



STUDI KELAYAKAN TEKNIS PEMBANGUNAN DAM SERBAGUNA

Fachrudin Sidik, Fauzia Mulyawati, Ignatius Sudarsono
Universitas Langlangbuana Bandung

Email : fachrudinsidik.66@gmail.com¹, ocidfauzia@gmail.com², ignazsd2@gmail.com³

Abstrak

DAS Ciliman merupakan sungai lintas kecamatan dengan panjang sungai utama ± 120 km dan total panjang anak sungai sekitar ± 163 km, melintasi Kabupaten Lebak dan Kabupaten Pandeglang dengan hulu yang berhulu di Gunung Kendeng, Kabupaten Lebak. Luas Daerah Aliran Sungai (DAS) Ciliman adalah $\pm 502,82$ km². Secara geografis, DAS Ciliman terletak antara $6^{\circ}28'20.40''$ - $6^{\circ}42'2.38''$ LS dan $105^{\circ}47'42.30''$ - $106^{\circ}12'40.94''$ BT. Studi Kelayakan Teknis Pembangunan DAM Serbaguna DAS Ciliman dimaksudkan untuk mengetahui kelayakan teknis rencana pembangunan DAM Serbaguna di Kabupaten Pandeglang-Lebak. Ada 3 lokasi yang ditinjau dalam studi teknis dengan hasil yang paling layak adalah lokasi 3. Bentang bendungan di lokasi 3 adalah 236 m, dengan ketinggian 37 m dan reservoir 31,38 juta m³. Ketersediaan air selalu ada sepanjang tahun dan daya dukung pondasi baik. Manfaat yang didapat adalah penambahan areal pelayanan irigasi baru seluas 3000 Ha.

Kata kunci: Studi, Kelayakan, Multiguna, Bendungan, Ciliman, DAS.

Abstract

The Ciliman watershed is a cross-district river with a main river length of ± 120 km and a total tributary length of about ± 163 km, crossing Lebak Regency and Pandeglang Regency with its headwaters at Mount Kendeng, Lebak Regency. The area of the Ciliman Watershed (DAS) is ± 502.82 km². Geographically, the Ciliman watershed is located between $6^{\circ}28'20.40''$ - $6^{\circ}42'2.38''$ E and $105^{\circ}47'42.30''$ - $106^{\circ}12'40.94''$ E. The Technical Feasibility Study on the Construction of the Multipurpose Dam in the Ciliman Watershed is intended to determine the technical feasibility of the Multipurpose DAM development plan in Pandeglang-Lebak Regency. There are 3 locations reviewed in the technical study with the most decent results being 3 locations. The span of the dam at site 3 is 236 m, with a height of 37 m and a reservoir of 31.38 million m³. Water availability is always there all year round and the carrying capacity of the foundation is good. The benefit obtained is the addition of a new irrigation service area of 3000 ha.

Keywords : Study, Feasibility, Multipurpose, Dam, Ciliman, Watershed.

PENDAHULUAN

Sungai merupakan salah satu sumber daya alam yang keberadaannya sering dimanfaatkan oleh manusia untuk berbagai keperluan, antara lain untuk penyediaan air irigasi, air baku, industri, transportasi dan lain-lain (Priyana, 2016). Namun demikian sungai juga sering menimbulkan masalah bagi manusia, antara lain apabila air sungai meluap atau permukaan air sungai lebih tinggi daripada yang dikehendaki oleh masyarakat di sekitar lingkungan sungai atau dalam istilah umum dikenal dengan telah menimbulkan banjir pada lahan di sekitar sungai apalagi melalui daerah perkotaan yang cukup padat penduduknya (Maryono, 2020). Masalah banjir akan menarik perhatian setelah mempengaruhi kehidupan manusia dan menimbulkan bencana/kerugian bagi masyarakat di sekitar lingkungan sungai tersebut (Rasyid, 2014).

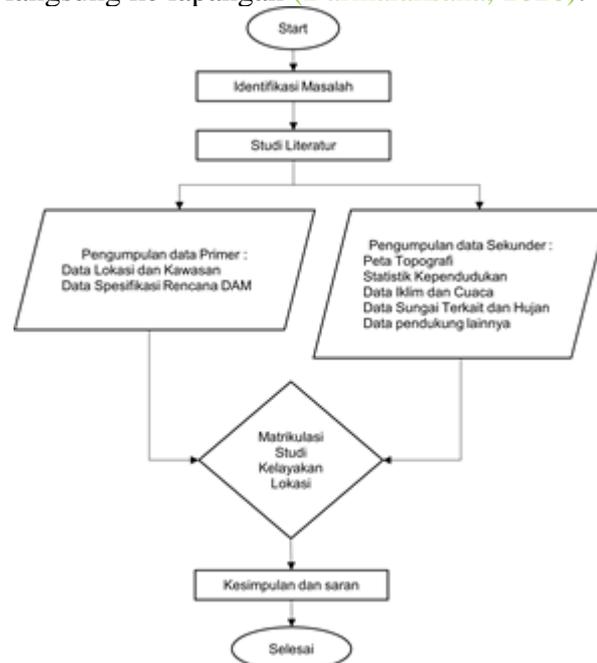
Sungai Ciliman merupakan salah satu sungai yang alirannya melintasi Kabupaten Lebak dan Pandeglang. Pembangunan di sepanjang sungai Ciliman sangatlah pesat,

ditambah lagi adanya rencana pembangunan yang akan dipusatkan di wilayah Ibu Kota Kabupaten menjadikan sungai ini sangat rawan akan bencana banjir. Untuk itu sangatlah penting dibangun infrastruktur berupa waduk/bendungan/DAM guna meminimalisir dampak banjir sekaligus sebagai infrastruktur penyedia air baku, maupun sumber tenaga listrik (Kodoatie & Sjarief, 2010). Sebagai acuan dalam pembangunan DAM, maka dianggap penting dilaksanakannya Studi Kelayakan Teknis Pembangunan DAM Serbaguna pada DAS Ciliman tersebut.

