

Kajian Banjir dan Karakteristik Curah Hujan di Kota Bengkulu

Tuti Herawati^{a*}, Agus Susatya^b, Damres Uker^c, Bieng Brata^a, M. Faiz Barchia^a

^a Program Studi Pengelolaan Sumber Daya Alam Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu,
Jl. WR. Supratman, Kandang Limun, Bengkulu 38371, Indonesia

^bProgram Studi Teknologi Industri Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu, Jalan WR. Supratman,
Kandang Limun, Bengkulu 38371, Indonesia

*Corresponding author: v.eratania218@gmail.com

Submitted: 2023-10-30. Revised: 2023-10-31. Accepted: 2023-10-31

ABSTRACT

Curah hujan yang tinggi dapat menyebabkan terjadinya banjir. Kota Bengkulu yang berada di bagian hilir DAS Air Bengkulu, selama beberapa tahun terakhir mengalami kejadian banjir, khususnya di Kecamatan Muara Bangkahulu dan Sungai Serut. Penelitian ini mengkaji karakteristik curah hujan pada DAS Air Bengkulu saat terjadi banjir selama 10 tahun (2010-2019). Penelitian ini menggunakan metode Pendekatan Wilayah untuk menentukan karakteristik curah hujan yang dapat menyebabkan banjir di Kota Bengkulu dan metode analisis statistik, yaitu *Principal Component Analysis (PCA)*. Dalam penelitian ini juga menghitung periode ulang curah hujan maksimum dengan menggunakan perhitungan metode Iway Kadoya dan proyeksi curah hujan menggunakan data ECMWF. Penelitian ini menggunakan software ArcGis/ArcMap 10.4.1, Past4.03, OpenGrADS, Microsoft Excel dan Microsoft Word. Hasil analisis dari 13 kali kejadian banjir selama tahun 10 tahun (2010-2019), pada saat banjir rata-rata curah hujan masuk dalam kategori hujan Lebat (>50 mm) per hari dengan jumlah curah hujan di bagian Hilir DAS Air Bengkulu lebih tinggi dibandingkan pada bagian hulu. Curah hujan yang paling berpengaruh terhadap banjir, yaitu curah hujan pada hari H kejadian banjir. Hasil perhitungan periode ulang hujan maksimum dengan metode Iway Kadoya memperoleh nilai curah hujan berkisar antara 117 - 584 mm dan terdapat 4 pos hujan yang memiliki periode ulang hujan maksimum dalam rentang waktu yang sama, yaitu 20 tahunan. Peluang terjadi banjir di Kota Bengkulu dalam 5 tahun ke depan sebanyak 5 kali berdasarkan hasil analisis proyeksi curah hujan dasarian.

Keywords: *Banjir, Curah Hujan, DAS Air Bengkulu, Periode Ulang*

PENDAHULUAN

Kota Bengkulu merupakan ibukota Provinsi Bengkulu yang terletak di kawasan pesisir pantai yang berhadapan langsung dengan Samudera Hindia. Kota Bengkulu memiliki letak yang strategis sehingga karakteristik iklim di Kota Bengkulu dipengaruhi oleh iklim global maupun regional. Berdasarkan tipe hujan yang ada di Indonesia, Kota Bengkulu memiliki tipe hujan ekuatorial. Tipe curah hujan ekuatorial adalah wilayah yang memiliki curah hujan bulanan dengan dua puncak musim hujan tertinggi (Gara et al., 2019). Menurut data BMKG yang diambil dari Stasiun Klimatologi Bengkulu, Kota Bengkulu memiliki curah hujan yang tinggi, yaitu 3000-3500 milimeter (mm) per tahun dan memiliki 2 puncak hujan maksimum bulanan, yaitu pada bulan Maret dan Desember.

Curah hujan menjadi sumber daya alam yang amat dibutuhkan, tetapi juga dapat menjadi sumber bencana. Wilayah Bengkulu yang memiliki curah hujan tinggi menyebabkan wilayah ini lebih rentan terhadap

bencana banjir (Winarsih & Adhyani, 2009). Pada umumnya bencana banjir terjadi di kawasan dengan permukaan yang rendah seperti daerah aliran sungai (DAS). Kota Bengkulu, yang berada di bagian hilir DAS Air Bengkulu, dalam beberapa tahun terakhir terjadi banjir, terutama di Kecamatan Sungai Serut dan Muara Bangkahulu. Kejadian banjir di dua kecamatan tersebut tercatat sudah terjadi sebanyak 13 kali selama tahun 2010 hingga 2019.

