

# KURVA INTENSITAS DURASI FREKUENSI HUJAN KABUPATEN BANTUL DENGAN MENGGUNAKAN METODE MONONOBE

Titiek Widyasari<sup>1</sup> (titiekwidyasari@janabadra.ac.id)

Nizar Achmad<sup>2</sup> (nizar\_achmad@janabadra.ac.id)

## ABSTRAK

Intensitas dan durasi adalah parameter penting dalam proses pengalihragaman hujan menjadi aliran, yang dapat digunakan untuk perhitungan banjir rancangan dalam perancangan bangunan hidraulik. Wilayah yang memiliki data hujan dari beberapa stasiun perlu analisis untuk mengetahui intensitas, durasi, dan frekuensi yang dapat dibuat dalam bentuk kurva intensitas durasi frekuensi (IDF). Kabupaten Bantul memiliki beberapa stasiun hujan yang datanya dapat dianalisis menjadi kurva IDF. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis intensitas hujan dari stasiun hujan yang tersebar di kawasan Kabupaten Bantul. Analisis intensitas hujan menggunakan rumus pendekatan empiris yaitu metode Mononobe. Hasil penelitian berupa kurva IDF hujan Kabupaten Bantul kala ulang 2, 5, 10, 20, 50, dan 100 tahunan berupa grafik dan persamaan berbentuk kurva regresi power dengan angka regresi sebesar 1. Kurva IDF tersebut dapat digunakan untuk mendapatkan prakiraan intensitas hujan dengan memasukan waktu hujan yang didekati dengan waktu konsentrasi di wilayah Kabupaten Bantul dalam perancangan bangunan hidraulik atau perancangan drainasi.

**Kata Kunci:** Kurva IDF, Intensitas, Durasi, Frekuensi, Bantul

## ABSTRACT

*Intensity and duration are important parameters in the process of transforming rainfall into runoff, which can be used for calculating design floods in hydraulic structure design. Regions that have rainfall data from several stations require analysis to determine the intensity, duration, and frequency that can be represented in the form of Intensity Duration Frequency (IDF) curves. Bantul Regency has several rainfall stations whose data can be analyzed to create IDF curves. The purpose of this research is to analyze the rainfall intensity from rainfall stations located in the Bantul Regency area. The analysis of rainfall intensity employs an empirical approach formula known as the Mononobe method. The research yields IDF curves for Bantul Regency with return periods of 2, 5, 10, 20, 50, and 100 years, presented in the form of graphs and equations in the shape of power regression curves with a regression coefficient of 1. These IDF curves can be utilized to estimate rainfall intensity by inputting the rainfall duration, which is approximated as the time of concentration in the Bantul Regency area, for hydraulic structure design or drainage design purposes.*

**Keywords:** IDF Curve, Intensity, Duration, Frequency, Bantul

## PENDAHULUAN

Potensi bahaya banjir yang terdapat di Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) lebih sering terjadi di lahan sempadan sungai besar, seperti sungai Opak dan sungai Progo, terutama di dataran banjir dan teras banjir. Banjir juga terjadi di dataran aluvial pantai dan back swamp karena air terhalang oleh beting gisik (endapan pasir). Karakter banjir biasanya lebih disebabkan oleh luapan air sungai pada saat awal dan pertengahan musim hujan. Kawasan Bantul pada tahun 2018, 2019, dan 2020 mengalami beberapa kejadian banjir. Hujan deras dan waktu hujan yang lama

<sup>1</sup> Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Janabadra Yogyakarta (Penulis Korespondensi);

<sup>2</sup> Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Janabadra Yogyakarta.

menyebabkan beberapa kawasan di Bantul tergenang karena sungai meluap dan drainasi tidak lancar.

Data hidrologi berperan penting dalam perancangan bangunan hidraulik di bidang teknik sipil keairan. Banjir rancangan adalah besaran untuk perencanaan bangunan hidraulik atau bangunan keberadaan operasi dan stabilitas dipengaruhi karakteristik aliran banjir. Perhitungan banjir rancangan secara ideal dapat diperoleh dari analisis frekuensi debit terukur maksimum, namun sangat tergantung pada ketersediaan data terukur dengan rentang waktu yang panjang. Solusi untuk mengatasi keterbatasan data debit terukur, maka dapat dilakukan analisis pengalihragaman hujan menjadi aliran, karena ketersediaan data hujan terukur lebih mudah untuk diperoleh.

Intensitas dan durasi adalah parameter penting dalam proses pengalihragaman hujan menjadi aliran. Kedua parameter ini secara statistik dapat dihubungkan dengan suatu frekuensi kejadian dan menghasilkan grafik atau kurva hubungan intensitas, durasi, dan frekuensi yang disebut kurva intensitas durasi frekuensi (kurva IDF) atau lengkung hujan. Kurva IDF dapat digunakan untuk menghitung limpasan dan debit puncak bila menggunakan rumus rasional (Sofia & Nursela, 2019).

