

PREDIKSI DEBIT ANDALAN DAS CILOSEH MENGGUNAKAN FJ MOCK DAN BANGKITAN DATA DEBIT THOMAS FIERING UNTUK ANALISA KETERSEDIAAN AIR DEARAH IRIGASI CIMULU

Pengki Irawan¹⁾, Junaedi Setiawan²⁾ M. Wildan Alfaridzi³⁾, Shinta Awaliyah⁴⁾, Asep Kurnia Hidayat⁵⁾, Hendra⁶⁾

^{1,2,3,4,5}Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Siliwangi Kota Tasikmalaya

e-mail: irawan@unsil.ac.id

Abstrak

Ketersediaan air menjadi isu krusial di Indonesia, terutama di wilayah dua musim. Residu dari aktivitas manusia mengancam ketersediaan air sungai, serta diperparah oleh perubahan iklim global yang berdampak pada suhu, curah hujan, dan debit sungai. Fokus penelitian adalah DAS Ciloseh, sumber air utama untuk DI Cimulu. Metode FJ Mock digunakan untuk memodelkan debit andalan (80%) DAS, melibatkan metode Penman Modifikasi, Polygon Thiessen, dan Thomas Fiering. Hasil analisis menunjukkan bahwa tutupan lahan, khususnya sawah, memengaruhi debit andalan. Luas DAS, jenis tanah, dan tutupan lahan menjadi parameter penting. Debit andalan DAS Ciloseh berkisar 5,30 m³/s hingga 14,70 m³/s untuk 100 tahun ke depan. Pembangkitan data menggunakan metode Weibull menunjukkan fluktuasi debit mengikuti pola historis. Penelitian ini memberikan kontribusi penting untuk memahami ketersediaan air di DAS Ciloseh, yang memiliki implikasi besar untuk pengelolaan sumber daya air di masa depan.

Kata Kunci : Bangkitan Data, Debit Andalan, F. J. Mock.

Abstract

Water availability is a crucial issue in Indonesia, especially in the two-season region. Residues from human activities threaten the availability of river water, and are exacerbated by global climate change which impacts temperature, rainfall and river discharge. The research focuses on the Ciloseh watershed, the main water source for DI Cimulu. The FJ Mock method was used to model the mainstay discharge (80%) of the watershed, involving the Penman Modification, Polygon Thiessen, and Thomas Fiering methods. The results of the analysis showed that land cover, particularly rice fields, influenced the mainstay discharge. Watershed area, soil type, and land cover are important parameters. The mainstay discharge of Ciloseh watershed ranges from 5.30 m³/s to 14.70 m³/s for the next 100 years. Data generation using the Weibull method shows that fluctuations in discharge follow historical patterns. This research makes an important contribution to understanding water availability in the Ciloseh watershed, which has major implications for future water resources management.

Keywords: Data Generation, Reliable Discharge, F. J. Mock.

I. PENDAHULUAN

Kebutuhan air menjadi salah satu komponen penting dalam kehidupan sehari-hari, terutama pada daerah yang memiliki dua musim seperti Indonesia. Air digunakan untuk aktivitas hidup dan selalu menyisakan residu [1]. Residu tersebut mengalir ke sungai sehingga akan mengurangi ketersediaan air.

Perubahan iklim global berpengaruh terhadap temperatur suhu, kelembaban relatif, lama penyinaran matahari, kecepatan angin, curah

hujan, dan debit sungai [2]. Perubahan tersebut juga mengakibatkan perubahan cuaca ekstrim. Akibat tidak langsung dari pemanasan global adalah perubahan karakteristik curah hujan yang berdampak pada debit andalan sungai [3]. Debit andalan (*dependable discharge*) adalah debit yang kemungkinan terjadinya sama atau melampaui dari yang diharapkan [4]. Debit andalan yang dimaksud di sini adalah debit yang mengalir pada suatu penampang sungai dalam suatu daerah aliran sungai (DAS).

DAS Ciloseh merupakan sub-DAS Citanduy

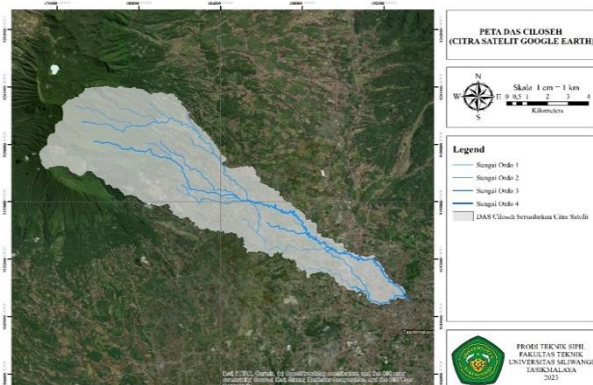
Hulu. DAS ini terletak di 2 (dua) daerah administratif, yaitu Kabupaten Tasikmalaya di bagian hulu dan Kota Tasikmalaya di Bagian Hilir [5]. Sungai Ciloseh merupakan sumber air utama untuk Daerah Irigasi (DI) Cimulu yang mempunyai luas 1546.2 ha. Sungai Ciloseh tidak tersedia Pos Duga Air (PDA) sehingga analisis neraca air di DI Cimulu menjadi masalah untuk menetapkan kalender tanam.

Salah satu metode pendugaan debit adalah dengan menggunakan FJ Mock. Metode ini sudah lama digunakan di Indonesia, dan saat ini masih banyak digunakan [6]. Metode tersebut menggunakan parameter DAS dan hujan yang akan dikonversi menjadi debit di sungai. Penelitian ini bertujuan untuk analisis debit andalan (80%) DAS Ciloseh dan kemudian data debit tersebut dibangkitkan sehingga dapat memberikan gambaran ketersediaan debit untuk pemenuhan air irigasi.

II. METODOLOGI

Lokasi Penelitian

Lokasi berada di DAS Ciloseh yang secara geografi terletak di Kabupaten dan Kota Tasikmalaya, Jawa Barat. DAS Ciloseh merupakan salah satu DAS yang cukup berpengaruh, DAS Ciloseh merupakan bagian dari sub DAS Citanduy. Secara koordinat terletak pada 7°16'0,38" Lintang Selatan dan 108°13'12,87" Bujur Timur. Sungai Ciloseh dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan DI Cimulu. DAS Ciloseh mempunyai luasha, hulu DAS terletak di Gunung Galunggung dan bermuara di Sungai Citanduy, secara detail DAS disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta DAS Ciloseh

Teknik Pengumpulan Data

Penelitian umumnya menggunakan data sekunder yang bersumber dari instansi terkait, yaitu BBWS Citanduy, Stasiun Klimatologi di sekitar DAS maupun dinas terkait. Data yang diperlukan antara lain adalah curah hujan, klimatologi, tutupan lahan, maupun data lainnya yang menunjang untuk penelitian. data yang diperlukan ditunjukkan Tabel 1.

Tabel 1. Data dan Sumber Data Penelitian

No	Data yang Diperlukan	Sumber Data
1	Data curah hujan stasiun: Cisolok, Cikasah, Cimulu, Cigede, Cisayong, Tejakalapa	UPDT PSDA Citanduy, UPDT PSDA Ciwulan - Cilaki, BBWS Citanduy
2	Data klimatologi berupa: Suhu, Lama penyinaran, Kelembaban	Lapangan Udara Kota Tasikmalaya, Wiryadinata Tasikmalaya

Analisis Data

Evapotranspirasi Potensial

Evaporasi dianalisis dengan metode Penman Modifikasi. Metode mempertimbangkan parameter yang lebih kompleks sehingga menjadi pertimbangan kuat bahwa rumus tersebut akan mendekati kondisi di lapangan [7].

$$ET_o = c \cdot [W \cdot Rn + (1 - W) \cdot f(u) \cdot (ea - ed)]$$

ET_o adalah evapotranspirasi potensial (mm/hari), c adalah angka koreksi Penman untuk kompensasi efek kondisi cuaca siang dan malam hari, W adalah faktor pemberat untuk pengaruh penyinaran matahari pada evapotranspirasi potensial, $1 - W$ adalah faktor pemberat untuk pengaruh kecepatan angin dan kelembaban, $f(u)$ adalah fungsi pengaruh angin pada $ET_o = 0,27 \times (1 + U_2/100)$, U_2 merupakan kecepatan angin selama 24 jam dalam km/hari di ketinggian 2 m, ea adalah tekanan uap air jenuh pada suhu udara rata-rata, dan ed adalah tekanan uap air nyata rata-rata di udara [8].

