

Analisis PENGARUH FENOMENA IKLIM *EL-NINO* DAN *LA-NINA* TERHADAP CURAH HUJAN DI KALIMANTAN TENGAH

Melly Nugraheni^{1*}, Ahmad Zakaria²

¹Magister Teknik Sipil, Universitas Lampung

²Dosen Magister Teknik Sipil, Universitas Lampung

^{*}melly.nugraheni01@gmail.com

Pemasukan: 6 September 2023 Perbaikan: 9 November 2023 Diterima: 14 November 2023

Intisari

Kalimantan Tengah merupakan salah satu daerah di Indonesia yang terpengaruh oleh anomali atau penyimpangan iklim *El Nino* dan *La Nina*. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh dari anomali atau penyimpangan iklim *El Nino* dan *La Nina* terhadap curah hujan di Kalimantan Tengah. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk melihat daerah yang memiliki pengaruh paling tinggi yang disebabkan oleh anomali iklim *El Nino* dan *La Nina*. Penelitian ini menggunakan data curah hujan harian dari stasiun Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) dan juga satelit *Tropical Rainfall Measurement Mission* (TRMM) di Kalimantan Tengah dengan rentang data selama 22 tahun, yaitu dari tahun 1998 sampai dengan tahun 2019. Metode spektral digunakan sebagai pemodelan dan menggunakan program *Fast Fourier Transform* (FFT) untuk mendapatkan data spektrum curah hujan. Kemudian diperoleh nilai amplitudo dan dilakukan perbandingan data untuk mengetahui nilai hubungan korelasi. Hasil analisis data menurut hasil *Fast Fourier Transform* (FFT) diperoleh bahwa daerah yang memiliki pengaruh paling tinggi akibat anomali atau penyimpangan iklim *El Nino* dan *La Nina* berdasarkan data BMKG dan TRMM yaitu berada di stasiun H. Asan. Periode frekuensi dominan perulangan untuk data BMKG adalah 3,74 tahunan dengan nilai amplitudo sebesar 1,4641 mm dan data TRMM adalah 2,80 tahunan dengan nilai amplitudo sebesar 0,9829 mm.

Kata Kunci: *El nino*, Curah hujan, Kalimantan Tengah, *La nina*, Metode spektral

Latar Belakang

Fenomena alam hujan sulit untuk diprediksi karena terjadi secara alami. Pemicu kejadian hujan terlalu rumit, bisa diakibatkan oleh arah angin, temperatur udara, klimatologi dan lain-lain. Keragaman hujan yang terjadi di Indonesia meningkat tinggi baik dalam hal temporal atau *time series* maupun dalam hal spasial atau keruangan (Gunawan, 2008).

Indonesia sebagai negara maritim memiliki komponen pengaruh iklim yang beragam. Kondisi anomali iklim terkadang disebabkan oleh penurunan tingkat curah hujan yang mengakibatkan kondisi ekstrim berupa kekeringan dan juga

meningkatnya curah hujan yang mengakibatkan kondisi ektrim berupa bencana banjir, penyebab perubahan curah hujan ini salah satunya ialah fenomena anomali atau penyimpangan iklim *El Nino* dan *La Nina* (Mulyana, 2002).

El Nino merupakan kejadian penyimpangan iklim dengan tanda-tanda turunnya potensi curah hujan dan naiknya temperatur udara, sedangkan *La Nina* dengan meningkatnya potensi curah hujan diatas normal (Irawan, 2006). Sebelumnya, dilakukan penelitian mengenai hubungan antara anomali iklim *El Nino* dan *La Nina* dengan kecepatan angin, curah hujan serta radiasi matahari ((Mohammadi & Goudarzi, 2018). Ada juga penelitian mengenai perubahan terhadap kejadian petir yang berkaitan dengan anomali iklim *El Nino* dan *La Nina* (Saha et al., 2017). Penelitian selanjutnya juga mengenai hubungan antara anomali iklim *El Nino* dan *La Nina* dengan naiknya ambang stres burung yang hidup di daratan kepulauan Galapagoz (Wingfield et al., 2018). Hal ini membuktikan bahwa anomali iklim *El Nino* dan *La Nina* memiliki pengaruh terhadap semua kegiatan makhluk hidup dan peralihan iklim yang terjadi di alam.

Siklus fenomena *El Nino* dan *La Nina* umumnya muncul tidak teratur. Siklus anomali iklim ini biasanya muncul pada 2 sampai 7 tahun sekali dan bisa bertahan selama 12 hingga 15 bulan (Ismiati, 2022). Perulangan atau frekuensi kejadian hujan saat ini menjadi topik yang hangat dijadikan bahan penelitian oleh kalangan ahli hidrologi dan ahli disiplin terkait. Sebelumnya, penelitian mengenai perulangan kejadian hujan dianalisis secara *trial and error* (Rizalihadi, 2002) dan (Bhakar et al., 2006). Kemudian perulangan kejadian hujan juga dianalisis menggunakan metode Transformasi Fourier atau metode spektral (Zakaria, 2011).