Berdasarkan latar belakang di atas, maka perlu dilakukan penelitian untuk mendapatkan kurva IDF yang dapat digunakan untuk mendapatkan prakiraan intensitas hujan dengan memasukan waktu hujan yang didekati dengan waktu konsentrasi di wilayah Kabupaten Bantul. Tujuan penelitian adalah menganalisis intensitas hujan dari hujan kawasan dengan menggunakan metode poligon Thiessen dan menggambarkan kurva IDF untuk kawasan Kabupaten Bantul. Intensitas hujan dihitung dengan menggunakan persamaan empiris yaitu metode Mononobe.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Hujan Kawasan Metode Poligon Thiessen dan Hujan Rancangan

Penentuan hujan kawasan tangkapan hujan menggunakan data hujan yang berasal dari stasiun pengukuran hujan, yang memberikan data kedalaman hujan di titik lokasi dimana keberadaan stasiun berada, sehingga hujan pada suatu luasan harus diperkirakan dari titik pengukuran tersebut. Apabila pada suatu daerah aliran terdapat beberapa stasiun pengukuran yang diletakkan secara terpisah, data hujan yang tercatat masing-masing stasiun dapat tidak sama. Dalam analisis hidrologi sering digunakan untuk menentukan hujan rerata pada daerah aliran atau tangkapan tersebut, yang dapat dilakukan menggunakan tiga metode yaitu rerata aljabar, poligon Thiessen, dan Isohiet (Triatmodjo, 2014).

Metode poligon Thiessen berdasarkan rata-rata timbang, masing-masing stasiun pengukur hujan mempunyai daerah pengaruh yang dibentuk dengan menggambarkan garis-garis sumbu tegak lurus terhadap garis penghubung di antara 2 buah stasiun. Perhitungan hujan kawasan metode poligon Thiessen didasarkan pada bobot dari masing-masing stasiun yang mewakili luasan di sekitarnya. Suatu luasan di dalam kawasan dianggap bahwa hujan adalah sama dengan yang terjadi pada stasiun yang terdekat, sehingga hujan yang tercatat pada suatu stasiun mewakili luasan tersebut. Metode ini digunakan apabila penyebaran stasiun hujan di daerah yang ditinjau tidak merata.

Hitungan hujan rerata dilakukan dengan memperhitungkan daerah pengaruh dari tiap stasiun.

$$R = \frac{A_1 \cdot R_1 + A_2 \cdot R_2 + \dots + A_n \cdot R_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} = \sum_{i=1}^n \frac{A_i \cdot d_i}{A_i} = \frac{\sum_{i=1}^n A_i \cdot d_i}{A} \quad (1)$$

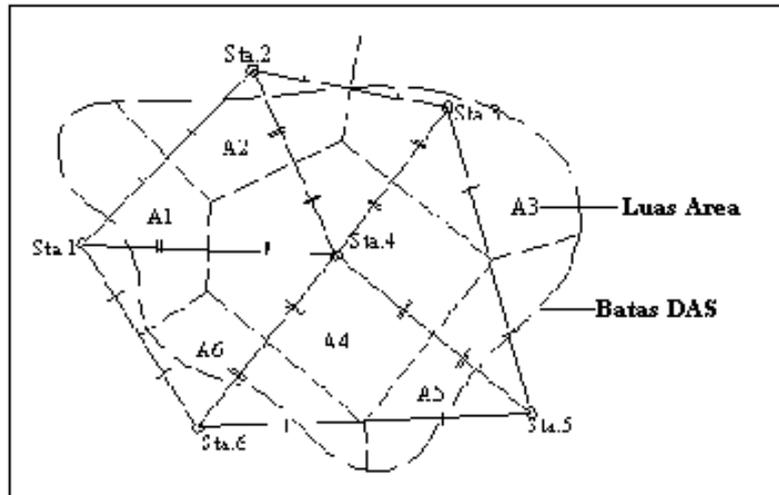
dengan :

$A$  adalah luas kawasan total,

$R$  adalah tinggi curah hujan rata-rata kawasan,

$R_1, R_2, \dots, R_n$  adalah tinggi curah hujan di pos 1, 2, ..... n,

$A_1, A_2, \dots, A_n$  adalah luas daerah pengaruh pos 1, 2, ..... n.



