

ANALISIS PERBANDINGAN KURVA INTENSITAS DURASI FREKUENSI (IDF) KOTA BIMA MENGGUNAKAN DATA HUJAN TERUKUR DAN DATA HUJAN DARI SATELIT JAPAN AEROSPACE EXPLORATION AGENCY
Comparative Analysis of Frequency Duration Intensity Curve (IDF) using Measured Rainfall Data and Rain Data from Satellite Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA)

Agil Farhan*, Humairo Saidah**, Anid Supriyadi**

*PT. Hutama Karya Jl. Jendral Sudirman No.10, Kel. Mande, Kec. Mpunda, Kota Bima

**Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Mataram, Jl. Majapahit 62 Mataram

Email : aagilfarhan@gmail.com, saidahumairo64@gmail.com, anidsupriyadi@unram.ac.id

Abstrak

Kota Bima merupakan wilayah yang sering dilanda banjir yang disebabkan oleh curah hujan yang tinggi, banjir kiriman dari hulu dan sistem drainase yang kurang baik yang menimbulkan banyak kerugian termasuk infrastruktur dan persawahan warga. Untuk mengatasi permasalahan ini, diperlukan perancangan bangunan sistem drainase yang baik dan benar melalui analisis IDF, yang dapat digunakan untuk menghitung banjir rencana dalam perencanaan bangunan hidrolis dengan menggunakan metode yang tepat. Data curah hujan yang digunakan ialah data curah hujan Terukur jam-jaman dan hujan satelit JAXA jam-jaman. Metode yang digunakan ialah Sherman untuk data hujan jam-jaman dan Mononobe untuk data hujan harian dan untuk menyamakan durasi kedua metode dilakukan ekstrapolasi data untuk mendapatkan intensitas curah hujan dengan durasi kurang dari 1 jam. Hasil yang didapatkan nilai persamaan lengkung IDF dengan kala ulang 2 tahun pada data hujan terukur metode Sherman sebesar $I_2 = 52.20/t^{1.66}$, metode Mononobe sebesar $y_2 = 27.86 \times t^{-0.67}$ dan data hujan satelit JAXA sebesar $I_2 = 28.064/t^{1.38}$.

Kata kunci : Kurva IDF, Curah hujan, Hujan terukur, Hujan satelit.

PENDAHULUAN

Kajian terhadap sistem drainase suatu kota atau kawasan selalu diawali dengan analisis hidrologi berupa perkiraan besaran banjir yang terjadi. Asdak dalam Suroso (2006) menyebutkan bahwa banjir adalah aliran/genangan air yang menimbulkan kerugian ekonomi atau bahkan menyebabkan kehilangan jiwa.

Untuk mengurangi resiko terjadinya banjir di suatu wilayah atau kota dibutuhkan upaya perancangan pengendalian banjir melalui analisa debit banjir. Analisa debit banjir ini digunakan untuk menentukan besarnya debit banjir rencana pada suatu daerah aliran sungai. Debit banjir rencana merupakan debit maksimum rencana di sungai atau saluran alamiah dengan periode ulang tertentu yang dapat dialirkan tanpa membahayakan lingkungan sekitar dan stabilitas sungai, maka dari itu penentuan debit banjir ini membutuhkan informasi intensitas hujan, luas daerah dan koefisien pengaliran.

Semakin berkembangnya teknologi, penginderaan jauh menjadi alternatif apabila alat hujan terukur tidak ada, dimana pemantauan curah hujan dapat dilakukan dengan teknologi citra satelit meteorologi (Aljabaro, 2007). Teknologi tersebut dimungkinkan untuk memantau curah hujan di wilayah-wilayah yang sulit dijangkau. Salah satu citra penginderaan jauh yang dapat digunakan untuk memantau curah hujan, khususnya di wilayah tropis seperti Indonesia, ialah citra *Japan Aerospace Exploration Agency* (JAXA) yang merupakan sarana untuk memperoleh data hujan yang tidak dibatasi oleh satuan alat seperti penakar hujan. Liputan dari satelit ini dapat mencakup daratan maupun lautan. Hasil dari

estimasi hujan dapat disajikan dalam skala temporal yang relatif sangat baik yaitu dapat menyajikan data hujan per jam.

Intensitas dan durasi merupakan parameter penting dalam proses pengalihragaman hujan menjadi aliran. Kedua parameter ini secara statistik dapat dihubungkan dengan suatu frekuensi kejadiannya dan menghasilkan grafik hubungan Intensitas Durasi Frekuensi (IDF). Intensitas durasi frekuensi ialah suatu kurva hubungan antara intensitas hujan dengan durasi hujan untuk kala ulang tertentu T (tahun). Kurva ini dapat mengetahui besar intensitas hujan untuk durasi tertentu pada kala ulang tahun tertentu, sehingga dengan adanya intensitas durasi frekuensi ini maka besar banjir rencana dapat ditentukan.

Intensitas durasi frekuensi sangat bergantung pada karakteristik iklim dan hujan pada daerah aliran sungai, selain itu sulitnya mendapatkan intensitas hujan khususnya pada hujan yang berdurasi pendek dikarenakan keberadaan alat ukur hujan otomatis jarang ditemukan dibanding alat ukur hujan manual. Oleh karena itu, intensitas durasi frekuensi untuk setiap lokasi juga berbeda-beda seperti halnya banjir rencana. Dalam menentukan intensitas durasi frekuensi, telah dikembangkan beberapa metode seperti contohnya metode Talbot, metode Sherman, metode Ishiguro dan metode Mononobe. Pada penelitian-penelitian sebelumnya mengenai Intensitas Durasi Frekuensi (IDF) menunjukkan bahwa metode terbaik yang digunakan untuk data curah hujan jam-jaman dari keempat metode tersebut ialah metode Sherman (Dewi, 2015), sedangkan untuk data curah hujan harian, metode yang paling baik digunakan ialah metode Mononobe dikarenakan metode ini sangat sederhana, mudah dan mampu mengakomodasi daerah yang tidak memiliki alat ukur hujan jam-jaman.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis curah hujan di Kota Bima, sehingga didapatkan perkiraan intensitas hujan untuk berbagai kala ulang. Perkiraan intensitas hujan ini dinyatakan dalam kurva Intensitas Durasi Frekuensi (IDF), yang dapat digunakan sebagai dasar perhitungan debit banjir rencana. Perhitungan debit banjir sangat bermanfaat sebagai informasi awal untuk perencanaan bangunan saluran drainase perkotaan, perhitungan ini biasanya membutuhkan data intensitas hujan dalam durasi yang pendek misalnya 30 menit, namun biasanya data tersebut tidak tersedia. Oleh karena itu perlu analisis lengkung intensitas durasi frekuensi untuk menyediakan panduan bagi perencanaan drainase Kota Bima sebagai salah satu syarat kota yang sehat dan maju.

