

Analisa Indeks Kekeringan Kota Bengkulu Menggunakan Metode Thornthwaite-Mather

Analysis of Bengkulu City Drought Index using Thornthwaite-Mather Method

Muhammad Hakem Sedo Putra¹, Syahidus Syuhada²

^{1,2}Institut Teknologi Sumatera

¹Program Studi S1 Rekayasa Tata Kelola Air Terpadu, Fakultas Teknologi Informasi dan Kewilayahan

²Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknologi Informasi dan Kewilayahan
Insitut Teknologi Sumatera

Informasi Artikel

Dikirim, 1 Desember 2024
Direvisi, 11 Agustus 2025
Diterima, 13 Agustus 2025

Korespondensi Penulis:

Muhammad Hakiem Sedo Putra
Program Studi Rekayasa Tata Kelola Air Terpadu
Institut Teknologi Sumatera
Jalan Terusan Ryacudu, Desa Way Hui, Kecamatan Jatiagung, Lampung Selatan 35365
Email: muhammad.sedo@tka.itera.ac.id

ABSTRAK

Kekeringan merupakan salah satu permasalahan serius yang kerap terjadi di Kota Bengkulu, terutama akibat distribusi curah hujan yang tidak merata sepanjang tahun. Kondisi ini dapat berdampak pada ketersediaan air, sektor pertanian, dan keberlanjutan lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kondisi kekeringan di Kota Bengkulu menggunakan metode *Thornthwaite-Mather*. Indeks kekeringan (I_a) dihitung berdasarkan data curah hujan, evapotranspirasi potensial, dan kapasitas tanah menahan air (WHC) selama satu tahun. Hasil analisis menunjukkan bahwa kondisi terbasah terjadi pada bulan Mei ($I_a \approx 990,89$), sedangkan kondisi terkering terjadi pada bulan Oktober ($I_a \approx 945,61$). Periode kekeringan tertinggi terjadi pada bulan Agustus hingga Oktober, yang dipengaruhi oleh curah hujan rendah dan tingginya evapotranspirasi. Metode *Thornthwaite-Mather* terbukti efektif dalam menggambarkan pola kekeringan tahunan, sehingga dapat menjadi dasar perencanaan mitigasi. Rekomendasi yang diajukan meliputi pemanenan air hujan, pengelolaan pola tanam, dan konservasi tanah untuk mengurangi dampak kekeringan.

Kata Kunci : Curah Hujan, Evapotranspirasi, Indeks Kekeringan, Kota Bengkulu, Thornthwaite-Mather,

ABSTRACT

Drought is one of the serious issues frequently occurring in Bengkulu City, mainly due to the uneven distribution of rainfall throughout the year. This condition affects water availability, the agricultural sector, and environmental sustainability. This study aims to analyze drought conditions in Bengkulu City using the Thornthwaite-Mather method. The drought index (I_a) was calculated based on annual rainfall data, potential evapotranspiration, and soil water holding capacity (WHC). The analysis shows that the wettest condition occurred in May ($I_a \approx 990.89$), while the driest condition occurred in October ($I_a \approx 945.61$). The most severe drought period was recorded from August to October, influenced by low rainfall and high evapotranspiration rates. The Thornthwaite-Mather method proved effective in illustrating the annual drought pattern, thus serving as a basis for mitigation planning. Recommended measures include rainwater harvesting, crop pattern management, and soil conservation to reduce the impact of drought.

Keyword : Bengkulu City, Drought Index, Evapotranspiration, Rainfall, Thornthwaite-Mather,

PET dihitung menggunakan rumus *Thornthwaite*, yang mempertimbangkan suhu udara rata-rata dan faktor koreksi latitudinal.

2. Neraca Air Bulanan

Neraca air dihitung berdasarkan perbedaan antara curah hujan (P) dan PET, mencakup analisis surplus, defisit, penyimpanan tanah, dan kebutuhan air.

3. Klasifikasi Kekeringan

Hasil neraca air digunakan untuk mengidentifikasi indeks kekeringan sesuai dengan kategori yang telah ditentukan (misalnya, normal, defisit ringan, defisit berat).

2.3. Pengolahan dan Analisis Data

Data dianalisis menggunakan perangkat lunak statistik dan pemodelan spasial untuk mengidentifikasi pola temporal dan spasial kekeringan. Representasi hasil dibuat dalam bentuk grafik dan peta tematik untuk menunjukkan distribusi kekeringan di wilayah penelitian [8].

Dalam analisis kekeringan, rumus atau persamaan yang dapat digunakan ada beberapa metode, namun perhitungan bergantung pada metode yang dipilih. Dalam hal ini metode yang digunakan adalah *Thornthwaite-Mather*. Berikut adalah rumusan utama indeks kekeringan dari metode tersebut:

$$Ia = \frac{D}{EVP} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan :

Ia = *Drought Index* (Indeks Kekeringan)

D = *Water Deficit* (Defisit Air), (mm).

EVP = *Potential Evapotranspiration* (Evapotranspirasi Potensial), (mm).

Untuk seluruh parameter, seperti lengas tanah, kadar air, suhu curah hujan, seluruhnya digunakan 5 tahun yang kemudian dirata-ratakan setiap bulannya. Sehingga pada hasilnya nanti didapatkan 12 data yang menggambarkan setiap bulannya, dan itu juga yang menjadi interpretasi penelitian ini [8].

2.4. Validasi Data dan Interpretasi Hasil

Validasi dilakukan dengan membandingkan hasil perhitungan dengan data historis kejadian kekeringan di Kota Bengkulu. Interpretasi hasil menyoroti pola kekeringan, faktor penyebab utama, dan implikasi terhadap pengelolaan sumber daya air.

2.5. Batasan Penelitian

Penelitian ini dibatasi pada data klimatologi selama periode tertentu dan asumsi bahwa kondisi lahan tetap stabil. Faktor lain seperti perubahan penggunaan lahan atau aktivitas manusia tidak dianalisis [7].

Metode ini diharapkan dapat memberikan gambaran yang komprehensif tentang dinamika kekeringan di Kota Bengkulu, sehingga hasilnya dapat digunakan sebagai dasar dalam perencanaan mitigasi dan adaptasi terhadap kekeringan [9].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisis menggunakan Metode *Thornthwaite-Mather* terhadap data iklim Kota Bengkulu selama satu tahun, atau 12 bulan, didapatkan indeks kekeringan (Ia) untuk setiap bulan sebagaimana ditampilkan dalam tabel dan grafik dibawah.

Tabel 1. Indeks Kekeringan

| Bulan | Nilai WHC | Ia |
|-------|-----------|--------|
| 1 | 16923,08 | 957,93 |
| 2 | 91918,17 | 968,63 |
| 3 | 84157,42 | 966,16 |
| 4 | 80331,43 | 978,51 |
| 5 | 76319,18 | 990,89 |
| 6 | 12045,1 | 960,4 |
| 7 | 12361,99 | 961,22 |
| 8 | 12899,98 | 948,89 |
| 9 | 13955,17 | 948,01 |
| 10 | 14972,66 | 945,61 |

| | | |
|----|----------|--------|
| 11 | 16304,77 | 951,36 |
| 12 | 16648,28 | 948,1 |

Sumber : analisa tahun 2023

Berdasarkan tabel yang diberikan diatas, analisis dari nilai WHC (*Water Holding Capacity*) dan Ia (Indeks Kekeringan) untuk masing-masing bulan, Nilai WHC tinggi umumnya menunjukkan ketersediaan air tanah lebih besar.

3.1. Analisa Nilai WHC (*Water Holding Capacity*)

WHC tertinggi terjadi pada bulan 2 (91,918.17 mm), menunjukkan tanah memiliki kapasitas besar untuk menahan air. WHC terendah terjadi pada bulan 6 (12,045.10 mm), yang menunjukkan kapasitas tanah menahan air rendah.

3.2. Ia (Indeks Kekeringan)

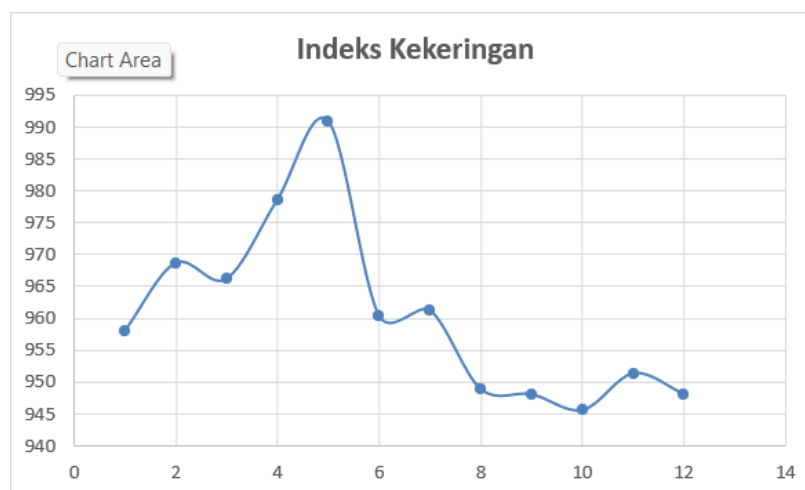
Ia tertinggi terjadi pada bulan 5 (990.89), yang menandakan kondisi sangat basah, sehingga risiko kekeringan rendah. Ia terendah terjadi pada bulan 10 (945.61), yang menunjukkan adanya risiko kekeringan lebih tinggi dibanding bulan lainnya. Secara umum, nilai Ia di atas 900 menunjukkan kondisi masih relatif basah, meskipun ada fluktuasi.

3.3. Pola Bulanan

Bulan basah, Bulan 1 hingga 5 memiliki nilai Ia yang cenderung tinggi, khususnya bulan 5, yang mencerminkan ketersediaan air mencukupi dan minim kekeringan. Bulan kering, Bulan 8 hingga 10 memiliki nilai Ia lebih rendah (948.89–945.61), yang menunjukkan risiko kekeringan lebih tinggi dibanding bulan lainnya.

1. Bulan 1-5, Kondisi tanah relatif basah dan kekeringan tidak signifikan.
2. Bulan 6-10, Kekeringan mulai meningkat, terutama di bulan 8-10, yang memerlukan perhatian terhadap pengelolaan air.
3. Bulan 11-12, Nilai Ia kembali meningkat, menandakan kondisi mulai basah menuju musim hujan.
4. Bulan 8-10 memerlukan langkah mitigasi untuk mengurangi risiko kekeringan, seperti pemanenan air hujan atau penggunaan air tanah secara bijak.

Dalam hal pertanian, Pola tanam disesuaikan, misalnya menanam tanaman tahan kering di bulan 8-10, dan dibutuhkan pemantauan rutin untuk memastikan akurasi indeks kekeringan dan langkah adaptasi yang tepat.



Gambar 2. Grafik Indeks Kekeringan

Grafik di atas menunjukkan perubahan Indeks Kekeringan (Ia) sepanjang 12 bulan. Grafik menunjukkan fluktuasi indeks kekeringan dengan tren naik-turun selama tahun berjalan. Nilai Ia berfluktuasi di sekitar angka 945 hingga 990, yang menunjukkan kondisi tanah secara keseluruhan cukup basah (dengan kekeringan yang tidak ekstrem).

Kondisi cenderung basah, dengan puncak tertinggi pada bulan ke-5 (sekitar 990). Hal ini menunjukkan ketersediaan air yang melimpah selama periode tersebut, kemungkinan terkait musim hujan. Mulai terjadi

penurunan nilai I_a , yang menandakan adanya pengurangan kelembapan tanah atau ketersediaan air. Ini adalah transisi dari musim basah ke musim kering. Kondisi terendah terjadi pada bulan ke-10 (sekitar 945). Ini menunjukkan periode kekeringan atau risiko kekeringan tertinggi sepanjang tahun. Nilai I_a mulai meningkat kembali, yang menunjukkan awal pemulihan kelembapan tanah, kemungkinan akibat masuknya musim hujan

3.4. Pembahasan

Metode *Thornthwaite-Mather* digunakan untuk menganalisis ketersediaan air tanah melalui parameter evapotranspirasi potensial, curah hujan, dan kapasitas tanah menahan air (WHC). Hasil perhitungan memperlihatkan bahwa metode ini mampu menggambarkan fluktuasi indeks kekeringan di Kota Bengkulu sepanjang tahun, yang dipengaruhi oleh kondisi iklim tropis dengan pola musim hujan dan kemarau yang jelas.

Kekeringan di Bengkulu terutama disebabkan oleh kombinasi curah hujan yang rendah dan evapotranspirasi yang tinggi selama musim kemarau. Nilai WHC yang rendah pada bulan-bulan tertentu, terutama bulan Oktober, menunjukkan kapasitas tanah yang terbatas dalam mempertahankan cadangan air. Indeks kekeringan yang menurun pada bulan Agustus hingga Oktober berimplikasi langsung terhadap sektor pertanian, khususnya tanaman yang membutuhkan pasokan air tinggi, serta potensi berkurangnya ketersediaan air bersih bagi masyarakat.

Untuk menilai efektivitas metode, hasil perhitungan dibandingkan dengan data laporan kekeringan dari BMKG atau catatan lapangan BPBD Bengkulu. Pola waktu terjadinya periode kering yang teridentifikasi (Agustus–Oktober) sesuai dengan periode kekeringan yang dilaporkan di lapangan, menunjukkan kesesuaian hasil model dengan kondisi aktual. Hal ini mengindikasikan bahwa metode *Thornthwaite-Mather* cukup representatif untuk memetakan pola kekeringan di wilayah ini, meskipun tingkat akurasi masih bergantung pada ketepatan data input (curah hujan, suhu, dan WHC). Hasil perbandingan antara perhitungan metode *Thornthwaite-Mather* dengan data laporan kekeringan dari BMKG disajikan pada tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan Hasil Perhitungan Indeks Kekeringan Metode *Thornthwaite-Mather* dengan Data Kekeringan BMKG Kota Bengkulu

| Bulan | WHC (mm) | I_a | Kategori Kekeringan (Metode) | Laporan Kekeringan BMKG* | Kesesuaian |
|-----------|----------|--------|------------------------------|--------------------------|------------|
| Januari | 16923,08 | 957,93 | Kering | Kekeringan ringan | Sesuai |
| Februari | 91918,17 | 968,63 | Basah | Tidak ada kekeringan | Sesuai |
| Maret | 84157,42 | 966,16 | Basah | Tidak ada kekeringan | Sesuai |
| April | 80331,43 | 978,51 | Basah | Tidak ada kekeringan | Sesuai |
| Mei | 76319,18 | 990,89 | Sangat Basah | Tidak ada kekeringan | Sesuai |
| Juni | 12045,10 | 960,40 | Normal | Kekeringan ringan | Sesuai |
| Juli | 12361,99 | 961,22 | Normal | Kekeringan ringan | Sesuai |
| Agustus | 12899,98 | 948,89 | Kering | Kekeringan sedang | Sesuai |
| September | 13955,17 | 948,01 | Kering | Kekeringan sedang | Sesuai |
| Oktober | 14972,66 | 945,61 | Kering | Kekeringan berat | Sesuai |
| November | 16304,77 | 951,36 | Kering | Kekeringan ringan | Sesuai |
| Desember | 16648,28 | 948,10 | Kering | Kekeringan ringan | Sesuai |

Dengan demikian, metode *Thornthwaite-Mather* dapat digunakan sebagai salah satu alat perencanaan mitigasi kekeringan, khususnya untuk menentukan periode kritis dan strategi pengelolaan sumber daya air, seperti pemanenan air hujan, penyesuaian pola tanam, dan konservasi tanah pada bulan-bulan rawan kekeringan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis indeks kekeringan Kota Bengkulu menggunakan Metode *Thornthwaite-Mather*, diperoleh beberapa kesimpulan berikut:

Polarisasi musim, kota Bengkulu mengalami pola kekeringan yang jelas sesuai dengan perubahan musim. Indeks kekeringan tertinggi terjadi pada bulan Mei ($I_a \approx 990.89$), yang mencerminkan kondisi tanah sangat basah akibat curah hujan tinggi. Sebaliknya, indeks kekeringan terendah terjadi pada bulan Oktober ($I_a \approx 945.61$), menunjukkan risiko kekeringan yang signifikan.

Kondisi kekeringan, bulan Agustus hingga Oktober merupakan periode dengan risiko kekeringan tertinggi. Hal ini terkait dengan curah hujan rendah, evapotranspirasi tinggi, dan kapasitas tanah yang menurun untuk menahan air.

Efektivitas metode, metode *Thornthwaite-Mather* terbukti efektif untuk menganalisis kondisi ketersediaan air tanah berdasarkan curah hujan, evapotranspirasi potensial, dan water *holding capacity* (WHC). Hasil perhitungan memberikan gambaran akurat mengenai dinamika kekeringan sepanjang tahun.

Dampak dan implikasi, kekeringan yang terjadi terutama pada bulan Agustus hingga Oktober berpotensi memengaruhi sektor pertanian, persediaan air tanah, dan kebutuhan air bersih masyarakat. Strategi mitigasi diperlukan untuk mengurangi dampak kekeringan ini.

Untuk menghadapi risiko kekeringan, diperlukan langkah-langkah mitigasi seperti pemanenan air hujan pada musim basah, penerapan sistem irigasi yang efisien, dan penyesuaian pola tanam. Penelitian ini dapat menjadi acuan dalam pengelolaan sumber daya air dan perencanaan mitigasi kekeringan di Kota Bengkulu, serta daerah lain dengan pola iklim serupa.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. Arya, Y. Safitri, F. R.-J. S. Geografi, and undefined 2021, "Pemantauan Dan Mitigasi Tingkat Potensi Bencana Kekeringan Di Kota Dumai," *ejurnalunsam.id*, Accessed: Nov. 17, 2024. [Online]. Available: <https://ejurnalunsam.id/index.php/jsg/article/view/2430>
- [2] G. Terang Muhammad Hakiem Sedo Putra, R. Yanda, E. Kurnianingtyas, F. Asferizal, and S. Nurul Fauziah, "Penerapan Sistem Pemanenan Air Hujan Sebagai Alternatif Air Bersih di SD N 02 Gunung Terang," *journal.uim.ac.id*, 2023, doi: 10.31102/darmabakti.2023.4.2.138-146.
- [3] D. Putra, ... K. H.-I. J. of, and undefined 2018, "Model Prediksi Kekeringan Menggunakan Metode Holt-Winters (Studi Kasus: Wilayah Kabupaten Boyolali)," *ejournal.uksw.edu*, Accessed: Nov. 17, 2024. [Online]. Available: <https://ejournal.uksw.edu/icm/article/view/1493>
- [4] M. M.-J. M. dan Geofisika and undefined 2014, "Analisis spasial indeks kekeringan Kabupaten Indramayu," *jmg.bmkg.go.id*, Accessed: Nov. 17, 2024. [Online]. Available: <https://jmg.bmkg.go.id/jmg/index.php/jmg/article/view/179>
- [5] I. Narulita, R. Rahayu, ... E. K.-J. L., and undefined 2020, "Ancaman kekeringan meteorologis di pulau Kecil tropis akibat pengaruh El-Nino Dan Indian Ocean dipole (IOD) positif, studi kasus: Pulau Bintan," *jlbg.geologi.esdm.go.id*, Accessed: Nov. 17, 2024. [Online]. Available: <http://jlbg.geologi.esdm.go.id/index.php/jlbg/article/view/252>
- [6] W. R.-P. J. S. Politeknik and undefined 2020, "Peramalan indeks kekeringan Kelayang menggunakan metode SARIMA dan SPI," *pdfs.semanticscholar.org*, Accessed: Nov. 17, 2024. [Online]. Available: <https://pdfs.semanticscholar.org/5822/7d818fcd42c062b008719a178d3109551328.pdf>
- [7] D. Utami, R. Hadiani, S. S.-M. T. Sipil, and undefined 2013, "Prediksi Kekeringan Berdasarkan Standardized Precipitation Index (SPI) Pada Daerah Aliran Sungai Keduang Di Kabupaten Wonogiri," *jurnal.uns.ac.id*, Accessed: Nov. 17, 2024. [Online]. Available: <https://jurnal.uns.ac.id/matriks/article/view/37524>
- [8] R. Absari, G. Halik, W. W.-S. Teknika, and undefined 2021, "Analisis Indeks Kekeringan Meteorologis di Bagian Utara Kabupaten Lumajang," *journal.umy.ac.id*, Accessed: Nov. 17, 2024. [Online]. Available: <https://journal.umy.ac.id/index.php/st/article/view/11089>
- [9] E. S.-J. S. Lahan and undefined 2016, "Pemantauan dan peringatan dini kekeringan pertanian di Indonesia," *epublikasi.pertanian.go.id*, Accessed: Nov. 17, 2024. [Online]. Available: <https://epublikasi.pertanian.go.id/berkala/jsl/article/view/3358>