Diperlukan lokasi yang paling sesuai dengan kebutuhan dan kondisi lingkungan sekitarnya untuk pembangunan DAM yang tepat dan memenuhi kebutuhan dari segala aspek yang berhubungan. Studi Kelayakan Teknis Pembangunan DAM Serbaguna pada DAS Ciliman ini dimaksudkan untuk menetapkan kelayakan teknis rencana pembangunan DAM Serbaguna di Kabupaten Pandeglang-Lebak. Sehingga pada akhirnya dapat diperoleh lokasi yang dinilai paling sesuai untuk Pembangunan DAM Serbaguna pada DAS Ciliman

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang dilakukan adalah metode kualitatif dengan berdasarkan data sekunder yang telah diperoleh (Sugiyono, 2011). Pengumpulan data dilakukan melalui survei primer dan survei sekunder. Data sekunder yang digunakan diperoleh dari instansi-instansi yang terkait. Pengolahan data dalam kasus ini, dilakukan dengan metode tabulasi dan grafik. Metode analisis data ini adalah proses pengolahan data, dari data yang telah diperoleh baik data sekunder yang di dapat dari instansi terkait maupun primer yang diperoleh dari survei langsung ke lapangan (Darmalaksana, 2020).



Gambar 1 Diagram Alir Kegiatan
Sumber: Hasil Analisis

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

1. Kajian Topografi

a. Titik Referensi

Berdasarkan data Dinas PUPR Provinsi Banten terdapat 3 titik lokasi yang

menjadi alternatif pemilihan lokasi bendungan dengan koordinat lokasi-lokasi sebagai berikut:

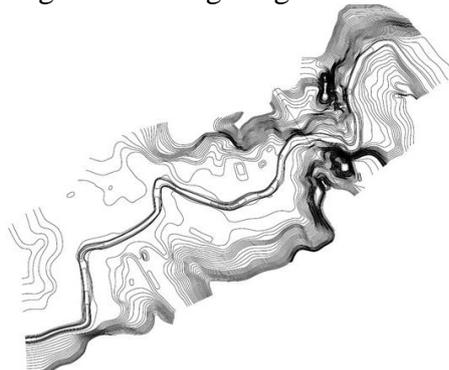
ID	Easting (Meter)	Northing (Meter)	Elevation Ellipsoid (Meter)	Elevation Orthometrik (Meter)
Alternatif Lokasi 1	620233.225	9266409.077	245.920	+231.765
Alternatif Lokasi 2	621366.674	9266377.910	255.036	+240.758
Alternatif Lokasi 3	613543.000	9268040.000		+89.000

Gambar 2. Titik Referensi Pengukuran Topografi
Sumber: Dinas PUPR Provinsi Banten

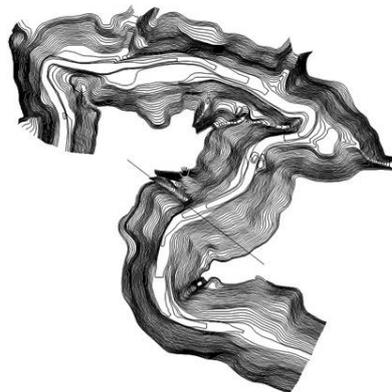
b. Data Topografi

Data topografi yang diperoleh dari Dinas PUPR Provinsi Banten untuk studi kelayakan ini adalah:

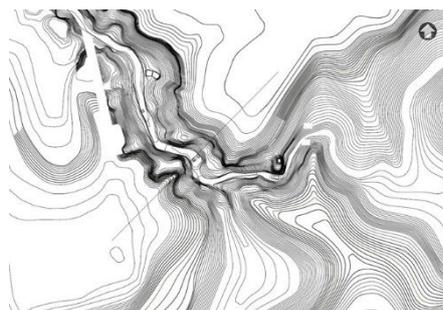
- Peta sekitar as bendungan;
- Peta situasi lokasi genangan; dan
- Peta sungai yang terdiri dari gambar situasi sungai skala 1:2000, gambar potongan memanjang sungai skala mendatar 1:2000 dan skala vertikal 1:100, serta gambar potongan melintang sungai skala 1:200.



Gambar 3 Peta Situasi alt. 1 Rencana As Bendungan
Sumber: Dinas PUPR Provinsi Banten



Gambar 4. Peta Situasi alt. 2 Rencana As Bendungan
Sumber: Dinas PUPR Provinsi Banten



Gambar 5 Peta Situasi alt. 3 Rencana As Bendungan
Sumber: Dinas PUPR Provinsi Banten

Selain peta-peta dari Dinas PUPR Prov. Banten, juga digunakan peta kontur yang diperoleh dari DEM (*Digital Elevation Model*) Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) 1 Arc-Second Global yang diproses menggunakan aplikasi Global Mapper (*DEM SRTM, 2009*).

2. Analisis Hidrolog Ketersediaan Air

a. Data Curah Hujan

Data dari ke 4 PCH adalah PCH Gn. Kencana, PCH Bd. Ciliman, PCH KP3, dan PCH Bojongmanik.

Tahun	Curah Hujan Harian Maksimum			
	KP3	Bd. Ciliman	Gn. Kencana	Bojongmanik
2003	113	96	45	73
2004	32	56	162	69
2005	62	49	120	65
2006	69	98	300	60
2007	64	56	35	90
2008	55	95	35	38
2009	115	100	180	180
2010	115	98	98	46
2011	85	91	106	130
2012	118	118	120	76
2013	135	75	120	61
2014	105	51	153	34
2015	92	100	141	90
2016	117	68	153	92
2017	98	58	160	134
2018	167	60	162	121
2019	136	50	163	76
2020	113	106	162	113

Gambar 6 Curah Hujan Harian Maksimum
Sumber: Dinas PUPR Provinsi Banten dan BWS C3

Dari hasil analisis Poligon Thiessen pada ketiga Alternatif lokasi bendungan, dapat diketahui ketiga alternatif lokasi rencana pembangunan DAM serba guna dipengaruhi oleh PCH Gn. Kencana dan PCH Bojongmanik.



Gambar 7 Peta Sebaran Pos Curah Hujan DAS Ciliman
Sumber: Dinas PUPR Provinsi Banten

3. Analisis Frekuensi Hujan

Analisis distribusi frekuensi ini ditetapkan curah hujan dengan periode ulang 2, 5, 10, 25, 50, dan 100 tahun. Dalam studi ini analisis curah hujan rancangan dilakukan dengan menggunakan metode Log Pearson Type III (Irawan et al., 2020), Normal, Log-Normal, dan Gumbel.

