

PENGARUH PERUBAHAN IKLIM TERHADAP HUJAN RENCANA PADA DAS CILIWUNG, DKI JAKARTA

Andi Mukti Widayanto, Endah Kurniyaningrum

Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia

E-mail: 151012110010@std.trisakti.ac.id, kurniyaningrum@trisakti.ac.id

Abstrak

Perubahan iklim (climate change) merupakan hal yang tidak dapat dihindari akibat pemanasan global (global warming) dan di yakini akan berdampak luas terhadap berbagai aspek kehidupan. Oleh karena itu, perlu dilakukan sebuah analisis untuk mengetahui bagaimana kajian pengaruh perubahan iklim terhadap curah hujan rencana dan debit banjir rancangan DAS Ciliwung di wilayah provinsi DKI Jakarta. Berdasarkan hasil analisis data historis hujan dapat diketahui bahwa terjadi kenaikan dan penurunan curah hujan di beberapa periode tertentu. Berdasarkan hasil analisis ketersediaan air pada seluruh periode, menunjukkan ketersediaan air DAS Ciliwung cenderung fluktuatif dari tahun ke tahun. Berdasarkan hasil analisis curah hujan rencana, didapatkan bahwa rata-rata perubahan curah hujan rencana per tahunnya mulai dari tahun 1993 hingga tahun 2042 yaitu sebesar 1.29%. Berdasarkan hasil analisis debit banjir rencana, didapatkan bahwa rata-rata perubahan debit banjir rencana per tahunnya mulai dari tahun 1993 hingga tahun 2042 yaitu sebesar 5.30%. Secara keseluruhan, perubahan iklim memberikan pengaruh yang cukup signifikan di wilayah DAS Ciliwung, khususnya di DKI Jakarta.

Kata Kunci: Iklim, Hujan Rencana, Debit Banjir Rencana, DAS Ciliwung, DKI Jakarta.

Abstract

Climate change is inevitable due to global warming and is believed to have a broad impact on various aspects of life. Therefore, it is necessary to conduct an analysis to find out how the study of the effect of climate change on rainfall plans and flood discharge designed by the Ciliwung watershed in the DKI Jakarta provincial area. Based on the results of the analysis of historical rain data, it can be seen that there is an increase and decrease in rainfall in certain periods. Based on the results of the analysis of water availability in all periods, it shows that the availability of water in the Ciliwung watershed tends to fluctuate from year to year. Based on the results of the planned rainfall analysis, it was found that the average change in planned rainfall per year from 1993 to 2042 was 1.29%. Based on the results of the planned flood discharge analysis, it was found that the average change in planned

| | |
|----------------------|--|
| How to cite: | Andi Mukti Widayanto, Endah Kurniyaningrum (2023) Pengaruh Perubahan Iklim terhadap Hujan Rencana pada DAS Ciliwung, DKI Jakarta, (8) 8, http://dx.doi.org/10.36418/syntax-literate.v6i6 |
| E-ISSN: | 2548-1398 |
| Published by: | Ridwan Institute |

flood discharge per year from 1993 to 2042 was 5.30%. Overall, climate change has a significant influence on the Ciliwung watershed area, especially in DKI Jakarta.

Keywords: *Climate, Rain Plan, Flood Discharge Plan, Ciliwung Watershed, DKI Jakarta.*

Pendahuluan

Jakarta sebagai Ibukota Negara Indonesia telah memiliki beban yang berat untuk mendukung kehidupan masyarakat setempat. Jakarta dengan daya tariknya menyebabkan terjadinya laju urbanisasi sehingga pertumbuhan penduduk di Jakarta semakin padat, bahkan di sekitar Kota Jakarta tidak luput dari peningkatan penduduk dan terjadinya perubahan lahan yang sebelumnya lahan budidaya menjadi lahan terbangun.