Curah Hujan Wilayah

Perhitungan curah hujan wilayah pada penelitian ini akan digunakan metode Polygon Thiessen. Metode Poligon Thiessen memberikan proporsi luasan daerah pengaruh stasiun hujan untuk mengakomodasi ketidakseragaman jarak [9]. Metode ini cocok jika stasiun hujan tidak tersebar merata dan jumlahnya terbatas dibanding luasnya. Untuk pemilihan stasiun hujan yang dipilih harus meliputi daerah aliran sungai yang akan dibangun. Besarnya koefisien Thiessen dapat dihitung dengan rumus [5, 10].

$$\bar{R} = \frac{A_1R_1 + A_2R_2 + \dots + A_nR_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n}$$

\bar{R} adalah Curah Hujan wilayah, A adalah luas area masing-masing Poligon Thiessen (km²), dan R adalah curah hujan [11].

F. J. Mock

Metoda Mock adalah suatu metode untuk memperkirakan keberadaan air berdasarkan konsep *water balance*. Metoda Mock merupakan salah satu dari sekian banyak metode yang menjelaskan hubungan *rainfall-runoff* [3]. Metoda Mock dikembangkan untuk menghitung debit bulanan rata-rata. Data-data yang dibutuhkan dalam perhitungan debit dengan metoda mock ini adalah data klimatologi, luas, dan penggunaan lahan dari *catchment area* [12]. Proses perhitungan yang dilakukan dalam metode mock adalah : (1)Perhitungan evapotranspirasi potensial (metode penman); (2) Perhitungan evapotranspirasi aktual; (3) Perhitungan *water surplus*; (5) Perhitungan *base flow* dan *direct runoff* [12].

Data dan asumsi yang diperlukan untuk perhitungan. Metode Mock terdiri dari (a) Data Curah Hujan; (b) Evapotranspirasi terbatas (Et); (c) Luas DAS; (d) Kapasitas Kelembaban Tanah (SMC); (e) Keseimbangan Air di permukaan tanah; (f) Kandungan Air Tanah; (g) Aliran dan Penyimpanan Air Tanah; (h) Koefisien infiltrasi; (i) *Initial storage* (IS); (j) Faktor Resesi Aliran Tanah, (k) Penyimpanan Air tanah; dan (l) Aliran Sungai [4].

Bangkitan Data

Perhitungan-perhitungan hidrologi terdapat tiga model yang digunakan yaitu model deterministik, model probabilistik, model stokastik. Model stokastik mampu mengisi kekosongan diantara kedua model tersebut, yaitu mempertahankan sifat-

sifat peluang yang berhubungan dengan runtun waktu kejadiannya. Salah satu model yang termasuk kedalam metode stokastik yaitu metode Thomas Fiering. Pembangkitan data menggunakan metode Thomas Fiering dapat digunakan untuk memecahkan persoalan kurang panjangnya data hidrologi. Keunggulan metode Thomas Fiering adalah dapat meramalkan data untuk beberapa tahun ke depan. Rumus yang digunakan dalam metode Thomas Fiering yaitu [13]:

$$Q_{i+1} = \bar{Q}_{j+1} + r_{j,j+1} \cdot \frac{S_{j+1}}{S_j} (Q_i - \bar{Q}_j) + U_i \cdot S_{j+1} \sqrt{1 - r_{j,j+1}^2}$$

Dimana Q_{i+1} adalah debit hasil pembangkitan untuk bulan j dan tahun ke (i+1); Q_i adalah data observasi atau data lapangan; \bar{Q}_{j+1} dan \bar{Q}_j adalah rerata debit pada bulan J+1 dan bulan j tahun; $r_{j,j+1}$ adalah koefisien korelasi antara data observasi bulan j dengan bulan j+1; S_j dan S_{j+1} adalah standar deviasa; U_i adalah faktor stokastik yang diambil dari bilangan random.

