

# PENGEMBANGAN PETA EVAPOTRANSPIRASI WILAYAH MALANG RAYA DENGAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS

Gilang Idfi<sup>1</sup> ([gilang.idfi.ft@um.ac.id](mailto:gilang.idfi.ft@um.ac.id))

## ABSTRAK

Evapotranspirasi (Eto) menjadi salah satu parameter yang dibutuhkan dalam menghitung kebutuhan air irigasi untuk tanaman. Beberapa Daerah Irigasi di wilayah Malang Raya ada yang belum memiliki data-data klimatologi yang lengkap sebagai salah satu data acuan untuk menghitung kebutuhan air tanaman. Evapotranspirasi sangat diperlukan untuk menghitung *Nett Field Requirement* (NFR). Untuk wilayah-wilayah yang belum memiliki stasiun klimatologi, data dapat disajikan dengan model interpolasi yang ada pada Sistem Informasi Geografis. Eto dihitung menggunakan metode Penman Modifikasi dengan menggunakan analisis Sistem Informasi Geografis (SIG). Hasil pada penelitian ini diperoleh rata-rata laju nilai Eto harian terbesar terjadi pada bulan September sebesar 6.42 mm/hari dan Eto terendah terjadi pada bulan Juli sebesar 3.12 mm/hari.

**Kata Kunci:** Evapotranspirasi Potensial (Eto), Penman Modifikasi, SIG

## ABSTRACT

*Evapotranspiration (Eto) is one of the parameters needed in calculating of Net Field Requirement on Irrigation system. Some Irrigation Regions in the Malang region that do not yet have complete climatological data as one of the reference data for calculating crop water needs. Evapotranspiration is very necessary to calculate the Nett Field Requirements (NFR). For regions that do not yet have climatology stations, data can be presented using the interpolation model that exists in Geographic Information Systems. Eto is calculated using the Penman Modification method using Geographic Information System (GIS) analysis. The results in this study obtained the average rate of the largest daily Eto occurred in September at 6.42 mm/day and the lowest Eto occurred in July at 3.12 mm/day.*

**Key Words:** Potential Evapotranspiration (Eto), Penman Modification, GIS

## PENDAHULUAN

Evapotranspirasi adalah proses penguapan atau kehilangan air yang berasal dari permukaan tanah dan permukaan tumbuhan akibat adanya aktivitas penyinaran matahari. Menurut Sosrodarsono, S (2003:57) dalam buku Hidrologi Untuk Pengairan, Faktor-faktor yang mempengaruhi evaporasi dan evapotranspirasi adalah suhu air, suhu udara (atmosfir), kelembaban, kecepatan angin, tekanan udara, sinar matahari dan lain-lain yang saling berhubungan satu dengan yang lain. Evapotranspirasi menjadi proses yang sangat penting dalam pengelolaan sumber daya air, karena dibutuhkan data kehilangan air total yang disebabkan oleh penguapan total yang disebut evapotranspirasi. Evapotranspirasi dalam beberapa kegiatan manusia sangatlah penting, misalnya pertanian, untuk menentukan jenis tanaman dan pola tanam yang cocok pada suatu daerah, untuk kebutuhan perencanaan bangunan dalam melayani kebutuhan air pada suatu jenis tanaman dan masih banyak lagi peran penting evapotranspirasi dalam kehidupan manusia.

Evapotranspirasi potensial dapat dihitung dengan menggunakan persamaan Penman Modifikasi. Data yang diperlukan untuk menentukan evapotranspirasi potensial ialah dengan memperhitungkan faktor suhu, kecepatan angin, kelembaban relatif rata-rata dan durasi penyinaran matahari relatif. Data yang diperlukan dalam menentukan evapotranspirasi potensial sangat kompleks. Untuk mendapatkan nilai evapotranspirasi potensial untuk suatu wilayah perlu

---

<sup>1</sup> Universitas Negeri Malang

adanya perhitungan atau penelitian khusus, sehingga dalam menentukan nilai evapotranspirasi potensial membutuhkan waktu yang relatif lama. Hal tersebut dikarenakan belum adanya parameter khusus dalam menentukan nilai evapotranspirasi potensial suatu wilayah. Salah satu solusi ialah dengan dibuatnya peta pola evapotranspirasi potensial sebagai parameternya, maka perlu adanya penelitian untuk mengembangkan peta pola evapotranspirasi potensial dengan menggunakan SIG.

