

Analisis Spektral Dalam Penentuan Periodisitas Siklus Curah Hujan di Wilayah Teluk Bayur, Padang

Mesi¹, Nofi Yendri Sudiar², Syafriani³, Letmi Dwiridal⁴

¹²³⁴Program Studi Fisika, Universitas Negeri Padang
e-mail: messikymora37@gmail.com

Abstrak

Teluk Bayur adalah salah satu area di Kota Padang yang berfungsi untuk memantau intensitas curah hujan. Untuk mengurangi dampak negatif dari curah hujan, penting untuk memahami pola siklus hujan. Tujuan dari penelitian adalah menganalisis pola siklus curah hujan di Teluk Bayur, Padang. Metode analisis spektral yang diterapkan yaitu teknik Fast Fourier Transform (FFT). Data curah hujan bulanan yang digunakan mencakup periode 1994 hingga 2020 dan diperoleh dari BMKG Maritim Teluk Bayur. Hasil analisis menampilkan bahwa pola periodisitas utama curah hujan di Teluk Bayur adalah 12 bulan dan 6 bulan. Selain itu, periodogram juga mengindikasikan adanya pola tambahan dengan siklus 29 bulan, 36 bulan, 18 bulan, 3 bulan, dan 65 bulan.

Kata kunci: *Curah Hujan, Periodisitas, Fast Fourier Transform*

Abstract

Teluk Bayur is one of the areas in Padang City that serves to monitor rainfall intensity. To reduce the negative impact of rainfall, it is important to understand the rainfall cycle pattern. The objective of the study was to analyse the rainfall cycle pattern in Teluk Bayur, Padang. The spectral analysis method used Fast Fourier Transform (FFT) technique. The monthly rainfall data used covers the period 1994 to 2020 and was obtained from BMKG Maritime Bayur Bay. The analysis results show that the main periodicity patterns of rainfall in Teluk Bayur are 12 months and 6 months. In addition, the periodogram also indicates additional patterns with cycles of 29 months, 36 months, 18 months, 3 months, and 65 months.

Keywords: *Rainfall, Periodicity, Fast Fourier Transform*

PENDAHULUAN

Cuaca adalah situasi atmosfer dalam jangka waktu yang singkat dan selalu mengalami perubahan secara tidak teratur. Informasi mengenai cuaca sangat penting untuk mendukung berbagai sektor kegiatan, termasuk dalam prakiraan curah hujan

(Noya et al., 2014). Oleh karena itu, memahami informasi curah hujan dengan mengidentifikasi pola-pola yang berulang sangat dibutuhkan (Tulak et al., 2022). Analisis curah hujan dimanfaatkan untuk menentukan jangka waktu yang diperlukan dalam membentuk pola yang berulang. Salah satu ciri khas curah hujan yaitu memiliki pola berulang yang dikenal sebagai periodisitas (Susilokarti et al., 2016).

Salah satu metode yang bisa dimanfaatkan untuk menentukan periodisitas siklus curah hujan adalah analisis spektral, yang menerapkan metode Fast Fourier Transform (FFT). Penelitian sebelumnya telah memanfaatkan analisis spektral untuk mengeksplorasi periodisitas curah hujan. Misalnya, Tulak et al. (2022) meneliti periodisitas dan tren curah hujan di Kota Jayapura, Papua, selama periode 2001 hingga 2018. Hasil dari analisis FFT menampilkan bahwa curah hujan di area tersebut mempunyai puncak Kekuatan Kerapatan Spektral (KKS) paling dominan dengan siklus 12 bulan, yang mengindikasikan bahwa pola perubahan curah hujan cenderung berulang setiap 12 bulan. Selain itu, Susilokarti et al. (2015) melakukan studi komparatif untuk mengevaluasi prediksi curah hujan menggunakan metode FFT, Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA), dan Artificial Neural Network (ANN), guna menilai akurasi masing-masing metode. Penelitian tersebut menyimpulkan bahwa metode FFT memiliki nilai error yang kecil dalam menggambarkan pola parameter yang ternilai dalam satu periode tertentu.

Salah satu lokasi di Kota Padang yang dapat digunakan untuk mengukur intensitas curah hujan adalah Teluk Bayur, yang terletak di Padang Selatan. Menurut informasi dari Pusat Krisis Kementerian Kesehatan RI, pada 23 September 2020, daerah ini mengalami banjir dengan ketinggian air mencapai 30-70 cm. Kemudian, pada 29 September 2021, banjir serupa terjadi dengan ketinggian air antara 30-150 cm. Data dari BMKG Stasiun Teluk Bayur menunjukkan bahwa pada 16 Juli 2023, curah hujan mencapai 335 mm, yang dikategorikan sebagai hujan ekstrem. Selanjutnya, informasi dari Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kota Padang bahwa 17 Juli 2023, hujan deras menyebabkan 45 rumah terkena dampak banjir dan longsor di Padang Selatan. Kejadian banjir dan longsor ini mengakibatkan kerugian jiwa, kerusakan harta benda, serta mengganggu aktivitas warga. Oleh karena itu, analisis curah hujan sangat dibutuhkan untuk memitigasi dampak negatif dari curah hujan yang tinggi dengan memahami pola periodisitasnya di suatu wilayah (Susilokarti et al., 2015).

