

JURNAL REKAYASA

TEKNIK SIPIL STTC

PERENCANAAN PENGENDALIAN GENANGAN AIR JALAN DR CIPTO MANGUNKUSUMO KOTA CIREBON

Deni Iqbal Rivai¹, Nono Carsono², Lia Amaliah³ 6

ANALISIS ANGKA KEBUTUHAN NYATA OPERASI DAN PEMELIHARAAN PADA DAERAH IRIGASI CANGKUANG

Rifqi Hawarii¹, Sonie Apriyanto², Elgri Yugawati Wisesa³, Rama Hardiansyah⁴ 17

PERENCANAAN TEKNIS PEMELIHARAAN JEMBATAN GANTUNG CIHOE KECAMATAN CILEDUG KABUPATEN CIREBON

Rizky Agung Wibowo¹, Dertawan Widagdo², Dennis Bintang Nugroho³ 24

ANALISA WAKTU DAN BIAYA OPERASIONAL ALAT BERAT PADA PROYEK NORMALISASI SUNGAI SOKA PLUMBON

Rizky Ramadhan¹, Asep Saefudin², Nandang Susanto³ 28

ANALISIS DAMPAK PERUBAHAN IKLIM TERHADAP POTENSI BANJIR DI SUNGAI CIBERES KABUPATEN CIREBON

Kayla Nazwa Nuzqiana¹, Adam Safitri², Arif Hanif Hidayat³ 34

PERBANDINGAN NILAI KUAT TEKAN BETON DENGAN MENGGUNAKAN AIR BERSIH DAN AIR LIMBAH BATU ALAM DARI SUNGAI CIGAYAM (BETON F'c 25)

M. Sibghatullah¹, Edi Rohadi², Dedi Hermawan³, Iwan Purnama⁴ 48



KATA PENGANTAR

Jurnal Rekayasa | Teknik Sipil STTC adalah jurnal yang diperuntukan bagi mahasiswa dan dosen program studi teknik sipil dalam menyebarkan ilmu pengetahuan melalui penelitian dan pengabdian dengan ruang lingkup penelitian dan pengabdian mengenai ilmu teknik sipil diantaranya bidang keilmuan struktur bangunan, geoteknik, manajemen konstruksi, hidrologi, dan transportasi.

Jurnal Rekayasa | Teknik Sipil STTC menyambut baik kontribusi yang mempromosikan pertukaran ide. dan wacana rasional antara pendidik, praktisi dan peneliti teknik sipil.

Hasil kajian dan penelitian dalam Jurnal ini didedikasikan untuk memajukan batas pengetahuan dan teknologi dengan mendorong penelitian lintas disiplin dan aplikasi inovatif dalam proyek-proyek rekayasa teknik sipil. Semoga hasil kajian dan penelitian pada **Jurnal Rekayasa | Teknik Sipil STTC** Volume 03 No. 02 Oktober 2025 ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan khususnya pada keilmuan teknik sipil.

Hormat Saya,
Ketua Editor

Ir. Dedi Hermawan, S.T., M.Sc., IPM.

TIM PENGELOLA

Penanggung Jawab

Ketua Program Studi Teknik Sipil | Sekolah Tinggi Teknologi Cirebon, Indonesia

Sekretaris

Ir. Dertawan Widagdo, S.T., M.T., IPM | Sekolah Tinggi Teknologi Cirebon.

Ketua Editor

Ir. Dedi Hermawan, S.T., M.Sc., IPM | Sekolah Tinggi Teknologi Cirebon.

Editor

Lia Amaliah, S.T., M.Si. | Sekolah Tinggi Teknologi Cirebon.

H. Edi Rohadi, S.T., M.T. | Sekolah Tinggi Teknologi Cirebon.

Neti Nuryati, SPd., M.P.Mat. | Sekolah Tinggi Sains Islam Bina Cendekia Utama Cirebon

Ir. H. Sumarman, M.T. | Universitas Swadaya Gunung Jati Cirebon

Managing Editor

Nono Carsono, ST, MT | Sekolah Tinggi Teknologi Cirebon.

IT Manager

R. Radian Baratasena, S.Kom., M.Kom | Sekolah Tinggi Ilmu Komputer POLTEK Cirebon

Jurnal Rekayasa | Teknik Sipil STTC

© Redaksi Jurnal Rekayasa | Teknik Sipil STTC

Program Studi Teknik Sipil Sekolah Tinggi Teknologi Cirebon

Gd.Lt.1 Jl.Evakuasi No.11, Cirebon 45135

Telp. (0231) 482196 - 482616 Fax. (0231) 482196 E-mail jurnaltekniksipil@sttcirebon.ac.id

website : <http://ejournal.sttcirebon.ac.id/Jts>

MITRA BESTARI

Dr. Iwan Purnama, S.T., M.T. | Prodi Arsitektur | Sekolah Tinggi Teknologi Cirebon.

Dr. Adam Safitri, S.T., M.T. | Prodi Teknik Sipil | Sekolah Tinggi Teknologi Cirebon.

Eka Widiyananto, S.T., M.T. | Prodi Arsitektur | Sekolah Tinggi Teknologi Cirebon.

Nurhidayah, S.T., M.Ars. | Prodi Arsitektur | Sekolah Tinggi Teknologi Cirebon.

Dr. Ir. Atie Tri Juniati, M.T. | Prodi Teknik Sipil | Universitas Pancasila Jakarta.

Dr. Ir., Martinus Agus Sugiyanto, M.T. | Prodi Teknik Sipil | Universitas Gunung Jati Cirebon.

Dr. Jimat Susilo, S.Pd., M.Pd. | Prodi Pendidikan Bahasa dan Sastra Indonesia | Universitas Gunung Jati Cirebon.

Abdul Khamid, S.T., M.T. | Prodi Teknik Sipil | Universitas Muhadi Setiabudi Brebes.

Agung Biantoro, S.T., M.T. | Prodi Teknik Mesin | Universitas Mercu Buana Jakarta.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	2
TIM PENGELOLA	3
MITRA BESTARI	4
DAFTAR ISI.....	5
PERENCANAAN PENGENDALIAN GENANGAN AIR JALAN DR CIPTO MANGUNKUSUMO KOTA CIREBON <i>Deni Iqbal Rivai¹, Nono Carsono², Lia Amaliah³</i>	6
ANALISIS ANGKA KEBUTUHAN NYATA OPERASI DAN PEMELIHARAAN PADA DAERAH IRIGASI CANGKUANG <i>Rifqi Hawarii¹, Sonie Apriyanto², Elgri Yugawati Wisesa³, Rama Hardiansyah⁴</i>	17
PERENCANAAN TEKNIS PEMELIHARAAN JEMBATAN GANTUNG CIHOE KECAMATAN CILEDUG KABUPATEN CIREBON <i>Rizky Agung Wibowo¹, Dertawan Widagdo², Dennis Bintang Nugroho³</i>	24
ANALISA WAKTU DAN BIAYA OPERASIONAL ALAT BERAT PADA PROYEK NORMALISASI SUNGAI SOKA PLUMBON <i>Rizky Ramadhan¹, Asep Saefudin², Nandang Susanto³</i>	28
ANALISIS DAMPAK PERUBAHAN IKLIM TERHADAP POTENSI BANJIR DI SUNGAI CIBERES KABUPATEN CIREBON <i>Kayla Nazwa Nuzqiana¹, Adam Safitri², Arif Hanif Hidayat³</i>	34
PERBANDINGAN NILAI KUAT TEKAN BETON DENGAN MENGGUNAKAN AIR BERSIH DAN AIR LIMBAH BATU ALAM DARI SUNGAI CIGAYAM (BETON F_c 25) <i>M. Sibghatullah¹, Edi Rohadi², Dedi Hermawan³, Iwan Purnama⁴</i>	48

ANALISIS DAMPAK PERUBAHAN IKLIM TERHADAP POTENSI BANJIR DI SUNGAI CIBERES KABUPATEN CIREBON

Kayla Nazwa Nuzqiana¹, Adam Safitri², Arif Hanif Hidayat³

Program Studi Teknik Sipil – Sekolah Tinggi Teknologi Cirebon

kailanazwa641@gmail.com¹, adamgubed@yahoo.com², arifhanif.hdyt@gmail.com³

ABSTRAK

Konteks perubahan iklim, peningkatan intensitas dan frekuensi hujan ekstrem berpotensi memperbesar risiko banjir, bahkan di wilayah yang sebelumnya tidak tergolong rawan. Penelitian ini bertujuan menganalisis tren perubahan iklim dan kontribusinya terhadap peningkatan potensi serta frekuensi kejadian banjir di wilayah Sungai Ciberes. Metode penelitian ini adalah deskriptif kuantitatif. Lokasi penelitian di DAS Ciberes yang mengalir 3 kecamatan yaitu Kecamatan Waled, Kecamatan Babakan dan Kecamatan Gebang yang berada di wilayah Kabupaten Cirebon. Metode penelitian deskriptif ini dengan menggunakan teknik pengumpulan data: observasi dan dokumentasi. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan sekunder. Didapatkan dari observasi, BMKG, website BPS (Badan Pusat Statistik) yaitu data lokasi penelitian. Hasil penelitian pada DAS Ciberes pada tren perubahan iklim dilihat dari perhitungan menggunakan distribusi normal, distribusi log normal, distribusi log person III, analisis kejadian banjir. Berdasarkan hasil hitungan diketahui bahwa genangan banjir pada wilayah DAS Ciberes hampir semua ruas dari hulu (Ambit), Hilir (Cangkuang), dan Muara (Gebang). Diketahui berdasarkan hasil uji dispersi, analisis distribusi normal memiliki nilai 0.338 dengan kesimpulan tidak memenuhi, distribusi log normal memiliki nilai 0.865 kesimpulan tidak memenuhi, distribusi log person III nilai 0.8 kesimpulan memenuhi dan Gumbel memiliki nilai 0.008 tidak memenuhi. Distribusi terbaik untuk menganalisis data hidrologi dan perubahan iklim di DAS Ciberes adalah Log Pearson III. Data menunjukkan adanya ketidakwajaran pola distribusi iklim, yang dapat menjadi indikasi bahwa DAS Ciberes telah mengalami pengaruh perubahan iklim, seperti; perubahan pola curah hujan, munculnya hujan ekstrem lebih sering, ketidakaturan musim bulan basah dan bulan kering.

Kata Kunci : Perubahan Iklim, Potensi Banjir, DAS Ciberes.

ABSTRACT

In the context of climate change, the increased intensity and frequency of extreme rainfall has the potential to increase the risk of flooding, even in areas not previously considered vulnerable. This study aims to analyze; 1) Analyze the trend of climate change and its contribution to the increase in the potential and frequency of flood events in the Ciberes River area. 2) Identify local factors that strengthen the impact of climate change on flood risk in the Ciberes River basin, such as land use, geographical conditions, and changes in land use. 3) Formulate adaptive and mitigative strategies that can be implemented by the government and community in order to reduce the risk of flooding due to climate change in the Ciberes River area. This research method is quantitative descriptive. The research location is in the Ciberes Watershed which flows through 3 sub-districts, namely Waled Sub-district, Babakan Sub-district and Gebang Sub-district which are located in the Cirebon Regency area. This descriptive research method uses data collection techniques: observation and documentation. The data used in this study are primary and secondary data. Obtained from observations, BMKG, BPS (Central Statistics Agency) website, namely research location data. The results of research on the Ciberes Watershed on climate change trends are seen from calculations using normal distribution, log normal distribution, log person III distribution, flood event analysis. Based on the calculation results, it is known that flood inundation in the Ciberes Watershed area is almost all sections from the upstream (Ambit), downstream (Cangkuang), and estuary (Gebang). It is known based on the results of the dispersion test, the normal distribution analysis has a value of 0.338 with the conclusion that it does not meet, the log normal distribution has a value of 0.865 with the conclusion that it does not meet, the log person III distribution has a value of 0.8 with the conclusion that it meets and Gumbel has a value of 0.008 with the conclusion that it does not meet. The best distribution for analyzing hydrological data and climate change in the Ciberes Watershed is Log Pearson III. The data shows an abnormality in the climate distribution pattern, which can be an indication that the Ciberes Watershed has experienced the influence of climate change, such as; changes in rainfall patterns, the emergence of more frequent extreme rain, irregularities in the wet and dry months.

Keywords : Climate Change, Flood Potential, Ciberes Watershed.

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perubahan iklim telah menjadi salah satu isu global paling krusial di abad ke-21. Peningkatan suhu rata-rata global, perubahan pola curah hujan, serta frekuensi dan intensitas kejadian cuaca ekstrem merupakan gejala nyata dari perubahan iklim yang semakin dirasakan di berbagai belahan dunia.

Perubahan iklim adalah sebuah persoalan penting yang menjadi ancaman serius bagi seluruh manusia di bumi. Seperti diketahui, pemanasan global yang semakin hari semakin meningkat telah menyebabkan adanya perubahan iklim yang berdampak buruk bagi segenap aspek kehidupan manusia (Luthfia et al., 2019).

Salah satu dampak signifikan dari perubahan iklim adalah meningkatnya risiko bencana hidrometeorologis, terutama banjir. Banjir merupakan bencana alam yang sering terjadi di banyak wilayah, khususnya di daerah-daerah dengan curah hujan tinggi, sistem drainase yang tidak memadai, serta kondisi geografis yang rawan genangan. Sebagai negara kepulauan dengan kondisi geografis yang kompleks, Indonesia sangat rentan terhadap dampak perubahan iklim (Karlina & Viana, 2020). Banjir kini menjadi salah satu bencana yang sering terjadi, diperparah oleh faktor-faktor seperti perubahan penggunaan lahan, urbanisasi yang tidak terkontrol, serta degradasi lingkungan. Hal ini menjadikan sistem sungai di berbagai wilayah, termasuk di Pulau Jawa, semakin rawan terhadap limpasan air yang meningkat sehingga perlu analisis yang mendalam mengenai bagaimana perubahan iklim berkontribusi terhadap potensi peningkatan risiko banjir di berbagai wilayah.

Kabupaten Cirebon sebagai tempat penelitian, merupakan daerah paling timur di Jawa Barat memiliki letak geografis, wilayah Kabupaten Cirebon berada pada posisi 6°30'–7°00' Lintang Selatan dan 108°40'–108°48' Bujur Timur. Bagian utara merupakan dataran rendah, sedangkan bagian barat daya berupa pegunungan. Daerah Aliran Sungai (DAS) yang melewati Kabupaten Cirebon salah satunya adalah Sungai Ciberes.

DAS Ciberes yang memiliki anak sungai dari hulu yaitu *Sungai Ciberes stasiun Ambit, hilir yairu sungai Ciberes stasiun Cangkuang dan sungai Ciberes stasiun Gebang*, memegang peran strategis dalam pengelolaan sumber daya air di wilayah ini, namun dalam beberapa tahun terakhir, kawasan ini menunjukkan peningkatan risiko banjir yang signifikan. Berdasarkan data BPBD 2023, Kabupaten Cirebon, banjir parah secara rutin terjadi di wilayah timur Kabupaten Cirebon, terutama di Kecamatan Waled. Meluapnya Sungai Ciberes tidak hanya merendam pemukiman warga, tetapi juga

menyebabkan lumpuhnya aktivitas masyarakat serta kerugian material dan non-material yang cukup besar, dengan ketinggian air dalam beberapa kejadian mencapai dada hingga leher orang dewasa. Di antara wilayah yang paling terdampak adalah Daerah Aliran Sungai (DAS) Ciberes di Kabupaten Cirebon (Ardiansyah & Mulyono, 2018; Ramadhan et al., 2019). DAS Ciberes juga menghadapi persoalan daya rusak air yang tinggi, sebagaimana tercantum dalam Data Rencana Pengelolaan Sumber Daya Air WS Cimanuk-Cisanggarung Tahun 2017 (Fitriani & Nurdianto, 2019). Hal ini menjadi indikator menurunnya kapasitas pengelolaan sumber daya air yang berkelanjutan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah Bagaimana tren perubahan iklim berkontribusi terhadap peningkatan potensi dan frekuensi kejadian banjir di Sungai Ciberes?

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Perubahan Iklim

Iklim merupakan kondisi rata-rata cuaca di suatu kawasan yang lebih luas dan dalam jangka waktu panjang. Dalam Undang-Undang No. 31 Tahun 2009 dijelaskan bahwa perubahan iklim adalah pergeseran kondisi iklim yang terjadi akibat langsung maupun tidak langsung dari aktivitas manusia, yang menyebabkan perubahan komposisi atmosfer secara global serta pergeseran variabilitas iklim alami yang teramati dalam periode waktu yang dapat dibandingkan. Perubahan iklim, seperti peningkatan suhu dan perubahan pola hujan, dapat berdampak pada kondisi fisik dan biologis lingkungan. Dampak ini secara langsung maupun tidak langsung mempengaruhi sektor pertanian. Menurut Susandi (2006), perubahan iklim global akan terus berlangsung seiring meningkatnya aktivitas manusia yang menghasilkan emisi karbon, yang kemudian memicu kenaikan suhu rata-rata bumi. Topik yang sering menjadi sorotan dalam pembahasan perubahan iklim adalah naiknya suhu dan bergesernya pola curah hujan, karena keduanya memiliki hubungan yang erat. Studi NOAA-NCDC (2012) yang dikutip oleh Loo, Billa, dan Singh (2015) menunjukkan bahwa fluktuasi curah hujan, baik positif maupun negatif, cenderung mengikuti tren peningkatan suhu udara. Perubahan iklim didefinisikan oleh Kementerian Lingkungan Hidup (2001) sebagai perubahan kondisi fisik atmosfer bumi, termasuk suhu dan distribusi curah hujan, yang berlangsung dalam jangka waktu panjang dan berdampak luas pada berbagai sektor kehidupan manusia. Sementara itu, *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) menggambarkan perubahan iklim sebagai variasi rata-rata kondisi iklim atau variabilitasnya yang signifikan secara statistik dalam periode yang panjang, biasanya dekade atau lebih,

yang dapat disebabkan oleh proses alami internal, pengaruh eksternal, atau aktivitas manusia yang mengubah komposisi atmosfer dan penggunaan lahan. *United Nations Framework Convention on Climate Change* (UNFCCC) menekankan bahwa perubahan iklim merujuk pada perubahan jangka panjang dalam suhu dan pola cuaca secara alami.

2.2 Banjir

Banjir merupakan fenomena alam yang terjadi ketika aliran air meluap dan menggenangi wilayah yang biasanya kering. Menurut Rahayu et al. (2009), banjir terjadi akibat meluapnya air yang melebihi kapasitas pembuangan di suatu wilayah, sehingga menimbulkan kerugian fisik, sosial, dan ekonomi. Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah (2002) mendefinisikan banjir sebagai aliran air yang relatif tinggi dan tidak tertampung lagi oleh alur sungai atau saluran yang ada.



Gambar 1. Daerah Penguasaan Sungai
Sumber: PU, 2013

Menurut Pusat Kritis Kesehatan Kemenkes RI (2018), banjir dibedakan menjadi lima tipe sebagai berikut:

1. Banjir Bandang yaitu banjir yang sangat berbahaya karena bisa mengangkut apa saja. Banjir ini cukup memberikan dampak kerusakan cukup parah. Banjir bandang biasanya terjadi akibat gundulnya hutan dan rentan terjadi di daerah pegunungan.
2. Banjir Air merupakan jenis banjir yang sangat umum terjadi, biasanya banjir ini terjadi akibat meluapnya air sungai, danau atau selokan. Karena intensitas banyak sehingga air tidak tertampung dan meluap itulah banjir air.
3. Banjir Lumpur merupakan banjir yang mirip dengan banjir bandang tapi banjir lumpur yaitu banjir yang keluar dari dalam bumi yang sampai ke daratan. Banjir lumpur mengandung bahan yang berbahaya dan bahan gas yang mempengaruhi kesehatan makhluk hidup lainnya.
4. Banjir Rob (Banjir Laut Air Pasang) Banjir rob adalah banjir yang terjadi akibat air laut. Biasanya banjir ini menerjang kawasan di wilayah sekitar pesisir pantai.
5. Banjir Cileunang mempunyai kemiripan dengan banjir air, tapi banjir cileunang terjadi akibat deras hujan sehingga tidak tertampung.

2.3 Dampak Perubahan Iklim terhadap Banjir

Perubahan iklim paling mudah dicirikan dari peningkatan suhu udara. Peningkatan suhu udara tidak disebabkan dari peningkatan radiasi yg dipancarkan matahari, melainkan radiasi yang dipantulkan kembali oleh bumi. Gas rumah kaca (GRK) merupakan istilah yang sering disebut dalam permasalahan perubahan iklim. GRK menyerap radiasi yang dipancarkan oleh matahari dan memancarkannya kembali. Dampak dari perubahan iklim di Indonesia antara lain peningkatan suhu, hujan yang terlalu intensif, peningkatan muka air laut serta ancaman ketahanan pangan (Case, Ardiansyah dan Spector, 2007). Sebuah simulasi perubahan iklim yang dilakukan Susandi pada tahun 2007 (Sari et al., 2007) menunjukkan bahwa pada tahun 2024 Indonesia mengalami peningkatan suhu sebesar 0,37 hingga 0,45°C.

Tabel 1. Rata-rata Suhu udara Maksimum dan Minimum Cirebon Tahun 2024

Bulan	Jan	Peb	Mar	Apr	Mei	Juni	Juli	Agst	Sept	Okt	Nov	Des	Tahun
Rata-rata tertinggi g ^o C(°F)	30.9 87.6	30.7 87.3	31.2 88.2	31.7 89.1	32 89.6	32 90.8	32 90.8	32.6 91.5	33 92.2	33 91.3	33.6 92.5	31.6 90.4	32.02 90.8
Rata-rata harian ^o C(°F)	26.6 79.9	26.4 79.5	26.7 80.1	27.1 80.8	27.3 81.1	27 81	27 81	27.1 80.8	27.5 81.5	27.9 82.2	27.4 83.3	26.9 80.4	27.08 80.8
Rata-rata terendah h ^o C(°F)	22.3 72.1	22.2 72	22.3 72.1	22.5 72.5	22 72	21.9 71.4	21.6 70.9	21.7 71.1	22.2 72	22.4 72.3	22.3 72.1	22.3 72.1	22.17 71.93
Presipitasi mm(in ch)	499 (19.65)	416 16.38	218 8.58	157 6.18	80 3.15	61 2.4	44 1.73	29 1.14	73 2.87	226 8.9	360 14.17	360 14.17	2575 101.37

Sumber : BMKG, 2024

2.4 Analisis Hidrologi Curah Hujan

2.4.1 Curah Hujan Maksimum

Curah hujan maksimum adalah jumlah curah hujan tertinggi yang tercatat dalam suatu periode waktu tertentu, baik per hari, per jam, per dekade (10 hari), per bulan, atau per tahun di suatu wilayah. Curah hujan maksimum harian merupakan curah hujan tertinggi yang terjadi dalam satu hari (24 jam). Curah hujan maksimum bulanan merupakan jumlah curah hujan tertinggi dalam satu bulan, dibandingkan antar bulan dalam satu tahun atau dari tahun ke tahun. Curah hujan maksimum tahunan merupakan nilai curah hujan harian tertinggi yang pernah terjadi dalam satu tahun. Pentingnya Curah Hujan Maksimum; Digunakan untuk analisis hidrologi, seperti perhitungan banjir rencana, perencanaan saluran drainase, waduk, dan infrastruktur lainnya. Menjadi dasar dalam perhitungan frekuensi banjir menggunakan metode statistik seperti

Distribusi Normal, Log Normal, Log Pearson Type III, Gumbel.

2.4.2 Perhitungan Uji Konsistensi Data

Menghitung curah hujan maksimum daerah dengan menggunakan rumus aljabar;

$$P = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n}{n}$$

P = Jumlah Curah Hujan

n = Jumlah Tahun

Uji Konsistensi Data Curah Hujan dilakukan untuk mengetahui apakah data curah hujan dari suatu stasiun hujan konsisten dari tahun ke tahun (tidak ada penyimpangan atau perubahan pola signifikan akibat kesalahan pencatatan atau perubahan lokasi alat ukur). Menggunakan rumus Komulatif Maksimum dan Komulatif Rata-rata;

$$\text{Komulatif Maksimum} = \text{Komulatif maximum 2016} + \text{CH Maximum 2017}$$

$$\text{Komulatif Rata-rata} = \text{Komulatif Rata-rata 2016} + \text{Rata-rata 2017}$$

2.4.3 Distribusi Normal

Distribusi Normal Curah Hujan adalah distribusi probabilitas yang menggambarkan sebaran nilai curah hujan maksimum tahunan (atau bulanan) dalam bentuk kurva lonceng simetris terhadap rata-rata. Distribusi ini diasumsikan cocok jika data curah hujan: tidak terlalu ekstrem, memiliki koefisien skewness (Cs) mendekati nol (simetris), tidak terlalu menyimpang dari rata-rata (tidak mencolok secara statistik). Dalam perhitungan distribusi normal dibutuhkan nilai curah hujan rata-rata dan standar deviasi, yakni:

- 1) Rata-rata Curah Hujan

$$X = \frac{\sum Xi}{n}$$

$\sum Xi$ = jumlah curah hujan

n = jumlah tahun penelitian

- 2) Standar Deviasi

$$S = \frac{\sqrt{\sum (Xi - X)^2}}{n - 1}$$

S = Standar Deviasi

$\sum (Xi - X)$ = jumlah curah hujan dan rata-rata curah hujan

n = jumlah tahun penelitian

- 3) Koefisien Variasi (Cv)

$$Cv = \frac{S}{X}$$

Cv = Koefisien Variasi

S = Standar Deviasi

X = Rata-rata curah hujan

2.4.4 Periode Ulang Distribusi Normal

$$X_T = X + K_T \cdot S$$

X_T = Periode Ulang

X = Rata-rata Curah Hujan

K_T = nilai Variabel Reduksi Gauss

S = Standar Deviasi

2.4.5 Distribusi Log Normal

Distribusi Log-Normal adalah distribusi probabilitas yang digunakan ketika data curah hujan (terutama data ekstrem seperti hujan maksimum tahunan) tidak berdistribusi normal, tetapi logaritma dari datanya berdistribusi normal. Distribusi ini cocok jika; Data positif semua (tidak ada nilai negatif), Distribusi miring ke kanan (*positif skewed*), Cocok untuk analisis hidrologi, seperti curah hujan ekstrem dan banjir rencana.

- 1) Rata-rata Log Curah Hujan (X)

$$\text{Log } X = \frac{\sum \log_{xi}}{n}$$

Log X = Rata-rata Log Normal Curah Hujan

$\sum \log_{xi}$ = Log normal jumlah curah hujan

n = jumlah tahun penelitian

- 2) Standar Deviasi (S)

$$S = \frac{\sqrt{\sum (\log_{xi} - \log_x)^2}}{n - 1}$$

S = Standar Deviasi

n = jumlah tahun penelitian

- 3) Koefisien Variasi (Cv)

$$Cv = \frac{S}{\text{Log } X}$$

Cv = Koefisien Variasi

S = Standar Deviasi

X = log rata-rata curah hujan

- 4) Nilai Periode Ulang Curah Hujan

$$Y_t = Y + K_T \cdot S$$

Y = log rata-rata curah hujan

K_T = nilai Variabel Reduksi Gauss

S = Standar Deviasi

2.4.6 Distribusi Log Person III

Distribusi Log Pearson Type III adalah salah satu distribusi statistik yang paling umum digunakan dalam analisis frekuensi curah hujan ekstrem, banjir, dan debit sungai. Distribusi ini cocok digunakan ketika; data curah hujan tidak normal, data miring ke kanan (*positif skewed*), terdapat nilai ekstrem, skewness (Cs) $\neq 0$, atau data hasil log juga tidak simetris. Dalam perhitungan distribusi Log Person III, dibutuhkan beberapa parameter yakni curah hujan rata-rata, standar deviasi, dan nilai kemencengan dengan perhitungan sebagai berikut:

- 1) Rata-rata Curah Hujan (X)

$$\text{Log } X = \frac{\sum \log_{xi}}{n}$$

$\sum \log_{xi}$ = curah hujan

n = jumlah tahun penelitian

2) Simpanan Baku

$$SB = \frac{\sum(\log xi - \log x)^{0.5}}{n - 1}$$

$\sum \log_{xi} - x$ = log jumlah curah hujan dan rata-rata curah hujan

n = jumlah tahun penelitian

3) Koefisien Kemencengan

$$G = \frac{n}{(n-1)(n-2)} \cdot \frac{\sum(\log xi - \log x)^3}{SB}$$

G = Koefisien Kemencengan

SB = Simpangan Baku

$\sum \log_{xi} - x$ = log jumlah curah hujan dan rata-rata curah

n = jumlah tahun penelitian

4) Koefisien Sweeknes

$$Cs = \frac{n}{(n-1)(n-2)} \cdot \frac{\sum(\log xi - \log x)^3}{SB}$$

Cs = Koefisien Kemencengan

SB = Simpangan Baku

$\sum \log_{xi} - x$ = log jumlah curah hujan dan rata-rata curah

n = jumlah tahun penelitian

5) Koefisien Kurtosis (Ck)

$$Ck = \frac{(n+1)}{(n-1)(n-2)(n-3)} \cdot \frac{\sum(\log xi - \log x)^4}{SB}$$

Ck = Koefisien Kurtosis

SB = Simpangan Baku

$\sum \log_{xi} - x$ = log jumlah curah hujan dan rata-rata curah

n = jumlah tahun penelitian

2.4.7 Metode Distribusi Gumbel

Data hujan merupakan bagian dari data hidrologi yang penting untuk analisis- analisis dalam berbagai macam perencanaan Curah hujan rencana merupakan estimasi hujan yang akan terjadi pada suatu DAS. Untuk menghitung hujan rencana tahunan dapat di cari menggunakan metode distribusi Gumbel, Log Pearson Type III, Debit Air. Analisis hujan rencana tahunan pada pembahasan ini menggunakan metode distribusi Gumbel. Cara yang di gunakan untuk menentukan besarnya hujan rencana pada metode ini biasanya digunakan untuk analisis limpasan permukaan dan frekuensi banjir pada suatu DAS. Data yang dihasilkan menggunakan metode ini berupa data curah hujan maksimum periode tahunan.

Data hujan periode tahunan juga bermanfaat untuk perancangan desain bendungan, jaringan irigasi, saluran drainase dan sebagainya. Berikut ini merupakan rumus perhitungan analisis hujan rencana dengan metode distribusi Gumbel yang di adopsi dari buku (Loebis, 2014).

2.4.8 Uji Dispersi

Uji dispersi adalah uji statistik yang digunakan untuk menilai seberapa besar sebaran (penyebaran) data

dalam suatu distribusi. Uji ini sangat penting dalam analisis statistik, terutama saat menentukan apakah suatu data cocok dengan jenis distribusi tertentu, seperti normal, log normal, log Pearson III, Gumbel.

2.5 Studi Kasus Sungai Ciberes Kabupaten Cirebon

Sungai Ciberes di Kabupaten Cirebon merupakan salah satu daerah yang rentan terhadap banjir akibat perubahan iklim. Penelitian oleh Setiawan (2020) menunjukkan bahwa peningkatan curah hujan yang ekstrem di wilayah. Untuk pekerjaan ini, berdasarkan lokasi DAS Ciberes dilalui sungai ciberes dengan lokasi stasiun curah hujan yang ada, maka stasiun yang akan digunakan adalah: 1) Stasiun Ambit terdapat di kecamatan Waled sebagai hulu sungai Ciberes, 2) Stasiun Cangkuang terdapat di kecamatan Cangkuang sebagai hilir sungai Ciberes, 3) Stasiun Gebang terdapat di kecamatan Gebang sebagai muara sungai Ciberes.

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Prosedur Penelitian

Dilakukan dengan studi literature, investigasi lapangan serta lokasi penelitian pada tahap persiapan. Pada data primer mengumpulkan data curah hujan dan suhu dari BMKG. Untuk data sekunder mengumpulkan data kejadian banjir dari BPBD, observasi, dokumentasi. Penelitian dilakukan bulan April 2025-Juli 2025, di Sungai Ciberes, Kabupaten Cirebon. Jenis penelitian ini adalah penelitian kuantitatif dengan pendekatan deskriptif analitis. arena melibatkan data numerik seperti curah hujan, debit sungai, dan frekuensi kejadian banjir. Data ini dianalisis dengan statistik atau pemodelan hidrologi. Penelitian ini menjelaskan hubungan kausal antara perubahan iklim (misalnya peningkatan curah hujan ekstrem) dan risiko banjir. Sumber data penelitian didapat dari Data curah hujan dan suhu dari BMKG (10 tahun terakhir), Data kejadian banjir dari BPBD Kabupaten Cirebon, Data ketinggian air dari PUPR Kab.Cirebon.

3.2 Metode Pengambilan Data

Pengumpulan data kuantitatif dengan data primer berupa Observasi, wawancara pihak terkait tentang DAS Ciberes, studi kepustakaan, survey atau pengamatan lapangan DAS Ciberes. Data sekunder berupa Data Klimatologi: Curah hujan harian dan suhu maksimum/minimum diperoleh dari stasiun BMKG terdekat. Data meliputi periode 10 tahun terakhir (2015–2024) untuk analisis tren. Data Kejadian Banjir: Dokumen laporan kejadian banjir dan catatan historis diperoleh dari BPBD Kabupaten Cirebon (2015–2024), meliputi tanggal kejadian.

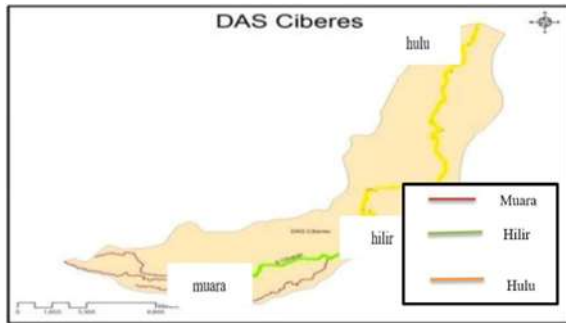
3.3 Teknik Analisis Data

Analisis data yang digunakan dalam penelitian adalah analisis curah hujan, analisis debit banjir, analisis korelasi antara perubahan iklim terhadap debit banjir.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Umum

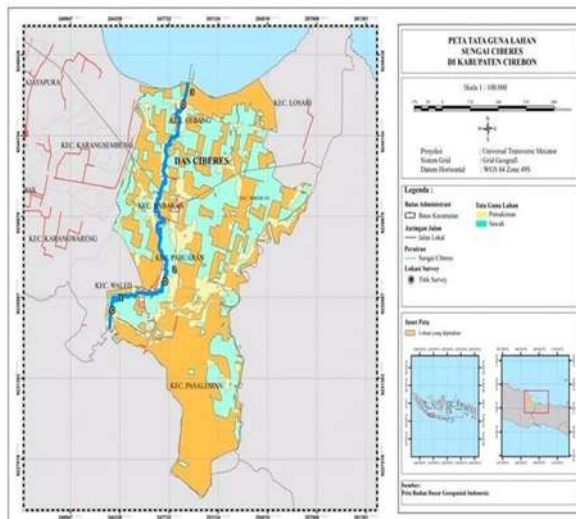
Letak geografis Sungai Ciberes terletak di bagian timur Jawa Barat yang melintasi 1 kabupaten yaitu Kabupaten Cirebon. Cirebon terletak diantara 06°30' sampai dengan 07°00' Lintang Selatan (LS) dan diantara 108°20'BT-108°50'BT. Luas wilayah Kabupaten Cirebon adalah 1.071,05 km², terdiri dari 40 Kecamatan dan 412 desa/kelurahan. Luas Daerah Aliran Sungai (DAS) Ciberes adalah 5.825 hektar atau 58,25 km². DAS Ciberes terletak di Kabupaten Cirebon dan terbagi menjadi bagian hulu, tengah, dan hilir. Daerah hulu sungai Ciberes berada di kecamatan Ambit waled, Daerah Hilir berada di Kecamatan Cangkuang Babakan dan dan daerah muara berada di kecamatan Gebang.



Gambar 2. DAS Ciberes

Sumber: BPS, 2022

Berikut merupakan peta DAS Ciberes secara utuh;



Gambar 3. Peta Sungai Ciberes

Sumber: BPS, 2025

4.2 Analisis Hidrologi / Curah Hujan

Analisis Hidrologi penelitian ini mengambil data dari stasiun BMKG Penggung Cirebon meliputi Stasiun Ambit, Stasiun Cangkuang dan Stasiun Cigebug. Pengambilan data dilakukan dalam rentan waktu sepuluh tahun, yaitu pada tahun 2015 sampai dengan tahun 2024.

4.2.1 Curah Hujan Maksimum

1) Stasiun Ambit

Tabel 2. Data Curah Hujan Stasiun Ambit

Bulan	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	Max.Bulan
Januari	256	193.3	733	412.7	229.8	550	437.5	497.5	450.9	445	733
Februari	571.6	421.7	256.9	890	465.9	588	540.5	248.9	396.1	599	890
Maret	297	466.7	351.7	896.6	896.6	383	261	553.2	439	288	896.6
April	355.8	481.6	231	330	285.4	176.5	134	335	207	126	481
Mei	296	277.9	30.5	15.1	162	240	55	163.9	86.5	54	296
Juni	48.5	112.2	148.4	13.6	3	92.6	159.4	149.5	62.3	58	159.4
Juli	2	32.7	19	13.6	0	50.9	20.4	212.1	11	58	212.1
Agustus	3.6	128	49	0	0	8.3	16.5	1.7	0	1	128
September	17	64.8	0	0	0	6.6	118.1	27.1	0	35	118.1
Oktober	0	64.8	0	8	0	137.7	67.8	329.1	4.5	0	329.1
November	0	78.2	27.8	1	5.7	212	67.6	179.2	180.7	197	180.7
Desember	21.6	326	74.8	116	319.5	605.5	58.3	409.8	269	263	605.5
Max.Tahun	571.6	481.6	733	896.6	896.6	240	540.5	553.2	450.9	599	5029.5

Sumber : BMKG Stasiun Penggung, 2025

2) Stasiun Cangkuang

Tabel 3. Data Curah Hujan Stasiun Cangkuang

Bulan	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	Max.Bulan
Januari	250	190.4	740	415	230	600	430	498	450.4	449	740
Februari	570	420	250	888	470	599	550	250	400	588	888
Maret	290	450	350.6	900	888.7	345	271	555	435	288	888.7
April	350	471.7	240	335	295	177	135	350	208	126	471.7
Mei	300	280	35.3	16	165	250	50	170	88	55	300
Juni	49	111.4	150	14	4	94	156	150	65.2	59	156
Juli	2	33.5	20	13	0	51	22	212	10	59	212
Agustus	4	130	50	0	0	8.5	17	1.8	0	2	130
September	15	65	0	0	0	7.7	120	25.1	0	36	120
Oktober	0	67	0	7	0	137.7	68	339	5.5	0	339
November	0	77.7	28	2	6.5	212	69	180	185	195	195
Desember	22	340	75.2	120	320	606	59	410	270	265	606
Max.Tahun	570	471.7	740	900	888.7	606	550	555	450.4	58	5046.4

Sumber : BMKG Stasiun Penggung, 2025

Tabel 4. Data Curah Hujan Rata-Rata Tahun 2024

Bulan	Curah Hujan Tahun 2024
Januari	445
Februari	599
Maret	288
April	126
Mei	54
Juni	58

Juli	58
Agustus	1
September	35
Oktober	0
November	197
Desember	263
CH Max	599
CH Min	0

Sumber : BMKG, 2025

Menghitung Curah Hujan Maksimum yaitu

$$P = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n}{n}$$

$$P = \frac{P_{Ambit} + P_{Cangkuan} + P_{Gebang}}{3}$$

$$= \frac{571.6 + 570 + 571}{3}$$

$$= 570.8 \text{ mm}$$

Tabel 5. Hujan Maksimum DAS Ciberes

Nomor	Tahun	CH Ambit	CH Cangkuan	CH Gebang	Rata-rata
1	2015	571	570	571	570.6667
2	2016	481.6	471.7	480	477.7667
3	2017	733	740	730	734.3333
4	2018	896.6	900	890	895.5333
5	2019	896.6	888.7	890	891.7667
6	2020	240	606	580	475.3333
7	2021	540.5	550	540	543.5
8	2022	553.2	555	553.2	553.8
9	2023	450.9	450.4	450.9	450.7333
10	2024	599	588	599	595.3333
Jumlah		5962.4	6319.8	6284.1	6188.767

Sumber : BMKG,2025

4.2.2 Perhitungan Uji Konsistensi Data

Contoh perhitungan uji konsistensi data dilakukan untuk mengetahui apakah data yang diolah adalah data yang konsisten atau tidak. Tahun 2017 Curah Hujan Maksimum Stasiun Ambit = 733 mm

Kumulatif Maksimum = Kumulatif maximum 2016 + CH Maximum 2017

$$= 481.6 + 733$$

$$= 1214,6 \text{ mm}$$

Rata-rata 2017 = Kumulatif Maksimum

$$= 1.214,6 \text{ mm}$$

Kumulatif Rata-rata = Rata-rata 2017 + Kumulatif Maksimum 2016

$$= 1.214,6 + 481.6$$

$$= 1.696.6 \text{ mm}$$

4.2.3 Analisis Distribusi Frekuensi Curah Hujan

Dalam menentukan distribusi frekuensi curah hujan digunakan cara Distribusi Normal, Log Normal, Log Person III, dan Gumbel. Perhitungan berdasarkan Tabel untuk selanjutnya data tersebut digunakan

dalam analisa statistik untuk distribusi frekuensi pada metode Normal, Log Normal, Log Person dan Gumbel yang kemudian akan dipilih jenis distribusi frekuensi yang sesuai dengan nilai ketentuan dispersi.

Tabel 6. Hasil Hitungan Data Curah Hujan Rata-Rata Maksimum

Tahun	Curah Hujan(Xi)/mm
2015	571
2016	481.6
2017	733
2018	896.6
2019	896.6
2020	240
2021	540.5
2022	553.2
2023	450.9
2024	599
Jumlah	5962.4

Sumber : Anlisis Perhitungan,2025

4.2.4 Distribusi Normal

Tabel 7. Analisis Frekuensi Curah Hujan Distribusi Normal

Tahun	Curah Hujan(Xi)/mm	Xi-X	(Xi-X) ²
2015	571	-25.24	637.05
2016	481.6	-114.64	13142.32
2017	733	136.76	18703.29
2018	896.6	300.36	90216.12
2019	896.6	300.36	90216.12
2020	240	-356.24	126906.93
2021	540.5	-55.74	3106.94
2022	553.2	-43.04	1852.44
2023	450.9	-145.34	21123.71
2024	599	2.76	7.61
Jumlah	5962.4		
n=10	596.24		365912.53

Sumber : Analisis Perhitungan, 2025

Dalam perhitungan distribusi normal dibutuhkan nilai curah hujan rata-rata dan standar deviasi, yakni:

1) Rata-Rata Curah Hujan (X)

$$\bar{X} = \frac{\sum x_i}{n} = \frac{5962.4}{10} = 596.24$$

2) Standar Deviasi

$$S = \frac{\sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2}}{n-1}$$

$$= \frac{\sqrt{365912.53}}{10-1} = \frac{\sqrt{40656.95}}{9} = 201.63$$

2) Koefisien Variasi (Cv)

$$Cv = \frac{S}{\bar{X}} = \frac{201.63}{596.24} = 0.338$$

Periode Ulang pada Distribusi Normal dan menentukan nilai faktor frekuensi (KT)

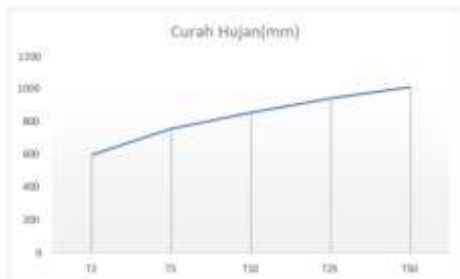
$$X_T = \bar{X} + K_T \cdot S$$

Dalam periode ulang 2, 5, 10, 25, dan 50 didapatkan perhitungan:

Tabel 8. Periode Ulang(XT)

T ₂	$X_T = 596.24 + (0 \times 201.63)$	= 596.24 mm
T ₅	$X_T = 596.24 + (0.84 \times 201.63)$	= 755.61 mm
T ₁₀	$X_T = 596.24 + (1.28 \times 201.63)$	= 854.33 mm
T ₂₅	$X_T = 596.24 + (1.71 \times 201.63)$	= 941.03 mm
T ₅₀	$X_T = 596.24 + (2.05 \times 201.63)$	= 1009.58 mm

Sumber: Analisis Perhitungan, 2025



Gambar 4. Grafik Periode Ulang Distribusi Normal

Sumber : Analisis Perhitungan, 2025

4.2.5 Distribusi Log Normal

Tabel 9. Analisis Frekuensi Curah Hujan Distribusi Log Normal

Nomor	Tahun	Σ CH (Xi)	Log Xi	Log X	Log Xi - Log X	(Log Xi - Log X) ²
1	2015	571	2.75	2.74	0.01	7.5625
2	2016	481.6	2.68	2.74	-0.06	7.1824
3	2017	733	2.86	2.74	0.12	0.5329
4	2018	896.6	2.95	2.74	0.21	0.2304
5	2019	896.6	2.95	2.74	0.21	0.2304
6	2020	240	2.38	2.74	-0.36	5.6644
7	2021	540.5	2.73	2.74	-0.01	7.4529
8	2022	553.2	2.74	2.74	0	7.5076
9	2023	450.9	2.65	2.74	-0.09	7.0225
10	2024	599	2.77	2.74	0.03	5.4289
Jumlah		5962.4	27.46			48.81
n=10		596.24				

Sumber : Analisis Perhitungan, 2025

Dalam perhitungan distribusi Log Normal, diperlukan curah hujan rata-rata dan standar deviasi sebagai berikut;

1) Rata-rata Log Curah Hujan (X)

$$\text{Log } \bar{X} = \frac{\sum \log x_i}{n} = \frac{27.46}{10} = 2.74$$

$$X = 10^{2.74} = 549.54 \text{ mm}$$

2) Standar Deviasi

$$S = \frac{\sqrt{\sum (\log x_i - \log \bar{x})^2}}{n-1}$$

$$= \frac{\sqrt{48.81}}{10-1} \approx \frac{6.986}{9} = 0.77$$

3) Koefisien Variasi (Cv)

$$CV = \frac{S}{\text{Log } \bar{X}} = \frac{0.77}{2.74} = 0.281$$

Selanjutnya ditentukan nilai curah hujan dengan periode ulang dengan rumus berikut:

$$Y_t = Y + K_T \cdot S$$

$$X = 10^{Y_t}$$

Y = log rata-rata curah hujan (= 2.74)

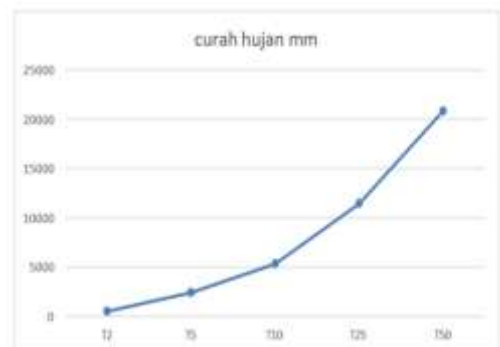
KT = nilai Variabel Reduksi Gauss

S = Standar Deviasi= 0.77

Tabel 10. Periode Ulang Log Normal

T ₂	$Y_T = 2.74 + (0 \times 0.77)$	= 2.74 mm
	$X = 10^{2.74} = 549.54 \text{ mm}$	
T ₅	$Y_T = 2.74 + (0.84 \times 0.77)$	= 3.39 mm
	$X = 10^{3.39} = 2454.71 \text{ mm}$	
T ₁₀	$Y_T = 2.74 + (1.28 \times 0.77)$	= 3.73 mm
	$X = 10^{3.73} = 5370.32 \text{ mm}$	
T ₂₅	$Y_T = 2.74 + (1.71 \times 0.77)$	= 4.06 mm
	$X = 10^{4.06} = 11481.54 \text{ mm}$	
T ₅₀	$Y_T = 2.74 + (2.05 \times 0.77)$	= 4.32 mm
	$X = 10^{4.32} = 20892.96 \text{ mm}$	

