

**PREDIKSI PERUBAHAN KURVA INTENSITAS-DURASI-FREKUENSI HUJAN
UNTUK WILAYAH SUMBAWA**
Curve Change Prediction of Intensity-Duration-Frequency of Rain for Sumbawa District

Humairo Saidah*, Anid Supriyadi*

***Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Mataram, Jl Majapahit 62 Mataram
Email : h.saidah@unram.ac.id, anidsupriyadi@unram.ac.id**

Abstrak

Kurva Intensitas-Durasi-Frekuensi (IDF) adalah salah satu kurva hubungan yang umum digunakan dalam pengelolaan sumberdaya air, baik untuk perencanaan, perancangan maupun pengoperasian sumber daya air. Perubahan iklim yang terjadi diyakini akan membuat bentuk dari lengkung IDF di wilayah ini juga akan mengalami perubahan. Studi ini ingin memprediksikan perubahan bentuk kurva IDF di daerah Sumbawa untuk kepentingan penyesuaian sekaligus prediksi persamaan umumnya untuk masa yang akan datang. Studi dimulai dari perhitungan curah hujan rancangan yang dihitung dengan analisis frekuensi. Intensitas hujan dihitung dengan mempergunakan metode Mononobe. Penelitian Analisa Lengkung IDF wilayah Sumbawa menghasilkan Persamaan untuk menentukan besaran Intensitas Hujan, menurut kala ulang adalah 100 tahun, $I = 1091.7 t^{0.667}$; 50 tahun, $I = 1039.3 t^{0.667}$; 25 tahun, $I = 949.65 t^{0.667}$; 10 tahun, $I = 895.46 t^{0.667}$; 5 tahun, $I = 813.24 t^{0.667}$; 2 tahun, $I = 656.27 t^{0.667}$. Sedangkan prediksi lengkung IDF pada 2030 adalah, untuk kala 100 tahun, $I = 1578.2 t^{0.667}$; 50 tahun, $I = 1461.4 t^{0.667}$; 25 tahun, $I = 1396.2 t^{0.667}$; 10 tahun, $I = 1178 t^{0.667}$; 5 tahun, $I = 1037.5 t^{0.667}$; 2 tahun, $I = 839.5 t^{0.667}$.

Kata Kunci : Hujan, Intensitas, Durasi, Frekuensi

PENDAHULUAN

Perubahan siklus hidrologi di berbagai belahan dunia yang telah menaikkan gas rumah kaca telah diyakini menyebabkan berbagai variasi dalam intensitas, durasi dan frekuensi dari kejadian hujan di muka bumi (Mirhosseini, 2013). Di wilayah di Indonesia, pengaruh adanya gejala alam seperti El Nino dan la Nina juga sangat berpengaruh terhadap banyaknya curah hujan dan jumlah hari hujan, termasuk di Kabupaten Sumbawa. Hal ini terlihat dari banyaknya hari hujan dan curah hujan yang terjadi misalnya sepanjang tahun 2011 dibandingkan tahun sebelumnya. Demikian juga dengan jumlah hari hujan, dimana pada tahun 2011 terdapat lebih banyak jumlah hari hujan yaitu sebanyak 148 hari, dengan hari hujan terbanyak terjadi pada bulan Januari sebanyak 26 hari (Pemkab. Sumbawa, n.d.). Kabupaten Sumbawa termasuk daerah yang sedang berkembang dan sedang giat melakukan pembangunan infrastuktur kota diantaranya adalah saluran drainase.

Lengkung Intensitas-Durasi-Frekuensi (IDF) adalah salah satu kurva hubungan yang umum digunakan dalam pengelolaan sumberdaya air, baik untuk perencanaan, perancangan maupun pengoperasian sumber daya air. Kurva ini biasanya digunakan untuk kebutuhan perhitungan banjir rencana menggunakan rumus Rasional dimana metode ini membutuhkan informasi curah hujan yang jatuh dalam durasi pendek pada kala ulang tertentu (Sudjarwadi, 1997; Suripin, 2004). Pembuatan kurva ini sangat dipengaruhi oleh besaran data hujan di lokasi penelitian sehingga lengkung IDF ini biasanya hanya digunakan secara lokal.