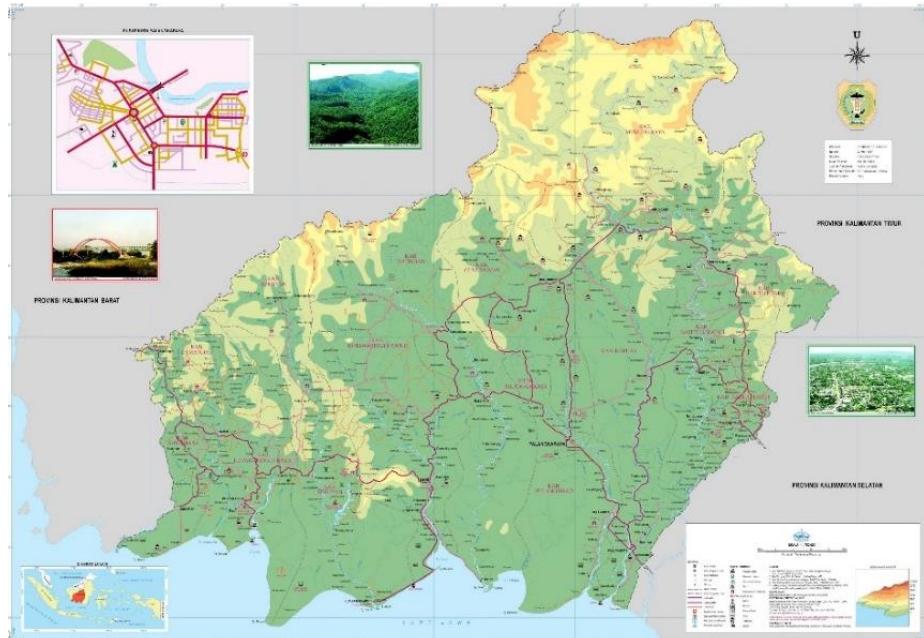
Dalam menghitung efek yang ditimbulkan oleh fenomena *El Nino* dan *La Nina* digunakan metode FFT atau *Fast Fourier Transform* (Noya et al., 2014). Dengan metode ini diketahui penurunan dan peningkatan curah hujan yang menciptakan wujud spektrum dari curah hujan tersebut. Sehingga data yang telah didapatkan kemudian dianalisis untuk menentukan daerah mana yang terdampak anomali iklim *El Nino* dan *La Nina*.

Kemampuan dalam memperkirakan fenomena iklim *El Nino* dan *La Nina* sangat bermanfaat untuk merencanakan segala aktivitas manusia dan mendukung usaha mitigasi bencana seperti badai, banjir, tanah yang longsor, gelombang tinggi, dan kekeringan yang diakibatkannya (Efendi & Purwandani, 2013). Dengan latar belakang tersebut, studi ini dilakukan untuk menganalisis perulangan dari pengaruh yang timbul dari anomali iklim *El Nino* dan *La Nina* terhadap curah hujan di Provinsi Kalimantan Tengah serta mengetahui daerah yang dominan terpengaruh yang diakibatkan oleh anomali iklim *El Nino* dan *La Nina*. Disamping itu, hasil dari studi ini diharapkan mampu sebagai acuan untuk penelitian selanjutnya.

Metodologi Studi

Tempat penelitian dalam studi ini yakni wilayah Indonesia, yaitu Provinsi Kalimantan Tengah yang berada pada posisi koordinat $0^{\circ}46' LU - 3^{\circ}33' LS$ dan $110^{\circ}51' - 115^{\circ}50' BT$. Penelitian ini memakai data sekunder yang diperoleh dari data *ground stasiun* BMKG (Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika)

Indonesia dan satelit TRMM (*Tropical Rainfall Measurement Mission*). Kedua data tersebut dilakukan pada lima stasiun pengamatan yaitu stasiun Tjilik Riwut, stasiun Iskandar, stasiun H. Asan, stasiun Beringin, dan stasiun Sanggu. Data yang dipakai adalah periode selama 22 tahun dengan rentang data mulai tahun 1998-2019 yang diunduh melalui *website* resmi BMKG dan TRMM Provinsi Kalimantan Tengah. Ini dilakukan dengan pertimbangan semakin banyak jumlah data yang dipakai dalam penelitian maka semakin efektif hasil dari analisis yang akan didapatkan.



Gambar 1. Peta Wilayah Provinsi Kalimantan Tengah (Sumber: <https://peta-kota.blogspot.com/2011/06/peta-kalimantan-tengah>).