1. Uji Derajat Kepercayaan Distribusi

Pemeriksaan dilakukan dengan metode Smirnov-Kolmogoro dan Chi Square. Dari hasil uji hujan rencana di pos hujan Gn (Alvin, 2017). Kencana diperoleh bahwa untuk uji Chi-kuadrat pada seluruh metode tidak diterima, sedangkan pada uji Smirnov Kolmogorov seluruh metode diterima, namun Distribusi Gumbel memberikan jumlah nilai maximum dan λ^2 yang lebih kecil, sehingga dipilih distribusi **Gumbel**.

Dari hasil uji hujan rencana di pos hujan Bojongmanik diperoleh bahwa untuk uji Smirnov-Kolmogorov hanya Log Pearson III yang tidak diterima, sementara pada uji Chi-Kuadrat, seluruh metode diterima. Tetapi pada jumlah maksimum terdapat pada metode Log Normal sehingga dipilih metode **Log Normal**.

Probable Maximum Precipitation (PMP) (Kunkel et al., 2013)

PMP menggunakan persamaan:

$$X_{PMP} = \bar{X} + K \cdot S$$

Dimana:

X_{PMP} = curah hujan terbesar

\bar{X} = faktor koefisien Hersfield

K = standar deviasi

S = harga rata-rata ujan/banjir

Dari hasil perhitungan PMP metoda Hersfield, diperoleh nilai sebesar 996,553 mm yaitu di Sta. Gunung Kencana, sedangkan untuk Sta. Bojongmanik diperoleh nilai sebesar 694.515 mm. Jika dibandingkan dengan peta isohyet dapat dilihat bahwa untuk PCH Gn. Kencana lebih mendekati nilai PMP berdasarkan peta isohyet yaitu 860 mm.

2. Pembagian Sub-DAS

Sub DAS	Luas (Km ²)	Panjang Sungai (Km)	Sub DAS	Luas (Km ²)	Panjang Sungai (Km)
Ciamplang	13.83	15.72	Cipach	22.47	8.13
Cibodas	67.16	19.3	Cisaat	13.39	9.28
Cibuhueun	17.92	9.16	Cisudang	24.60	7.35
Cibunar	20.20	8.08	Citupuseun	35.55	15.72
Cicaringin	34.39	14.24	Citis	4.96	5.55
Cidalem	43.75	14.36	Ciuruwueun	21.45	14.47
Cidanghiang	36.93	13.14	Ciwangkelang_1	18.52	8.21
Cigole	17.62	7.96	Ciwangkelang_2	3.44	3.48
Ciungsiang	13.13	6.6	Ciwangkelang_3	7.07	5.34
Cikapek	15.89	5.36	Cipanggalangan	13.13	8.37
Cikupaen	23.26	7.77	Citeureup_2	8.96	6.41
Ciampangray	19.71	11.88	Citeureup_1	5.49	8.38

Gambar 9 Pembagian Sub-DAS Ciliman
Sumber: Dinas PUPR Provinsi Banten

3. Curah Hujan Wilayah

Dari hasil data analisis diperoleh bahwa PCH Bojongmanik mempunyai nilai pengaruh yang besar terhadap DAS dan diketahui bahwa dilihat bahwa probability maximum precipitation atau PMP yang paling berpengaruh adalah pada Alternatif 3

4. Reduksi Luas DAS

$$R_{\text{rancangan}} = R_{\text{maks}} \cdot ARF$$

Dimana (Muhammad et al., 2021):

$R_{\text{rancangan}}$ = hujan yang digunakan dalam perhitungan banjir rancangan

R_{maks} = hujan maksimum

ARF = faktor reduksi area tergantung dari luas DAS.

Hujan efektif menggunakan metode SCS dengan rumus:

$$P_e = (P - 0,2S)^2 / (P + 0,8S)$$

Dengan CN adalah *Curve Number* yang merupakan fungsi dari karakteristik DAS. Apabila lahan terdiri dari beberapa tata guna lahan dan tipe tanah maka dihitung nilai CN komposit.

Dari hasil analisis dan perhitungan, dapat disimpulkan nilai PMP terbesar terdapat pada Alternatif Bendungan 3.

5. Distribusi Curah Hujan

Distribusi curah hujan ditentukan menggunakan metode Alternating Block Methode (Agustin, 2010). Data yang digunakan untuk menyusun model ini adalah data intensitas hujan. Berikut adalah hasil hietograf menggunakan metode Alternating Block Methode. Untuk durasi hujan yang dipakai adalah 8 jam hal ini berdasarkan pada kajian Pra FS DAM serba guna pada DAS Ciliman yang telah dilaksanakan, berdasarkan data pengamatan curah hujan per jam pada pencatatan curah hujan otomatis P3SA. Dari hasil data analisis diperoleh bahwa distribusi terbesar terdapat pada jam ke 4 sebesar 50%.

6. Analisis Debit Banjir Rencana

Ilustrasi rangkaian perhitungan hidrograf debit banjir rancangan dapat dilihat pada gambar berikut :

a) **Hidrograf Satuan**, Hidrograf satuan adalah hidrograf limpahan langsung yang dihasilkan oleh hujan lebih (*excess rainfall*) yang terjadi merata di seluruh DAS dengan intensitas tetap dalam satuan waktu. Dalam kajian ini, perhitungan dilakukan dengan menggunakan metode hidrograf satuan, yaitu Hidrograf sintetik SCS.

b) Hidrograf Rancangan

$$Q_k = \sum_{i=1}^n U_i - P_{n-(i-1)} + Q_b$$

Dimana:

Q_k = debit banjir pada jam ke-k

U_i = ordinat hidrograf satuan ($i=1,2,3,\dots,n$)

P_n = hujan efektif dalam waktu yang berurutan ($n=1,2,3,\dots,n$)

Q_b = aliran dasar (base flow)

Dari hasil analisis, diperoleh banjir rencana pada periode ulang 1000 tahun sebagai berikut:

1. Pada alternatif bendungan 1, diperoleh debit terbesar yaitu 1172.28 m³/detik.
2. Pada alternatif bendungan 2, diperoleh debit terbesar yaitu 1337.74 m³/detik.
3. Pada alternatif bendungan 3, diperoleh debit terbesar yaitu 1080.61 m³/detik.

7. Epavotranspirasi

Evapotranspirasi potensial (ET_o) merupakan besarnya evapotranspirasi secara teoritis. Nilai ET_o dapat dihitung dari data meteorologi dengan metode Penman-Monteith dan metode NRECA (Saidah et al., 2020). Metode Penman-Monteith digunakan pada perhitungan ini karena dapat menggambarkan evapotranspirasi acuan secara lebih teliti. Data iklim yang digunakan adalah dari BMKG Serang.

