



Terbit *online* pada laman web jurnal :
<https://ejournal.sttp-yds.ac.id/index.php/js/index>

SAINSTEK
(e-Journal)

| ISSN (Print) 2337-6910 | ISSN (Online) 2460-1039 |



Analisis Ketersediaan Air pada Sub DAS menggunakan Pendekatan *F.J Mock* (Studi Kasus : Sub DAS Tapung Kiri)

Monica Hilda^a

^aUniversitas Riau, Kampus Bina Widya, Jl HR Soebrantas KM 12,5, Pekanbaru 28293, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Sejarah Artikel:

Diterima Redaksi: 25 November 2021

Revisi Akhir: 29 Juni 2022

Diterbitkan *Online*: 30 Juni 2022

KATA KUNCI

Ketersediaan Air,

Pendekatan F.J Mock

KORESPONDENSI

Telepon: 0852 6110 2403

E-mail: hildamonica7109@grad.unri.ac.id

ABSTRACT

Air merupakan sumber daya alam yang sangat diperlukan oleh manusia sepanjang masa dan menjadi bagian hidup dari kebutuhan dasar manusia yang sangat penting. Semua kegiatan kehidupan manusia dari kebutuhan pangan hingga pertumbuhan industri memerlukan air dengan jumlah yang cukup dan dengan kualitas sesuai dengan kebutuhannya. Masalah utamanya ialah bertambah dan meningkatnya jumlah penduduk saat ini telah mencapai 101.524 Jiwa bersumber dari Badan Pusat Statistik (BPS) Kecamatan Tapung Tahun 2021. Diproyeksikan, jumlah ini akan meningkat setiap tahunnya berkisar 3-4% sebagai konsekuensi logisnya akan terjadi peningkatan konsumsi kebutuhan air. Tujuan penelitian adalah menguji keandalan F.J Mock pada tahap kalibrasi, verifikasi dan simulasi model untuk keperluan analisis ketersediaan air di Sub DAS Tapung Kiri. Metode pendekatan ini adalah menggunakan metode F.J Mock menganalisis data curah hujan, evapotranspirasi, dan karakteristik hidrologi daerah pengaliran sungai. Berdasarkan hasil dan pembahasan, diperoleh nilai evapotranspirasi terbatas (Et) pada Sub DAS Tapung Kiri sebesar 64,81 mm/bln.

1. PENDAHULUAN

Sumber daya air saat ini dan masa depan sangat bervariasi karena pertumbuhan populasi, perubahan penggunaan lahan, pembangunan sosial ekonomi yang intensif, dan pemanasan iklim. Permasalahan mendasar terkait ketersediaan air akan sangat berbeda pada setiap lokasi, dimana hal tersebut sangat tergantung dengan kondisi hidrologi masing-masing lokasi. Selanjutnya dengan menggunakan pendekatan distribusi peluang, karena ketersediaan air mengandung unsur variabilitas ruang (*spatial variability*) dan variabilitas waktu (*temporal variability*) yang sangat tinggi. Oleh karena itu, analisis kuantitatif dan kualitatif harus dilakukan secara cermat mungkin agar dapat dihasilkan informasi yang akurat untuk perencanaan dan pengelolaan sumber daya air.

Bersumber dari Bappenas (2006), salah satu metode pendekatan model hujan-debit yang lazim diterapkan di Indonesia adalah metode Mock yang dibangun berdasarkan kondisi klimatologi Indonesia karena penerapannya mudah dan jenis data yang digunakan relatif lebih sedikit seperti data curah hujan, data klimatologi dan data topografi DAS daerah yang ditinjau. Model ini sebagai program bantu alternatif yang baik untuk penilaian DAS secara cepat menggunakan parameter hidrologis sebagai bagian dari pemantauan dan evaluasi, terutama di daerah dengan data hidrologis terbatas.