Sistem Informasi Geografis (SIG) adalah sebuah sistem yang didesain untuk menangkap, menyimpan, memanipulasi, menganalisa, mengatur dan menampilkan seluruh jenis data geografis (Irwansyah, E, 2013). Dalam artian sederhana sistem informasi geografis dapat kita artikan sebagai gabungan kartografi, analisis statistik dan teknologi sistem basis data (database). ArcGIS merupakan salah satu sistem informasi geografis yang bekerja dengan peta dan informasi geografis. Subyek penelitian akan dilakukan di wilayah Malang Raya meliputi Kota Batu, Kota Malang dan Kabupaten Malang.

Malang merupakan salah satu wilayah pertanian terbesar di Jawa Timur. Evapotranspirasi menjadi salah satu parameter yang dibutuhkan dalam menghitung kebutuhan air irigasi untuk tanaman. Untuk menghitung evapotranspirasi pada wilayah pertanian membutuhkan data klimatologi dari stasiun klimatologi yang terdapat pada wilayah tersebut. Permasalahan yang terjadi adalah tidak semua wilayah pertanian mempunyai stasiun klimatologi, sehingga perlu adanya penelitian untuk mendapatkan nilai evapotranspirasi pada wilayah tersebut untuk dapat menghitung kebutuhan air irigasi tanaman atau untuk keperluan lain yang menggunakan nilai evapotranspirasi sebagai parameternya.

## LANDASAN TEORI

### Penman Modifikasi

Metode Penman Modifikasi digunakan untuk mengetahui besaran nilai evapotranspirasi potensial pada stasiun pengamatan. Berikut rumus Penman yang telah dimodifikasi untuk perhitungan pada daerah-daerah di Indonesia adalah sebagai berikut (Ariyani, 2015).

$$E_{to} = C (W.R_n + (1-W)(e_a - e_d) \cdot f(U)) \quad (1)$$

Dimana,  $E_{to}$  adalah evaporasi potensial (mm/hari),  $C$  adalah suatu faktor penyesuaian dari kondisi siang dan malam (angka koreksi),  $W$  adalah faktor yang tergantung pada temperatur rata-rata (suhu) dan ketinggian tempat,  $R_n$  adalah jumlah radiasi netto (mm/hari),  $f(U)$  adalah fungsi kecepatan angin rata-rata siang hari di ketinggian 2 meter (m/detik),  $e_a - e_d$  adalah defisit tekanan uap jenuh dengan tekanan uap sebenarnya pada suhu udara rata-rata (mbar).

### Analisis Sistem Informasi Geografis

Pemetaan dengan menggunakan software ArcGIS versi 10.3 sebagai alat yang dapat membantu dalam proses mengumpulkan, memeriksa, mengintegrasikan dan menganalisa informasi-informasi tentang data yang dikumpulkan. Dalam penelitian ini proses yang dilakukan adalah dengan interpolasi besaran dari evapotranspirasi potensial yang dihasilkan pada proses awal, untuk setiap titik stasiun klimatologi yang ada pada wilayah Malang Raya. Hasil akhir dari analisa data dengan persamaan Penman Modifikasi maupun proses pemetaan dan interpolasi menggunakan Metode Inverse Distance Weighted (IDW) dengan software ArcGIS adalah dapat berupa peta kontur atau peta perwilayah untuk besaran evapotranspirasi potensial pada daerah di Malang Raya. Penentuan hasil pada metode IDW berdasarkan pada asumsi bahwa nilai atribut Z (nilai yang di estimasi) pada titik yang tidak didata adalah merupakan fungsi jarak dan nilai rata-rata titik yang berada disekitarnya. Hasil interpolasi tergantung dari seberapa kuat sebuah titik data yang diketahui mempengaruhi daerah di sekitarnya. Selain itu juga jumlah titik di sekitarnya yang digunakan untuk menghitung rata-rata nilai, serta ukuran pixel/raster yang dikehendaki. Karena metode ini menggunakan rata-rata dari data sampel

sehingga nilainya tidak bisa lebih kecil dari minimum atau lebih besar dari data sampel (Handareni, 2015).