Uraian Perhitungan	satuan	Bulan											
		Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Suhu	°C	26.58	26.70	27.11	27.38	27.72	27.45	26.87	27.09	27.46	27.95	28.33	27.60
Rh	%	84.94	84.89	83.19	83.73	81.52	80.03	77.55	77.94	72.87	74.97	78.00	81.77
U2	m/s	0.66	0.53	0.51	0.60	0.51	0.53	0.66	0.61	0.58	0.55	0.51	0.56
Lama penyinaran	jam	2.69	4.19	4.62	4.47	6.66	4.57	6.27	7.08	7.21	6.95	5.04	4.03
tekanan	kPa	100.12	100.12	100.12	100.12	100.12	100.12	100.12	100.12	100.12	100.12	100.12	100.12
J		15	46	76	106	137	167	198	228	259	289	319	350
tekanan uap air jenuh(es)	kPa	3.48	3.50	3.59	3.65	3.72	3.66	3.54	3.58	3.66	3.77	3.85	3.69
tekanan uap air aktual (ea)	kPa	2.95	2.97	2.99	3.05	3.03	2.93	2.74	2.79	2.67	2.83	3.01	3.02
kemiringan kurva tekanan uap air (Δ)	kPa/°C	0.20	0.21	0.21	0.21	0.22	0.21	0.21	0.21	0.21	0.22	0.22	0.22
panas laten untuk penguapan (λ)	MJ/Kg	2.44	2.44	2.44	2.44	2.44	2.44	2.44	2.44	2.44	2.43	2.43	2.44
konstanta psikometrik (γ)	kPa/°C	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
emisivitas (ε)		0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.11	0.11	0.11	0.10	0.10	0.10
lama maksimum matahari bersinar dalam satu hari (N)	jam	12.32	12.20	12.03	11.86	11.72	11.65	11.69	11.81	11.98	12.15	12.29	12.36
f (faktor penutupan awan)		0.30	0.41	0.45	0.44	0.61	0.45	0.58	0.64	0.64	0.61	0.47	0.39
δ (sudut deklinasi matahari)	rad	-0.37	-0.23	-0.03	0.17	0.34	0.41	0.37	0.23	0.03	-0.17	-0.34	-0.41
dr (jarak relatif antara bumi dan matahari)		1.03	1.02	1.01	0.99	0.98	0.97	0.97	0.98	0.99	1.01	1.02	1.03
ωs (sudut saat matahari terbenam)	rad	1.61	1.60	1.57	1.55	1.53	1.52	1.53	1.55	1.57	1.59	1.61	1.62
Ra (radiasi matahari ekstraterrestrial)	MJ/m ² /hari	38.35	38.72	37.90	35.43	32.47	30.85	31.57	34.11	36.83	38.24	38.27	38.03
Rs (radiasi matahari)	MJ/m ² /hari	13.77	16.32	16.75	15.53	17.35	13.76	16.37	18.75	20.29	20.50	17.42	15.71
Rns (radiasi gelombang pendek)	MJ/m ² /hari	10.60	12.57	12.90	11.96	13.36	10.59	12.60	14.44	15.62	15.78	13.41	12.10
Rnl (radiasi gelombang panjang)	MJ/m ² /hari	1.16	1.59	1.74	1.67	2.36	1.81	2.50	2.69	2.85	2.59	1.84	1.52
Rn (radiasi matahari netto)	MJ/m ² /hari	9.44	10.98	11.16	10.29	11.00	8.78	10.11	11.75	12.77	13.20	11.57	10.57
Eto	mm/hari	2.99	3.44	3.53	3.29	3.53	2.88	3.32	3.79	4.19	4.30	3.78	3.41

Gambar 10 Perhitungan Epavotranspirasi Metode Penman-Monteith Untuk Tahun 2020
Sumber: Hasil Analisis

a) Rekapitulasi Epavotranspirasi

Dari rekapitulasi epavotranspirasi, diketahui bahwa ketersediaan air mulai meningkat pada bulan Juli hingga Januari untuk nilai rata-rata dan nilai maksimal. Sehingga awal pola tanam ditentukan dimulai pada bulan Juli.

b) Ketersediaan Air

Ketersediaan air dianalisis dengan perhitungan debit andalan di masing-masing DAS orde-2. Debit andalan ini dihitung dengan menggunakan metode FJ. Mock. Data yang dibutuhkan dalam perhitungan debit dengan metoda F.J. Mock ini adalah data klimatologi, luas dan penggunaan lahan dari catchment area.



Gambar 11 Perbandingan Debit FJ Mock dengan Debit Observasi
Sumber: Hasil Analisis

c) Kalibrasi Parameter

Berdasarkan kalibrasi parameter, diketahui korelasi antara debit hasil perhitungan dengan debit hasil observasi mempunyai korelasi sebesar 95%. Hasil korelasi tersebut didapatkan setelah melakukan percobaan dengan mengubah-ubah parameter-parameter F.J. Mock. Adapun parameter yang diubah adalah *Exposed surface* (m), Koefisien infiltrasi (if), Konstanta resesi aliran (K), dan *Percentage factor*. Nilai dari parameter-parameter yang dihasilkan dari perhitungan kalibrasi ini akan dipakai untuk perhitungan debit pada tiap Sub-DAS (Alby & Suhartanto, 2018).

Nilai dari parameter-parameter yang dihasilkan dari perhitungan kalibrasi ini akan dipakai untuk perhitungan debit pada tiap Sub-DAS. Perhitungan debit andalan dilakukan dengan terlebih dahulu mencari debit tiap bulan. Debit tiap bulan yang dihitung dari tahun 2003 sampai tahun 2020. Pencarian debit dilakukan dengan menggunakan metode F.J. Mock yang langkah perhitungannya sama seperti proses

kalibrasi namun dengan luas DAS, hujan bulanan, dan evapotranspirasi yang berbeda.