Perubahan iklim (climate change) merupakan hal yang tidak dapat dihindari akibat pemanasan global (global warming) dan di yakini akan berdampak luas terhadap berbagai aspek kehidupan (Maliga et al., 2022). Perubahan pola curah hujan, peningkatan frekuensi kejadian iklim ekstrim, serta kenaikan suhu udara dan permukaan air laut merupakan dampak serius dari perubahan iklim yang dihadapi Indonesia (Adib, 2014).

Variabilitas dan perubahan iklim sebagai akibat pemanasan global (global warming) merupakan salah satu tantangan terpenting pada milenium ketiga. Sejumlah bukti baru hasil berbagai studi mutakhir memperlihatkan bahwa faktor antropogenik, terutama perkembangan industri yang sangat cepat selama 50 tahun terakhir telah memicu terjadinya pemanasan global secara signifikan. Perubahan iklim berdampak terhadap kenaikan frekuensi maupun intensitas kejadian cuaca ekstrim, perubahan pola hujan, serta peningkatan suhu dan permukaan air laut (Hartmann et al., 2013).

Dengan pesatnya pertumbuhan ekonomi di Indonesia, jumlah penduduk bertambah dan urbanisasi di wilayah tersebut DAS Ciliwung semakin meluas. Populasi DKI Jakarta sekitar dua kali lipat terakhir 40 tahun, dari tahun 1971 hingga 2010. Rasio luas urbanisasi di DAS Ciliwung naik sekitar 1,7 kali lipat, dari 27,6 % menjadi 47,6 %, dalam 30 tahun terakhir (dari tahun 1980-an hingga 2008) (Abighail et al., 2022).

Berdasarkan data curah hujan 10 tahun terakhir (1999-2008) dan 10 tahun sebelumnya (1989-1998), ditemukan bahwa rata-rata curah hujan maksimum 24 jam tahunan meningkat sekitar 9 %. Selain itu, muka air laut di Teluk Jakarta naik 7 mm setiap tahunnya (Abighail et al., 2022). Dikhawatirkan risiko banjir di DAS Ciliwung akan meningkat secara signifikan akibat dampak perubahan iklim. Oleh karena itu, perlu dilakukan sebuah analisis untuk mengetahui bagaimana kajian pengaruh perubahan iklim terhadap curah hujan rencana dan debit banjir rancangan DAS Ciliwung di wilayah provinsi DKI Jakarta.

Menurut The National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA, 2007) perubahan iklim adalah pergeseran jangka panjang dalam statistik dari cuaca (termasuk rata-rata nya). Sebagai contoh, bisa muncul sebagai perubahan iklim normal (diharapkan

nilai rata-rata suhu dan curah hujan) untuk tempat dan waktu tertentu tahun, dari satu dekade ke depan (Emori & Brown, 2005).

Iklim didefinisikan sebagai sintesis dari kegiatan yang terkait dengan cuaca dalam jangka waktu yang panjang, yang secara statistik cukup untuk menunjukkan perbedaan antara satu periode ke periode yang lain (BMKG) (K. B. Indah & Satu, n.d.). Iklim sebagai kesempatan statistik kondisi atmosfer, termasuk suhu, tekanan, angin, kelembaban, yang terjadi di daerah dalam jangka waktu yang panjang (Hammad & Gibbs, 1987).

Perubahan iklim sebagai implikasi dari pemanasan global telah mengakibatkan ketidakstabilan atmosfer dari lapisan bawah terutama yang dekat dengan permukaan bumi (K. S. Indah, 2019). Perubahan iklim baru dapat diketahui setelah periode waktu yang panjang. Hingga saat ini penelitian-penelitian terkait perubahan iklim telah banyak dilakukan sebagian besar mengindikasikan akan adanya kenaikan temperatur global walaupun besarnya belum dapat dipastikan.

