

ANALISIS SPEKTRAL DALAM PENENTUAN PERIODISITAS DAN INTENSITAS CURAH HUJAN DI WILAYAH KOTA SERANG

Afin Alwi Adela¹, Yayat Ruhiat², Rahmat Firman Septiyanto³

^{1,2,3}Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

afinalwi313@gmail.com¹, yruhiat09@gmail.com²,
untirtafisikarahmat@gmail.com³

Received 20 November 2022; revised 30 November 2022; accepted 5 Desember 2022.

ABSTRAK

Kota Serang berada pada kategori iklim hujan tropis hal ini menandakan bahwa curah hujan pada keadaan tertentu akan memiliki intensitas yang tinggi. Hal tersebut yang menimbulkan terjadinya bencana banjir di kota Serang. Oleh karena itu, perlu dilakukan identifikasi untuk mengetahui periodisitas dan tingkat intensitas curah hujan di kota Serang. Metode yang digunakan dalam penelitian ini analisis spektral untuk mengetahui periodisitas dan metode mononobe untuk mengetahui tingkat intensitas. Hasil penelitian yang diperoleh periodisitas curah hujan terjadi 11.91 bulan/siklus atau 35.75 dasarian/siklus artinya curah hujan di kota Serang memiliki tipe musonial sebab dipengaruhi fenomena angin muson dan tingkat intensitas (I) tertinggi sebesar 34.04 hingga 85.78 mm/jam yang berlangsung dalam kurun waktu singkat yaitu 1 – 4 jam hal ini menimbulkan banjir di beberapa wilayah kota Serang.

Kata kunci: analisis spektral, banjir, intensitas, Kota Serang, mononobe.

ABSTRACT

Serang City is in the tropical rainy climate category, this indicates that rainfall in certain circumstances will have high intensity. This is what causes the occurrence of floods in the city of Serang. Therefore, it is necessary to identify it to determine the periodicity and intensity level of rainfall in the city of Serang. The method used in this research is spectral analysis to determine the periodicity and the mononobe method to determine the level of intensity. The research results obtained that the periodicity of rainfall occurs 11.91 months/cycle or 35.75 decadal/cycle, meaning that rainfall in the city of Serang has a monsoonal type because it is influenced by the monsoon wind phenomenon and the highest level of intensity (I) is 34.04 to 85.78 mm/hour which lasts for a period of short time 1 – 4 hours this causes flooding in several areas of the city of Serang.

Keywords: spectral analysis, flood, intensity, City of Serang, mononobe.

PENDAHULUAN

Perubahan iklim cuaca di Indonesia sangat erat kaitannya dengan berubahnya kondisi fisik yaitu suhu dan distribusi curah hujan yang terjadi dalam kurun waktu lama. Sifat musim hujan diklasifikasi menjadi diatas normal (AN), normal (N), dan dibawah normal (BN). Sifat musim hujan normal (N) didefinisikan sebagai akumulasi curah hujan yang terjadi disuatu daerah dengan prakiraan musiman musim hujan antara 85% - 115 % terhadap rata-ratanya selama 30 tahun, sedangkan sifat hujan dibawah normal (BN) berarti memiliki curah hujan yang lebih rendah dari 85% terhadap rata-ratanya dan diatas normal didefinisikan bahwa curah hujan lebih tinggi dari 115% dengan prakiraan musiman musim hujan rata-ratanya selama 30 tahun (Pabalik dkk., 2015).

Curah hujan dengan intensitas tinggi merupakan hal yang wajar terjadi di daerah yang memasuki musim penghujan, mengingat peluang terjadinya hujan pada saat itu cukup tinggi (Bayong dkk., 2008). Hal inipun terjadi di Provinsi Banten salah satunya di Kota Serang, hujan yang lebat terjadi di Kota Serang Sabtu 26 Febuary hingga Selasa 1 Maret 2022, Faktor utama adanya intensitas hujan sedang hingga tinggi yang berlangsung cukup lama mengakibatkan meluapnya Sungai Cibaten dan membuat banjir 22 titik wilayah Kota Serang (Massa, 2022) dan disetiap awal tahun adanya aktifitas perubahan Monsun Barat atau Monsun Barat Laut.