Sub DAS	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Ciamplang	0.47	0.78	0.99	0.97	0.64	0.32	0.05	0.03	0.04	0.07	0.34	0.59
Cibodas	2.42	4.58	4.65	4.89	2.54	1.27	0.18	0.05	0.12	0.25	2.15	3.08
Cibuhueun	0.79	1.04	1.54	1.11	0.59	0.33	0.06	0.07	0.02	0.04	0.48	0.67
Cibunat	0.74	1.22	1.56	1.24	0.74	0.32	0.04	0.01	0.02	0.05	0.29	0.56
Cicaingin	1.36	1.86	2.47	2.60	1.76	0.88	0.10	0.05	0.15	0.18	0.87	1.36
Cidalem	1.54	2.51	2.61	2.33	1.21	0.58	0.08	0.02	0.03	0.16	1.33	1.42
Cidanghiang	1.40	2.29	2.38	2.12	1.10	0.53	0.07	0.02	0.03	0.14	1.22	1.30
Cigole	0.92	0.99	1.10	1.05	0.68	0.37	0.04	0.01	0.06	0.16	0.41	0.65
Ciungang	0.46	0.75	0.78	0.70	0.36	0.17	0.02	0.01	0.01	0.05	0.40	0.43
Cikapek	0.63	0.86	1.13	1.19	0.80	0.40	0.05	0.02	0.06	0.09	0.38	0.64
Cikupasari	0.82	1.33	1.39	1.24	0.64	0.31	0.04	0.01	0.02	0.08	0.71	0.76
Cimanyang	0.84	1.20	1.33	1.39	0.95	0.45	0.05	0.07	0.06	0.22	0.46	0.75
Cipaeh	0.85	1.34	1.75	1.38	0.81	0.36	0.03	0.01	0.02	0.06	0.35	0.62
Cipanggungan	0.69	0.74	0.82	0.78	0.51	0.28	0.03	0.01	0.05	0.12	0.31	0.48
Cisaat	0.70	0.75	0.84	0.80	0.52	0.28	0.03	0.01	0.05	0.12	0.32	0.49
Cisulung	0.94	1.40	1.55	1.50	0.71	0.36	0.06	0.01	0.02	0.08	0.71	0.86
Citayuan	1.27	2.11	2.54	2.11	1.09	0.54	0.07	0.02	0.04	0.13	1.29	1.40
Citayurip	0.53	0.86	0.98	1.08	0.70	0.33	0.04	0.02	0.05	0.11	0.28	0.59
Citias	0.26	0.28	0.31	0.29	0.19	0.10	0.01	0.00	0.02	0.05	0.12	0.18
Cisaruwatu	0.74	1.20	1.25	1.12	0.58	0.28	0.04	0.01	0.02	0.08	0.64	0.68
Ciwangwang	1.28	1.40	2.11	1.98	1.47	0.71	0.08	0.05	0.10	0.17	0.58	1.14

Tabel 12 Debit Andalan Q80 Tiap Sub DAS
Sumber: Hasil Analisis

8. Kebutuhan Air

a. Kebutuhan Air Domestik

Kebutuhan air ini diperhitungkan sebesar 100 lt/detik/kapita per hari, mengacu pada Pedoman Konstruksi dan Bangunan, Dep. PU untuk Kota Sedang. Data jumlah penduduk mengacu pada BPS Kabupaten Pandeglang dan Kabupaten Lebak tahun 2021. Pertumbuhan penduduk di Kabupaten Pandeglang 1.83 % dan di Kabupaten Lebak 0.83 %. Kebutuhan air ini diproyeksikan untuk beberapa tahun ke depan. Berikut ini adalah tabel hasil analisis kebutuhan air domestik.

No	Nama Kecamatan	Kabupaten	Jumlah Penduduk	Proyeksi Pertumbuhan Penduduk					Proyeksi Kebutuhan Air				
				5	10	15	20	5	10	15	20		
				2021	2026	2031	2036	2041	2026	2031	2036	2041	
1	Banjarsari	Lebak	60,621	63,182	63,848	68,628	71,322	0.084	0.091	0.095	0.099		
6	Cianteun	Lebak	26,436	27,551	28,714	29,926	31,188	0.037	0.040	0.042	0.044		
7	Cusung Karang	Lebak	24,622	26,086	27,609	29,196	30,849	0.048	0.052	0.054	0.057		
9	Angsana	Pandeglang	26,136	27,880	29,739	31,723	33,840	0.036	0.041	0.044	0.047		
25	Munjul	Pandeglang	23,903	24,431	26,081	27,799	29,654	0.032	0.036	0.039	0.041		
27	Panimbang	Pandeglang	31,142	34,354	38,193	42,075	46,217	0.071	0.081	0.086	0.092		
28	Pata	Pandeglang	28,082	29,915	31,954	34,088	36,359	0.039	0.044	0.047	0.050		
32	Sindang Ratu	Pandeglang	21,969	23,135	24,988	26,666	28,415	0.031	0.033	0.036	0.040		
33	Sobang	Pandeglang	36,014	38,417	40,979	43,713	46,629	0.050	0.057	0.061	0.065		
34	Sularemi	Pandeglang	34,075	36,988	39,456	42,088	44,896	0.048	0.053	0.058	0.062		
	Jumlah		362,479	383,551	405,898	439,599	476,533	0.533	0.564	0.597			

Gambar 13 Penggunaan Air Domestik
Sumber: BPS Kabupaten Pandeglang dan Lebak

b. Kebutuhan Air Irigasi

Terdapat enam alternatif pola tanam. Pola tanam untuk tiap alternatif adalah sebagai berikut:

1. Alternatif 1: Padi-Padi-Palawija/ mulai Tanam: Awal Oktober
2. Alternatif 2: Padi-Padi-Palawija/ mulai Tanam: Pertengahan Oktober
3. Alternatif 3: Padi-Padi-Palawija/ mulai Tanam: Awal November
4. Alternatif 4: Padi-Padi-Palawija/ mulai Tanam: Pertengahan November
5. Alternatif 5: Padi-Padi-Palawija/ mulai Tanam: Awal Desember
6. Alternatif 6: Padi-Padi-Palawija/ mulai Tanam: Pertengahan Desember

Kebutuhan Air (lt/dt/Ha)	ALTERNATIF						Kebutuhan Air		
	1	2	3	4	5	6	(lt/dt/Ha)	(m ³ /dt/Ha)	(m ³ /tahun/Ha)
NFR	0.798	0.881	0.859	0.948	1.014	1.014	0.798	0.001	25176.52
TDR	0.997	1.101	1.073	1.186	1.268	1.268	0.997	0.001	31470.65
SDR	1.108	1.224	1.192	1.317	1.408	1.408	1.108	0.001	34967.39
DR	1.227	1.356	1.321	1.459	1.560	1.560	1.227	0.001	38733.11

