik$. Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa debit maksimum terbesar adalah metode HSS Nakayasu untuk probabilitas Gumbel, maka metode HSS Nakayasu baik digunakan untuk perencanaan keamanan bangunan air terhadap banjir.

Kata Kunci – Debit Andalan; Debit Banjir; Gama I; Nakayasu; Weibull.

I. PENDAHULUAN

Sungai Citanduy termasuk ke dalam salah satu sungai alami yang ada di Indonesia. Sungai Citanduy memiliki beberapa bangunan bendung, salah satunya adalah Bendung Gunungcupu yang berlokasi di Gunungcupu, Kecamatan Sindangkasih, Kabupaten Ciamis, Jawa Barat. Aliran Sungai Citanduy di kawasan Bendungan Gunungcupu dimanfaatkan dan dikelola oleh Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Tirta Galuh Ciamis sebagai sumber air baku yang disalurkan kepada masyarakat untuk kebutuhan air bersih. Air dari Bendung Gunungcupu digunakan masyarakat untuk kebutuhan rumah tangga seperti mandi, mencuci, memasak dan keperluan rumah tangga lainnya.

Ketersediaan air adalah kunci kesehatan masyarakat dan ketersediaan pangan [1]. Namun, pada saat ini ketersediaan air masih menjadi permasalahan yang memerlukan perhatian semua pihak, terutama pemerintah. Karena menurunnya ketersediaan air baku untuk keperluan air bersih dalam segi kualitas maupun kuantitasnya [2]. Ketersediaan air bersih di Indonesia masih sangat terbatas. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS), persentase rumah tangga yang memiliki akses air minum layak sebesar 90,78% pada tahun 2021 [3]. Artinya sebanyak 9,22% rumah tangga di Indonesia masih belum mendapatkan akses air bersih. Padahal kebutuhan air akan terus meningkat dari tahun ke tahun akibat dari pertumbuhan penduduk yang sangat pesat [4]. Beberapa hal yang menjadi penyebab berkurangnya pasokan air bersih adalah over populasi, kekeringan dan kerusakan pada pipa penyaluran air seperti terjadi kebocoran/kerusakan pada pipa karena sudah tidak layak pakai atau akibat bencana alam yang berpotensi merusak pipa [5].

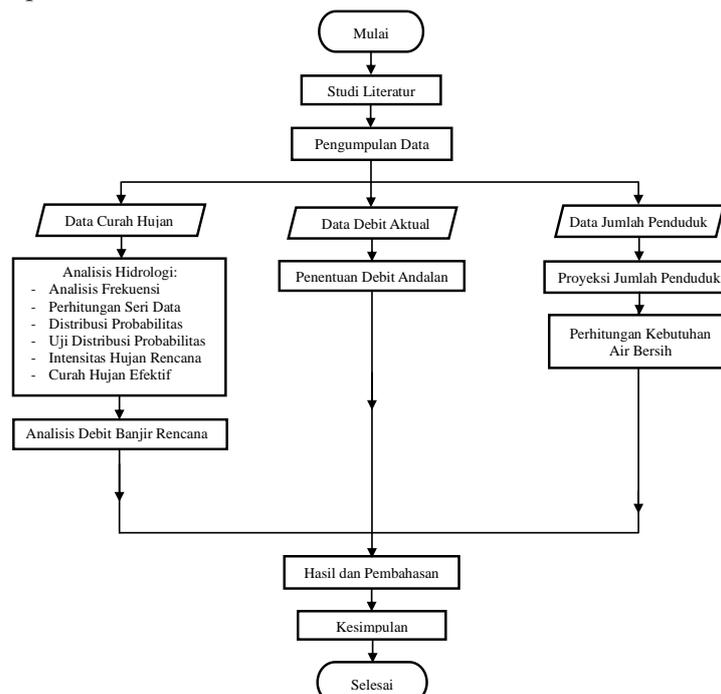
Seperti yang terjadi pada tahun 2022 telah terjadi banjir bandang luapan Sungai Citanduy yang berlokasi di area bendung Gunungcupu akibat hujan deras yang mengguyur Ciamis. Banjir bandang tersebut menyebabkan pipa utama transmisi air baku milik PDAM Tirta Galuh Ciamis di *Intake* Gunungcupu terputus sepanjang 100 meter. Pipa yang terputus ini mengalirkan 80% air baku ke Instalasi Pengolahan Air (IPA) Sindang Rasa Perumda Tirta Galuh Ciamis. Akibatnya pasokan air bersih ke sedikitnya 11 ribu pengguna air PDAM Tirta Galuh Ciamis terganggu layanannya [6]. Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, analisis mengenai ketersediaan air baku diperlukan untuk mengetahui besarnya potensi air serta mencapai keseimbangan antara kebutuhan air dan ketersediaan air di Bendung Gunungcupu. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian mengenai “Analisis Ketersediaan Air Baku pada Bendung Gunungcupu”.

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui debit andalan atau ketersediaan air di Bendung Gunungcupu, mengetahui kebutuhan air bersih masyarakat di Kecamatan Ciamis, Baregbeg, dan Cijeungjing, dan mengetahui debit banjir rencana di Bendung Gunungcupu.