Debit Andalan

Perhitungan debit andalan dilakukan dengan metode tahun dasar (*basic year*), yaitu dengan mengambil suatu pola debit dari tahun ke tahun tertentu pada setiap kondisi keandalan debit. Rumus yang digunakan yaitu rumus Weibull [14].

$$P = \left(\frac{m}{n+1} \right) \times 100\%$$

Dimana, P adalah Probabilitas kejadian debit (%), m adalah nomor urut data debit, dan n adalah jumlah data pengamatan debit.

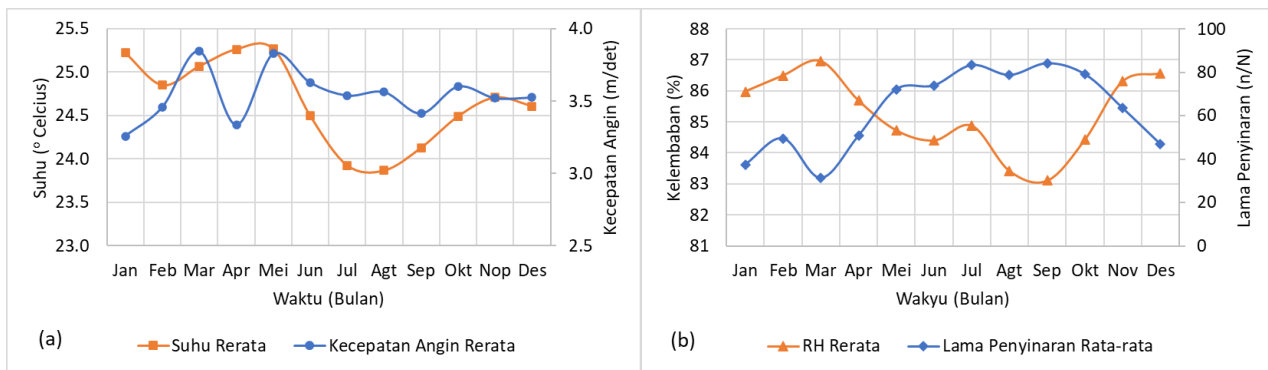
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Klimatologi

Kondisi klimatologi dapat dilihat dari parameter suhu, kelembaban udara, kecepatan angin, dan radiasi matahari. DAS Ciloseh merupakan daerah dataran tinggi di hulu dan relatif rendah di hilir. Kondisi suhu rata-rata fluktuatif dari 23 – 25 °C, perbedaan suhu rata-rata cukup kecil sepanjang tahun. Perbedaan suhu yang kecil ini akan mempengaruhi kecepatan angin rata-rata, yaitu antara 3.3 – 3.8 m/detik. Kelembaban udara relatif tinggi sepanjang tahun, yaitu mencapai 87% di bulan Maret. Lama penyinaran matahari tinggi di bulan Mei sampai Oktober dan rendah di bulan

November sampai April. Kondisi tersebut diperkirakan akibat adanya musim hujan dan kemarau di DAS Ciloseh yang ditandai dengan tingkat penyinaran matahari yang tinggi dengan RH yang rendah, sedangkan sebaliknya penyinaran

matahari rendah tetapi RH cukup tinggi. Detail kondisi klimatologi DAS Ciloseh disajikan pada Gambar 2.



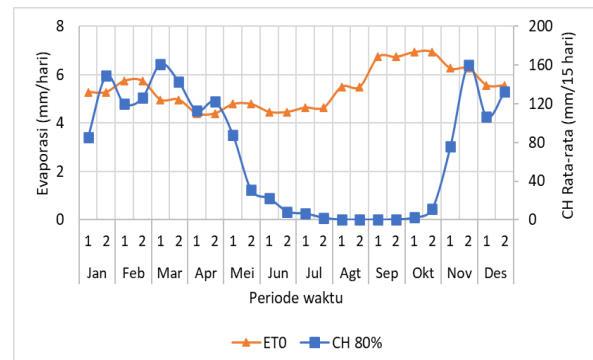
Gambar 2. Kondisi Klimatologi (a) Suhu Rerata dan Kecepatan Angin, (b) RH Rerata dan Lama Penyinaran Matahari di DAS Ciloseh