Tujuan penelitian adalah menguji keandalan Metode *F.J Mock* pada tahap kalibrasi, verifikasi dan simulasi untuk

keperluan analisis ketersediaan air di Sub DAS Tapung Kiri.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Siklus Hidrologi

Siklus hidrologi adalah suatu rangkaian proses yang terjadi dengan air yang terdiri dari penguapan, presipitasi, infiltrasi, dan pengaliran keluar atau (*outflow*). Air menguap ke udara dari permukaan tanah dan laut, penguapan dari daratan terdiri dari evaporasi dan transpirasi. Evaporasi merupakan proses menguapnya air dari permukaan tanah, sedangkan transpirasi adalah proses menguapnya air dari tanaman. Uap yang dihasilkan mengalami kondensasi dan dipadatkan membentuk awan-awan yang nantinya dapat kembali menjadi air dan turun sebagai presipitasi. Sebelum di permukaan bumi presipitasi tersebut sebagian langsung menguap ke udara, sebagian tertahan oleh tumbuh-tumbuhan (*intersepsi*) dan sebagian lagi mencapai permukaan tanah.

2.2 Model Hidrologi

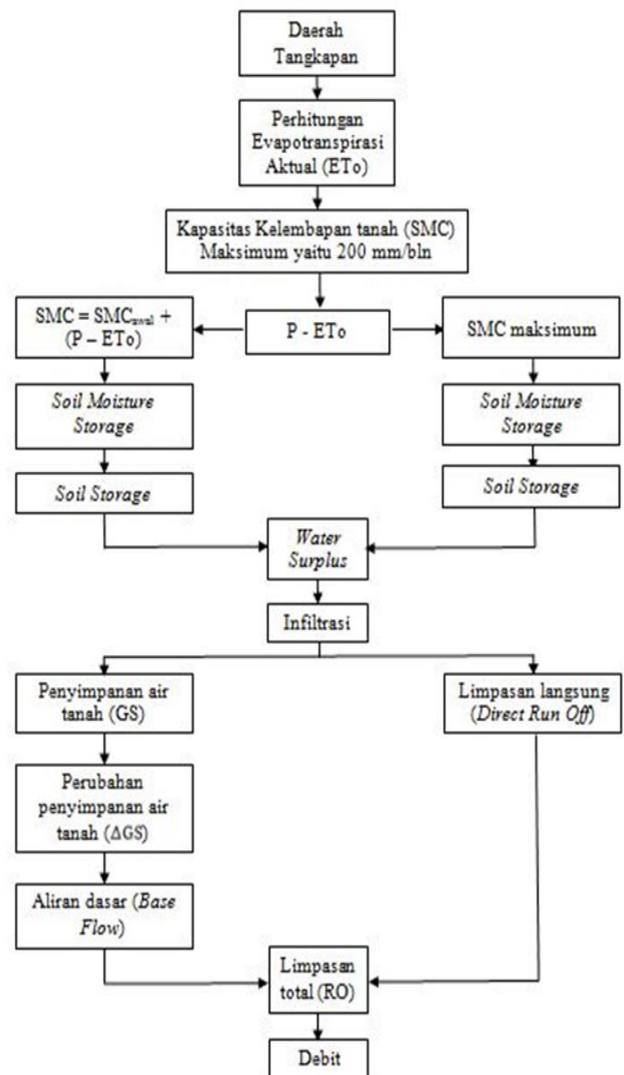
Salah satu cara untuk memodelkan siklus hidrologi adalah dengan pendekatan sistem. Suatu sistem didefinisikan sebagai satu kesatuan hubungan dari berbagai komponen yang akan membentuk keseluruhan. Siklus hidrologi, misalnya dapat dianggap sebagai suatu sistem yang komponennya berupa hujan (*precipitation*), penguapan (*evaporation*), aliran permukaan (*run-off*), dan fase lainnya dari siklus hidrologi. Beberapa fase dari siklus hidrologi dapat dikelompokkan menjadi subsistem. siklus hidrologi dianggap sebagai suatu sistem yang dapat dibagi menjadi tiga subsistem yaitu: a) Sistem air atmosfer (*atmospheric water system*), b) Sistem air permukaan (*surface water system*), dan c) Aliran air tanah (*subsurface water system*).

2.3 Konsep Pemodelan Hidrologi

Menurut Indarto (2010), fenomena hidrologi sangatlah kompleks, dan mungkin sulit untuk dapat dipahami seluruhnya. Untuk dapat memahami fenomena yang ada di alam, kita membutuhkan suatu abstraksi (penyederhanaan). Demikian juga untuk memahami siklus hidrologi kita membutuhkan penyederhanaan dari fenomena tersebut. Penyederhanaan yang dimaksud di sini adalah menempatkan fenomena tersebut ke dalam suatu model. Dengan kata lain, model adalah suatu perkiraan atau penyederhanaan dari realitas yang sebenarnya.