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Tahap Penelitian

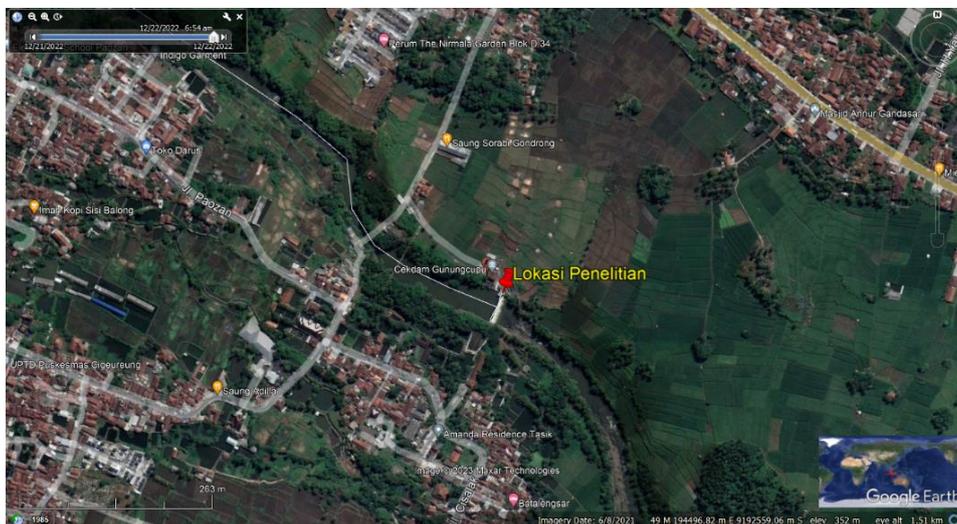
Secara garis besar, proses penyusunan skripsi mengenai Analisis Ketersediaan Air Baku pada Bendung Gunungcupu ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1: Alur Penelitian

B. Lokasi Penelitian

Penelitian Analisis Ketersediaan Air Baku Pada Bendung Gunungcupu berlokasi di daerah Sungai Citanduy, tepatnya berlokasi di Gunungcupu, Kecamatan Sindangkasih, Kabupaten Ciamis, Jawa Barat yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2 : Lokasi Penelitian

Sumber : *Google Earth Pro*, 2023.

C. Pengumpulan Data

Proses pengumpulan data primer dilakukan melalui survei ke lokasi penelitian untuk mengambil dokumentasi berupa foto kondisi lokasi penelitian, sedangkan teknik pengumpulan data sekunder adalah dengan mengunjungi instansi terkait untuk permohonan data. Instansi yang dikunjungi adalah Balai Besar Wilayah Sungai Citanduy (BBWS Citanduy), dan Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Ciamis. Adapaun data-data yang diperoleh adalah curah hujan, debit aktual, dan jumlah penduduk.

1. Analisis Debit Andalan

Air yang tersedia di muka bumi berasal dari tiga sumber utama yaitu air hujan yang disebut juga air atmosfer, air permukaan, dan air tanah [7], [8]. Informasi ketersediaan air yang dapat diandalkan (aliran, curah hujan) diperlukan untuk penggunaan air. Debit andalan adalah aliran sungai minimum dengan jumlah tertentu yang dapat diterapkan dan dapat digunakan untuk kebutuhan yang berbeda [9]. Untuk kebutuhan air baku, debit minimum sungai adalah 90% [10]. Perhitungan debit andalan dilakukan dengan menggunakan persamaan Weibull yang ditunjukkan pada Persamaan 1.

$$P = \frac{m}{n+1} \times 100\% \tag{1}$$

2. Proyeksi Jumlah Penduduk

Dalam menghitung kebutuhan setiap penduduk, jumlah penduduk daerah penelitian harus diperhitungkan pada tahun awal perencanaan dan tahun-tahun berikutnya [11]. Dalam proyeksi penduduk terdapat beberapa metode yang dapat digunakan sebagaimana yang ditunjukkan pada Persamaan 2 dan Persamaan 3.

Metode Geometrik

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

Metode Aritmatika:

$$P_n = P_o (1 + in) \tag{3}$$

3. Kebutuhan Air Bersih

Kebutuhan air yang diperhitungkan adalah kebutuhan air rata-rata [12]. Terdapat dua jenis kebutuhan air, yaitu kebutuhan air rata-rata dan kebutuhan air maksimum harian. Proses perhitungan kebutuhan air bersih dilakukan dengan langkah-langkah berikut.

a. Kebutuhan air domestik
$$q_D = JP \times (pI\%) \times S \quad \dots(4)$$

b. Kebutuhan air total
$$q_T = q_D \quad \dots(5)$$

c. Kehilangan air dan kebocoran
$$q_{HL} = q_T \times (K_t\%) \quad \dots(6)$$

d. Kebutuhan air rata-rata
$$q_{RH} = q_T + q_{HL} \quad \dots(7)$$

e. Kebutuhan air jam puncak/maksimum
$$Q_m = q_{RH} \times F \quad \dots(8)$$

4. Analisis Hidrologi

Tujuan dari proses analisis hidrologi adalah untuk memperkirakan sumber air di wilayah penelitian menggunakan persamaan empiris yang memperhitungkan parameter alam yang relevan [13]. Adapun rangkaian analisis hidrologi secara garis besar adalah analisis frekuensi, analisis seri data, distribusi probabilitas kontinu, intensitas hujan rencana, dan curah hujan efektif.

5. Analisis Debit Banjir Rencana

Perhitungan debit maksimum rencana ini dilakukan dengan dua cara, yaitu Hidrograf Satuan Sintetis (HSS) Nakayasu dan Hidrograf Satuan Sintetis (HSS) Gama I [14].

a. Metode HSS Nakayasu

Proses perhitungan debit maksimum menggunakan metode Nakayasu berdasarkan Persamaan 9 sampai Persamaan 13.

