

Identifikasi bencana banjir di kota Palembang berdasarkan data klimatologi tahun 2021 dengan pendekatan curve fitting dan model inversi garis

Ahmad Nasik¹, Karyanto¹, Rahmat Catur Wibowo^{2*}

¹ Jurusan Teknik Geofisika, Fakultas Teknik, Universitas Lampung.

² Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Lampung.

*E-mail: rahmat.caturwibowo@eng.unila.ac.id.

Abstrak

Kota Palembang merupakan salah satu daerah yang berkembang pesat pasca pemberlakuan otonomi daerah sebagai ibu kota Provinsi Sumatera Selatan, sekaligus sebagai pusat pemerintahan dan pusat perekonomian daerah. Masalah banjir dan genangan di Kota Palembang yang terjadi hampir setiap musim hujan menjadi masalah yang mengkhawatirkan masyarakat dan pemerintah kota. Oleh sebab itu, maka perlu dilakukan proses identifikasi bencana banjir di Kota Palembang berdasarkan data iklim tahun 2021 yang diperoleh dari data BMKG. Proses identifikasi ini dilakukan dengan menggunakan pendekatan *curve fitting* dan inversi garis. Dari proses ini maka akan dihasilkan grafik iklim yang bermanfaat sebagai dasar informasi dalam memitigasi, pertimbangan, dan perencanaan. Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat diketahui bahwasannya curah hujan bulanan tertinggi terjadi pada bulan Desember dengan rata-rata curah hujan 22 mm dan disusul bulan November sebesar 17,5583 mm. Hal ini dapat mengindikasikan bahwasannya pada bulan November sampai dengan Desember rentan akan terjadi bencana banjir. Selain itu, penurunan lama penyinaran matahari yang signifikan terjadi diakhir tahun. Hal ini dapat diketahui bahwasannya dengan terjadinya penurunan lama penyinaran matahari, maka dapat mengindikasikan bahwasannya pada bulan November dan Desember didominasi oleh keadaan cuaca mendung yang pada akhirnya mengakibatkan terjadinya hujan. Banjir dominan terjadi di bulan November sampai Desember karena disebabkan oleh tingkat curah hujan yang tinggi serta pasang dari sungai Musi.

Kata kunci: Banjir, Inversi Garis, iklim, Palembang

1. Pendahuluan

Kota Palembang merupakan salah satu daerah yang berkembang pesat pasca pemberlakuan perencanaan wilayah dan pembangunan sarana dan prasarana (Maryono, 2005). Masalah banjir dan genangan di Kota Palembang yang terjadi hampir setiap musim hujan menjadi masalah yang mengkhawatirkan masyarakat dan pemerintah kota. Pada 13 November 2018, hujan lebat yang berlangsung lebih dari enam jam di Kota Palembang membuat sebagian besar Kota Palembang lumpuh akibat banjir. Banjir terjadi di beberapa tempat di wilayah Palembang, dengan beberapa perubahan ketinggian mulai dari 0,5m hingga 1,5m di

area yang cukup luas. Durasi banjir karena air limpasan tidak tertampung di kolam drainase atau waduk yang ada bervariasi dari 6 jam hingga 3 hari tergantung pada durasi banjir. Kerusakan infrastruktur publik dan swasta, terutama di daerah dataran rendah di beberapa daerah di sepanjang Sungai Musi di Kota Palembang, menyebabkan kerusakan sebesar \$1,5 miliar setiap tahunnya (Putranto dan Popy, 2009).

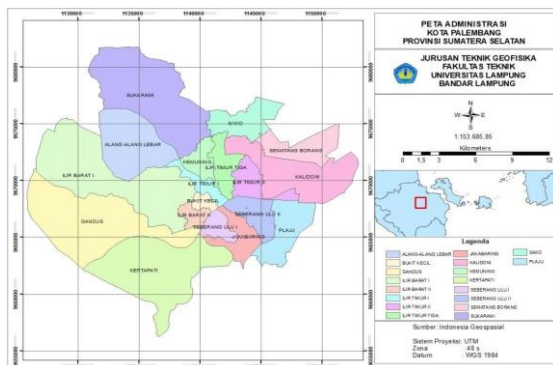
Dilihat dari kondisi tersebut, dikhawatirkan akan terjadi banjir yang sangat membahayakan otonomi daerah sebagai ibu kota Provinsi Sumatera Selatan, sekaligus sebagai pusat pemerintahan dan pusat perekonomian

daerah. Kota Palembang, seperti halnya kawasan perkotaan lainnya yang terfapat masyarakat di Kota Palembang, oleh sebab itu, maka perlu dilakukan proses identifikasi bencana banjir di Kota Palembang berdasarkan data iklim tahun 2021 yang diperoleh dari data BMKG. Proses identifikasi ini dilakukan dengan menggunakan pendekatan curve fitting dan inversi garis. Dari proses ini maka akan dihasilkan grafik iklim yang bermanfaat sebagai dasar informasi dalam memitigasi, pertimbangan, dan perencanaan sistem pengurangan atau pengendalian banjir di Kota Palembang.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Kondisi Geografis Daerah Penelitian.

Penelitian ini dilakukan Kota Palembang. Kota Palembang merupakan Ibu Kota Provinsi Sumatera Selatan, terletak pada posisi antara 20 52' sampai 30 5' Lintang Selatan dan antara 104037' sampai 104052' Bujur Timur dengan ketinggian rata-rata 8 meter dari permukaan laut. Kota Palembang memiliki luasan wilayah sekitar 401,61 km² (40161 Ha).



Gambar 1. Peta administrasi Kota Palembang.

2.2. Keadaan Topografi.

Keadaan topografi Kota Palembang, pada umumnya merupakan dataran rendah dengan ketinggian rata-rata $+4 \pm 12$ meter di atas permukaan laut, dengan komposisi: 48% tanah dataran yang tidak tergenang air, 15% tanah tergenang secara musiman

dan 35% tanah tergenang terus menerus sepanjang musim. Lokasi daerah yang tertinggi berada di Bukit Seguntang Kecamatan Ilir Barat I, dengan ketinggian sekitar 10 meter dpl. Sedangkan kondisi daerah terendah berada di daerah Sungai Lais, Kecamatan Ilir Timur II. Kota Palembang dibedakan menjadi daerah dengan topografi mendatar sampai dengan landai, yaitu dengan kemiringan berkisar antara $\pm 0 - 3^\circ$ dan daerah dengan topografi bergelombang dengan kemiringan berkisar antara $\pm 2 - 10^\circ$. Sebagian besar dari wilayah Kota Palembang merupakan dataran rendah yang landai dengan ketinggian tanah rata-rata +12 meter di atas permukaan laut, sedangkan daerah yang bergelombang ditemukan di beberapa tempat seperti Kenten, Bukit Sangkal, Bukit Siguntang dan Talang Buluh-Gandus.

2.3. Iklim.

Perubahan iklim adalah perubahan rata-rata salah satu atau lebih elemen cuaca pada suatu daerah tertentu (LAPAN, 2002). Ada beberapa elemen cuaca, diantaranya suhu udara, kecepatan dan arah angin, evaporasi, dan curah hujan. Perubahan elemen cuaca ini terjadi dalam kurun waktu yang panjang atau bahkan sangat panjang. Sementara istilah perubahan iklim skala global adalah perubahan iklim dengan acuan wilayah bumi secara keseluruhan pada variasi rata-rata kondisi iklim suatu tempat atau pada variabilitasnya yang nyata secara statistik untuk jangka waktu yang panjang. Perubahan iklim terjadi karena proses alam internal maupun ada kekuatan eksternal, atau akibat kegiatan manusia yang terus menerus mengubah komposisi atmosfer dan tata guna lahan (Murdiyarso, 2003). Pemanasan iklim lebih lanjut juga dapat menyebabkan badai tropis lebih intens (Emanuel, 2005). Karakteristik hujan berubah, hujan harian dan intensitas hujan cenderung meningkat, diikuti dengan makin meningkatnya debit banjir,

mengakibatkan lebih banyak orang beresiko dan meningkatkan kerusakan, kehilangan, dan kerugian.

Musim yang terdapat di Kota Palembang sama seperti umumnya yang terjadi di seluruh wilayah Indonesia yaitu musim penghujan dan musim kemarau. Suhu udara sebagian besar wilayah Kota Palembang berdasarkan data dari stasiun Meteorologi tahun 2013 rata-rata $26,20^{\circ}\text{C}$ sampai dengan $28,40^{\circ}\text{C}$. Suhu udara maksimum terjadi pada bulan September yang berkisar $34,60^{\circ}\text{C}$, sedangkan suhu udara minimum terjadi di bulan Januari dan Februari yang berkisar $23,40^{\circ}\text{C}$. Kecepatan angin hampir diseluruh wilayah Kota Palembang merata setiap bulanya yaitu berkisar antara 2 knots hingga 4 knots dengan rata-rata curah hujan selama tahun 2013 berkisar antara 14.6 mm3 (pada bulan September) sampai 392.4 mm3 (Maret), Sedangkan kelembaban udara pada tahun 2012 rata-rata 7 % (September) sampai 87% (Januari, April dan Desember).

2.4. Banjir.

Banjir dapat disebut sebagai genangan air yang terjadi di suatu lokasi yang diakibatkan oleh: Perubahan tata guna lahan di Daerah Aliran Sungai (DAS), pembuangan sampah, erosi dan sedimentasi, kawasan kumuh sepanjang jalur drainase, perencanaan sistem pengendalian banjir yang tidak tepat, curah hujan yang tinggi, pengaruh fisiografi/geofisik sungai, kapasitas sungai dan drainase yang tidak memadai, pengaruh air pasang, penurunan tanah dan rob (genangan akibat pasang surut air laut), drainase lahan, bendung dan bangunan air, dan kerusakan bangunan pengendali banjir (Kodoatie, 2005).

2.5. Inversi Garis.

Pengukuran temperatur terhadap kedalaman di bawah permukaan bumi menunjukkan bahwa semakin dalam,

temperatur semakin tinggi. Misalnya telah dilakukan sebanyak empat kali ($N = 4$) pengukuran temperatur (T_i) pada kedalaman yang berbeda beda (z_i). Lalu kita berasumsi bahwa variasi temperatur terhadap kedalaman ditentukan oleh rumus berikut ini:

$$m_1 + m_2 z_i = T_i \quad (1)$$

dimana m_1 dan m_2 adalah konstanta-konstanta yang akan dicari. Rumus di atas disebut model matematika. Sedangkan m_1 dan m_2 disebut parameter model atau biasa juga disebut unknown parameter. Pada model matematika di atas terdapat dua buah parameter model, ($M = 2$). Sementara jumlah data observasi ada empat, ($N = 4$), yaitu nilai-nilai kedalaman, z_i , dan temperatur, T_i . Berdasarkan model tersebut, kita bisa menyatakan temperatur dan kedalaman masing-masing sebagai berikut:

$$m_1 + m_2 z_1 = T_1 \quad (2)$$

$$m_1 + m_2 z_2 = T_2 \quad (3)$$

$$m_1 + m_2 z_3 = T_3 \quad (4)$$

$$m_1 + m_2 z_4 = T_4 \quad (5)$$

Semua persamaan tersebut dapat dinyatakan dalam operasi matrik berikut ini:

$$\begin{bmatrix} 1 & z_1 \\ 1 & z_2 \\ 1 & z_3 \\ 1 & z_4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} m_1 \\ m_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} T_1 \\ T_2 \\ T_3 \\ T_4 \end{bmatrix} \quad (6)$$

Lalu ditulis secara singkat:

$$Gm = d \quad (7)$$

dimana **d** adalah data yang dinyatakan dalam vektor kolom, **m** adalah model parameter, juga dinyatakan dalam vektor kolom, dan **G** disebut **matrik kernel**. Lantas bagaimana cara mendapatkan nilai m_1 dan m_2 pada vektor kolom **m**? Manipulasi berikut ini bisa menjawabnya:

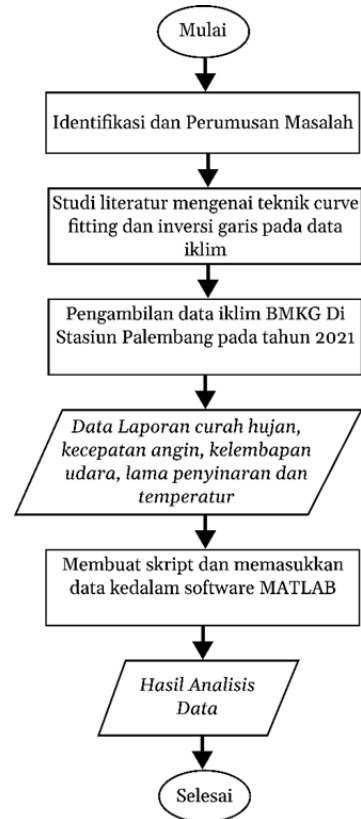
$$G^t G m = G^t d \quad (8)$$

2.6. Curve Fitting.

Pencocokan kurva merupakan suatu teknik yang penting dan sangat diperlukan untuk menghandle data hasil pengukuran suatu variabel, sehingga diperoleh gambaran yang jelas mengenai sifat-sifat atau perilaku variabel yang kita ukur. Ada dua alasan mengapa kebutuhan mencocokkan ke kurva dari data hasil pengukuran ini penting. Pertama, dengan cara fitting ini bisa memberikan gambaran secara matematis mengenai hubungan antara dua variabel yang diukur. Kedua, dari persamaan kurva yang diperoleh dapat digunakan untuk memprediksikan harga variabel tak bebas di suatu titik dengan cara menginterpolasi diantara harga-harga terukur. Dengan cara mencocokkan data ke kurva tertentu akan dapat ditunjukkan adanya kecenderungan membentuk pola tertentu. Metode yang paling sederhana untuk mencocokkan data kepada suatu kurva tertentu adalah dengan mengplot titik-titik data tersebut dan menarik garis yang bersesuaian dengan data tersebut.

3. Metodologi

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian yang bersifat deskriptif analitis, yaitu suatu kegiatan yang mendeskripsikan suatu kegiatan yang mengacu kepada referensi dan data yang diperoleh di lapangan. Semua data yang digunakan diperoleh dari stasiun BMKG. Dari data ini akan ditentukan pola kecenderungan dari tiap parameter. Data akan diolah menggunakan program Ms. Excel dan Software Matlab untuk memperoleh gambaran statistik yang diteliti dalam bentuk grafik. Pengolahan data iklim ini menerapkan konsep dari pemodelan inversi garis dan pencocokan kurva yang mana hasil dari proses ini akan menghasilkan suatu kurva inversi garis dan curve fitting dalam suatu grafik persebaran data.



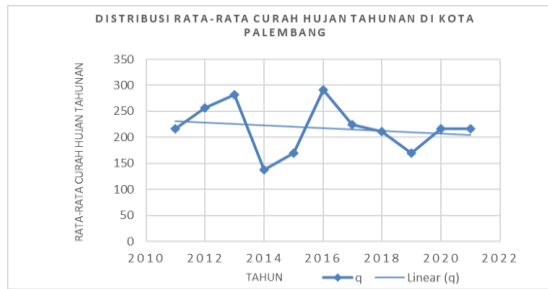
Gambar 2. Diagram Alir.

4. Hasil dan pembahasan

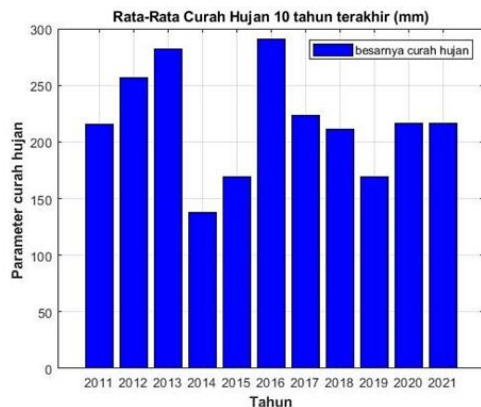
4.1. Curah Hujan Tahun 2021.

Kota Palembang memiliki curah hujan yang tinggi yaitu rata-rata 2.600 mm per tahun. dan cenderung terdistribusi merata sepanjang tahun dengan persentase hari hujan rata-rata sebesar 48% per tahun (BMKG, 2015) dan luas wilayah 40.061 Ha atau 400,61 km² (BPS Kota Palembang, 2017). Tinggi nya curah hujan dan kondisi geografis menyebabkan kota Palembang rawan terhadap bencana banjir. Curah hujan tahunan di Kota Palembang selama periode 2009-2021 berkisar antara 137,5833 mm hingga 290,9167 mm. Rata-rata jumlah curah hujan tahunan adalah 217,2879 mm. Jumlah curah hujan tahunan yang berada dibawah normal atau rata-ratanya terjadi pada tahun 2011, 2014, 2015, 2018,2019, 2020 dan 2021. Sementara itu, curah hujan tahunan tertinggi terjadi pada tahun 2016. Grafik curah hujan tahun periode

2011-2021 menunjukkan trend curah hujan cenderung menurun.



Gambar 3. Trend rata-rata curah hujan tahunan di Kota Palembang.

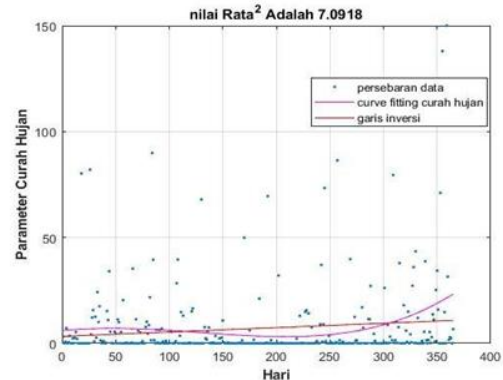


Gambar 4. Data curah hujan 11 tahun terakhir di Kota Palembang.

Berdasarkan Gambar 1 maka dapat diketahui bahwasannya curah hujan di Kota Palembang di 11 tahun terakhir menunjukkan pola yang relatif naik turun yangmana pada tahun 2011 sampai tahun 2013 mengalami kenaikan rata-rata curah hujan. Pada tahun 2014 dan 2015 rata-rata curah hujan di Kota Palembang mengalami penurunan yang drastic, pada tahun 2016 rata-rata curah hujan Kembali mengalami lonjakan yang cukup signifikan dibandingkan rata-rata curah hujan 5 tahun terakhir. Pada tahun 2018 sampai dengan tahun 2021 rata-rata curah hujan di Kota Palembang relative konstan.

Hasil analisis data curah hujan pada tahun 2021 di Kota Palembang menunjukkan pola kecenderungan yang meningkat. Pada gambar 3 dijelaskan curah hujan bulanan tertinggi terjadi pada bulan Desember dengan rata-rata curah hujan 22 mm dan disusul bulan November sebesar

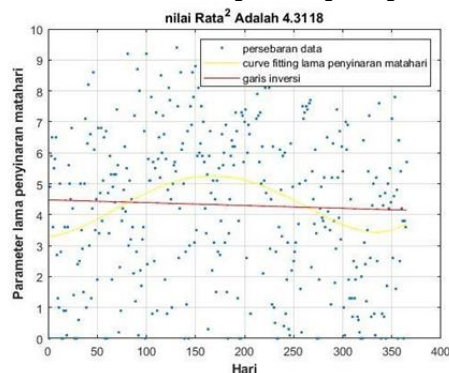
17,55833 mm. Curah hujan terendah terjadi pada bulan Juni dengan rata-rata curah hujan 4 mm. pada tahun 2021 rata-rata curah hujan per bulannya di Kota Palembang yaitu 7,0918 mm.



Gambar 5. Curah hujan tahun 2021.

4.2. Lama Penyinaran Tahun 2021.

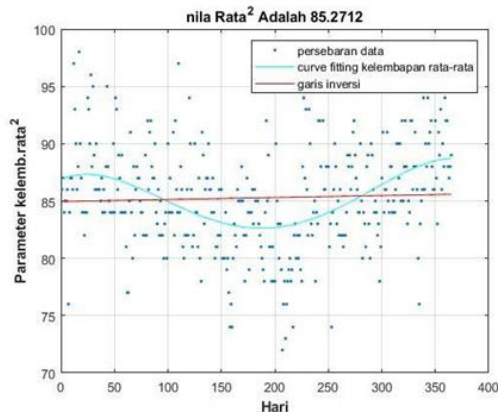
Berdasarkan data yang diperoleh, lama penyinaran matahari tertinggi terjadi pada bulan Mei sampai dengan Juli dengan lama penyinaran 5 sampai 5,4 jam dan mengalami penurunan terus menurun sampai pada bulan Desember. Lama penyinaran matahari terendah terjadi pada bulan November dengan lama penyinaran 2,53333 jam. Pada bulan November dan Desember lama penyinaran matahari relative rendah dikarenakan pada bulan tersebut tingkat curah hujan mengalami peningkatan yang cukup drastic pada setiap harinya. Hal ini disebabkan karena pada bulan-bulan tersebut merupak puncak dari musim penghujan sehingga untuk lamnya penyinaran matahari di bulan tersebut berkurang karena terhalang oleh adanya mendung yang pada nantinya akan menimbulkan proses presipitasi.



Gambar 6. Lama penyinaran matahari tahun 2021.

4.3. Kelembapan Udara Tahun 2021.

Kelembaban udara rata-rata bulanan di Kota Palembang menunjukkan adanya peningkatan setiap bulan jika dilihat dari pemodelan inversi garis. Untuk kelembaban udara tertinggi terjadi pada bulan Januari, November, dan Desember. Pada bulan November sampai Desember hujan yang terjadi cukup tinggi dan kecepatan angin sangat kencang sehingga menyebabkan suhu udara di daerah tersebut sangat rendah. Suhu udara yang rendah menyebabkan kelembaban udara meningkat. Kelembaban udara terendah terjadi pada tahun 2021 terjadi di bulan Juli yaitu sebesar 81,22581 %.



Gambar 7. Kelembapan udara rata-rata tahun 2021.

4.4. Kecepatan Angin, Temperatur Maks, Min, dan Rata-Rata Tahun 2021.

Tren temperatur udara rata-rata bulanan periode Januari-Desember cenderung naik, temperature tertinggi terjadi pada bulan Oktober. Untuk temperature udara maksimum rata-rata rata-rata bulanan cenderung naik dengan tertinggi terjadi pada bulan Oktober dan terendah terjadi pada bulan Januari. Dan Tren suhu udara rata-rata minimum tahunan cenderung naik dengan tertinggi terjadi pada bulan Mei dan terendah terjadi pada bulan Januari.

Berdasarkan pengolahan data BMKG stasiun Palembang pada tahun 2021, maka dapat diketahui pola dari parameter iklim

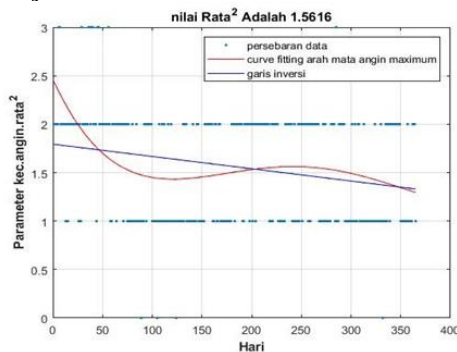
yangmana dari masing-masing parameter memiliki karakteristik tersendiri. Jika dilihat dari gambar 5 terkait curah hujan, maka dapat diketahui bahwasannya curah hujan bulanan tertinggi terjadi pada bulan Desember dengan rata-rata curah hujan 22 mm dan disusul bulan November sebesar 17,55833 mm. hal ini dapat mengindikasikan bahwasannya pada bulan November sampai dengan Desember rentan akan terjadi bencana banjir. data lain yang dapat mengindikasikan kerentanan banjir di bulan November dan Desember di Kota Palembang yaitu dapat dilihat dari gambar 6. Pada gambar 6 memperlihatkan penurunan grafik lama penyinaran matahari dari setiap bulannya di tahun 2021. Penurunan lama penyinaran matahari yang signifikan terjadi diakhir tahun. Hal ini dapat diketahui bahwasannya dengan terjadinya penurunan lama penyinaran matahari, maka dapat mengindikasikan bahwasannya pada bulan November dan Desember didominasi oleh keadaan cuaca mendung yang pada akhirnya mengakibatkan terjadinya hujan. Lama penyinaran matahari terendah terjadi pada bulan November dengan lama penyinaran 2,53333 jam.

Jika dilihat dari gambar 7 dan gambar 8 maka dapat diketahui bahwasannya bulan November dan Desember merupakan bulan yang rawan akan terjadinya banjir karena jika dilihat dari tingkat kelembababn udaranya di bual-bulan tersebut hujan yang terjadi cukup tinggi dan kecepatan angin sangat rendah sehingga menyebabkan suhu udara di daerah tersebut relatif rendah. Suhu udara yang rendah menyebabkan kelembaban udara meningkat. Jika dilihat dari gambar 10, 11, dan 12 maka dapat diketahui bahwasannya temperature udara di kota Palembang pada bulan November dan Desember relative turun. Hal ini mengindikasikan bahwasannya pada bulan tersebut terjadi peningkatan intensitas

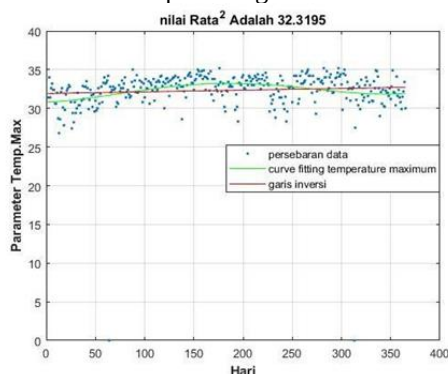
curah hujan yang mengakibatkan turunnya temperature.

Dari data-data di atas, maka dapat diketahui bahwasannya pada bulan November dan Desember merupan bulan-bulan yang sangat rentan terjadinya banjir di Kota Palembang yang diakibatkan oleh terjadinya factor iklim. Karena pada bulan tersebut tingkat curah hujan sangat tinggi yang dapat menyebabkan bencana banjir. Dan dilihat dari beberapa informasi terkait bencana banjir di Palembang pada tahun 2021, banjir dominan terjadi di bulan November sampai Desember karena disebabkan oleh tingkat curah hujan yang tinggi serta pasang dari sungai Musi.

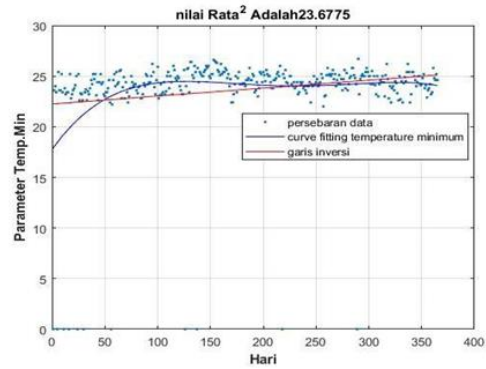
Dari hal ini, maka pemerintah serta masyarakat Kota Palembang dapat mengantisipasi serta melakukan persiapan-persiapan terkait bencana banjir yang biasanya sering melanda diakhir tahun. Harapannya dengan ini masyarakat dapat melakukan pembersihan aliran-aliran sungai serta masalah sampah sebelum akhir tahun karena setiap akhir tahun rentan terjadi banjir.



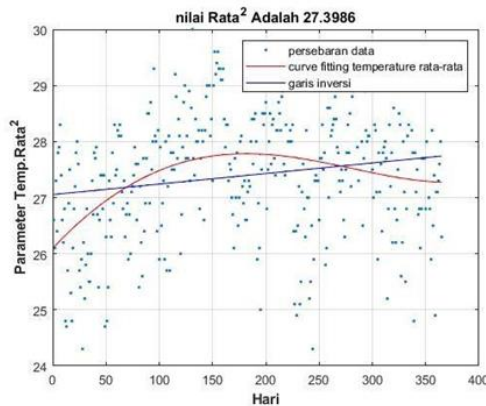
Gambar 8. Kecepatan angin rata-rata tahun 2021.



Gambar 9. Temperatur maksimal tahun 2021.



Gambar 10. Temperatur minimal tahun 2021.



Gambar 11. Temperatur rata-rata tahun 2021.

5. Kesimpulan

Banjir di Kota Palembang merupakan suatu persoalan yang sering kerap terjadi diakhir tahun. Hal ini disebabkan oleh banyak factor yang salah satunya yaitu factor iklim. Berdasarkan pengolahan data BMKG stasiun Palembang pada tahun 2021 dengan metode *curve fitting* dan inversi garis, maka dapat diketahui bahwasannya curah hujan bulanan tertinggi terjadi pada bulan Desember dengan rata-rata curah hujan 22 mm dan disusul bulan November sebesar 17,55833 mm. hal ini dapat mengindikasikan bahwasannya pada bulan November sampai dengan Desember rentan akan terjadi bencana banjir. Selain itu, penurunan lama penyinaran matahari yang signifikan terjadi diakhir tahun. Hal ini dapat diketahui bahwasannya dengan terjadinya penurunan lama penyinaran matahari, maka dapat mengindikasikan bahwasannya pada bulan November dan Desember didominasi oleh keadaan

cuaca mendukung yang pada akhirnya mengakibatkan terjadinya hujan. banjir dominan terjadi di bulan November sampai Desember karena disebabkan oleh tingkat curah hujan yang tinggi serta pasang dari sungai Musi.

Daftar pustaka

- Aryono, D.P. (2011). *The Silent Disaster: Bencana dan Korban Massal*, CV. Sagung Seto. Jakarta. Astuti, S. I. dan
- Sudaryono, (2010). "Peran Sekolah dalam Pembelajaran Mitigasi Bencana" dalam *Jurnal Dialog Penanggulangan Bencana*, vol. 1(1): 30-42.
- Daryono. (2010). *Mitigasi Bencana Banjir* (Online). <http://www.sumeks.co.id>. diakses pada tanggal 18 November 2020.
- Djafar, I, M., Mantu, F, N., & Patellongi, I, J. (2013). Pengaruh Penyuluhan Tentang Kesiapsiagaan Bencana Banjir Terhadap Pengetahuan dan Sikap kepala Keluarga di desa Romang Tangaya Kelurahan Tamangapa Kecamatan Manggala Kota Makasar, *Jurnal Psikologi KepribadiandanSosial*.
- Hidayati, Deny, dkk. (2006). *Kajian Kesiapsiagaan Bencana Masyarakat dalam Menghadapi Bencana Gempa dan Tsunami*. Jakarta: LIPI-UNESCO ISDR.
- Intan, A.P., dkk. (2018). *Indonesian Cities Green Development Index: A Prototype Measurement*, *International Journal of Sciences: Basic and Applied Research*, 31 (3): 290-308. Konsorsium Pendidikan Bencana Indonesia. (2011). *Kerangka Kerja Sekolah Siaga Bencana*. Jakarta. http://gerashiaga.files.wordpress.com/2012/06/buku_kerangka-kerjasekolah-siagabencana.pdf.
- Mustofa, B., dan Inung, S. (2010). *Kamus Lengkap Geografi Yogyakarta* : Panji Pustaka. Nugroho, A.C. (2007). *Kajian Kesiapsiagaan Masyarakat dalam Mengantisipasi Bencana*, MPBIUNESCO, Jakarta. Nurjanah, R., Sugiharto, Dede, K., Siswanto B.P., Adikoesoemo. (2011). *Manajemen Bencana*, Bandung, Alfabeta.
- Purwana. R., (2013). *Manajemen Kedaruratan Kesehatan Lingkungan dalam Kejadian Bencana*, PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta. Undang Undang No.24 Tahun 2007 tentang *Penanggulangan Bencana*. (2007)
- Zaenudin, A., Darmawan, I. G. B., Armijon, Minardi, S., & Haerudin, N. (2018). Land subsidence analysis in Bandar Lampung City based on InSAR. *Journal of Physics: Conference Series*. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1080/1/012043>