Tahap awal penelitian yaitu melakukan studi kepustakaan dari berbagai sumber. Kemudian menggunakan data dasar sebagai acuan untuk keseluruhan tahapan penelitian. Pengolahan data dilakukan dengan mengganti data curah hujan stasiun BMKG dan TRMM menjadi data *time series*, menormalisasi data curah hujan dari BMKG serta melakukan uji konsistensi data hujan terhadap data yang hilang agar dapat diketahui apakah data layak digunakan dalam penelitian. Kemudian kedua data curah hujan dihitung dan dianalisis memakai metode spektral atau metode FFT (*Fast Fourier Transform*) untuk menghasilkan nilai spektrum dari kedua data curah hujan BMKG dan TRMM menggunakan dukungan aplikasi FTRANS, dapat dihitung dalam Persamaan (1).

$$P(fm) = \frac{\Delta t}{2\sqrt{\pi}} \sum_{n=N/2}^{n=N/2} p(tn) : e^{-\frac{2\pi i}{M} \cdot m \cdot n} \quad (1)$$

dengan keterangan:

- fm = hujan dalam seri frekuensi
- $P(fm)$ = data dalam domain frekuensi
- tn = variabel seri dari waktu yakni panjang data ke-N
- $P(tn)$ = data seri curah hujan dalam domain waktu

Selanjutnya dilakukan analisis korelasi menggunakan metode korelasi *pearson* untuk memprediksi korelasi antara data curah hujan dari stasiun BMKG maupun satelit TRMM. Analisis ini menghasilkan fungsi regresi dan juga nilai korelasi R^2 antara 0-1, dimana nilai mendekati ke arah angka 1 maka korelasi antara dua variabel bermakna semakin baik, namun sebaliknya apabila nilai mendekati ke arah angka 0 maka korelasi semakin lemah. Regresi ini digunakan untuk memeriksa besarnya tingkat kesamaan nilai dan juga pola data hujan BMKG dan TRMM, oleh karena itu dalam menganalisis data ini dapat diketahui tingkat korelasi dari dua variabel data yang berlainan. Dari spektrum data-data hujan yang diperoleh, kemudian dilakukan perbandingan puncak perulangan kejadian hujan antar stasiun hujan pada sumber data BMKG dan TRMM agar didapatkan periode frekuensi dominan perulangan kejadian *El-Nino* dan *La-Nina* serta daerah yang dominan berpengaruh terhadap fenomena *El-Nino* dan *La-Nina*.

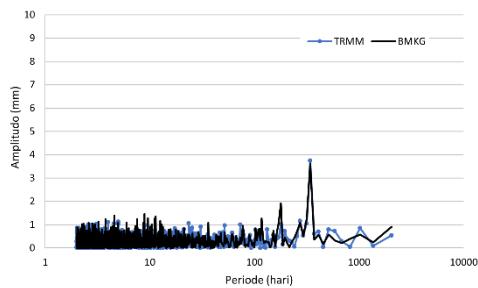
Hasil Studi dan Pembahasan

Spektrum Curah Hujan

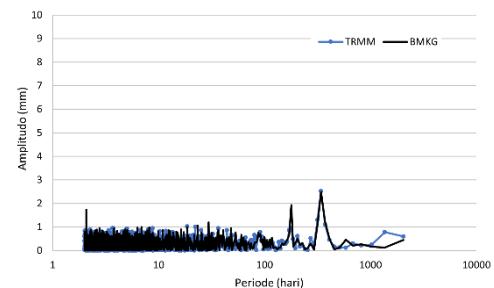
Data-data curah hujan dari BMKG sebelum dipakai dalam studi ini masih dalam bentuk *time series* dengan banyak hari yang kosong. Dalam mentransformasi data hujan yang mengalami kekurangan maka digunakan program Force agar proses pengisian hari yang tidak tercatat dan data kosong dapat diproses lebih cepat. Program ini bertujuan mentransformasikan kedua data curah hujan BMKG dan TRMM agar dapat dikorelasikan dengan baik.

Selanjutnya dilakukan pengujian konsistensi data, yakni dengan menjumlahkan setiap data harian yang ada selama satu tahun. Pengujian dilakukan sebagai salah satu parameter bahwa data hujan yang digunakan ialah data yang baik dan layak untuk dijadikan data penelitian. Uji konsistensi dilakukan pada data curah hujan TRMM untuk memastikan nilai data tersebut tidak memiliki kesalahan yang berarti. Pengujian dilakukan dengan menggunakan kumulatif tahun lalu dibandingkan dengan kumulatif stasiun lainnya. Nilai kumulatif tahunan ini adalah nilai yang digunakan dalam analisis regresi linear.

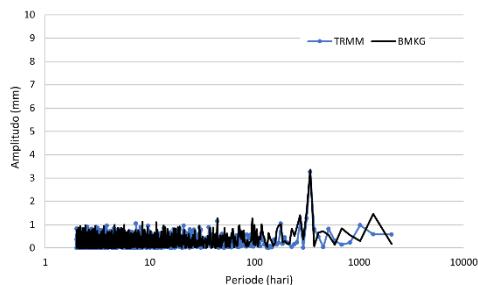
Kemudian, berdasarkan data penelitian yang berupa data seri hujan harian tersebut serta menggunakan Persamaan (1) yang dipresentasikan menggunakan metode FFT (*Fast Fourier Transform*), maka diperoleh hasil pengujian berbentuk spektrum curah hujan harian dari tahun 1998-2019 di stasiun Tjilik Riut sebagaimana pada Gambar 2, stasiun Iskandar pada Gambar 3, stasiun H. Asan pada Gambar 4, stasiun Beringin pada Gambar 5, dan stasiun Sanggu pada Gambar 6. Analisis menggunakan metode FFT ini menghasilkan nilai kecepatan sudut yang ditransformasi menjadi periode dalam hari serta nilai amplitudo dalam milimeter.