1) Waktu kelambatan (*time lag*, t_g)
$$t_g = 0,4 + 0,058 \times L, \text{ digunakan apabila } L > 15 \text{ Km} \quad \dots(9)$$

$$t_g = 0,21 + L^{0,7}, \text{ digunakan apabila } L < 15 \text{ Km} \quad \dots(10)$$

2) Waktu Puncak
$$t_p = t_g + 0,8 \times T_r \quad \dots(11)$$

3) Waktu debit berada pada 0,3 kali debit puncak
$$t_{0,3} = a + t_g \quad \dots(12)$$

4) Debit Puncak
$$Q_p = \frac{1}{3,6} \times A \times Ro \times \frac{1}{(0,3 \times t_p \times t_{0,3})} \quad \dots(13)$$

b. Metode HSS Gama I

Hidrograf Satuan Sintetis Gama I memiliki 4 (empat) variabel utama, diantaranya waktu naik (TR), debit puncak (Qp), waktu dasar (TB) dan penurunan yang ditentukan oleh nilai koefisien tampungan (K). Rumus untuk menghitung debit puncak metode HSS Gama I ditunjukkan pada Persamaan 14 sampai Persamaan 18.

1) Waktu puncak (TR)
$$TR = 0,43 \times \left(\frac{L}{100SF}\right) + 1,0665 \times SIM + 1,277 \quad \dots(14)$$

2) Debit puncak (Qp)
$$Q_p = 0,1836 \times A^{0,5886} \times TR^{-0,4008} \times JN^{0,2381} \quad \dots(15)$$

3) Waktu dasar (TB)
$$TB = 27,4132 \times TR^{0,1457} \times S^{-0,0986} \times SN^{0,7344} \times RUA^{0,2574} \quad \dots(16)$$

4) Koefisien resesi (K)
$$K = 0,5617 \times A^{0,1798} \times S^{-0,1446} \times SF^{-1,0897} \times D^{0,0452} \quad \dots(17)$$

5) Aliran dasar (Qb)
$$Q_b = 0,4715 \times A^{0,64444} \times D^{0,9430} \quad \dots(18)$$

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Penentuan Debit Andalan

Penentuan debit andalan dilakukan menggunakan data debit aktual harian pada Bendung Gunungcupu dari tahun 2003 sampai tahun 2022 dengan total 7333 data. Data debit tersebut di urutkan dari data debit terbesar ke terkecil, setelah itu menentukan probabilitas menggunakan **Persamaan 1**. Contoh perhitungan probabilitas debit andalan dengan menggunakan persamaan Weibull adalah sebagai berikut:

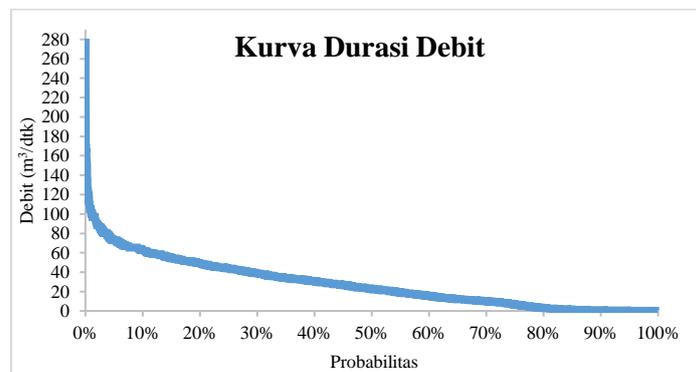
Diketahui:

Jumlah data (n) = 7333

Nomor urut data= 1

Maka, $P = \frac{1}{7333+1} \times 100\% = 0,014 \%$

Berdasarkan analisis debit andalan menggunakan persamaan Weibull, di dapat hasil bahwa debit andalan untuk probabilitas 90% adalah sebesar 0,73 m³/detik atau 730 liter/detik. Grafik debit andalan probabilitas 90% dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 : Grafik Debit Andalan probabilitas 90%

B. Proyeksi Jumlah Penduduk

Proyeksi pertumbuhan penduduk yang direncanakan adalah 20 tahun, terhitung dari tahun 2023 sampai dengan tahun 2042. Data jumlah penduduk yang dijadikan acuan pada perhitungan rerata pertumbuhan penduduk merupakan data penduduk Kecamatan Ciamis, Kecamatan Baregbeg, dan Kecamatan Cijeungjing dari tahun 2013 hingga tahun 2022. Berikut data jumlah penduduk Kecamatan Ciamis, Kecamatan Baregbeg, dan Kecamatan Cijeungjing ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1: Jumlah Penduduk Kecamatan Ciamis, Baregbeg, dan Cijeungjing

No.	Tahun	Jumlah Penduduk		
		Ciamis (jiwa)	Baregbeg (jiwa)	Cijeungjing (jiwa)
1	2013	96868	43560	50961
2	2014	105066	45788	56049
3	2015	106123	46366	56625
4	2016	99662	43115	53073
5	2017	100857	43633	53680
6	2018	108235	47631	57811
7	2019	109318	48139	58532
8	2020	109839	48724	59204
9	2021	99130	41500	53380
10	2022	99750	44550	53750

1. Analisis Laju Pertumbuhan Penduduk (i)

$$i = \frac{P_n - P_0}{P_0} \times 100 \text{ Sehingga,}$$

$$i_1 = \frac{105066 - 96868}{96868} \times 100 = 8,64\%$$

$$i_2 = \frac{106123 - 105066}{105066} \times 100 = 1,01\%$$

$$i_3 = \frac{99662 - 106123}{106123} \times 100 = -6,09\%$$

$$i_4 = \frac{100857 - 99662}{99662} \times 100 = 1,20\%$$

$$i_5 = \frac{108235 - 100857}{100857} \times 100 = 7,32\%$$

$$i_6 = \frac{109318 - 108235}{108235} \times 100 = 1,00\%$$

$$i_7 = \frac{109839 - 109318}{109318} \times 100 = 0,48\%$$

$$i_8 = \frac{99130 - 109839}{109839} \times 100 = -9,75\%$$

$$i_9 = \frac{99750 - 99130}{99130} \times 100 = 6,35\%$$

$$i = \frac{8,64\% + 1,01\% \pm 6,09\% + 1,20\% + 7,32\% + 1,00\% + 0,48\% \pm 9,75\% + 6,35\%}{9} = 0,47\%$$