Bencana banjir tidak dapat dihindari. Akan tetapi, dampak dan kerugian yang diakibatkan bisa diantisipasi. Informasi curah hujan maksimum dengan periode ulang tertentu diperlukan untuk pembangunan infrastruktur pengendali banjir. Periode ulang ini digunakan sebagai dasar untuk memperkirakan kondisi ekstrim yang akan terjadi di suatu daerah.

Tujuan penelitian ini, yaitu menentukan karakteristik banjir di kawasan DAS Air Bengkulu dari curah hujan di wilayah penelitian, mengetahui batas curah

hujan yang dapat memicu banjir dan mengetahui lokasi kawasan DAS Air Bengkulu yang curah hujannya paling menentukan terjadi banjir, menduga kejadian ulang curah hujan maksimum dan proyeksi curah hujan.

MATERI DAN METODE

Lokasi penelitian kejadian banjir, yaitu di Kota Bengkulu, khususnya di bagian hilir DAS Air Bengkulu, yaitu Kecamatan Muara Bangkahulu dan Sungai Serut, sedangkan lokasi penelitian curah hujan berada di sekitar DAS Air Bengkulu yang berasal dari Kabupaten Bengkulu Tengah dan Kota Bengkulu. Data dalam penelitian ini, yaitu data curah hujan selama 10 tahun (2010-2019) dari BMKG dan data kejadian banjir pada periode yang sama dari BPBD Provinsi Bengkulu serta data proyeksi curah hujan (dari situs ECMWF).

Metode analisis data dalam penelitian ini, yaitu metode pendekatan wilayah digunakan untuk menentukan karakteristik curah hujan yang menyebabkan banjir wilayah Kota Bengkulu, metode statistik Principal Component Analysis (PCA) untuk menentukan adakah pola pengelompokan data curah hujan pada saat kejadian banjir dan menentukan korelasi antarvariabel dan metode analisis periode ulang hujan maksimum dilakukan dengan metode Iway Kadoya dengan persamaan umum (Sosrodarsono dan Takeda, 2006):

$$\xi = c \log \frac{x+b}{x_0+b}$$

Dimana:
 ξ : faktor frekuensi
 c : faktor Iwai Kadoya
 $\log(x_0+b)$: harga rata-rata dari $\log(x_i + b)$ dengan $(i = 1, 2, \dots n)$

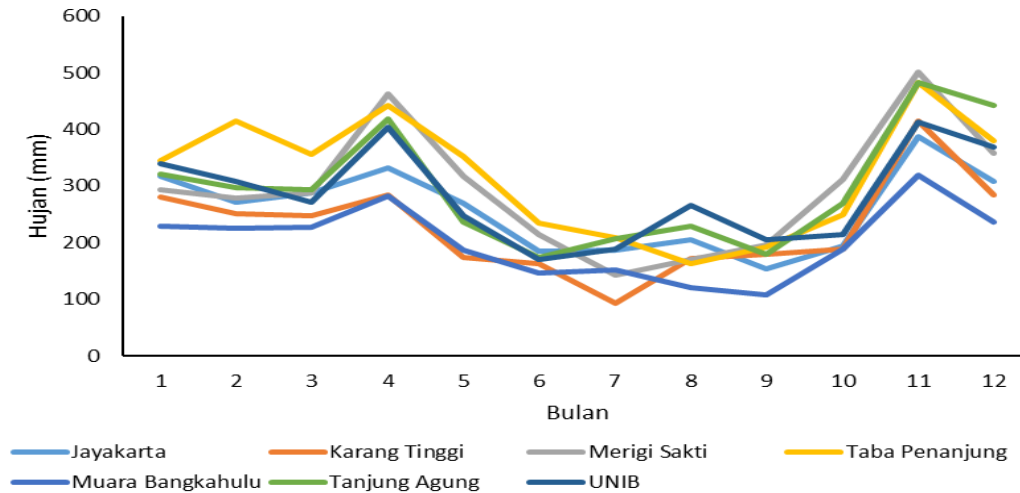
Pada penelitian ini juga dilakukan proyeksi curah hujan dasarian untuk 5 tahun ke depan. Data yang digunakan, yaitu data proyeksi curah hujan global selama periode 1921-2025 dari situs cds.climate.copernicus.eu. Data global ini kemudian di-downscaling menggunakan aplikasi OpenGrADS pada wilayah penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Curah Hujan