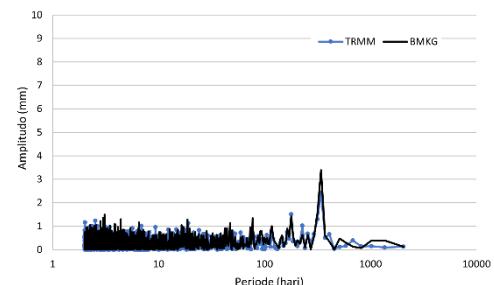
Gambar 2. Spektrum Curah Hujan Harian Stasiun Tjilik Riwut.



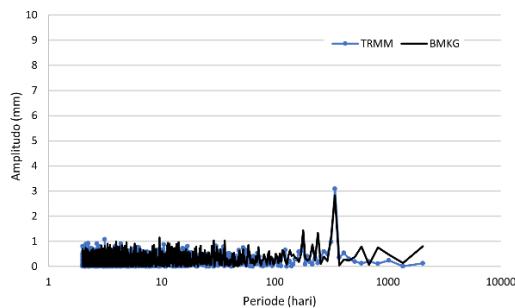
Gambar 3. Spektrum Curah Hujan Harian Stasiun Iskandar.



Gambar 4. Spektrum Curah Hujan Harian Stasiun H. Asan.



Gambar 5. Spektrum Curah Hujan Harian Stasiun Beringin.



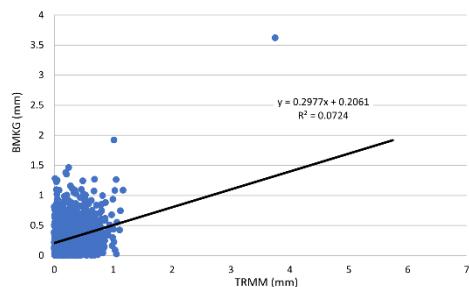
Gambar 6. Spektrum Curah Hujan Harian Stasiun Sanggu

Gambar 2 menyajikan bentuk spektrum curah hujan BMKG dan TRMM di stasiun Tjilik Riwut memperlihatkan bahwa kedua nilai tertinggi amplitudo dari spektrum yang saling mendekati, dengan nilai amplitudo tertinggi dari BMKG terletak di 3,62 mm dan TRMM terletak di 3,75 mm. Spektrum curah hujan stasiun Iskandar pada Gambar 3 memiliki nilai amplitudo tertinggi dari data hujan BMKG terletak di 2,49 mm dan TRMM di 2,51 mm, stasiun H. Asan pada Gambar 4 terletak di 3,35 mm dan TRMM di 3,27 mm, stasiun Beringin pada Gambar 5 terletak di 3,39 mm dan TRMM di 2,42 mm, dan stasiun Sanggu pada Gambar 6 terletak di 2,83 mm dan TRMM di 3,09 mm. Semua nilai tertinggi spektrum curah hujan baik stasiun BMKG maupun TRMM dari masing-masing stasiun pengamatan berada pada periode 341,33 hari atau 0,93 tahunan. Berdasarkan hasil dari masing-masing stasiun pengamatan diperoleh grafik data yang menunjukkan pola yang mirip antara data curah hujan BMKG dan TRMM yang berarti data curah hujan TRMM yang diolah telah sesuai dengan data BMKG, namun nilai curah hujan dari masing-

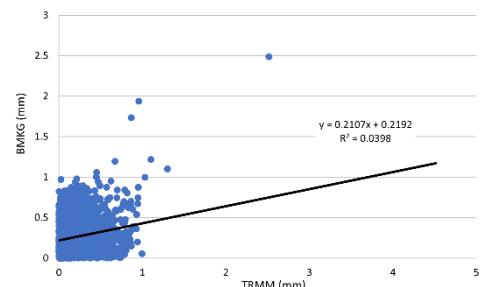
masing kedua data tersebut mempunyai perbedaan yang signifikan sehingga mengurangi nilai korelasi data, hal ini dikarenakan masih terdapat data yang tidak terekam atau tidak adanya pengukuran pada waktu-waktu tertentu.

Analisis Korelasi Data Curah Hujan

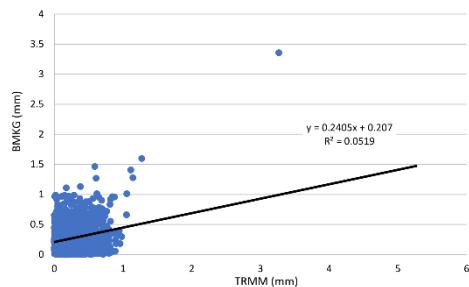
Korelasi data curah hujan harian dianalisis menggunakan data kumulatif harian untuk menghitung besarnya tingkat kesamaan antar data yang tidak sama dari data BMKG dan TRMM. Kajian ini dilakukan untuk mengetahui peluang adanya pola yang sama antara data BMKG dan TRMM.