Berdasarkan perhitungan diatas, didapat nilai rata-rata laju pertumbuhan penduduk Kecamatan Ciamis selama 10 tahun (2013 sampai 2022) adalah sebesar 0,47%. Perhitungan laju pertumbuhan penduduk untuk setiap kecamatan ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2: Persentase Pertumbuhan Penduduk Untuk Masing-Masing Kecamatan

No.	Tahun	Persentase pertumbuhan penduduk setiap tahun (%)		
		Ciamis	Baregbeg	Cijeungjing
1	2013	-	-	-
2	2014	8,46	5,11	9,98
3	2015	1,01	1,26	1,03
4	2016	-6,09	-7,01	-6,27
5	2017	1,20	1,20	1,14
6	2018	7,32	9,16	7,70
7	2019	1,00	1,07	1,25
8	2020	0,48	1,22	1,15
9	2021	-9,75	-14,83	-9,84
10	2022	0,63	7,35	0,69
Rata-rata % Pertumbuhan Penduduk		0,47	0,50	0,76

2. Menentukan Metode Proyeksi Jumlah Penduduk

Metode yang digunakan dalam menentukan proyeksi jumlah penduduk pada masing-masing kecamatan adalah metode geometrik dan metode aritmatika dengan pemilihan metode menggunakan uji korelasi sederhana. Contoh perhitungan menentukan metode proyeksi jumlah penduduk adalah sebagai berikut: Diketahui jumlah penduduk Kecamatan Ciamis pada tahun 2013 sebanyak 96868 jiwa dengan pertumbuhan penduduk rata-rata sebesar 0,47%.

1.) Metode Geometrik

$$P_0 = 96868 (1 + 0,47\%)^0 = 96868 \text{ jiwa}$$

$$P_1 = 96868 (1 + 0,47\%)^1 = 97325 \text{ jiwa}$$

$$P_2 = 96868 (1 + 0,47\%)^2 = 97785 \text{ jiwa}$$

$$P_3 = 96868 (1 + 0,47\%)^3 = 98246 \text{ jiwa}$$

$$P_4 = 96868 (1 + 0,47\%)^4 = 98710 \text{ jiwa}$$

$$P_5 = 96868 (1 + 0,47\%)^5 = 99176 \text{ jiwa}$$

$$P_6 = 96868 (1 + 0,47\%)^6 = 99644 \text{ jiwa}$$

$$P_7 = 96868 (1 + 0,47\%)^7 = 100114 \text{ jiwa}$$

- $P_8 = 96868 (1 + 0,47\%)^8 = 100587$ jiwa
 $P_9 = 96868 (1 + 0,47\%)^9 = 101062$ jiwa
- 2.) Metode Aritmatika
 $P_0 = 96868 (1 + 0,47\% \times 0) = 96868$ jiwa
 $P_1 = 96868 (1 + 0,47\% \times 1) = 97325$ jiwa
 $P_2 = 96868 (1 + 0,47\% \times 2) = 97782$ jiwa
 $P_3 = 96868 (1 + 0,47\% \times 3) = 98240$ jiwa
 $P_4 = 96868 (1 + 0,47\% \times 4) = 98697$ jiwa
 $P_5 = 96868 (1 + 0,47\% \times 5) = 99154$ jiwa
 $P_6 = 96868 (1 + 0,47\% \times 6) = 99611$ jiwa
 $P_7 = 96868 (1 + 0,47\% \times 7) = 100069$ jiwa
 $P_8 = 96868 (1 + 0,47\% \times 8) = 100526$ jiwa
 $P_9 = 96868 (1 + 0,47\% \times 9) = 100983$ jiwa

3.) Uji Korelasi Sederhana

Perhitungan korelasi sederhana dapat dilakukan dengan bantuan *software Microsoft Excel 2019*, yaitu dengan menggunakan fungsi “=CORREL(Array1;Array2)”, dimana array 1 merupakan jumlah penduduk statistik dan array 2 adalah jumlah penduduk hasil perhitungan metode geometrik/aritmatika. Nilai koefisien korelasi (r) yang digunakan adalah yang paling mendekati satu (1) atau sama dengan satu (=1). Hasil uji korelasi dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3: Hasil Uji Korelasi Kecamatan Ciamis

Tahun	Tahun ke-n	i (%)	Jumlah Statistik	Hasil Perhitungan	
				Geometrik	Aritmatika
2013	0	0,47	96868	96868	96868
2014	1	0,47	105066	97325	97325
2015	2	0,47	106123	97785	97782
2016	3	0,47	99662	98246	98240
2017	4	0,47	100857	98710	98697
2018	5	0,47	108235	99176	99154
2019	6	0,47	109318	99644	99611
2020	7	0,47	109839	100114	100069
2021	8	0,47	99130	100587	100526
2022	9	0,47	99750	101062	100983
Koefisien Korelasi				0,147965	0,151277

Perhitungan pada Tabel 3 menunjukkan bahwa koefisien korelasi yang paling mendekati angka 1 dari kedua metode tersebut adalah metode aritmatika dengan nilai koefisien korelasi sebesar 0,151277. Maka metode yang dipilih untuk melanjutkan perhitungan proyeksi pertumbuhan penduduk pada masing-masing kecamatan adalah metode aritmatika.

4.) Proyeksi Jumlah Penduduk

Berikut merupakan contoh perhitungan proyeksi jumlah penduduk untuk Kecamatan Ciamis dengan menggunakan metode terpilih (Metode Aritmatika).