2.4 Model F.J Mock

Dengan metode *Water Balance* dari Dr. F.J Mock dapat diperoleh suatu estimasi empiris untuk mendapatkan debit aliran. Metode ini didasarkan pada parameter data hujan, evapotranspirasi dan karakteristik DAS setempat. Untuk mendapatkan debit bulanan, pada pertimbangan hidrologi daerah irigasi digunakan metode Dr. F.J. Mock. Untuk lebih mudah dimengerti proses perhitungan dengan menggunakan Metode F.J. Mock dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Perhitungan Metode F.J. Mock

3. METODOLOGI

3.1 Parameter Kalibrasi dan Verifikasi Model Mock

Model dapat dikatakan teliti jika terdapat hubungan yang tinggi antara debit terukur dengan debit simulasi, parameter yang digunakan untuk menguji ketelitian adalah koefisien korelasi (R) dan *volume error* (VE).

Untuk persamaan matematik (R) dan (VE) adalah sebagai berikut. =

$$R = \frac{\sqrt{(Dt^2 - D^2)}}{Dt^2} \tag{1}$$

Keterangan:

- R : Koefisien korelasi
- Dt² : Total (Qobs – Qobs rerata)²
- D² : Total (Qobs – Qsim)

$$VE = \left| \frac{\sum_{i=1}^N Q_{obs} - \sum_{i=1}^N Q_{sim}}{\sum_{i=1}^N Q_{obs}} \right| \tag{2}$$

Keterangan:

- VE : Volume Error (%)
- Qobs : Debit observasi (m³/det)
- Qsim : Debit simulasi (m³/det)
- N : Jumlah data.

3.2 Water Surplus

Water Surplus secara langsung berpengaruh pada infiltrasi / perkolasi dan total *run-off* yang merupakan komponen dari debit. Persamaan Water Surplus (WS) adalah sebagai berikut:

$$WS = (P - Ea) + SS \tag{3}$$

Keterangan :

- WS = kelebihan air, mm/bulan
- P = curah hujan bulanan, mm/bulan
- Ea = evapotranspirasi aktual, mm/bulan

Water Surplus adalah air permukaan *run-off* dan *infiltrasi*. Soil moisture storage (SMS) terdiri dari soil moisture capacity (SMC), zona dari infiltrasi, limpasan permukaan dan soil storage. Besarnya Soil moisture storage (SMS) untuk masing-masing wilayah tergantung pada jenis tanaman, tutupan lahan (*land cover*) dan jenis tanah. Dalam *Mock*, SMS dihitung sebagai berikut:

$$SMS = ISMS + (P - Ea) \tag{4}$$

3.3 Kapasitas Kelembaban Tanah (SMC)

Soil Moisture Capacity adalah kapasitas kandungan air pada lapisan tanah permukaan (*surface soil*) per m². Besarnya SMC untuk perhitungan ketersediaan air ini diperkirakan berdasarkan kondisi porositas lapisan tanah permukaan dari DPS. Semakin besar porositas tanah akan semakin besar pula SMC yang ada. Dalam perhitungan ini nilai SMC diambil antara 50 mm sampai dengan 200 mm. Persamaan yang digunakan untuk besarnya kapasitas kelembaban tanah adalah:

$$SMS = ISMS + P - E_{actual} \tag{5}$$

$$WS = ISMS + P - E_{actual} - SMS \tag{6}$$

Keterangan:

- E_{actual} = evapotranspirasi aktual, mm/bulan
- SMS = simpanan kelembapan tanah, mm/bulan
- ISMS = kelembaban tanah awal, mm/bulan
- P = curah hujan bulanan, mm/bulan
- WS = kelebihan air, mm/bulan