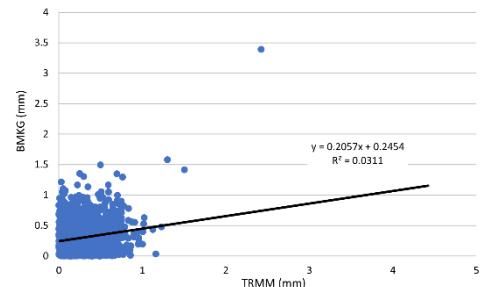
Gambar 7. Korelasi Curah Hujan Harian Data BMKG dan TRMM Stasiun Tjilik Riwut.



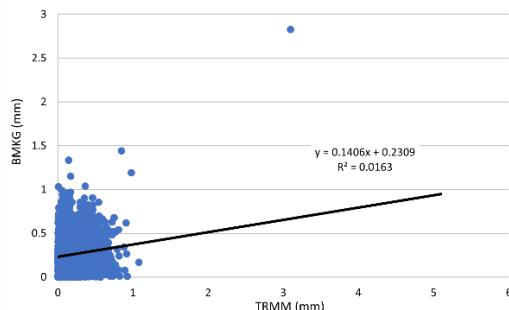
Gambar 8. Korelasi Curah Hujan Harian Data BMKG dan TRMM Stasiun Iskandar.



Gambar 9. Korelasi Curah Hujan Harian Data BMKG dan TRMM Stasiun H. Asan.



Gambar 10. Korelasi Curah Hujan Harian Data BMKG dan TRMM Stasiun Beringin.



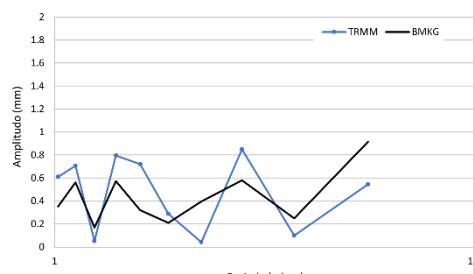
Gambar 11. Korelasi Curah Hujan Harian Data BMKG dan TRMM Stasiun Sanggu

Analisis korelasi ini menciptakan nilai korelasi (R^2) pada stasiun Tjilik Riwut sebesar 0,0724 dengan nilai rerata fungsi persamaan ialah $Y = 0,2977X + 0,2061$

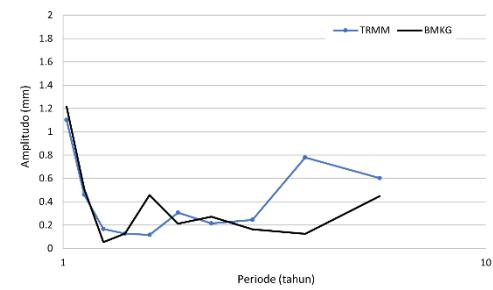
pada Gambar 7, stasiun Iskandar dengan nilai korelasi (R^2) sebesar 0,0398 dengan nilai rerata fungsi persamaan $Y = 0,2107X + 0,2192$ pada Gambar 8, stasiun H. Asan dengan nilai korelasi (R^2) sebesar 0,0519 dengan nilai rerata fungsi persamaan $Y = 0,2405X + 0,207$ pada Gambar 9, stasiun Beringin dengan nilai korelasi (R^2) sebesar 0,0311 dengan nilai rerata fungsi persamaan $Y = 0,2057X + 0,2454$ pada Gambar 10, serta stasiun Sanggu dengan nilai korelasi (R^2) sebesar 0,0163 dengan nilai rerata fungsi persamaan $Y = 0,1406X + 0,2309$ pada Gambar 11. Hasil ini menyatakan bahwa tingkat kesamaan pola curah hujan pada stasiun BMKG dan TRMM memiliki tingkat korelasi skala sangat rendah dimana nilai data curah hujan TRMM hanya dapat memprediksi nilai BMKG dengan tingkat akurasi 1% sampai dengan 7%. Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya dimana hasil analisis yang diperoleh apabila data yang diukur oleh TRMM mempunyai bentuk distribusi temporal curah hujan yang sama dengan yang diukur oleh stasiun BMKG (Pangestu et al., 2020).

Perbandingan Hasil Analisis Spektrum Puncak Kejadian Hujan

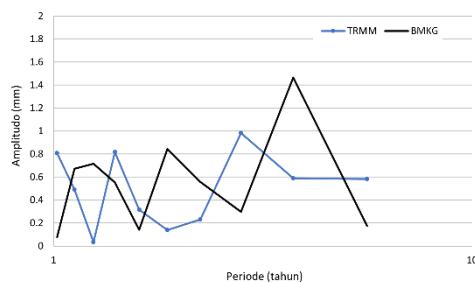
Analisis spektrum puncak kejadian hujan mengambil data periode 2 hingga 7 tahunan. Analisis ini dimaksudkan dengan tujuan untuk mengetahui adanya fenomena penyimpangan iklim *El-Nino* dan *La-Nina* yang cukup dominan untuk kedua data curah hujan BMKG dan TRMM pada masing-masing stasiun pengamatan. Perbandingan spektrum kejadian hujan dimaksudkan untuk membuktikan stasiun mana yang memperoleh dampak atau pengaruh yang lebih besar dalam hal naiknya tingkat curah hujan pada waktu terjadinya fenomena penyimpangan iklim ini. Perbandingan spektrum hujan BMKG dan TRMM pada periode diatas 365 harian atau 1 tahunan dapat dilihat pada Gambar 12 yang mengindikasikan adanya fenomena perulangan dari beberapa kejadian hujan.