Data curah hujan pada saat banjir diperoleh dari 7 pos pengamatan BMKG yang berada di sekitar Daerah Aliran Sungai (DAS) Air Bengkulu. Pos pengamatan hujan tersebut terdiri atas pos Jayakarta, Karang Tinggi, Merigi Sakti, Taba Penanjung, Muara Bangkahulu, Tanjung Agung dan Universitas Bengkulu. Curah hujan bulanan di DAS Air Bengkulu selama 10 tahun (2010-2019) memiliki pola yang sama. Rata-rata curah hujan bulanan selama 10 tahun berkisar antara 90-500 mm/bulan. Curah hujan tersebut memiliki dua puncak curah hujan tertinggi, yaitu bulan April dan November serta terendah pada bulan Juli.

Grafik Rata-Rata Curah Hujan Bulanan



Gambar 1. Grafik Rata-rata Curah Hujan Bulanan Tahun 2010-2019

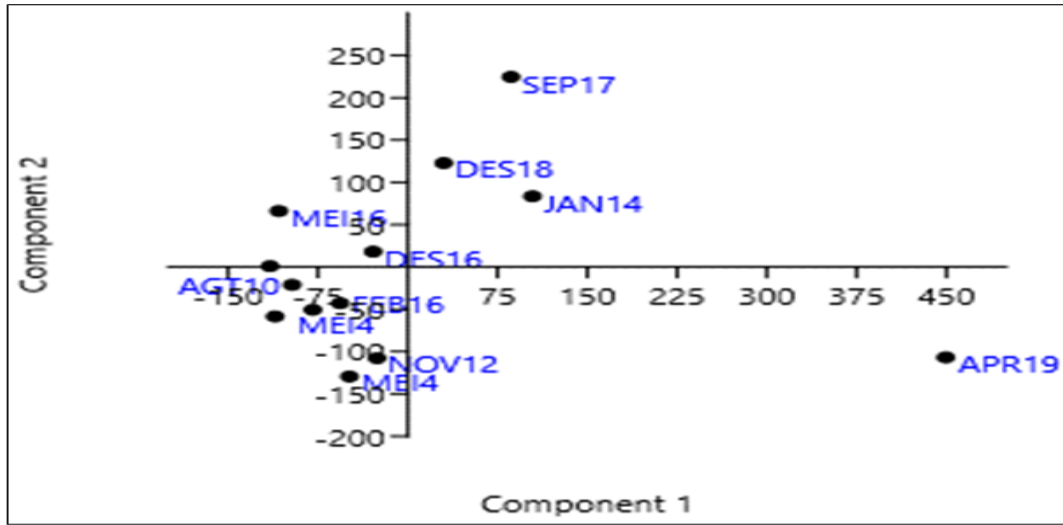
Analisis Banjir

Data kejadian banjir selama 10 tahun terakhir (2010-2019) diperoleh dari kantor Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Provinsi Bengkulu. Dari data tersebut tercatat ada 13 kali kejadian banjir yang terjadi di

Kecamatan Muara Bangkahulu dan Kecamatan Sungai Serut yang merupakan wilayah bagian hilir DAS Air Bengkulu. Pada tahun 2010 terdapat 2 kali kejadian banjir, tahun 2012 terdapat 1 kali banjir, tahun 2014 terdapat 3 kali banjir, tahun 2016 terdapat 3 kali banjir, tahun 2017

terdapat 2 kali banjir dan tahun 2018 serta tahun 2019 terdapat masing-masing 1 kali kejadian banjir, sedangkan

pada tahun tahun 2011, 2013 dan 2015 tidak ada kejadian banjir.