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

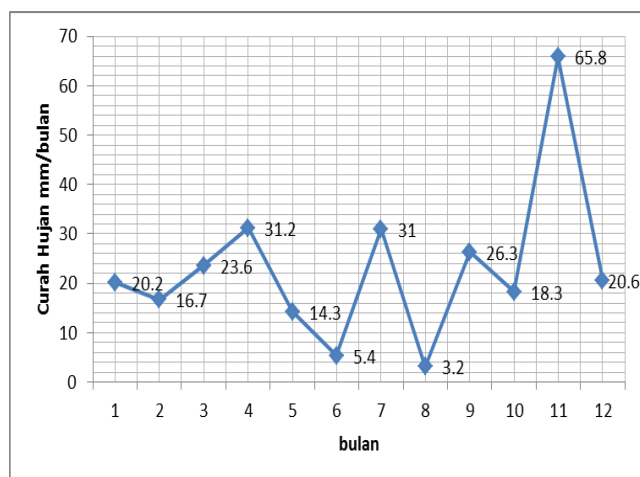
4.1. Analisis Curah Hujan

Pada penelitian ini, sumber air yang digunakan berasal dari Daerah Aliran Sungai Indragiri. Analisa curah hujan dilakukan menggunakan Metode Aljabar yang terdiri 1 stasiun curah hujan, yaitu Stasiun BMKG Kampar dengan periode 10 tahun (2011-2020). Adapun luas *chatham* area untuk penelitian ini sebesar 1716 km². Data curah hujan rata-rata kemudian dianalisa dan diambil curah hujan maksimum rata-rata pada setiap pengamatan yaitu setiap tahun. Dari data hasil analisa tersebut dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Curah Hujan Rata-rata

Tahun	Curah Hujan Rata-rata					
	Jan Jul	Feb Agu	Mar Sep	Apr Okt	Mei Nov	Jun Des
2011	7,35 0,84 11,16	3,18 7,42	3,84 10,40	10,90 8,29	3,29 10,77	2,20
2012	2,15 8,86	8,80 4,00	10,66 6,33	7,48 7,77	5,89 14,68	4,92 8,16
2013	3,96 4,32 20,06	12,14 6,49	11,03 5,25	6,14 15,56	4,36 13,10	1,87
2014	8,32 6,14	0,68 4,04	5,55 5,15	12,07 11,55	7,62 11,58	4,17 9,67
2015	5,29 0,47	0,49 9,72	10,65 2,00	4,49 1,85	4,95 13,01	3,27 9,12
2016	9,50 8,80	6,65 1,41	5,74 9,13	10,33 4,75	7,85 17,13	3,50 5,84
2017	10,85 10,77 13,74	10,80 3,84 7,67	13,68 4,78	12,87 0,93	12,11 6,50	
2018	5,47 4,04 16,95	4,23 3,47	7,85 3,70	5,37 9,43	7,01 11,18	9,71
2019	22,1 21,80 34,30	7,1 4,70 35,60	2,80 9,00	24,00 15,20	18,10 30,60	
2020	20,2 31	16,7 3,2	23,6 26,3	31,2 18,3	14,3 65,8	5,4 20,6

Sumber : BMKG Stasiun Klimatologi Kampar, 2021



Gambar 1. Rata-rata Curah Hujan Bulanan (mm/bulan).

Berdasarkan **Gambar 1** dapat dilihat bahwa setiap bulannya selalu ada perubahan terhadap curah hujan yang jatuh ke permukaan bumi. Pada curah hujan tahun 2011-2020 memiliki perubahan yang cukup signifikan dikarenakan adanya tengah bulanan yang tidak terjadinya hujan. Data masukan curah hujan sangat berpengaruh untuk menghitung ketersediaan air.

4.2 Analisis Evapotranspirasi

4.2.1 Analisis Evapotranspirasi Potensial (ET_o)

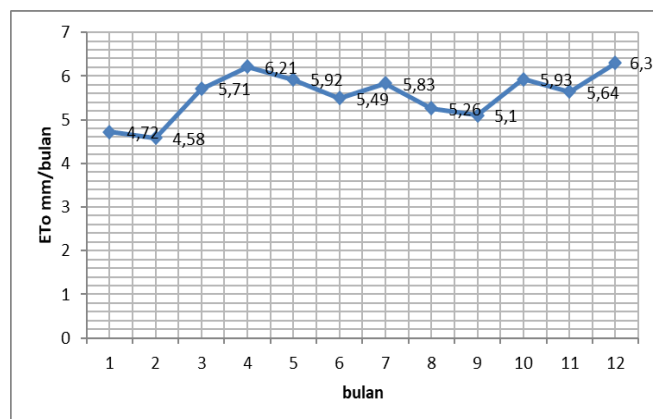
Perhitungan evapotranspirasi menggunakan metode Penman-Monteith berdasarkan pada klimatologi selama 10 tahun dimulai tahun 2011 hingga tahun 2020. Analisis *evapotranspirasi potensial* (ET_o) diperlukan dalam perhitungan ketersediaan air. Berdasarkan data klimatologi dari BMKG Kampar yang telah dianalisis di atas, maka dapat dihitung besarnya *evapotranspirasi Potensial* (ET_o) menggunakan pendekatan program bantu CROPWAT 8.0.