Kota Serang berdasarkan geografis terletak diantara $5^{\circ}99'$ – $6^{\circ}22'$ Lintang Selatan dan $106^{\circ}07'$ – $106^{\circ}25'$ Bujur Timur, sebagian besar wilayah Kota Serang merupakan dataran rendah dengan ketinggian kurang dari 500 mdpl (Angelina & Faizin, 2022). Kota Serang berada pada kategori iklim hujan tropis hal ini menandakan bahwa curah hujan pada keadaan tertentu akan memiliki intensitas yang tinggi. Fakta tersebut dapat diamati curah hujan di Kota Serang memiliki rata-rata diatas 100 mm/tahun (BPS Provinsi Banten, 2015). Hal ini menjadikan prakiraan curah hujan di wilayah Kota Serang menjadi penting karena dapat membantu pengambilan keputusan diberbagai bidang kehidupan. Disisi lain, perubahan iklim global membuat curah hujan seringkali sulit diprediksi. Oleh karena itu, perlu dilakukan identifikasi untuk mengetahui periodisitas siklus curah

hujan dengan metode analisis spektral dan mengetahui tingkat intensitas curah hujan di Kota Serang. Dengan demikian diharapkan dapat memberikan kontribusi untuk memprediksi curah hujan di masa mendatang.

METODE PENELITIAN

Dalam penelitian dilakukan studi pustaka untuk mengumpulkan, memilih dan menganalisis sejumlah sumber bacaan yang relevan dengan topik terkait baik secara teori maupun aplikasinya pada peramalan curah hujan. Metode yang digunakan kuantitatif menggunakan data sekunder curah hujan harian selama 12 tahun periode 1 Januari 2011 sampai 31 Desember 2022 yang bersumber dari Stasiun Meteorologi Maritim Kelas I Serang dan model deskriptif yang menganalisis hasil perhitungan. Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 06 – 11 Febuari 2023. Data diolah dengan software Minitab 19.0, Matlab versi 2021a, dan Microsoft Office Excel.

Dalam penelitian ini, pengolahan data dibagi menjadi 2 tahap yaitu menentukan periodisitas dan menghitung intensitas curah hujan. Pada tahap pertama data curah hujan harian diolah kedalam Mirosoft Office Excel menjadi data curah hujan bulanan kemudian dilakukan pengecekan data time series dengan menggunakan software Minitab 19.0 setelah itu dilakukan proses analisis spektral untuk melihat nilai kekuatan kerapatan spektral (KKS) yang diolah dengan software Matlab versi 2021a. Pada tahap kedua menentukan nilai curah hujan maksimum masing-masing tahun dari data harian, kemudian dilakukan perhitungan parameter statistik jenis distribusi frekuensi, selanjutnya dilakukan uji distribusi frekuensi, dan uji kecocokan, kemudian memilih jenis distribusi yang sesuai setelah itu dilakukan perhitungan tingkat curah hujan rencana periode ulang dan langkah terakhir menganalisis dengan metode mononobe.

Menurut (Susilokarti dkk., 2016) Analisis spektral, atau Power Spectral Density (PSD), adalah metode untuk memperkirakan fungsi spektral kerapatan data deret waktu. Analisis spektral menjelaskan bagaimana cara mengetahui periodisitas tersembunyi (hidden periodicity) dari data yang sulit diperoleh ketika menyelidiki dalam domain waktu. Analisis spektral bisa menggunakan teknik Fast Fourier Transform (FFT), karena data deret waktu dapat dinyatakan sebagai deret

Fourier, yang merupakan fungsi harmonik, periodisitas data dapat diperoleh dengan membangun fungsi spektral daya. Namun, karena fungsi spektral daya merupakan fungsi autokorelasi dengan frekuensi, maka tidak bisa ditentukan dalam domain waktu dan harus dilakukan dalam domain frekuensi. Metode ini menerapkan model sinusoidal untuk menghasilkan prediksi yang sama untuk semua waktu (t) dari semua periode waktu.