Penelitian ini bertujuan mendapatkan lengkung IDF untuk wilayah Sumbawa serta prediksi perubahan bentuk lengkung IDF dilihat dari kecenderungan perubahan pola curah hujan di wilayah ini. Wilayah Sumbawa dalam penelitian ini meliputi Kabupaten Sumbawa Barat dan Kabupaten Sumbawa

Besar. Hasil penelitian berupa kurva IDF ini nantinya dapat dimanfaatkan untuk menghitung debit banjir rencana yang digunakan dalam perancangan bangunan air, khususnya metode Rasional yang membutuhkan besaran debit banjir dalam durasi yang pendek hingga masa prediksi penelitian.

TINJAUAN PUSTAKA

Untuk memperoleh hasil analisis yang baik, data hujan harus dilakukan pengujian konsistensi terlebih dahulu untuk mendeteksi penyimpangan. Uji konsistensi data dengan menggunakan metode RAPS (Rescaled Adjusted Partial Sums), digunakan untuk menguji ketidak akuratan antara data dalam stasiun itu sendiri dengan mendeteksi pergeseran nilai rata-rata (mean). Persamaan yang digunakan sebagai berikut (Harto, 1993) :

$$Sk^*_0 = 0 \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$Sk^* = \sum_{i=1}^k (Y_i - \bar{Y}) \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$Dy^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}{n} \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$Sk^{**} = \frac{Sk^*}{Dy} \quad \dots\dots\dots (4)$$

Nilai statistik Qy:

$$Qy = \max_{0 < k < n} |Sk^{**}| \quad \dots\dots\dots (5)$$

Nilai statistik R:

$$Ry = \max_{0 < k < n} Sk^{**} - \min_{0 < k < n} Sk^{**} \quad \dots\dots\dots (6)$$

dengan : Y_i = data curah hujan, \bar{Y} = rerata curah hujan, n = jumlah data hujan, $k = 1, 2, 3, \dots, n$.

Penyusunan kurva IDF dilakukan dengan terlebih dahulu menghitung debit banjir rancangan untuk mendapatkan besaran frekuensi hujan. Perhitungan besaran rancangan mengikuti jenis distribusi datanya, setelah diketahui parameter statistic yang berupa koefisien kemencengan, koefisien variansi dan koefisien kurtosis. Sebaran distribusi data hujan biasanya mengikuti jenis distribusi Normal, Log normal, gumbel dan Log Pearson Type III. Perhitungan besaran rancangan untuk data berdistribusi normal mengikuti persamaan (Triatmodjo, 2008; Kamiana, 2010)

$$X_t = \bar{X} + k \cdot S \quad \dots\dots\dots (7)$$

dengan : X_t = curah hujan rancangan (mm), \bar{X} = curah hujan rata-rata (mm), S = standar deviasi, k = faktor frekuensi.

Untuk data berdistribusi Log pearson Type III mengikuti persamaan :

$$\text{Log}X_t = \overline{\text{Log}X} + k \cdot S \log x \quad \dots\dots\dots (8)$$

dengan : $\text{Log} X_t$ = nilai logaritmik X , $\overline{\text{Log}X}$ = nilai rata-rata dari $\text{Log} X$, S = standar deviasi dari X , dan k = faktor frekuensi

Untuk data yang berdistribusi Gumbel, mengikuti persamaan :

$$Y_T = -\ln \left[-\ln \frac{T_r-1}{T_r} \right] \dots\dots\dots (9)$$

$$X_T = b + \frac{Y_T}{a} \dots\dots\dots (10)$$

$$a = \frac{S_n}{S} \dots\dots\dots (11)$$

$$b = \frac{S}{X_r} - \frac{Y_n S}{S_n} \dots\dots\dots (12)$$

dengan : Y_T = variasi pengurangan untuk periode T, X_T = curah hujan maksimum untuk periode T (mm), T_r = kala ulang tahunan, X = rata-rata curah hujan (mm), S = standar deviasi, S_n = variasi pengurangan akibat standar deviasi dengan jumlah sampel n, Y_n = rata-rata variasi pengurangan dengan jumlah n sampel.

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 disebabkan oleh karena alatnya tidak ada, dapat ditempuh cara-cara empiris dengan mempergunakan rumus-rumus eksperimental seperti rumus Talbot, Sherman dan Ishigura (Sosrodarsono dan Takeda 1995). Seandainya data curah hujan yang ada adalah data curah hujan harian, maka untuk menghitung intensitas hujan dapat digunakan metode Mononobe (Triatmodjo, 2008; Kamiana, 2010).

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{\frac{2}{3}} \dots\dots\dots (13)$$

dengan : I = intensitas hujan (mm/jam), t = lamanya curah hujan (jam), R_{24} = curah hujan maksimum dalam 24 jam.

METODE PENELITIAN

Pengumpulan data

Data hujan yang dikumpulkan adalah berupa hujan harian dengan Panjang data selama 27 tahun yaitu 1988 sampai 2013, dari Pos penakar Stasiun Semongkat, Utan Rhee, Rea Atas, Taliwang, dan Tepas..

Persiapan data

- a. Pengujian terhadap konsistensi data hujan menggunakan metode RAPS
- b. Penetapan Seri Data
Penetapan seri data dilakukan dengan metode *Partial series*, yaitu mengambil beberapa data maksimum setiap tahun.
- c. Curah Hujan Rata-rata Daerah
Untuk mendapatkan harga curah hujan areal dari curah hujan di stasiun penakar (*point rainfall*) adalah dengan mengambil harga rata-ratanya (Soemarto, 1987), dalam studi ini menggunakan metode Poligon Thiessen.
- d. Analisis Frekuensi

Penentuan debit banjir rancangan dilakukan melalui analisis frekuensi mengikuti jenis distribusi sebaran datanya dilihat dari nilai Cs (Koefisien kepeccengan), Cv (Koefisien variasi), Ck (Koefisien kurtosis).

e. Intensitas Curah Hujan

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 disebabkan oleh karena alatnya tidak ada, dapat ditempuh cara-cara empiris dengan mempergunakan rumus-rumus seperti rumus Talbot, Sherman dan Ishigura (Sosrodarsono dan Takeda, 1995). Seandainya data curah hujan yang ada adalah data curah hujan harian, maka untuk menghitung intensitas hujan dapat digunakan metode Mononobe (Triatmojo, 2008).

f. Pembuatan Kurva IDF

Untuk mendapatkan kurva IDF langkah-langkah analisis dilakukan sebagai berikut:

- Menentukan besaran hujan rancangan untuk kala ulang tertentu.
- Menentukan intensitas curah hujan harian dengan metode Mononobe
- Penggambaran grafik hubungan intensitas hujan, durasi dan frekuensi untuk berbagai kala ulang.

g. Prediksi kurva pada masa yang akan datang dilakukan dengan mencari rasio perubahan besaran hujan rancangan dari dua kelompok tahun perhitungan. Kelompok pertama memperhitungkan curah hujan rancangan berdasarkan data hujan tahun 1988-2000 (13 tahun) dan curah hujan rancangan kedua dianalisis dari data hujan 2001-2013 (14 tahun). Lalu berdasarkan rasio curah hujan rancangan kedua kelompok data digunakan memprediksi curah hujan rancangan pada 14 tahun ke depan dengan asumsi mengikuti pola linier.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Data Hujan

Uji konsistensi data hujan menggunakan metode RAPS untuk stasiun yang berada di wilayah Sumbawa yaitu Semongkat, Utan Rhee, Rea Atas, Taliwang, dan Tepas diperoleh hasil perhitungan bahwa data hujan dari kelima stasiun yang ada adalah konsisten. Selanjutnya hasil perhitungan uji konsistensi disajikan pada Tabel 1.