TINJAUAN PUSTAKA

Studi Pustaka dilakukan sebagai salah satu alat dari penerapan metode penelitian, hal tersebut berdasarkan penelitian-penelitian yang dilakukan sebelumnya mengenai Intensitas Durasi Frekuensi (IDF). Kurva IDF daerah Dompu (Dewi, 2015) menunjukkan bahwa pola intensitas hujan menurut metode Sherman merupakan metode paling baik yang digunakan untuk memprediksi besarnya nilai intensitas hujan di Kabupaten Dompu. Ini dilihat dari standar deviasi terkecil pada nilai intensitas hujan yang terukur dengan persamaan $I_2 = 39.968/t^{0.787}$, $I_5 = 21.008/t^{0.531}$, $I_{10} = 49.833/t^{0.771}$, $I_{25} = 52.897/t^{0.762}$, $I_{50} = 55.182/t^{0.756}$, $I_{100} = 56.991/t^{0.750}$, dari nilai persamaan di atas didapatkan standar deviasi rata-rata metode tersebut ialah 2.668.

Kurva IDF daerah Mataram (Andarini, 2011) menggunakan rumus Ishiguro untuk kala ulang 2 tahun, 5 tahun dan 10 tahun, sedangkan untuk kala ulang 25 tahun menggunakan rumus Sherman dan disajikan berturut-turut dalam bentuk kurva dengan persamaan $I_2 = 1.580/\sqrt{t + 1.620}$,

$I_5=0.717/\sqrt{t + (-0.002)}$, $I_{10}=0.762/t$ 0.427, $I_{25}=1.284/t$ 0.266. Adapun hasil analisis dan penggambaran lengkung IDF menunjukkan nilai Intensitas hujan dengan periode ulang 2, 5, 10 dan 25 tahun semakin mengecil dengan bertambahnya durasi.

Kurva IDF daerah Yogyakarta (Asih dan Hatabua, 2013) menggunakan data hujan harian sepanjang 13 tahun, mulai dari tahun 2000 sampai dengan 2012 menggunakan metode Mononobe untuk mendapatkan hubungan antara intensitas hujan dan durasi berdasarkan frekuensi kejadiannya. Hasil penelitian data hujan menggunakan metode analisis frekuensi menunjukkan bahwa jenis distribusi yang sesuai dengan sebaran data di wilayah studi tersebut adalah distribusi normal. Sedangkan persamaan yang didapatkan dari kurva IDF menggunakan metode Mononobe untuk berbagai kala ulang diantaranya kala ulang 5 tahun yaitu $y = 385.79 x^{-0.667}$ dan kala ulang 10 tahun yaitu $y = 429.96 x^{-0.667}$.

METODE PENELITIAN

Dalam Sri Harto (1993), disebutkan bahwa penetapan seri data yang dipergunakan dalam analisis frekuensi dapat dilakukan dengan cara-cara sebagai berikut :

a) *Maximum annual series*

Dilakukan dengan mengambil data maksimum setiap tahunnya, yang berarti jumlah seri data akan sama dengan panjang data yang tersedia. Akibatnya, besar hujan/banjir maksimum kedua dalam satu tahun yang mungkin lebih besar dari hujan/banjir maksimum tahun lain yang tidak diikutkan dalam analisis. Hal seperti ini dianggap oleh sebagian pihak kurang realistis. Untuk mengatasi itu digunakan *partial annual series*.

b) *Partial annual series*

Ditetapkan dengan jalan menetapkan suatu batas bawah (*threshold*) dengan pertimbangan-pertimbangan tertentu, misalnya resiko kegagalan, jenis proyek, daerah yang terkena imbas bila terjadi kegagalan, dan peraturan yang berlaku bila ada. Dalam hal ini batasan yang diambil diusahakan menghasilkan debit rancangan yang optimal baik dari segi keamanan sruktur maupun dari segi ekonomi. Selanjutnya, yang ada di atas batasan tersebut digunakan sebagai input dalam analisis frekuensi.

Analisis Frekuensi

Tujuan analisis frekuensi adalah untuk memperkirakan tinggi hujan dengan kala ulang tertentu dari hujan terukur dengan menggunakan cara statistik. Parameter statistik yang digunakan dalam analisis frekuensi adalah sebagai berikut :

Parameter statik

a) Nilai rata-rata curah hujan

$$\bar{X} = \frac{\sum Xi}{n} \dots\dots\dots (1)$$

b) Standar deviasi (S)

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

c) Koefisien variasi (cv)

$$Cv = \frac{S}{\bar{X}} \dots\dots\dots (3)$$

d) Koefisien kepencengan

$$Cs = \frac{n \cdot \sum(X-\bar{X})^3}{(n-1)(n-2)S^3} \dots\dots\dots (4)$$

e) Koefisien Kurtosis

$$Ck = \frac{n^2 \cdot \sum(X-\bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} \dots\dots\dots (5)$$

Dengan : S = Simpangan baku dari sampel, n = Jumlah data, Cs = Koefisien kemencengan, Cv = Koefisien variasi, Ck = Koefisien kurtosis, Xi = Data curah hujan, \bar{X} = Rerata curah hujan.

Adapun syarat-syarat penentuan agihan/distribusi ialah sebagai berikut :

- a) Distribusi Normal, Cs ~ 0 dan Ck ~ 3
- b) Distribusi Log normal, Cs ~ 3 Cv
- c) Distribusi Gumbel, Cs = 1,14 dan Ck ~ 5,4
- d) Distribusi Log Person type III, tidak ada syarat (seluruh nilai diluar ketiga distribusi lainnya).