Gambar2. Scatter Plot PCA Kejadian Banjir berdasarkan Curah Hujan

Kejadian banjir yang terjadi selama 10 tahun (2010-2019) dianalisis dengan metode Principle Component Analysis (PCA). Hasil analisis diketahui bahwa terdapat kecenderungan kejadian banjir mengelompok, 9 dari 13 kejadian banjir. Kecenderungan tersebut menunjukkan ada kesamaan karakteristik curah hujan pada saat kejadian banjir. Karakteristik tersebut adalah kejadian banjir dengan curah hujan dalam kategori Rendah hingga Sedang, sedangkan yang berada di luar lingkaran adalah banjir dengan curah hujan tinggi dan

ekstrim. Menurut Estiningtyas et al. (2009), dalam penelitiannya wilayah yang sering terjadi banjir dengan tingkat curah hujan yang relatif rendah dapat dikatakan sebagai daerah yang kritis terhadap banjir dan daerah yang berada di dekat pantai memiliki peluang terjadi banjir lebih tinggi dibandingkan dengan daerah yang jauh dari pantai.

Tabel 1. Korelasi curah hujan pada saat kejadian banjir dengan komponen PCA

Pos Hujan – Curah Hujan	CorelationComponent 1	Corelation Component 2
Ja\akarta H-2	0,078807	-0,27629
Jayakarta H-1	-0,30405	0,10442
Jayakarta H	0,80246	0,5262
Karans Tiggi H-2	-0,14996	0,2993
Karans Tiggi H-1	-0,15292	-0,1454
Karans Tiggi H	0,79431	0,36967
Merisi Sakti H-2	0,80203	-0,29471
Merisi Sakti H-1	-0,091591	0,73024
Merisi Sakti H	0,9387	-0,28985
Taba Penanjung H-2	0,87954	-0,23773
Taba Penanjung H-1	-0,18494	0,28809
Taba Penanjung H	0,83266	0,37759
UNIB H-2	0,32228	-0,36318
UNIB H-1	0,016203	0,48001
UNIBH	0,66007	0,58074
Muara Banskahulu H-2	0,50058	-0,50407
Muara Banskahulu H-1	-0,11839	0,065397
Muara Banskahulu H	0,57514	-0,12545
Tanjung Asung H-2	0,09934	-0,030966

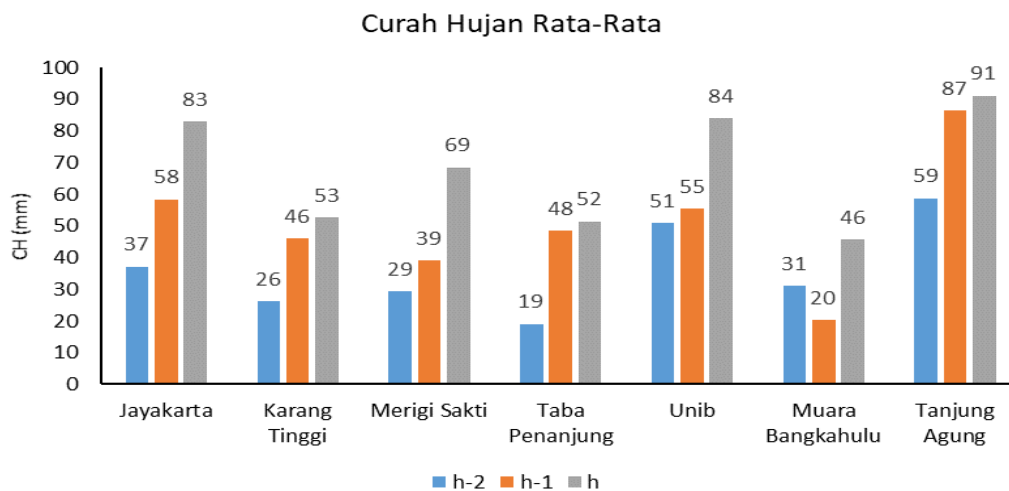
Tanjung Asuns H-1	-0,057387	0,8401
Tanjung Agung H	0,92857	-0,16524

Pada analisis menggunakan metode PCA juga untuk mengetahui pengaruh curah hujan H-2, H-1 dan H dengan kejadian banjir. Semua pos hujan yang berada di DAS Air Bengkulu memiliki nilai korelasi yang tinggi antara curah hujan pada hari H dengan kejadian banjir pada komponen 1 bernilai korelasi 0.6-0.9. Korelasi cenderung rendah untuk curah hujan pada sehari sebelum banjir dan dua hari sebelum banjir. Hal ini semakin menandakan bahwa curah hujan pada hari H kejadian banjir yang paling mempengaruhi terjadi atau tidak terjadinya banjir di Kecamatan Muara Bangkahulu dan Sungai Serut.