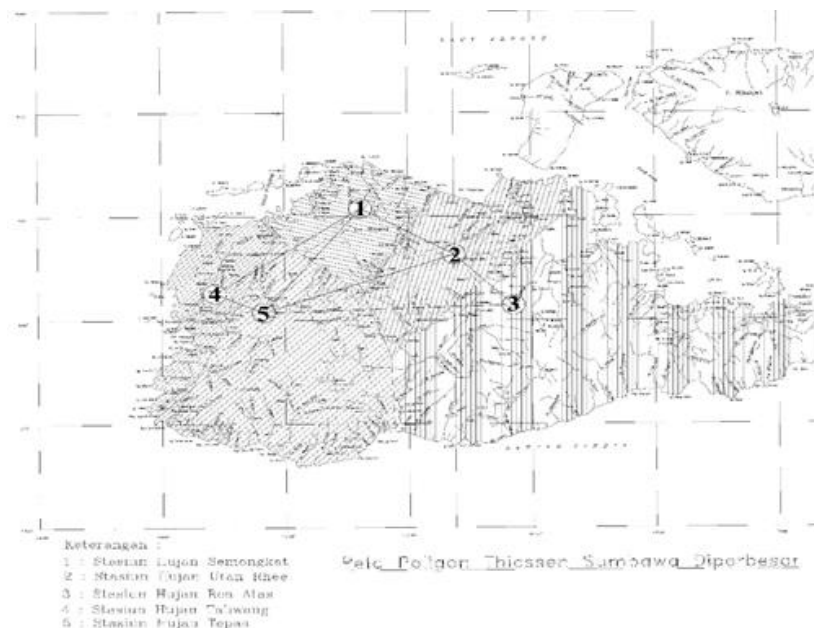
Tabel 1. Hasil perhitungan uji konsistensi stasiun hujan di Wilayah Sumbawa

No.	Stasiun Hujan	Q / \sqrt{n}		R / \sqrt{n}		Hasil Pengujian
		Hitungan	Tabel 90%	Hitungan	Tabel 90%	
1	Semongkat	0.974	1.1	1.257	1.34	Konsisten
2	Utan Rhee	0.825	1.1	0.965	1.34	Konsisten
3	Rea Atas	0.515	1.1	0.941	1.34	konsisten
4	Taliwang	0.78	1.1	1.33	1.34	Konsisten
5	Tepas	0.91	1.1	1.32	1.34	Konsisten

Analisis Curah Hujan Rerata Daerah

Data hujan yang tercatat di setiap stasiun penakar hujan adalah tinggi hujan di sekitar stasiun tersebut atau disebut sebagai *point rainfall*. Perhitungan curah hujan harian rerata daerah dilakukan

dengan merata-ratakan data hujan dari 5 stasiun hujan yang ada yaitu Stasiun Semongkat, Utan Rhee, Rea Atas, Taliwang dan Tepas dengan metode Poligon Thiessen. Poligon thiessen untuk wilayah Sumbawa disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Poligon Thiessen Wilayah Sumbawa

Jenis distribusi data hujan

Penentuan jenis distribusi data hujan dilakukan dengan metode partial series. Data terlebih dahulu mengolah hujan rerata harian maksimum tahunan dan mengambil yang bernilai dengan melihat beberapa parameter statistik dari data. Dan hasil perhitungannya disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Parameter Statistik data hujan untuk Wilayah Sumbawa

Komponen	Nilai
Jumlah data	58
Rata-rata, \bar{X}	51.47
Simpangan Baku, Sd	11.36
Koefisien Variasi, Cv	129.082
Koefisien Skewness, Cs	2.582
Koefisien Kurtosis, Ck	0.031

Berdasarkan perhitungan parameter statistik yang diperoleh pada Tabel 2 ditetapkan bahwa jenis distribusi yang cocok dengan sebaran data curah hujan harian maksimum yang digunakan untuk penelitian di Wilayah Sumbawa berdistribusi Log Pearson type III.