Curah Hujan dan Hujan Kawasan

Hujan kawasan dianalisis dengan metode Poligon Thiessen. Terdapat 6 Pos Curah Hujan (PCH) di sekitar DAS Ciloseh, yaitu Cisolok, Cimulu, Cikakasih, Tejakalapa, Cisayong, dan Cigede. Masing-masing PCH tersebut berpengaruh pada DAS Ciloseh. Pola hujan memperlihatkan terdapat 2 musim di DAS Ciloseh, yaitu musim hujan dan musim kemarau. Musim hujan terjadi pada bulan November sampai Mei, dan selebihnya musim kemarau. Curah hujan 80% setengah bulanan maksimum di bulan Maret dan Desember, yaitu mencapai 160 mm.

Evaporasi (ET0)

Lama penyinaran matahari mengalami peningkatan pada bulan Mei sampai Oktober, peningkatan ini akan membuat suhu udara menjadi panas dan mempengaruhi kecepatannya yang ada di daerah sekitar DAS Ciloseh. Lama penyinarannya yang tinggi membuat persentase kelembaban udara menjadi rendah atau dengan kata lain udara menjadi kering, hal ini memicu peningkatan laju evapotranspirasi. Laju evapotranspirasi yang tinggi dapat memicu peningkatan penguapan air ke atmosfer. Uap air ini menjadi bagian penting dalam pembentukan awan dan proses kondensasi yang membentuk curah hujan.



Gambar 3. Grafik Evaporasi Potensial dan Curah Hujan dengan Probabilitas 80%

Pemodelan Debit Menggunakan F. J. Mock

Prinsip metode Model FJ Mock menyatakan hujan yang jatuh pada daerah tangkapan air, sebagian akan hilang akibat evapotranspirasi, sebagian akan langsung menjadi *direct runoff* dan sebagian lagi akan masuk ke dalam tanah atau terjadi infiltrasi [6]. Infiltrasi ini semula akan menjenuhkan permukaan tanah, kemudian terjadi perkolasi ke air tanah dan akan keluar sebagai base flow [15]. Hal ini terdapat keseimbangan antara air hujan yang jatuh dengan evapotranspirasi, *direct runoff* dan infiltrasi, dimana infiltrasi ini kemudian berupa *soil moisture* dan *ground water discharge*.

Luas DAS Ciloseh 7612.8 ha, tutupan lahan di dominasi oleh area sawah sebesar 42% dari luas DAS, terdapat badan air seluar 11.4 ha atau 0.15% dari luas DAS. Detail tata guna lahan DAS Ciloseh