Diketahui: $P_0 = 99750$ jiwa; $i = 0,47\%$; dan $n = 1$ tahun,

sehingga: $P_n = P_0 (1 + in) = 99750 (1 + 0,47\% \times 1) = 100221$ jiwa

Hasil perhitungan perkiraan jumlah penduduk untuk wilayah Ciamis, Baregbeg, dan Cijeungjing meningkat setiap tahunnya dan proyeksi penduduk terbesar pada tahun 2042 sebesar 220113 jiwa. Rekapitulasi hasil perhitungannya disajikan dalam Tabel 4.

Tabel 4: Jumlah Proyeksi Penduduk Kecamatan Ciamis, Baregbeg, dan Cijeungjing

No	Tahun	Jumlah Proyeksi Penduduk ¹			Total ²
		Ciamis	Baregbeg	Cijeungjing	
1	2023	100221	44774	54158	199153

¹ Jumlah proyeksi penduduk dalam satuan Jiwa

² Total dalam satuan Jiwa

No	Tahun	Jumlah Proyeksi Penduduk ¹			Total ²
		Ciamis	Baregbeg	Cijeungjing	
2	2024	100692	44999	54566	200256
3	2025	101163	45223	54974	201360
4	2026	101633	45448	55381	202463
5	2027	102104	45672	55789	203566
6	2028	102575	45897	56197	204669
7	2029	103046	46121	56605	205772
8	2030	103517	46346	57013	206875
9	2031	103988	46570	57421	207979
10	2032	104458	46795	57829	209082
11	2033	104929	47019	58237	210185
12	2034	105400	47244	58644	211288
13	2035	105871	47468	59052	212391
14	2036	106342	47692	59460	213494
15	2037	106813	47917	59868	214598
16	2038	107283	48141	60276	215701
17	2039	107754	48366	60684	216804
18	2040	108225	48590	61092	217907
19	2041	108696	48815	61500	219010
20	2042	109167	49039	61907	220113

C. Kebutuhan Air Bersih

Perkiraan jumlah penduduk telah didapatkan, selanjutnya dilakukan perhitungan keperluan air penduduk domestik untuk memperkirakan penggunaan air bersih rata-rata pada daerah yang diteliti.

Berikut contoh peritungan proyeksi kebutuhan air bersih untuk tahun rencana 2042 di Kecamatan Ciamis.

Diketahui: - Jumlah penduduk tahun 2042 = 109167 jiwa
 - Cakupan pelayanan = 90%
 - Penduduk terlayani = 98250 jiwa
 - Target pelayanan = 100%
 - Pemakaian air (SR) = 110 liter/orang/hari
 - Kehilangan air = 20%
 - Faktor air maksimum (F) = 1,1

Sehingga:

1. Kebutuhan Domestik (SR)
 $q_D = JP \times (pI\%) \times S$
 $= 98250 \times 100\% \times 110$
 $= 10807506 \text{ liter/orang/hari}$
 $= 10807506 \times (1/ 86400)$
 $= 125,0869 \text{ liter/detik}$
2. Kehilangan Air
 $q_{HL} = q_T \times (Kt\%)$
 $= 125,0869 \times 20\%$
 $= 25,0174 \text{ liter/detik}$
3. Kebutuhan Air Rata-rata
 $q_{RH} = q_T + q_{HL}$
 $= 125,0869 + 25,0174$
 $= 150,1043 \text{ liter/detik}$
4. Kebutuhan Air Maksimum
 $q_m = q_{RH} \times F$
 $= 150,1043 \times 1,1$
 $= 165,1147 \text{ liter/detik}$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas, didapat jumlah kebutuhan air di Kecamatan Ciamis pada tahun 2042 adalah sebesar 150,1043 liter/detik. Adapun total kebutuhan air bersih selama 20 tahun rencana hingga 2042

mengalami peningkatan setiap tahunnya, dan kebutuhan air terbesar ada pada tahun 2042 dengan jumlah kebutuhan 302,6558 liter/detik. Hasil perhitungan ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5: Total Kebutuhan Air Bersih di Kecamatan Ciamis, Baregbeg, dan Cijeungjing

No	Tahun	Kebutuhan Air Tiap Kecamatan ³			Total Kebutuhan air ⁴
		Ciamis	Baregbeg	Cijeungjing	
1	2023	137,8037	61,5649	74,4671	273,8356
2	2024	138,4511	61,8735	75,0279	275,3525
3	2025	139,0985	62,1821	75,5887	276,8693
4	2026	139,7459	62,4908	76,1495	278,3862
5	2027	140,3933	62,7994	76,7104	279,9030
6	2028	141,0407	63,1080	77,2712	281,4199
7	2029	141,6881	63,4167	77,8320	282,9367
8	2030	142,3355	63,7253	78,3928	284,4536
9	2031	142,9829	64,0339	78,9537	285,9704
10	2032	143,6303	64,3426	79,5145	287,4873
11	2033	144,2777	64,6512	80,0753	289,0042
12	2034	144,9251	64,9598	80,6361	290,5210
13	2035	145,5725	65,2685	81,1969	292,0379
14	2036	146,2199	65,5771	81,7578	293,5547
15	2037	146,8673	65,8857	82,3186	295,0716
16	2038	147,5147	66,1944	82,8794	296,5884
17	2039	148,1621	66,5030	83,4402	298,1053
18	2040	148,8095	66,8116	84,0011	299,6221
19	2041	149,4569	67,1203	84,5619	301,1390
20	2042	150,1043	67,4289	85,1227	302,6558