Gambar 1. Poligon Thiessen

Penelitian tentang analisis hujan kawasan dengan metode poligon Thiessen dan isohiet di Kabupaten Bantul menggunakan *software Quantum Geographic Information System (QGIS)* dan *Microsoft (MS) Access* telah dilakukan oleh Syaifullah (2020), yang bertujuan untuk mengetahui besar hujan kawasan dengan metode poligon Thiessen dan isohiet di Kabupaten Bantul. Analisis data hujan hilang dihitung menggunakan metode *inversed distance squared*. Analisis hujan kawasan dengan metode poligon Thiessen dihitung menggunakan bantuan *software QGIS* untuk mencari luasan tangkapan hujan dan menggunakan *software MS Access* untuk menghitung besar hujan kawasan. Analisis hujan kawasan dengan metode isohiet dihitung menggunakan bantuan *software QGIS* untuk menghitung besar hujan kawasan. Berdasarkan hasil analisis besar hujan kawasan di Kabupaten Bantul antara metode poligon Thiessen dengan metode isohiet memiliki hasil yang relatif sama, dengan demikian kedua metode tersebut dapat digunakan untuk perhitungan analisis hidrologi selanjutnya seperti debit rencana, kala ulang dan sebagainya (Syaifullah, 2020). Penelitian tentang analisis hujan rancangan Kabupaten Bantul telah diteliti oleh Widyasari (2021) yang diperoleh hujan rancangan berdasarkan analisis frekuensi yang sesuai adalah distribusi log-Person III. Hasil analisis hujan rancangan Kabupaten Bantul untuk kala ulang 2 tahunan sebesar 58,08 mm, 5 tahunan sebesar 88,95 mm, 10 tahunan sebesar 117,77 mm, 20 tahunan sebesar 153,47 mm, 50 tahunan sebesar 214,77 mm, dan 100 tahunan sebesar 275,13 mm (Widyasari, 2021). Berdasarkan hujan kawasan (Syaifullah, 2020) dan hujan rancangan (Widyasari, 2021) di Kabupaten Bantul, maka berikutnya pada penelitian ini meneliti tentang besaran intensitas hujan untuk mendapatkan kurva IDF.

### Kurva Intensitas Durasi Frekuensi (Kurva IDF)

Intensitas hujan adalah laju hujan atau kedalaman (tinggi) air hujan per satuan waktu. Sifat umum hujan adalah makin singkat hujan berlangsung intensitas cenderung makin tinggi dan makin besar kala ulang makin tinggi pula intensitas. Intensitas hujan diperoleh dengan cara melakukan analisis data hujan baik secara statistik maupun secara empiris. Secara umum intensitas hujan dihubungkan dengan durasi hujan jangka pendek misal interval 5 menit atau 10 menit sampai jam jaman. Data hujan dengan durasi pendek hanya dapat diperoleh dengan menggunakan alat pencatat hujan otomatis. Apabila data hujan durasi pendek tidak tersedia hanya memiliki data hujan harian dari alat pencatat manual, maka intensitas hujan dapat dihitung dengan rumus Mononobe (Suroso, 2006).

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left( \frac{24}{t} \right)^m \quad (2)$$

dengan :

- I adalah intensitas hujan (mm/jam),
- t adalah lama hujan (jam),
- m adalah ketetapan sesuai kondisi tangkapan (misal 2/3),
- R24 adalah tinggi hujan maksimum dalam 24 jam atau besaran hujan rancangan.

Proses pengalihragaman hujan menjadi aliran ada beberapa sifat hujan yang penting yaitu kedalaman (tinggi), durasi (lama), intensitas, frekuensi (jumlah kejadian), dan luas tangkapan. Analisis hubungan dua parameter penting yaitu intensitas dan durasi hujan dapat dihubungkan secara statistik dengan frekuensi kejadian hujan yang dinyatakan dalam kala ulang. Kala ulang adalah waktu hipotetik di mana hujan dengan suatu besaran tertentu akan disamai atau dilampaui.

Hubungan antara intensitas, durasi, dan frekuensi hujan dinyatakan dalam kurva intensitas kurva IDF atau lengkung hujan. Analisis kurva IDF memerlukan analisis frekuensi dengan menggunakan seri data hujan yang diperoleh dari rekaman data hujan. Penyajian secara kurva hubungan IDF atau lengkung hujan dapat digunakan untuk perhitungan limpasan (*runoff*) dan debit puncak pada besaran waktu konsentrasi. Kurva IDF menunjukkan besarnya kemungkinan terjadinya intensitas hujan yang berlaku untuk lama hujan tertentu.

Beberapa penelitian mengenai analisis intensitas hujan dan kurva IDF telah dilakukan sebelumnya. Penggambaran kurva IDF berdasarkan hasil analisis intensitas hujan menggunakan Metode Van Breen dan Hasper der Weduwen dengan pendekatan persamaan Talbot, Sherman dan Ishiguro telah dilakukan (Susilowati & Dyah, 2010). Kurva IDF juga dibuat untuk kawasan Lereng Gunung Merapi dengan menggunakan beberapa rumus intensitas, seperti Rumus Sherman, Kimijima, Haspers dan Mononobe (Prayuda, 2015). Analisis kurva IDF untuk kawasan Kota Surakarta. Kurva IDF dibuat dengan menggunakan beberapa rumus pendekatan, seperti Talbot, Sherman, Ishiguro dan SDR-IDF (Fauziyah, Sobriyah, & Susilowati, 2013). Penelitian tentang analisis intensitas, durasi, dan frekuensi kejadian hujan di wilayah Sukabumi dilakukan oleh Sofia & Nursela (2019). Kurva IDF dapat digunakan untuk menghitung limpasan dan debit puncak bila menggunakan rumus rasional, dengan tujuan untuk menganalisis intensitas hujan dan menggambarkan kurva IDF pada stasiun hujan yang tersebar di wilayah Sukabumi. Metode perhitungan intensitas hujan yang digunakan adalah dengan menggunakan rumus pendekatan empirik, yakni Haspers dan Mononobe. Hasil penelitian kurva IDF untuk semua stasiun hujan menunjukkan hujan deras terjadi pada durasi pendek dan terdapat perbedaan nilai intensitas hasil perhitungan dengan menggunakan rumus Haspers dan Mononobe. Penelitian ini belum dapat memutuskan rumus empirik yang paling cocok untuk menghitung intensitas hujan di wilayah Sukabumi (Sofia & Nursela, 2019).

