

ANALISIS EVAPOTRANSPIRASI KLIMATOLOGI KABUPATEN JAWA BARAT

Nur Febrianti
Bidang Aplikasi Klimatologi dan Lingkungan, Pusfatsatklm - LAPAN
Jl. Dr. Junjuran no. 133 Bandung
Email : nfebrianti@gmail.com

Abstract

The estimation of evapotranspiration is very important because it represents the water requirements in an area. In this research, the climate data generated from Climatic Research Unit (CRU) such as temperature, relative humidity, wind speed were used. The data period is from 1961 until 1990, and has spatial resolution in amount of ten minutes. To obtain the climate data with finer resolution, the interpolation method of Inverse Distance Weighted (IDW) was employed. Blaney-Cridle (B-C) method and Makkink Method were used to estimate the potential evapotranspiration in West Java area. The result shows that Makkink Method was larger than B-C method. The annual variation of evapotranspiration was 3,5 - 4,5 mm and 5,2 - 5,8 mm for Makkink and B-C respectively. The highest evapotranspiration was taken place in Bekasi district and the lowest is in Cimahi and Garut. The highest evapotranspiration both in Makkink and B-C Method are in Bekasi.

Keywords: evapotranspiration, Blaney-Cridle method, Makkink method, Climatic Research Unit

Abstrak

Penentuan evapotranspirasi setiap wilayah sangatlah penting karena dapat merespons ketersediaan air di suatu wilayah. Pada penelitian ini menggunakan parameter iklim dari CRU_TS 2.0 (*Climatic Research Unit*) berupa data suhu udara, kelembaban relatif, dan kecepatan angin. CRU TS 2.0 memiliki periode data dari 1961 hingga 1990, dan resolusi spasial sekitar 10 menit. Sebaran data titik dari CRU di interpolasi dengan metode IDW (*Inverse Distance Weighted*). Metode Blaney-Cridle dan metode Makkink digunakan untuk menentukan evapotranspirasi potensial di daerah Jawa Barat. Hasil perhitungan menunjukkan Metode Makkink lebih besar daripada Metode B-C. Variasi evapotranspirasi tahunan yaitu 3,5 - 4,5 mm dan antara 5,2 - 5,8 mm untuk metode Makkink dan metode metode B-C. Evapotranspirasi tertinggi terjadi di Kabupaten Bekasi, sedangkan evapotranspirasi terendah setiap tahunnya terjadi di Kabupaten Ciamis dan Garut. Evapotranspirasi terbesar dari hasil perhitungan metode Blaney-Cridle maupun metode Makkink adalah Kabupaten Bekasi.

Kata kunci: evapotranspirasi, metode Blaney-Cridle, metode Makkink, Climatic Research Unit

1. PENDAHULUAN

Penentuan evapotranspirasi (ET) setiap wilayah sangatlah penting karena besarnya evapotranspirasi. Evapotranspirasi juga sangat mempengaruhi kuantitas dan kualitas air waduk dan ketersediaan air tanah (*ground water*) di suatu wilayah.

Evapotranspirasi merupakan istilah yang digunakan untuk menggambarkan jumlah penguapan dan transpirasi dari tanaman di permukaan bumi ke atmosfer. Roger (2007) menyatakan bahwa istilah evapotranspirasi merupakan gabungan konsep penguapan (E) dari permukaan tanah dan transpirasi (T) dari daun tanaman untuk menggambarkan air total keluar dari suatu tanaman ke udara.

Dimana evaporasi (E) merupakan proses transfer molekul air dari setiap permukaan basah ke udara disebut evaporasi. Seluruh permukaan air setelah kontak dengan

udara air menguap, termasuk danau, tanah basah, dan daun tanaman basah. Molekul air menguap selama udara tidak jenuh dengan uap air. Sedangkan transpirasi, di sisi lain, mengacu pada uap air yang keluar dari daun tanaman melalui pori-pori (stomata) di permukaan daun. Hal ini berbeda dari penguapan karena pembukaan atau penutupan stomatal terjadi sebagai respons terhadap kondisi lingkungan. Air bergerak dari tanah lembab ke akar tanaman, melalui akar, dan akhirnya keluar melalui stomata daun (Roger, 2007).

Evapotranspirasi menurut Allen *et al.* (1998) merupakan proses yang melibatkan dua proses terpisah yang berlangsung simultan yaitu berupa hilangnya air dari permukaan tanah melalui evaporasi dan hilangnya air dari tanaman melalui transpirasi. Pada kondisi tanaman yang masih rendah/ kecil, kehilangan air melalui evaporasi lebih dominan daripada transpirasi. Akan tetapi proses transpirasi berangsur-angsur menjadi dominan dengan berkembangnya tanaman.

Pada kondisi air yang berlimpah, tanah tidak terpengaruh proses evapotranspirasi, sehingga iklim menjadi satu-satunya faktor yang berpengaruh. Jika proses tersebut terjadi pada permukaan standar maka proses yang berlangsung dikenal sebagai evapotranspirasi. Dengan demikian evapotranspirasi merupakan kemampuan atmosfer untuk menyebabkan proses evapotranspirasi dari permukaan rumput standar pada lokasi dan waktu yang spesifik tanpa pengaruh dari faktor tanah.

Sehingga dapat dikatakan bahwa evapotranspirasi (ET) adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan jumlah penguapan dan transpirasi dari tanaman di permukaan bumi ke atmosfer. Penguapan merupakan gerakan air ke udara dari sumber-sumber seperti tanah, intersepsi kanopi, dan *waterbodies*. Transpirasi merupakan gerakan air dalam tanaman dan kemudian air keluar sebagai uap melalui stomata di daunnya. Evapotranspirasi adalah bagian penting dari siklus air. Elemen (seperti pohon) yang memberikan kontribusi untuk evapotranspirasi dapat disebut sebagai evapotranspirator. Evapotranspirasi dikatakan potensi jika proses evapotranspirasi pada kondisi cukup air.

Walaupun jumlah curah hujan dan irigasi mudah diukur pada pertanian, namun memperkirakan evapotranspirasi tidaklah mudah karena mempunyai prosedur yang kompleks. Dalam perhitungannya perlu memperhatikan sebagian besar keseimbangan air irigasi, metode penjadwalan didasarkan pada referensi perkiraan evapotranspirasi, yang kemudian diubah sesuai dengan tanaman dewasa, dengan tahap pertumbuhan dan kandungan air tanah (Hess, 1996).

Pemahaman tentang evapotranspirasi menjadi sangat penting sebab evapotranspirasi mengontrol kelembaban tanah, pengisian air bumi dan aliran sungai (Burt and Shahgedanova, 1998). Evapotranspirasi juga merupakan komponen utama siklus hidrologi yang mempengaruhi neraca air. Penelitian ini bertujuan untuk menduga nilai evapotranspirasi pada beberapa metode perhitungan dengan studi kasus Jawa Barat.

2. DATA DAN METODE

Provinsi Jawa Barat secara geografis terletak di antara $5^{\circ} 50' - 7^{\circ} 50' \text{ LS}$ dan $104^{\circ} 48' - 104^{\circ} 48' \text{ BT}$. Topografi provinsi ini bervariasi dari 0 mdpl di sebelah utara hingga pegunungan setinggi 1500 mdpl di sebelah selatan. Secara umum iklim di Jawa Barat adalah tropis, dengan suhu berkisar antara 9°C di Puncak Gunung Pangrango dan 34°C di Pantai Utara. Curah hujan rata-rata 2.000 mm per tahun, namun di beberapa daerah pegunungan antara 3.000 sampai 5.000 mm per tahun.

Data yang digunakan adalah parameter iklim dari CRU_TS 2.0 (*Climatic Research Unit*) berupa data suhu udara, kelembaban relatif, dan kecepatan angin rata-rata dari 1961

- 1990. CRU TS 2.0 bisa diunduh secara gratis melalui <http://www.cru.uea.ac.uk>. Data yang disediakan merupakan data seluruh dunia dengan ukuran grid 10 menit lat/long. Dari data yang mencakup seluruh dunia, diambil grid-grid data yang termasuk kedalam wilayah Jawa Barat.

Data iklim yang digunakan berupa suhu udara (T), kelembaban relatif (RH), dan kecepatan angin (w). Data hasil unduh tersebut dibuat menjadi wilayah perkabupaten dengan menggunakan metode interpolasi *Inverse Distance Weighted* (IDW) dengan menggunakan software GIS.

IDW merupakan salah satu metode interpolasi konvensional yang memperhitungkan jarak sebagai bobot. Jarak yang dimaksud disini adalah jarak (datar) dari titik data (sampel) terhadap blok yang akan diestimasi. Jadi semakin dekat jarak antara titik sampel dan blok yang akan diestimasi maka semakin besar bobotnya, begitu juga sebaliknya.

Perhitungan evapotranspirasi dihitung dengan menggunakan Metode Blaney-Criddle, dan Metode Makkink. Dimana metode ini merupakan dua dari empat metode yang terdapat dalam FAO Irigasi dan Drainase Paper No 24 (Doorenbos and Pruitt, 1977) yaitu metode Suhu (persamaan Blaney-Criddle), metode Radiasi (persamaan Makkink), metode penguapan Panci, dan metode modifikasi Penman. Empat metode dalam menentukan nilai hubungannya dengan luas permukaan tertutupi rumput hijau dengan ketinggian seragam (8 cm sampai 15 cm), aktif tumbuh, tanpa bayangan tanah dan tidak kekurangan air. Perhitungan dengan kedua metode ini cukup sederhana karena hanya membutuhkan beberapa parameter iklim, seperti yang terlihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Data yang dibutuhkan dalam perhitungan beberapa metoda pendugaan ETo dalam FAO Irigasi dan Drainase Paper No 24.

Metode	Suhu	Kelembaban	Angin	Lama Penyiran	Radiasi	Evaporasi
Blaney-Criddle	*	0	0	0		
Radiation (Makkink)	*	0	0	*	(*)	
Penman	*	*	*	*	(*)	
Pan		0	0			*

Keterangan : * data pengukuran; 0 data dugaan; (*) jika tersedia, tetapi tidak penting (dapat diduga);

Persamaan Blaney-Criddle dan Makkink yang digunakan ditunjukkan seperti dimabawah ini.

Persamaan Blaney-Criddle (FAO)

$$ET_0 = a + b * n / N * (0.46T + 8.13) \tag{1}$$

a, b konstanta merupakan fungsi dari kelembaban, angin dan cahaya matahari (tersedia dalam FAO/24). Untuk Indonesia a dan b masing-masing bernilai 0,29 dan 0,59.

Persamaan Makkink (radiasi, FAO)

$$ET_0 = a + b * w * R_s \tag{2}$$

w faktor pembobot merupakan fungsi suhu dan ketinggian (tersedia dalam FAO/24)

3. HASIL DAN ANALISA

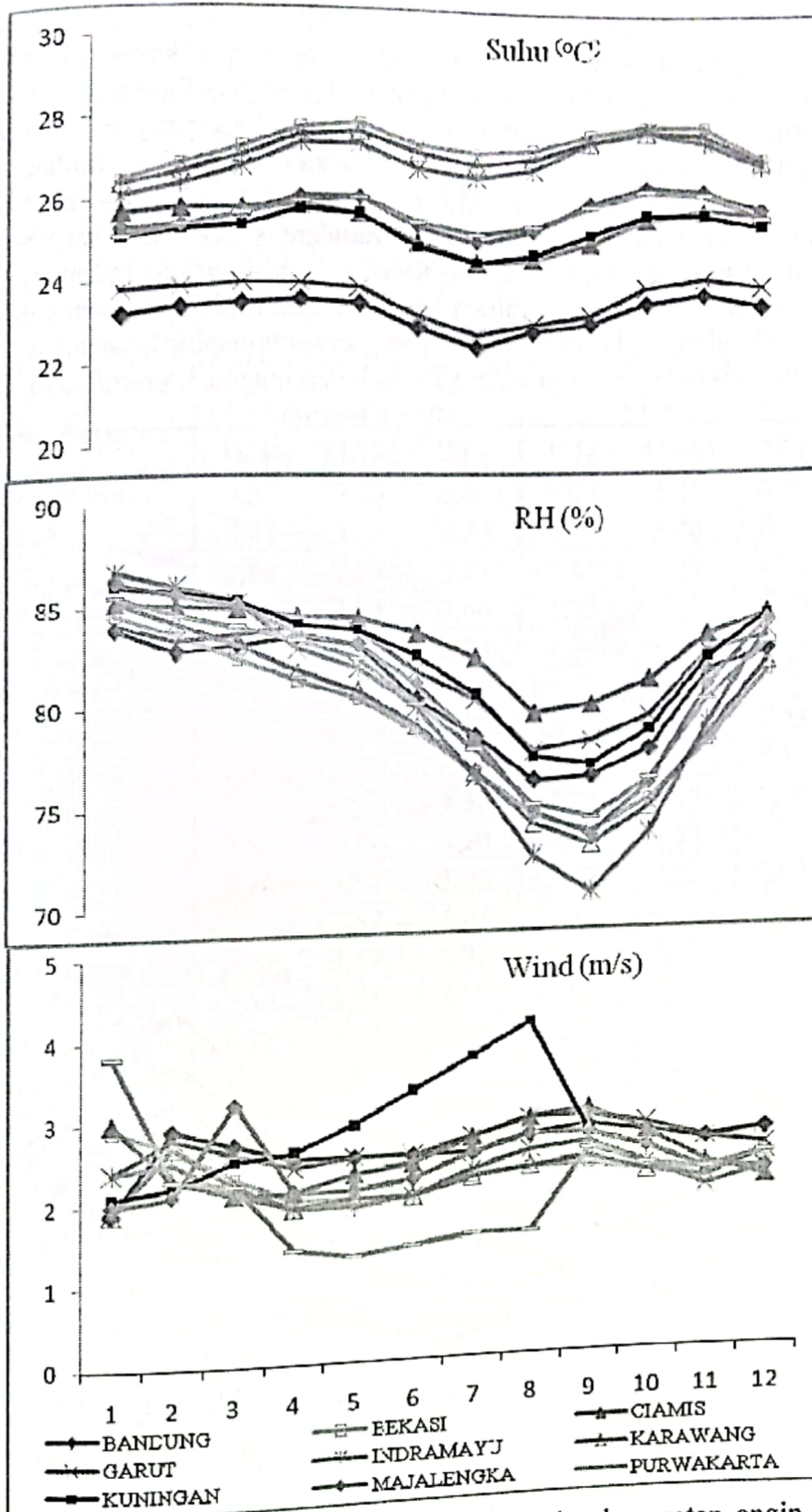
Hasil interpolasi data CRU diperoleh data kelembaban relatif, suhu udara, dan kecepatan angin untuk 16 kabupaten di Jawa Barat. Tapi pada Gambar 3.1 dan 3.2 hanya menampilkan 9 kabupaten dari 16 Kabupaten di Jawa Barat, yang mana telah mewakili sebaran suhu yang ada. Sedangkan Tabel 3.1 dan 3.3 menampilkan semua kabupaten.

Pada Gambar 3.1 terlihat bahwa sebaran suhu pada umumnya berkisar antara 24°C hingga 26°C yang diwakili oleh Kabupaten Kuningan, Majalengka, Ciamis, dan Kabupaten Purwakarta. Kabupaten Bekasi, Karawang, dan Kabupaten Indramayu memiliki suhu udara tertinggi, sedangkan suhu udara terendah diwakili oleh Kabupaten Bandung, dan Garut. Namun pola suhu udara seluruh kabupaten tersebut relatif sama. Dimana suhu udara cenderung terus meningkat pada awal tahun dan mencapai nilai maksimum pada bulan April dan Mei. Kemudian terus menurun hingga bulan Juli dan meningkat kembali pada bulan Agustus hingga maksimum di Bulan Oktober dan November. Kecuali di Kabupaten Ciamis dimana pada awal tahun tidak memperlihatkan terjadinya peningkatan suhu udara.

Kelembaban relatif di Jawa Barat berkisar antara 70 % hingga 87 %. Kelembaban relatif selain memiliki pola yang relatif lebih mirip di setiap kabupatennya daripada pola kecepatan angin. Di Gambar 3.1 pada kelembaban relatif terlihat nilai minimum terjadi di bulan September dan nilai maksimum pada bulan Januari.

Pada Bulan September dimana kelembaban relatif terendah pada setiap kabupaten, ternyata Kabupaten Indramayu memiliki RH terendah dari kabupaten lainnya yaitu hanya 70,4%, sedangkan RH tertinggi di Kabupaten Ciamis menunjukkan (79,9 %). Pada Bulan Januari dimana umumnya kelembaban relatif setiap kabupaten menunjukkan nilai tertinggi daripada bulan-bulan lainnya, ternyata RH tertinggi terjadi di Kabupaten Indramayu yaitu sebesar 86,7% dan RH terendah terjadi di Bandung yaitu sebesar 83,9%.

Sebaran kecepatan angin pada umumnya berkisar antara 2 hingga 3 m/s, namun kecepatan angin di Jawa Barat tidak memiliki pola yang sama di setiap kabupatennya. Kecepatan angin di Kabupaten Kuningan cenderung terus meningkat semenjak awal tahun dan mencapai puncaknya pada bulan Agustus yaitu sebesar 4,1 m/s. Kondisi ini berkebalikan dengan yang terjadi di Kabupaten Purwakarta dimana kecepatan angin terus menurun sejak awal tahun hingga bulan Mei yaitu sebesar 1,3 m/s dan kembali meningkat perlahan hingga bulan Agustus dan di bulan September mengalami peningkatan tajam yaitu sebesar 1 m/s (dari 1,5 m/s di bulan Agustus menjadi 2,5 m/s di bulan September).

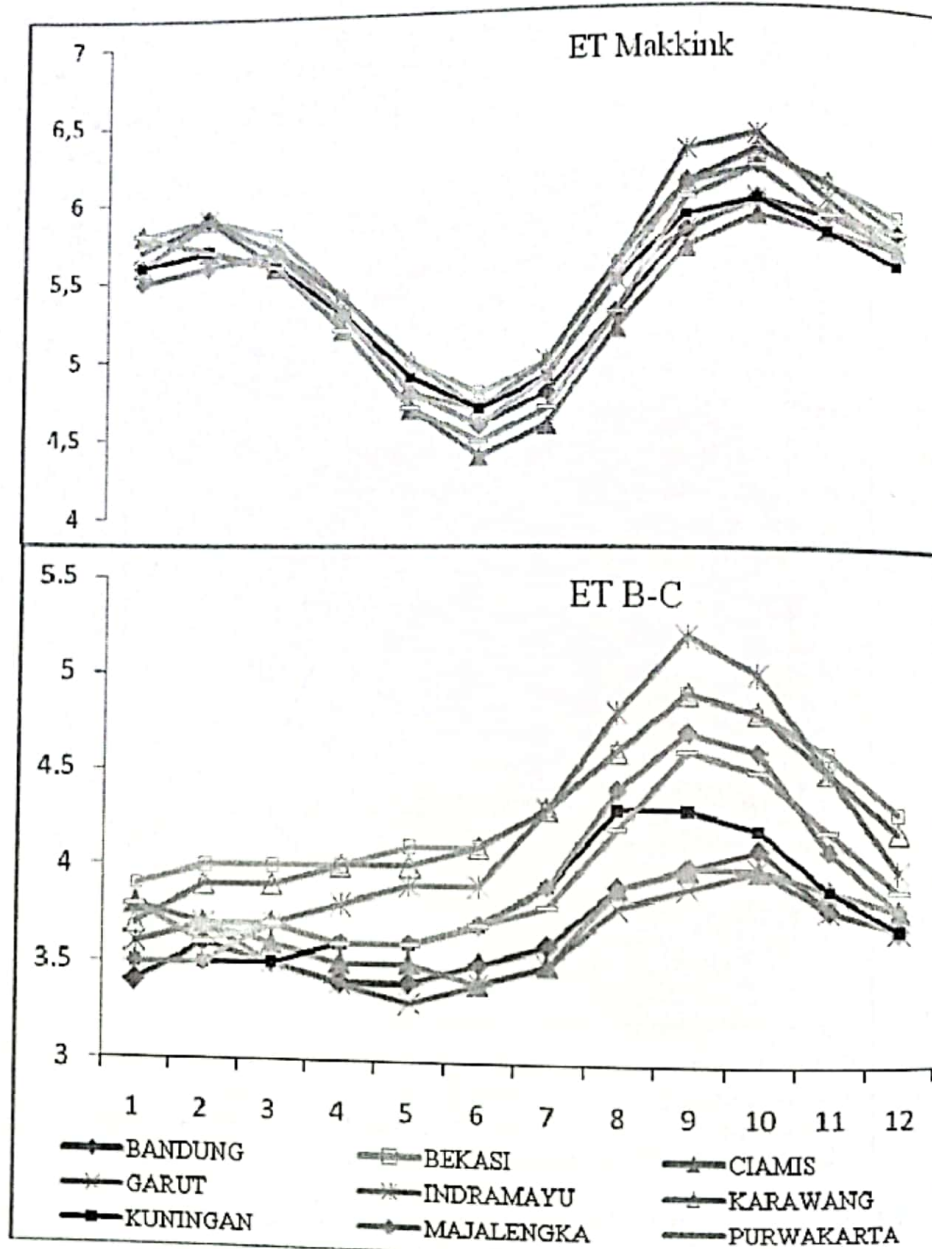


Gambar 3.1. Kondisi suhu udara, kelembaban relatif, dan kecepatan angin setiap bulan pada 9 kabupaten di Jawa Barat.

Dari data iklim tersebut diperoleh evapotranspirasi hasil perhitungan menggunakan Metode Makkink dan Metode Blaney-Canddel (B-C) seperti yang ditunjukkan Gambar 3.2. Hasil perhitungan Model B-C selalu menunjukkan hasil yang lebih rendah daripada

Metode Makkink. Namun metode Makkink memiliki pola dan sebaran evapotranspirasi yang sama pada semua kabupaten. Kondisi ini diduga terjadi karena radiasi matahari yang diterima di semua kabupaten relatif sama, sehingga pola dan sebaran dari evapotranspirasi hasil perhitungan dengan metode ini pun menunjukkan hasil yang hampir seragam. Dengan besaran evapotranspirasi berkisar antara 4 mm/bulan hingga 6,5 mm/bulan.

Berbeda dengan metode Makkink, metode B-C menunjukkan hasil yang lebih bervariasi, karena metode ini berdasarkan suhu udara. Oleh karena itu seperti halnya suhu udara, nilai evapotranspirasi tertinggi terjadi di Kabupaten Indramayu, Bekasi, dan Karawang. Sedangkan evapotranspirasi terendah terjadi di Kabupaten Garut, Ciamis, dan Kabupaten Bandung. Hasil perhitungan evapotranspirasi dengan Metode B-C memperlihatkan sebaran berkisar antara 3 mm/bulan hingga 5,5 mm/bulan.



Gambar 3.2. Hasil perhitungan evapotranspirasi (mm/bulan) menggunakan Metode Blaney-Canddel (B-C) dan Metode Makkink.

Perhitungan evapotranspirasi tiga bulanan di kabupaten Jawa Barat (Tabel 3.1) memperlihatkan bahwa di Kabupaten Bekasi selalu mengalami evapotranspirasi yang

paling besar baik dari hasil perhitungan metode B-C maupun metode Makkink. Sedangkan Kabupaten Indramayu dan Karawang mengalami evapotranspirasi tertinggi pada Juni-Juli-Agustus dengan Metode Blaney-Candle.

Hasil perhitungan evapotranspirasi Metode B-C terendah terjadi pada Desember-Januari-Februari adalah Bandung dan Kabupaten Kuningan, sedangkan Garut Memiliki evapotranspirasi terendah pada bulan Maret hingga Agustus. Hasil perhitungan dengan metode Makkink, evapotranspirasi terendah pada Desember-Januari-Februari adalah Kabupaten Majalengka, Maret-April-Mai di Kabupaten Purwakarta, sedangkan Kabupaten Ciamis terendahnya pada bulan Maret-Agustus.

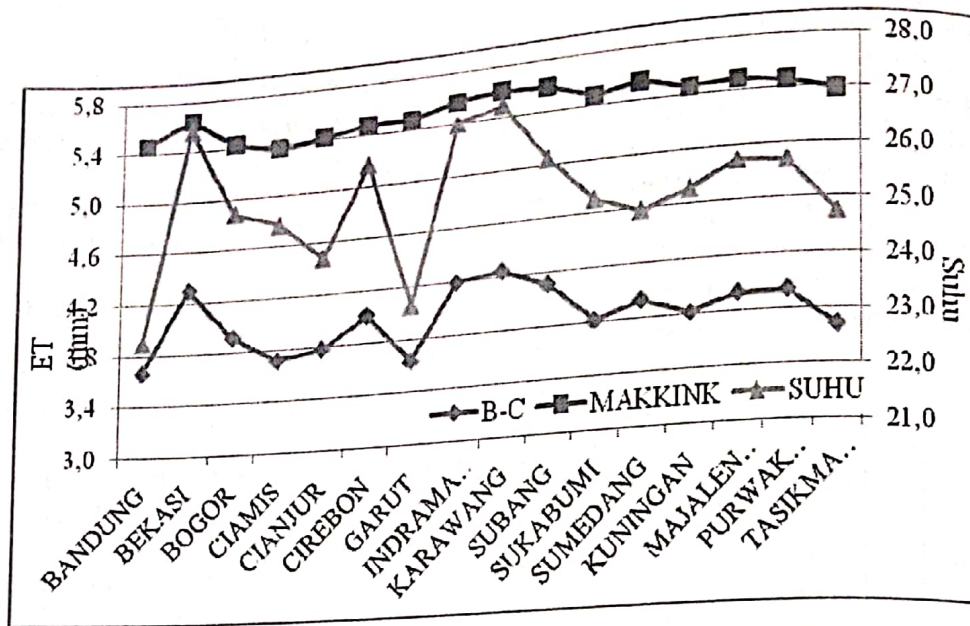
Tabel 3.1. Hasil Perhitungan Evapotranspirasi (ET)

Kabupaten	Blaney-Criddle			Makking		
	DJF	MAM	JJA	DJF	MAM	JJA
Bandung	3,57	3,43	3,67	5,77	5,27	4,90
Bekasi	4,07	4,03	4,33	5,87	5,40	5,13
Bogor	3,80	3,67	3,93	5,67	5,23	4,90
Ciamis	3,77	3,53	3,60	5,73	5,17	4,73
Cianjur	3,70	3,53	3,77	5,73	5,20	4,83
Cirebon	3,67	3,67	4,10	5,63	5,20	5,00
Garut	3,67	3,40	3,57	5,77	5,23	5,03
Indramayu	3,77	3,80	4,33	5,67	5,27	5,10
Karawang	3,93	3,97	4,33	5,77	5,37	5,10
Subang	3,83	3,80	4,20	5,80	5,33	5,07
Sukabumi	3,70	3,57	3,93	5,77	5,23	5,03
Sumedang	3,70	3,60	4,03	5,77	5,30	5,07
Kuningan	3,57	3,57	3,97	5,63	5,27	5,03
Majalengka	3,60	3,63	4,00	5,60	5,27	5,00
Purwakarta	3,77	3,63	3,90	5,77	5,17	4,83
Tasikmalaya	3,73	3,50	3,57	5,77	5,20	4,77

Keterangan : DJF: Desember-Januari-Februari; MAM: Maret-April-Mei; JJA: Juni-Juli-Agustus. Biru: ET tertinggi; Merah: ET terendah.

Tidak seperti pada evapotranspirasi bulanan, evapotranspirasi tahunan (Gambar 3.3) dengan jelas memperlihatkan metode B-C memiliki pola yang sama dengan suhu udara di setiap kabupaten. Variasi evapotranspirasi tahunan metode Blaney-Criddle berkisar antara 3,4 mm/tahun hingga 4,5 mm/tahun sedangkan metode Makkink berkisar antara 5,2 mm/tahun sampai 5,8 mm/tahun.

Evapotranspirasi rata-rata tahunan memperlihatkan bahwa penguapan tertinggi terjadi di Kabupaten Bekasi dan diikuti Kabupaten Karawang dan Indramayu. Tingginya penguapan di kabupaten ini menyebabkan daerah ini menyebabkan laju penurunan ketersediaan air dipermukaan akan lebih cepat daripada daerah lainnya. Sedangkan Kabupaten Bandung, Garut, dan Tasikmalaya termasuk kabupaten yang mengalami penguapan yang kecil dibandingkan kabupaten lainnya.



Gambar 3.3. Grafik Hubungan suhu udara tahunan dengan ke dua metode pada semua kabupaten di Jawa Barat.

4. KESIMPULAN

Hasil perhitungan evapotranspirasi metode Makkink selalu lebih besar daripada metode Blaney-Criddle. Evapotranspirasi tahunan hasil perhitungan metode Blaney-Criddle mengikuti pola suhu udara rata-rata tahunan. Evapotranspirasi terbesar dari hasil perhitungan metode B-C maupun metode Makkink adalah Kabupaten Bekasi, sedangkan evapotranspirasi terendah dari metode B-C pada DJF adalah Bandung dan Kuningan, bulan lainnya terjadi di Garut. Sedangkan dari metode Makkink pada DJF terjadi di Majalengka, MAM di Purwakarta, serta Kabupaten Ciamis yang mengalami dua periode evapotranspirasi terendah yaitu MAM dan JJA.

DAFTAR RUJUKAN

- Allen RG, Pereira LS, Raes D, Smith M., 1998, *Crop evapotranspiration; Guidelines for computing crop water requirements*, FAO Irrigation and Drainage Paper 56, FAO, Rome
- Burt TP, and M. Shahgedanova., 1998, *An historical record of evaporation losses since 1815 calculated using long-term observations from the Radcliffe Meteorological Station, Oxford, England*, Journal of Hydrology 205 (1998) 101-111
- Doorenbos J and Pruitt WO., 1977, *Guidelines for predicting crop water requirements*, FAO Irrigation and Drainage Paper 24, FAO, Rome
- Hess, T.M., 1996, *Evapotranspiration Estimates For Water Balance Scheduling In The UK*, Irrigation News, 25: 31-36.
- Rogers, D.H and M. Alam, 2007, *What Is ET?*, Kansas State University, www.Oznet.Ksu.Edu