Menurut (Hermawan, 2010) rumus persamaan Fast Fourier Transform dari deret fourier sebagai berikut:

$$f(x) = a_0 + \sum \left(a_p \cos \frac{2p\pi t}{T} + b_p \sin \frac{2p\pi t}{T} \right) \quad (1)$$

Dengan:

$$a_0 = \frac{1}{2} \int_{-T/2}^{T/2} f(t) dt \quad (2)$$

$$a_p = \frac{2}{T} \int_{-T/2}^{T/2} f(t) \cos \frac{2p\pi t}{T} dt \quad (3)$$

$$b_p = \frac{2}{T} \int_{-T/2}^{T/2} f(t) \sin \frac{2p\pi t}{T} dt \quad (4)$$

Selanjutnya pers. 1 deret fourier diinvers dari fungsi waktu (t) ke fungsi frekuensi (ω) sehingga didapatkan persamaan Fast Fourier Transform sebagai berikut:

$$x(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t) e^{-i\omega t} dt \quad (5)$$

Untuk peridogram dapat dicari dengan nilai kekuatan kerapatan spektral dengan persamaan sebagai berikut:

$$KKS(\omega) = \frac{T}{2} (a_p^2 + b_p^2) \quad (6)$$

Tinggi hujan persatuan waktu yang dapat dinyatakan dalam mm/jam disebut intensitas curah hujan. Lamanya durasi hujan dan frekuensi yang dimiliki akan menunjukkan besarnya nilai intensitas hujan yang bisa menggunakan persamaan mononobe untuk curah hujan per jam (Suharyanto, 2016) sebagai berikut:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left[\frac{24}{t} \right]^{2/3} \quad (7)$$

Dengan I : Intensitas curah hujan (mm/jam); R_{24} : Curah hujan maksimum dalam 24 jam menurut Monobe; t : Durasi curah hujan (jam).

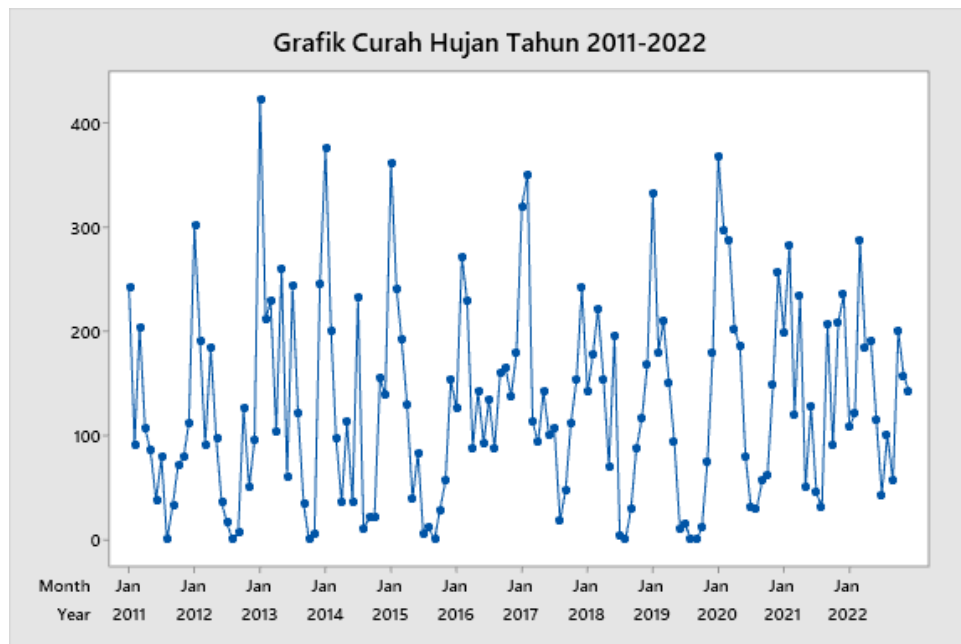
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Data jumlah curah hujan (mm/bulan) dari tahun 2011 sampai dengan tahun 2022 untuk wilayah kota Serang, Provinsi Banten dapat dilihat pada tabel sebagai berikut:

Tabel 1. Data Rata-rata Curah Hujan Bulanan (mm) Tahun 2011-2022

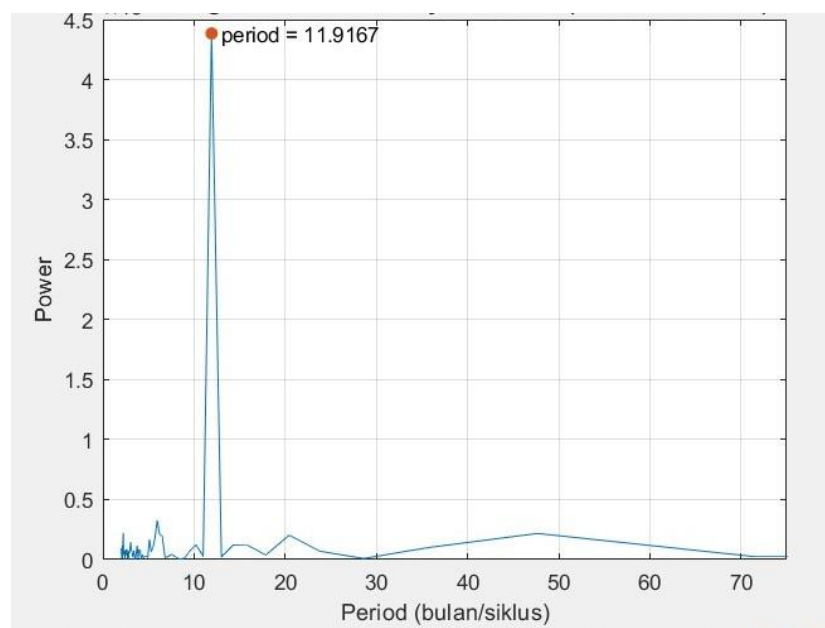
No	Bulan Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sept	Okt	Nov	Des
1	2011	243	91	204.4	107	85.3	38	79	0	32.1	71	79	112
2	2012	302	191	91	184	98	36	16	0	7	126	50.8	95
3	2013	424	212	229	104	261	60	244	122	35	0	6	245
4	2014	376	201	97.6	36.1	113	36.3	232	9.6	21.8	21	155	139
5	2015	363	241	193.1	130	39.1	83.4	4.7	11.7	0.2	28.5	56.2	154
6	2016	126	272	229	88	143	93	135	87	160	165	138	179
7	2017	321	351	113.5	93.5	143	101	107	18.1	47.5	112	154	242
8	2018	142	178	222.2	154	70.4	197	3	0	29.9	87.6	117	168
9	2019	333	180	210.1	151	93.8	10	14.4	1	0	11.2	74.6	179
10	2020	368	298	287.7	202	186	79.9	30.9	28.8	56.2	62.1	148	258
11	2021	199	283	120.4	234	49.9	128	45.3	31.3	207.9	90.5	209	236
12	2022	109	121	287.5	185	192	115	43.1	101	56.6	200	157	142

Pada tabel 1 terlihat sebaran data curah hujan di wilayah kota Serang yang memiliki sifat fluktuatif per bulannya. Ada beberapa outlier dalam data tersebut yang dapat terlihat jelas nilainya dengan tampilan grafik sebagai berikut:

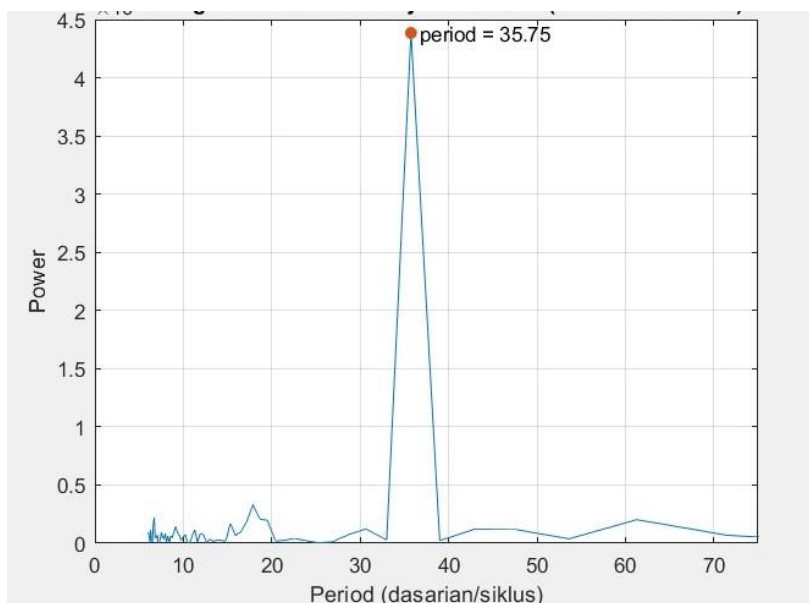


Gambar 1. Grafik Curah Hujan Wilayah Kota Serang Tahun 2011-2022

Pada koordinat x Gambar 1 menjelaskan bulan selama 12 tahun sedangkan koordinat y menjelaskan akumulasi data curah hujan yang memiliki satuan milimeter (mm). Gambar 1 menunjukkan curah hujan bulanan tertinggi pada bulan Januari 2013 mencapai 424 mm dan memiliki nilai curah hujan terendah sebesar 0 mm di beberapa bulan yaitu Bulan Agustus 2011, Agustus 2012, Oktober 2013, Agustus 2018, dan September 2019. Pada dasarnya sifat curah hujan memiliki pola yang berulang dalam kurun waktu tertentu yang dikenal dengan periodisitas. Hal ini dibuktikan pada gambar 1 memperlihatkan grafik data membentuk gelombang sinusoidal yang diartikan terdapat pola pengulangan atau adanya faktor musiman. Untuk dapat melihat periode pengulangan data secara spesifik bisa dilakukan teknik Fast Fourier Transform (FFT) dengan hasil akhir berupa grafik periodogram yang memperlihatkan taksiran kekuatan (daya) kerapatan spektral untuk terjadinya satu siklus sebuah sinyal dari data hujan dengan variabel periodik atau frekuensi.



Gambar 2. Periodogram data curah hujan bulanan Kota Serang 2011-2022



Gambar 3. Periodogram data curah hujan dasarian Kota Serang 2011-2022

Hasil plot periodogram gambar 2 sebesar 11.91 dengan pembulatan menjadi 12 bulan/siklus dan gambar 3 plot kekuatan kerapatan spektral (KKS) dasarian sebesar 35.75 dengan pembulatan menjadi 36 dasarian. Hal ini memperlihatkan bahwa peralihan osilasi curah hujan di kota Serang dominan ± 12 bulan sekali. Meskipun demikian, plot kekuatan kerapatan spektral (KKS) menunjukkan adanya kenaikan atau penurunan periode 6 bulanan atau osilasi semi tahunan yang berkaitan dengan fenomena monsun. Monsun terjadi disebabkan adanya pertukaran pola aliran udara atau adanya perbedaan sifat fisis antara osean dan kontinen; osean memiliki kapasitas panas yang lebih tinggi daripada kontinen. Dimana permukaan osean membalikkan lebih banyak radiasi matahari daripada permukaan kontinen, dan radiasi matahari dapat menembus jauh ke dalam air karena pergerakan air (arus laut), sedangkan panasnya hanya beberapa sentimeter di darat. Osean tidak seperti kontinen yang menghangat perlahan saat ada radiasi matahari dan mendingin perlahan saat tidak ada radiasi matahari sebagai akibat dari sifat fisik yang berbeda ini peralihan dari musim dingin ke musim panas, atau sebaliknya, dapat menyebabkan gaya gradien tekanan berbalik arah sehingga angin monsunpun ikut pembalikan arah.