Pengujian Distribusi

Untuk mengetahui apakah pemilihan distribusi yang digunakan dalam perhitungan curah hujan rancangan diterima atau ditolak, maka perlu dilakukan uji kesesuaian distribusi.

a) Uji Chi-kuadrat

Uji chi square digunakan untuk menguji simpangan secara vertikal apakah distribusi pengamatan dapat diterima secara teoritis. Uji chi-square menguji penyimpangan distribusi data pengamatan dan seluruh bagian garis persamaan distribusi teoritisnya. Uji Chi-square dapat diturunkan menjadi persamaan sebagai berikut (Soewarno, 1995).

$$X^2 = \sum_{i=1}^G \left(\frac{O_i - E_i}{E_i} \right)^2 \dots\dots\dots (6)$$

Dengan : X² = Chi-square, G = Jumlah sub kelompok, Oi = Jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok I, Ei = Jumlah nilai pengamatan teoritis pada sub kelompok.

Derajat kebebasan ini secara umum dapat dihitung dengan :

$$DK = K - (P + 1) \dots\dots\dots (7)$$

Dengan : DK = Derajat kebebasan, K = Banyaknya kelas, P = Banyaknya keterikatan atau sama dengan banyaknya parameter, untuk sebaran Chi-square adalah sama dengan 2 (dua).

b) Uji kecocokan

Uji kecocokan ini sering juga disebut uji kecocokan non parametrik (*nonparametric test*), karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu. Pengujian ini lebih sederhana, yaitu dengan membandingkan probabilitas untuk tiap variat dari distribusi empiris dan probabilitas dari distribusi teoritisnya sehingga mendapatkan nilai perbedaan delta (Δ) tertentu. Nilai delta yang tertinggi harus lebih kecil dari nilai delta kritik sebagai syarat bahwa distribusi tertentu tersebut dapat diterima.

$$\Delta_{maks} = | P(x) - P(xi) | < \Delta \text{ kritik} \dots\dots\dots (8)$$

Dengan : $P(x)$ adalah peluang teoritis dan $P(x_i)$ adalah peluang empiris (lapangan).

Intensitas Curah Hujan

Distribusi curah hujan berbeda-beda sesuai dengan durasi waktu yang ditinjau yakni curah hujan tahunan, bulanan, harian dan curah hujan per-jam. Curah hujan durasi pendek dinyatakan dalam intensitas per-jam yang disebut intensitas hujan (mm/jam).

Pada umumnya makin lama waktu hujan maka intensitas hujannya semakin kecil. Jika tidak tersedianya alat pengukur hujan dapat ditempuh dengan cara empiris dengan menggunakan rumus-rumus. Menurut Sosrodarsono dan Takeda (1993) cara-cara perhitungan intensitas curah hujan dengan durasi pendek disampaikan oleh Thalbot, Sherman dan Ishiguro, sedangkan untuk menghitung intensitas curah hujan setiap waktu berdasarkan data curah hujan harian disampaikan oleh Mononobe.

a) Rumus Thalbot

Dikemukakan oleh profesor Talbot pada tahun 1881, rumus ini banyak digunakan di Jepang karena mudah diterapkan dan tetapan-tetapan a dan b ditentukan dengan harga-harga terukur.

$$I = \frac{a}{t+b} \dots\dots\dots (9)$$

$$a = \frac{\sum(\log I) \cdot \sum(\log t)^2 - \sum(\log I \cdot \log t) \cdot \sum \log t}{N \cdot \sum(\log t)^2 - \sum(\log t) \cdot \sum(\log t)} \dots\dots\dots (10)$$

$$b = \frac{\sum(\log I) \cdot \sum(\log t)^2 - N \cdot \sum(\log I \cdot \log t)}{N \cdot \sum(\log t)^2 - \sum(\log t) \cdot \sum(\log t)} \dots\dots\dots (11)$$

Dengan : I = Intensitas hujan (mm/jam), t = Lamanya hujan (jam), a dan b = Konstanta yang tergantung lamanya curah hujan yang terjadi di daerah aliran, N = Jumlah data.

b) Rumus Sherman

Rumus Sherman dikemukakan oleh professor Sherman pada tahun 1905. Rumus ini diperkirakan cocok untuk durasi waktu curah hujan yang lamanya lebih dari 2 jam.

$$I = \frac{a}{t^n} \dots\dots\dots (12)$$

$$a = \frac{\sum(\log I) \cdot \sum(\log t)^2 - \sum(\log I \cdot \log t) \cdot \sum \log t}{N \cdot \sum(\log t)^2 - \sum(\log t) \cdot \sum(\log t)} \dots\dots\dots (13)$$

$$n = \frac{\sum(\log I) \cdot \sum(\log t)^2 - N \cdot \sum(\log I \cdot \log t)}{N \cdot \sum(\log t)^2 - \sum(\log t) \cdot \sum(\log t)} \dots\dots\dots (14)$$

Dengan : I = Intensitas hujan (mm/jam), t = Lamanya hujan (jam), N = Jumlah data.

c) Rumus Ishiguro

Rumus Ishiguro ini dikemukakan oleh Dr. Ishiguro pada tahun 1953.

$$I = \frac{a}{\sqrt{t+b}} \dots\dots\dots (15)$$

$$a = \frac{\sum(I \cdot \sqrt{t}) \cdot \sum(I^2) - \sum(I^2 \cdot \sqrt{t}) \cdot \sum I}{N \cdot \sum(I^2) - \sum(I) \cdot \sum I} \dots\dots\dots (16)$$

$$b = \frac{\sum(I) \cdot \sum(I \cdot \sqrt{t})^2 - N \cdot \sum(I^2 \cdot \sqrt{t}) \cdot \sum I}{N \cdot \sum(I^2) - \sum(I) \cdot \sum I} \dots\dots\dots (17)$$

Dengan : I = Intensitas hujan (mm/jam), t = Lamanya curah hujan, N = Jumlah data.

d) Rumus mononobe

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{\frac{2}{3}} \dots\dots\dots (18)$$

Dengan : I = Intensitas curah hujan (mm/jam), t = Lamanya curah hujan, R_{24} = Curah hujan maksimum dalam 24 jam (mm).

Pengujian nilai akurasi dan selisih data hujan terukur dan data hujan satelit JAXA

Pengujian akurasi dan selisih data ini diperlukan untuk mengkonfirmasi ulang dengan cara menguji suatu metode dengan melengkapi bukti-bukti yang obyektif, apakah metode tersebut memenuhi persyaratan yang ditetapkan dan sesuai dengan tujuannya. Verifikasi sebuah data uji bermaksud untuk membuktikan bahwa pengujian dengan metode tersebut dengan hasil yang valid atau tidak.

a) Pengujian Nilai Akurasi Data Hujan Terukur Dan Data Hujan Satelit JAXA

Pengujian data ini dilakukan untuk mengetahui tingkat keakurasian dan kebenaran data hasil pengolahan data citra satelit terhadap data hasil survei lapangan, dengan menggunakan indeks *Relatif Error (RE)* dimana nilai standar error yang baik ialah mendekati kisaran nilai 0.0 - 1.0 % yang berarti data tersebut masuk dalam kategori *Estimated*, sedangkan jika nilai < 0.0 % masuk dalam kategori *Under Estimated* dan jika nilai > 1.0 % maka masuk dalam kategori *Over Estimated* (Arafah dkk, 2018).

$$RE = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N \frac{x_{\text{esti}} - x_{\text{meas}}}{x_{\text{meas}}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (19)$$

Dengan : RE = *Relatif Error*, x_{esti} = Nilai hasil estimasi pengolahan, x_{meas} = Nilai hasil pengukuran yang dianggap benar, N = Jumlah data.

b) Pengujian Nilai Selisih Data Hujan Terukur Dan Data Hujan Satelit JAXA

Selisih adalah operasi hitungan pengurangan antara dua bilangan yang besar dengan bilangan yang kecil sehingga hasilnya selalu positif. Selisih dalam matematika juga merupakan perbedaan nilai antara dua bilangan. (Arafah dkk, 2018).

$$\text{Selisih} = \left| \frac{x_{\text{esti}} - x_{\text{meas}}}{N} \right| \times 100\% \quad \dots\dots\dots (20)$$

Dengan : x_{esti} = Nilai hasil estimasi pengolahan, x_{meas} = Nilai hasil pengukuran yang dianggap benar, N = Jumlah data.

Intensitas Durasi Frekuensi

Dalam proses pengalihragaman hujan menjadi aliran ada beberapa sifat hujan yang penting untuk diperhatikan, antara lain adalah intensitas hujan (I), lama waktu hujan (t), kedalaman hujan (d), frekuensi (f) dan luas daerah pengaruh hujan (A) (Soemarto, 1987). Komponen hujan dengan sifat-sifatnya ini dapat dianalisis berupa hujan titik maupun hujan rata-rata yang meliputi luas daerah tangkapan (*catchment area*) yang kecil sampai besar.

Harto (1993) menyebutkan bahwa analisis IDF memerlukan analisis frekuensi dengan menggunakan seri data yang diperoleh dari rekaman data hujan. Jika tidak tersedia waktu untuk mengamati besarnya intensitas hujan atau karena alatnya tidak ada, dapat ditempuh dengan cara-cara empiris mempergunakan rumus-rumus eksperimental seperti rumus Talbot, Sherman dan Ishiguro.

Intensitas Durasi Frekuensi (IDF) biasanya diberikan dalam bentuk kurva yang memberikan hubungan antara intensitas hujan sebagai ordinat, durasi hujan sebagai absis dan beberapa grafik yang menunjukkan frekuensi atau periode ulang. Analisis IDF dilakukan untuk memperkirakan debit puncak di daerah tangkapan kecil, seperti dalam perencanaan sistem drainase kota, gorong-gorong

dan jembatan. Pada daerah tangkapan kecil, hujan deras dengan durasi singkat (intensitas hujan dengan durasi singkat adalah sangat tinggi) yang jatuh diberbagai titik pada seluruh daerah tangkapan hujan dapat terkonsentrasi di titik kontrol yang ditinjau dalam waktu bersamaan yang dapat menghasilkan debit puncak. Hujan deras dengan durasi singkat (5, 10 atau 15 menit) dapat diperoleh dari kurva IDF yang berlaku untuk daerah yang ditinjau.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Stasiun Kumbe memiliki ketersediaan data hujan jam-jaman selama 6 tahun (2014-2020) dan data hujan harian selama 9 tahun (2011-2020). Sedangkan data satelit JAXA memiliki data hujan jam-jaman selama 6 tahun.

Perhitungan intensitas hujan dilakukan dengan mempertimbangan variasi durasi hujan antara data hujan terukur dengan data hujan satelit JAXA. Pengambilan data hujan maksimum harian dengan melihat nilai terbesar dari data hujan perjamnya. Untuk mendapatkan intensitas hujan dengan menggunakan metode rasional yaitu metode Sherman dan metode Mononobe dari rumus tersebut maka di dapat nilai intensitas hujan jam-jaman. Untuk metode Sherman pada Tabel 1 dapat dilihat hasil perhitungan intensitas hujan terukur dan pada Tabel 2 ialah perhitungan intensitas metode Sherman pada data hujan satelit JAXA. Sedangkan untuk perhitungan intensitas pada metode Mononobe untuk data hujan terukur dapat dilihat pada Tabel 3 dan pada Tabel 4 ialah perhitungan intensitas pada metode Mononobe untuk data hujan satelit JAXA.