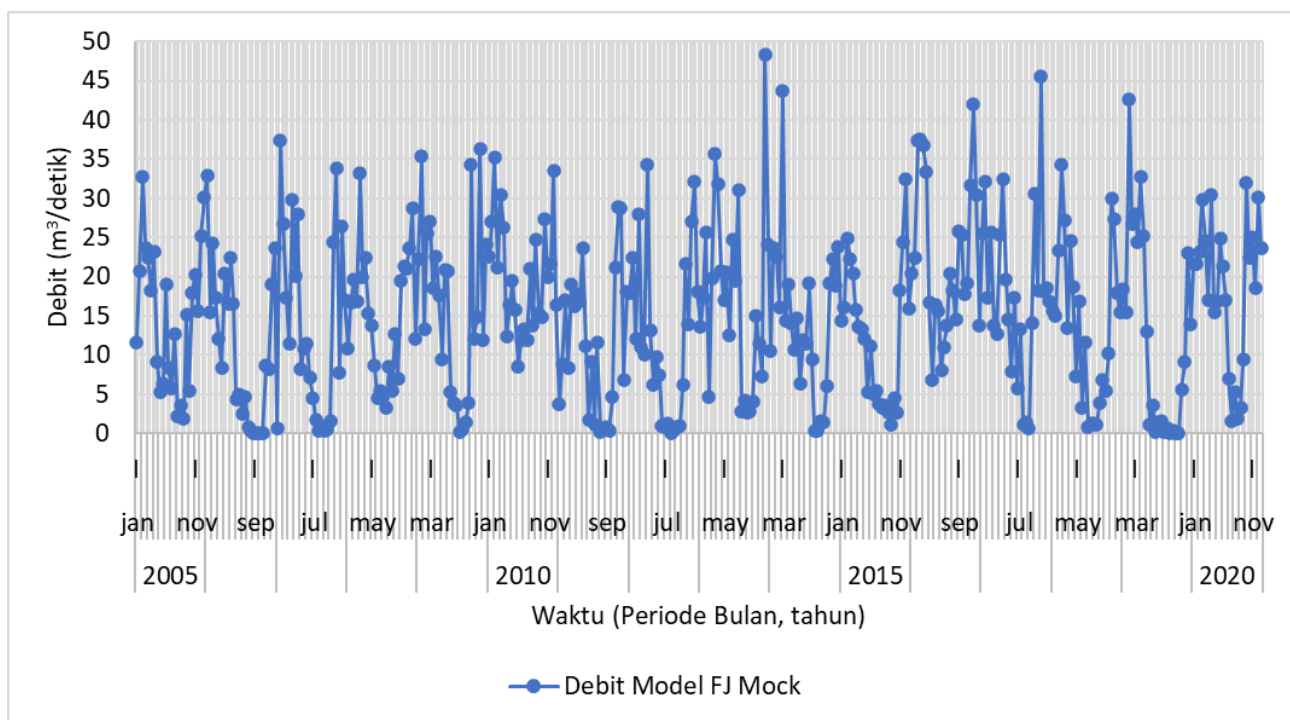
disajikan pada Tabel 2. Jenis tanah di DAS Ciloseh terdiri dari *Typic Dystrudepts*, *Typic Hapludands*, dan *Andic Dystrudepts*. Tekstur tanah ini banyak mengandung liat, bahan organik, pasir hingga batu, hingga bahan abu vulkanik. Kondisi ini diperkirakan akibat erupsi dari Gunung Galunggung.

Tabel 2. Tata Guna Lahan DAS Ciloseh

No.	Tutupan Lahan	Luas (ha)	Presentase
1	Badan Air	11.4	0.15
2	Hutan Sekunder	150.2	1.97
3	Hutan Tanaman	2105.7	27.66
4	Lahan Terbuka	125.0	1.64
5	Pemukiman Pertanian Lahan	645.5	8.48
6	Kering	1366.7	17.95

7	Sawah	3208.3	42.14
Jumlah		7612.8	100

Kondisi DAS di atas menentukan parameter Model FJ Mock untuk penentuan debit di DAS Ciloseh. Curah Hujan, Hari Hujan, Evapotranspirasi, dan Luas Lahan. Dengan memperhitungkan *water balance*, *water surplus*, sehingga didapat nilai debit. Hasil analisis Debit andalan (Q80%) DAS Ciloseh disajikan pada Gambar 4. Debit maksimum yang dihasilkan dari model FJ Mock adalah 48.3 m³/detik dan debit minimum pada periode tertentu didapatkan 0.0 m³/detik. Kondisi sangat tergantung inputan hujan di DAS, jika inputan hujan tinggi dengan berturut-turut beberapa periode, akan mengakibatkan debit akan besar, sebaliknya, jika curah hujan kecil akan mengakibatkan debit kecil [12].



Gambar 4. Grafik Data Debit dari Hasil Pemodelan Menggunakan F. J. Mock

Bangkitan Debit Thomas Fiering

Pembangkitan data dilakukan dengan membangkitkan data debit selama periode tahun 2005-2020, dengan menggunakan bantuan *Software Ms. Excel* dapat ditentukan prediksi debit sampai 100 tahun yang akan datang. Pembangkitan data diharapkan akan menghasilkan data yang