D. Analisis Debit Banjir Rencana

Analisis debit maksimum perlu dilakukan dalam penelitian ini karena dapat menentukan jumlah laju limpasan⁵ debit maksimum, serta menentukan dimensi desain bangunan sadap dan pipa transmisi air baku. Namun pada penelitian ini cukup menganalisis sampai debit banjir rencana Q_{100} . Debit banjir yang direncanakan merupakan debit berdasarkan periode ulang banjir 2, 5, 10, 25, 50 serta 100 tahun pada dua distribusi frekuensi, yaitu distribusi Gumbel dan Log Normal. Metode yang digunakan untuk perhitungan debit maksimum rencana adalah dengan metode HSS Nakayasu dan metode HSS Gama I. Maka *output* yang akan dihasilkan ada empat, yaitu debit maksimum dengan metode HSS Nakayasu untuk distribusi Gumbel dan Log Normal, serta debit maksimum metode HSS Gama I untuk distribusi Gumbel dan Log Normal. Berdasarkan hasil tersebut akan dipilih salah satu metode dengan nilai debit maksimum terbesar.

1. Metode HSS Nakayasu

Metode HSS Nakayasu memerlukan parameter DAS⁶ sebagai unsur utama pada proses analisisnya [15].

Parameter yang dibutuhkan adalah sebagai berikut:

Luas DAS (A)	= 452,004 Km ²
Panjang Sungai Utama (L)	= 38,89 Km
Parameter Alfa (a)	= 3
Ro	= 1 jam
Tg = 0,4+0,058L	= 2,6556 jam
Tr = 0.75*tg	= 1,9917 jam
Tp = tg + (0,8 * tr)	= 4,7801 jam
T0,3 = a * tg	= 7,9669 jam

³ Kebutuhan air tiap kecamatan dalam satuan Liter/Detik

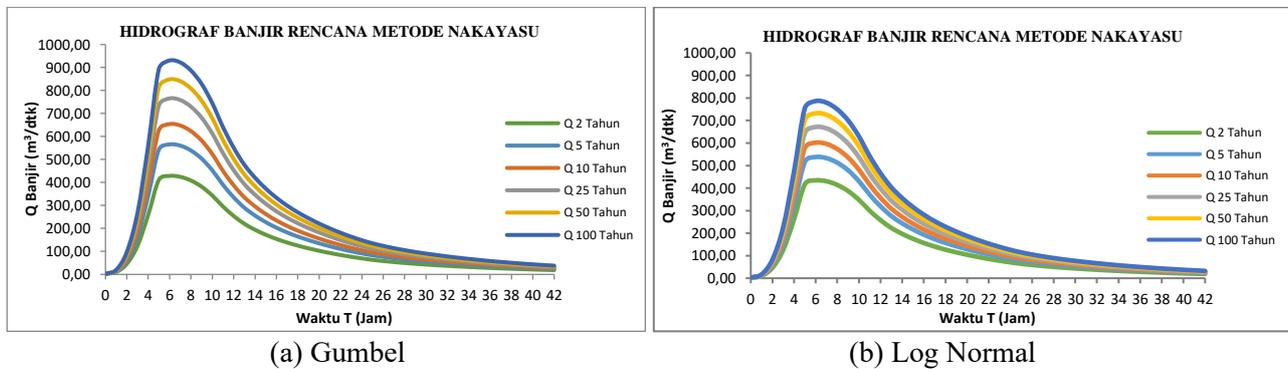
⁴ Total kebutuhan air dalam satuan Liter/Detik

⁵ Laju limpasan merupakan jumlah volume air yang mengalir dengan diukur dengan satuan waktu.

⁶ DAS adalah Daerah Aliran Sungai

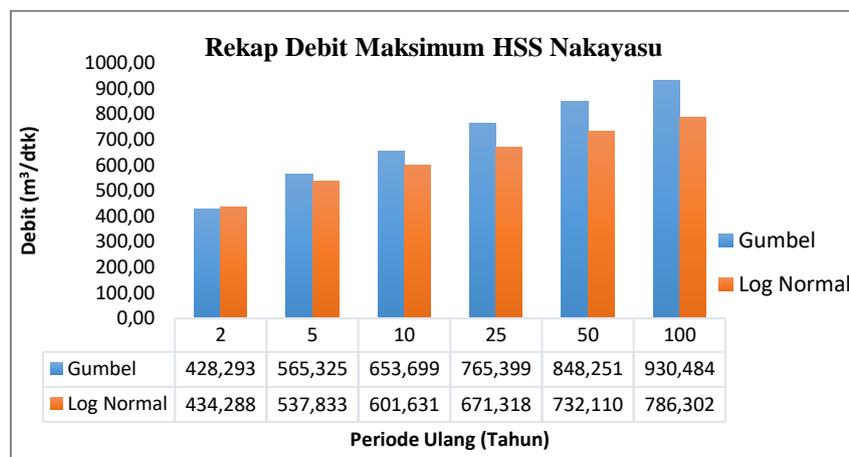
$$Q_p = (1/3,6) \times A \times R_o \times (1/(0,3 \times t_p \times t_{0,3})) = 10,9899 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Hasil analisis banjir metode HSS Nakayasu menunjukkan hasil waktu puncak (T_p) sebesar 4,78 jam dan debit puncak pada hujan 1 mm sebesar 10,99 m³/dtk. hidrograf debit banjir rencana metode Nakayasu disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4 : Kurva Hasil Rekapitulasi HSS Nakayasu

Berdasarkan kurva pada Gambar 4, debit maksimum rencana metode Nakayasu untuk distribusi Gumbel memiliki nilai debit banjir lebih besar dibandingkan debit banjir distribusi Log Normal karena intensitas hujan untuk distribusi Gumbel relatif lebih besar dibanding intensitas hujan distribusi Log Normal. Debit banjir Hasil perhitungan selanjutnya dibuat menjadi rekapitulasi debit maksimum untuk masing-masing periode ulang banjir dengan hasil yang disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5 : Rekapitulasi Debit Maksimum HSS Nakayasu

2. Metode HSS Gama I

Parameter DAS yang harus dimasukkan pada perhitungan metode HSS Gama I lebih beragam dibandingkan metode HSS Nakayasu. Parameter yang diperlukan adalah sebagai berikut:

- Luas DAS (A) = 452,004 Km²
- Panjang sungai (L) = 38,89 Km
- Kemiringan sungai (S) = 0,014
- Jumlah sungai tingkat 1 (P1) = 36 buah
- Jumlah sungai semua tingkat (PN) = 48 buah
- Jumlah pertemuan sungai (JN) = 44 buah
- Panjang sungai tingkat 1 (L1) = 47,87 Km
- Panjang sungai semua tingkat (LN) = 104,02 Km
- Lebar DAS pada 0,25 L (WL) = 9,666 Km

Lebar DAS pada 0,75 (WU)	= 16,822 Km
Luas DAS dihilu titik berat (AU)	= 229,82 Km ²
$D = \frac{LN}{A}$	= 0,805
$SF = \frac{L1}{LN}$	= 0,460
$SN = \frac{P1}{PN}$	= 0,750
$WF = \frac{WU}{WL}$	= 1,740
$RUA = \frac{AU}{A}$	= 0,508
$SIM = WF \times RUA$	= 0,885

Setelah seluruh parameter yang diperlukan sudah ada, selanjutnya menghitung debit rencana metode HSS Gama I dengan menggunakan Persamaan 14 sampai 18 dengan hasil sebagai berikut.

$$TR = 0,43 \left(\frac{38,89}{100(0,460)} \right) + 1,0665(0,885) + 1,2775 = 2,22 \text{ jam}$$

$$TB = 27,4132(2,22)^{0,1457} \times 0,014^{-0,0986} \times 0,750^{0,7344} \times 0,508^{0,2574} = 31,91 \text{ jam}$$

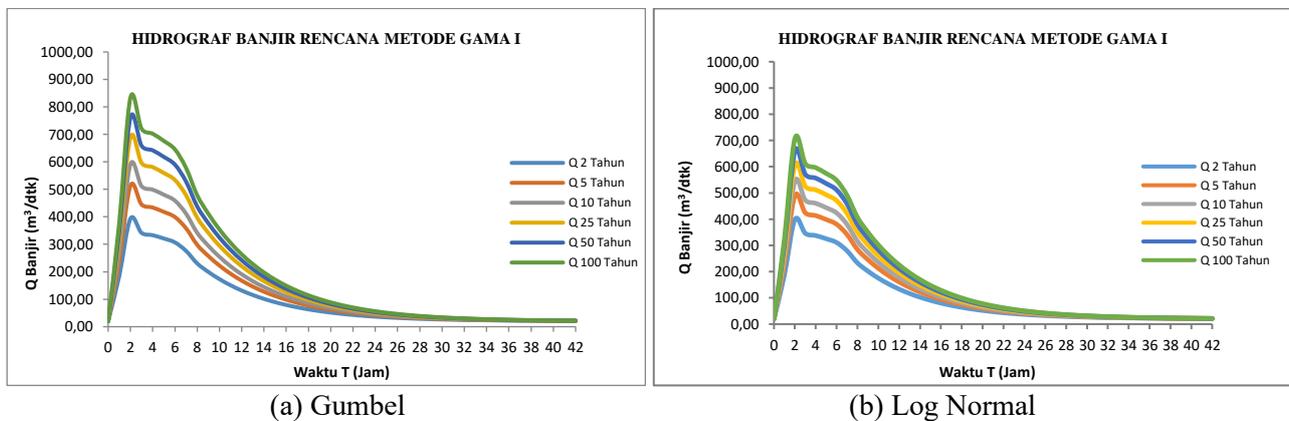
$$QP = 0,1836(452,004)^{0,5886} \times 2,22^{-0,4008} \times 44^{0,2381} = 12 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$QB = 0,4715(452,004)^{0,6444} \times 0,805^{0,9430} = 19,90 \text{ m}^3/\text{detik}$$

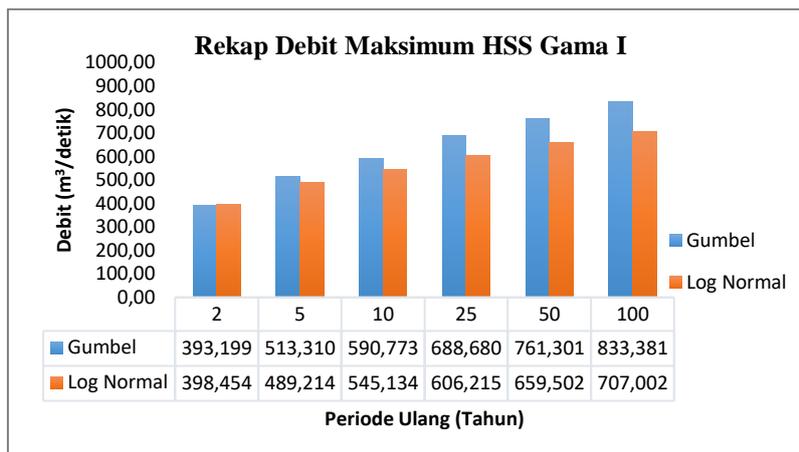
$$K = 0,5617(452,004)^{0,1798} \times 0,014^{-0,1446} \times 0,460^{-1,0897} \times 0,805^{0,0452} = 6,33$$

$$\Phi = 10,4903 - 3,859.10^{-6} (452,004)^2 + 1,6985.10^{-13} \left(\frac{452,004}{0,750} \right)^4 = 9,72 \text{ mm/jam}$$

Hasil analisis menunjukkan bahwa waktu puncak (Tp) sebesar 2,21 jam, indeks infiltrasi sebesar 9,72 mm/jam, dan aliran puncak pada curah hujan 1 mm sebesar 12 m³/detik. Hasil analisis debit maksimum metode HSS Gama I disajikan pada Gambar 6.