4.3 Perhitungan Evapotranspirasi Potensial (ET_o) Sub DAS Tapung Kiri 2020

Month	Min Temp	Max Temp	Humidity	Wind	Sun	Rad	ET _o
	°C	°C	%	km/day	hours	MJ/m ² /day	mm/day
January	22.0	31.8	0	108	3.7	14.6	4.72
February	21.7	32.7	0	97	3.6	14.9	4.58
March	22.3	32.8	0	139	4.9	17.2	5.71
April	22.2	32.8	0	166	4.9	16.7	6.21
May	22.4	33.3	0	160	4.1	14.7	5.92
June	22.4	32.3	0	147	4.9	15.3	5.49
July	21.4	32.1	0	163	5.5	16.3	5.83
August	23.0	32.8	0	127	5.8	17.6	5.26
September	23.0	32.8	0	117	3.7	15.0	5.10
October	22.9	32.6	0	152	4.0	15.5	5.93
November	21.0	32.9	0	146	3.5	14.3	5.64
December	22.5	31.9	0	179	4.1	14.9	6.30
Average	22.2	32.6	0	142	4.4	15.6	5.56

Gambar 2. Perhitungan Evapotranspirasi Potensial (ET_o) Sub DAS Tapung Kiri 2020

Kemudian didapat nilai evapotranspirasi seperti pada **Gambar 3**.



Gambar 3. Hasil Perhitungan Evapotranspirasi dengan Metode Penman (mm/bulan).

Berdasarkan **Gambar 3** dapat dilihat besarnya penguapan yang terjadi mengalami perubahan dari bulan ke bulan yang masih relatif stabil. Penguapan paling besar terjadi pada bulan Desember dan penguapan paling kecil terjadi pada bulan Februari. Pada proses evapotranspirasi tinggi dan rendahnya evapotranspirasi disebabkan oleh beberapa faktor klimatologi, diantaranya adalah kelembapan, suhu udara, lama penyinaran matahari, dan kecepatan angin.

4.4 Analisis Ketersediaan Air

Untuk menentukan nilai ketersediaan air pada Sub DAS Tapung Kiri, digunakan hasil perhitungan debit air pada Pantai Cermin dengan gunakan Metode *F. J. Mock*. Data yang menjadi parameter dalam menghitung debit air antara lain:

1. Data curah hujan bulanan rata rata.
2. Data evapotranspirasi potensial.

Menghitung debit air sungai pada bulan yang lain, digunakan cara yang sama seperti contoh diatas dan dapat dilihat pada tabel rekapitulasi hasil perhitungan debit air pada **Tabel 3**.

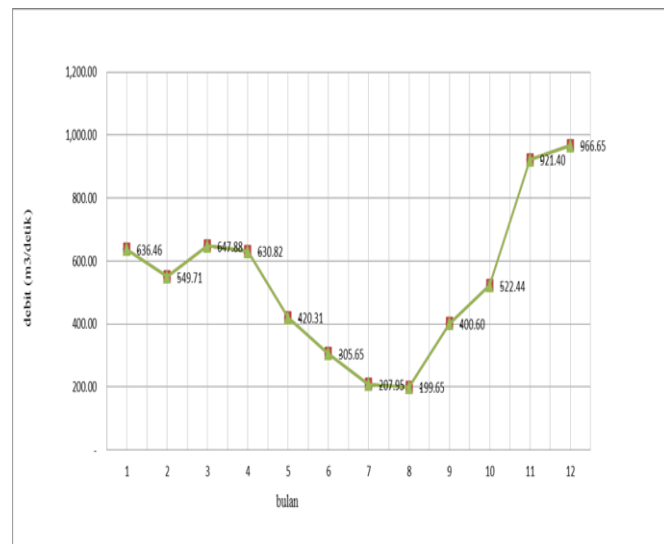
Tabel 3. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Debit Air

	Jan Jul	Feb Agt	Mar Sept	Apr Okt	Mei Nov	Jun Des
Jumlah hari dalam sebulan	31 31 30	30 31 31	31 31 31	28 31 31	31 30 30	30 31 31
P (mm)	20.2 31	16.7 3.2	23.6 26.3	31.2 18.3	14.3 65.8	5.4 20.6
PET (mm)	5.49 6.3	4.72 5.83	4.58 5.26	5.71 5.1	6.21 5.93	5.92 5.64
CF	1.35 0.60	0.65 0.90	0.55 1.00	0.55 1.35	0.50 1.33	0.55 1.30
AET (mm)	3.02 8.19	6.37 3.50	2.98 4.73	3.14 5.10	3.42 8.01	2.96 7.50
ER (mm)	13.83 27.50 12.41	13.72 -1.53	20.46 21.20	27.78 10.29	11.34 58.30	2.38
SM (mm)	181.52 257.21 308.01	195.24 284.71 308.01	215.70 283.18	243.49 304.38	254.83 308.01	
WS (mm)	15.48 0.09 14.30	12.12 -2.06	17.89 21.20	24.99 12.37	8.38 60.16	-
I (mm)	13.49 0.06 12.46	8.39 -1.79	12.38 18.47	17.29 10.78	5.80 52.41	-
GWS (mm)	15.63 17.21	27.03 47.91	19.81 33.30	19.19 8.82	22.57 18.26	
BSF (mm)	12.73 11.82	20.29 21.71	15.61 9.37 27.07	13.00 9.72	13.92 9.03	
DRO (mm)	-0.03 1.84	1.99 3.24	3.73 -0.27	5.51 2.73	7.70 1.59	2.58 7.75
TRO (mm)	15.31 13.42	22.28 29.46	19.34 28.91	18.51 9.45	21.61 11.76	
Qcal. (m3/s)	9.811 8.597	14.276 19.503	13.722 18.525	11.857 6.055	14.309 7.784	

Tabel 4. Hasil Perhitungan Debit Air Sub DAS Tapung Kiri 2020 (m3/s)

Tahun	Jan Jul	Feb Ags	Mar Sep	Apr Okt	Mei Nov	Jun Des
2011	82.6 31.1	67.4 37.8	139.9 125.5	92.2 108.4	36.3 96.4	40.3 94.6
2012	75.5 20.6 169.2	54 34.1	95.8 75.5	89.6 36.7	49.4 147.6	21.5
2013	63.3 37.3	119.7 36.7	81.3 45.3	116.4 97.1	73.2 151.3	55.5 168

2014	59.8 19.1 159.2	70.2 15.2	89.9 58.2	53.8 120.7	47.2 166.5	25.9
2015	87.3 8.7	38.2 12.6	49.8 9.2	59.7 13.5	44 35.1	39.8 97.6
2016	102.9 10.4	93.7 6	50.3 8.9	56.7 4.3	33.9 70.1	22.1 28.7
2017	23.1 40.2	35.1 28.6	72.1 50.3	79.5 47.9	80.1 111	36.7 93.4
2018	92.4 30.2 121.7	36.6 20.8	48.5 16.7	58.6 77.5	37.6 111	54
2019	35.29 2.27 15.73	21.09 1.79	8.43 3.22	10.02 7.74	8.80 12.90	4.70
2020	14.27 8.08 18.52	13.72 6.06	11.85 7.78	14.30 8.60	9.81 19.50	5.15



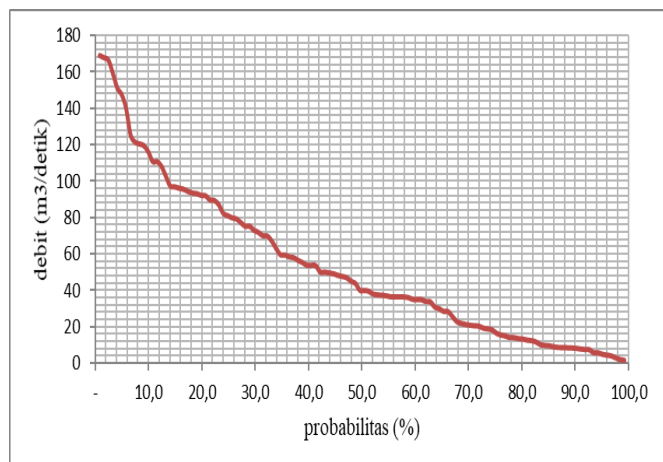
Gambar 4. Debit Air Rata-rata Bulanan Sub DAS Tapung Kiri Tahun 2011-2020 (m³/detik).