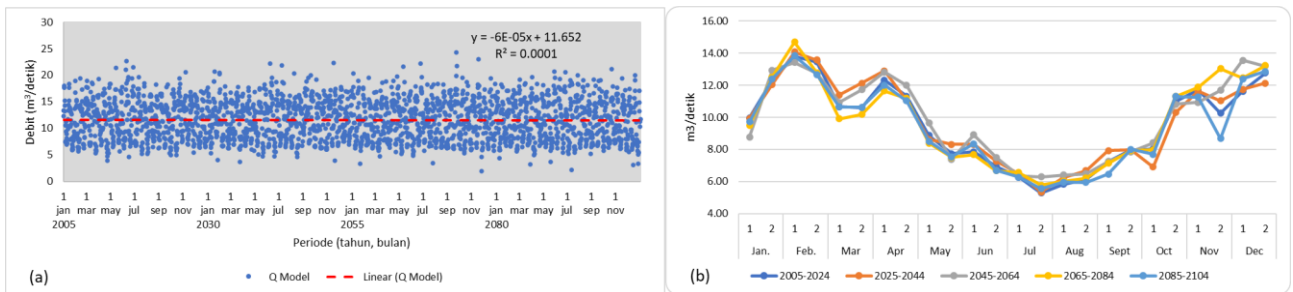
mempunyai rangkaian data dengan sifat-sifat statistik yang hampir sama dengan data historisnya. Analisis perhitungan debit bangkitan disajikan pada Gambar 5 (a). Hasil diperlihatkan bahwa data debit berfluktuatif mengikuti pola debit bulan dan tahun sebelumnya. Hal ini disebabkan oleh pada pemodelan Thomas Fiering menggunakan series data korelasi dan rerata debit

bulan dan tahun sebelumnya [16].

Debit Andalan

Hitungan debit andalan 100 tahun menggunakan rumus Weibull disajikan menjadi 5 data series dimana tiap seriesnya terdiri dari 20 tahun data debit, hasil hitungan disajikan pada Gambar 5 (b). Hasil hitungan debit andalan didapat nilai debit andalan terendah tercatat pada series tahun ke 1 (2005-2024) di Bulan Juli 2 yaitu senilai 5,3 m³/det, sedangkan nilai debit andalan tertinggi tercatat pada series tahun ke 4 di Bulan Februari 1

yaitu senilai 14,7 m³/det. *Trend* yang terjadi dari hasil hitungan debit andalan di atas tidak terdapat perubahan nilai debit yang signifikan di tiap series tahunnya. Kondisi lahan DAS dengan dominan sawah dan hutan tanaman, DAS Ciloseh mampu memproduksi debit andalan 0.70 – 1.9 liter/detik/ha. Semakin tinggi tutupan lahan berupa kawasan hutan semakin andal DAS tersebut untuk mempertahankan fluktuatif debit [17].



Gambar 5. (a) Hasil Bangkitan Debit Grafik dan (b) Debit Andalan Per-20 tahun

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

DAS Ciloseh mempunyai luas 63,716 km dengan panjang sungai utama sepanjang 1.837 km dan total panjang sungai 216.069 km dengan tutupan lahan meliputi: Hutan Sekunder, Hutan Tanaman, Pemukiman, Lahan Terbuka, Pertanian Lahan Kering, Sawah, Hutan Sekunder, Air. Nilai Debit andalan dengan keandalan 80% yang dimodelkan dengan metode F.J. Mock kemudian dihasilkan untuk 100 tahun berikutnya, didapat nilai debit andalan terkecil 5,30 m³/s dan nilai debit andalan terbesar 14,70 m³/s.

Saran

Hasil model debit FJ Mock dan Thomas Fiering sebaiknya diuji validasi menggunakan data observasi dengan menyediakan AWLR dan PCH otomatis di DAS. Hal tersebut diperlukan agar model tersebut digunakan pada DAS yang lain yang mempunyai karakteristik yang sama.

DAFTAR PUSTAKA

[1] P. Irawan, W. G. Prakoso, and R. S. Wasposito, "River Capacity for Sectoral Water Pollution Loads (Case Study:

Cilamajang River) City of Tasikmalaya," *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 477, no. 1, 2020.

[2] H. Irvani and M. Bisri, "Studi optimasi pola operasi Waduk Sutami akibat perubahan iklim," *Jurnal Teknik Pengairan: Journal of Water Resources Engineering*, vol. 4, no. 2, 2013.