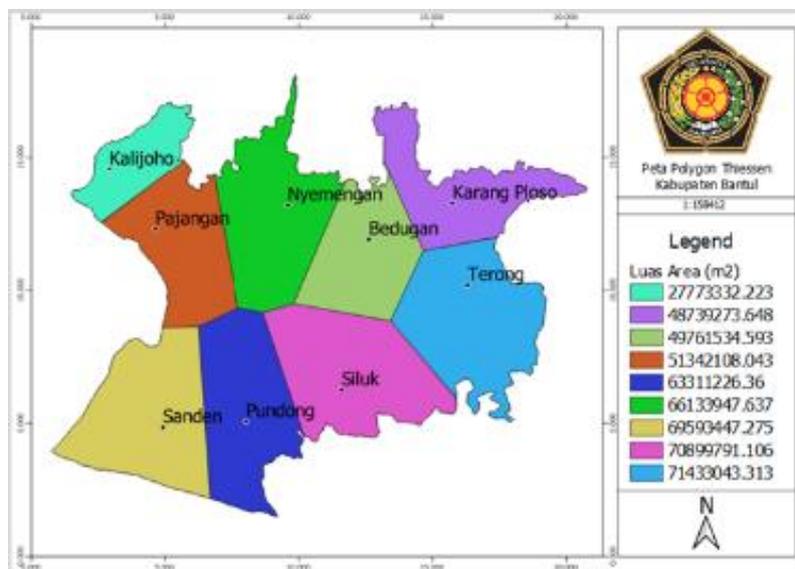
## METODE PENELITIAN

Penelitian ini mengambil data hujan pada 9 stasiun hujan yang berlokasi di Kabupaten Bantul. Kabupaten Bantul merupakan salah satu kabupaten dari 5 kabupaten/kota di DIY yang terletak di pulau Jawa, antara 110°12'34" sampai 110°31'08" bujur timur (BT) dan antara 7°44'04" sampai 8°00'27" lintang selatan (LS). Data peta Kabupaten Bantul dan titik koordinat stasiun hujan didapatkan dari Bidang Sumber Daya Air dan Drainase, Dinas Pekerjaan Umum Perumahan dan Energi Sumber Daya Mineral (PUP dan ESDM) DIY, sedangkan data hujan didapatkan dari Pengelolaan Sumber Daya Air (PSDA) DIY. Stasiun hujan yang diamati adalah stasiun hujan Kalijoho, Karang Ploso, Sanden, Terong, Pundong, Siluk, Pajangan, Bedugan, Nyemengan. Adapun koordinat masing-masing stasiun hujan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Koordinat Stasiun Hujan di Wilayah Bantul

No	Nama Stasiun Hujan	Titik Koordinat	
1	Kalijoho	LS :7°49'19.92"	BT : 110°14'26.88"
2	Karang Ploso	LS :7°50'17.88"	BT : 110°37'00"
3	Sanden	LS :7°58'30"	BT : 110°16'19.92"
4	Terong	LS :7°53'27.96"	BT : 110°27'5.76"
5	Pundong	LS :7°58'17.76"	BT : 110°19'17.76"
6	Siluk	LS :7°57'10.44"	BT : 110°22'39.72"
7	Pajangan	LS :7°51'28.8"	BT : 110°16'3.72"
8	Bedugan	LS :7°51'50.76"	BT : 110°23'36.96"
9	Nyemengan	LS :7°50'38.22"	BT : 110°20'45.67"

Hasil analisis hujan kawasan dengan metode poligon Thiessen di Kabupaten Bantul yang telah dilakukan oleh Syaifullah (2020) berupa peta poligon Thiessen pada Gambar 2 dan hasil analisis hujan kawasan maksimum tahunan (*annual maximum series*) dari tahun 2008 - 2018 dapat dilihat pada Tabel 2 yang akan digunakan untuk analisis hujan rancangan.