Nilai korelasi ini juga dapat disimpulkan bahwa selain curah hujan pada Hilir DAS Air Bengkulu yang merupakan tempat terjadinya banjir, curah hujan di bagian hulu DAS juga memberikan pengaruh terhadap terjadinya banjir. Hal ini dikarenakan bagian hulu merupakan daerah yang memiliki topografi yang tinggi berupa lereng pegunungan dan perbukitan. Topografi tersebut menyebabkan curah hujan yang terjadi di bagian hulu akan

mengalir mengikuti arus sungai menuju hilir sehingga ikut memberikan sumbangsih terhadap terjadinya banjir di bagian Hilir. Menurut Adzhani dan Tayubi (2019) pada penelitiannya di Bandung menyatakan bahwa curah hujan pada lereng gunung banyak mengalir ke daerah yang lebih rendah atau daerah cekungan karena air akan mengalir dari tempat yang lebih tinggi ke tempat yang lebih rendah

Hasil analisis dari 13 kali kejadian banjir di Kecamatan Muara Bangkahulu dan Sungai Serut, rata-rata curah hujan pada hari H kejadian banjir tercatat selalu jauh lebih tinggi dibandingkan dengan curah hujan sehari dan dua hari sebelum kejadian banjir. Hal ini membuktikan bahwa curah hujan yang paling berpengaruh terhadap kejadian banjir adalah curah hujan yang tinggi pada hari banjir tersebut. Seperti halnya yang diungkapkan oleh Kodoatie dan Syarif (2006) bahwa bencana alam seperti banjir dapat disebabkan oleh berbagai faktor seperti curah hujan yang tinggi dan fisiografis sungai.

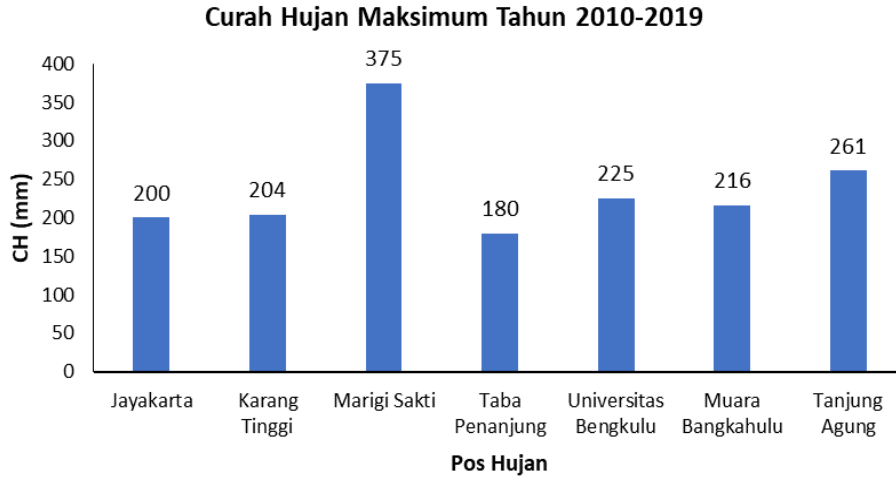


Gambar 3. Curah Hujan Rata-Rata pada Saat Banjir

Hasil perhitungan curah hujan rata-rata pada hari terjadinya banjir pada masing-masing pos pengamatan curah hujan di wilayah DAS Air Bengkulu, pada umumnya curah hujan rata-rata pada 7 pos pengamatan hujan pada hari H kejadian banjir tercatat lebih dari 50 mm/hari atau tergolong hujan Lebat. Curah hujan pada pos yang berada di bagian Hilir lebih tinggi daripada bagian Hulu pada saat kejadian banjir.