Tabel 1. Hasil Nilai Intensitas Curah Hujan Terukur Stasiun Kumbe dengan metode Sherman

t (menit)	t (jam)	Intensitas Hujan (mm/jam)					
		Periode Ulang (Tahun)					
		2	5	10	25	50	100
a =		52,205	78,683	92,638	106,313	117,147	126,080
b=n		1,668	1,837	1,905	1,961	2,001	2,031
60	52,205	78,683	92,638	106,313	117,147	126,080	126,080
120	16,432	22,020	24,744	27,304	29,267	30,847	30,847
180	8,357	10,454	11,432	12,328	13,002	13,538	13,538
240	5,172	6,162	6,609	7,013	7,312	7,547	7,547
300	3,565	4,090	4,321	4,527	4,679	4,797	4,797
360	2,630	2,926	3,053	3,166	3,248	3,312	3,312
420	2,034	2,204	2,277	2,340	2,386	2,422	2,422
480	1,628	1,725	1,765	1,801	1,827	1,847	1,847
540	1,338	1,389	1,411	1,430	1,443	1,454	1,454
600	1,122	1,145	1,154	1,163	1,169	1,174	1,174
660	0,957	0,961	0,963	0,964	0,966	0,967	0,967
720	0,828	0,819	0,816	0,813	0,812	0,810	0,810
780	0,724	0,707	0,700	0,695	0,691	0,689	0,689
840	0,640	0,617	0,608	0,601	0,596	0,593	0,593
900	0,571	0,543	0,533	0,525	0,519	0,515	0,515
960	0,512	0,483	0,472	0,463	0,456	0,452	0,452
1020	0,463	0,432	0,420	0,411	0,404	0,399	0,399
1080	0,421	0,389	0,377	0,367	0,361	0,356	0,356
1140	0,385	0,352	0,340	0,330	0,324	0,319	0,319
1200	0,353	0,320	0,308	0,299	0,292	0,287	0,287
1260	0,326	0,293	0,281	0,271	0,265	0,260	0,260
1320	0,301	0,269	0,257	0,248	0,241	0,237	0,237
1380	0,280	0,248	0,236	0,227	0,221	0,216	0,216
1440	0,261	0,229	0,218	0,209	0,203	0,198	0,198

Sumber : Perhitungan

Tabel 2. Hasil nilai intensitas Curah Hujan Satelit JAXA dengan metode Sherman

t (menit)	t (jam)	Intensitas Hujan (mm/jam)					
		Periode Ulang (Tahun)					
		2	5	10	25	50	100
a =		28,064	55,083	84,053	179,904	220,619	332,679
b=n		1,386	1,670	1,849	2,173	2,261	2,436
60	1	28,064	55,083	84,053	179,904	220,619	332,679
120	2	10,735	17,305	23,324	39,905	46,039	61,468
180	3	6,119	8,790	11,019	16,537	18,410	22,890
240	4	4,106	5,436	6,472	8,851	9,607	11,357
300	5	3,014	3,745	4,284	5,451	5,801	6,594
360	6	2,340	2,762	3,058	3,668	3,842	4,229
420	7	1,890	2,135	2,299	2,624	2,711	2,905
480	8	1,571	1,708	1,796	1,963	2,005	2,098
540	9	1,334	1,403	1,444	1,520	1,536	1,575
600	10	1,153	1,176	1,189	1,209	1,211	1,218
660	11	1,010	1,003	0,997	0,983	0,976	0,966
720	12	0,895	0,868	0,848	0,814	0,802	0,781
780	13	0,801	0,759	0,732	0,684	0,669	0,643
840	14	0,723	0,671	0,638	0,582	0,566	0,537
900	15	0,657	0,598	0,562	0,501	0,484	0,454
960	16	0,601	0,537	0,498	0,435	0,418	0,388
1020	17	0,552	0,485	0,446	0,382	0,365	0,334
1080	18	0,510	0,441	0,401	0,337	0,321	0,291
1140	19	0,473	0,403	0,363	0,300	0,284	0,255
1200	20	0,441	0,370	0,330	0,268	0,253	0,225
1260	21	0,412	0,341	0,301	0,241	0,226	0,200
1320	22	0,386	0,315	0,277	0,218	0,204	0,178
1380	23	0,363	0,293	0,255	0,198	0,184	0,160
1440	24	0,342	0,273	0,235	0,180	0,167	0,144

Sumber : Perhitungan

Tabel 3. Hasil perhitungan intensitas menggunakan metode Mononobe

T	t	2 Tahun	5 Tahun	10 Tahun	25 Tahun	50 Tahun	100 Tahun
Jam	(menit)	79,525	108,933	124,338	139,392	151,295	161,098
0.08	5	147,261	201,717	230,242	258,118	280,160	298,312
0.17	10	92,555	126,781	144,709	162,229	176,083	187,491
0.25	15	70,537	96,621	110,284	123,637	134,195	142,889
0.50	30	44,333	60,727	69,314	77,707	84,342	89,807
1	60	27,864	38,167	43,565	48,839	53,010	56,444
2	120	17,512	23,988	27,381	30,696	33,317	35,476
3	180	13,346	18,282	20,867	23,394	25,391	27,036
4	240	11,007	15,077	17,209	19,292	20,940	22,297
5	300	9,478	12,983	14,819	16,613	18,032	19,200
6	360	8,388	11,490	13,115	14,703	15,959	16,993
7	420	7,565	10,363	11,828	13,260	14,393	15,325
8	480	6,918	9,476	10,816	12,125	13,161	14,014
9	540	6,393	8,757	9,995	11,205	12,162	12,950
10	600	5,957	8,160	9,314	10,442	11,333	12,068
11	660	5,589	7,655	8,738	9,796	10,632	11,321
12	720	5,272	7,222	8,243	9,241	10,030	10,680
13	780	4,997	6,845	7,813	8,758	9,506	10,122
14	840	4,755	6,513	7,434	8,334	9,046	9,632
15	900	4,540	6,219	7,098	7,958	8,637	9,197
16	960	4,348	5,956	6,798	7,621	8,272	8,808
17	1020	4,175	5,719	6,527	7,318	7,942	8,457
18	1080	4,018	5,504	6,282	7,043	7,644	8,139
19	1140	3,875	5,308	6,059	6,792	7,372	7,850
20	1200	3,744	5,129	5,854	6,563	7,123	7,585
21	1260	3,624	4,964	5,666	6,352	6,894	7,341
22	1320	3,512	4,811	5,492	6,157	6,682	7,115
23	1380	3,409	4,670	5,331	5,976	6,486	6,907
24	1440	3,314	4,539	5,181	5,808	6,304	6,712

Sumber : Perhitungan

Pada metode Sherman penyajian kurva IDF untuk di bandingkan terhadap nilai intensitas metode Mononobe maka dilakukan penarikan persamaan lengkung IDF dengan bantuan Ms.Excel untuk mendapatkan durasi yang kurang dari 1 jam. Maka pada data hujan terukur diperoleh kurva IDF mengikuti persamaan lengkung yang disajikan pada Tabel 4. dan pada Tabel 5 ialah persamaan lengkung kurva IDF pada data hujan satelit JAXA.