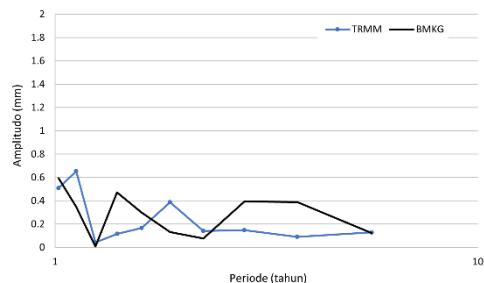
Gambar 12. Spektrum Curah Hujan diatas 1 Tahunan Stasiun Tjilik Riwut.



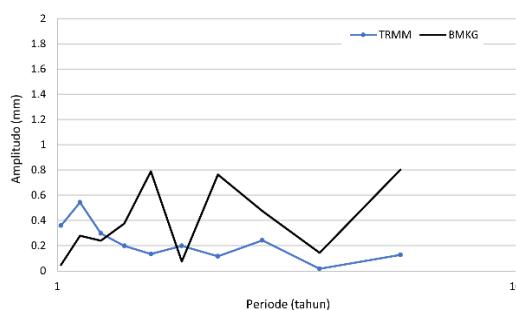
Gambar 13. Spektrum Curah Hujan diatas 1 Tahunan Stasiun Iskandar.



Gambar 14. Spektrum Curah Hujan diatas 1 Tahunan Stasiun H. Asan.



Gambar 15. Spektrum Curah Hujan diatas 1 Tahunan Stasiun Beringin.

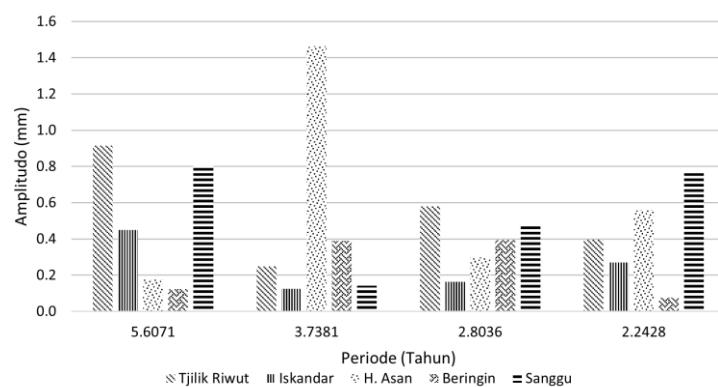


Gambar 16. Spektrum Curah Hujan diatas 1 Tahunan Stasiun Sanggu.

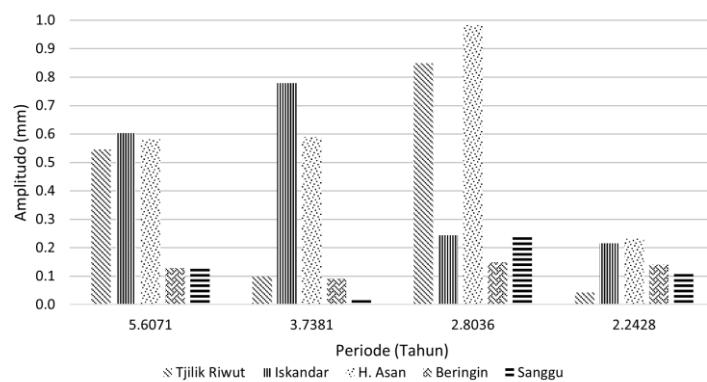
Berdasarkan Gambar 12 sampai dengan Gambar 16, dapat disajikan tabel dan grafik dari data BMKG dan TRMM hasil pengolahan memakai metode FFT, menunjukkan bahwa puncak spektrum curah hujan tahunan dari ke-lima stasiun hujan pengamatan pada periode 2 hingga 7 tahunan berada pada 2,8036 tahunan dan 3,7381 tahunan.