Periode Ulang Curah Hujan Maksimum

Curah hujan maksimum harian selama 10 tahun (2010-2019) pada 7 pos hujan yang berada di sekitar DAS Air Bengkulu dapat dilihat pada grafik 4.5. Curah hujan maksimum harian tertinggi terjadi pada pos hujan Merigi Sakti sebesar 375 mm per hari. Curah hujan maksimum harian terendah terjadi pada pos hujan Taba Penanjung, yaitu sebesar 180 mm per hari.



Gambar 4. Grafik Curah Hujan Maksimum Harian selama 10 tahun (2010-2019)

Curah hujan maksimum harian dapat kembali terjadi atau berulang. Perhitungan periode ulang hujan maksimum penting dilakukan untuk memprakirakan kejadian banjir. Periode ulang penelitian ini yang digunakan, yaitu periode ulang 3 tahunan, 5 tahunan, 10

tahunan, 20 tahunan, 30 tahunan, 40 tahunan, 50 tahunan dan 100 tahunan.

Tabel 2. Periode ulang curah hujan maksimum

Nama Stasiun/ Pos Hujan	3 tahunan	5 tahunan	10 tahunan	20 tahunan	30 tahunan	40 tahunan	50 tahunan	100 tahunan
Jayakarta	151	170	194	217	230	239	246	268
Karang Tinggi	138	163	196	229	249	263	274	310
Marigi Sakti	140	174	233	311	366	411	448	584
Taba Penanjung	157	169	183	195	201	205	209	218
Universitas Bengkulu	183	198	214	228	236	241	245	256
Muara Bangkahulu	117	150	199	254	289	314	335	405
Tanjung Agung	173	197	225	250	265	274	282	305

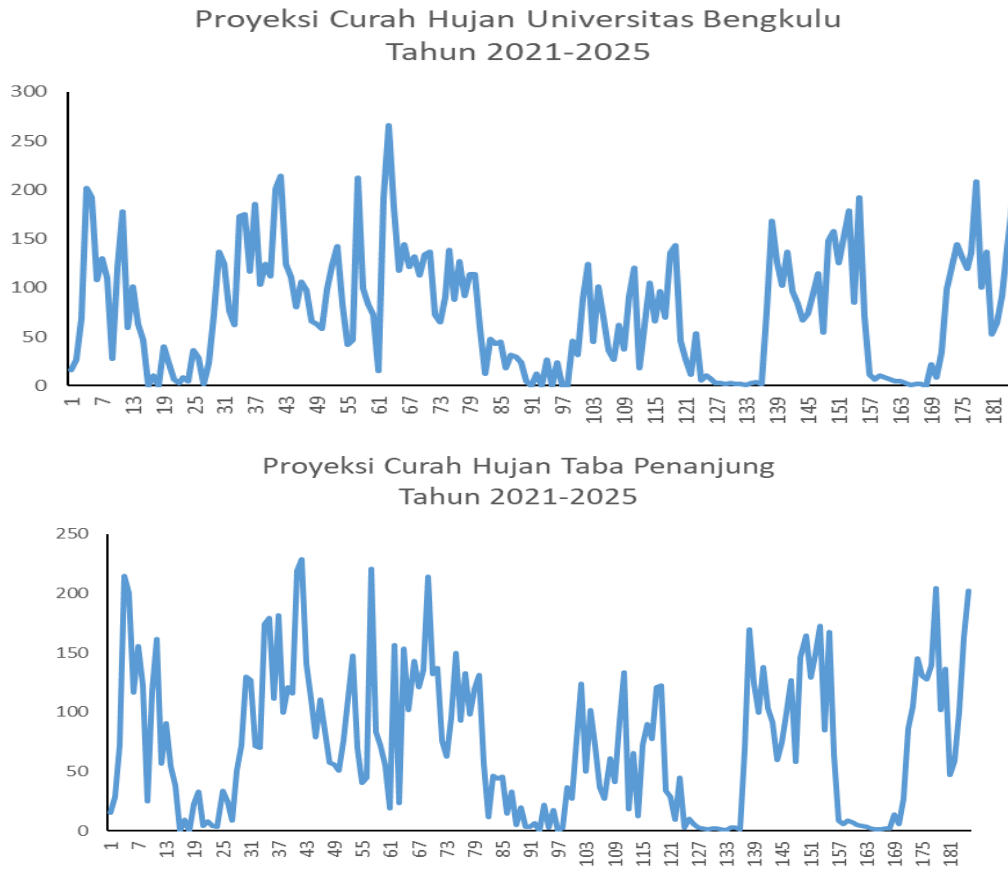
Berdasarkan hasil perhitungan metode Iway Kodoya periode ulang curah hujan maksimum untuk 3, 5, 10, 20, 30, 40, 50 dan 100 tahun memiliki nilai yang bervariasi antara 117-584 mm, dengan nilai terkecil dari pos hujan Muara Bangkahulu, yaitu 117 mm dan nilai terbesar dari pos hujan Marigi Sakti, yaitu 584 mm. Curah hujan maksimum dari setiap pos hujan dapat mencapai nilai curah hujan maksimum tersebut kembali dalam kurun waktu tertentu.