Hasil kajian The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC 2007) menunjukkan bahwa sejak tahun 1850, tercatat ada 12 tahun terpanas berdasarkan data suhu permukaan global. Sebelas dari 12 tahun terpanas tersebut terjadi dalam waktu 12 tahun terakhir. Kenaikan suhu total dari tahun 1850–1899 sampai dengan 2001–2005 mencapai 0,76OC. Permukaan air laut rata-rata global juga meningkat dengan laju rata-rata 1,80 mm/tahun dalam kurun waktu tahun 1961–2003. Kenaikan total permukaan air laut yang berhasil dicatat pada abad ke-20 diperkirakan mencapai 0,17 m (Pachauri et al., 2014).

El Niño adalah fenomena alami yang terjadi ketika suhu permukaan laut di Samudra Pasifik Tengah dan Timur menjadi lebih hangat dari biasanya. Di Indonesia, El Niño memberikan dampak signifikan terhadap cuaca dan iklim, diantaranya yaitu penurunan musim hujan, musim kemarau panjang, penurunan suhu permukaan laut, dan peningkatan suhu udara (Pachauri et al., 2014). La Niña adalah fenomena alami yang terjadi ketika suhu permukaan laut di Samudra Pasifik tengah dan timur menjadi lebih dingin dari biasanya. Fenomena ini merupakan kebalikan dari El Niño.

Di Indonesia, fenomena La Niña memberikan dampak berupa peningkatan curah hujan di wilayah barat Indonesia, seperti Sumatera dan Jawa, potensi banjir dan tanah longsor di daerah yang rentan, pengaruh terhadap musim tanam dan produksi pertanian, dan dampak pada sektor perikanan dan kelautan (Trenberth, 2011). Analisis ketersediaan air menggunakan metode F.J. Mock. Metode ini ditemukan dan dikembangkan oleh Dr. F.J. Mock. Metode Mock memperhitungkan data curah hujan, evapotranspirasi, dan karakteristik hidrologi daerah pengaliran sungai (Asdak, 2023). Hasil dari permodelan ini dapat dipercaya jika ada debit pengamatan sebagai pembandingan (Soemarto, 1995).

Oleh karena keterbatasan data di daerah studi maka proses pembandingan tidak dapat dilakukan. Untuk itu diperlukan pendekatan parameter hidrologi yang lebih cermat sehingga hasil simulasi dapat diterima dengan tingkat akurasi sedang tetapi masih dapat digunakan untuk analisis selanjutnya (Sosrodarsono & Takeda, 2003). Koefisien limpasan/pengaliran adalah variabel untuk menentukan besarnya limpasan permukaan

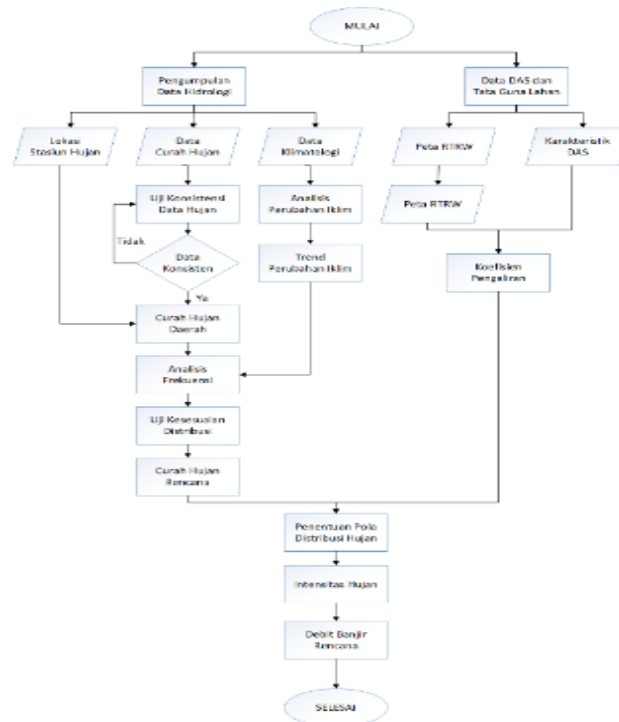
tersebut dimana penentuannya didasarkan pada kondisi daerah pengaliran dan karakteristik hujan yang jatuh di daerah tersebut. Berikut adalah nilai koefisien limpasan/pengaliran sesuai dengan tata guna lahan (Kodoatie & Sjarief, 2010):

Tabel 1
Nilai Koefisien Limpasan Berdasarkan Tata Guna Lahan

| Penutupan Lahan | Koefisien Limpasan (C) |
|-------------------------------|-------------------------------|
| Hutan Lahan Kering Sekunder | 0.03 |
| Belukar | 0.07 |
| Hutan Primer | 0.02 |
| Hutan Tanaman Industri | 0.05 |
| Hutan Rawa Sekunder | 0.15 |
| Perkebunan | 0.40 |
| Pertanian Lahan Kering | 0.10 |
| Pertanian Lahan Kering Campur | 0.10 |
| Semak | 0.60 |
| Pemukiman | 0.15 |
| Sawah | 0.05 |
| Tambak | 0.20 |
| Terbuka | 0.05 |
| Perairan | 0.05 |

Debit banjir rancangan adalah debit banjir maksimum yang mungkin terjadi pada suatu daerah dengan peluang kejadian tertentu. Untuk menaksir banjir rancangan digunakan cara hidrograf banjir yang didasarkan oleh parameter dan karakteristik daerah pengalirannya. Hidrograf adalah grafik yang menunjukkan hubungan antara debit dan waktu kejadian banjir (Suripin & Kurniani, 2016). Pada umumnya debit banjir rencana (design flood) di Indonesia ditentukan berdasarkan data curah hujan yang tercatat, karena data debit banjir jarang sekali dapat diterapkan karena keterbatasan masa pengamatan (Aryani, 2014).

Metode Penelitian



Gambar 1 Tahapan Pelaksanaan Penelitian

Berdasarkan batas administrasi, wilayah DAS Ciliwung melingkupi Kab. Bogor, Kota Bogor, Kota Depok, dan Provinsi DKI Jakarta. Sungai Ciliwung merupakan salah satu sungai besar di Indonesia yang mengalir melalui Provinsi Daerah Khusus Ibukota Jakarta (DKI Jakarta), dengan panjang dan luas cekungan 145 km adalah 553 km².

Sungai Ciliwung di sebelah Barat berbatasan dengan Sungai Krukut dan Grogol yang terhubung dengan Banjir Kanal Barat (BKB). Di sebelah Timur berbatasan dengan Sungai Cipinang, Sunter, Buaran-Jatikramat, dan Cakung yang terhubung dengan Banjir Kanal Timur (BKT).

Sungai Ciliwung menurut toposekuens-nya dibagi ke dalam tiga bagian, yaitu: hulu, tengah dan hilir, masing-masing dengan stasiun pengamatan arus sungai di Bendung Katulampa Bogor, Ratujaya Depok, dan Pintu Air Manggarai Jakarta Selatan. Aliran Sungai Ciliwung di bagian hilir mulai dari Pintu Air Manggarai sampai ke Laut Jawa terhubung dengan Banjir Kanal Barat (BKB).



Gambar 3 Lokasi Pos Curah Hujan (PCH) di DAS Ciliwung

Berdasarkan hasil analisis historis data hujan yang dilakukan pada 7 (tujuh) pos curah hujan di wilayah DAS Ciliwung, berikut adalah rekapitulasi dari hasil analisis tersebut: 1) Berdasarkan hasil analisis, kenaikan curah hujan pada seluruh pos curah hujan di wilayah DAS Ciliwung rata-rata mengalami kenaikan pada tahun 1996, 2007, dan 2020. 2) Kenaikan curah hujan tersebut disebabkan oleh kejadian La Nina pada tahun tersebut sehingga terjadi kejadian banjir ekstrim di Indonesia, khususnya di wilayah DKI Jakarta pada tahun-tahun tersebut. 3) Berdasarkan hasil analisis, penurunan curah hujan pada seluruh pos curah hujan di wilayah DAS Ciliwung rata-rata mengalami penurunan pada tahun 1997, 2010, dan 2015. 4) Penurunan curah hujan tersebut disebabkan oleh kejadian El Nino pada tahun tersebut sehingga menyebabkan kemarau ekstrim di Indonesia, khususnya di wilayah DKI Jakarta dan mengakibatkan bencana kekeringan.

Pengujian Data Curah Hujan

Dikarenakan di wilayah DAS Ciliwung terdapat lebih dari 2 (dua) pos curah hujan, atau total sebanyak 7 (tujuh) pos curah hujan maka pengujian data hujan dilakukan dengan menggunakan metode kurva massa ganda, yaitu dengan membandingkan kumulatif curah hujan stasiun dengan kumulatif stasiun hujan lainnya sebagai pembanding. Berikut adalah hasil pengujian data hujan masing-masing pos curah hujan.

Tabel 2 Hasil Pengujian Data Curah Hujan

| No | Stasiun Hujan | Syarat Uji Konsisten | Nilai R^2 | Keterangan |
|----|---------------|---|-------------|----------------------|
| 1 | Bd. Gintung | | 0.9976 | Data Hujan Konsisten |
| 2 | Cawang | | 0.9936 | Data Hujan Konsisten |
| 3 | Cibinong | Nilai trendline linier (R) sebaran data hujan mendekati angka 1 | 0.9964 | Data Hujan Konsisten |
| 4 | Cilember | | 0.9980 | Data Hujan Konsisten |
| 5 | Gadog | | 0.9962 | Data Hujan Konsisten |
| 6 | Manggarai | | 0.9944 | Data Hujan Konsisten |
| 7 | Sawangan | | 0.9891 | Data Hujan Konsisten |

Berdasarkan hasil rekap tersebut, didapatkan bahwa seluruh data di pos curah hujan wilayah DAS Ciliwung konsisten, karena memiliki angka trend sebaran data mendekati angka 1 (satu), sehingga dapat disimpulkan bahwa data seluruh pos curah hujan dapat digunakan untuk analisis selanjutnya.

Curah Hujan Daerah

Dikarenakan di wilayah DAS Ciliwung terdapat lebih dari 2 (dua) pos curah hujan (7 pos curah hujan), maka analisis curah hujan daerah menggunakan metode poligon thiessen. Berikut adalah analisis curah hujan daerah di wilayah DAS Ciliwung.



Gambar 4 Hasil Analisis Curah Hujan Daerah DAS Ciliwung

Tabel 3 Perhitungan Koefisien Thiessen

| No | Pos Curah hujan | Luas Pengaruh (km ²) | Koef.Thiessen |
|----|-----------------------------|----------------------------------|---------------|
| 1 | Bd. Gintung | 9.93 | 0.02 |
| 2 | Cawang | 42.53 | 0.10 |
| 3 | Manggarai | 89.24 | 0.20 |
| 4 | Cibinong | 90.41 | 0.21 |
| 5 | Gadog | 54.53 | 0.12 |
| 6 | Cilember | 128.54 | 0.29 |
| 7 | Sawangan | 23.15 | 0.05 |
| | Luas DAS (km ²) | 438.33 | 1.00 |

Periode Analisis

Berikut adalah periode yang digunakan dalam analisis ketersediaan air, analisis curah hujan rencana, dan analisis debit banjir rencana di wilayah DAS Ciliwung, pembagian periode dilakukan setiap 10 tahun dengan melibatkan curah hujan daerah waktu lampau, saat ini, dan masa yang akan datang.

Tabel 4 Periode Analisis

| No | Periode Hujan | Jumlah tahun | Nama | Keterangan |
|----|---------------|--------------|----------|--|
| 1 | 1993 - 2002 | 10 | PAST 1 | Didapat dari analisis curah hujan daerah |
| 2 | 2003 - 2012 | 10 | PAST 2 | Didapat dari analisis curah hujan daerah |
| 3 | 2013 - 2022 | 10 | PRESENT | Didapat dari analisis curah hujan daerah |
| 4 | 2023 - 2032 | 10 | FUTURE 1 | Didapat dari <i>trend</i> curah hujan daerah |
| 5 | 2033 - 2042 | 10 | FUTURE 2 | Didapat dari <i>trend</i> curah hujan daerah |

Untuk selanjutnya, istilah seperti Past, Present, dan Future akan digunakan dalam analisis ketersediaan air, analisis curah hujan rencana, dan analisis debit banjir rencana di wilayah DAS Ciliwung.

Analisis Ketersediaan Air DAS Ciliwung

Berikut adalah hasil dari analisis ketersediaan air di DAS Ciliwung untuk masing-masing periode.

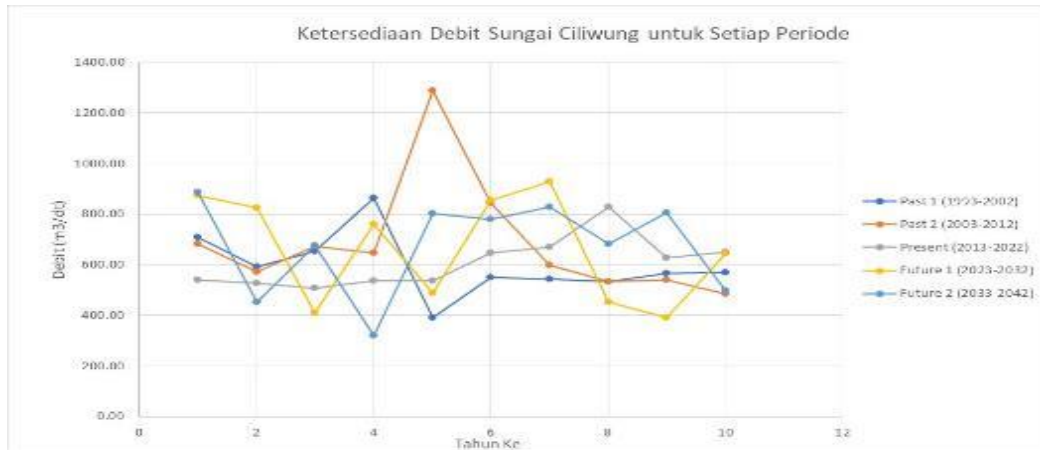
Tabel 5 Hasil Analisis Ketersediaan Air DAS Ciliwung Setiap Periode.

| Periode | Debit Ketersediaan Air (m3/dt) tahun ke | | | | | | | | | |
|----------------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Past 1 (1993-2002) | 707.6 | 593.9 | 654.8 | 864.6 | 391.4 | 551.2 | 545.3 | 534.5 | 566.4 | 570.9 |
| Past 2 (2003-2012) | 681.9 | 572.7 | 674.8 | 648.4 | 1289. | 845.6 | 599.0 | 534.3 | 541.8 | 486.2 |
| Present (2013-2022) | 540.9 | 526.6 | 507.1 | 535.8 | 535.6 | 648.8 | 669.0 | 828.9 | 629.5 | 649.8 |
| Future 1 (2023-2032) | 872.5 | 825.5 | 410.2 | 759.7 | 490.0 | 854.9 | 927.8 | 452.0 | 392.5 | 642.8 |
| Future 2 (2033-2042) | 888.0 | 453.9 | 675.6 | 320.2 | 803.6 | 778.6 | 829.7 | 683.1 | 804.7 | 497.5 |



Gambar 5 Trend Perubahan Iklim Curah Hujan Daerah di DAS Ciliwung

Perubahan iklim memberikan pengaruh yang cukup besar terhadap DAS Ciliwung, baik dari segi ketersediaan air, curah hujan rencana, maupun dari segi debit banjir rencana. Oleh karena itu, perlu adanya tindakan dari pemerintah untuk mengantisipasi terjadinya bencana alam hidrometeorologi yang tidak diinginkan di wilayah DAS Ciliwung seperti erosi, banjir, dan lain-lain. Berdasarkan hasil kajian, ketersediaan data hujan yang digunakan alangkah baiknya bisa lebih banyak lagi mengingat proses perubahan iklim yang sangat panjang. Selain itu, perlu adanya kajian lebih lanjut terkait analisis perubahan iklim terhadap pengaruh perubahan tata guna lahan.



Gambar 7 Hasil Analisis Ketersediaan Air DAS Ciliwung untuk Masing-Masing Periode

Berdasarkan grafik tersebut, menunjukkan bahwa ketersediaan air di DAS Ciliwung pada seluruh periode cenderung fluktuatif dari tahun ke tahun. Namun terdapat kenaikan ketersediaan air secara signifikan, tepatnya pada tahun ke-5 periode past 2 (tahun 2007) (lingkaran merah) yang bertepatan dengan kejadian banjir besar di DKI Jakarta. Selain itu, juga terdapat penurunan ketersediaan air ekstrim yaitu pada tahun ke 4 periode future 2 (tahun 2036) (lingkaran hijau) sehingga perlu dipersiapkan manajemen pengaturan air Sungai Ciliwung mulai dari sekarang.

Analisis Trend Perubahan Iklim

Analisis trend perubahan iklim dapat dilakukan untuk setiap rerata hujan 5 (lima) tahun, 4 (empat) tahun, 3 (tiga) tahun, dan 2 (dua) tahun. Semakin sedikit rerata tahunan yang digunakan, maka trend perubahan iklim yang terjadi akan lebih akurat. Untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat, maka analisis trend perubahan iklim dilakukan setiap 2 (dua) tahun. Berdasarkan hasil analisis trend, terjadi kenaikan curah hujan daerah. Berikut adalah trend perubahan iklim per 2 tahun untuk curah hujan daerah di wilayah DAS Ciliwung dalam bentuk hujan rerata dan nilai log hujan rerata. Berdasarkan analisis trend perubahan iklim, diperoleh koefisien nilai sebagai berikut:

Nilai rerata hujan daerah pada:

- Persamaan: $y = 0.1802 x + 119.89$
- Tahun ke 40: 127.10 mm
- Tahun ke 50: 128.90 mm
- Nilai rerata hujan daerah (log) pada:
- Persamaan: $y = 0.0016 x + 2.0429$
- Tahun ke 40: 2.107
- Tahun ke 50: 2.123



Gambar 8 Trend Perubahan Iklim per 2 Tahun Curah Hujan di DAS Ciliwung

Ditambah narasi berdasarkan grafik melihat kondisi DAS pada saat Analisa. Berdasarkan hasil analisis trend terjadi kenaikan curah hujan daerah, perubahan iklim per 2 tahun untuk curah hujan daerah di wilayah DAS Ciliwung dalam bentuk hujan rerata dan nilai log hujan rerata.



Gambar 9 Trend Perubahan Iklim per 2 Tahun (Log) Curah Hujan di DAS Ciliwung

Kesimpulan

Berisi rekapitulasi trend curah hujan dan kondisi perubahan iklim dari curah hujan. Berdasarkan hasil analisis curah hujan rencana, didapatkan bahwa rata-rata perubahan curah hujan rencana per periode atau per 10 tahun yaitu sebesar 12.85%, dan per tahunnya mulai dari tahun 1993 hingga tahun 2042 yaitu sebesar 1.29%.

BIBLIOGRAPHY

- Abighail, S. H., Kridasantausa, I., Farid, M., & Moe, I. R. (2022). Pemodelan banjir akibat perubahan tata guna lahan di daerah aliran sungai Ciliwung. *J. Tek. Sipil*, 29(1), 61–68. <https://doi.org/10.5614/jts.2022.29.1.6>.
- Adib, M. (2014). Pemanasan Global, Perubahan Iklim, Dampak dan Solusinya di Sektor Pertanian. *BioKultur*, 3(2), 420–429.
- Aryani, D. (2014). Ketelitian Estimasi Banjir Berdasarkan Data Curah Hujan Das. *Tugas Akhir Teknik Sipil Universitas Hasanuddin*, 1–121.
- Asdak, C. (2023). *Hidrologi dan pengelolaan daerah aliran sungai*. UGM PRESS.
- Emori, S., & Brown, S. J. (2005). Dynamic and thermodynamic changes in mean and extreme precipitation under changed climate. *Geophysical Research Letters*, 32(17). <https://doi.org/10.1029/2005GL023272>
- Hammad, R. N. S., & Gibbs, B. M. (1987). The acoustic performance of building façades in hot climates: part III—conventional screens. *Applied Acoustics*, 20(3), 183–194. [https://doi.org/10.1016/0003-682X\(87\)90020-X](https://doi.org/10.1016/0003-682X(87)90020-X).
- Hartmann, D. L., Tank, A. M. G. K., Rusticucci, M., Alexander, L. V, Brönnimann, S., Charabi, Y. A. R., Dentener, F. J., Dlugokencky, E. J., Easterling, D. R., & Kaplan, A. (2013). Observations: atmosphere and surface. In *Climate change 2013 the physical science basis: Working group I contribution to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change* (pp. 159–254). Cambridge University Press.
- Indah, K. B., & Satu, K. M. (n.d.). *Pengaruh Debit Limpasan Banjir Terhadap Kawasan Matangkuli Pada Subdas Krueng Keureuto*.
- Indah, K. S. (2019). *Analisis Dampak Perubahan Iklim Terhadap Pendapatan Nelayan Di Desa Tanjung Kabupaten Lombok Utara*. Universitas Muhammadiyah Mataram.
- Kodoatie, R. J., & Sjarief, R. (2010). *Tata ruang air*. Penerbit Andi.
- Maliga, I., Hasifah, H., & Lestari, A. (2022). Penyuluhan Adaptasi dan Mitigasi Dampak Perubahan Iklim Bagi Perkembangan Penyakit Berbasis Lingkungan. *Jurnal Altifani Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2(4), 297–303.
- Pachauri, R. K., Meyer, L. A., Plattner, G. K., & Stocker, T. (2014). Synthesis report. Contribution of working groups I, II and III to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. *Intergovernmental Panel on Climate Change: Geneva, Switzerland*.
- Soemarto, C. D. (1995). *Hidrologi Teknik (Edisi ke-2)*. Erlangga. Jakarta.
- Sosrodarsono, S., & Takeda, K. (2003). *Hidrologi untuk pengairan*, PT. Pradnya

Andi Mukti Widayanto, Endah Kurniyaningrum

Paramita, Jakarta.

Suripin, S., & Kurniani, D. (2016). Pengaruh Perubahan Iklim terhadap Hidrograf Banjir di Kanal Banjir Timur Kota Semarang. *Media Komunikasi Teknik Sipil*, 22(2), 119–128.

Trenberth, K. E. (2011). Changes in precipitation with climate change. *Climate Research*, 47(1–2), 123–138. <https://doi.org/10.3354/cr00953>

Copyright holder:

Andi Mukti Widayanto, Endah Kurniyaningrum (2023)

First publication right:

Syntax Literate: Jurnal Ilmiah Indonesia

This article is licensed under:

