

## Analisis Tren Dan Pola Perubahan Iklim Dan Musim Berdasarkan Data Historis Di Kota Bandung Pada Periode 2008-2023

\*Baskoro Tri Julianto<sup>1</sup>, Sitti Filzha Fitrya Ginoga<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Muhammadiyah Sukabumi, Sukabumi

<sup>2</sup>Program Magister Teknik Sipil dan Lingkungan, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor

\*220701baskoro@ummi.ac.id

### Abstract

This study analyzes trends and patterns of climate change in Bandung City based on historical data from 2008 to 2023. Weather data includes minimum, maximum and average daily temperatures, relative humidity, rainfall and evapotranspiration. The analysis showed that the annual average temperature increased by  $23.5 \pm 1.9^\circ\text{C}$ , with the maximum temperature reaching  $29.3 \pm 1.6^\circ\text{C}$  and the minimum  $19.9 \pm 1.2^\circ\text{C}$ . In contrast, relative humidity decreased to  $76.5 \pm 11.5\%$ . Annual rainfall showed a decreasing trend, while evapotranspiration increased, signaling a potential water deficit in the future. The monthly water balance identified the worst deficit at 93.5 mm in August, while the highest rainfall occurred in November at 342.7 mm. In 2008, total rainfall was recorded at 2,033.29 mm, while evapotranspiration was 1,515.96 mm. The La Niña phenomenon affected the seasonal pattern, extending the rainy season and shortening the dry season. These findings indicate real climate change in Bandung City, characterized by rising temperatures and water deficits in certain months.

**Keywords:** Climate Change, Water Balance, Rainfall, Bandung City, La Nina

### Abstrak

Penelitian ini menganalisis tren dan pola perubahan iklim di Kota Bandung berdasarkan data historis 2008-2023. Data cuaca mencakup suhu minimum, maksimum, dan rata-rata harian, kelembaban relatif, curah hujan, serta evapotranspirasi. Analisis menunjukkan kenaikan suhu rata-rata tahunan sebesar  $23,5 \pm 1,9^\circ\text{C}$ , dengan suhu maksimum mencapai  $29,3 \pm 1,6^\circ\text{C}$  dan minimum  $19,9 \pm 1,2^\circ\text{C}$ . Sebaliknya, kelembaban relatif menurun menjadi  $76,5 \pm 11,5\%$ . Curah hujan tahunan menunjukkan tren penurunan, sementara evapotranspirasi meningkat, menandakan potensi defisit air di masa mendatang. Neraca air bulanan mengidentifikasi defisit terparah sebesar 93,5 mm pada Agustus, sedangkan curah hujan tertinggi terjadi pada November sebesar 342,7 mm. Pada 2008, total curah hujan tercatat 2.033,29 mm, sementara evapotranspirasi 1.515,96 mm. Fenomena La Niña memengaruhi pola musim, memperpanjang musim hujan dan memperpendek musim kemarau. Temuan ini mengindikasikan perubahan iklim nyata di Kota Bandung, dengan ciri utama kenaikan suhu dan defisit air pada bulan-bulan tertentu.

**Kata Kunci:** Perubahan Iklim, Neraca Air, Curah Hujan, Kota Bandung, La Nina

## PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara kepulauan beriklim tropis pada kawasan Asia Tenggara yang memiliki dua musim yaitu musim hujan dan musim kemarau. Umumnya, musim hujan di Indonesia terjadi pada rentan waktu antara bulan Oktober hingga April sedangkan untuk musim kemarau umumnya terjadi pada rentan waktu antara bulan April hingga Oktober (Adidarma et al., 2017). Namun, tampaknya telah terjadi perubahan dan pergeseran musim dan iklim di Indonesia. Pada salah satu wilayah di Indonesia, tepatnya di Palembang, Sumatera Selatan dilakukan suatu kajian mengenai perubahan iklim dari 1976 hingga 2021 yang menunjukkan perubahan siklus musiman pada lokasi studi yaitu musim hujan dimulai dari  $1 \pm 30$  hingga  $163 \pm 79$  hari Julian dan musim kemarau dimulai dari  $172 \pm 152$  hingga  $273 \pm 90$  hari Julian dan terjadi lagi musim hujan hingga  $244 \pm 90$  hari Julian. Selain itu, terdapat temuan bahwa terjadi musim kemarau ekstrem sebanyak 8 kali dengan musim kemarau terpanjang terjadi pada 2019 yaitu sepanjang 167 hari berturut-turut (Muharomah & Setiawan, 2022). Hal ini mengindikasikan terjadinya perubahan iklim serta musim yang tentunya memiliki banyak pengaruh terhadap kehidupan manusia. Perubahan iklim dapat mempengaruhi kesehatan manusia baik secara langsung yaitu manusia dapat mendapatkan efek dari

paparan langsung akibat perubahan iklim pola cuaca serta secara tidak langsung yaitu perubahan iklim dapat mempengaruhi kualitas lingkungan (Susilawati, 2021). Perubahan iklim juga dapat mempengaruhi sektor pertanian bahkan dapat dikatakan paling terancam, menderita dan rentan terutama pada tiga faktor yaitu biofisik, genetik dan manajemen. Selain itu, perubahan iklim juga dapat menyebabkan gagal pertumbuhan dan panen yang berujung pada penurunan produktivitas dan produksi, kerusakan sumber daya lahan, peningkatan frekuensi, luas dan bobot kekeringan, peningkatan kelembaban serta peningkatan intensitas gangguan organisme pengganggu tanaman (Adib, 2014).

Melihat permasalahan tersebut, banyak hal yang melatarbelakangi terjadinya perubahan iklim. Studi yang dilakukan kepada mahasiswa di Jakarta dan Yogyakarta, mayoritas sepakat bahwa perubahan iklim terjadi akibat cuaca yang tidak menentu atau faktor alamiah (Haryanto & Prahara, 2019). Fenomena *El Niño* dan *La Niña* atau ENSO (*El Niño Southern Oscillation*) dapat dituding menjadi salah satu fenomena yang dapat menjelaskan perubahan iklim dan cuaca. Hal ini dapat dilihat dari hubungan antara SST (*Sea Surface Temperature*) terhadap intensitas curah hujan. Kenaikan SST pada saat *La Niña* memiliki pengaruh berupa kenaikan intensitas curah hujan serta penurunan SST pada saat *El Niño* dapat mempengaruhi penurunan intensitas curah hujan (Nabilah et al., 2017). Pendapat lain

mengatakan bahwa pemanasan global yang berdampak pada perubahan iklim merupakan fenomena antropogenik. Observasi yang dilakukan Hansen & Stone, (2016) membuktikan bahwa hampir dua pertiga dari dampak yang memiliki relasi dengan suhu atmosfer dan lautan dapat diyakini dikaitkan dengan permasalahan antropogenik bahkan perubahan iklim antropogenik telah menjadi pengaruh utama bagi sekitar tiga perempat dari dampak yang terobservasi pada skala benua. Kedua hal ini memiliki ikatan yang kuat terkait perubahan iklim, di luar baik faktor alamiah dan antropogenik, perubahan iklim perlu disikapi dengan baik.

Mari kita soroti salah satu topik yang cukup menarik pada perubahan iklim, yaitu intensitas curah hujan. Peningkatan intensitas curah hujan ini dapat menyebabkan banyak masalah, terutama banjir. Kota Bandung merupakan kota besar dan ibukota Provinsi Jawa Barat. Tercatat pada tahun 2018 terdapat 54 kelurahan di Kota Bandung yang mengalami bencana banjir, meskipun kecenderungan terjadinya banjir di Kota Bandung mengalami penurunan yaitu 50 kelurahan pada 2019 dan 38 kelurahan pada 2020 (A et al., 2021). Kajian lain menyatakan bahwa pada kawasan Gedebage Kota Bandung akibat perubahan iklim terjadinya kenaikan debit limpasan air permukaan dengan persentase tertinggi hingga 329% (Dwiputri, 2017). Menyikapi banjir di Kota Bandung, maka diperlukannya upaya-upaya dalam penanganannya. Pemilihan metode sistem drainase berkelanjutan menjadi salah satu contohnya. Kajian yang dilakukan oleh Nurhikmah & Akmalah, (2016) merekomendasikan beberapa metode sistem drainase yang dirasa cocok bila diterapkan di Kota Bandung, diantaranya *Rain Garden, Infiltration Strips, Water Roofs, Rainwater Tanks, Cistern, Swales*, Kolam Detensi, *Infiltration Trenches, Eco-Corridor* dan Kolam Retensi. Meskipun demikian, perubahan iklim yang mengakibatkan banjir masih memiliki peluang untuk terjadi karena mungkin saja tren perubahan iklim yang terjadi kedepannya dapat menggeser paradigma serta cara penanggulangan bencana yang mungkin terjadi.

Berdasarkan pemaparan tersebut, maka diperlukannya kajian tren dan pola perubahan iklim dan musim khususnya di kawasan Kota Bandung dan sekitarnya. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan gambaran deskriptif berdasarkan analisis matematis dan grafis akan hal tersebut berdasarkan data historis cuaca dari periode 2008 hingga 2023 sebagai gambaran bagaimana tren perubahan iklim ke depannya serta sebagai rujukan untuk pengambilan sikap atas perubahan iklim khususnya di wilayah Bandung dan sekitarnya.

## METODE

Penelitian dilakukan berdasarkan data yang didapatkan dari laman Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) yang berasal dari stasiun cuaca ID WMO 96783 Stasiun Geofisika Bandung yang terletak pada lintang -6,88356 dan bujur 107,59733 dengan elevasi 791 mdpl dengan mengambil beberapa parameter cuaca yaitu suhu minimum harian, suhu maksimum harian, suhu rerata harian, kelembaban relatif rerata harian, hujan harian, durasi

penyinaran matahari harian serta kecepatan angin rerata harian.

Penentuan perubahan musim dilakukan dengan metode sederhana sebagaimana dilakukan oleh Setiawan, (2020) dimana perubahan musim diindikasikan berdasarkan perubahan antara laju curah hujan dengan laju evapotranspirasi yang dibuat ke dalam neraca kesetimbangan. Hubungan antar keduanya dapat diekspresikan berdasarkan persamaan berikut:

$$\frac{dN}{dt} = \frac{dR}{dt} - \frac{dET}{dt} \quad (1)$$

Atau dapat ditulis sebagai berikut:

$$N_t = R_t - ET_t \quad (2)$$

Dimana  $dN/dt$  merupakan laju dari neraca air neto (mm/hari),  $dR/dt$  merupakan laju curah hujan (mm/hari) dan  $dET/dt$  merupakan laju evapotranspirasi (mm/hari). Pada metode ini, penambahan air murni akibat hujan dan pengurangan air murni akibat evapotranspirasi. Fungsi curah hujan dan evapotranspirasi dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$R(t) \approx \sum R_i \quad (3)$$

$$ET(t) \approx \sum ET_i \quad (4)$$

Dimana  $R(t)$  merupakan fungsi dari curah hujan (mm),  $R_i$  merupakan curah hujan ketika hari pengamatan (mm),  $ET(t)$  merupakan fungsi evapotranspirasi (mm) dan  $ET_i$  merupakan evapotranspirasi pada hari pengamatan. Ekspresi  $i$  menunjukkan hari berdasarkan kalender Julian dimana bila  $i = 1$  menandakan hari pertama pada tahun pengamatan yaitu tanggal 1 Januari. Nilai  $i$  hingga hari terakhir pada tahun tersebut yaitu 365 atau 366 pada tahun kabisat. Musim kemarau diindikasikan bila laju hujan lebih kecil daripada laju evapotranspirasi, musim hujan diindikasikan bila laju hujan lebih besar daripada laju evapotranspirasi serta transisi diindikasikan bila laju hujan sama dengan laju evapotranspirasi yang dapat ditentukan berdasarkan persamaan berikut:

$$P = \begin{cases} W & \text{if } N_t > 0 \\ D & \text{if } N_t < 0 \\ T & \text{if } N_t = 0 \end{cases} \quad (5)$$

Dimana  $P$  adalah periode musim,  $W$  adalah musim hujan,  $D$  adalah musim kemarau dan  $T$  adalah transisi antara musim hujan ke musim kemarau atau musim kemarau ke musim hujan. Kalkulasi curah hujan dan evapotranspirasi dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak VBA Excel. Fungsi curah hujan dan evapotranspirasi dilihat dari regresi polinomial ordo 6 dan laju adalah turunan pertamanya yang didapatkan dari fungsi *Linest* serta kode VBA.

Nilai curah hujan harian didapat langsung dari data historis sedangkan nilai evapotranspirasi harian didapatkan dari pemodelan evapotranspirasi potensial. Pada penelitian ini, evapotranspirasi potensial dimodelkan dengan model Hargreaves dengan bentuk persamaan

sebagai berikut (Adlan et al., 2021; Feng et al., 2017; Berti et al., 2014; Hargreaves et al., 1982):

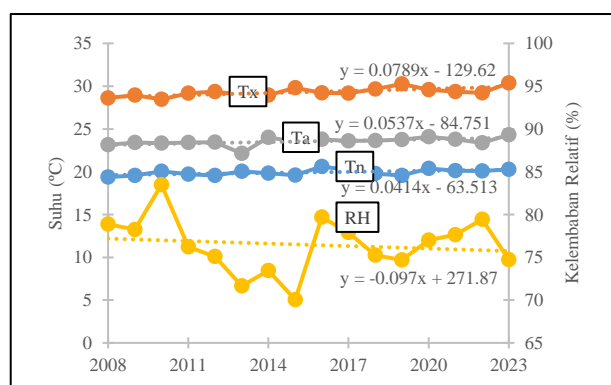
$$ET = 0,000939\sqrt{T_x - T_n}(T_a + 17,8)Ra(L,J) \quad (6)$$

Dimana ET adalah evapotranspirasi model Hargreaves (mm),  $T_x$  adalah suhu maksimum harian ( $^{\circ}\text{C}$ ),  $T_n$  adalah suhu minimum harian ( $^{\circ}\text{C}$ ),  $T_a$  adalah suhu rerata harian ( $^{\circ}\text{C}$ ) dan fungsi  $Ra(L,J)$  adalah fungsi radiasi ekstrasferestrial harian berdasarkan lintang dan hari Julian. Perhitungan evapotranspirasi dipermudah dengan menggunakan VBA

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Perubahan Iklim Tahunan

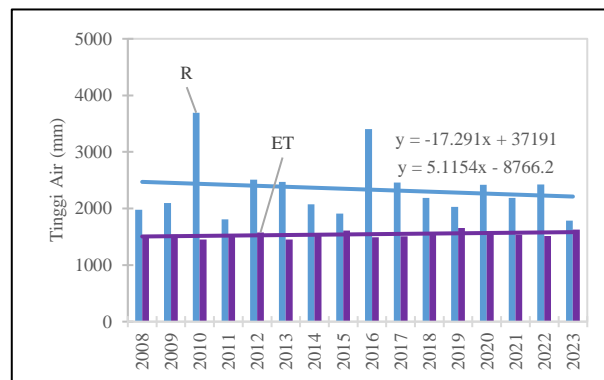
Analisis pertama adalah melihat tren perubahan iklim secara tahunan (*Annual*) dengan melihat rata-rata beberapa indikator iklim yaitu suhu minimum, suhu rata-rata, suhu maksimum dan kelembaban relatif selama periode pengamatan. Perubahan iklim tahunan disajikan dalam bentuk rerata tahunan yang tersaji pada **Gambar 1**.



Gambar 1 Tren Perubahan Iklim Tahunan

Pada **Gambar 1** dapat dilihat bahwa terdapat fungsi regresi linear dari indikator iklim yaitu suhu maksimum harian, suhu rerata harian, suhu minimum harian dan kelembaban relatif harian. Nilai suhu minimum adalah  $19,9 \pm 1,2$   $^{\circ}\text{C}$  dengan fungsi regresi linear  $y = 0,0414x - 63,513$ ; suhu rerata bernilai  $23,5 \pm 1,9$   $^{\circ}\text{C}$  dengan fungsi regresi linear  $y = 0,0537x - 84,751$ ; suhu maksimum bernilai  $29,3 \pm 1,6$   $^{\circ}\text{C}$  dengan fungsi regresi linear  $y = 0,0789x - 129,62$  serta kelembaban relatif bernilai  $76,5 \pm 11,5$  % dengan fungsi regresi linear  $y = -0,097x + 271,87$ . Gradien dari persamaan regresi linear indikator suhu bernilai positif. Hal ini menandakan bahwa tren suhu naik dari waktu ke waktu. Sedangkan gradien dari persamaan regresi linear kelembaban relatif bernilai negatif yang menandakan kelembaban cenderung menurun dari waktu ke waktu. Hal ini dapat dikatakan masuk akal dikarenakan suhu dan kelembaban memiliki hubungan berbalik nilai. Maka wajar ketika suhu naik kelembaban cenderung menurun. Hal ini mengindikasikan bahwa memang terjadinya perubahan iklim dengan ciri paling mudah dirasakan yaitu udara menjadi lebih panas. Hal ini

berkaitan juga dengan neraca air tahunan yang dapat dilihat pada **Gambar 2**.

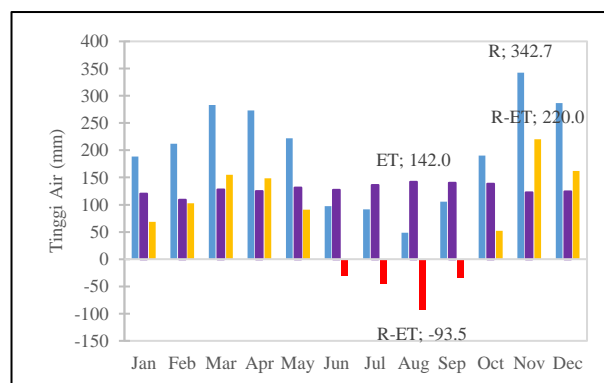


Gambar 2 Tren Neraca Air Tahunan

Pada tren neraca air yang ditampilkan pada **Gambar 2** memperlihatkan bagaimana perubahan air baik hujan dan evapotranspirasi dari tahun ke tahun. Gradien regresi linear untuk hujan cenderung turun dengan bentuk fungsi  $y = -17,291x + 37191$  sedangkan gradien regresi linear untuk evapotranspirasi cenderung naik dengan bentuk fungsi  $y = 5,1154x - 8766,2$ . Dilihat dari tren regresi dengan asumsi nilai hujan dan evapotranspirasi tahunan mengikuti persamaan yang ditampilkan, maka akan ada masa dimana evapotranspirasi lebih besar daripada hujan yang menandakan defisit air tepatnya pada tahun 2051. Hal ini selaras dengan tren perubahan iklim yang ditampilkan pada **Gambar 1** dimana perhitungan evapotranspirasi sangat bergantung dengan nilai suhu dan memang tren suhu cenderung naik.

### Neraca Air Bulanan

Neraca air bulanan ditampilkan dalam bentuk diagram batang rerata neraca air bulanan yang dapat dilihat pada **Gambar 3**.



Gambar 3 Neraca Air Rerata Bulanan

Pada **Gambar 3** terlihat neraca air rerata bulanan dari tahun 2008 hingga 2023. Terlihat terdapat defisit air pada bulan Juni, Juli, Agustus dan September. Hal ini memang terjadi pada musim kemarau pada kepercayaan tradisional dimana musim kemarau terjadi antara April hingga Oktober. Hujan tertinggi terjadi pada bulan November dengan rerata tinggi curah hujan sebesar 342,7

mm; evapotranspirasi tertinggi terjadi pada bulan Agustus dengan tinggi sebesar 142,0 mm; defisit air terparah terjadi pada bulan Agustus berbarengan dengan evapotranspirasi tertinggi yaitu sebesar 93,5 mm dan ke berlimpahan air tertinggi terjadi pada bulan November berbarengan dengan curah hujan tertinggi yaitu sebesar 220,0 mm.

### Neraca Air Bulanan Pergeseran Musim pada Tahun 2008

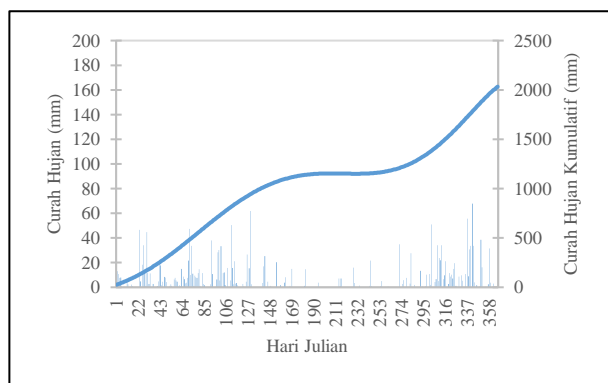
Pada kajian ini, tahun 2008 dijadikan contoh perubahan musim dikarenakan sebagai awal pengamatan yang dilakukan. Fungsi persamaan polinomial ordo 6 dari curah hujan harian dan evapotranspirasi harian adalah sebagai berikut dengan grafik dapat dilihat pada **Gambar 4**, **Gambar 5**, **Gambar 6** dan **Gambar 7**.

$$R(t) = -2,16 \times 10^{-11}x^6 + 2,02 \times 10^{-8}x^5 - 5,92 \times 10^{-6}x^4 + 4,52 \times 10^{-4}x^3 + 2,78 \times 10^{-2}x^2 + 3,89x + 21,93 \quad (7)$$

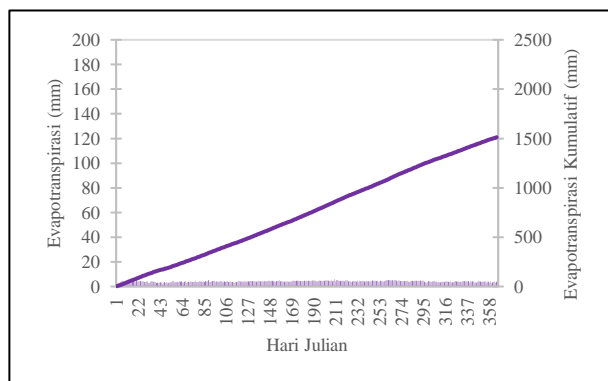
$$\frac{dR}{dt} = -1,30 \times 10^{-10}x^5 + 1,01 \times 10^{-7}x^4 - 2,37 \times 10^{-5}x^3 + 1,36 \times 10^{-3}x^2 + 5,57 \times 10^{-2}x + 3,89 \quad (8)$$

$$ET(t) = -9,95 \times 10^{-14}x^6 + 3,39 \times 10^{-10}x^5 - 3,02 \times 10^{-7}x^4 + 1,00 \times 10^{-4}x^3 - 1,14 \times 10^{-2}x^2 + 4,23x - 1,48 \quad (9)$$

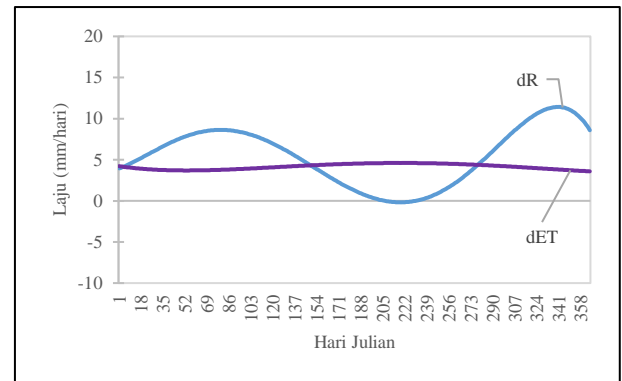
$$\frac{dET}{dt} = -5,97 \times 10^{-13}x^5 + 1,69 \times 10^{-9}x^4 - 1,21 \times 10^{-6}x^3 + 3,01 \times 10^{-4}x^2 - 2,29 \times 10^{-2}x + 4,23 \quad (10)$$



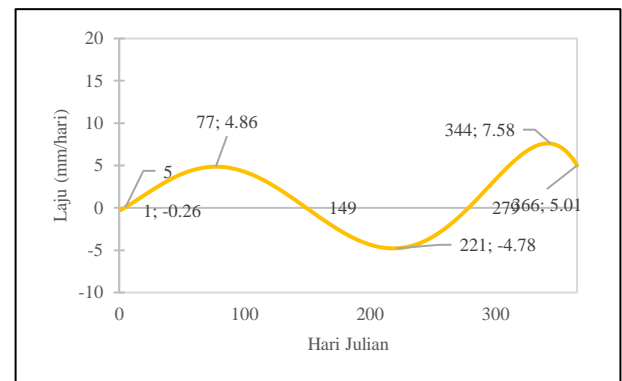
Gambar 4 Curah Hujan Harian pada Tahun 2008



Gambar 5 Evapotranspirasi Harian pada Tahun 2008



Gambar 6 Laju Hujan dan Evapotranspirasi pada Tahun 2008



Gambar 7 Laju Hujan Minus Evapotranspirasi pada Tahun 2008

Pada **Gambar 4** diperlihatkan kumulatif hujan yang terjadi pada tahun 2008 sebesar 2033,29 mm, **Gambar 5** memperlihatkan kumulatif evapotranspirasi yang terjadi pada 2008 yaitu sebesar 1515,96 mm. Laju keduanya digambarkan pada **Gambar 6** yang dimana laju dari evapotranspirasi relatif lebih stabil daripada laju hujan serta selisih keduanya digambarkan pada **Gambar 7** yang juga memperlihatkan perubahan musim pada tahun 2008. Pada **Gambar 7** bila kurva berada di bawah sumbu absis menandakan bahwa terjadinya defisit air yang berarti sedang terjadinya musim kemarau sedangkan bila kurva berada di atas sumbu absis menandakan bahwa terjadinya kelimpahan air yang menandakan musim hujan. Pada awal tahun terjadi musim kemarau pendek yaitu dimulai pada hari ke 1 kalender Julian hingga hari ke 5 kalender Julian yang berlangsung selama 4 hari serta menandakan musim kemarau pertama terjadi pada bulan Januari. Hari ke 5 kalender Julian menandakan peralihan musim antara musim kemarau pertama ke musim hujan pertama. Musim hujan pertama diawali pada hari ke 6 kalender Julian hingga hari ke 149 kalender Julian. Lama hari musim hujan pertama adalah 143 hari yang menandakan musim hujan pertama membentang dari Januari hingga Mei dengan puncak musim hujan terjadi pada hari ke 77 kalender Julian. Musim kemarau kedua terjadi dari hari ke 150 kalender Julian hingga hari ke 279 kalender Julian. Lama musim kemarau kedua berlangsung selama 71 Hari yang membentang antara bulan Mei hingga Agustus dengan puncak musim kemarau kedua terjadi pada hari ke 221 kalender Julian. Musim terakhir pada tahun 2008 adalah musim hujan kedua yang diawali dari hari ke 280 kalender Julian hingga hari ke 366

kalender Julian. Musim hujan kedua terjadi selama 86 hari yang membentang dari bulan Agustus hingga akhir Desember dengan puncak musim hujan kedua terjadi pada hari ke 344 kalender Julian atau secara rekapitulasi dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1 Rekapitulasi Model Periode Musim Hujan dan Kemarau pada Tahun 2008

Musim	Awal (Hari Julian)	Akhir (Hari Julian)	Panjang (Hari)	Hari Puncak	Simpanan Air (mm)
Kemarau 1	1	5	4	1	-0,47
Hujan 1	6	149	143	77	442,97
Kemarau 2	150	279	129	221	-398,17
Hujan 2	280	366	86	344	456,23

Sumber: Hasil Pengolahan Data (2024)

Berdasarkan analisis yang dipaparkan memang terjadi perubahan musim pada tahun 2008, musim hujan terjadi lebih panjang yaitu 229 hari. Hal ini hal ini memang selaras dengan catatan bahwa memang pada tahun 2008 terjadi *La Niña* yang sangat kuat (Yustiana et al., 2023). **Gambar 7** juga menunjukkan bahwa memang terjadinya perubahan musim di Kota Bandung dimana musim kemarau dan musim hujan terjadi sebanyak dua kali yakni antara 4 hari pada awal Januari yang secara tradisional dipercaya sebagai musim hujan namun terjadi musim kemarau, Januari hingga Mei dimana terjadi musim hujan yang semulanya musim hujan dipercaya berakhir di bulan April, Mei hingga Agustus dimana musim kemarau berjalan lebih pendek daripada biasanya serta Agustus hingga Desember terjadi musim hujan yang dimana musim hujan biasanya dimulai dari bulan Oktober.

## KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang dilakukan dapat dikatakan perubahan tren dan pola iklim serta musim nyata adanya. Hal ini ditandai dengan tren suhu yang optimis naik serta tren kelembaban relatif mengalami pesimis turun. Selain itu, tren hujan yang cenderung turun dan evapotranspirasi yang cenderung naik dari tahun ke tahun menandakan memang lokasi studi yaitu Kota Bandung relatif semakin panas. Defisit air perlu diwaspadai pada bulan-bulan tertentu tepatnya pada bulan Juni hingga September. Pada kasus 2008 memang terjadi fenomena *La Niña* yang kuat ditandai dengan musim hujan yang lebih panjang dari musim kemarau serta terjadinya pola perubahan musim pada tahun tersebut. Maka dari itu, diharapkan untuk semua pihak mengambil sikap atas hal ini dengan mengurangi emisi karbon, mencegah efek rumah kaca, lebih memperhatikan lingkungan serta melakukan penghematan dan penggunaan air yang lebih berorientasi pada lingkungan dan berkelanjutan.

## DAFTAR PUSTAKA

- A, R. T., Dewi, P. C., Widina, K., & Anwar, A. (2021). Analisis Banjir Di Kota Bandung Dengan Pemodelan Sistem Rich Picture Diagram. *Jurnal Inovasi Masyarakat*, 1(12), 202–210. <https://doi.org/10.33197/Jim.Vol1.Iss2.2021.844>

- Adib, M. (2014). Pemanasan Global, Perubahan Iklim, Dampak, Dan Solusinya Di Sektor Pertanian. *Biokultur*, 3(2), 420–429.
- Adidarma, W. K., Martawati, L., M.K, S. D., Levina, L., & Subrata, O. (2017). Dampak Perubahan Iklim Terhadap Pola Hujan Dikhususkan Bagi Pertanian Di Pulau Sumatera Dan Kalimantan. *Jurnal Teknik Hidraulik*, 1(1), 43–56. <https://doi.org/10.32679/Jth.V1i1.228>
- Adlan, Setiawan, B. I., Arif, C., & Saptomo, S. K. (2021). Evaluasi Metode Pendugaan Laju Evapotranspirasi Standar (Eto) Menggunakan Bahasa Pemograman Visual Basic Microsoft Excel Di Kabupaten Nagan Raya Aceh. *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 6(1), 35–48. <https://doi.org/10.29244/Jsil.6.1.35-48>
- Berti, A., Tardivo, G., Chiaudani, A., Rech, F., & Borin, M. (2014). Assessing Reference Evapotranspiration By The Hargreaves Method In North-Eastern Italy. *Agricultural Water Management*, 140, 20–25. <https://doi.org/10.1016/J.Agwat.2014.03.015>
- Dwiputri, M. (2017). Identifikasi Debit Limpasan Air Permukaan Kawasan Gedebage Sesudah Perubahan Iklim. *Faktor Exacta*, 10(4), 379–388.
- Feng, Y., Jia, Y., Cui, N., Zhao, L., Li, C., & Gong, D. (2017). Calibration Of Hargreaves Model For Reference Evapotranspiration Estimation In Sichuan Basin Of Southwest China. *Agricultural Water Management*, 181, 1–9. <https://doi.org/10.1016/J.Agwat.2016.11.010>
- Hansen, G., & Stone, D. (2016). Assessing The Observed Impact Of Anthropogenic Climate Change. *Nature Climate Change*, 6(5), 532–537. <https://doi.org/10.1038/Nclimate2896>
- Hargreaves, G. H., Asce, F., & Samani, Z. A. (1982). Estimating Potential Evapotranspiration. *Journal Of The Irrigation And Drainage Division*, 108(3), 223–230. <https://doi.org/10.1061/Jrcea4.0001390>
- Haryanto, H. C., & Prahara, S. A. (2019). Perubahan Iklim, Siapa Yang Bertanggung Jawab? *Insight: Jurnal Ilmiah Psikologi*, 21(2), 50. <https://doi.org/10.26486/Psikologi.V21i2.811>
- Muharomah, R., & Setiawan, B. I. (2022). Identification Of Climate Trends And Patterns In South Sumatra. *Agromet*, 36(2), 79–87. <https://doi.org/10.29244/J.Agromet.36.2.79-87>
- Nabilah, F., Prasetyo, Y., & Sukmono, A. (2017). Analisis Pengaruh Fenomena El Nino Dan La Nina Terhadap Curah Hujan Tahun 1998—2016 Menggunakan Indikator Oni (Oceanic Nino Index) (Studi Kasus: Provinsi Jawa Barat). *Jurnal Geodesi Undip*, 6(4), 402–412.
- Nurhikmah, D., & Akmalah, E. (2016). Pemilihan Metode Sistem Drainase Berkelanjutan Dalam Rangka Mitigasi Bencana Banjir Di Kota Bandung. *Rekaracana: Jurnal Teknil Sipil*, 2(3), 39–50. <https://doi.org/10.26760/Rekaracana.V2i3.39>
- Setiawan, B. I. (2020). A Simple Method To Determine Patterns Of Wet And Dry Seasons. *Iop Conference Series: Earth And Environmental Science*, 542(1), 012055. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/542/1/012055>

- Susilawati, S. (2021). Dampak Perubahan Iklim Terhadap Kesehatan. *Electronic Journal Scientific Of Environmental Health And Disease*, 2(1), 25–31. <https://doi.org/10.22437/Esehad.V2i1.13749>
- Yustiana, M., Zainuri, M., Sugianto, D. N., Batubara, M. P. N., & Hidayat, A. M. (2023). Dampak Variabilitas Iklim Inter-Annual (El Niño, La Niña) Terhadap Curah Hujan Dan Anomali Tinggi Muka Laut Di Pantai Utara Jawa Tengah. *Buletin Oseanografi Marina*, 12(1), 109–124. <https://doi.org/10.14710/Buloma.V12i1.48377>