Tabel 14 Kebutuhan Air Irigasi di Ciliman

Sumber: Dinas PUPR Provinsi Banten

Berdasarkan data yang diperoleh, maka direkomendasikan alternatif 1, yang penggunaan air irigasinya paling efisien. Pola tanam yang rekomendasikan adalah padi-padi-palawija yang ditanam pada bulan November minggu kesatu.

c. Kebutuhan Air Bandara (Rencana Bandara Banten Selatan)

No	Sektor	Besaran	Satuan
1	Lapangan terbang	10	Liter/detik
2	Pelabuhan	50	Liter/detik
3	Stasiun KA-Terminal bus	1200	Liter/detik
4	Kawasan Industri	0.75	Liter/detik

Gambar 15 Kebutuhan Air Bandara

Sumber: Ditjen Cipta Karya, 2000

Dalam perencanaan kebutuhan air untuk rencana bandara di prediksi pemenuhan kebutuhan sebesar 10 L/dtk, dengan prediksi nilai tersebut kebutuhan air untuk pemenuhan bandara sebesar:

1. Kebutuhan Air Bersih = 10 l/dtk
2. % Kehilangan Air (10%) = $10 \times 10\% = 1$
3. Kebutuhan Air Rata-Rata = $10 + 1 = 11$ l/dtk
4. Kebutuhan Air = $1.1 \times 11 = 12.10$ l/dtk

d. Kawasan Ekonomi Khusus Tanjung Lesung

Mengacu pada hasil studi terdahulu, kebutuhan air untuk kawasan ini diestimasi sebesar 200 lt/detik. (Balai Prasarana Permukiman Wilayah Banten 2021).

9. Analisis Geoteknik

a. Fisiografi

Berdasarkan pembagian fisiografi oleh van Bemmelen 1949, lembar daerah Cikarang dibagi dalam Lajur Bogor yang terdiri dari dataran rendah di sekitar daerah aliran sungai Ciliman dan S. Ciseukeut, Lajur Depresi Tengan terdiri dari daerah perbukitan Cibaliung-Malingping-Kerta dan Pegunungan Honje, dan lajur Bandung yang terdiri dari dataran rendah Binuangeun dan Daerah Aliran S. Cibaliung. Daerah Ciliman masuk dalam Lajur Bogor.

b. Morfologi

Daerah S. Ciliman masuk dalam satuan morfologi perbukitan, dicirikan dengan beberapa puncak bukit membulat dan beberapa bukit bergelombang yang posisinya sejajar, mempunyai ketinggian antara 25 m hingga 250 m di atas muka laut. Beberapa puncaknya antara lain Pasir Panenjoan (224 m), Pasir Baturahong (100 m), Pasir Cimandahan (80 m), Pasir Leuwibuaya (50 m). Pada daerah rencana bendungan mengalir S. Ciliman bermata air dari daerah Gunungkencana, mengalir kearah Barat, berdasarkan satuan morfologinya termasuk daerah perbukitan. Sungai Ciliman ini yang akan dibendung dijadikan bendungan, yang diharapkan dapat mencapai ketinggian kira-kira 60.00 m.

c. Stratigrafi

Berdasarkan peta geologi Lembar Cikarang, Jawa, daerah susunan batuan di

S. Ciliman dan sekitarnya adalah sebagai berikut:

1) Formasi Cimapag (Tmc)

Bagian bawah terdiri dari breksi dari aneka bahan, lava, andesit, batupasir, batulempung, batugamping, konglomerat, aglomerat dan tuf. Bagian atas terdiri dari tuf dasit, lava andesit dan tuf breksi. Tebal satuan ini kira – kira 400 m, berumur kira-kira lebih tua dari Miosen. Formasi ini ditindih tidak selaras oleh Formasi Honje dan Formasi Bojongmanik. Setempat diterobos andesit-basal, sebarannya ada di bagian Barat dan bagian Timur.

2) Formasi Cipacar (Tpc)

Terdiri dari tuf, tuf berbatu apung, batu pasir tuf, batu lempung tuf, tuf breksi dan napal. Satuan ini umumnya berlapis baik dan tebalnya diperkirakan 250 m, ditindih selaras oleh Formasi Bojong dan satuan batuan yang lebih muda. Satuan batuan ini berumur Plosen atau N19 – N21. Lokasi rencana bendungan terletak pada Formasi Cipacar (Tpc)

d. Struktur

Struktur geologi yang ada di sekitar daerah peninjauan adalah sesar turun, lipatan dan kelurusan. Sesar turun berarah Utara – Selatan, Timur laut – Barat daya dan Barat laut – Tenggara. Sayap–sayap lipatan berkemiringan landai antara 50 – 200. Bagian Timurlaut dan Selatan, sumbu lipatan berarah Barat laut – Tenggara. Kelurusan berarah Barat laut – Tenggara dan Timur laut – Barat daya. Pola lipatan, sesar dan kelurusan tersebut diduga ada hubungannya dengan zona terbanan daerah Krakatau di Selat Sunda yang merupakan depresi kegiatan gunung api tektonik. (Zen dan Sudradjat 1983)

e. Kegiatan Tektonik dan Kegempaan

Kegiatan tektonik daerah ini diperkirakan mulai kala Miosen Awal. Saat itu terjadi kegiatan gunung api bawah laut yang menghasilkan klastik kasar dan batuan gunung api Formasi Cimapag. Pengangkatan awal terjadi pada kala Miosen Tengah disusul dengan penurunan, pada Miosen Akhir diendapkan batuan klastik Formasi Bojongmanik bersamaan dengan kegiatan Gunung api Formasi Honje. Awal Pliosen mengalami pengangkatan disertai terobosan andesit dan basal dan kemudian terjadi penurunan dan menghasilkan Formasi Cipacar. Kemudian terangkat kembali disusul penurunan dan diendapkan Formasi Bojong. Gerak fluktuasi naik turun ini berlangsung hingga sekarang, terindikasi dengan adanya endapan undak pantai dan pertumbuhan batu gamping terumbu yang disertai kegiatan gunung api.

Untuk kegempaan, berdasarkan peta zona gempa Indonesia pada batuan dasar periode ulang 100 tahun, lokasi rencana bendungan Ciliman berada di zona percepatan gempa pada 0,8 – 0,9 g.

10. Kapasitas Tampung Bendungan

a. Dead Storage

Analisis volume sedimen yang masuk ke waduk dan mengendap menjadi dead storage mengacu pada revisi SNI 03-6337-2002. Berikut ini hasil perhitungan dead storage untuk masing-masing alternatif bendungan.

PERHITUNGAN TAMPUNGAN MATI BENDUNGAN			
BENDUNGAN ALT. 1			
Ref. SNI 03-6337-2002			
1 Data			
Ei. Muka Air Normal	Ei. 1	254	
Vol Tampung Total	V_TTL	16799 x 1000 m ₃	Vw tahun ke-1
Inflow Rata-rata	V_A	1467743.98 x 1000 m ₃ /tahun	
Luas DAS	A	70.44 km ²	
Tingkat Erosi	SR	1.3 mm/tahun	
Volume Erosi	V_S = SR x A	91.572 x 1000 m ₃	
Vol. Sedimen Waduk 100 Tahun	± VE_100	1.72 x 1000 m ₃	
Ei. Tampung Mati 100 Tahun	Ei. 2	242	12
2 Rumus			
1) Xi = Vwi / VA	3) Vei = Yi*Vs		
2) Yi = (1-1/i+a Xi) ⁿ	4) Vbi = Vwi - Vei		
Dimana :			
Xi	Rasio volume waduk terhadap inflow rata-rata pada tahun ke-i		
Vwi	Volume waduk pada tahun ke-i (m ³)		
Yi	Persentase sedimen yang tertangkap pada tahun ke-i (%)		
Vei	Volume sedimen yang mengendap pada tahun ke-i (m ³)		
a, n	konstanta empiris yang diterapkan		
	a = 65, 100 atau 130	diambil nilai rata-rata, a=100	
	n = 2.0, 1.5 atau 1.0	diambil nilai rata-rata, n=1.5	

Gamabr 17 Dead Storage Bendungan Alt. 1

Sumber: Hasil Analisis

PERHITUNGAN TAMPUNGAN MATI BENDUNGAN			
BENDUNGAN ALT. 2			
Ref. SNI 03-6337-2002			
1 Data			
Ei. Muka Air Normal	Ei. 1	279	
Vol Tampung Total	V_TTL	16018 x 1000 m ₃	Vw tahun ke-1
Inflow Rata-rata	V_A	1312543.7 x 1000 m ₃ /tahun	
Luas DAS	A	64.97 km ²	
Tingkat Erosi	SR	1.3 mm/tahun	
Volume Erosi	V_S = SR x A	84.461 x 1000 m ₃	
Vol. Sedimen Waduk 100 Tahun	± VE_100	1.663 x 1000 m ₃	
Ei. Tampung Mati 100 Tahun	Ei. 2	255.37	23.63
2 Rumus			
1) Xi = Vwi / VA	3) Vei = Yi*Vs		
2) Yi = (1-1/i+a Xi) ⁿ	4) Vbi = Vwi - Vei		
Dimana :			
Xi	Rasio volume waduk terhadap inflow rata-rata pada tahun ke-i		
Vwi	Volume waduk pada tahun ke-i (m ³)		
Yi	Persentase sedimen yang tertangkap pada tahun ke-i (%)		
Vei	Volume sedimen yang mengendap pada tahun ke-i (m ³)		
a, n	konstanta empiris yang diterapkan		
	a = 65, 100 atau 130	diambil nilai rata-rata, a=100	
	n = 2.0, 1.5 atau 1.0	diambil nilai rata-rata, n=1.5	

Gambar 18 Dead Storage Bendungan Alt. 2

Sumber: Hasil Analisis

PERHITUNGAN TAMPUNGAN MATI BENDUNGAN			
BENDUNGAN ALT. 3			
Ref. SNI 03-6337-2002			
1 Data			
Ei. Muka Air Normal	Ei. 1	114	
Vol Tampung Total	V_TTL	34974 x 1000 m ₃	Vw tahun ke-1
Inflow Rata-rata	V_A	2997972 x 1000 m ₃ /tahun	
Luas DAS	A	120.24 km ²	
Tingkat Erosi	SR	1.57 mm/tahun	
Volume Erosi	V_S = SR x A	188.7768 x 1000 m ₃	
Vol. Sedimen Waduk 100 Tahun	± VE_100	3.591 x 1000 m ₃	
Ei. Tampung Mati 100 Tahun	Ei. 2	95.1	18.9
2 Rumus			
1) Xi = Vwi / VA	3) Vei = Yi*Vs		
2) Yi = (1-1/i+a Xi) ⁿ	4) Vbi = Vwi - Vei		
Dimana :			
Xi	Rasio volume waduk terhadap inflow rata-rata pada tahun ke-i		
Vwi	Volume waduk pada tahun ke-i (m ³)		
Yi	Persentase sedimen yang tertangkap pada tahun ke-i (%)		
Vei	Volume sedimen yang mengendap pada tahun ke-i (m ³)		
a, n	konstanta empiris yang diterapkan		
	a = 65, 100 atau 130	diambil nilai rata-rata, a=100	
	n = 2.0, 1.5 atau 1.0	diambil nilai rata-rata, n=1.5	

Gambar 19 Dead Storage Bendungan Alt. 3

Sumber: Hasil Analisis

11. Kapasitas Netto Bendung

Perhitungan Kapasitas tampungan/ genangan dapat dicari dengan memakai bantuan data kontur yang didapat berdasarkan data DEM SRTM 30m x 30m. Perhitungan yang digunakan dalam menghitung kapasitas genangan/tampungan adalah:

$$V = \frac{K(L_1 + L_2)}{2}$$

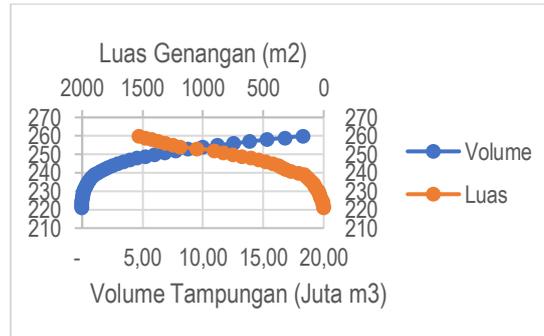
Dimana:

V = Volume tampungan

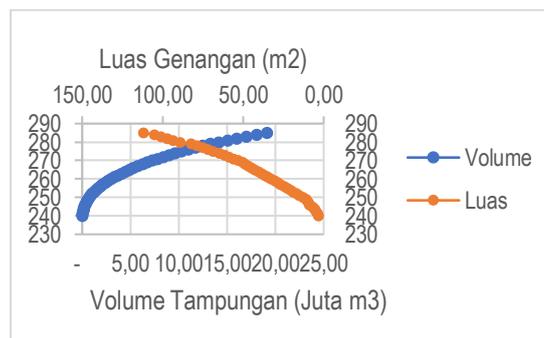
K = beda kontur

L1= luas genangan untuk elevasi 1

L2= luas genangan untuk elevasi 2



Gambar 20 Kurva Tampungan Bendungan Alternatif 1
Sumber: Hasil Analisis



Gambar 21 Kurva Tampungan Bendungan Alternatif 2
Sumber: Hasil Analisis



Gambar 22 Kurva Tampungan Bendungan Alternatif 3
Sumber: Hasil Analisis

B. Pembahasan

Rekapitulasi hasil analisis untuk kapasitas netto bendungan adalah (Van Bemmelen, 1949):

1. Alternatif bendungan 1, diperoleh kapasitas netto bendungan sebesar 18.329 Juta m³,

dengan volume efektif bendungan sebesar 16.610 m³ pada elevasi 260 mdpl dan kedalaman bendungan untuk volume efektif adalah 15 m.

2. Alternatif bendungan 2, diperoleh kapasitas netto bendungan sebesar 19.124 Juta m³, dengan volume efektif bendungan sebesar 17.460 m³ pada elevasi 285 mdpl dan kedalaman bendungan untuk volume efektif adalah 27 m.
3. Alternatif bendungan 3, diperoleh kapasitas netto bendungan sebesar 64.321 Juta m³, dengan volume efektif bendungan sebesar 60.730 m³ pada elevasi 124 mdpl dan kedalaman bendungan untuk volume efektif adalah 29 m.
4. Pemilihan Alternatif Bendungan Alternatif yang akan dipilih adalah alternatif yang dinilai terbaik yaitu yang memaksimalkan keuntungan yang diperoleh (dampak positif yang ditimbulkan) dan meminimalkan dampak negatif yang dapat timbul. Metode yang digunakan dalam pemilihan ini adalah *Average Weighted Method*.

Matriks hasil aevaluasi kondisi alternatif bendungan adalah sebagai berikut:

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan yaitu pembobotan dari aspek teknis, didapatkan alternatif 3 merupakan alternatif dengan hasil pembobotan terbesar. Berikut ini ringkasan data teknis alternatif Bendungan Ciliman pada lokasi alternatif Lokasi: As Bendungan Ciliman Alt.3 di sungai Ciliman pada koordinat UTM Zona 48S x= 613.553, y= 9.268.051 dan Z = +84 m. Secara administratif lokasi bendungannya akan terletak di Desa Parakan Lima, Kecamatan Cirinten, Kabupaten Lebak. Manfaat: Air waduk Ciliman Alternatif 3 diharapkan dapat mensuplai air baku Kecamatan-kecamatan di hilir bendungan di DAS Ciliman dan sisanya untuk suplai air Kawasan Ekonomi Khusus Tanjung Lesung. Pengembangan area irigasi baru DI Ciliman seluas 3000 Ha dengan intensitas tanam 234%. Daerah rencana bendungan Ciliman merupakan daerah yang berada di Lokasi bendungan termasuk kedalam satuan daerah depresi tengah dengan beberapa perbukitan. Lokasi bendungan berada di Formasi Cipacar (Tpc).

DAFTAR PUSTAKA

- Agustin, W. (2010). *Pola Distribusi Hujan Jam-Jaman Di Sub Das Keduang*.
- Alby, L., & Suhartanto, E. (2018). Perbandingan Metode Alih Ragam Hujan Menjadi Debit Dengan FJ. MOCK dan NRECA di DAS Kemuning Kabupaten Sampang. *Jurnal Teknik Pengairan, Malang: Universitas Brawijaya*, 2(1).
- Alvin, E. F. (2017). *Evaluasi Sistem Drainase dan Prngendalian Genangan Air di Kampus dan Perumahan ITS Surabaya*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Darmalaksana, W. (2020). *Metode Penelitian Kualitatif Studi Pustaka dan Studi Lapangan. Pre-Print Digital Library UIN Sunan Gunung Djati Bandung*.
- DEM SRTM, N. (2009). *Digital Elevation Model, Shuttle Radar Topography Mission*. NASA.
- Irawan, P., Hendra, H., Ikhsan, J., Atmaja, S., & Sari, N. K. (2020). Analisis Dan Pemetaan Isohyet Curah Hujan Berbagai Periode Ulang Tahun (PUH) Das Citanduy Hulu. *Akselerasi*, 2(1).
- Kodoatie, R. J., & Sjarief, R. (2010). *Tata ruang air*. Penerbit Andi.
- Kunkel, K. E., Karl, T. R., Easterling, D. R., Redmond, K., Young, J., Yin, X., & Hennon, P. (2013). Probable maximum precipitation and climate change. *Geophysical Research Letters*, 40(7), 1402–1408.
- Maryono, A. (2020). *Pengelolaan kawasan sempadan sungai*. Ugm Press.

-
- Muhammad, N. F., Darsono, S., Suharyanto, S., & Supriyanto, A. (2021). Analisis Reduksi Debit Banjir Di Dalam DAS Pucang Gading. *Rang Teknik Journal*, 4(2), 220–228.
- Priyana, Y. (2016). Masalah Sumber Daya Air Sungai di Pulau Jawa. *Forum Geografi*, 8(2), 64–73.
- Rasyid, F. (2014). Permasalahan dan dampak kebakaran hutan. *Jurnal Lingkar Widyaiswara*, 1(4), 47–59.
- Saidah, H., Sulistyono, H., & Budianto, M. B. (2020). Kalibrasi Persamaan Thornthwaite Dan Evaporasi Panci Untuk Memprediksi Evapotranspirasi Potensial Pada Daerah Dengan Data Cuaca Terbatas. *Jurnal Sains Teknologi & Lingkungan*, 6(1), 72–84.
- Sugiyono. (2011). *Metodologi Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. alf.
- Van Bemmelen, R. W. (1949). General Geology of Indonesia and adjacent archipelagoes. *The Geology of Indonesia*.



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)