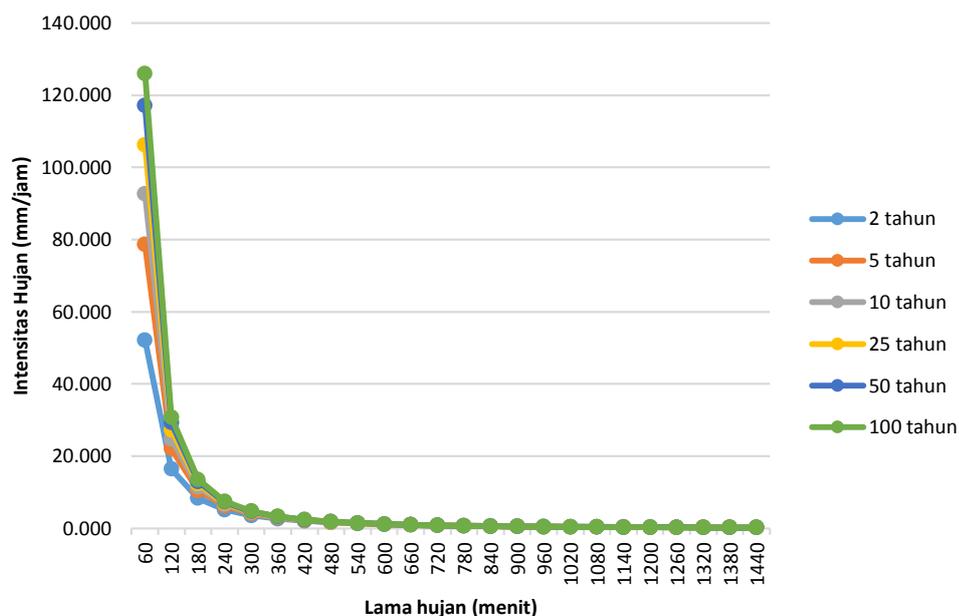
Tabel 4. Persamaan garis lengkung IDF pada metode Sherman data hujan terukur

Tahun	Koefisien Uji	R ²
2	$y = 52,205 X^{-1.668}$	1
5	$y = 78,683 X^{-1.837}$	1
10	$y = 92,638 X^{-1.905}$	1
25	$y = 106,31 X^{-1.961}$	1
50	$y = 117,15 X^{-2.001}$	1
100	$y = 126,08 X^{-2.031}$	1

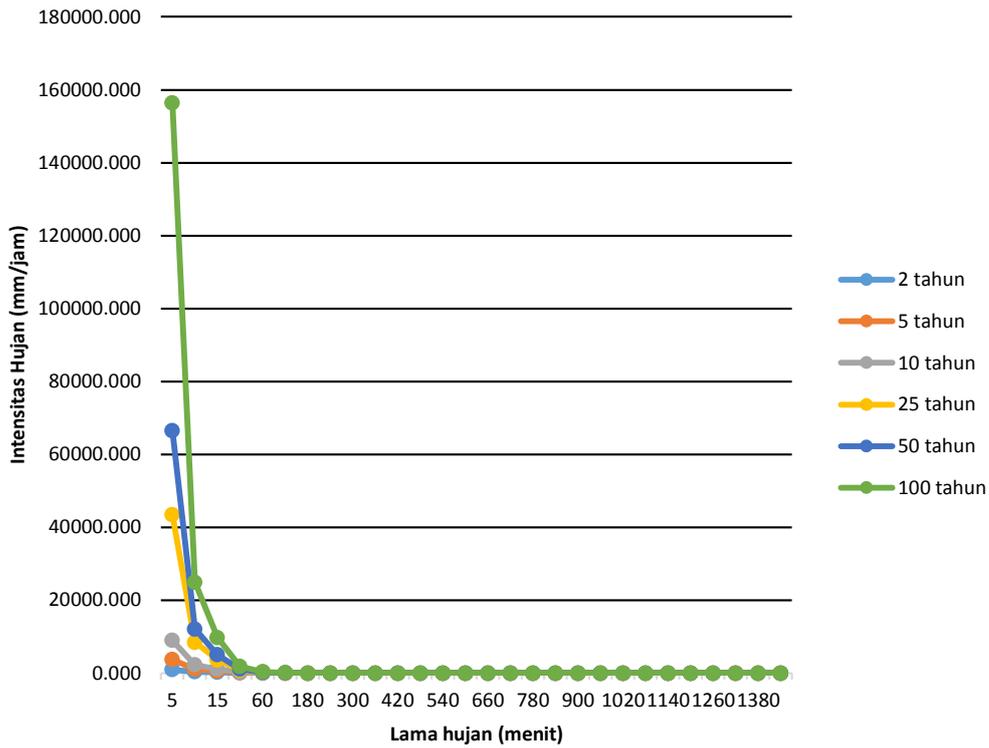
Tabel 5. Persamaan garis lengkung IDF pada metode Sherman data hujan satelit JAXA

Tahun	Koefisien Uji	R ²
2	$y = 28,064 X^{-1.386}$	1
5	$y = 55,083 X^{-1.670}$	1
10	$y = 84,053 X^{-1.849}$	1
25	$y = 179,904 X^{-2.173}$	1
50	$y = 220,619 X^{-2.261}$	1
100	$y = 332,679 X^{-2.436}$	1

Setelah dilakukan ekstrapolasi atau perpanjangan dengan persamaan pada metode Sherman diperoleh hasil analisis berupa intensitas hujan dengan durasi dan periode ulang tertentu dihubungkan ke dalam sebuah kurva Intensitas Durasi Frekuensi (IDF) yang menggambarkan hubungan antara dua parameter penting hujan yaitu durasi dan intensitas hujan. Untuk kurva IDF menggunakan metode Sherman pada hujan terukur dapat dilihat pada Gambar 1, dan Gambar 2 ialah kurva IDF menggunakan metode Sherman pada data satelit JAXA.