Tabel 1. Perbandingan puncak kejadian hujan data curah hujan BMKG dan TRMM

T (Tahunan)	Stasiun Tjilik Riwut	Amplitudo BMKG (mm)					Amplitudo TRMM (mm)				
		Stasiun Iskandar	Stasiun H. Asan	Stasiun Beringin	Stasiun Sanggu	Stasiun Tjilik Riwut	Stasiun Iskandar	Stasiun H. Asan	Stasiun Beringin	Stasiun Sanggu	
5,6071	0,9150	0,4496	0,1762	0,1233	0,8031	0,5461	0,6030	0,5825	0,1287	0,1266	
3,7381	0,2484	0,1243	1,4641	0,3899	0,1430	0,0990	0,7792	0,5901	0,0905	0,0182	
2,8036	0,5792	0,1643	0,2977	0,3932	0,4734	0,8493	0,2438	0,9829	0,1488	0,2428	
2,2428	0,3957	0,2713	0,5578	0,0766	0,7639	0,0429	0,2158	0,2315	0,1414	0,1158	



Gambar 17. Grafik Perbandingan Puncak Kejadian Hujan BMKG



Gambar 18. Grafik Perbandingan Puncak Kejadian Hujan TRMM

Berdasarkan hasil yang disajikan pada Tabel 1 bisa dilihat bahwa angka yang diperoleh dari data BMKG dan TRMM menggunakan metode FFT ini memiliki kesimpulan dengan nilai amplitudo frekuensi yang berbeda. Oleh karena dominan frekuensi mempunyai nilai perulangan yang tidak sama, maka dari kedua data tersebut diperoleh juga peluang pengaruh atau efek kejadian *El-Nino* dan *La-Nina* yang tidak sama.

Menurut hasil analisis FFT ini, ditemukan amplitudo frekuensi di periode 2,24 tahunan, 2,80 tahunan, 3,74 tahunan dan 5,61 tahunan dengan nilai masing-masing data BMKG dan TRMM yang berbeda. Periode dominan data BMKG dan TRMM berada di stasiun H. Asan dengan masing-masing nilai puncak amplitudo data BMKG sebesar 1,4641 mm pada 3,74 tahunan dan nilai puncak amplitudo data TRMM sebesar 0,9829 mm pada 2,80 tahunan. Perulangan penyimpangan yang berada pada periode tersebut ialah penyimpangan iklim *El-Nino* dan *La-Nina*.

Dengan periode frekuensi yang sama, diperoleh nilai amplitudo paling rendah pada data BMKG sebesar 0,0766 mm pada 2,24 tahunan di stasiun Beringin dan data TRMM sebesar 0,0182 mm pada 3,74 tahunan di stasiun Sanggu. Hasil ini memperlihatkan bahwa pada periode dan di stasiun tersebut memiliki pengaruh fenomena *El-Nino* dan *La-Nina* yang paling rendah dibandingkan stasiun hujan lainnya.

Terlihat dari analisis yang berasal dari sumber data BMKG dan TRMM memiliki hasil akhir yang tidak sama. Korelasi atau hubungan antara dua data hujan ini amat rendah sehingga dapat menghasilkan hasil akhir yang tidak sama pula. Kekeliruan dalam membaca uap air sebagai curah hujan menjadi peluang yang mempengaruhi data hujan TRMM dan melahirkan hasil akhir analisis pengujian yang berlainan dari tiap sumber data.

Pembahasan

Analisis penelitian memperlihatkan bahwa periode ulang dominan data curah hujan di Provinsi Kalimantan Tengah untuk ke-lima stasiun pengamatan adalah 341,33 harian atau 1 tahunan yang biasa disebut dengan Osilasi Tahunan. Pada penelitian sebelumnya menyebutkan bahwa osilasi tahunan ini terjadi sebagai akibat dari angin monsoon yang arahnya berubah setiap satu kali dalam setahun (Yuggotomo & Ihwan, 2014).

Selanjutnya terlihat dari analisis bahwa siklus perulangan curah hujan yang memiliki kemungkinan terpengaruh *El-Nino* dan *La-Nina* adalah amplitudo frekuensi dengan periode 2,24 tahunan sampai 5,61 tahunan. Ini menunjukkan bahwa curah hujan di provinsi Kalimantan Tengah akan terpengaruh oleh penyimpangan iklim *El-Nino* dan *La-Nina* dengan bentuk perulangan dominan yang kuat dan memperlihatkan energi spektral tertinggi yang sama berada pada siklus 2 sampai 7 tahunan. Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa fenomena *El-Nino* dan *La-Nina* cenderung naik dalam hal frekuensi kejadian, tingkat penyimpangan dan lamanya peristiwa penyimpangan iklim tersebut (Irawan, 2006).

Berdasarkan pengamatan ini juga memperlihatkan efek dari kejadian *El-Nino* dan *La-Nina* yang tidak sama antara satu wilayah dengan wilayah yang lainnya. Setiap wilayah yang ada di Kalimantan Tengah tidak memperoleh efek kejadian penyimpangan yang setara besarnya, oleh karena itu wilayah yang memiliki efek penyimpangan iklim lebih besar mempunyai resiko terjadi bencana yang lebih tinggi daripada wilayah yang memiliki efek penyimpangan iklim yang lebih kecil.

Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

Dari penelitian yang dilaksanakan memperlihatkan hasil bahwa tingginya pengaruh kejadian iklim *El-Nino* dan *La-Nina* di suatu daerah mampu diprediksi. Dengan memanfaatkan metode FFT (*Fast Fourier Transform*) dapat diberikan kesimpulan bahwa nilai periode perulangan atau frekuensi hujan yang berpengaruh kuat menurut data hujan BMKG dan TRMM berada pada stasiun H. Asan dengan pengaruh paling tinggi berdasarkan data hujan BMKG yaitu pada 3,74 tahunan dengan amplitudo sebesar 1,4641 mm dan berdasarkan data hujan TRMM yaitu pada 2,80 tahunan dengan amplitudo sebesar 0,9829 mm. Perulangan ini ialah perulangan hujan yang dipengaruhi fenomena perubahan iklim yaitu *El-Nino* dan *La-Nina*.

Saran

Dalam penelitian ini ada beberapa saran yang harus diperhatikan untuk penelitian selanjutnya yaitu:

1. Perlu dilakukan penelitian dengan jumlah stasiun yang lebih banyak dan kurun waktu yang lebih lama untuk mendapatkan hasil yang lebih baik.
2. Data curah hujan yang hilang kemungkinan mengganggu hasil analisis sehingga dianjurkan dapat melakukan penelitian dengan data yang lebih baik.

Daftar Referensi

Bhakar, S. R., Singh, R. V., Chhajed, N., & Bansal, A. K., 2006. Stochastic Modeling of Monthly Rainfall at Kota Region. *ARP Journal of Engineering and Applied Sciences*, 1(3), 36–44.

Efendi, E., & Purwandani, A., 2013. Korelasi Asian Monsoon , El Nino South Oscilation dan Indian Ocean Dipole Terhadap Variabilitas Curah Hujan di Propinsi Lampung. *AQUASAINS (Jurnal Ilmu Perikanan Dan Sumberdaya Perairan)*, 2(1), 107–112.

Gunawan, D., 2008. Perbandingan Curah Hujan Bulanan Dari Data Pengamatan Permukaan, Satelit Trmm Dan Model Permukaan Noah. *Jurnal Meteorologi Dan Geofisika*, 9(1), 1–10. <https://doi.org/10.31172/jmg.v9i1.17>.

Irawan, B., 2006. Fenomena Anomali Iklim El Nino dan La Nina: Kecenderungan Jangka Panjang dan Pengaruhnya Terhadap Produksi Pangan. *Forum Penelitian Agro Ekonomi*, 24(1), 28–45. <https://doi.org/10.21082/fae.v24n1.2006.28-45>.

Ismiati, M., 2022. Implikasi El-Nino dan La-Nina terhadap Perubahan Iklim Wilayah Indonesia. *Journal of Islamic Interdisciplinary Studies*, 1(1), 93-100.

Mohammadi, K., & Goudarzi, N., 2018. Study of Inter-Correlations of Solar Radiation, Wind Speed and Precipitation Under The Influence of El Niño Southern Oscillation (ENSO) in California. *Renewable Energy*, 120, 190–200. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2017.12.069>.

Mulyana, E., 2002. Hubungan Antara ENSO dengan Variasi Curah Hujan di Indonesia. *Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca*, 3(1), 1–4. <https://doi.org/10.29122/jstmc.v3i1.2153>.

Noya, V. H. P., 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*, 10(2), 85–94. <https://doi.org/10.24198/jmi.v10.n2.10251.85-94>.

Pangestu, I. T., Zakaria, A., & Tugiono, S., 2020. Analisis Korelasi Data Curah Hujan BMKG dengan TRMM (Studi Kasus Stasiun BMKG di Sumatera Utara). *Journal Rekayasa Sipil Dan Desain*, 8(1), 157–180.

Rizalihadi, M., 2002. The Generation of Syntetic Sequences of Monthly Rainfall Using Autoregressive Model. *Jurnal Teknik Sipil Universitas Syah Kuala*, 1(2), 64–68.

Saha, U., Siingh, D., Midya, S. K., Singh, R. P., Singh, A. K., & Kumar, S., 2017. Spatio-Temporal Variability of Lightning and Convective Activity Over South/South-East Asia with an Emphasis during El Niño and La Niña. *Atmospheric Research*, 197, 150–166. <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2017.07.005>.

Wingfield, J. C., Hau, M., Boersma, P. D., Romero, L. M., Hillgarth, N., Ramenofsky, M., Wrege, P., Scheibling, R., Kelley, J. P., Walker, B., & Wikelski, M., 2018. Effects of El Niño and La Niña Southern Oscillation Events on the Adrenocortical Responses to Stress in Birds of the Galapagos Islands. *General and Comparative Endocrinology*, 259, 20–33. <https://doi.org/10.1016/j.ygcen.2017.10.015>.

Yuggotomo, M. E., & Ihwan, A., 2014. Pengaruh Fenomena Niño Southern Oscillation dan Dipole Mode Terhadap Curah Hujan di Kabupaten Ketapang. *POSITRON*, 4(2), 35–39. <https://doi.org/10.26418/positron.v4i2.7563>

Zakaria, A., 2011. A study of Periodic and Stochastic Modeling of Monthly Rainfall from Purajaya Station. *Asian Transactions on Engineering (ATE)*, 01(03), 1–7.