Dari 7 pos pengamatan hujan terdapat 4 pos yang memiliki karakteristik periode ulang hujan maksimum dalam rentang waktu 20 tahun, yaitu pos Jayakarta, Karang Tinggi, Universitas Bengkulu dan Muara Bangkahulu. Hal ini bisa dijadikan sebagai peringatan dini untuk meningkatkan kewaspadaan bahwa jika hujan maksimum

harian tersebut terjadi dalam satu waktu dapat menimbulkan potensi terjadi banjir.

Proyeksi Curah Hujan

Proyeksi curah hujan diperlukan untuk mengantisipasi kejadian banjir, khususnya di Kota Bengkulu. Pada penelitian ini digunakan data proyeksi curah hujan yang diperoleh dari data Model ECMWF (The European Centre for Medium-Range Weather Forecast). Proyeksi curah hujan ini merupakan data prakiraan curah hujan dasarian selama 5 tahun ke depan, yaitu tahun 2021 sampai 2025. Pada penelitian ini diperoleh data proyeksi untuk 2 titik pengamatan, yaitu Universitas Bengkulu yang mewakili bagian Hilir DAS Air Bengkulu dan pos Taba Penanjung yang mewakili bagian Hulu DAS Air Bengkulu.



Gambar 5. Proyeksi Curah Hujan Universitas Bengkulu dan Taba Penanjung

Pada kedua pos hujan di atas diprediksi terjadi 21 kali curah hujan dasarian dengan jumlah lebih dari 150 mm. Pada pos Universitas Bengkulu diprediksi akan terjadi curah hujan lebih dari 200 mm sebanyak 5 kali dalam 5 tahun ke depan. Kejadian curah hujan dasarian tersebut masing-masing terjadi pada dasarian ke-3 Januari 2022 (201 mm), 1 Februari 2022 (214 mm), 1 Juli 2022 (213 mm), 1 September 2022 (266 mm) dan 3 Oktober 2025 (209 mm). Pada pos Taba Penanjung curah hujan dasarian lebih dari 200 mm diprediksi terjadi 5 kali. Kejadian tersebut masing-masing, yaitu pada dasarian ke-3 Januari 2022 (220 mm), 1 Februari 2022 (229 mm), 1 Juli 2022 (221 mm), 1 November 2022 (214 mm) dan 3 Oktober 2025 (205 mm).

Kejadian curah hujan tinggi di pos Universitas Bengkulu dan Taba Penanjung dengan nilai lebih dari 180 mm terjadi bersamaan sebanyak 5 kali. Hal ini menyebabkan peluang terjadi banjir di Kota Bengkulu. Peluang tersebut terjadi pada dasarian ke-3 Desember 2021 tanggal 18–27 Desember 2021, 3 Januari 2022 tanggal 27 Januari – 5 Februari 2022, 1 Februari 2022 tanggal 6–15 Februari 2022, 1 Juli 2022 tanggal 4–13 Juli 2022 dan 3 Oktober 2025 tanggal 28 Oktober – 6 November 2025. Hasil proyeksi curah hujan dasarian selama tahun 5 yang akan datang menunjukkan bahwa ada potensi banjir terjadi 1 kali pada tahun 2021, 3 kali pada tahun 2022 dan 1 kali pada tahun 2025. Pada tahun 2023 dan 2024 tidak ada

potensi curah hujan tinggi yang dapat menyebabkan banjir di kota Bengkulu. Histori kejadian banjir selama 10 tahun (2010–2019), pada tahun 2011, 2013 dan 2015 tidak terjadi banjir. Menurut hasil penelitian Nabilah, dkk (2017) yang menyimpulkan bahwa fenomena El Nino menyebabkan terjadi penurunan intensitas curah hujan. Hasil proyeksi pada tahun 2023 dan 2024, curah hujan dasarian cenderung lebih rendah sehingga tidak berpotensi menyebabkan banjir. Hasil proyeksi curah hujan rendah tahun 2023 dan 2024 ini bisa saja disebabkan akan terjadi fenomena El Nino.