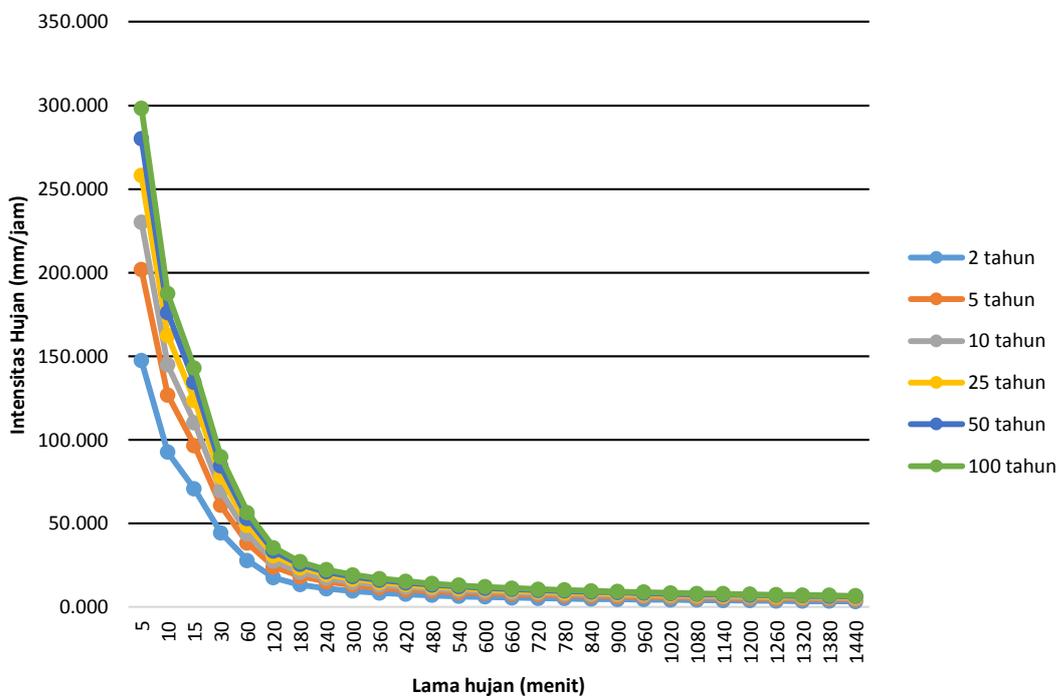


Gambar 1. Kurva Intensitas Durasi Frekuensi (IDF) menggunakan metode Sherman pada Hujan Terukur Stasiun Kumbe.



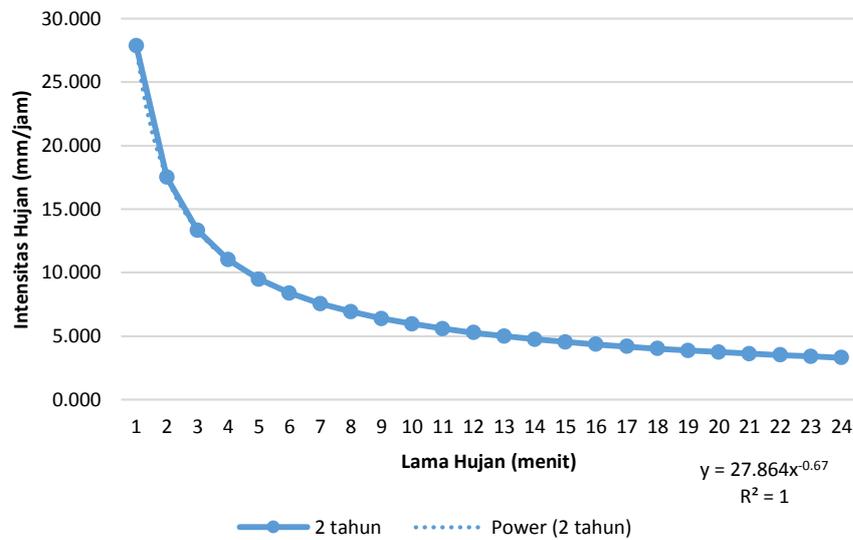
Gambar 2. Kurva Intensitas Durasi Frekuensi (IDF) menggunakan metode Sherman dengan ekstrapolasi pada Hujan Satelit JAXA.

Untuk kurva IDF menggunakan metode Mononobe pada hujan terukur dapat dilihat pada Gambar 3, dan Gambar 4 ialah kurva IDF menggunakan metode Mononobe pada data satelit JAXA.



Gambar 3. Kurva Intensitas Durasi Frekuensi (IDF) menggunakan metode Mononobe pada Hujan Terukur Stasiun Kumba

Pada perhitungan metode Mononobe didapatkan persamaan dengan bantuan Ms.excell seperti contoh grafik pada Gambar 4 untuk data hujan Terukur kala ulang 2 tahun.



Gambar 4. Persamaan metode Mononobe untuk data hujan terukur

Untuk mengetahui nilai akurasi dan selisih data dapat menggunakan rumus *Relatif Error* yang dimana hasilnya dapat dilihat pada Tabel 6 untuk data hujan Terukur dan Tabel 7 untuk data hujan satelit JAXA.

Tabel 6. Nilai rekapitulasi Relatif Error dan nilai selisih data hujan Terukur.

Pengulangan (tahun)	2	5	10	25	50	100
Relatif Error (%)	-0,70	-0,74	-0,75	-0,76	-0,76	-0,77
Rerata Relatif Error (%)	-0,75					
Selisih (%)	5,03	7,56	8,90	10,23	11,28	12,15
Rerata Selisih (%)	9,19					

Tabel 7. Nilai rekapitulasi Relatif Error dan nilai selisih data hujan satelit JAXA.

Pengulangan (tahun)	2	5	10	25	50	100
Relatif Error (%)	0,05	0,03	0,03	0,06	0,07	0,11
Rerata Relatif Error (%)	0,06					
Selisih (%)	1,47	1,33	0,46	3,94	5,45	10,61
Rerata Selisih (%)	3,88					

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

- Berdasarkan nilai persamaan lengkung IDF pada hujan terukur dan hujan citra satelit JAX didapat:
 - Kurva IDF dari data hujan terukur yang diturunkan dengan rumus Sherman untuk kala ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun, 50 tahun dan kala ulang 100 tahun, disajikan berturut-turut dalam persamaan: $I_2 = 52.20/t^{1.66}$, $I_5 = 78.68/t^{1.83}$, $I_{10} = 92.63/t^{1.90}$, $I_{25} = 106.31/t^{1.96}$, $I_{50} = 117.14/t^{2.01}$, $I_{100} = 126.08/t^{2.03}$. Sedangkan untuk penggunaan rumus Mononobe juga menggunakan pengulangan kala ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun, 50 tahun dan kala ulang 100 tahun yang disajikan berturut-turut dalam bentuk kurva dengan persamaan $y_2 = 27.86 x^{-0.67}$, $y_5 = 38.16 x^{-0.67}$, $y_{10} = 43.56 x^{-0.67}$, $y_{25} = 48.83 x^{-0.67}$, $y_{50} = 53.01 x^{-0.67}$, $y_{100} = 56.44 x^{-0.67}$.

- b. Penelitian IDF pada data Hujan Citra Satelit dengan menggunakan rumus Sherman untuk kala ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun, 50 tahun dan kala ulang 100 tahun yang disajikan berturut-turut dalam bentuk kurva dengan persamaan $I_2 = 28.064/t^{1.38}$, $I_5 = 74.756/t^{1.81}$, $I_{10} = 100.524/t^{1.93}$, $I_{25} = 227.535/t^{2.28}$, $I_{50} = 172.547/t^{2.16}$, $I_{100} = 214.089/t^{2.25}$.
2. Dari analisis akurasi kurva IDF data hujan Terukur harian pada Kota Bima dengan membandingkan perhitungan metode Sherman terhadap metode Mononobe dengan hasil kategori Under Estimated dimana nilai Relatif Errornya tidak akurat dengan nilai akurasi < 0.0 % dengan nilai perhitungan akurasi 2 tahun = -0.70 % , 5 tahun = -0.74 % , 10 tahun = -0.75 % , 25 tahun = -0.76 % , 50 tahun = -0.76 % dan 100 tahun = -0.77 %.
 3. Analisis akurasi kurva IDF data hujan satelit JAXA pada Kota Bima dengan membandingkan perhitungan data hujan Terukur metode Sherman terhadap data hujan satelit JAXA metode Sherman dengan kala ulang mendapatkan hasil dengan kategori Estimated yang mana nilai Relatif Errornya cukup akurat dengan nilai akurasi $0.0-1.0$ % dengan hasil perhitungan nilai kala ulang 2 tahun = 0.05 % , 5 tahun = 0.03 % , 10 tahun = 0.03 % , 25 tahun = 0.06 % , 50 tahun = 0.07 % dan 100 tahun = 0.11 %.
 4. Dari hasil analisis IDF, alternatif yang lebih baik jika pada daerah yang tidak memiliki data hujan jam-jaman dapat menggunakan data hujan harian Satelit JAXA yang telah di bandingkan selisihnya terhadap data hujan harian Terukur dengan metode Sherman dalam bentuk persentase mendapatkan selisih rata-rata untuk kala ulang 2 tahun = 1.47 % , 5 tahun = 1.33 % , 10 tahun = 0.46 % , 25 tahun = 3.94 % , 50 tahun = 5.45 % dan 10 tahun = 10.61 %.

Saran

Untuk penelitian selanjutnya diharapkan untuk sebelum pemakaian data curah hujan satelit harus di validasi dahulu untuk meminimalisir kesalahan data pada saat melakukan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Aljabaro, R. (2007). *Estimasi Curah Hujan Menggunakan Data Satelit Geostasioner*. Tugas Akhir, Institut Teknologi Bandung.
- Andarini, I. (2011). *Analisis Intesitas Durasi Frekuensi (IDF) Hujan DAS Jangkok*, Tugas Akhir, Fakultas Teknik Universitas Mataram.
- Asih Andrea Sumarah dan Hatabua. (2013). *Analisis Kurva IDF (Intensity Duration Frequency) DAS Gajahwong Yogyakarta*. Sekolah Tinggi Teknologi Nasional Yogyakarta.
- Bonnier. (1980). *Probability Distribution and Prabability Analysis*. DPMA, Bandung.
- Dewi, M. (2015). *Analisis Intesitas Durasi Frekuensi (IDF) Kabupaten Dompu*. Tugas Akhir, Fakultas Teknik Universitas Mataram.
- Harto, S. (1993). *Analisis Hidrologi*. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Soemarto, C.D. (1987). *Hidrologi Teknik*. Usaha Nasional, Surabaya.
- Soewarno. (1995). *Hidrologi Pengukuran dan Pengolahan Data Aliran Sungai (Hidrometri)*. Nova, Bandung.
- Sosrodarsono, S., dan Takeda, K. (1983). *Hidrologi Untuk Pengairan*. Pradnya Paramitha, Jakarta.
- Triatmodjo, B. (2010). *Hidrologi Terapan*. Beta Offset, Yogyakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. (2016). *SNI 2416;2016 Tata Cara Perhitungan Banjir Rencana*. BSN. Jakarta.
- Arafa F., Noraini A., Subakti B. (2018). *Perhitungan Parameter Kualitas Air Laut Menggunakan Citra Satelit Landsat 8*. *Jurnal Geomaritim Indonesia*, 1(1), 23-30.
- Ginting S., Ogink H., Vernimmen R. (2010). *Area Reduction Factors (ARF) Untuk Hujan Rencana Di Das Citarum Hulu*. Surabaya.