Curah Hujan Rancangan

Sajian kurva Intensitas-Durasi-Frekuensi membutuhkan nilai hujan rancangan sebagai salah satu komponen kurva, dimana kurva intensitas hujan digambarkan bersamaan dalam berbagai kala ulang (frekuensi) kejadian. Hujan rancangan merupakan besaran hujan yang rata-rata akan disamai atau dilampaui sekali dalam T tahun atau disebut kala ulang (*return periode*). Dari seri data hujan rerata harian maksimum tahunan wilayah Sumbawa dilakukan analisis frekuensi menggunakan jenis distribusi Log Pearson Type III. Dari hasil uji kecocokan menggunakan cara Chi Square dan Smirnov Kolmogorov

diperoleh hasil uji bahwa distribusi Log Pearson type III diterima. Selanjutnya hujan rancangan disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hujan Rencana dengan Periode Ulang (XT) Wilayah Sumbawa

Kala Ulang	$\overline{\log X}$	$S \log X$	kT	Hujan Rencana (mm)
2	1.682	0.151	0.169	45.35
5	1.682	0.151	0.753	62.56
10	1.682	0.151	1.340	76.76
25	1.682	0.151	2.051	98.35
50	1.682	0.151	2.557	117.34
100	1.682	0.151	3.044	139.08

Intensitas Hujan Rencana

Intensitas hujan adalah tinggi atau kedalaman air hujan persatuan waktu. Sifat umum hujan adalah makin singkat hujan berlangsung, maka intensitasnya cenderung makin tinggi. Semakin besar kala ulangnya makin tinggi pula intensitasnya (Yohanna dkk, 2007). Pada penelitian ini intensitas hujan dihitung dengan menggunakan metode Mononobe (Suroso, 2006), dengan Persamaan sebagai berikut:

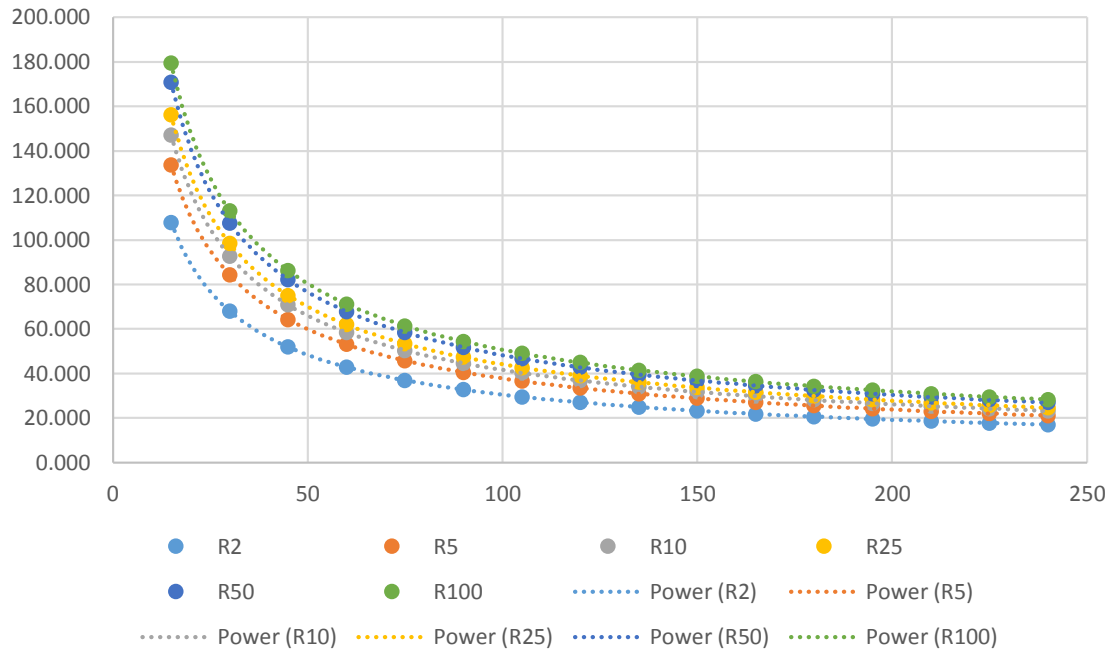
Hasil perhitungan intensitas hujan rencana metode mononobe untuk masing-masing Wilayah disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Intensitas Hujan (mm) untuk Wilayah Sumbawa (mm)

t (menit)	Intensitas Hujan (mm)					
	R2	R5	R10	R25	R50	R100
15	114.26	157.65	193.42	247.84	295.67	350.47
30	71.98	99.31	121.85	156.13	186.26	220.78
45	54.93	75.79	92.99	119.15	142.14	168.49
60	45.35	62.56	76.76	98.35	117.34	139.08
75	39.08	53.92	66.15	84.76	101.12	119.86
90	34.61	47.74	58.58	75.06	89.54	106.14
105	31.23	43.08	52.86	67.73	80.80	95.77
120	28.10	39.41	48.35	61.96	73.92	87.62
135	26.41	36.46	44.70	57.28	68.34	81.00
150	24.62	33.96	41.67	53.40	63.70	75.51
165	23.10	31.87	39.11	50.11	59.78	70.86
180	21.80	30.08	36.90	47.28	56.41	66.86
195	20.67	28.51	34.98	44.83	53.48	63.39
210	19.67	27.14	33.30	42.67	50.90	60.33
225	18.79	25.92	31.80	40.75	48.61	57.62
240	17.99	24.83	30.46	39.03	46.57	55.20

Pembuatan Kurva IDF

Hasil analisis berupa intensitas hujan dengan durasi dan periode ulang tertentu duhubungkan ke dalam sebuah kurva *intensity Duration Frequency* (IDF). Kurva IDF menggambar hubungan antara dua parameter penting hujan yaitu durasi dan intensitas hujan dan disajikan pada Gambar 2 dan Tabel 5.



Gambar 2. Kurva IDF Wilayah Sumbawa

Tabel 5. Persamaan eksponensial pembentuk kurva IDF wilayah Sumbawa

Kala ulang (Tahun)	Persamaan	R ²
2	$I = 656.27 t^{-0.667}$	1.0
5	$I = 813.24 t^{-0.667}$	1.0
10	$I = 895.46 t^{-0.667}$	1.0
25	$I = 949.65 t^{-0.667}$	1.0
50	$I = 1039.3 t^{-0.667}$	1.0
100	$I = 1091.7 t^{-0.667}$	1.0

Prediksi perubahan kurva IDF

Mirhosseini (2013) melakukan prediksi perubahan bentuk kurva Intensitas Durasi frekuensi untuk scenario perubahan iklim yang akan datang menggunakan data hujan 3 jam-an hasil simulasi dari kombinasi enam model iklim global dan regional. Hasil dari simulasi ini menunjukkan bahwa pola hujan pada masa yang akan datang untuk wilayah Alabama memiliki kecenderungan intensitas menurun untuk hujan yang berdurasi pendek.

Perubahan bentuk kurva IDF pada penelitian ini dilihat dari perbandingan antara kurva IDF yang dibentuk oleh curah hujan pada kelompok data periode awal dan periode akhir penelitian. Perhitungan dimulai dengan penentuan jenis distribusi data, perhitungan curah hujan rancangan, perhitungan intensitas hujan, serta pembuatan kurva IDF. Parameter statistik kedua kelompok data disajikan pada tabel 6 dan perhitungan prediksi hujan rancangan disajikan pada Tabel 7.

Perhitungan prediksi hujan rancangan dilakukan untuk rentang waktu yang sama dengan periodisasi waktu analisis yaitu 14 tahun dengan asumsi grafik membentuk trend linier dengan laju sebesar rasio dari dua kelompok data awal dan akhir penelitian. Hasil perhitungan prediksi curah hujan rancangan disajikan pada Tabel 7.

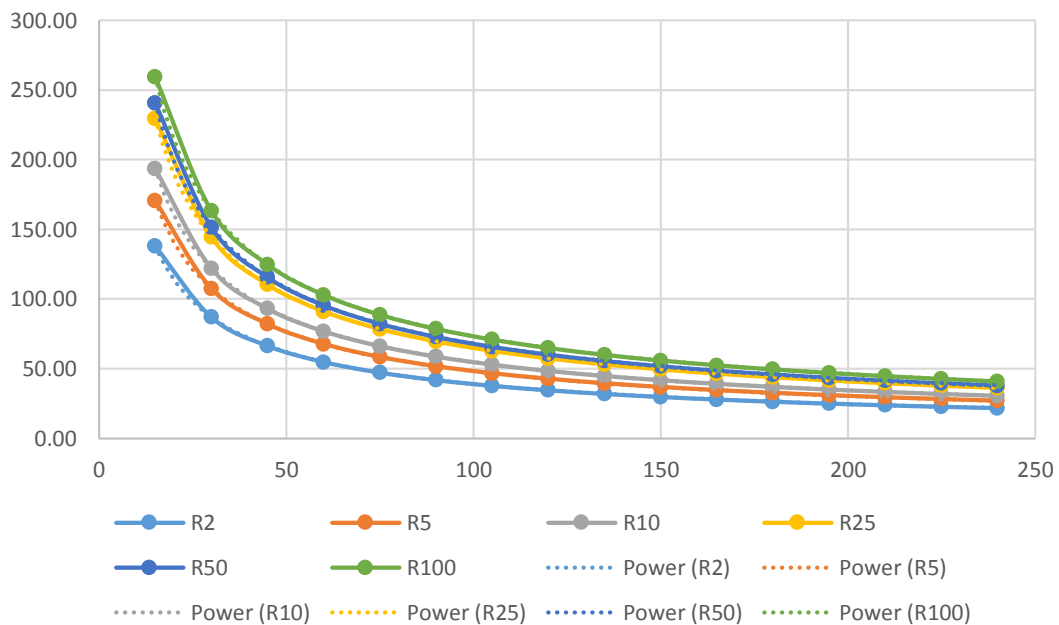
Tabel 6. Nilai parameter statistik data periode awal dan akhir tahun penelitian

Komponen	Nilai	
	1988-2000	2001-2013
Jumlah data	30	34
Rata-rata, \bar{X}	42.82	54.06
Simpangan Baku, Sd	12.19	28.73
Koefisien Variasi, Cv	148.65	825.38
Koefisien Skewness, Cs	0.149	1.91
Koefisien Kurtosis, Ck	0.031	4.16
Distribusi data	Normal	Log Pearson III

Tabel 7. Prediksi Hujan Rencana Wilayah Sumbawa

Kala Ulang	Curah hujan rancangan (mm)		
	Periode awal	Periode akhir	Prediksi hingga 2028
2	42.82	48.80	54.78
5	53.06	60.38	67.69
10	58.43	67.65	76.86
25	61.96	76.53	91.09
50	67.82	81.65	95.49
100	71.23	87.10	102.98

Sehingga berdasarkan prediksi curah hujan rencana dapat dibuat prediksi kurva IDF untuk wilayah Sumbawa untuk tahun 2014-2028, dan disajikan pada Gambar 3. Sedangkan persamaan umum hubungan antara Intensitas dan durasi hujan untuk berbagai kala ulang disajikan pada Tabel 8.