Gambar 6 : Kurva Hasil Rekapitulasi HSS Gama I
Rekapitulasi debit maksimum terbesar metode Gama I untuk periode ulang banjir dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7 : Rekapitulasi Debit Maksimum HSS Gama I

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis ketersediaan air baku pada Bendung Gunungcupu yang berlokasi di Kabupaten Ciamis, Jawa Barat. Hasil analisis menunjukkan bahwa debit andalan rata-rata probabilitas 90% sebesar 730 liter/detik dapat memenuhi kebutuhan air bersih harian rata-rata ketiga kecamatan layanan yaitu Ciamis, Baregbeg, dan Cijeungjing pada tahun 2042. Selain itu, hasil analisis juga menunjukkan bahwa debit banjir rencana yang digunakan adalah metode HSS Nakayasu dengan distribusi Gumbel yang memiliki nilai debit maksimum terbesar. Penelitian ini memberikan beberapa saran untuk penelitian selanjutnya, antara lain melakukan penelitian lebih lanjut mengenai sistem pendistribusian air bersih, analisis banjir rencana dengan metode yang lain atau berpariatif, dan penelusuran banjir serta simulasi pemodelan banjir dengan software HEC-RAS.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat, "Pengelolaan Sumber Daya Air Yang Baik Sebagai Kunci Ketersediaan Air," *Kementrerian PUPR*, 2020.
- [2] H. Rabbany dan S. Permana, "Analisis Kebutuhan dan Ketersediaan Air Bersih di Kecamatan Samarang Kabupaten Garut," *J. Konstr.*, vol. 19, no. 2, hal. 288–297, 2022, doi: 10.33364/konstruksi/v.19-2.883.
- [3] V. B. Kusnandar, "Ma'ruf Amin Beri Peringatan Soal Penyediaan Air Bersih, Ini Capaian Akses Air Minum Layak RI," *databoks.katadata.co.id*. <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2022/10/18/ma'ruf-amin-beri-peringatan-soal-penyediaan-air-bersih-ini-capaian-akses-air-minum-layak-ri> (diakses 21 Februari 2023).
- [4] M. A. Salim, "Analisis Kebutuhan dan Ketersediaan Air Bersih (Studi Kasus Kecamatan Bekasi Utara)," 2019.
- [5] Siva, "Penyebab Krisis Air Di Indonesia," *SEDEKAH AIR*, 2022.
- [6] M. Mubarok, "Belasan Ribu Pelanggan PDAM Ciamis Tak Kebagian Air Bersih Sejak Minggu, Ini Penyebabnya," *Trib. Priangan*, 2022.
- [7] I. Doipuloh, Nurdiyanto, dan A. Winasis, "Analisis Ketersediaan Air Bendung Rengrang di Sungai Ciples untuk Kebutuhan Irigasi di Daerah Irigasi Rengrang Kabupaten Sumedang," *J. Konstr.*, vol. 7, no. 3, hal. 674–685, 2019, [Daring]. Tersedia pada: <http://jurnal.ugj.ac.id/index.php/Konstruksi/article/view/3773>
- [8] M. Galib Ishak, I. Wayan Sutapa, A. Basong, dan A. Dedi, "Analysis of Water Availability in Omu Watershed," *MATEC Web Conf.*, vol. 331, no. January 2020, hal. 04003, Des 2020, doi: 10.1051/mateconf/202033104003.
- [9] T. E. Saragi, E. Oktavianus Zai, dan E. Zebua, "Analisa Debit Andalan (Studi Kasus Pada Pltm

- Parmongan Ii),” *J. Tek. Sipil*, vol. 2, no. 2, hal. 13–24, 2023.
- [10] SNI 6738:2015, “Perhitungan debit andalan sungai dengan kurva durasi debit,” *Bsn*, 2015.
- [11] O. Ari Swenda, A. Ridwan, dan S. Winarto, “Analisa Kebutuhan Air Baku Berdasarkan Mata Air Sungai Bayong (Study Kasus di Kec. Bendungan Kab. Trenggalek),” *J. Manaj. Teknol. Tek. Sipil*, vol. 2, no. 1, hal. 51, Mei 2019, doi: 10.30737/jurmateks.v2i1.391.
- [12] S. Permana dan I. Malik, “Analisis Pemanfaatan Bendungan Leuwikeris Untuk Kebutuhan Irigasi dan Kebutuhan Air Baku,” *JMTS J. Mitra Tek. Sipil*, vol. 6, no. 1, hal. 159–173, Feb 2023, doi: 10.24912/jmts.v6i1.20449.
- [13] A. N. Qais dan S. Permana, “Analisis Debit Banjir dan Penelusuran Banjir di Bendungan Cipanas Kabupaten Sumedang,” *J. Konstr.*, vol. 19, no. 1, hal. 157–168, Des 2021, doi: 10.33364/konstruksi/v.19-1.901.
- [14] I. M. Kamiana, “Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air I Made Kamiana,” no. May, 2011.
- [15] E. Sugawara dan H. Nikaido, “Bandingan HSS Snyder - Alexeyev, Nakayasu dan Gamma 1 Pada Analisis Banjir Sub DAS Ciliung Untuk Perencanaan Bangunan Air,” *Antimicrob. Agents Chemother.*, vol. 58, no. 12, hal. 7250–7257, Des 2020, doi: 10.1128/AAC.03728-14.