[3] E. S. Batas, Y. Wijayanti, and L. M. Kesuma, "Assessing Agricultural Water Reliability in Jetis Irrigation Area Using the FJ Mock Hydrological Model," in *E3S Web of Conferences*, 2023, vol. 426, p. 01023: EDP Sciences.

[4] S. Hariany, D. Despa, and G. F. Nama, "Analisis Debit Andalan DAS Way Andeng Menggunakan Data Satelit TRMM," *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, vol. 9, no. 3, 2021.

[5] P. Irawan, Hendra, J. Ikhsan, S. Atmaja, and N. K. Sari, "Analisis dan Pemetaan Isohyet Curah Hujan Berbagai Periode Ulang Tahun (PUH) Das Citanduy Hulu," *Akselerasi*, vol. 2, no. 1, 2020.

- [6] T. W. Sudinda, "Penentuan Debit Andalan Dengan Metoda FJ Mock di Daerah Aliran Sungai Cisadane," *Jurnal Air Indonesia*, vol. 11, no. 1, 2019.
- [7] S. Wahyuni, D. R. Kendarto, and N. Bafdal, "Perbandingan Evapotranspirasi Potensial Untuk Tanaman Jagung Manis (*Zea Mays L.*) pada Sistem Pemanenan Air Limpasan di Lahan Kering Ciparanje," in *Prosiding Seminar Nasional Fakultas Pertanian UNS*, 2019, vol. 3, no. 1, pp. A. 39-46.
- [8] G. Idfi, "Pengembangan Peta Evapotranspirasi Wilayah Malang Raya dengan Sistem Informasi Geografis," *Jurnal Teknik Sipil*, vol. 10, no. 1, pp. 1-8, 2021.
- [9] L. Lindawati, P. Irawan, and R. Nursani, "Evaluasi Sistem Drainase dalam Upaya Penggulangan Banjir di Jalan AH Nasution Kota Tasikmalaya Menggunakan Program EPA SWMM 5.1," *Jurnal Siliwangi Seri Sains dan Teknologi*, vol. 7, no. 2, 2021.
- [10] A. K. Hidayat, P. Irawan, S. Atmadja, and N. K. Sari, "Analisis dan Pemetaan Limpasan Permukaan di DAS Citanduy Hulu dengan Metode SCSN," *Rona Teknik Pertanian*, vol. 14, no. 1, pp. 73-86, 2021.
- [11] P. Irawan, N. K. Sari, A. K. Hidayat, R. Nursani, and H. Hendra, "Bandingan HSS Snyder-Alexeyev, Nakayasu dan Gamma 1 pada Analisis Banjir Sub-DAS Ciliung untuk Perencanaan Bangunan Air," *Jurnal Siliwangi Seri Sains dan Teknologi*, vol. 6, no. 1, 2020.
- [12] D. Chandrasasi, L. M. Limantara, and R. W. Juni, "Analysis using the FJ Mock Method for calculation of water balance in the Upper Konto Sub-Watershed," in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2020, vol. 437, no. 1, p. 012019: IOP Publishing.
- [13] Q. Cui, X. Wang, C. Li, Y. Cai, and P. Liang, "Improved Thomas-Fiering and wavelet neural network models for cumulative errors reduction in reservoir inflow forecast," *Journal of hydro-environment research*, vol. 13, pp. 134-143, 2016.
- [14] B. D. A. Nugroho and S. S. Arif, "Pembaharuan Konsep Prediksi Debit Andalan untuk Operasi Dan Pemeliharaan Irigasi Modern," *Jurnal Irigasi*, vol. 14, no. 1, pp. 25-32, 2019.
- [15] P. A. Setiadi, Y. Wijayanti, and C. Cahyono, "FJ. Mock Method for Hydrological model in Water Reliability Study at Jatiluhur Estate, Purwakarta," in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2022, vol. 998, no. 1, p. 012003: IOP Publishing.
- [16] S. Priyanka, S. Bhakar, and P. Singh, "Performance of Thomas Fiering model for generating synthetic streamflow of Jakhm river," vol. 18, no. 1, pp. 325-330, 2018.
- [17] C. Asdak and S. Supian, "Watershed management strategies for flood mitigation: A case study of Jakarta's flooding," *Weather climate extremes*, vol. 21, pp. 117-122, 2018.