Setelah memperoleh periodisitas bulanan dan dasarian, selanjutnya adalah menghitung tingkat intensitas curah hujan dengan data curah hujan maksimum harian yang dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Data Curah Hujan Maksimum (mm/harian) Tahun 2011-2022

No	Bulan Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	sep	Okt	Nov	Des	Maks
1	2011	68	22	38	43	28	16	34	0	29	18	53	49	68
2	2012	54	58	25	54	51	14	15	0	7	46	22	25.8	58
3	2013	64	34.8	101	35.6	85	14	64	46	9	0	6	130	130
4	2014	44	37.5	48.1	12.8	48.6	22	61	9.2	16.4	20.4	37.8	29.5	61
5	2015	60.8	37.1	35.2	32	26	36.1	4.2	7.5	0.2	28.5	26.5	40.9	60.8
6	2016	33.8	89.6	44.6	27.7	54.2	33.8	37.5	30.2	23.3	45.8	49.8	40.7	89.6
7	2017	51.1	54.8	38	24.6	46	40	41.2	15.1	19.2	37.4	39.8	78.5	78.5
8	2018	40.4	25.4	68.8	57.4	17	59.5	3	0	13.5	37	39.2	29.8	59.5
9	2019	64.9	55.6	41	26.2	44.2	3.6	6	1	0	11.2	22.6	31.6	64.9
10	2020	66.6	48.4	54.4	48.2	53.2	17.4	15.5	24.3	27.2	16	39	94	94
11	2021	34.5	59.1	25.5	77.8	8.2	61.6	38	12.2	105.8	52.6	77.4	52.5	105.8
12	2022	28.8	20.5	180.4	26.5	99.8	46	26.7	40.6	19.6	50.8	40	36.5	180.4

Distribusi frekuensi ada empat metode yang digunakan dalam perhitungan hidrologi antara lain sebaran Gumbel, Normal, Log Pearson Type III, dan Log Normal. Hasil perhitungan nilai Cs dan Ck dapat menentukan jenis sebaran yang akan digunakan dengan syarat-syarat sebaran menurut (Triatmodjo, 2008)

Tabel 3. Nilai parameter statistik dalam penentuan jenis sebaran

No	Nama Metode	Persyaratan	Hasil Perhitungan	Keterangan
1	Gumbel	Cs	1.14	Tidak Memenuhi
		Ck	5.4	Tidak Memenuhi
2	Normal	Cs	0	Tidak Memenuhi
		Ck	3	Tidak Memenuhi
3	Log Pearson Type 3	Cs $\neq$ 0	1.086	Memenuhi
		Ck $\neq$ 0	4.21	Memenuhi
4	Log Normal	Cs = $cv^3 + 3cv$	2	Tidak Memenuhi
		Ck = $cv^8 + 6cv^6 + 15cv^4 + 16cv^2 + 3$	4	Tidak Memenuhi