Analisis curah hujan di Sumatera Barat dan Kota Padang telah dilakukan oleh berbagai peneliti sebelumnya. Gara et al. (2019) meneliti karakteristik periode ulang curah hujan di Sumatera Barat pada tingkat lokal serta regional selama periode 1999-2018 dengan memanfaatkan metode Iwai Kadoya. Temuan dari penelitian menampilkan bahwa Sumatera memiliki dua tipe curah hujan. Pertama ekuatorial yang terdapat pada daerah Aceh, Sumatera Barat, Riau, dan Kepulauan Riau, kedua monsun yang ditemukan di Lampung. Di sisi lain, Sudiar dan Siregar (2012) menganalisis curah hujan di Kota Padang selama fenomena Madden Julian Oscillation (MJO) terhitung dari tahun 1980-2010 dengan menggunakan analisis spektrum daya Wavelet untuk mengidentifikasi pola curah hujan. Hasil penelitian yang

sudah dilakukan sebelumnya menampilkan bahwa pola curah hujan bulanan di Kota Padang mengikuti tipe ekuatorial, dengan dua puncak tahunan, yaitu pada bulan Maret dan April sebagai puncak pertama, serta November sebagai puncak kedua.

Curah hujan yang tinggi di Teluk Bayur, Padang Selatan, membuat daerah ini rentan terhadap banjir dan longsor. Intensitas curah hujan selalu bervariasi. Memahami pola periodisitas siklus curah hujan sangat dibutuhkan untuk mendukung kelangsungan hidup (Arshinta & Ahmad, 2019). Diharapkan, informasi ini dapat berkontribusi dalam prakiraan curah hujan yang berguna untuk upaya mitigasi bencana banjir dan longsor. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini memanfaatkan teknik analisis spektral untuk menentukan periodisitas siklus curah hujan Teluk Bayur, Padang.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif, dengan melakukan pengumpulan dan analisis data curah hujan bulanan. Data yang dianalisis merupakan data digital yang diperoleh dari BMKG Maritim Teluk Bayur secara online. Data curah hujan yang dianalisis mencakup catatan bulanan selama 27 tahun, dari tahun 1994 hingga 2020.

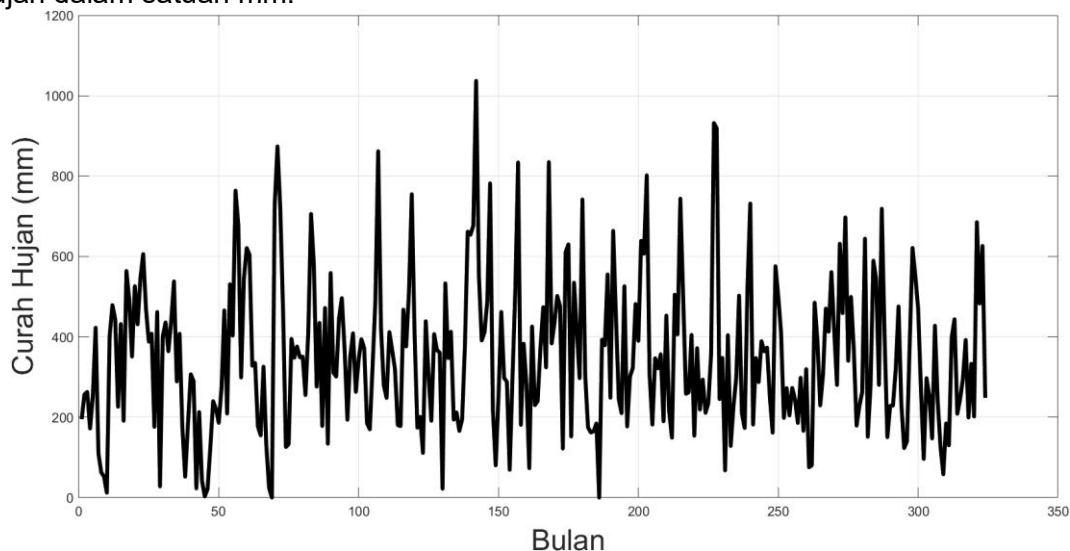
Selanjutnya menampilkan grafik intensitas curah hujan bulanan untuk mengetahui pola curah hujan dari waktu ke waktu. Selanjutnya dilakukan analisis spektral untuk menentukan periodisitas siklus curah hujan, dengan cara data dianalisis menggunakan analisis FFT dan analisis periodogram. Analisis FFT digunakan untuk mentransformasikan data curah hujan dari domain waktu menjadi domain frekuensi. Setelah melakukan transformasi FFT, data curah hujan akan difilter. Tujuan penggunaan filter ini adalah agar pola periodisitas curah hujan lebih jelas dan meningkatkan keakuratan hasil.