Gambar 2. Hasil Analisis Peta Poligon Kabupaten Bantul (Syaifullah, 2020)

Tabel 2. Hujan Kawasan Maksimum Tahunan Kabupaten Bantul (Syaifullah, 2020)

Tahun	Hujan Kawasan Maksimum Tahunan (mm)	Tahun	Hujan Kawasan Maksimum Tahunan (mm)
2008	58,84	2014	52,89
2009	34,41	2015	89,32
2010	44,43	2016	62,89
2011	40,73	2017	188,32
2012	86,78	2018	66,49
2013	57,38		

Analisis hujan rancangan Kabupaten Bantul dihitung menggunakan *software* analisis frekuensi versi *MS Excel* (Maftuh, 2000) dari data pada Tabel 2. Pemilihan distribusi data yang cocok dapat dilihat dari nilai  $\chi^2 < \chi^2$  kritis untuk uji kecocokan chi-kuadrat berarti hipotesis diterima, untuk uji kecocokan Smirnov-Kolmogorov  $D_{max} < D_{kritis}$  berarti hipotesis diterima. Jika semua distribusi diterima baik uji kecocokan chi-kuadrat dan uji kecocokan Smirnov-Kolmogorov maka pemilihan didasarkan pada yang paling kecil baik  $\chi^2$  dan  $D_{max}$ . Hasil uji kecocokan menunjukkan distribusi yang sesuai adalah distribusi log Person III pada uji chi-

kuadrat besaran  $\chi^2$  sebesar 2,182 lebih kecil dari  $\chi^2$  kritik sebesar 3,84 dan pada uji Smirnov-Kolmogorov besaran Dmax sebesar 0,076 lebih kecil dari Dkritik sebesar 0,39 (Widyasari, 2021).

Hasil hujan rancangan Kabupaten Bantul berbagai kala ulang dapat lihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Hujan Rancangan Kabupaten Bantul (Widyasari, 2021)

Probabilitas	Kala Ulang	Hujan Rancangan (mm)
0,5	2	58,08
0,2	5	88,95
0,1	10	117,77
0,05	20	153,47
0,02	50	214,77
0,01	100	275,13

Dari hujan kawasan (Syaifullah, 2020) dan hujan rancangan (Widyasari, 2021) di Kabupaten Bantul, penelitian untuk mendapatkan kurva IDF adalah melakukan analisis intensitas hujan dari hujan rancangan dengan menggunakan rumus Mononobe seperti pada persamaan (2) dan penggambaran kurva IDF atau lengkung hujan di kawasan Kabupaten Bantul.

## ANALISIS DAN PEMBAHASAN

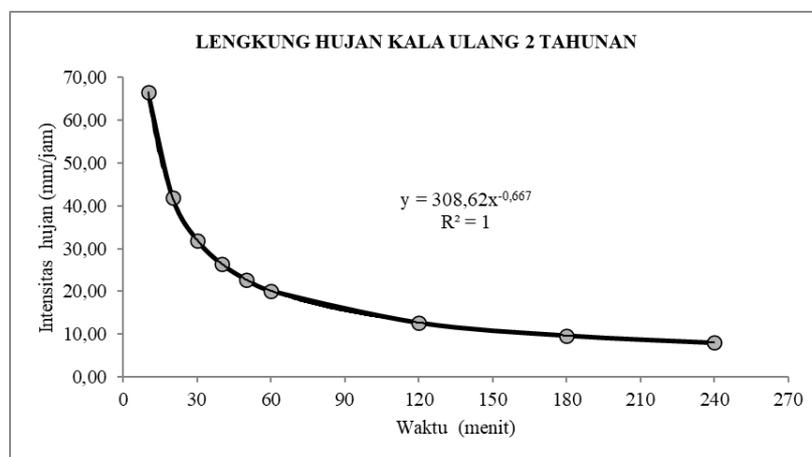
### Analisis Kurva IDF Kabupaten Bantul

Hujan rancangan Kabupaten Bantul pada Tabel 3 digunakan untuk menghitung intensitas hujan untuk kondisi beberapa waktu hujan (t) dengan untuk jam pertama interval 10 menit, untuk berikutnya intervalnya selama 60 menit sampai jam ke 4. Perhitungan intensitas hujan tiap kala ulang dengan menggunakan rumus Mononobe seperti pada persamaan (2) dimana R24 adalah besar hujan rancangan pada Tabel 3, t adalah waktu hujan tiap-tiap interval, dan m ketetapan sesuai kondisi tangkapan diambil sebesar 2/3. Hasil analisis intensitas hujan berupa kurva IDF adalah sebagai berikut:

Kurva IDF Kabupaten Bantul kala ulang 2 tahunan

Persamaan kurva IDF Kabupaten Bantul kala ulang 2 tahunan berupa kurva *regresi power* dengan angka regresi ( $R^2$ ) = 1, dimana t = waktu (menit) tertulis pada persamaan (3) dan grafik kurva IDF kala ulang 2 tahunan dapat dilihat pada Gambar 3.