**Gambar 3.** Kurva IDF prediksi untuk Wilayah Sumbawa hingga 2028**Tabel 8.** Persamaan eksponensial pembentuk kurva IDF wilayah Sumbawa saat ini

Kala ulang (Tahun)	Persamaan	R ²
2	$I = 839.51 t^{-0.667}$	1.0
5	$I = 1037.5 t^{-0.667}$	1.0
10	$I = 1178 t^{-0.667}$	1.0
25	$I = 1396.2 t^{-0.667}$	1.0
50	$I = 1461.4 t^{-0.667}$	1.0
100	$I = 1578.2 t^{-0.667}$	1.0

Berdasarkan rekaman data dan parameter statistik dari kelompok data awal dan akhir penelitian dapat dilihat adanya peningkatan curah hujan rerata daerah pada wilayah Sumbawa dengan peningkatan sebesar 26% yang mengakibatkan peningkatan intensitas hujan rerata sebesar 7.16% untuk berbagai kala ulang hujan selama 13 tahun terakhir.

Namun penelitian ini hanya mendasarkan prediksi pada asumsi bahwa karakteristik hujan di wilayah Sumbawa mengikuti trend linier yang berarti peningkatan curah hujan berjalan secara konstan dari tahun ke tahun. Padahal pada kenyataannya kejadian alam memiliki probabilitas yang sangat kompleks dan tidak dapat diasumsikan selalu linier. Namun penelitian ini dapat dijadikan sebagai langkah awal dalam mendekati curah hujan mendatang. Dan untuk itu penelitian ini masih memerlukan berbagai langkah pembuktian dan pengembangan.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Kurva IDF prediksi hingga tahun 2028 untuk wilayah Sumbawa mengikuti persamaan sebagai berikut: 100 tahun, $I = 1578.2 t^{-0.667}$; 50 tahun, $I = 1461.4 t^{-0.667}$; 25 tahun, $I = 1396.2 t^{-0.667}$; 10 tahun, $I = 1178 t^{-0.667}$; 5 tahun, $I = 1037.5 t^{-0.667}$; 2 tahun, $I = 839.5 t^{-0.667}$.

Saran

Jika tersedia, sebaiknya kurva IDF diturunkan dari data hujan jam-jaman dan prediksi bentuk kurva IDF dapat diturunkan melalui prediksi data hujan yang diturunkan dari model hujan global yang diunduh dengan teknik Statistical Downscaling.

DAFTAR PUSTAKA

- Harto, S., B. (1993). Analisis Hidrologi. Gramedia. Jakarta.
- Pemerintah Kabupaten Sumbawa, n.d. Gambaran Umum Kondisi Daerah Sumbawa. www.sumbawakab.go.id. Akses tanggal 24 Maret 2020.
- Kamiana I., M. (2010). Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Mirhosseini, G, Srivastava, P, & Stefanova, L. (2013), The impact of climate change on rainfall Intensity–Duration–Frequency (IDF) curves in Alabama. *Reg Environ Change* 13, 25–33, <https://doi.org/10.1007/s10113-012-0375-5>.
- Soemarto, C., D. (1987). Hidrologi Teknik. Penerbit Usaha Nasional. Surabaya.
- Soewarno. (1995). Hidrologi. Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data. Penerbit Nova. Bandung.
- Sosrodarsono, S, Takeda, K. (1995). Hidrologi Untuk Pengairan. Pradnya Paramita. Jakarta.
- Sudjarwadi. (1987). Teknik Sumber daya Air. UGM-Press. Yogyakarta.
- Suripin. (2004). Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan. Andi Yogyakarta. Yogyakarta.
- Suroso. (2006). Analisis Curah Hujan Untuk Membuat Kurva Intensity-Duration-Frequency (Idf) Di Kawasan Rawan Banjirkabupaten Banyumas. *E-Jurnal Fakultas Teknik. Universitas Jenderal Soedirman*.
- Triatmodjo, B. (2008). Hidrologi Terapan. Beta Offset. Yogyakarta.
- Yohanna, L., H, Andy, H, dan Hadie, S. (2007). Pemilihan Metode Intensitas Hujan yang Sesuai dengan Karakteristik Stasiun Pekanbaru. *Jurnal Teknik Sipil*. 8(1), 1–15.