Untuk meloloskan frekuensi rendah maka akan diterapkan low pass filter sehingga frekuensi tinggi akan diredam. Sedangkan untuk meloloskan frekuensi tinggi maka akan diterapkan high pass filter sehingga frekuensi rendah akan diredam. Untuk mendapatkan frekuensi yang berada dalam rentang tertentu maka akan diterapkan band pass filter sehingga frekuensi di luar rentang akan diredam. Setelah frekuensi noise dihilangkan maka akan di tampilkan grafik frekuensi.

Selanjutnya, periodisitas siklus curah hujan dianalisis dengan menggunakan analisis periodogram. Fungsi dari periodogram adalah untuk mengidentifikasi periodisitas yang dominan. Periodogram berupa grafik yang menampilkan nilai Kekuatan Kerapatan Spektral (KKS) pada frekuensi atau periode sinyal. KKS mencerminkan kekuatan (daya) dari suatu sinyal yang dapat terulang kembali. Semakin tinggi nilai KKS pada suatu frekuensi, semakin signifikan frekuensi tersebut dalam mempengaruhi periodisitas siklus curah hujan. Akhirnya, kesimpulan diambil berdasarkan analisis tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

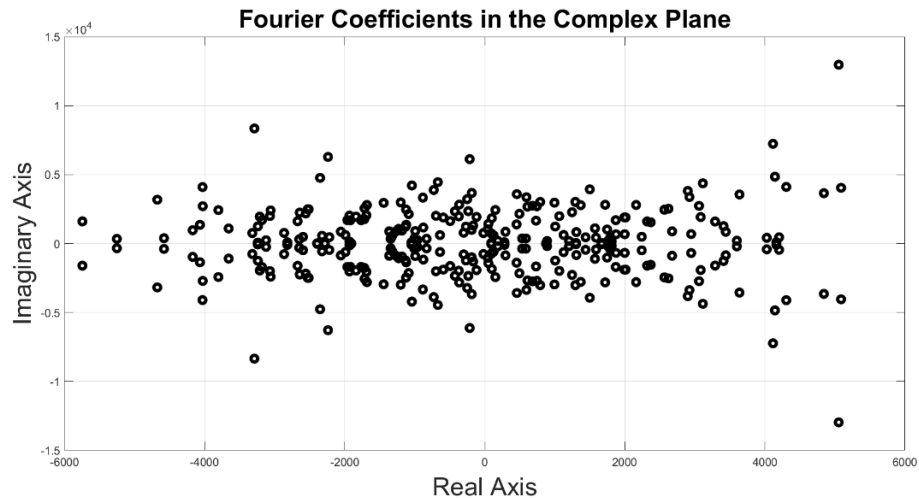
Data curah hujan bulanan Teluk Bayur yang sudah diolah menampilkan intensitas curah hujan selama 27 tahun. Gambar 12 menggambarkan intensitas curah hujan di Teluk Bayur untuk periode 1994-2020. Sumbu x mewakili bulan selama 27 tahun dari 1994 hingga 2020, sementara sumbu y menunjukkan intensitas curah hujan dalam satuan mm.



Gambar 1. Intensitas curah hujan bulanan Teluk Bayur periode 1994-2020

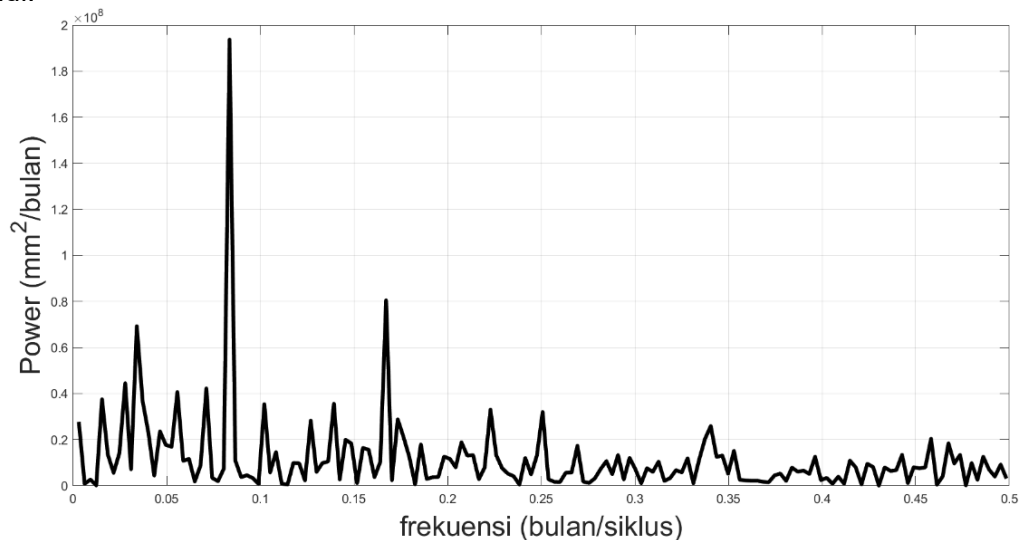
Pada Gambar 1, terlihat bahwa intensitas curah hujan paling tinggi di Teluk Bayur yaitu pada bulan ke-142 memiliki nilai 1037 mm, sementara intensitas terendah tercatat pada bulan ke-45 memiliki nilai 3 mm.

Untuk mendapatkan periodisitas siklus curah hujan Teluk Bayur, tahap awal yang dilakukan adalah mengubah domain waktu menjadi domain frekuensi dengan memanfaatkan fungsi FFT pada matlab. Hasilnya dapat dilihat pada gambar 2. Sumbu x merepresentasikan bagian yang real sedangkan sumbu y merepresentasikan bagian yang imajiner.



Gambar 2. Koefisien real dan imajiner curah hujan bulanan Teluk Bayur

Bagian real pada gambar 2 menunjukkan sinyal sinusoidal dari data curah hujan bulanan Teluk bayur, sedangkan bagian imajiner menunjukkan sinyal cosinusoidal dari data curah hujan bulanan Teluk Bayur. Bagian real dan imajiner membentuk angka kompleks yang menunjukkan kekuatan sinyal dan pergeseran sinyal pada frekuensi. Nilai real dan imajiner diubah menjadi magnitude dan fase. Magnitudo menunjukkan kekuatan dari intensitas curah hujan sedangkan fase menunjukkan waktu curah hujan terjadi.

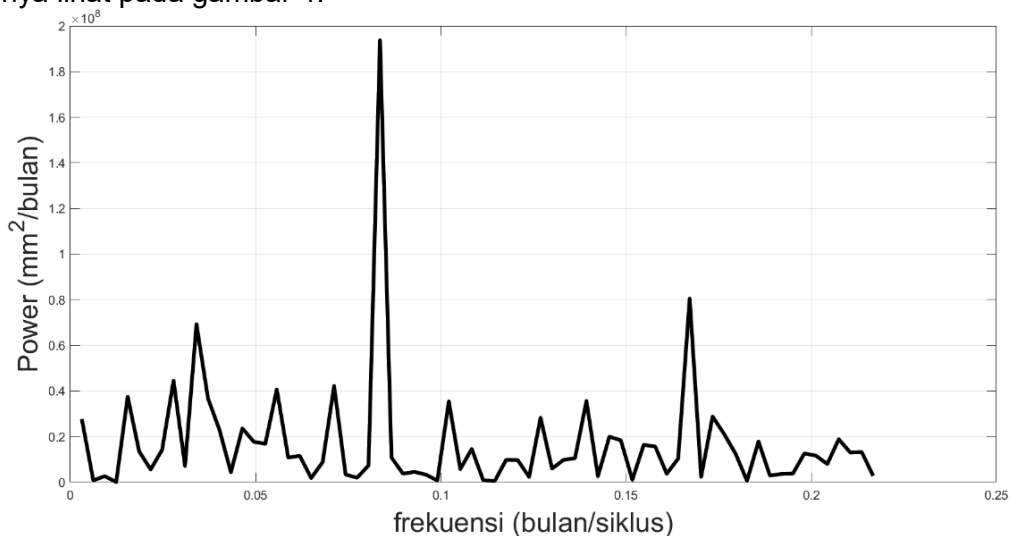


Gambar 3. Periodogram frekuensi curah hujan bulanan Teluk Bayur 1994-2020

Magnitude dari hasil FFT dikenal sebagai daya (power). Daya ini kemudian diplot terhadap frekuensi untuk membentuk periodogram. Gambar 3 menampilkan grafik periodogram data curah hujan untuk periode 1994-2020. Sumbu x menunjukkan frekuensi curah hujan dalam satuan bulan/siklus, sedangkan sumbu y menggambarkan daya curah hujan dalam satuan mm²/bulan.

Pada gambar 3 dapat di lihat bahwa frekuensi curah hujan Teluk Bayur berada dalam rentang 0-0.5 bulan/siklus. Frekuensi maksimum yang dapat diidentifikasi oleh FFT adalah setengah dari frekuensi sampling (Teorema Nyquist). Pada penelitian ini menggunakan data curah hujan bulanan sehingga dalam setahun ada 12 data curah hujan, oleh karena itu frekuensi sampling efektif adalah 1/12 (0.0833 bulan/siklus) sehingga frekuensi maksimum yang dapat dianalisis adalah 0.5 bulan/siklus. Frekuensi 0.5 bulan/siklus menunjukkan bahwa FFT akan menangkap pola ulang curah hujan setiap 2 bulan hingga pola tahunan.

Agar analisis data curah hujan lebih mudah dilakukan, periodogram pada Gambar 3 dipotong untuk fokus pada rentang yang mencakup nilai daya yang lebih tinggi, dengan memperbesar skala menjadi 0-0,2 bulan per siklus. Untuk lebih jelasnya lihat pada gambar 4.



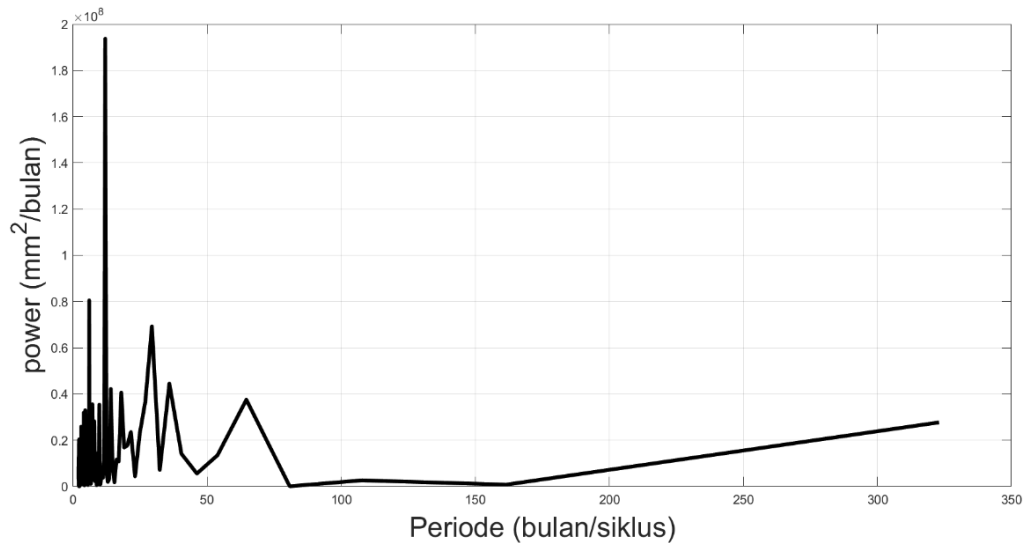
Gambar 4. Periodogram frekuensi curah hujan bulanan Teluk Bayur 1994-2020

Kemudian dengan menggunakan invers dari frekuensi yaitu

$$T = \frac{1}{f}$$

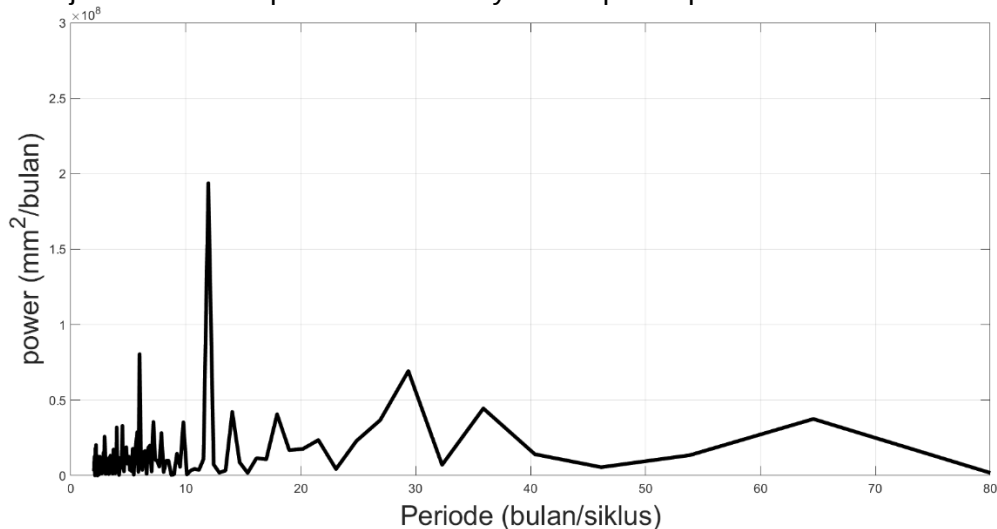
T adalah periode, f adalah frekuensi.

Maka didapatkan periode dari curah hujan Teluk Bayur, yang telah ditunjukkan pada gambar 5.



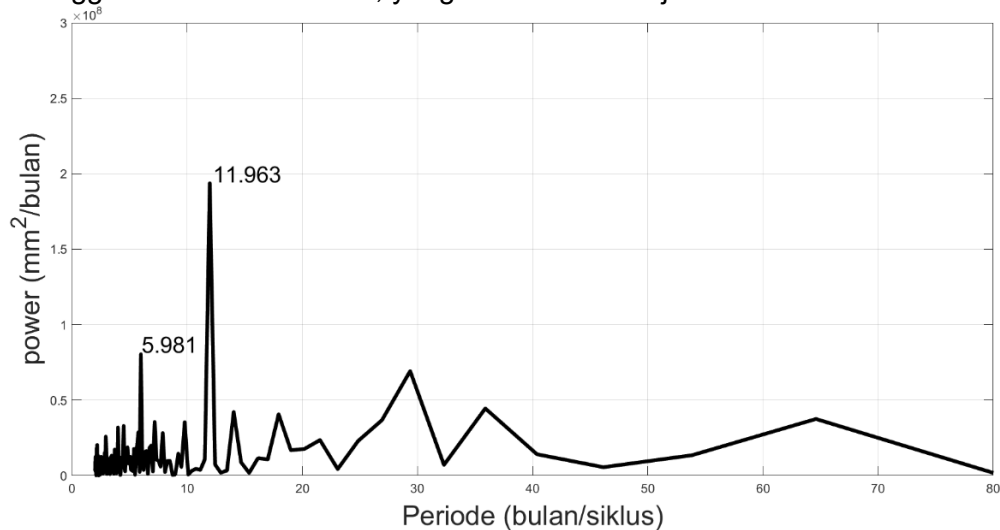
Gambar 5. Periodogram periode curah hujan bulanan Teluk Bayur 1994-2020

Gambar 5 menunjukkan periode siklus curah hujan Teluk Bayur untuk satu siklus. Sumbu x menyatakan periode dengan satuan bulan/siklus, sedangkan sumbu y menyatakan power dengan satuan mm^2/bulan . Karena Gambar 5 memiliki rentang yang terlalu luas sehingga menyulitkan analisis, maka rentang periode dipersempit untuk fokus pada rentang yang memiliki power lebih besar, dengan memperbesar skala menjadi 0-80 bulan per siklus. Hasilnya ditampilkan pada Gambar 6.



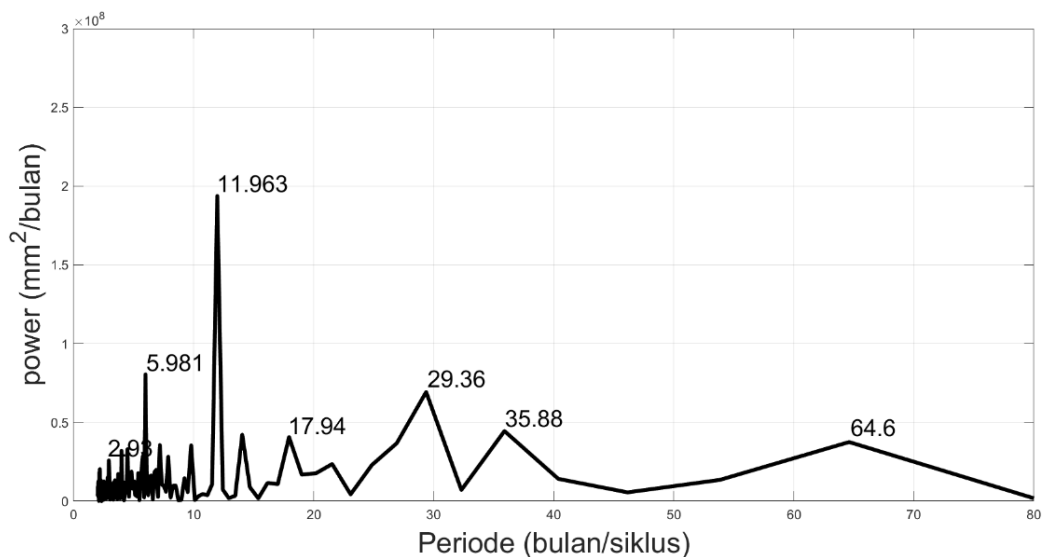
Gambar 6. Periodogram periode curah hujan bulanan Teluk Bayur 1994-2020

Nilai KKS dari periodogram ditampilkan pada gambar 7. Gambar 7 menampilkan curah hujan Teluk Bayur memiliki dua periodisitas, dengan nilai KKS tertinggi pertama sebesar 11.96, yang dibulatkan menjadi 12 bulan/siklus, dan nilai KKS tertinggi kedua sebesar 5.98, yang dibulatkan menjadi 6 bulan/siklus.



**Gambar 7. Periodogram periode curah hujan bulanan Teluk Bayur
1994-2020**

Berdasarkan nilai KKS paling tinggi, yaitu 12 bulan per siklus, dapat diketahui perubahan curah hujan Teluk Bayur cenderung meningkat atau menurun setiap sekitar 12 bulan. Sementara itu, nilai KKS tertinggi kedua, yaitu 6 bulan per siklus, menunjukkan bahwa pola perubahan curah hujan juga terjadi setiap sekitar 6 bulan. Kedua siklus ini mencerminkan periode curah hujan yang paling sering berulang di wilayah tersebut. Selain dari periodisitas dengan KKS tertinggi, periodogram juga menunjukkan puncak dengan nilai yang lebih rendah, yang telah ditampilkan pada gambar 8.



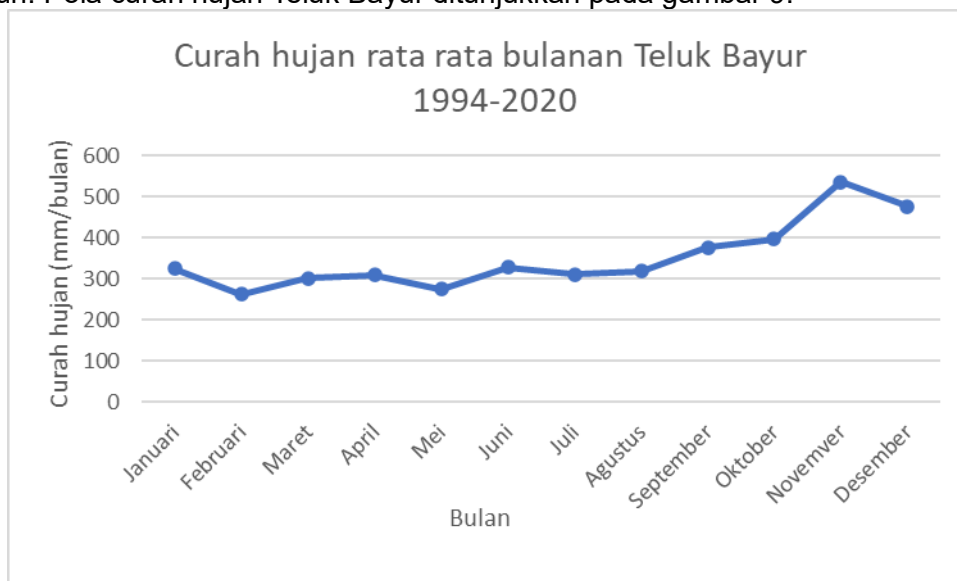
Gambar 8. Periodogram periode curah hujan bulanan Teluk Bayur 1994-2020

Gambar 8 memperlihatkan bahwa adanya periodisitas curah hujan pada puncak 2.93 atau dibulatkan menjadi 3 bulan/siklus, dan puncak 17.94 atau dibulatkan menjadi 18 bulan/siklus, selanjutnya puncak 29.36 atau di bulatkan 29 bulan/siklus selanjutnya puncak 35.88 atau dibulatkan 36 bulan/siklus serta puncak 64.6 atau dibulatkan 65 bulan/siklus.

Periodisitas 12 bulan dipengaruhi oleh angin monsun yang arah perubahannya terjadi dua kali dalam setahun (Albeta et al., 2024). Sementara itu, periodisitas 6 bulan dipengaruhi oleh fenomena InterTropical Convergence Zone (ITCZ) yang bergerak ke utara dan selatan akibat gerak semu matahari (Sugianti et al., 2019). Untuk periodisitas curah hujan 18 bulan dan 36 bulan, keduanya dipengaruhi oleh Indian Ocean Dipole Mode (IODM) yang dikarenakan oleh adanya perbedaan suhu permukaan laut di Samudera Hindia, khususnya di sebelah barat Pulau Sumatera (Bimaprawira et al., 2021). Periodisitas curah hujan 29 bulan dipengaruhi oleh Quasi Biennial Oscillation (QBO) yang berkaitan dengan pergerakan angin zonal dari timur ke barat atau sebaliknya (Agustin et al., 2022). Adapun periodisitas curah hujan 3 bulan dikarenakan oleh adanya fenomena Madden Julian Oscillation (MJO), yaitu fenomena osilasi angin dari barat ke timur di sepanjang daerah tropis (Nugroho et al., 2024). Terakhir, periodisitas curah hujan 65 bulan dikarenakan oleh adanya El Niño Southern Oscillation (ENSO) yang dikarenakan oleh adanya fenomena laut serta atmosfer di Samudera Pasifik (Dewanti et al., 2018).

Gambar 7 dan gambar 8 menampilkan bahwa curah hujan Teluk Bayur memiliki periodisitas yang bervariasi. Periodisitas yang bervariasi tersebut dihubungkan dengan faktor iklim yang mempengaruhi.

Hasil analisis periodogram pada gambar 7 dan gambar 8 juga menampilkan pola curah hujan di Teluk Bayur bertipe ekuatorial yang memiliki 2 puncak hujan dalam setahun. Pola curah hujan Teluk Bayur ditunjukkan pada gambar 9.



Gambar 9. Curah hujan rata rata bulanan Teluk Bayur periode 1994-2020

Berdasarkan gambar 9 curah hujan Teluk Bayur memiliki 2 puncak hujan dalam setahun yakni Maret dan April sebagai puncak pertama, November sebagai puncak kedua.

SIMPULAN

Berdasarkan analisis spektral dalam penentuan periodisitas siklus curah hujan di wilayah Teluk Bayur periode 1994-2020 memperlihatkan bahwa periodisitas curah hujan yang dominan di Teluk Bayur adalah 12 bulanan dipengaruhi oleh angin monsoon dan 6 bulanan dipengaruhi oleh adanya fenomena ITCZ. Periodogram curah hujan di Teluk Bayur juga menunjukkan adanya periodisitas 29 bulanan di pengaruhi oleh QBO, 36 bulanan dan 18 bulanan di pengaruhi oleh IODM dan 3 bulanan dipengaruhi oleh MJO serta 65 bulanan di pengaruhi oleh ENSO.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustin, Y., Muliadi, M., & Adriat, R. (2022). Respons Curah Hujan Terhadap Fenomena Quasi Biennial Oscillation (QBO) di Kota Pontianak. *PRISMA FISIKA*, 10(3), 291-295.
- Albeta, R., Iskandar, I., & Akhsan, H. (2024). Analisis Pola Curah Hujan di Wilayah Sumatera Bagian Utara Menggunakan Fast Fourier Transform (FFT). *Jurnal Ilmu Fisika dan Pembelajarannya (JIFP)*, 8(1), 9-13.

- Arshinta, U. F., & Ahmad, D. (2019). Analisis Curah Hujan Di Kota Padang Dengan Menggunakan Rantai Markov. *Journal Of Mathematics UNP*, 4(4).
- Bimaprawira, A., & Rejeki, H. A. (2021). Keterkaitan Periodisitas Curah Hujan di Daerah Pesisir Dan Pengunungan Provinsi Jawa Timur Dengan Variabilitas Cuaca Skala Global Dan Regional. *Jurnal Sains Dan Teknologi Modifikasi Cuaca*, 22(2), 51-59.
- BMKG Teluk Bayur. (2023). Data online pusat database BMKG. Di akses pada 15 Maret 2024 dari https://dataonline.bmkg.go.id/dashboard_user
- BPBD Kota Padang. (2023). Banjir dan longsor di Kota Padang. Diakses pada tanggal 2 Februari dari <https://bpbd.sumbarprov.go.id/>
- Dewanti, Y. P., Muliadi, M., & Adriat, R. (2018). Pengaruh El Niño Southern Oscillation (ENSO) Terhadap Curah Hujan di Kalimantan Barat. *Prisma Fisika*, 6(3).
- Gara, M. N. I., Dwiridal, L., & Nugroho, S. (2019). Analisis Karakteristik Periode Ulang Curah Hujan Dengan Metode Iwai Kadoya di Daerah Lokal Sumatera Barat Dan Regional Sumatera (Analysis of The Characteristics of The Return Period of Rainfall Using the Iwai Kadoya Method in The Local Area Of West Sumatra And Regional Sumatra). *Pillar Of Physics*, 12(2).
- Noya, V. H., Rumlawang, F. Y., & Lesnussa, Y. A. (2014). Aplikasi Transformasi Fourier Untuk Menentukan Periode Curah Hujan (Studi Kasus: Periode Curah Hujan Di Kabupaten Seram Bagian Barat, Provinsi Maluku). *Jurnal Matematika Integratif ISSN*, 1412, 6184.
- Nugroho, R. Z. (2024). Aplikasi Fast Fourier Transform Dalam Analisis Korelasi Periodisitas Curah Hujan di Sumatera Utara Dengan Fenomena Variabilitas Iklim Global. *Megasains*, 15(1), 29-36.
- Pusat Krisis Kemenkes RI. (2024). Banjir dan longsor di Kota Padang. Diakses pada tanggal 15 Maret dari <https://pusatkrisis.kemkes.go.id/>
- Sudiar, N. Y., & Siregar, P. M. (2016). Analisis Curah Hujan Kota Padang Saat Madden Julian Oscillation Periode 1980-2010. *Sainstek: Jurnal Sains Dan Teknologi*, 4(2), 123-128.
- Sugianti, N. (2019). Identifikasi Osilasi Atmosfer Yang Mempengaruhi Variabilitas Curah Hujan dan Suhu di Bandung. *Megasains*, 10(1), 41-47.
- Susilokarti, D., Arif, S. S., Susanto, S., & Sutiarmo, L. (2015). Studi Komparasi Prediksi Curah Hujan Metode Fast Fourier Transformation (FFT), Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) Dan Artificial Neural Network (ANN). *Agritech*, 35(2), 241-247.
- Susilokarti, D., Arif, S. S., Susanto, S., & Sutiarmo, L. (2016). Analisis Spektral Dalam Penentuan Periodisitas Siklus Curah Hujan di Wilayah Selatan Jatiluhur, Kabupaten Subang, Jawa Barat. *Agritech*, 36(1), 89-95.
- Tulak, N., Bungkar, Y., & Huda, H. (2022). Analisis Periodisitas Dan Tren Curah Hujan di Kota Jayapura, Papua Pada Periode 2001-2018. Universitas Cenderawasih. *Jurnal Meteorologi Dan Geofisika* Vol. 23 No. 1 Tahun 2022: 45-52