$$I_t = 308,62 \times t^{-0,667} \tag{3}$$

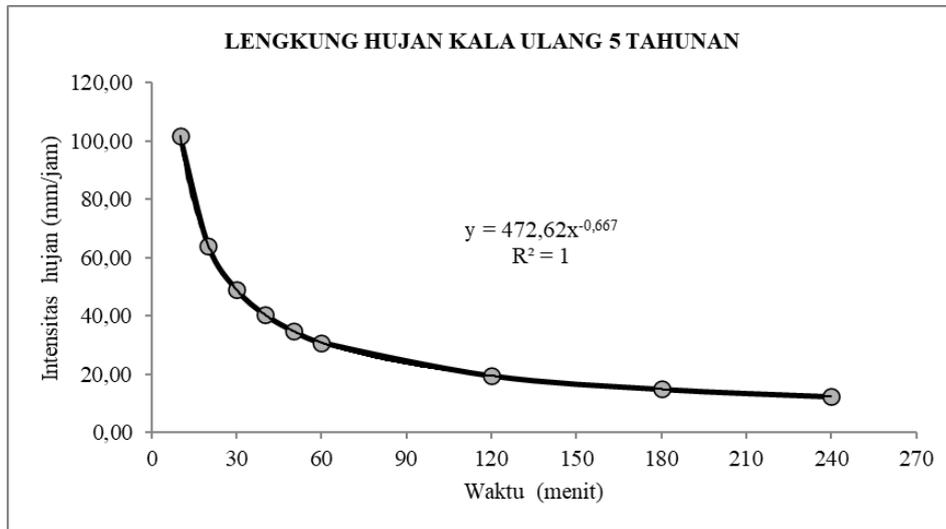


Gambar 3. Kurva IDF Kabupaten Bantul Kala Ulang 2 Tahunan

1. Kurva IDF Kabupaten Bantul kala ulang 5 tahunan

Persamaan kurva IDF Kabupaten Bantul kala ulang 5 tahunan berupa kurva *regresi power* dengan angka regresi ( $R^2$ ) = 1, dimana  $t$  = waktu (menit) tertulis pada persamaan (4) dan grafik kurva IDF kala ulang 5 tahunan dapat dilihat pada Gambar 4.

$$I_t = 472,62 \times t^{-0,667} \tag{4}$$

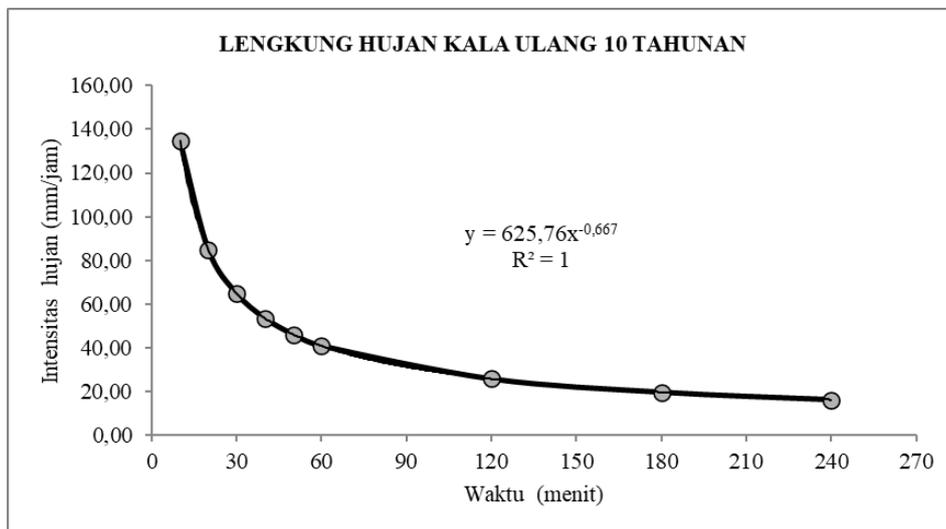


Gambar 4. Kurva IDF Kabupaten Bantul Kala Ulang 5 Tahunan

2. Kurva IDF Kabupaten Bantul kala ulang 10 tahunan

Persamaan kurva IDF Kabupaten Bantul kala ulang 10 tahunan berupa kurva *regresi power* dengan angka regresi ( $R^2$ ) = 1, dimana  $t$  = waktu (menit) tertulis pada persamaan (5) dan grafik kurva IDF kala ulang 10 tahunan dapat dilihat pada Gambar 5.

$$I_t = 625,76 \times t^{-0,667} \tag{5}$$

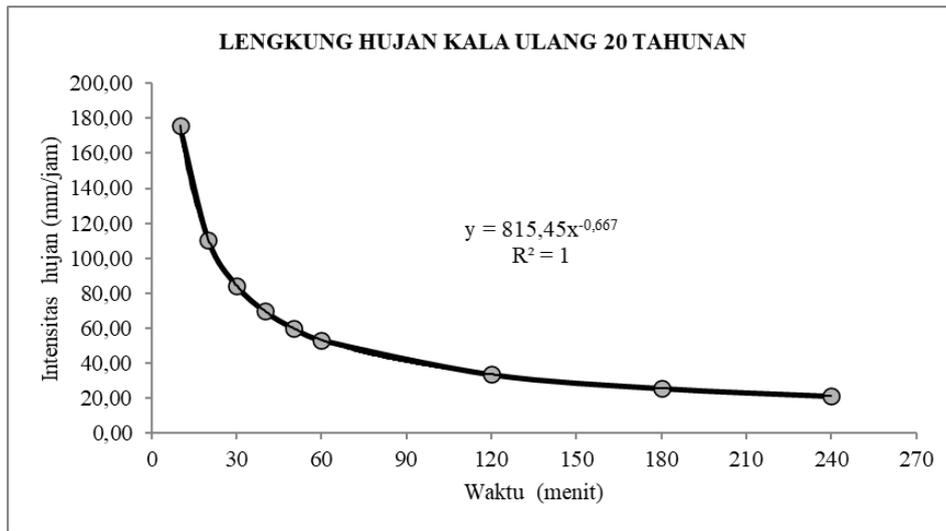


Gambar 5. Kurva IDF Kabupaten Bantul Kala Ulang 10 Tahunan

3. Kurva IDF Kabupaten Bantul kala ulang 20 tahunan

Persamaan kurva IDF Kabupaten Bantul kala ulang 20 tahunan berupa kurva *regresi power* dengan angka regresi ( $R^2$ ) = 1, dimana  $t$  = waktu (menit) tertulis pada persamaan (6) dan grafik kurva IDF kala ulang 20 tahunan dapat dilihat pada Gambar 6.

$$I_t = 815,45 \times t^{-0,667} \tag{6}$$

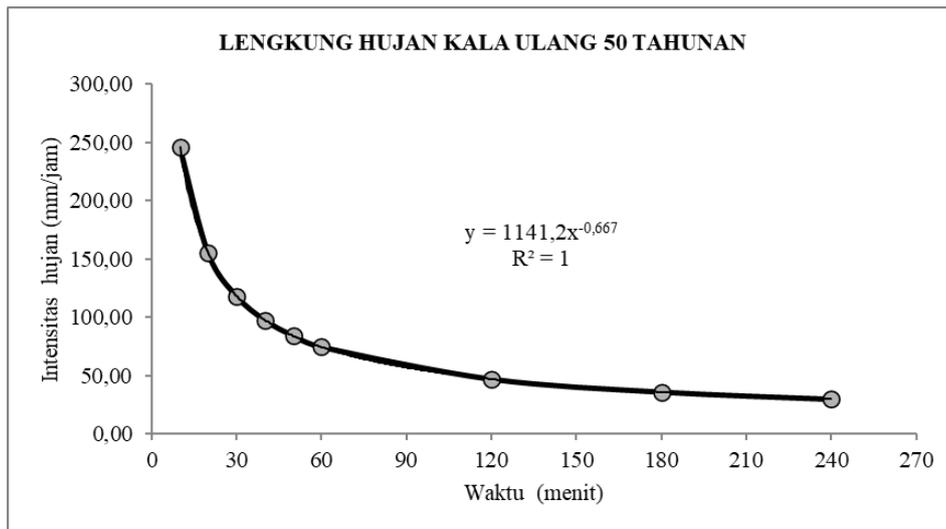


Gambar 6. Kurva IDF Kabupaten Bantul Kala Ulang 20 Tahunan

4. Kurva IDF Kabupaten Bantul kala ulang 50 tahunan

Persamaan kurva IDF Kabupaten Bantul kala ulang 50 tahunan berupa kurva *regresi power* dengan angka regresi ( $R^2$ ) = 1, dimana  $t$  = waktu (menit) tertulis pada persamaan (7) dan grafik kurva IDF kala ulang 50 tahunan dapat dilihat pada Gambar 7.

$$I_t = 1141,2 \times t^{-0,667} \tag{7}$$

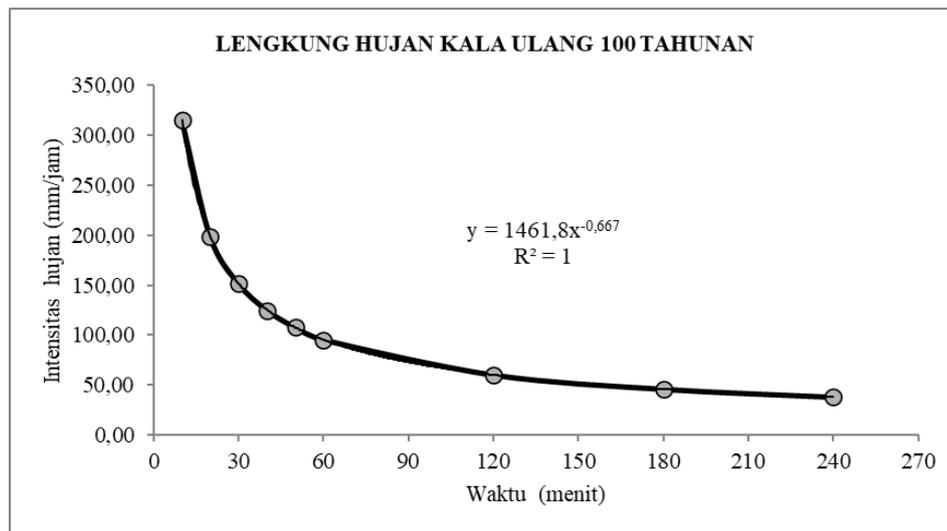


Gambar 7. Kurva IDF Kabupaten Bantul Kala Ulang 50 Tahunan

5. Kurva IDF Kabupaten Bantul kala ulang 100 tahunan

Persamaan kurva IDF Kabupaten Bantul kala ulang 100 tahunan berupa kurva *regresi power* dengan angka regresi ( $R^2$ ) = 1, dimana  $t$  = waktu (menit) tertulis pada persamaan (8) dan grafik kurva IDF kala ulang 100 tahunan dapat dilihat pada Gambar 8.

$$I_t = 1461,8 \times t^{-0,667} \tag{8}$$



Gambar 8. Kurva IDF Kabupaten Bantul Kala Ulang 100 Tahunan

Grafik dan persamaan kurva IDF hujan Kabupaten Bantul kala ulang 2, 5, 10, 20, 50, dan 100 tahunan dapat digunakan untuk mendapatkan prakiraan intensitas hujan dengan memasukan waktu hujan yang didekati dengan waktu konsentrasi. Besaran intensitas dapat digunakan untuk perhitungan besaran debit rancangan dalam perancangan sistem drainasi permukaan (*surface drainage*) dan dapat digunakan untuk perhitungan prakiraan banjir rancangan.

## KESIMPULAN

Kesimpulan penelitian ini adalah diperoleh kurva IDF Kabupaten Bantul kala ulang 2, 5, 10, 20, 50, dan 100 tahunan berupa grafik dan persamaan berbentuk kurva *regresi power* dengan angka regresi sebesar 1 Kurva IDF tersebut dapat digunakan untuk mendapatkan prakiraan intensitas hujan dengan memasukan waktu hujan yang didekati dengan waktu konsentrasi di wilayah Kabupaten Bantul dalam perancangan bangunan hidraulik atau perancangan drainasi.

## Daftar Pustaka

- Fauziah, S., Sobriyah, & Susilowati. (2013). Analisis Karakteristik dan Intensitas Hujan Kota Surakarta. *e-Journal Matriks Teknik Sipil*, 82 - 89.
- Maftuh, A. (2000). *Program Analisis Frekuensi, Software Excel*. Yogyakarta: Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada.
- Prayuda, D. D. (2015). Analisis Karakteristik Intensitas Hujan di Wilayah Lereng Gunung Merapi. *Jurnal Rekayasa Infrastruktur vol. 1*, 14 - 19.
- Sofia, D. A., & Nursela, N. (2019). Analisis Intensitas, Durasi, dan Frekuensi Kejadian Hujan di Wilayah Sukabumi. *JTERA (Jurnal Teknologi Rekayasa)*, Vol. 4, No. 1 Terakreditasi "Peringkat 3" oleh Kemenristekdikti, Nomor SK: 30/E/KPT/2018, DOI: 10.31544/jtera.v4.i1.2019.85-92, 85-92.
- Suroso. (2006). Analisis Intensity-Duration-Frequency Kejadian Hujan di Kabupaten Banjarnegara. *Dinamika Rekayasa Vol 2*, 1 - 7.
- Susilowati, & Dyah, I. K. (2010). Analisa Karakteristik Curah Hujan dan Kurva Intensitas Intensitas Frekuensi (IDF) di Propinsi Lampung. *Jurnal Rekayasa Teknik Sipil Universitas Lampung Vol. 14 No 1 ISSN: 0852-7733*, 47 - 56.

- Syaifullah, M. (2020). *Analisis Hujan Wilayah Dengan Metode Poligon Thiessen dan Isohiet di Kabupaten Bantul Menggunakan Software QGIS dan MS Access*. Yogyakarta: Program Studi Teknik Sipil Universitas Janabadra.
- Triatmodjo, B. (2014). *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset Yogyakarta.
- Widyasari, T. (2021). Analisis Hujan Rancangan Kabupaten Bantul. *Seminar Nasional Diseminasi Hasil Penelitian 2021 deHAP 2021* (pp. 305 - 311). Yogyakarta: LP3M Universitas Janabadra Yogyakarta.

### **Ucapan Terima Kasih**

Ucapan terima kasih kepada Lembaga Penelitian, Publikasi, dan Pengabdian Masyarakat Universitas Janabadra atas dana penelitian internal Universitas Janabadra Yogyakarta Anggaran Tahun 2021.