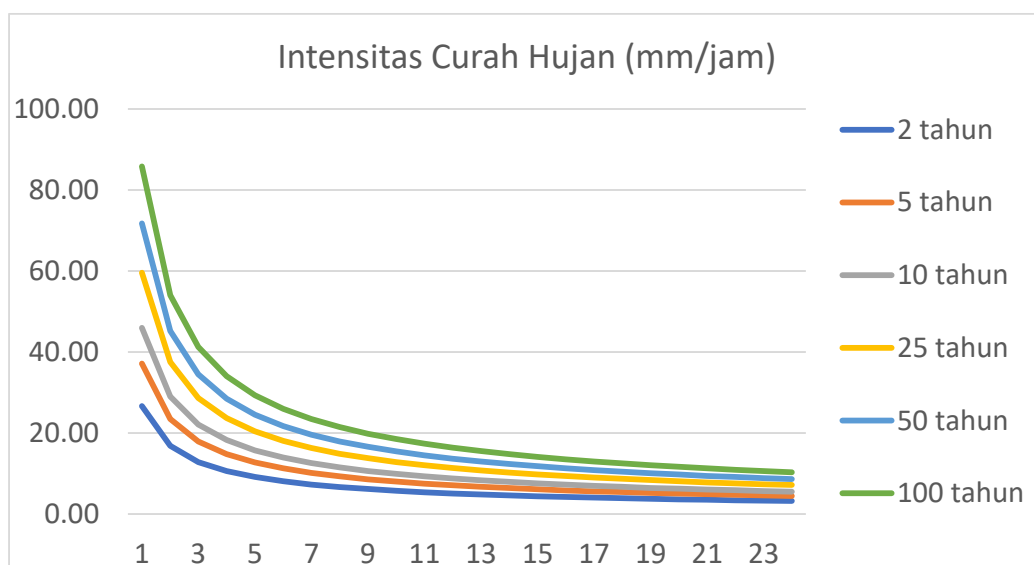
Berdasarkan tabel 3. nilai koefisien kemencengan (Cs) dan koefisien kurtosis (Ck) yang telah dihitung kemudian dibandingkan nilai dari keempat syarat jenis sebaran, maka jenis sebaran yang sesuai yaitu *Log Pearson Type 3* dimana nilai Cs sebesar 1.086 dan Ck sebesar 4.21 sedangkan karakteristik atau syarat nilai Cs dan Ck $\neq$ 0. Pemilihan sebaran distribusi yang tidak sesuai dapat berakibat kesalahan perkiraan curah hujan, maka dari itu pengambilan salah satu sebaran secara sembarang tanpa melalui perhitungan dan analisis hidrologi sangat tidak dianjurkan. Selanjutnya dilakukan Uji kecocokan jenis sebaran yang diperoleh pada tabel 4.

Tabel 4. Uji Kecocokan Jenis Sebaran

Uji Chi-Kuadrat		Uji Smirnov-Kolmogorof	
X ² Hitung	X ² Kritis	D Hitung	D kritis
5.134	5.991	0.078	0.382

Berdasarkan tabel 4 diatas hasil perhitungan chi-kuadrat yang dihitung diperoleh 5.134 yang kemudian hasil tersebut dilakukan perbandingan chi-kuadrat ditetapkan sebesar 5.991 dengan derajat bebas 5% dimana chi-kuadrat hitung harus lebih kecil dari nilai chi-kuadrat ditetapkan, maka hipotesa diterima. Untuk uji Smirnov-kolmogorof diperoleh nilai $D_{hitung} = \Delta P$ sebesar 0.078 sedakan nilai D_{kritis} untuk jumlah data 12 serta derajat kepercayaan 5% adalah 0.382 dengan hasil $D_{hitung} < D_{kritis}$, maka menurut (Soewarno, 1995) persamaan sebaran Log Pearson Type 3 yang digunakan dapat diterima.

Setelah diketahui nilai uji kecocokan, selanjutnya dilakukan perhitungan curah hujan prakiran sebaran Log Pearson Type 3 dengan metode mononobe periode ulang 2, 5, 10, 25, 50, dan 100 tahun yang hasilnya digambarkan dengan kurva Intensitas Durasi Frekuensi (IDF) sebagai berikut:



Gambar 4. Kurva Intensitas Durasi Frekuensi (IDF)

Berdasarkan kurva Intensity Duration Frequency (IDF) memperlihatkan bahwa pada periode ulang 25-100 tahun tergolong curah hujan yang memiliki intensitas tinggi diantara 20-85 mm/jam dengan lama durasi 1-5 jam hal tersebut bisa menyebabkan beberapa wilayah rawan banjir, sedangkan untuk periode ulang 2-10 tahun tergolong hujan normal hingga hujan lebat. Gambar 4 Kurva Intensitas

Durasi Frekuensi (IDF) menunjukkan bahwa semakin besar durasi maka intensitasnya akan semakin turun namun semakin besar periode ulangnya maka semakin intensitas hujan yang terjadi semakin besar (Harisuseno et al., 2020). Hal ini membuktikan sifat umum hujan yaitu makin singkat durasi hujan maka intensitas hujan tinggi dan sebaliknya makin lama durasi hujan maka intensitas hujan rendah.

