

Analisis Debit Aliran Rendah Pada Daerah Aliran Tidak Terukur Menggunakan Metode Mock

Analysis of Low Flow Discharge in Ungauged Flow Areas Using the Mock Method

¹Budi Santosa, ²Nurina Yasin, ³Gita Rakhmawati, ⁴Tri Handayani, ⁵Asri Wulan

^{1,2,3,4,5}Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Gunadarma

¹bsantosa@staff.gunadarma.ac.id, ²nurinayasin@staff.gunadarma.ac.id,
³gita_rakhmawati@staff.gunadarma.ac.id, ⁴t_handayani@staff.gunadarma.ac.id,
⁵asri@staff.gunadarma.ac.id

Abstrak

Kebijakan pengelolaan air di negara-negara berkembang seperti Indonesia terkendala dengan minimnya data debit yang tersedia dilapangan. Jaringan data hidro-meteorologis menghasilkan konten informasi yang berkualitas buruk. Situasi ini kemungkinan akan berlanjut sampai tersedianya data pada skala ruang dan waktu yang diperlukan untuk penggunaan model hidrologi operasional. Tujuan penelitian ini adalah untuk memperkirakan besar debit rata-rata terutama untuk daerah aliran sungai yang tidak terukur. Metode Mock digunakan untuk memperkirakan keberadaan debit aliran rendah, dengan data pengamatan yang relatif mudah diperoleh seperti hujan, penguapan dan karakteristik daerah aliran. Metode Mock juga mempunyai karakteristik sederhana relatif mudah diaplikasikan pada suatu wilayah sungai. Simulasi prediksi dilakukan terhadap debit rata-rata bulanan pada daerah aliran sungai Ciliwung hulu. Besar debit rata-rata hasil dari proses simulasi prediksi dengan metode Mock yang didapat, lalu dibandingkan dengan debit rata-rata bulanan yang didapat dari hasil pengamatan di lapangan. Perbandingan antara prediksi dan pengamatan dilapangan pada stasiun pengamatan debit di Katulampa didapat kesalahan berdasarkan MAPE sebesar 37,9%, ME sebesar 3,30 m³/det dan RMSE sebesar 5,65 m³/det, sedangkan korelasi sebesar 0,6.1

Kata Kunci: Prediksi, Metode Mock, debit bulanan.

Abstract

Water management policy in developing countries like Indonesia is plagued by the lack of data available flow field. Hydro-meteorological network produces a poor quality of information content. This situation is likely to continue until the availability of data on the scale of space and time required for the operational use of hydrological models. In such circumstances, it is necessary innovative methods that can estimate the availability of discharge data, especially for watersheds that are not measurable. Mock introduces a low flow rate calculation, the observational data are relatively easy to obtain as rainfall, evaporation and flow characteristic of the area. The method of Mock also has a simple characteristic relatively easy to apply at a river area.

Predictions made on the basis of the average monthly discharge, on the watershed upstream of Ciliwung. Mock predicted results obtained by the method of analysis compared with the average monthly discharge derived from observations in the field. Comparison between predictions and observations in the field at the observation station discharge in Katulampa obtained by MAPE error of 37.9%, ME and RMSE of 3.30 m³ at 5.65 m³, while the correlation of 0,6.1

Keywords: prediction, methods mock, monthly discharge.

PENDAHULUAN

Pada saat hujan turun, air yang jatuh di daerah tangkapan air akan terbagi-bagi. Ada yang langsung hilang akibat evapotranspirasi, sebagian menjadi *direct runoff* dan sisannya masuk ke dalam tanah. Air yang masuk ke dalam tanah disebut infiltrasi. *Direct runoff*, *storm runoff*, dan aliran dasar/air tanah disebabkan oleh perbedaan antara curah hujan dan evapotranspirasi. Metode Mock, dapat menganalisis debit andalan dengan konsep keseimbangan. (Teddy W S, 2019)

Sedangkan pada musim kemarau khususnya di daerah irigasi sungai, para petani kesulitan menangani ketersediaan air untuk pertanian. Sehingga musim kemarau menjadi hal yang serius bagi petani karna hasil panen yang tidak maksimal. Debit andalan sebagai analisis ketersediaan air sangat dibutuhkan. Metode FJ Mock dapat menjadi salah satu solusi mengetahui debit andalan yang berada di daerah irigasi sungai. Awang S, Mushthofa, 2022)

Daerah aliran sungai tidak terukur (*ungauged basin*) dapat diartikan bahwa lokasi dimana data debit aliran air di sungai yang ada sangat minimum dan tidak memadai untuk suatu perhitungan analisis ketersediaan air, Sivapalan (2003). Metoda Mock dikategorikan kedalam model hujan-aliran, dimana dalam metode ini dijelaskan hubungan antara hujan dan aliran yang merupakan gambaran proses hidrologi. Sehingga metoda Mock dapat digunakan untuk memprediksi ketersediaan debit air pada daerah aliran sungai yang tidak terukur (*ungauged basin*) berdasarkan konsep keseimbangan air. Data yang digunakan untuk memperkirakan debit ini berupa data klimatologi dan karakteristik DAS. Metoda Mock dikembangkan oleh Dr. F. J. Mock berdasarkan atas daur hidrologi. Metoda Mock dikembangkan untuk menghitung debit bulanan rata-rata. Data yang dibutuhkan dalam perhitungan debit dengan Metoda Mock ini adalah data klimatologi, luas dan penggunaan lahan dari DAS.

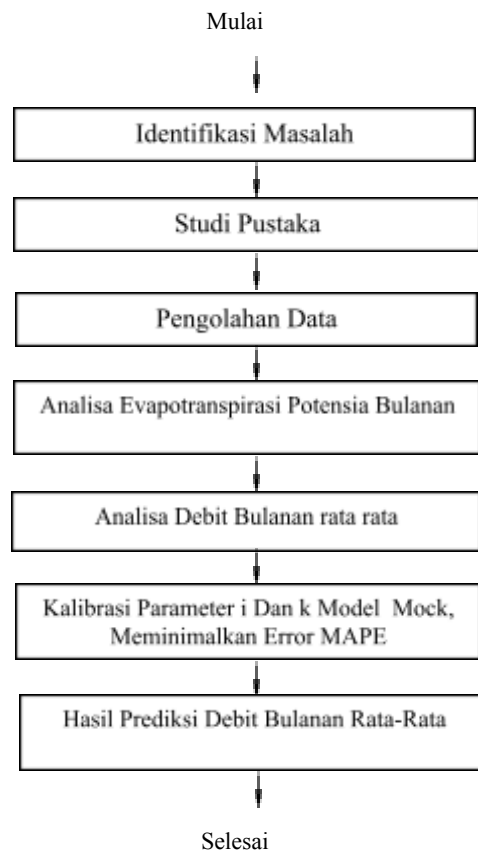
Metoda Mock lebih sering dipakai di Indonesia dibandingkan dengan metoda-metoda yang lain (SMAR, RECA, dll) karena metoda ini dikembangkan di Indonesia, penerapannya mudah dan menggunakan data yang relatif lebih sedikit. Metode Mock telah banyak diterapkan diberbagai DAS di Indonesia diantaranya adalah aplikasi model hidrologi Mock untuk memprediksi ketersediaan debit setengah bulanan di DAS Tilog dan Benain, hasil uji dengan menggunakan tolok ukur statistik dan grafis memberikan keandalan yang dapat diterima (Lano, dkk. 2001).

Pada prinsipnya, Metoda Mock memperhitungkan volume air yang masuk, keluar dan yang disimpan dalam tanah (*soil storage*). Volume air yang masuk berasal dari hujan, air yang keluar adalah infiltrasi, perkolasi dan evapotranspirasi (air keluar paling dominan). *soil storage* adalah volume air yang disimpan dalam pori-pori tanah, hingga kondisi tanah menjadi jenuh. Perhitungan debit dengan Metoda Mock mengacu pada keseimbangan air (*water balance*), dimana volume air total yang ada di bumi adalah tetap, hanya sirkulasi dan distribusinya yang bervariasi.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memperkirakan debit bulanan rata-rata pada titik pengamatan debit Katulampa. Metode yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah metode Mock.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besarnya debit aliran rendah, yaitu cerminan debit minimum. Informasi debit aliran rendah sering di butuhkan pada saat upaya pemanfaatan dan pengembangan potensi sumber daya air. Studi kasus penelitian ini pada are DAS Ciiwung bagian hulu. Pengumpulan data dalam penelitian ini meliputi data sekunder, yang didapat dari dari Balai Besar Wilayah Sungai Cisadane Ciliwung (BBWSCC). Sedangkan untuk data klimatologi didapat dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Citeko.



Gambar 1. Urutan Analisis Debit Aliran Rendah dengan Model Mock

Langkah pertama penelitian adalah mencari permasalahan yang terjadi di daerah Katulampa sebagai sumber objek. Selanjutnya pemilihan sumber Pustaka baik secara langsung di lapangan ataupun bersumber dari literatur.

Setelah itu, pengolahan dilakukan untuk mengetahui hipotesa awal dalam penelitian. Data yang diperlukan dalam analisa meliputi data hidrologi dan data klimatologi di area penelitian selama 8 tahun, berupa data curah hujan harian, kecepatan angin, kelembapan relatif, suhu, penyinaran matahari, peta topografi dan luasan DAS. Data klimatologi pada dasarnya merupakan elemen data untuk analisa

evapotranspirasi, yang dalam hal ini dilakukan dengan metode Penman modifikasi. Sedangkan data hidrologi dan data klimatologi pada dasarnya merupakan elemen data untuk analisa debit aliran rendah dengan metode Mock.

Kalibrasi model dilakukan untuk menyesuaikan parameter model yang digunakan dalam menganalisa debit dalam hal ini parameter i dan k , dimana i adalah infiltrasi dan k merupakan factor resesi yang keduanya sangat susah untuk di pastikan. Kalibrasi dilakukan dengan meminimalkan nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Setelah dilakukan kalibrasi pemodelan, didapatkan parameter i dan k yang optimal, parameter hasil optimasi dari kalibrasi pemodelan yang selanjutnya digunakan dalam memprediksi besaran debit bulanan rata rata, sebagaimana dijelaskan dalam Gambar 1.

Dalam Metoda Mock, data-data iklim yang dipakai adalah data bulanan rata-rata, sedangkan data hujan digunakan merupakan jumlah hujan dalam satu bulan. Data hujan didapat dari Sta. Katulampa dan Gunung Mas. Sedangkan Evapotranspirasi dihitung berdasarkan data klimatologi seperti kelembaban, temperatur, lama penyinaran, dan kecepatan angin yang didapat dari Stasiun Citeko.

Dalam siklus hidrologi, hubungan antara aliran masuk (*inflow*) dan aliran keluar (*outflow*) di suatu daerah aliran untuk suatu perioda tertentu disebut neraca air atau keseimbangan air (*water balance*). Keseimbangan air tersebut dituangkan dalam Persamaan 1 berikut :

$$P = AET + \Delta GS + TRO \dots\dots\dots 1$$

Di mana P (presipitasi), AET (evapotranspirasi) yaitu total air yang kembali ke atmosfer, ΔGS (perubahan *groundwater storage*), TRO (total aliran atau *run off*).

Asumsi yang dipakai bahwa keseimbangan air merupakan siklus tertutup yang terjadi untuk suatu kurun waktu pengamatan tahunan, di mana tidak terjadi perubahan *groundwater storage* atau $\Delta GS=0$. Yang berarti awal penentuan *groundwater storage* adalah berdasarkan bulan terakhir dalam tinjauan kurun waktu tahunan tersebut. Sehingga persamaan keseimbangan air menjadi seperti dalam Persamaan 2.

$$P = AET + TRO \dots\dots\dots 2$$

Acuan dalam Metoda Mock yang berhubungan dengan keseimbangan air adalah perubahan *groundwater storage* (ΔGS) dalam satu tahun harus sama dengan nol, dan jumlah total evapotranspirasi dan total *run off* harus sama dengan jumlah total presipitasi yang terjadi dalam tahun. Sehingga dengan tetap memperhatikan kondisi-kondisi batas keseimbangan air di atas, maka prediksi debit dengan Metoda Mock akan lebih akurat.

A. Data Iklim

Data iklim yang digunakan dalam Metoda Mock adalah data hujan (P mm), temperatur (T °C), penyinaran matahari (S %), kelembaban relatif (H %) dan data kecepatan angin (W mile/hr). Secara umum data-data ini digunakan untuk menghitung evapotranspirasi.

Evapotranspirasi memberikan nilai yang besar untuk terjadinya debit dari suatu daerah aliran sungai. Evapotranspirasi diartikan sebagai kehilangan air dari lahan dan permukaan air dari suatu daerah aliran sungai akibat kombinasi proses evaporasi dan transpirasi.

a. Evapotranspirasi Potensial

Evapotranspirasi potensial adalah evapotranspirasi yang mungkin terjadi pada kondisi air yang tersedia berlebihan. Faktor penting yang mempengaruhi evapotranspirasi potensial adalah faktor meteorologi. Jika jumlah air selalu tersedia secara berlebihan dari yang diperlukan oleh tanaman selama proses transpirasi, maka jumlah air yang ditranspirasikan relatif lebih besar dibandingkan apabila tersedianya air di bawah keperluan.

Metoda Mock menggunakan rumus empiris dari Penman untuk memperhitungkan evapotranspirasi, data klimatologi yang digunakan sebagai masukan yaitu temperatur, radiasi matahari, kelembaban, dan kecepatan angin. Perhitungan evaporasi potensial Penman didasarkan pada keadaan bahwa agar terjadi evaporasi diperlukan panas. Formula evapotranspirasi potensial Menurut Penman adalah sebagai berikut, Persamaan (3):

$$E_0 = \frac{\Delta H / 60 + \gamma D}{\Delta + \gamma} \dots\dots\dots 3$$

Di mana

H (energy budget) = $R(1 - r)(0,18 + 0,55S) - B(0,56 - 0,092\sqrt{e_d})(0,10 + 0,9S)$ D (panas yang diperlukan untuk evapotranspirasi, Δ (kemiringan lengkung tekanan uap pada suhu t (rata-rata dalam mmHg/°F),

$\gamma = 0,27$ (koefisien psychrometer ($= 0,49$, t dalam °C dan e dalam mm Hg.

b. Evapotranspirasi Aktual (AET)

Evapotranspirasi aktual lebih banyak dipengaruhi faktor fisiologi tanaman dan unsur tanah. air yang tersedia yang diperlukan oleh tanaman selama proses transpirasi terbatas. Evapotranspirasi aktual dipengaruhi oleh proporsi permukaan luar yang tidak tertutupi tumbuhan hijau (*exposed surface*) pada musim kemarau.

Selain *exposed surface* evapotranspirasi aktual juga dipengaruhi oleh jumlah hari hujan (n) dalam bulan yang bersangkutan. Menurut Mock rasio antara selisih evapotranspirasi potensial dan evapotranspirasi aktual dengan evapotranspirasi potensial dipengaruhi oleh *exposed surface* (m) dan jumlah hari hujan (n), seperti ditunjukkan dalam formulasi sebagai berikut.

$$\frac{\Delta E}{PET} = \left(\frac{m}{20} \right) (18 - n) \dots\dots\dots 4$$

$$\Delta E = PET \left(\frac{m}{20} \right) (18 - n) \dots\dots\dots 5$$

Dari formulasi di atas dapat dianalisis bahwa evapotranspirasi potensial akan sama dengan evapotranspirasi aktual (atau $\Delta E = 0$) jika

Evapotranspirasi terjadi pada hutan primer atau hutan sekunder. Di mana daerah ini memiliki harga *exposed surface* (m) sama dengan nol (0). Dan jika banyaknya hari hujan dalam bulan yang diamati pada daerah itu sama dengan 18 hari.

Jadi evapotranspirasi aktual adalah evapotranspirasi potensial yang memperhitungkan faktor *exposed surface* dan jumlah hari hujan dalam bulan yang bersangkutan. Sehingga evapotranspirasi aktual adalah evapotranspirasi yang sebenarnya terjadi atau *actual evapotranspiration*, dihitung sebagai berikut, Persamaan (6)

$$AET = PET - \Delta E \dots\dots\dots 6$$

C. Surplus air (*water surplus*)

Water surplus didefinisikan sebagai air hujan (*presipitasi*) yang telah mengalami evapotranspirasi dan mengisi tampungan tanah (*soil storage*). *Water surplus* ini berpengaruh langsung pada infiltrasi atau perkolasi dan total *run off* yang merupakan komponen debit. *Water surplus* (WS) ditunjukkan dalam Persamaan 7

$$WS = (P - AET) + SS \dots\dots\dots 7$$

Water surplus merupakan air limpasan permukaan ditambah dengan air yang mengalami infiltrasi, terdiri dari kapasitas kelembaban tanah (*soil moisture capacity*) zona infiltrasi, limpasan permukaan tanah dan tampungan tanah SS (*soil storage*).

Besarnya SMC (*soil moisture capacity*) tiap daerah tergantung dari tipe tanaman penutup lahan (*land cover*) dan tipe tanahnya. Dalam studi yang dilakukan Mock di daerah aliran sungai di Bogor, ditetapkan besarnya kapasitas kelembaban tanah maksimum adalah 200 mm/bulan. tampungan kelembaban tanah dihitung sebagai berikut:

$$SMS = ISMS + (P - AET) \dots\dots\dots 8$$

Dengan ISMS (*Initial Soil Moisture Storage*) yaitu tampungan kelembaban tanah awal, merupakan *soil moisture capacity* (SMC) bulan sebelumnya. $P - AET$ (presipitasi yang telah mengalami evapotranspirasi). Asumsi yang dipakai oleh F.J. Mock adalah air akan memenuhi SMC terlebih dahulu sebelum *water surplus* tersedia untuk infiltrasi dan perkolasi yang lebih dalam atau melimpas langsung (*direct run off*). Ada dua keadaan untuk menentukan SMC, yaitu:

- a). $SMC = 200$ mm/bulan, jika $P - AET < 0$. Artinya *soil moisture storage* (tampungan tanah lembab) sudah mencapai kapasitas maksimumnya atau terlampaui sehingga air tidak disimpan dalam tanah lembab. Ini berarti *soil storage* (SS) sama dengan nol dan besarnya *water surplus* sama dengan $P - AET$.
- b). $SMC = SMC$ bulan sebelumnya + $(P - AET)$, jika $P - AET < 0$. Untuk keadaan ini, tampungan tanah lembab (*soil moisture storage*) belum mencapai kapasitas maksimum, sehingga ada air yang disimpan dalam tanah lembab. Besarnya air yang disimpan ini adalah $P - AET$. Karena air berusaha untuk mengisi kapasitas maksimumnya, maka untuk keadaan ini tidak ada *water surplus* ($WS = 0$). Selanjutnya WS ini akan mengalami infiltrasi dan melimpas di permukaan (*run off*). Besarnya infiltrasi ini tergantung pada koefisien infiltrasi.

D. Limpasan Total

Air hujan yang telah mengalami evapotranspirasi dan disimpan dalam tanah lembab selanjutnya melimpas di permukaan (*surface run off*) dan mengalami perkolasi. Berikutnya, menurut Mock besarnya infiltrasi adalah *water surplus* (WS) dikalikan dengan koefisien Infiltrasi (if), atau:

$$Infiltrasi (i) = WS \times if \dots\dots\dots 9$$

Koefisien infiltrasi ditentukan oleh kondisi porositas dan kemiringan daerah pengaliran. Lahan yang bersifat porous umumnya memiliki koefisien yang cenderung besar. Namun jika kemiringan tanahnya terjal di mana air tidak sempat mengalami infiltrasi dan perkolasi ke dalam tanah, maka koefisien infiltrasinya bernilai kecil. Infiltrasi terus terjadi sampai mencapai zona tampungan air tanah (*groundwater storage*, GS). Dalam Metoda ini, besarnya *groundwater storage* (GS) dipengaruhi oleh:

- a). Infiltrasi (i). Semakin besar infiltrasi maka *groundwater storage* semakin besar dan begitu pula sebaliknya.

- b). Konstanta resesi aliran bulanan (K). Konstanta resesi aliran bulanan (*monthly flow recession constan*) disimbolkan dengan K adalah proporsi dari air tanah bulan lalu yang masih ada bulan sekarang. Nilai K ini cenderung lebih besar pada bulan basah.
- c). *Groundwater storage* bulan sebelumnya (GSom). Nilai ini diasumsikan sebagai konstanta awal, dengan anggapan bahwa water balance merupakan siklus tertutup yang ditinjau selama rentang waktu menerus tahunan tertentu. Dengan demikian maka nilai asumsi awal bulan pertama tahun pertama harus dibuat sama dengan nilai bulan terakhir tahun terakhir. Dari ketiga faktor di atas, Mock merumuskan sebagai berikut:

$$GS = \{ 0,5 \times (1 + K) \times i \} + \{ K \times GSom \} \dots 10$$

Seperti telah dijelaskan, metoda Mock adalah metoda untuk memprediksi debit yang didasarkan pada water balance. Oleh sebab itu, batasan-batasan water balance ini harus dipenuhi. Salah satunya adalah bahwa perubahan *groundwater storage* (ΔGS) selama rentang waktu tahunan tertentu adalah nol, atau (misalnya untuk 1 tahun):

$$\sum_{i=\text{bulan ke1}}^{\text{bulan ke12}} \Delta GS = 0 \dots\dots\dots 11$$

Perubahan *groundwater storage* (ΔGS) adalah selisih antara *groundwater storage* bulan yang ditinjau dengan *groundwater storage* bulan sebelumnya. Perubahan *groundwater storage* ini penting bagi terbentuknya aliran dasar sungai BF (*base flow*). Dalam hal ini base flow merupakan selisih antara infiltrasi dengan perubahan *groundwater storage*, dalam bentuk persamaan:

$$BF = i - \Delta GS \dots\dots\dots 12$$

Jika pada suatu bulan ΔGS bernilai negatif (terjadi karena GS bulan yang ditinjau lebih kecil dari bulan sebelumnya), maka base flow akan lebih besar dari nilai Infiltrasinya. Karena water balance merupakan siklus tertutup dengan perioda tahunan maka perubahan *groundwater storage* (ΔGS) selama 1 tahun adalah nol. Dari Persaman 12, dalam 1 tahun jumlah base flow akan sama dengan jumlah infiltrasi. Selain *base flow*, komponen debit yang lain adalah limpasan langsung (*direct run off*) atau limpasan permukaan (*surface run off*). Limpasan permukaan berasal dari water surplus yang telah mengalami infiltrasi. Jadi *direct run off* dihitung dengan persamaan:

$$DRO = WS - i \dots\dots\dots 13$$

Setelah *base flow* dan *direct run off* komponen pembentuk debit yang lain adalah *storm run off*, yaitu limpasan langsung ke sungai yang terjadi selama hujan deras. *Storm run off* ini hanya beberapa persen saja dari hujan. *Storm run off* hanya dimasukkan ke dalam *total run off*, bila presipitasi kurang dari nilai maksimum soil moisture capacity. Menurut Mock *storm run off* dipengaruhi oleh *percentage factor*, disimbolkan dengan PF. *Percentage factor* adalah persen hujan yang menjadi limpasan. Besarnya PF oleh Mock disarankan 5%-10%, namun tidak menutup kemungkinan untuk meningkat secara tidak beraturan hingga mencapai 37,3%. Dalam perhitungan debit ini, Mock menetapkan bahwa: a). Jika presipitasi (P) > maksimum soil moisture capacity maka nilai *storm run off* = 0. b). Jika P < maksimum soil moisture capacity maka *storm run off* adalah jumlah curah hujan alam satu bulan yang bersangkutan dikali *percentage factor*, atau:

$$SRO = P \times PF \dots\dots\dots 14$$

Dengan demikian maka *total run off* (TRO) yang merupakan komponen-komponen pembentuk debit sungai (*stream flow*) adalah jumlah antara *base flow*, *direct run off* dan *storm run off*, atau:

$$TRO = BF + DRO + SRO.....15$$

Total *run off* ini dinyatakan dalam mm/bulan. Maka jika TRO ini dikalikan dengan *catchment area* (luas daerah tangkapan air) dalam km² dengan suatu angka konversi tertentu didapatkan besaran debit dalam m³/det.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Katulampa merupakan titik keluaran debit dari daerah aliran ciliwung hulu yang mencakup areal seluas 146 km². Daerah aliran Ciliwung hulu sebagian besar merupakan daerah pegunungan dengan ketinggian 300 m sampai 3000 m, dan secara geografis Ciliwung hulu terletak pada 06° 02' – 06° 55' LS dan 106° 35' – 17° 00 BT.

Kondisi iklim DAS Ciliwung Hulu, antara lain memiliki curah hujan antara 128-698 mm/bulan, bulan basah terjadi selama 8-10 bulan (Agustus-Mei), bulan lembab 2-4 bulan (Juni-September) dan bulan kering terjadi pada bulan Juni. Temperatur berkisar antara 21°-24°C, dengan kelembaban udara antara 73-98 %, dan lama penyinaran matahari antara 27 – 83%. Sedangkan besarnya evaporasi bulanan di Puncak sebesar 79-140 mm, di Bogor 108-151 mm. Fluktuasi debit stasiun Katulampa untuk debit rata-rata bulanan berkisar antara 9-28 m³/det.

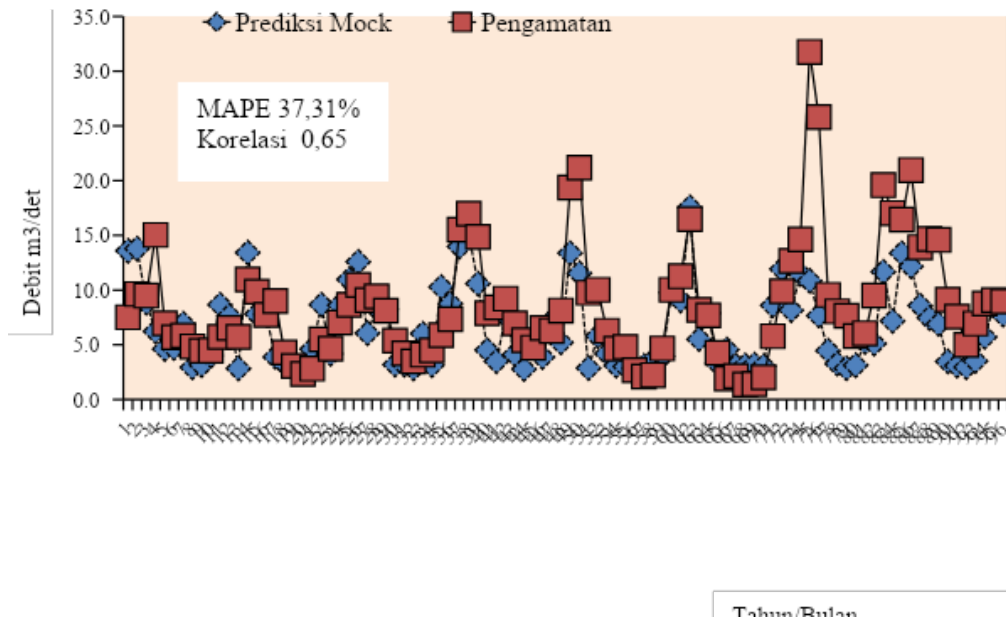
Prediksi untuk mendapatkan hasil debit dengan kesalahan terkecil dilakukan dengan menetapkan parameter infiltrasi (i) dan resesi (k) sebesar 0,5 dan 0,85, pertimbangan penetapan parameter i dan k didasarkan kepada hasil coba-coba dengan membuat matrik pasangan i dan k, sehingga menghasilkan pasangan i dan k dengan kesalahan prediksi terkecil terhadap pengamatan lapangan.

Debit hasil prediksi dengan metode Mock yang didapat dari analisa dibandingkan dengan debit rata-rata bulanan yang didapat dari hasil pengamatan di lapangan. Perbandingan antara prediksi dan pengamatan dilapangan pada stasiun pengamatan debit di Katulampa didapat kesalahan berdasarkan MAPE sebesar 37,9%, ME sebesar 3,30 m³/det dan RMSE sebesar 5,65 m³/det, sedangkan korelasi sebesar 0,61 seperti ditunjukkan dalam Tabel 1 dan Gambar 2

Tabel 1. Perbandingan hasil prediksi debit rata-rata bulanan dengan metode Mock dan pengamatan lapangan pada Stasiun Katulampah

Thn	Bln	Prediksi m ³ /det	Peng amatan m ³ /det	MAPE (%)	ME m ³ /det	RMSE m ³ /det	Thn	Bln	Prediksi m ³ /det	Peng amatan m ³ /det	MAPE (%)	ME m ³ /det	RMSE m ³ /det
2002	Jan	13,6	7,5	80,71	6,06	36,78	2006	Jan	13,4	19,4	30,92	5,99	35,85
	Feb	13,8	9,6	43,13	4,16	17,28		Feb	11,5	21,2	45,52	9,64	92,97
	Mar	8,8	9,5	6,80	0,65	0,42		Mar	2,9	9,8	70,64	6,89	47,45
	Apr	6,2	15,0	58,57	8,80	77,52		Apr	5,8	10,0	42,14	4,22	17,84
	Mei	4,6	7,0	33,69	2,35	5,50		Mei	4,2	6,3	33,27	2,09	4,36
	Jun	4,7	5,7	17,16	0,97	0,95		Jun	3,1	4,7	33,30	1,55	2,40
	Jul	6,9	5,9	18,43	1,08	1,16		Jul	3,0	4,8	37,40	1,80	3,23
	Agt	2,9	4,9	39,46	1,92	3,67		Agt	2,8	2,7	5,71	0,15	0,02
	Sep	3,1	4,4	29,17	1,30	1,68		Sep	3,1	2,1	45,73	0,97	0,93
	Okt	4,0	4,5	10,21	0,46	0,21		Okt	3,5	2,2	58,64	1,31	1,72
	Nov	8,7	5,7	51,65	2,95	8,71		Nov	4,0	4,7	15,11	0,71	0,50
	Des	7,6	6,5	16,87	1,10	1,22		Des	9,8	10,0	2,64	0,26	0,07
2003	Jan	2,8	5,7	50,56	2,90	8,39	2007	Jan	9,0	11,3	19,63	2,21	4,89
	Feb	13,4	11,0	22,44	2,46	6,05		Feb	17,6	16,5	6,55	1,08	1,17
	Mar	7,8	9,9	20,91	2,06	4,25		Mar	5,5	8,2	32,78	2,69	7,23
	Apr	7,8	7,7	0,38	0,03	0,00		Apr	7,9	7,7	2,73	0,21	0,04
	Mei	3,9	9,0	56,68	5,10	25,96		Mei	3,3	4,3	21,89	0,93	0,87
	Jun	3,3	4,3	23,18	0,99	0,99		Jun	4,6	1,9	138,11	2,64	7,00
	Jul	2,8	3,1	9,15	0,28	0,08		Jul	3,1	2,1	44,05	0,94	0,88
	Agt	3,2	2,3	36,98	0,86	0,75		Agt	3,1	1,4	129,35	1,76	3,09
	Sep	4,6	2,8	63,37	1,79	3,19		Sep	3,2	1,4	127,69	1,79	3,20
	Okt	8,7	5,5	57,39	3,16	9,98		Okt	3,1	2,0	50,44	1,03	1,05
	Nov	4,2	4,7	10,41	0,48	0,23		Nov	8,6	5,8	48,66	2,82	7,93
	Des	8,6	7,0	22,67	1,59	2,54		Des	11,9	9,9	20,60	2,04	4,14

2004	Jan	11,0	8,7	26,72	2,31	5,35	2008	Jan	8,2	12,7	35,58	4,51	20,33
Thn	Bln	Prediksi m ³ /det	Peng amatan m ³ /det	MAPE (%)	ME m ³ /det	RMSE m ³ /det	Thn	Bln	Prediksi m ³ /det	Peng amatan m ³ /det	MAPE (%)	ME m ³ /det	RMSE m ³ /det
	Feb	12,6	10,5	20,14	2,11	4,45		Feb	11,5	14,6	21,59	3,16	9,97
	Mar	6,1	9,1	33,20	3,01	9,08		Mar	10,8	31,8	65,84	20,91	437,24
	Apr	8,3	9,4	11,54	1,09	1,19		Apr	7,7	25,8	70,27	18,13	328,63
	Mei	8,2	8,1	1,33	0,11	0,01		Mei	4,5	9,6	53,32	5,10	26,00
	Jun	3,2	5,4	40,67	2,18	4,77		Jun	3,3	8,1	59,32	4,78	22,83
	Jul	3,2	21,3	85,06	18,10	327,52		Jul	2,9	7,7	62,76	4,81	23,12
	Agt	2,8	3,5	18,41	0,64	0,41		Agt	3,1	5,8	45,96	2,66	7,08
	Sep	6,0	4,1	47,23	1,93	3,73		Sep	5,3	6,0	13,10	0,79	0,63
	Okt	3,1	4,5	30,18	1,35	1,83		Okt	5,1	9,5	46,12	4,38	19,21
	Nov	10,3	5,9	74,77	4,40	19,35		Nov	11,7	19,6	40,39	7,91	62,58
	Des	8,8	7,3	19,53	1,43	2,05		Des	7,2	17,0	57,90	9,86	97,27
2005	Jan	14,0	15,5	9,98	1,55	2,40	2009	Jan	13,4	16,4	18,60	3,06	9,34
	Feb	15,2	17,0	10,59	1,80	3,23		Feb	12,2	21,0	41,98	8,80	77,45
	Mar	10,6	14,9	28,73	4,27	18,21		Mar	8,6	13,9	38,39	5,34	28,51
	Apr	4,5	7,9	42,72	3,36	11,32		Apr	7,5	14,7	49,17	7,21	51,92
	Mei	3,5	8,4	58,52	4,93	24,29		Mei	6,9	14,6	52,65	7,67	58,88
	Jun	7,6	9,2	17,05	1,57	2,47		Jun	3,5	9,1	61,91	5,65	31,92
	Jul	4,1	7,0	40,84	2,84	8,08		Jul	3,1	7,6	59,18	4,48	20,09
	Agt	2,8	5,4	48,64	2,63	6,92		Agt	3,0	5,0	40,77	2,04	4,16
	Sep	4,9	4,7	3,21	0,15	0,02		Sep	3,5	6,9	49,30	3,42	11,71
	Okt	3,9	6,5	40,59	2,66	7,06		Okt	5,7	8,8	34,82	3,06	9,34
	Nov	7,2	6,3	14,57	0,91	0,84		Nov	8,6	9,1	5,74	0,52	0,27
	Des	5,2	8,1	35,91	2,92	8,53		Des	7,7	9,0	13,51	1,21	1,47
										Rata	37,93	3,30	5,65
										Max	138,11	20,91	437,24



Gambar 2. Perbandingan hasil prediksi debit rata-rata bulanan dengan metode Mock dan pengamatan lapangan pada Stasiun Katulampah.

KESIMPULAN

Prediksi dilakukan dengan menetapkan parameter infiltrasi (i) dan resesi (k) sebesar 0,5 dan 0,85, dengan cara coba-coba. Debit hasil prediksi dengan metode Mock yang didapat dari analisa dibandingkan dengan debit rata-rata bulanan yang didapat dari hasil pengamatan di lapangan. Perbandingan antara prediksi dan pengamatan dilapangan pada stasiun pengamatan debit di Katulampa didapat kesalahan berdasarkan MAPE sebesar 37,9%, ME sebesar 3,30 m³/det dan RMSE sebesar 5,65 m³/det, sedangkan korelasi sebesar 0,61.

DAFTAR PUSTAKA

- Direktorat Jenderal Listrik dan Pemanfaatan Energi, Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral, (2009), *Pedoman Studi Kelayakan Hidrologi*, Integrated Microhydro Development and Application Program, (IMIDAP),.
- Setiawan, Awang, Mushthofa (2022), *Analisis Debit Andalan Pada Sungai Pacar di Hulu Bandung Klepek Untuk Kebutuhan Air Irigasi (Studi Kasus Daerah Irigasi Pacal Kiri)*, Jurnal Teknik Sipil Unigoro, Vol. 7, No. 1, Tahun 2022, 1-14.
- Sivapalan M, Takeuchi K, S. W. Franks, V. K. Gupta, H. Karambiri, V. Lakshmi, X. Liang, J. J. McDonnell, E. M. Mendingo, P. E. O'Connell, T. Oki, J. W. Pomeroy, D. Schertzer, S. Uhlenbrook, & E. Zehe,

- (2003), *IAHS Decade on Predictions in Ungauged Basins (PUB), 2003–2012: Shaping an exciting future for the hydrological sciences*, Hydrological Sciences–Journal–des Sciences Hydrologiques, 48(6).
- Sudinda, T. W, (2000), *Penentuan Parameter Model NRECA untuk Pulau Natuna*, Jurnal Teknologi Lingkungan, Vol. 1, No. 3, pp : 252-257
- Sudinda, T. W, (2019), *Penentuan Debit Andalan Dengan Metoda Fj Mock Di Daerah Aliran Sungai Cisadane*, Jurnal Air Indonesia, Vol. 11, No. 1, April 2019, 15-24.
- Direktorat Pengairan dan Irigasi, Kementrian Negara Perencanaan Pembangunan Nasional/badan Perencanaan Pembangunan Nasional, (2006), *Identifikasi Sumber Daya Air di Pulau Jawa*.
- Nurrochmad, F., Sujono, J., Damanjaya, D., 1998, *Optimasi Parameter Hujan Aliran Mock dengan Solver*, Media Teknik, No. 2, Tahun XX edisi Mei, No. ISSN 0216 – 3012.
- Montarcih L. (2009), *Analisa Ketersediaan Air Untuk Memenuhi Kebutuhan Air Baku Dalam Perencanaan Embung Tambak Pocok Bangkalan*, Agritek vol. 17, No. 5, ISSN. 0852-5426
- Lano, M.L , Sudiro, P., Susanto, S. (2001), *Aplikasi Model Hidrologi Mock Untuk Memprediksi Ketersediaan Air setengah Bulanan*, Agrosains 14 (1).