KESIMPULAN

Karakteristik banjir di bagian hilir DAS Air Bengkulu, khususnya Kecamatan Muara Bangkahulu dan Sungai Serut bahwa kejadian banjir umumnya terjadi pada saat curah hujan Lebat pada hari H kejadian banjir. Sesuai dengan data normal curah hujan dari BMKG, curah hujan tinggi terjadi pada bulan April dan November. Rata-rata curah hujan pada saat kejadian banjir selama 10 tahun (2010–2019) termasuk dalam kategori hujan Lebat (> 50 mm/hari). Jumlah curah hujan di bagian hilir DAS Air Bengkulu lebih tinggi dibandingkan dengan bagian hulu.

Curah hujan rancangan untuk periode ulang 3, 5, 10, 20, 30, 40, 50 dan 100 tahun yang diperoleh dari perhitungan metode Iway Kadonya untuk wilayah DAS Air

Bengkulu berkisar antara 117 - 584 mm. Karakteristik curah hujan maksimum harian dari 7 pos pengamatan hujan terdapat 4 pos yang memiliki periode ulang hujan maksimum dalam rentang waktu sama, yaitu 20 tahun, antara lain pos Jayakarta, Karang Tinggi, Universitas Bengkulu dan Muara Bangkahulu. Peluang terjadi banjir di Kota Bengkulu dalam 5 tahun ke depan sebanyak 5 kali berdasarkan hasil analisis proyeksi curah hujan dasarian. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi pemerintah Kota Bengkulu atau instansi yang berwenang sebagai peringatan dini kejadian banjir dan bahan pertimbangan untuk mengurangi dampak yang dapat ditimbulkan akibat bencana banjir. Untuk penelitian selanjutnya yang sejenis, dapat menggunakan metode lain dan data yang digunakan lebih panjang serta parameter penyebab banjir lainnya selain curah hujan

DAFTAR PUSTAKA

- Adzhani, M. D. dan Y. R. Tayubi.** 2019. Analisis Curah Hujan Terhadap Debit Air Sungai di Daerah Aliran Sungai Citarum. In Seminar Nasional Fisika, (1)1: 459-461.
- Estiningtyas, W., R. Boer, & A. Buono.** 2009. Analisis Hubungan Curah Hujan dan kekeringan pada wilayah dengan Sistem Usahatahi Berbasis Padi di Provinsi Jawa Barat (Analysis Relationship Between Rainfall and Flood As weel As Drought Event on Area with Rice. *Agromet*, 23(1), 11-19.
- Kodoatie, R. J., & R. Syarif.** 2006. Pengelolaan Bencana Terpadu, Yarsif Watampoe, Jakarta.
- Gara, M. N. I.** 2019. Analisis Karakteristik Periode Ulang Curah Hujan Dengan Metode Iwai Kadoya di Daerah Lokal Sumatera Barat dan Regional Sumatera. *Pillar of physics*, 12(2).
- Sosrodarsono, S., & K. Takeda.** 2006. Hidrologi untuk Pengairan Cetakan ke-X.
- Nabilah, F., Y. Prasetyo, & A. Sukmono.** 2017. Analisis pengaruh fenomena el nino dan la nina terhadap curah hujan tahun 1998-2016 menggunakan indikator oni (Oceanic Nino Index) (Studi Kasus: Provinsi Jawa Barat). *Jurnal Geodesi Undip*, 6(4), 402-412.
- Winarsih, I., & N. L. Adhyani.** 2009. Analisis Periode Ulang Hujan Maksimum Dengan Berbagai Metode (Return Period Analyze Maximum Rainfall With Three Method). *Agromet*, 23(2): 76-92