**Kalibrasi**

Pengamatan data Evaporasi dilapangan dilakukan oleh Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Karangploso – Malang. Karena keterbatasan data, maka untuk keperluan kalibrasi pemodelan digunakan data Evaporasi Panci (Eo) pada stasiun klimatologi Karangploso rentang waktu antara 2007 – 2017. Selanjutnya nilai Eto Model dengan Eto Amatan 2007-2017, dilakukan Uji Korelasi Person yang bertujuan untuk mengetahui tingkat keeratan hubungan antara Eto Model dengan Eto pengamatan.

**METODE PENELITIAN**

Kategori penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimental dengan menggunakan SIG, yang bertujuan untuk mengembangkan peta pola nilai evapotranspirasi potensial diwilayah Malang Raya. Jenis data yang dipakai dalam penelitian ini adalah data sekunder. Data sekunder adalah data yang diperoleh dari sumber yang sudah ada berdasarkan laporan penelitian. Data yang digunakan dapat berupa dokumentasi penelitian mahasiswa, observasi perpustakaan dan dokumentasi data pengujian di laboratorium. Rancangan penelitian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut :

**Lokasi Penelitian**

Penelitian ini dilakukan pada wilayah Malang Raya dengan menggunakan data yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Malang dan Data Online Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG). Data yang diambil meliputi data dari stasiun Klimatologi Karangploso, Stasiun Geofisika Karangates, dan Pos Lanud AR. Saleh. Ketiga stasiun merupakan stasiun pengamatan yang menghasilkan berbagai data yang berkaitan dengan iklim, cuaca, dan lingkungan yang mendukung penelitian lanjutan.

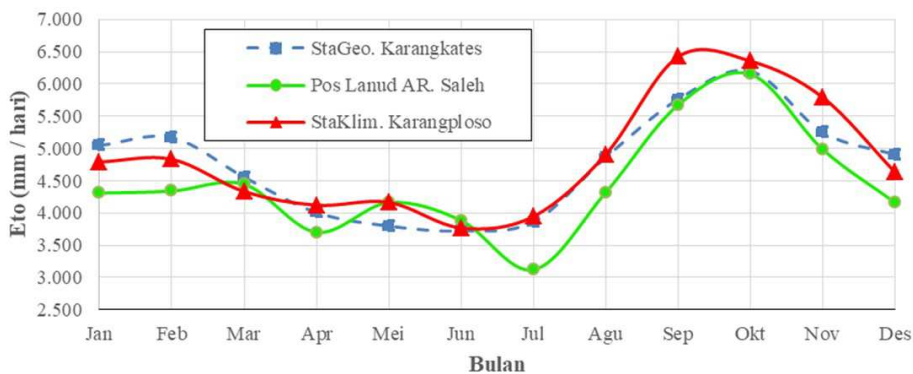
**Pengumpulan dan Pengolaan Data**

Data masukan yang diperlukan untuk memodelkan Evapotranspirasi Potensial dengan menggunakan persamaan Penman Modifikasi meliputi suhu, kecepatan angin, kelembaban relatif, dan durasi penyinaran matahari. Keseluruhan data tersebut di ambil pada kurun waktu 11 tahun untuk setiap stasiun pengamatan dengan rentang waktu tahun 2007 sampai 2017.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

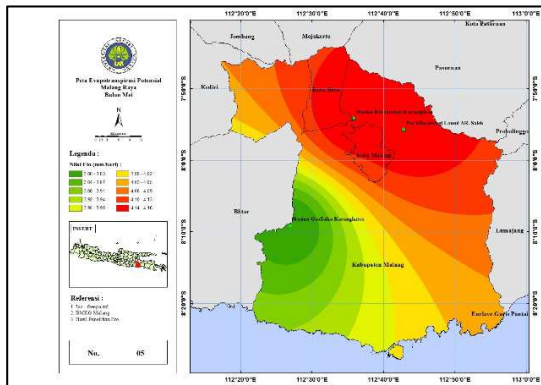
**Analisa Nilai Evapotranspirasi Potensial**

Nilai evapotranspirasi di 3 stasiun pengamatan dengan menggunakan metode Penman modifikasi yang terdapat pada Gambar 1.

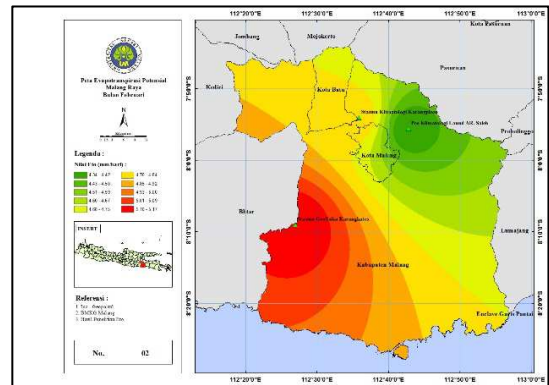


Gambar 1. Nilai Evapotranspirasi Potesial di 3 Titik Stasiun Pengamatan

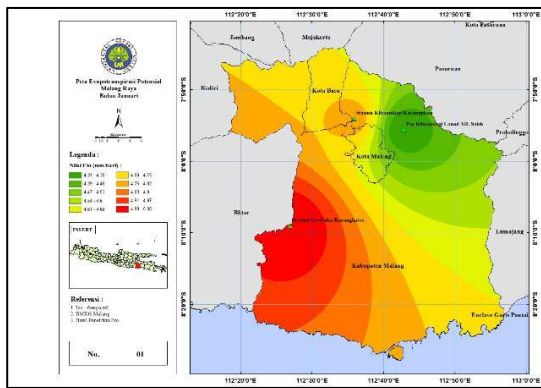
Hasil pemetaan dan interpolasi nilai evapotranspirasi potensial bulan Januari – Desember menggunakan metode IDW di wilayah Malang Raya :



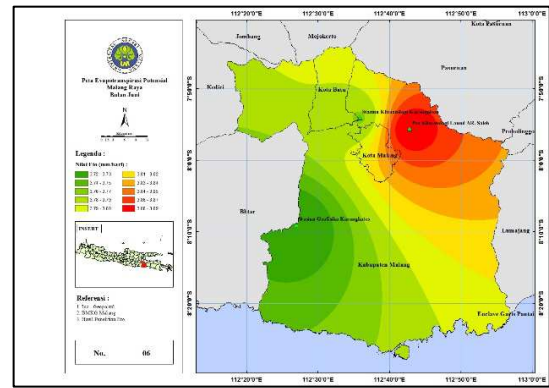
Gambar 2. Peta Eto Bulan Januari



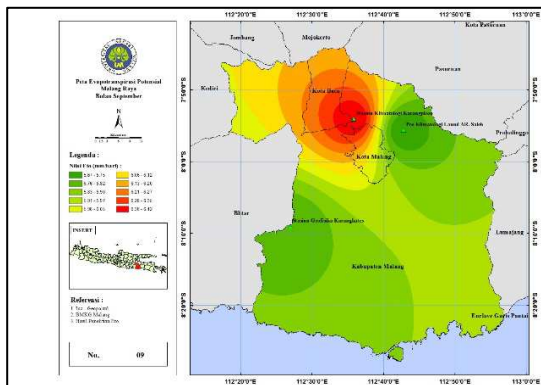
Gambar 3. Peta Eto Bulan Februari



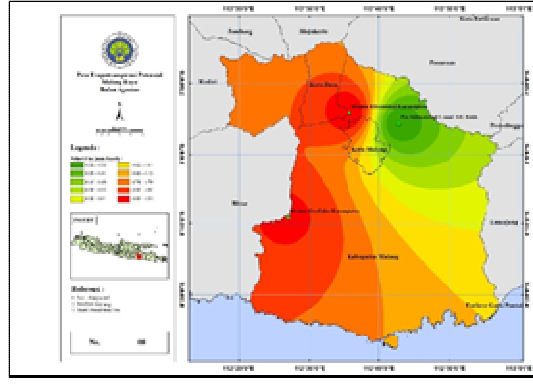
Gambar 4. Peta Eto Bulan Maret



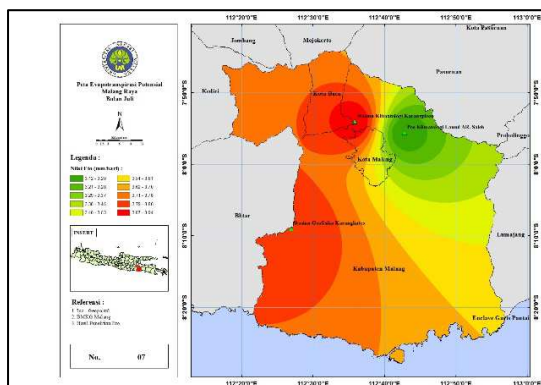
Gambar 5. Peta Eto Bulan April



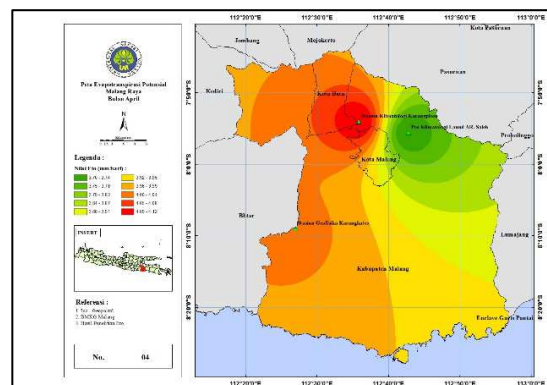
Gambar 6. Peta Eto Bulan Mei



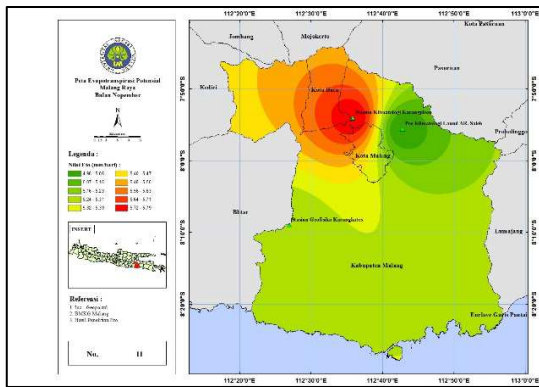
Gambar 7. Peta Eto Bulan Juni



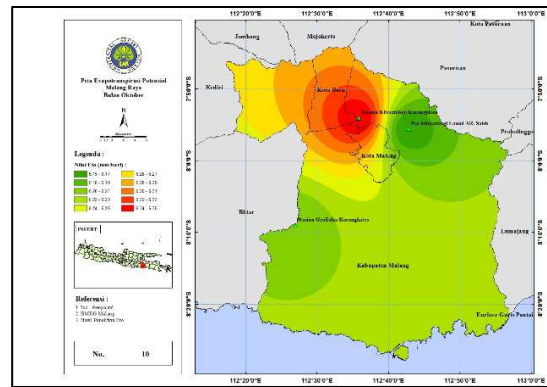
Gambar 8. Peta Eto Bulan Juli



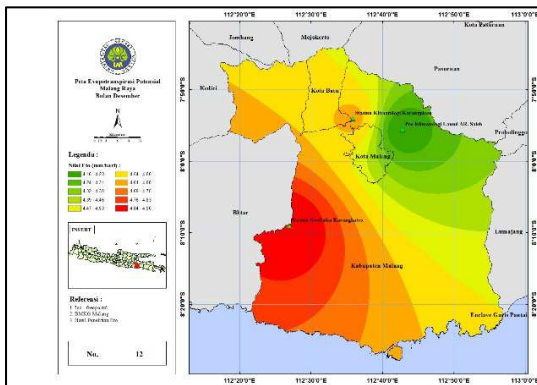
Gambar 9. Peta Eto Bulan Agustus



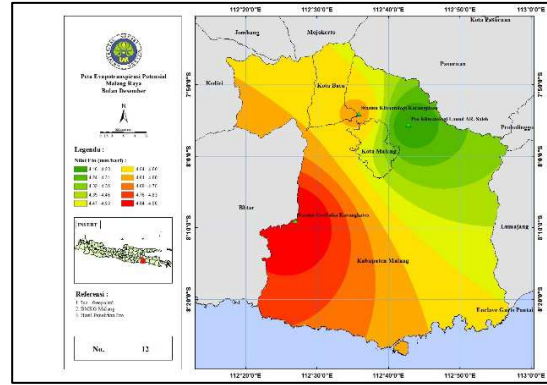
Gambar 10. Peta Eto Bulan September



Gambar 11. Peta Eto Bulan Oktober

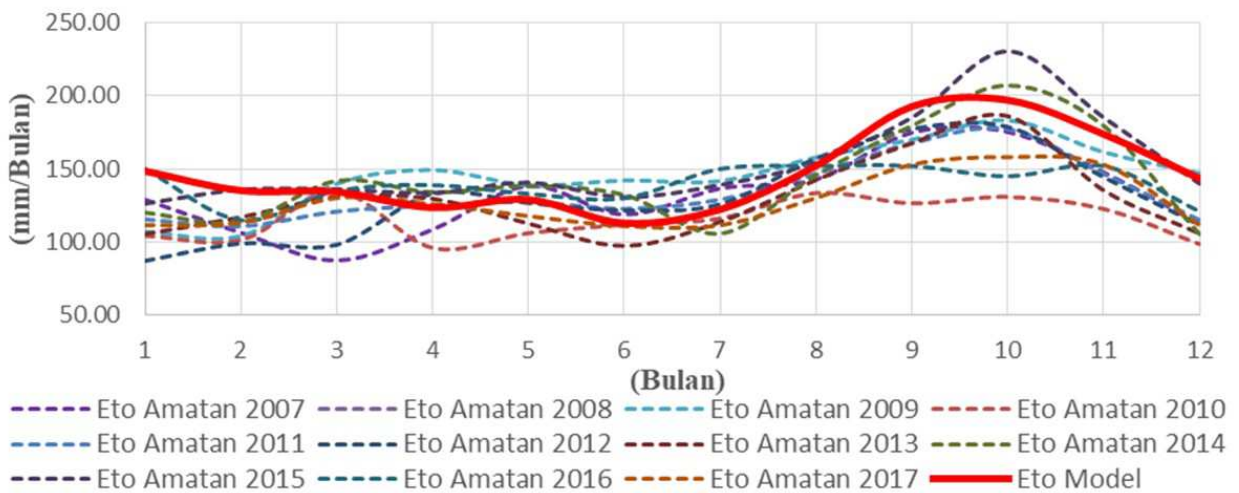


Gambar 12. Peta Eto Bulan Nopember



Gambar 13. Peta Eto Bulan Desember

Hasil permodelan yang dilakukan untuk selanjutnya akan dikalibrasi dengan data pengamatan yang dilakukan di lapangan, hasilnya dapat disajikan dalam grafik dan tabel berikut:



Gambar 14. Kalibrasi Evapotranspirasi (Eto) bulanan Model dengan Amatan 2007-2017

Tabel-1. Kalibrasi Evapotranspirasi (Eto) bulanan Model dengan Amatan 2007-2017

Tahun	Sig.	Korelasi
	(2-tailed)	Eto Amatan - Eto Model
2007	0.003	0.779
2008	0.014	0.687
2009	0.034	0.613
2010	0.076	0.530
2011	0.034	0.612
2012	0.012	0.695
2013	0.001	0.846
2014	0.001	0.821
2015	0.000	0.891
2016	0.114	0.480
2017	0.000	0.866

Hasil perhitungan besaran evapotranspirasi potensial untuk Stasiun Klimatologi Karangploso, Stasiun Geofisika Karangates, dan Pos Klimatologi Lanud AR. Saleh dituangkan dalam bentuk Gambar 1. Hasil perhitungan di 3 titik stasiun klimatologi di dapatkan nilai terbesar evapotranspirasi potensial (Eto) 6.42 mm/hari pada Stasiun Klimatologi Karangploso dan nilai terendah evapotranspirasi potensial (Eto) 3.12 mm/hari Pada Pos Klimatologi AR. Saleh. Berdasarkan Grafik pada Gambar 1, dari tiga lokasi stasiun pengamatan mempunyai pola nilai evapotranspirasi potensial yang sama. Nilai Eto untuk wilayah irigasi ditampilkan dalam Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel-2. Evapotranspirasi (Eto) Wilayah Irigasi Bulan Januari – Juni

Kecamatan	Besaran Evapotranspirasi Potensial (Eto) mm/hari					
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun
Donomulyo	4.91 - 4.97	5.01 - 5.09	4.52 - 4.53	3.96 - 3.99	3.88 - 3.91	3.74 - 3.75
Turen	4.69 - 4.75	4.76 - 4.84	4.45 - 4.47	3.92 - 3.95	4.03 - 4.05	3.79 - 3.80
Gondanglegi	4.76 - 4.82	4.85 - 4.92	4.48 - 4.49	3.92 - 3.99	3.95 - 4.02	3.77 - 3.78
Pagelaran	4.83 - 4.90	4.93 - 5.00	4.50 - 4.51	3.96 - 3.99	3.92 - 3.94	3.76 - 3.77
Kepanjen	4.91 - 4.97	5.01 - 5.09	4.50 - 4.53	3.96 - 3.99	3.88 - 3.91	3.74 - 3.75
Batu	4.69 - 4.82	4.76 - 4.84	4.33 - 4.38	4.05 - 4.12	4.14 - 4.16	3.78 - 3.79
Junrejo	4.76 - 4.82	4.76 - 4.84	4.33 - 4.38	4.05 - 4.12	4.14 - 4.16	3.78 - 3.79
Bumiaji	4.69 - 4.75	4.68 - 4.84	4.36 - 4.40	4.00 - 4.04	4.14 - 4.16	3.79 - 3.80
Sukun	4.61 - 4.68	4.68 - 4.75	4.36 - 4.40	3.92 - 3.99	4.10 - 4.16	3.79 - 3.82
Blimbing	4.47 - 4.60	4.51 - 4.67	4.39 - 4.42	3.84 - 3.95	4.14 - 4.16	3.81 - 3.83
Lowokwaru	4.69 - 4.82	4.68 - 4.84	4.33 - 4.38	4.00 - 4.12	4.14 - 4.16	3.78 - 3.80
Kedungkandang	4.61 - 4.68	4.51 - 4.67	4.41 - 4.42	3.84 - 3.91	4.10 - 4.16	3.83 - 3.84

Hasil kalibrasi untuk nilai evapotranspirasi potensial (Eto) hasil pemodelan (pemetaan) dengan data pengamatan, diperoleh hasil kalibrasi (Tabel-1) dengan koefisien korelasi sebesar 0.779 pada tahun 2007, 0.687 pada tahun 2008, 0.613 pada tahun 2009, 0.530 pada tahun 2010, 0.612 pada tahun 2011, 0.695 pada tahun 2012, 0.846 pada tahun 2013, 0.821 pada tahun 2014, 0.891 pada tahun 2015, 0.480 pada tahun 2016, dan 0.866 pada tahun 2017. Hasil perhitungan antara Eto model dengan Eto amatan terdapat korelasi yang terjadi pada tahun 2007, 2008, 2012, 2013, 2014, 2015, dan 2017, demikian juga terdapat korelasi yang cukup baik antara data pengukuran

Eto terhadap data pengamatan seperti diperlihatkan pada Gambar 14.

Tabel-3. Evapotranspirasi (Eto) Wilayah Irigasi Bulan Juli - Desember

Kecamatan	Besaran Evapotranspirasi Potensial (Eto) mm/hari					
	Juli	Agst	Sep	Okt	Nop	Des
Donomulyo	3.79 - 3.86	4.80 - 4.85	5.76 - 5.82	6.20 - 6.23	5.24 - 5.31	4.76 - 4.83
Turen	3.54 - 3.70	4.62 - 4.73	5.91 - 5.97	6.22 - 6.23	5.24 - 5.31	4.54 - 4.60
Gondanglegi	3.62 - 3.70	4.68 - 4.79	5.83 - 5.97	6.22 - 6.23	5.32 - 5.39	4.61 - 4.68
Pagelaran	3.71 - 3.78	4.74 - 4.79	5.76 - 5.82	6.22 - 6.23	5.24 - 5.31	4.69 - 4.75
Kepanjen	3.79 - 3.86	4.80 - 4.85	5.76 - 5.82	6.20 - 6.23	5.24 - 5.31	4.76 - 4.83
Batu	3.79 - 3.94	4.80 - 4.91	6.28 - 6.35	6.32 - 6.33	5.64 - 5.71	4.61 - 4.68
Junrejo	3.79 - 3.94	4.80 - 4.91	6.28 - 6.35	6.32 - 6.33	5.64 - 5.79	4.61 - 4.68
Bumiaji	3.71 - 3.78	4.74 - 4.79	6.13 - 6.27	6.30 - 6.31	5.56 - 5.63	4.61 - 4.68
Sukun	3.61 - 3.70	4.74 - 4.79	6.06 - 6.20	6.26 - 6.29	5.40 - 5.55	4.54 - 4.60
Blimbing	3.46 - 3.61	4.60 - 4.67	5.91 - 6.12	6.22 - 6.27	5.24 - 5.47	4.32 - 4.46
Lowokwaru	3.79 - 3.94	4.74 - 4.91	6.21 - 6.42	6.30 - 6.35	5.56 - 5.79	4.61 - 4.68
Kedungkandang	3.46 - 3.61	4.56 - 4.61	5.91 - 6.05	6.22 - 6.25	5.24 - 5.39	4.32 - 4.46

## KESIMPULAN

Nilai Eto berdasarkan analisis data iklim 2007-2017 dengan metode Penman-Modifikasi diperoleh bahwa rata-rata laju nilai Eto harian terbesar terjadi pada bulan September di Stasiun Klimatologi Karangploso, sedangkan Eto terendah terjadi pada bulan Juli di Pos Klimatologi AR. Saleh. Sedangkan nilai Eto pada setiap bulan berdasarkan analisis sistem informasi geografis (SIG) dengan menggunakan *Spatial Analyst Interpolation - IDW* yang divisualkan dalam bentuk peta kontur diperoleh bahwa rata-rata laju nilai Eto harian terbesar terjadi pada bulan Oktober dan September, dan Eto terendah terjadi pada bulan Juli. Berdasarkan nilai Eto hasil analisis SIG dengan menggunakan *Spatial Analyst Interpolation - IDW* menunjukkan korelasi yang cukup baik dengan data nilai Eto pengukuran (amatan) tahun 2007, 2008, 2012, 2013, 2014, 2015, dan 2017.

## SARAN

Adapun beberapa saran yang dapat diberikan terkait dengan penelitian ini, yaitu:

1. Disarankan bagi yang akan mengembangkan penelitian ini untuk melengkapi data yang dikumpulkan tidak hanya dari stasiun meteorologi, klimatologi dan geofisika wilayah Malang Raya saja. Data yang dikumpulkan bisa menggunakan data stasiun meteorologi, klimatologi dan geofisika diluar wilayah Malang Raya sebagai titik bantu dalam proses interpolasi.
2. Sebelum melakukan pemetaan, perhitungan dan data yang akan di input pada saat pemetaan harus benar dan disarankan tidak berubah pada saat pemetaan, agar tidak terjadi pengulangan input program.
3. Semoga penelitian ini menjadi dasar untuk penelitian selanjutnya, diharapkan juga dengan metode yang sama dapat dikembangkan untuk wilayah – wilayah di Indonesia.

## DAFTAR PUSTAKA

Ariyani, D. 2015. Hidrologi. Jakarta. Universitas Pancasila.

Badan Meteorologi Klimatologi Dan Geofisika. 2018. “Prakiraan Musim Hujan Tahun 2018/2019 Provinsi Jawa Timur”. Stasiun Klimatologi, Malang.

- Handareni, Wulan. 2015. Interpolasi Data Metode IDW dan Kriging. Bogor. Departemen Geofisika dan Meteorologi IPB.
- Ina-Geoportal. 2019. Informasi Geospasial Dasar (IGD) Administrasi Wilayah Malang Raya. Badan Informasi Geospasial (BIG). Dikunjungi 21 Mei 2019, dari <http://tanahair.indonesia.go.id/portal-web/>.
- Irwansyah, E. 2013. Sistem Informasi Geografis: Prinsip Dasar dan Pengembangan Aplikasi. Yogyakarta. Penerbit Digibooks.
- Sosrodarsono, S., & Takeda, K. 2003. Hidrologi Untuk Pengairan. Jakarta. Penerbit PT Pradnya Paramita.