SIMPULAN

Dengan menggunakan bantuan software matlab 2021a dilakukan analisis spektral metode Fast Fourier Transform (FFT) diperoleh periodisitas curah hujan di Kota Serang mempunyai nilai kekuatan kerapatan spektral (KKS) sebesar 11.9167 dengan pembulatan menjadi 12 bulan/siklus atau sekitar 35.75 dengan pembulatan 36 dasarian/siklus, artinya hasil analisis menjelaskan curah hujan di Kota Serang memiliki tipe monsunial sebab dipengaruhi fenomena angin monsun yang mengakibatkan pola curah hujan di Kota Serang selama setahun memiliki satu puncak curah hujan.

Selain itu dilakukan perhitungan untuk mengetahui intensitas curah hujan metode mononobe dengan sebaran Log Pearson Type 3, tingkat intensitas (I) curah hujan di Kota Serang tertinggi sebesar 34.04 – 85.78 mm/jam yang berlangsung dalam kurun waktu singkat yaitu 1 – 4 jam.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada kepala Stasiun Meteorologi Maritim Kelas I Serang yang telah mengizinkan melakukan observasi dan wawancara.

DAFTAR PUSTAKA

Angelina, D., & Faizin. (2022). *Kota Serang dalam Angka 2022*. BPS Kota Serang.

- Bayong, T. H., Atika, L., Ina, J., Ruminta, & Sri Woro, B. H. (2008). Dampak Variasi Temperatur Samudera Pasifik dan Hindia Ekuatorial terhadap Curah Hujan di Indonesia. *Jurnal Sains Dirgantara*, 5(2), 83–95.
- BPS Provinsi Banten. (2015). *Banten In Figures 2015* (Bidang Integrasi Pengolahan dan Diseminasi Statistik, Ed.). BPS Provinsi Banten.
- Harisuseno, D., Soetopo, W., & Arsy, F. L. (2020). Formulasi Intensitas Hujan dan Kurva Intensitas Durasi Frekuensi (IDF) yang Sesuai pada Wilayah Hulu Kota Batu, Provinsi Jawa Timur. *Media Teknik Sipil*. 18(2), 83–93
- Hermawan, E. (2010). Pengelompokan Pola Curah Hujan yang Terjadi di Beberapa Kawasan P.Sumatera Berbasis Hasil Analisis Teknik Spektral. *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*, 11(2), 75–85. <https://doi.org/10.31172/jmg.v11i2.67>
- Massa, F. (2022). *Curah Hujan Tinggi dan Luapan Sungai Kota Serang Terendam Banjir*. [serangkota.go.id](https://serangkota.go.id/detailpost/curah-hujan-tinggi-dan-luapan-sungai-kota-serang-terendam-banjir) . <https://serangkota.go.id/detailpost/curah-hujan-tinggi-dan-luapan-sungai-kota-serang-terendam-banjir>
- Pabalik, I., Ihasan, N., & Arsyad, M. (2015). Analisis Fenomena Perubahan Iklim dan Karakteristik Curah Hujan Ekstrim di Kota Makassar. *JSPF*, 11(1), 88-92. <https://doi.org/https://doi.org/10.35580/jspf.v11i1.1470>
- Soewarno. (1995). *Hidrologi Operasional Jilid Kesatu*. Bandung: PT. Citra Aditya Bakti.
- Suharyanto, A. (2016). Prediction of flood area based on the occurrence of rainfall intensity. *GMSARN*, 10, 129–136.
- Susilokarti, D., Arif, S. S., Susanto, S., & Sutiarso, L. (2016). Analisis Spektral dalam Penentuan Periodisitas Siklus Curah Hujan di Wilayah Selatan Jatiluhur, Kabupaten Subang, Jawa Barat. *Jurnal Agritech*, 36(01), 89-95. <https://doi.org/10.22146/agritech.10688>
- Triatmodjo, B. (2008). *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset.