



Identifikasi Penurunan Tren Curah Hujan, CDD dan CWD di Kota Kupang, Nusa Tenggara Timur

Identification of Decreasing Trends in Rainfall, CDD and CWD in Kupang City, East Nusa Tenggara

Destan Saktrianus Beis^{1*}, Wendel Jan Pattipeilohy², Agus Sabana Hadi³

¹Stasiun Klimatologi Kupang, Lasiana Kota Kupang, 85111

²Stasiun Klimatologi Manokwari Selatan, Manokwari, 98315

³Sub Bidang Analisis dan Proyeksi Perubahan Iklim, Jakarta Pusat, 10610

*Email: destanbeis12@gmail.com

Naskah Masuk: 20 Februari 2022 | Naskah Diterima: 16 Juni 2022 | Naskah Terbit: 30 Juni 2022

Abstrak. Perubahan curah hujan dapat menyebabkan pergeseran awal musim kemarau dan musim hujan yang dapat berdampak pada berbagai sektor, terutama pertanian. Oleh karena itu perlu dilakukan kajian perubahan iklim di wilayah Kupang, Nusa Tenggara Timur (NTT) melalui analisis deret waktu curah hujan yang dapat diidentifikasi dengan analisis tren dan *Probability Density function* (PDF). Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi terjadinya pola kecenderungan dari fraksi hujan, hari hujan (HH), *Consecutive Dry Days* (CDD) *Consecutive Wet Days* (CWD) dan distribusi data curah hujan pada rentang waktu 1991–2020 (30 tahun) di wilayah kota Kupang. Data curah hujan yang digunakan adalah data curah hujan observasi pada Stasiun Klimatologi Kupang. Analisis tren curah hujan tahunan dan hari hujan menunjukkan peningkatan kejadian curah hujan pada kategori rendah (0–20 mm)/hari. Sedangkan pada kategori hujan > 20mm / hari mengalami penurunan, hal ini menyebabkan tren fraksi hujan 20mm, 50mm dan 100 mm di Kupang bernilai negatif. Fenomena ENSO (El Niño dan La Niña) mempengaruhi pola CDD dan CWD di Kota Kupang, Analisis trend CDD dan CWD menunjukkan tren penurunan sebesar 0.4496 hari / tahun dan 0.054 hari / tahun. PDF curah hujan periode DJF di Kota Kupang menunjukkan perubahan yang signifikan dalam 20 tahun terakhir dan peluang terjadi hari hujan selama 5 harian di kota Kupang sangat tinggi.

Kata Kunci: Perubahan Iklim, Analisis Tren, *Consecutive Dry Days*, *Consecutive Wet Days*, Kupang

Abstract. Changes in rainfall can cause a shift in the beginning of the dry season and the rainy season which can have an impact on various sectors, especially agriculture. Therefore, it is necessary to study climate change in the Kupang region, East Nusa Tenggara (NTT) through time series analysis of rainfall which can be identified by trend analysis and *Probability Density function* (PDF). This study aims to identify the trend pattern of the rain fraction, rainy days (HH), *Consecutive Dry Days* (CDD) *Consecutive Wet Days* (CWD) and the distribution of rainfall data in the 1991–2020 (30 years) period in the city of Kupang. The rainfall data used is observational rainfall data at the Kupang Climatology Station. Analysis of annual rainfall trends and rainy days showed an increase in the incidence of rainfall in the low category (0–20 mm)/day. While in the category of rain > 20mm / day it decreased, this caused the trend of the 20mm, 50mm and 100mm rain fractions in Kupang to be negative. The phenomenon of ENSO (El Niño and La Nia) affects the pattern of CDD and CWD in the city of Kupang, CDD and CWD trend analysis shows a downward trend of 0.4496 days / year and 0.054 days / year. PDF of the rainfall during the DJF period in Kupang city shows a

significant change in the last 20 years and the chance of 5 rainy days in Kupang city is very high.

Keywords: *Climate Change, Trend Analysis, Consecutive Dry Days, Consecutive Wet Days, Kupang*

Pendahuluan

Konsekuensi signifikan dari pemanasan global akibat meningkatnya konsentrasi gas rumah kaca di atmosfer adalah terjadinya perubahan iklim [1] yang saat ini telah diakui sebagai suatu tantangan terpenting di dunia [2]. Merujuk pada definisinya, perubahan iklim adalah berubahnya pola dan intensitas unsur iklim pada periode waktu yang dapat dibandingkan [3]. Perubahan iklim mengacu pada perubahan pola iklim di suatu wilayah atau negara yang dapat diidentifikasi (misalnya, dengan menggunakan uji statistik) dengan perubahan rata-rata dan/atau variabilitas dari sifat-sifatnya, dan bahwa perubahan-perubahan tersebut berlangsung selama jangka waktu yang panjang, biasanya dekade atau lebih [4]. Secara statistik, perubahan iklim ditandai dengan perubahan kecenderungan baik naik atau turun dari unsur – unsur iklim yang disertai keragaman harian, musiman maupun siklus yang tetap berlaku untuk satu periode yang panjang [5]. Curah hujan dan suhu udara adalah salah satu aspek penting dalam mendeteksi perubahan iklim dan juga menentukan kondisi lingkungan wilayah tertentu yang mempengaruhi produktivitas pertanian [6]. Pengamatan iklim secara umum menunjukkan bahwa frekuensi dan intensitas kejadian ekstrem semakin meningkat sebagai akibat dari perubahan iklim [7], [8] yang berdampak pada perubahan pola curah hujan jangka panjang sehingga mempengaruhi ketersediaan air, seiring dengan meningkatnya kejadian kekeringan dan banjir [9].

Fenomena perubahan iklim sulit dihindari dan memberikan dampak signifikan terhadap berbagai aspek kehidupan manusia baik secara langsung maupun tidak langsung [10]. Perubahan iklim mengakibatkan peningkatan curah hujan di wilayah tertentu dan sekaligus kekeringan di tempat yang lain [11]. Dampak paling merugikan akibat perubahan iklim yang terjadi adalah sektor pertanian karena sektor tersebut sangat sensitif terhadap perubahan pergeseran musim dan anomali curah hujan. Pergeseran musim hujan dan musim kemarau mempengaruhi pola dan waktu tanam tanaman padi [12] akibatnya dapat terjadi permasalahan pertanian, seperti kegagalan panen.

Keragaman iklim dapat diketahui melalui analisis deret waktu. Analisis ini memberikan informasi tentang adanya pola kecenderungan (tren), siklus atau fluktuasi disekitar nilai rata-rata jangka panjang [5]. Selama beberapa dekade terakhir, studi tentang tren curah hujan telah banyak dilakukan di dunia untuk menyelidiki tren potensial dalam variabel curah hujan yang berbeda, seperti curah hujan tahunan, intensitas harian rata-rata dan maksimum serta musiman yang mengidentifikasi apakah terjadi kenaikan atau penurunan curah hujan berdasarkan tren [13]–[16]. Kemudian secara khusus di Indonesia, beberapa penelitian tentang perubahan iklim berbasis analisis tren curah hujan pernah dilakukan oleh Maslakah tahun 2015 [17] yang menggunakan indeks iklim ekstrim yang ditetapkan oleh ETCCDMI untuk menganalisis perubahan tren curah hujan di Surabaya yang menyimpulkan bahwa pola presipitasi mengalami perubahan di mana jumlah curah hujan tahunan semakin berkurang, namun frekuensi kejadian hujan lebat semakin meningkat selama periode 1981–2013 di Juanda Surabaya. Selain itu Puspitasari [18] menganalisis tren perubahan curah hujan di Provinsi Papua dengan hasil yang menunjukkan bahwa wilayah Papua sudah mengalami dampak dari adanya pemanasan global dan perubahan iklim ditandai dengan adanya kenaikan yang signifikan pada rata-rata suhu udara minimum dan curah hujan di beberapa lokasi seperti Timika dan Merauke. Selain itu frekuensi kejadian curah hujan dengan intensitas sangat lebat juga menunjukkan peningkatan.

Berdasarkan beberapa penelitian sebelumnya, maka penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi perubahan iklim berdasarkan tren curah hujan 30 tahun terakhir dengan melihat pola tahunan, hari hujan serta perbandingannya curah hujan tertentu dengan hari hujannya, serta perubahan distribusi curah hujan pada rentang waktu yang berbeda.

Metodologi Penelitian

Data yang digunakan dalam kajian ini adalah data Iklim berupa data Curah Hujan dan Hari hujan yang di peroleh dari Stasiun Klimatologi Kupang yang terletak pada posisi 10°08'9,19" dan 123°40'1,6' BT. Periode data yang digunakan adalah 30 tahun dari tahun 1991–2020. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis Tren linear sederhana dan Probability Density Function (PDF).

Analisis tren

Secara umum persamaan garis linier dari analisis time series adalah :

$$y = a + b x$$

Keterangan :

Y = variabel yang dicari trennya

X = variabel waktu (tahun).

a = nilai konstanta ($a = \Sigma Y / N$)

b = Slope ($b = \Sigma XY / \Sigma X^2$)

Proses pengolahan data pada penelitian ini menggunakan PI (Perubahan Iklim) tool yang diperoleh dari Sub Bidang Analisis Perubahan Iklim BMKG. Tool ini menggunakan *software* pemrograman Python versi terbaru yang kemudian script yang sudah dirancang di-compile agar terhindar dari kerusakan script. Untuk instalasi kita membutuhkan *software* python2.7 dan beberapa module tambahan pythonnya. Beberapa istilah yang digunakan penulis untuk mengidentifikasi perubahan iklim berdasarkan tool PI adalah sebagai berikut :

1. Fraksi Hujan adalah perbandingan antara jumlah hari dengan curah hujan hujan tertentu dengan jumlah hari hujan (1 mm) tiap tahun. Perhitungan Fraksi hujan dalam tool ini dibagi menjadi Fraksi Hujan (FH) < 20 mm, FH < 50 mm, FH < 100 mm.
2. Hari Hujan pada tool ini adalah jumlah hari dengan curah hujan tertentu (1 mm, 20 mm, 50 mm, dan 100 mm) dalam 1 tahun.
3. *Consecutive Dry Days* (CDD) adalah jumlah hari tanpa hujan berturut-turut terbanyak dalam 1 tahun
4. *Consecutive Wet Days* (CWD) adalah jumlah hari hujan berturut-turut terbanyak dalam 1 tahun
5. *Slope* adalah rata-rata pertambahan atau pengurangan (tergantung tanda dari koefisien +/-) yang terjadi pada variabel Y, untuk setiap peningkatan satu satuan variabel X.
6. *Intercept* nilai adalah nilai rata-rata pada variabel Y apabila nilai pada variabel X bernilai 0. Intersep tidak selalu dapat atau perlu untuk diinterpretasikan. Apabila data pengamatan pada variabel X tidak mencakup nilai 0, maka intersep tidak memiliki makna yang berarti, sehingga tidak perlu diinterpretasikan.
7. *p-value* dapat diartikan sebagai besarnya peluang (probabilitas) yang diamati dari statistik uji. Nilai α (alpha) adalah kesalahan maksimal yang ditentukan oleh peneliti, sedangkan *p-value* atau sig. adalah nilai kesalahan yang di dapat peneliti dari hasil perhitungan statistik (Hasil Uji Statistik).
8. *Stderr* atau Standar Error adalah merupakan nilai yang mengukur seberapa tepatnya nilai mean yang kita peroleh.

Probability Density Function (PDF)

Analisis selanjutnya yaitu menggunakan *Probability Density Function* (PDF) atau distribusi

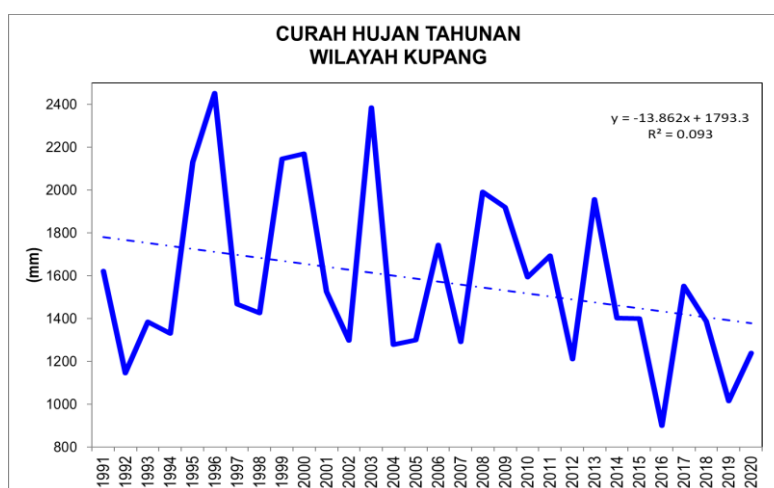


probabilitas yang merupakan suatu distribusi yang menggambarkan peluang dari sekumpulan variat sebagai pengganti frekuensinya [19]. Fungsi kepadatan probabilitas atau *probability density function* (PDF) menyatakan nilai probabilitas dari setiap kejadian X dan dituliskan dengan $p(X)$ karena $p(X)$ menyatakan nilai probabilitas maka $0 \leq p(X) \leq 1$ dengan menggunakan distribusi frekuensi. Distribusi frekuensi adalah suatu model perhitungan histogram dengan menggunakan pengelompokan data. Satu kelompok dapat dinyatakan sebagai satu range nilai dengan nilai tengah dianggap sebagai nilai yang mewakili.

PDF dapat menggambarkan perubahan curah hujan pada periode tertentu berdasarkan selang waktu tertentu. Dalam penelitian ini penulis membaginya ke dalam 3 selang waktu yaitu 1991–2000, 2001–2010, 2011–2020 pada periode bulan basah yaitu DJF (Desember, Januari dan Februari).

Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan [20] tipe hujan di wilayah Kupang dikategorikan kedalam Region A (Type hujan Monsun) karena region ini lebih banyak terpengaruh oleh monsun Australia. Pola tahunan pada region A dengan puncak atas pada bulan Desember, Januari, Februari (DJF) dan puncak bawah pada bulan Juli, Agustus, September (JAS) menunjukkan aktivitas dua buah monsun yaitu monsun pasat tenggara atau musim hujan pada bulan NDJFM dan monsun Australia atau musim kemarau pada bulan MJJAS.



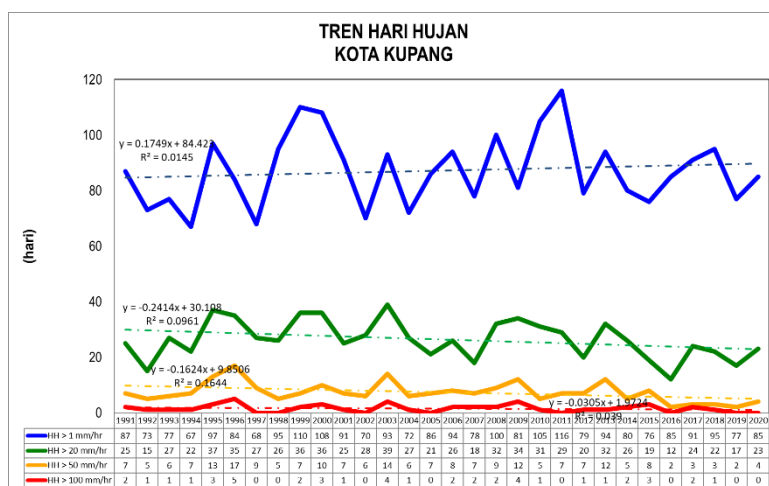
Gambar 1. Grafik curah hujan tahunan Kupang periode 1991 – 2020

Gambar 1 merupakan grafik curah hujan tahunan Kota Kupang periode 1991–2020 yang menunjukkan bahwa nilai rata-rata curah hujan tahunan di Kupang yaitu sebesar 1578,4 mm/tahun dengan periode curah hujan tahunan tertinggi terjadi pada tahun 1996 dengan total nilai curah hujan mencapai 2452,0 mm/tahun dan curah hujan tahunan terendah terjadi pada tahun 2016 dengan total curah hujan hanya sebesar 900,5 mm/tahun. Kemudian jika dilihat berdasarkan tren dari curah hujan tahunan, di Kupang mengalami penurunan curah hujan tahunan dengan slope sebesar 13.862 mm per tahun. Hal ini juga sejalan dengan penelitian sebelumnya [21] yang menyebutkan bahwa pada periode 1988–2017, curah hujan di Kota Kupang terjadi penurunan sebesar 0.93 mm/bulan sehingga memberikan ancaman bagi berbagai sektor seperti menurunnya produksi pangan, meningkatnya penyebaran penyakit malaria dan berkurangnya ketersediaan air bersih, bahkan menurut [22] curah hujan tahunan yang menurun di Kupang akan berdampak langsung pada ketersediaan air baku di Kota Kupang.

Tren hari hujan pada Gambar 2 dikategorikan kedalam empat kriteria yaitu hari hujan yaitu >1 mm/hari (warna biru), >20 mm/hari (warna hijau), >50 mm/hari (warna orange) dan >100 mm/hari (warna merah). Tren hari hujan dengan intensitas >1 mm merupakan yang tertinggi atau lebih dominan dibandingkan dengan kriteria hari hujan lainnya dimana pada kriteria tersebut, hari hujan dominan

terjadi diatas 60 hari yaitu antara 67 hingga 117 hari hujan dengan frekuensi sebanyak 2.614 hari hujan selama 30 tahun terakhir. Kemudian pada kriteria hari hujan >1 mm berdasarkan persamaan tren menunjukkan nilai slope yang positif sebesar 0,1749 artinya hari hujan dengan intensitas 1 mm/hari cenderung bertambah sebanyak 0,1749 hari per tahun atau 1.749 hari dalam 10 tahun terakhir. Selanjutnya pada kriteria intensitas hari hujan >20 mm terlihat bahwa hari hujan yang terjadi rata-rata dibawah 40 hari atau antara 12 hingga 39 hari hujan dengan frekuensi sebanyak 791 hari hujan selama 30 tahun terakhir.

Jika dilihat dari persamaan tren menunjukkan nilai slope yang negatif sebesar -0,2414 artinya hari hujan dengan intensitas 20 mm/hari cenderung berkurang sebanyak 0,2414 hari per tahun atau 2.414 hari dalam 10 tahun terakhir. Selanjutnya pada kriteria dengan intensitas 50 mm/hari, hari hujan yang terjadi rata-rata dibawah 20 hari atau lebih tepatnya antara 2–17 hari hujan dengan frekuensi kejadian mencapai 220 hari hujan selama periode 30 tahun terakhir. Persamaan tren menunjukkan nilai slope negatif sebesar -0.1624 artinya hari hujan dengan intensitas 20 mm/hari cenderung berkurang sebanyak 0.1624 hari per tahun atau 1.624 hari dalam 10 tahun terakhir.



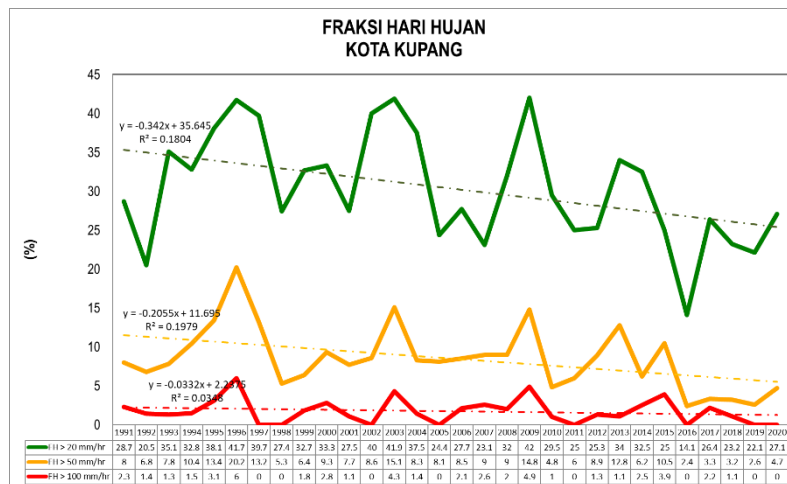
Gambar 2. Grafik tren hari hujan Kupang periode 1991 – 2020

Kemudian untuk intensitas hujan >100 mm/hari merupakan yang paling rendah dibandingkan kategori lainnya. Rata-rata hari hujan dengan kriteria > 100 mm berada dibawah 5 hari dengan frekuensi kejadian sebanyak 45 hari selama 30 tahun terakhir. Berdasarkan persamaan tren menunjukkan nilai slope yang negatif sebesar -0,0305 artinya hari hujan dengan intensitas 100 mm/hari cenderung berkurang sebanyak 0,0305 hari per tahun atau 0,305 dalam 10 tahun terakhir.

Jika dibandingkan antara menurunnya tren curah hujan tahunan dengan tren hari hujan, dapat dikatakan bahwa di Kupang hanya terjadi peningkatan jumlah curah hujan yang masuk dalam kategori curah hujan rendah (> 1–20mm/hari), sementara pada kategori curah hujan yang lebih tinggi (> 20, 50 dan 100 mm/hari) justru mengalami penurunan sehingga pada Gambar 1 tren curah hujan tahunan selama 30 tahun terakhir mengalami penurunan akibat dari dominasi peningkatan curah hujan kategori rendah.

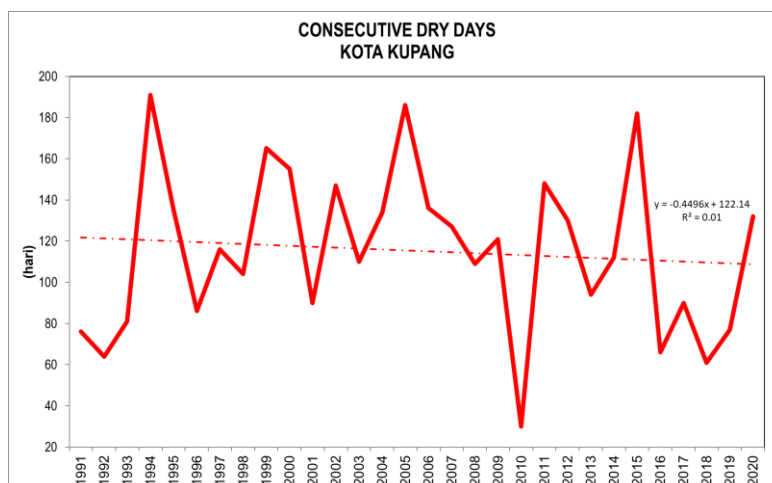
Gambar 3 menunjukkan grafik fraksi curah hujan yang merupakan perbandingan curah hujan tertentu dengan hari hujannya, dalam hal ini digunakan tiga kriteria hujan yaitu intensitas 20 (warna hijau), 50 (warna kuning) dan 100 (warna merah) mm/hari. Fraksi hari hujan yang terbesar yaitu pada intensitas 20 mm/hari dengan perbandingan hari hujan dengan kriteria hujan 20 mm rata-rata sebesar 30% selama 30 tahun terakhir. Selanjutnya pada intensitas curah hujan 50 mm perbandingannya terhadap hari hujan rata-rata hanya sebesar 9% diikuti dengan intensitas curah hujan 100 mm/hari yang merupakan fraksi hari hujan terendah yaitu rata-ratanya hanya mencapai 2% selama 30 tahun terakhir.

Hasil pada Grafik 3 menunjukkan bahwa tren fraksi hujan di Kupang memiliki tren yang bernilai negatif pada semua besaran intensitas curah hujannya. Untuk intensitas 20 mm/hari terlihat dari persamaan tren memiliki nilai slope yang negatif sebesar -0.342 yang berarti curah hujan dengan intensitas 20 mm/hari cenderung berkurang sebesar 0.342 % per tahun. Selanjutnya untuk intensitas 50 mm/hari terlihat dari persamaan tren memiliki nilai slope yang negatif sebesar -0.205 yang berarti curah hujan dengan intensitas 50 mm/hari cenderung berkurang sebesar 0.205 % per tahun. Kemudian untuk intensitas 100 mm/hari terlihat dari persamaan tren memiliki nilai slope yang negatif sebesar -0.033 yang berarti curah hujan dengan intensitas 50 mm/hari cenderung berkurang sebesar 0.033 % per tahun.



Gambar 3. Grafik tren fraksi hujan Kupang periode 1991 – 2020

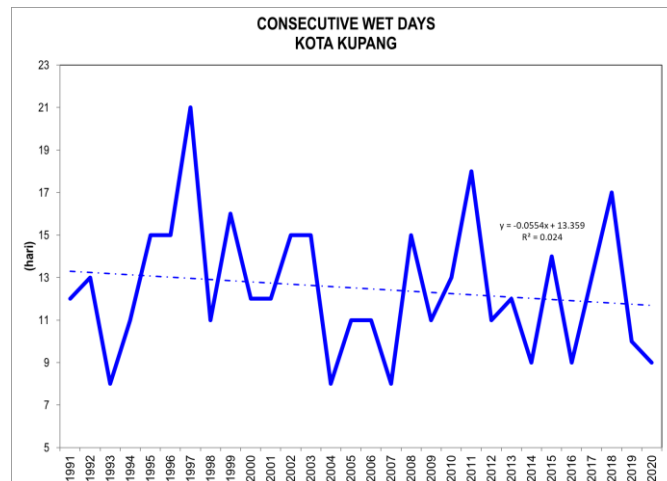
Pada Gambar 4 terlihat bahwa pada periode 1991–2020, jumlah hari tanpa hujan berturut–turut (CDD) di wilayah Kupang memiliki rata–rata CDD mencapai 115 hari selama periode 30 tahun terakhir dengan nilai maximum CDD terjadi pada tahun 1994 yaitu sebanyak 191 hari dan nilai minimum CDD sebanyak 30 hari yang terjadi pada tahun 2010.



Gambar 4. Grafik tren CDD Kupang periode 1991 – 2020

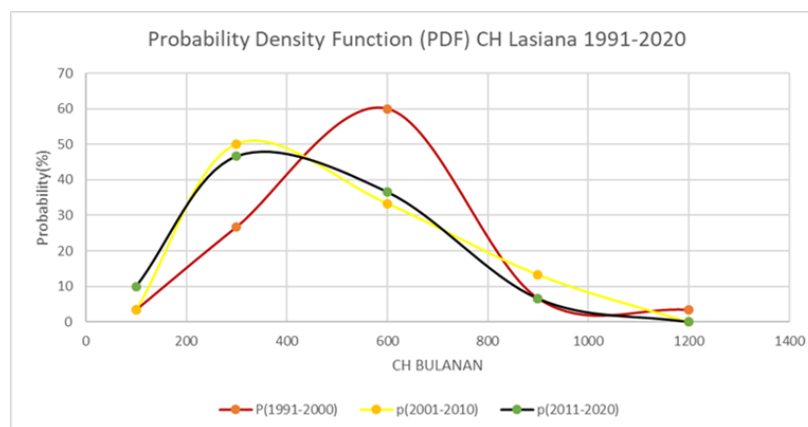
Jika dibandingkan antara kenaikan CDD yang sangat tinggi pada tahun 1994 (191 CDD), 1999 (165 CDD), 2005 (186 CDD) dan 2015 (182 CDD) pada tahun–tahun tersebut merupakan tahun kejadian El Niño sehingga fluktuatif dari kenaikan CDD cukup tinggi pada tahun–tahun tersebut. Sebaliknya pada kondisi CDD yang rendah cenderung terjadi pada tahun–tahun La Niña aktif seperti pada tahun 2010

dan 2018. Kemudian berdasarkan persamaan dari tren CDD, terlihat bahwa slope bernilai negatif sebesar -0.4496 artinya CDD cenderung berkurang sebanyak 0.4496 hari setiap tahunnya. Hal ini sejalan dengan [23] yang menyebutkan bahwa CDD di Nusa Tenggara Timur cenderung mengalami pengurangan jumlah yang signifikan sebanyak 1 hingga 10 hari.



Gambar 5. Grafik tren CWD Kupang periode 1991 – 2020

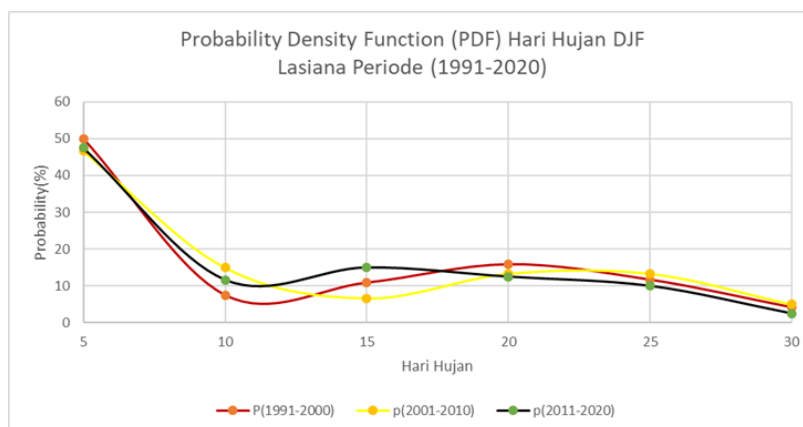
CWD merupakan hari hujan berturut–turut yang lebih dari 1 mm/hari. Pada Gambar 5 menunjukkan rata–rata CWD di wilayah Kupang sebesar 13 hari dengan nilai maksimum CWD sebesar 21 hari terjadi pada tahun 1997 dan minimum sebesar 8 hari yang terjadi tahun 2007. Sama halnya dengan kondisi CDD yang cenderung melonjak ketika terjadi tahun–tahun El Niño, pada kondisi CWD yang tinggi seperti tahun 1999 (16 CWD), 2008 (15 CWD), 2011 (18 CWD) dan 2018 (17 CWD) semuanya terjadi pada tahun dimana kondisi La Niña aktif. Yang menarik adalah pada tahun 1997 dimana merupakan kondisi El Niño kuat tetapi kejadian CWD juga mengalami kenaikan yang tertinggi sehingga perlu kajian lebih lanjut untuk mengetahui hal tersebut. Kemudian berdasarkan tren dari persamaan CWD, slope bernilai negatif sebesar 0.054 hari/tahun sehingga dapat dikatakan bahwa CWD di Kupang cenderung mengalami penurunan.



Gambar 6. Grafik PDF curah hujan DJF Kupang periode 1991 – 2020

Distribusi probabilitas/peluang curah hujan pada periode DJF (Gambar 6), menunjukkan frekuensi kejadian terbesar pada kategori curah hujan 500–600 mm terjadi pada periode 1991–2000 sementara pada periode selanjutnya yaitu 2001–2010 dan 2011–2020 frekuensi kejadian terbesar pada curah hujan hanya sebesar 300 mm. Hal tersebut menunjukkan bahwa selama 30 tahun pada periode DJF telah terjadi perubahan frekuensi kejadian jumlah curah hujan di Kota Kupang. Dengan demikian frekuensi kejadian jumlah curah hujan tinggi semakin berkurang dalam 20 tahun terakhir. Kurva PDF berwarna

merah hampir mengikuti sebaran Normal dengan pola distribusi gaussian, Pola kurva berwarna kuning dan hitam merupakan pola distribusi Gaussian dengan kurva miring (*long tail*) ke kiri. Hal ini menunjukan bahwa rata-rata curah hujan dan standar deviasi tahun 1991–2000 sangat berbeda dengan tahun 2001–2020.



Gambar 7. Grafik PDF hari hujan DJF Kupang periode 1991 – 2020

Distribusi probabilitas/peluang Hari Hujan pada periode DJF (Gambar 7) menunjukan frekuensi kejadian tertinggi pada hari hujan sebanyak 5 harian. Hal ini menunjukan bahwa peluang terjadinya hari hujan 5 harian sangat tinggi di bulan DJF pada periode 1991–2020 dan tidak ada perubahan yang signifikan setiap sepuluh tahunan.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa secara umum telah terjadi perubahan pola curah hujan selama 30 tahun terakhir yang cenderung menurun di Kupang, hal ini terlihat dari tren curah hujan tahunan, hari hujan, fraksi hujan serta CDD dan CWD yang memiliki nilai negatif. Kemudian perubahan distribusi curah hujan tinggi pada periode DJF juga mengalami pergeseran dimana pada periode 1991–2000 peluang kejadian tertinggi terjadi pada curah hujan sebesar 600 mm, sementara pada periode berikutnya peluang kejadian tertinggi terjadi pada curah hujan sebesar 300 mm. Dengan hasil dominan yang menunjukkan perubahan tren curah hujan yang negatif, perlu dilakukan langkah–langkah mitigasi dan adaptasi yang tepat sasaran agar dampak dari perubahan curah hujan terhadap berbagai sektor dapat ditangani dengan baik.

Daftar Pustaka

- [1] S. Nugroho, “Analisis Iklim Ekstrem Untuk Deteksi Perubahan Iklim Di Sumatera Barat,” *J. Ilmu Lingkung.*, 2019, doi: 10.14710/jil.17.1.7–14.
- [2] R. Djalante and F. Thomalla, “Community Resilience to Natural Hazards and Climate Change: A Review of Definitions and Operational Frameworks,” *Asian J. Environ. Disaster Manag. – Focus. Pro-Active Risk Reduct. Asia*, vol. 03, no. 03, 2011, doi: 10.3850/s1793924011000952.
- [3] E. Aldrian, M. Karmini, and Budiman, *Adaptasi dan Mitigasi Perubahan Iklim di Indonesia*, no. November 2011. Jakarta, 2011.
- [4] E. Aldrian and D. Sucahyono, *Kamus Istilah Perubahan Iklim*. Jakarta: Pusat Penelitian dan Pengembangan Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, 2013.
- [5] D. Susilokarti, S. S. Arif, S. Susanto, and L. Sutiarso, “Identifikasi Perubahan Iklim Berdasarkan Data Curah Hujan di Wilayah Selatan Jatiluhur Kabupaten Subang, Jawa Barat,” *J. Agritech*, vol. 35, no. 01, 2015.
- [6] R. Modarres and V. de Paulo Rodrigues da Silva, “Rainfall trends in arid and semi–arid regions of Iran,” *J. Arid Environ.*, vol. 70, no. 2, 2007, doi: 10.1016/j.jaridenv.2006.12.024.



- [7] U. Handoko, R. Boer, E. Aldrian, and D. Dasanto, "Persepsi Kerentanan Bahaya Banjir dan Kekeringan Akibat Perubahan Iklim di DAS Batanghari," *LIMNOTEK Perair. Darat Trop. di Indones.*, vol. 25(2), no. 2, 2018.
- [8] R. Chowdhury, M. M. A. Mohamed, and A. Murad, "Variability of Extreme Hydro–Climate Parameters in the North–Eastern Region of United Arab Emirates," in *Procedia Engineering*, 2016, vol. 154, doi: 10.1016/j.proeng.2016.07.563.
- [9] A. Panda and N. Sahu, "Trend analysis of seasonal rainfall and temperature pattern in Kalahandi, Bolangir and Koraput districts of Odisha, India," *Atmos. Sci. Lett.*, vol. 20, no. 10, 2019, doi: 10.1002/asl.932.
- [10] R. Prabaningrum and E. Nuriani, "Identifikasi Perubahan Zona Agroklimat Metode Oldeman Di Provinsi Jawa Barat," *Bumi Indones.*, vol. 5, no. 4, 2016.
- [11] I. M. Sudarma and A. R. As-syakur, "Dampak Perubahan Iklim Terhadap Sektor Pertanian di Provinsi Bali" *SOCA J. Sos. Ekon. Pertan.*, 2018, doi: 10.24843/soca.2018.v12.i01.p07.
- [12] P. R. Hosang, J. Tatu, and J. E. X. Rogi, "ANALISIS DAMPAK PERUBAHAN IKLIM TERHADAP PRODUKSI BERAS PROVINSI SULAWESI UTARA TAHUN 2013 – 2030," *EUGENIA*, vol. 18, no. 3, 2012, doi: 10.35791/eug.18.3.2012.4101.
- [13] S. H. Bari, M. T. U. Rahman, M. A. Hoque, and M. M. Hussain, "Analysis of seasonal and annual rainfall trends in the northern region of Bangladesh," *Atmos. Res.*, vol. 176–177, 2016, doi: 10.1016/j.atmosres.2016.02.008.
- [14] A. N. Ghenim and A. Megnounif, "Variability and Trend of Annual Maximum Daily Rainfall in Northern Algeria," *Int. J. Geophys.*, vol. 2016, 2016, doi: 10.1155/2016/6820397.
- [15] H. Wu and H. Qian, "Innovative trend analysis of annual and seasonal rainfall and extreme values in Shaanxi, China, since the 1950s," *Int. J. Climatol.*, vol. 37, no. 5, 2017, doi: 10.1002/joc.4866.
- [16] S. Alfandy and D. S. Permana, "Tren Curah Hujan Berbasis Data Sinoptik BMKG dan Reanalisis Merra-2 NASA di Provinsi Sulawesi Tengah" *J. Sains Teknol. Modif. Cuaca*, vol. 21, no. 2, 2020, doi: 10.29122/jstmc.v21i2.4132.
- [17] F. A. Maslakah, "Tren Temperatur dan Hujan Ekstrim di Juanda Surabaya Tahun 1981–2013" *J. Meteorol. dan Geofis.*, vol. 16, no. 3, 2015, doi: 10.31172/jmg.v16i3.284.
- [18] N. Puspitasari and O. Surendra, "Analisis Tren Perubahan Suhu Udara Minimum Dan Maksimum Serta Curah Hujan Sebagai Akibat Perubahan Iklim Di Provinsi," *SAINS*, vol. 16, no. 2, pp. 66–72, 2016.
- [19] A. J. Lemonte, "The beta log–logistic distribution," *Brazilian J. Probab. Stat.*, vol. 28, no. 3, 2014, doi: 10.1214/12–BJPS209.
- [20] E. Aldrian and R. Dwi Susanto, "Identification of three dominant rainfall regions within Indonesia and their relationship to sea surface temperature," *Int. J. Climatol.*, vol. 23, no. 12, 2003, doi: 10.1002/joc.950.
- [21] L. Y. Ledoh, A. Satria, and R. Hidayat, "Kerentanan Penghidupan Masyarakat Pesisir Perkotaan Terhadap Variabilitas Iklim (Studi Kasus di Kota Kupang)" *J. Nat. Resour. Environ. Manag.*, vol. 9, no. 3, pp. 758–770, 2019, doi: 10.29244/jpsl.9.3.758–770.
- [22] A. R. Ray, "Tinjauan Penerapan Akuntansi Air (Studi Kasus pada PDAM Tirta Lontar Kabupaten Kupang)," *Account. Bus. Inf. Syst. J.*, vol. 9, no. 3, pp. 3–14, 2021.
- [23] A. M. Setiawan, A. A. Syafrianno, and Supari, "Karakteristik Consecutive Dry Days (CDD) di Indonesia berdasarkan Climate Hazards Group Infrared Precipitation with Stations (CHIRPS) (Characteristics of Consecutive Dry Days (CDD) in Indonesia based on Climate Hazards Group Infrared Precipitation with St," in *Seminar Nasional penginderaan Jauh Ke–6*, 2019, no. I, pp. 313–320, [Online]. Available: [http://sinasinderaja.lapan.go.id/files/sinasja2019/prosiding/37_Karakteristik Consecutive Dry Days \(CDD\) di Indonesia Berdasarkan Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Stations \(CHIRPS\).pdf](http://sinasinderaja.lapan.go.id/files/sinasja2019/prosiding/37_Karakteristik%20Consecutive%20Dry%20Days%20(CDD)%20di%20Indonesia%20Berdasarkan%20Climate%20Hazards%20Group%20InfraRed%20Precipitation%20with%20Stations%20(CHIRPS).pdf).