Sumber: Analisis Perhitungan, 2025



Gambar 5. Grafik Periode Curah Hujan Log Normal

4.2.6 Distribusi Log Person III

Dalam distribusi Log Person III, data curah hujan harian maksimum yang sudah dihitung sebelumnya dimasukkan ke dalam perhitungan distribusi Log Person III dalam bentuk;

Tabel 11. Perhitungan Distribusi Log Person III

Nomor	Tahun	(Xi)	Log Xi	Log X	Log Xi - Log X	(Log Xi - Log X) ²
1	2015	571	2.75	2.74	0.01	7.5625
2	2016	481.6	2.68	2.74	-0.06	7.1824
3	2017	733	2.86	2.74	0.12	0.5329
4	2018	896.6	2.95	2.74	0.21	0.2304
5	2019	896.6	2.95	2.74	0.21	0.2304
6	2020	240	2.38	2.74	-0.36	5.6644
7	2021	540.5	2.73	2.74	-0.01	7.4529
8	2022	553.2	2.74	2.74	0	7.5076
9	2023	450.9	2.65	2.74	-0.09	7.0225
10	2024	599	2.77	2.74	0.03	5.4289
Jumlah		5962.4	27.46		0.06	48.81

n=10

596.24

Sumber : Analisis Penelitian, 2025

Dalam perhitungan distribusi Log Person III, dibutuhkan beberapa parameter yakni curah hujan rata-rata, standar deviasi, dan nilai kemencengan dengan perhitungan sebagai berikut:

- 1) Rata-rata Curah Hujan (X)

$$\log X = \frac{\sum \log x_i}{n} = \frac{27.46}{10}$$

$$X = 10^{2.74} = 549.54 \text{ mm}$$

- 2) Simpangan Baku

$$SB = \frac{\sum (\log x_i - \log x)^{0.5}}{n-1} = \frac{0.06^{0.5}}{9} = \frac{0.244}{9} = 0.027$$

- 3) Koefisien Kemencengan

$$G = \frac{n}{(n-1)(n-2)} \cdot \frac{\sum (\log x_i - \log x)^3}{SB}$$

$$= \frac{10}{(9)(8)} \cdot \frac{0.06^3}{0.027} = 0.008$$

- 4) Koefisien Sveknes

$$Cs = \frac{n}{(n-1)(n-2)} \cdot \frac{\sum (\log x_i - \log x)^3}{SB}$$

$$= \frac{10}{(9)(8)} \cdot \frac{0.06^3}{0.027} = 0.008$$

- 5) Koefisien Kurtosis (Ck)

$$Ck = \frac{(n+1)}{(n-1)(n-2)(n-3)} \cdot \frac{\sum (\log x_i - \log x)^4}{SB}$$

$$= \frac{10(11)}{(9)(8)(7)} \cdot \frac{0.06^4}{0.027} = 0.0001$$

Setelah didapatkan nilai koefisien kemencengan dengan nilai periode ulang sebesar 2, 5, 10, 25, dan 50 tahun, maka selanjutnya perhitungan frekuensi curah hujan dengan rumus Log Person III :

$$\log X_T = \log X + K \cdot SB$$

$$\log X = 2.74$$

Tabel 12. Periode Ulang Log Person III

T ₂	$X_T = 2.74 + (0 \times 0.027)$ $X_2 = 10^{2.74} = 550.87 \text{ mm}$	= 2.74 mm
T ₅	$X_T = 2.74 + (0.84 \times 0.027)$ $X_5 = 10^{2.76} = 575.44 \text{ mm}$	= 2.76 mm
T ₁₀	$X_T = 2.74 + (1.28 \times 0.027)$ $X_{10} = 10^{2.77} = 588.84 \text{ mm}$	= 2.77 mm
T ₂₅	$X_T = 2.74 + (1.71 \times 0.027)$ $X_{25} = 10^{2.78} = 602.56 \text{ mm}$	= 2.78 mm
T ₅₀	$X_T = 2.74 + (2.05 \times 0.027)$ $X_{50} = 10^{2.79} = 616.6 \text{ mm}$	= 2.79 mm

Sumber : Analisis Perhitungan, 2025

Dari data tersebut maka dapat dilihat grafik:



Grafik 1. Periode Ulang Log Person III

Sumber : Analisis Perhitungan, 2025

4.2.7 Analisis Distribusi Gumbel

Tabel 13. Distribusi Curah Hujan Gumbel

Tahun	Curah Hujan (Xi) / mm	Xi - X	(Xi - X) ²	(Xi - X) ³
2015	571	-25.24	637.05	-16079.3
2016	481.6	-114.64	13142.32	-1506637
2017	733	136.76	18703.29	2557863
2018	896.6	300.36	90216.12	27097317
2019	896.6	300.36	90216.12	27097317
2020	240	-356.24	126906.93	-4.5E+07
2021	540.5	-55.74	3106.94	-173181
2022	553.2	-43.04	1852.44	-79729.1
2023	450.9	-145.34	21123.71	-3070121
2024	599	2.76	7.61	21.02458
Jumlah	5962.4			
n=10	596.24	8.88E-15	365912.53	6697433

Sumber : Analisis Perhitungan, 2025

Dalam perhitungan distribusi Gumbel dibutuhkan nilai curah hujan rata-rata dan standar deviasi dengan perhitungan sebagai berikut:

- 1) Rata-rata Curah Hujan (X)

$$X = \frac{\sum x_i}{n} = \frac{5962.4}{10} = 596.24$$

- 2) Standar Deviasi

$$S = \frac{\sqrt{\sum (x_i - x)^2}}{n-1}$$

$$= \frac{\sqrt{365912.53}}{10-1} = \sqrt{40656.95} = 201.63$$

3) Koefisien Sweknes

$$Cs = \frac{n}{(n-1)(n-2)} \cdot \frac{\sum(\log xi - \log x)^3}{SB}$$

$$= \frac{10}{(9)(8)} \cdot \frac{0.06^3}{0.027} = 0.008$$

4) Koefisien Kurtosis (Ck)

$$Ck = \frac{(n+1)}{(n-1)(n-2)(n-3)} \cdot \frac{\sum(\log xi - \log x)^4}{SB}$$

$$= \frac{10(11)}{(9)(8)(7)} \cdot \frac{0.06^4}{0.027} = 0.0001$$

Tabel 14. Nilai Yn, Sn, dan Ytr Periode Ulang (T)

No.	Periode Ulang (T)	Jumlah Tahun (N)	Yn	Sn	Ytr
1.	2	10	0.4952	0.9496	0.3668
2.	5	10	0.4952	0.9496	1.5004
3.	10	10	0.4952	0.9496	2.2510
4.	25	10	0.4952	0.9496	3.1993
5.	50	10	0.4952	0.9496	3.9028

Sumber : Tabel Ketentuan

Menghitung curah hujan rencana untuk periode ulang dengan menggunakan metode Gumbel.

$$X_{tr} = X + \frac{(Y_{tr} - Y_n)}{S_n}$$

Tabel 15. Periode Ulang Gumbel

T ₂	$X_T = 596.24 + \frac{(0.3668 - 0.4952)}{0.9496}$	= 596.10 mm
T ₅	$X_T = 596.24 + \frac{(1.5004 - 0.4952)}{0.9496}$	= 597.30 mm
T ₁₀	$X_T = 596.24 + \frac{(2.2510 - 0.4952)}{0.9496}$	= 598.09 mm
T ₂₅	$X_T = 596.24 + \frac{(3.1993 - 0.4952)}{0.9496}$	= 599.09 mm
T ₅₀	$X_T = 596.24 + \frac{(3.9028 - 0.4952)}{0.9496}$	= 599.83 mm

Sumber : Analisis Perhitungan, 2025

Berikut ini adalah grafik yang didapat dari perhitungan frekuensi curah hujan dengan metode distribusi Gumbel :



Grafik 2. frekuensi curah hujan

Sumber : Analisis Perhitungan, 2025

4.2.8 Uji Dispersi

Setelah distribusi frekuensi menggunakan metode Normal, Log Normal, Log Person III, dan Gumbel, maka dapat disimpulkan Curah Hujan (Xtr) pada Tabel berikut yaitu:

Tabel 16. Distribusi Frekuensi

No.	Periode Ulang (T)	Normal (mm)	Log Normal (mm)	Log Pearson III (mm)	Gumbel (mm)
1.	2	596.24	549.54	550.87	596.10
2.	5	755.61	2454.71	575.44	597.3
3.	10	854.33	5370.32	588.84	598.09
4.	25	941.03	11481.54	602.56	599.09
5.	50	1009.58	20892.96	616.6	599.83

Sumber: Analisis Perhitungan, 2025

Tabel 17. Hasil Uji Dispersi

Jenis Distribusi	Syarat	Perhitungan	Kesimpulan
Normal	Cs ≈ 0	0.338	Tidak memenuhi
	Ck ≈ 3	0.338	Tidak memenuhi
Log Normal	Cs ≈ 3Cv + Cv³ ≈ 0.161	(cv=0.285) 0.865	Tidak memenuhi
	Ck ≈ Cv⁴ + 6Cv⁶ + 15Cv⁸ + 16cv² + 3 ≈ 3.046	(cv=0.285) 4.401	Tidak memenuhi
Log Person III	Cs (tanpa kriteria)	0.08	memenuhi
	Ck (tanpa kriteria)	0.0001	memenuhi
Gumbel	Cs ≈ 1.14	0.008	Tidak memenuhi
	Ck ≈ 5.4	0.0001	Tidak memenuhi

Sumber: Analisis Perhitungan, 2025

Dari perhitungan tersebut maka yang digunakan adalah analisis Log Person III.

4.3 Kronologis Kejadian Bencana Banjir DAS Ciberes

1. Penyebab

DAS Ciberes merupakan salah satu daerah aliran sungai penting di Cirebon Timur, Jawa Barat, yang berfungsi sebagai daerah irigasi dan jalur pembuangan air ke Laut Jawa.

Namun, daerah ini juga dikenal rawan banjir akibat kombinasi antara faktor alam dan antropogenik (buatan manusia), terutama pada musim penghujan.

2. Kronologi Kejadian Banjir

Musim Hujan (Desember–Maret)

- Curah hujan intensif terjadi di wilayah hulu (Ambit) dan hilir (Cangku).
- Debit air sungai meningkat drastis.
- Kondisi tanah jenuh dan limpasan permukaan tinggi.

Januari 2021

- Waktu: Awal Januari hingga pertengahan Februari.
- Penyebab: Curah hujan ekstrem selama beberapa hari berturut-turut.
- Wilayah terdampak: Kec. Gebang
- Akibat: Lebih dari 1.500 rumah warga terendam. Sekolah-sekolah diliburkan. 500 hektare sawah gagal panen.
- Catatan penting: Kerusakan tanggul sungai dan saluran irigasi memperparah genangan.

Februari 2023

- Waktu: Akhir Februari
- Penyebab: Anomali cuaca akibat pengaruh La Nina, ditambah alih fungsi lahan.
- Wilayah terdampak: Sungai Cigebang
- Akibat: 200 Rumah terendam karena Rab Jalan penghubung antardesa lumpuh.
- Catatan penting: Sistem peringatan dini tidak berfungsi maksimal, banyak pompa air rusak.

Banjir Lokal di Luar Musim (Oktober 2022)

- Waktu: Bulan Oktober (di luar musim hujan)
- Penyebab: Hujan lokal sangat intens dan drainasetersumbat.
- Wilayah terdampak: jalur Pantura.
- Indikasi perubahan iklim: Menunjukkan shifting musim hujan dan ketidakpastian iklim.

3. Analisis Penyebab Banjir

Tabel 18. Faktor penyebab banjir

Faktor	Keterangan
Hujan Ekstrem	Meningkat frekuensinya dalam 10 tahun terakhir.
Pendangkalan Sungai	Akibat sedimentasi tinggi dan kurangnya pengerukan.
Alih Fungsi Lahan	Hutan dan sawah berubah menjadi permukiman, menurunkan daya resap air.
Drainase Buruk	Saluran irigasi dan pembuangan tidak mampu menampung limpasan air.
Kerusakan Tanggul	Banyak tanggul tua atau tidak terpelihara.

Sumber : BPPD, 2025

4) Keterkaitan dengan Perubahan Iklim

- Pola curah hujan menjadi tidak menentu danekstrem.
- Munculnya banjir lokal di luar musim hujan.
- Temperatur permukaan lebih tinggi, mempercepat penguapan dan hujan ekstrem.
- Indikasi bahwa resiko bencana hidrometeorologi meningkat.

Banjir yang terjadi di DAS Ciberes bersifat berulang dan cenderung meningkat, baik dari segi luas genangan maupun frekuensinya. Kronologis kejadian memperlihatkan bahwa:

- Faktor iklim (cuaca ekstrem) sangat dominan, menunjukkan indikasi perubahan iklim lokal.

- Dibutuhkan pengelolaan DAS yang lebih adaptif, seperti rehabilitasi lahan, peningkatan kapasitas sungai, dan *early warning system* berbasis teknologi.

Tabel 19. Dokumen Kejadian Bencana Banjir DAS Ciberes 2015-2019

TAHUN	Ambit	Cangkung	Gebang
2015	3	2	2
2016	2	2	2
2017	3	2	3
2018	2	3	2
2019	3	2	2

2020	8	4	3
2021	12	2	4
2022	21	1	1
2023	10	2	0
2024	9	1	1
Jumlah Kejadian	73	21	20

Sumber : BPPD Kabupaten Cirebon dan DIBI, 2025

Berdasarkan data kejadian banjir DAS Ciberes selama 10 tahun terakhir dapat disimpulkan bahwa di tahun 2015 terdapat 7 kejadian banjir, tahun 2016 terdapat 6 kejadian banjir, tahun 2017 terdapat 8 kejadian banjir, tahun 2018 terdapat 7 kejadian banjir, tahun 2019 terdapat 7 kejadian banjir, tahun 2020 terdapat 15 kejadian banjir, tahun 2021 terdapat 18 kejadian, tahun 2022 terdapat 23 kejadian, tahun 2023 terdapat 12 kejadian tahun 2024 terdapat 11 kejadian.

4.4 Analisis Suhu Udara

Perubahan iklim merupakan fenomena global dimana kondisi alam yang mengalami pergeseran atau anomaly terhadap kebiasaannya (rata-ratanya) dalam rentang waktu yang panjang (puluhan atau ratusan tahun). Identifikasi terjadinya perubahan iklim antara lain adalah telah terjadinya pemanasan global yang menimbulkan trend (kecenderungan) peningkatan suhu udara dan suhu permukaan air laut, perubahan pola curah hujan, pergeseran awal musim, baik musim hujan dan musim kemarau.

Aktivitas kehidupan manusia memiliki peran aktif dalam peningkatan pemanasan global terutama efek gas rumah kaca. Suhu minimum terjadi sesaat sebelum matahari terbit sekitar pukul 04.00 waktu lokal, sedangkan suhu maksimum terjadi saat beberapa saat setelah matahari bersinar sangat terik yaitu pada pukul 14.00 waktu lokal. Rata-rata suhu

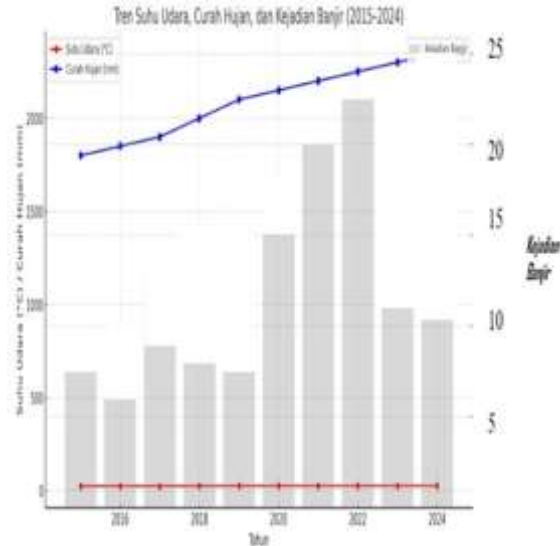
maksimum di Kabupaten Cirebon mengalami kenaikan sebesar 0.00034 °C/tahun. Kenaikan suhu maksimum di Kabupaten Cirebon tidak terlalu signifikan karena hanya sebesar 80%. Sedangkan rata-rata suhu minimum di Kabupaten Cirebon mengalami peningkatan sebesar 0.03 °C/tahun. Berikut iklim Kab.Cirebon menurut Smith Ferguson.

Table 20. Iklim Kab. Cirebon	
Aspek	Keterangan
Curah hujan tahunan	± 1000–2000 mm
Jumlah bulan basah	Lebih banyak (bulan > 100mm), tapi masih ada beberapa bulan kering
Bulan kering & basah	Termasuk bulan kering dan bulan basah
Rasio Q (jumlah jenis secara spesifik)	Menunjukkan tipe C-D (0.33 < Q < 1.0)

Dari table tersebut disimpulkan bahwa Curah hujan cukup tinggi → dominasi bulan basah,Suhu rata-rata sekitar 28 °C (rentang 24–33 °C), stabil sepanjang tahun.Cirebon memiliki iklim tipe C–D pada skala Schmidt–Ferguson,Sebagian wilayah masuk C (agak basah), Sebagian lagi D (sedang), sesuai nilai Q dan distribusi bulan kering/basah.Ini mencerminkan curah hujan cukup tinggi, dengan stabilitas musim basah yang dominan, meski terdapat periode kering singkat.

Table 21. Data Suhu Udara, Curah Hujan, dan Banjir			
Tahun	Suhu Udara (°C)	Curah Hujan (mm)	Kejadian Banjir
2015	27.1	1800	7
2016	27.2	1850	6
2017	27.3	1900	8
2018	27.5	2000	7
2019	27.8	2100	7
2020	28	2150	15
2021	28.2	2200	18
2022	28.3	2250	23
2023	28.5	2300	12
2024	28.7	2350	11

Sumber : BMKG, BPPD, 2025



Grafik 3. Suhu Udara, Curah Hujan, dan Kajadian Banjir (2015-2024)

Sumber : Analisis Perhitungan, 2025

Dari gambar grafik di atas dapat disimpulkan di tahun 2015 tercatat suhu udara 27.1 C, dengan curah hujan 1800 mm dan terdapat 7 kejadian banjir. Tahun 2016 tercatat suhu udara 27.2 C, dengan jumlah curah hujan 1850 mm, dan 9 kejadian banjir. Tahun 2018 tercatat 27.5 C dengan curah hujan 2000 mm dan 13 kejadian banjir. Tahun 2019 tercatat suhu udara 27.8 dengan curah hujan 2100 mm dan 10 kejadian banjir. Tahun 2020 tercatat suhu udara 28 C, curah hujan 2150 mm dan terdapat 16 kejadian banjir. Tahun 2021 tercatat suhu udara 28.2 C, curah hujan 2200 mm dan terdapat 16 kejadian banjir. Tahun 2022 tercatat suhu udara 28,3, curah hujan 2250 mm dan terdapat kejadian banjir 19. Untuk tahun 2023 tercatat suhu udara 28.5 C, curah hujan 28.5 C, curah hujan 2300 dan terdapat 19 kejadian bencana. Tahun 2025 tercatat suhu udara 28.7 dengan jumlah curah hujan 2350 mm dan 23 kejadian bencana.

Dampak perubahan iklim di kabupaten Cirebon yaitu:

- 1) Peningkatan Curah Hujan Ekstrem
Atmosfer yang lebih hangat menyimpan lebih banyak uap air sehingga menghasilkan hujan yang lebih deras dalam waktu singkat. Hal ini menyebabkan banjir bandang di daerah aliran sungai (DAS), banjir genangan akibat sistem drainase yang tak mampu menampung lonjakan air.
- 2) Naiknya Permukaan Laut
Pemuatan air laut karena suhu meningkat. Dampaknya; Rob dan banjir pesisir makin sering terjadi, Sistem drainase di wilayah pesisir terganggu sehingga air tidak bisa mengalir ke laut saat pasang tinggi, Risiko intrusi air laut ke daratan meningkat.

- 3) Kerusakan Ekosistem Penahan Banjir.
Perubahan iklim memperparah; Kebakaran hutan, penggundulan hutan, dan perubahan tutupan lahan. Mengurangi kemampuan tanah menyerap air sehingga memperbesar limpasan permukaan saat hujan, Sungai kehilangan daerah resapan, banjir lebih mudah terjadi.
- 4) Urbanisasi Tanpa Adaptasi Iklim.
Kombinasi efek iklim dan pembangunan tidak adaptif menyebabkan banjir lebih parah, Perkerasan tanah membuat air tidak meresap, Drainase lama tak lagi mampu hadapi intensitas hujan baru. Hal ini menyebabkan banjir musiman di kota terjadi di lokasi yang sebelumnya tidak rawan.
- 5) Gangguan Pola Musim (El Niño/La Niña)
Perubahan iklim memodifikasi siklus iklim global; *La Niña ekstrem* menimbulkan curah hujan berlebihan mengakibatkan banjir di musim penghujan. El Niño ekstrem menimbulkan kemarau panjang, lalu disusul hujan ekstrem mengakibatkan banjir besar karena tanah sudah keras dan tidak menyerap.

4.5 Analisis Morfologi

Analisis Morfologi sebagai proses pengkajian karakteristik fisik permukaan bumi, seperti ketinggian, kemiringan, bentuk lahan, dan penyebaran geomorfologis, untuk memahami kondisi alam suatu wilayah dan hubungannya dengan penggunaan lahan, bencana alam, serta perencanaan tata ruang.

Morfologi sekitar DAS Ciberes dapat disimpulkan ; Dataran Rendah Pesisir (Wilayah Utara); Ketinggian: 0–25 meter di atas permukaan laut (mdpl). Ciri utama: Daerah pesisir Laut Jawa, Banyak terdapat tambak, lahan pertanian pasang surut, dan pelabuhan, Rentan terhadap rob, abrasi, dan banjir pasang.

Dataran Aluvial dan Landai (Wilayah Tengah Hilir). Memiliki ketinggian 25–100 m. Ciri utama: Wilayah permukiman padat, Terdapat endapan aluvial sungai dan perbukitan rendah, Cocok untuk pertanian sawah dan permukiman.

4.5.1 Elevansi dan Bentang Lahan Kab. Cirebon

Tabel 22. Elevansi dan bentang lahan kab. Cirebon

Zona	Ketinggian	Wilayah Kecamatan
Pesisir datar	0–25 m	Gebang, Pangenan, Kapetakan
Dataran & aluvial	25–100 m	Sumber, Palimanan, Ciwaringin
Perbukitan & lereng	>100 m	Cilimus, Beber, Grege, Dukupuntang

Sumber : BPS, 2025

Cirebon sebelah Utara: Banjir rob, sedimentasi, abrasi. Cirebon Bagian Tengah: Banjir genangan karena aliran sungai melambat. Cirebon bagian Selatan: Erosi, longsor saat musim hujan, kekeringan saat kemarau.

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

- Tren perubahan iklim dan kontribusinya terhadap peningkatan potensi serta frekuensi kejadian banjir di wilayah Sungai Ciberes.
- Perubahan iklim telah memicu peningkatan intensitas dan frekuensi curah hujan ekstrem di wilayah Daerah Aliran Sungai (DAS) Ciberes.
- Konsekuensi langsung dari tren perubahan iklim adalah meningkatnya potensi dan frekuensi kejadian banjir di wilayah Sungai Ciberes.
- Hasil penelitian pada DAS Ciberes pada tren perubahan iklim dilihat dari perhitungan menggunakan distribusi normal, distribusi log normal, distribusi log person III, analisis kejadian banjir. Berdasarkan hasil hitungan diketahui bahwa genangan banjir pada wilayah DAS Ciberes hampir semua ruas dari hulu (Ambit), Hilir (Cangkuang), dan Muara (Gebang). Diketahui berdasarkan hasil uji dispersi, analisis distribusi normal memiliki nilai 0.338 dengan kesimpulan tidak memenuhi, distribusi log normal memiliki nilai 0.865 kesimpulan tidak memenuhi, distribusi log person III nilai 0.8 kesimpulan memenuhi dan Gumbel memiliki nilai 0.008 tidak memenuhi. Distribusi terbaik untuk menganalisis data hidrologi perubahan iklim yang menimbulkan banjir di DAS Ciberes adalah Log Pearson III. Data menunjukkan adanya ketidakwajaran pola distribusi iklim, yang dapat menjadi indikasi bahwa DAS Ciberes telah mengalami pengaruh perubahan iklim, seperti; perubahan pola curah hujan, munculnya hujan ekstrem lebih sering, ketidakaturan musim bulan basah dan bulan kering.

5.2 Saran

- Perlu adanya tindakan non struktural dan struktural dari PEMDA dan pemerintah pusat untuk pemeliharaan fasilitas-fasilitas pendukung di sepanjang DAS Ciberes.
- Pertimbangkan adaptasi dan mitigasi perubahan iklim dalam perencanaan pengelolaan DAS dan infrastruktur air.
- Diharapkan sungai di normalisasikan lalu dibuat Pasangan Tanggul.

DAFTAR PUSTAKA

Ari, Mubarak Muhammad. 2020. *Evaluasi Pemanfaatan Sungai Babakan Menggunakan Pompa Untuk sawah Tadah Hujan di Desa Padakaton Kecamatan Ketanggungan*

- Kabupaten Brebes. Skripsi. Sekolah Tinggi Teknologi Cirebon.
- Aldrian, E. dan R.D. Susanto. 2003. Identification of Three Dominant Rainfall Regions within Indonesia and their Relationship to Sea Surface Temperature. *International Journal Climatology*, 23(12)
- Case, M., F. Ardiansyah dan E. Spector. 2007. *Climate Change in Indonesia: Implication of Human and Nature. Research Science, WWF International Climate Change Program, Brandeis University.*
- Dwi. 2021. *Analisis Ketersediaan dan Kebutuhan Air Bendung Cipager Kabupaten Cirebon*. Skripsi. Sekolah Tinggi Teknologi Cirebon
- Firdaus, A. Y., & Wandira, P. A. (2022). Diplomasi lingkungan hidup Indonesia: isu mitigasi perubahan iklim. *JPPI (Jurnal Penelitian Pendidikan Indonesia)*, 8(3).
- Fitriani, E., & Nurdianto, N. (2019). ANALISIS PENANGGULANGAN BANJIR STUDI KASUS SUNGA ICISANGGARUNG DESA CILEDUG WETAN KABUPATEN CIREBON. *Jurnal Konstruksi Dan Infrastruktur*, 8(2).
- Hairiah, K., S. Rahayu, D. Suprayogo dan C. Prayogo. 2016. *Perubahan Iklim: Sebab dan Dampaknya terhadap Kehidupan. World Agroforestry Centre (ICRAF)*. Universitas Brawijaya Malang.
- Hamdany, F. D., & Saputra, A. J. (2024). *The Effect of Urbanization on the Effectiveness of Drainage Systems and Flood Risk in Batam City*. *Journal of Civil Engineering and Planning (JCEP)*, 5(2).
- Karlina, W. R., & Viana, A. S. (2020). *Pengaruh naiknya permukaan air laut terhadap perubahan garis pangkal pantai akibat perubahan iklim*. *Jurnal Komunikasi Hukum (Jkh)*, 6(2).
- Loo, Y.Y., L. Billa dan A. Singh. 2015. *Effect of Climate Change on Seasonal Monsoon in Asia and its Impact on the Variability of Monsoon Rainfall in Southeast Asia*. *Geoscience Frontiers*, 6(9).
- Sari, A.P., M. Maulidya, R.N. Butarbutar, R.E. Sari dan W. Rusmantoro. 2007. *Executive Summary: Indonesian Climate Change. Working Paper on Current Status and Policies*. PT. Pelangi Abadi Citra Enviro (PEACE).
- Setiawan, F., Saefulloh, A., & Nasution, R. P. S. (2023). Exogeneus Force Theory, Sebuah Antitesis Teori Negara Otonom Dalam Formulasi Kebijakan Publik Perubahan Iklim Di Kota Palangka Raya. *Administratio*, 14(2).