Dilihat pada **Gambar 4** Sub DAS Tapung Kiri memiliki debit rata-rata yang stabil hal ini dikarenakan faktor dari curah hujan, karena yang besar akan menghasilkan debit besar dan curah hujan yang relatif kecil menghasilkan debit yang kecil. Namun besarnya curah hujan tidak selamanya berpengaruh terhadap besarnya debit pada aliran air, hal ini dikarenakan adanya faktor-faktor lain yang dapat mempengaruhi besarnya debit tersebut (Nugroho, 2015).

4.5 Analisis Debit Andalan

Untuk menghitung debit andalan pada Sub DAS Tapung Kiri, yang digunakan adalah hasil perhitungan debit air Sub DAS Tapung Kiri tahun 2011-2020 dengan

menggunakan metode *F.J. Mock* dengan cara menentukan Q90.



Gambar 5. Debit Andalan DAS Tapung Kiri (m^3/detik).

Dilihat dari **Gambar 5** debit andalan Sub DAS Tapung Kiri sebesar $8,47 \text{ m}^3/\text{dt}$. Hasil ini didapat dari perhitungan debit aliran DAS yang diambil keandalannya 90%. Adapun 90% itu sendiri merupakan nilai probabilitas yang diperuntukan untuk kebutuhan air.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil dari analisis dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa:

- Diperoleh nilai debit andalan Sungai Tapung Kiri sebesar $6,37 \text{ m}^3/\text{dt}$ yang diperuntukan untuk PDAM Tapung Kiri.
- Diketahui debit rata-rata yang stabil hal ini dikarenakan faktor dari curah hujan, karena yang besar akan menghasilkan debit besar dan curah hujan yang relatif kecil menghasilkan debit yang kecil.

Berdasarkan hasil dari analisis dari penelitian ini dapat disarankan:

Dari analisis data yang telah dilakukan dan dari kesimpulan yang diperoleh, diperlukan adanya data debit yang terukur atau debit terkini yang secara langsung diukur saat melakukan penelitian ini agar dalam perkiraan debit aliran dengan menggunakan metode *F.J. Mock* dapat dilakukan proses kalibrasi dan parameter DAS sebagaimana mestinya.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Susana, Tjutju., (2003). *Air Sebagai Sumber Kehidupan*. Lembaga Ilmu Jakarta : Pengetahuan Indonesia (LIPI).

- [2] D. W. Pratiwi, R. Hadiani, and S. Suyanto, *Transformasi Hujan-Debit Berdasarkan Analisis Tank Model dan GR2M di DAS Dengkeng*, Pros. Semnastek, 2016.
- [3] Suprayogi, M. Fauzi, Bochari, and R. A. Handayani, *Prediksi Ketersediaan Air Sebuah Daerah Aliran Sungai*, J. Aptek, vol. 4, no. 2, pp. 89–96, 2012.
- [4] Fachrunnisa and M. Fauzi, *Perbandingan Debit Andalan Hasil Tank Model terhadap Debit Pengamatan Sungai Tapung Kiri Stasiun Tandun*, J. Tek., vol. 13, no. 2, pp. 177–185, 2019.
- [5] B. Suncaka, R. Hadiani, and A. H. Wahyudi, *Analisis Keandalan Metode Mock Dengan Data Hujan 5, 10, 15 Harian Dan 1 Bulanan*, e-Jurnal Matriks Tek. Sipil, vol. 1, no. 4, p. 480, 2013.
- [6] B. S. Pratiwi, *Studi Komparasi Debit Andalan Metode Flow Characteristic Dan Basic Year Di Daerah Aliran Sungai Lusi*, Jurnal Tek. Sipil dan Perenc., vol. 16, no. 1, pp. 51–58, 2014.
- [7] P. Barang, B. Web, and M. Pada, Bab 2 tinjauan pustaka dan dasar teori 2.1, pp. 3–6, 2015.
- [8] BMKG, Data Curah hujan, *BMKG*. 2021.
- [9] M. P. Larasati and A. T. Yussa, *Analisis Praktek Layanan PDAM (Perusahaan Daerah Air Minum) Tirta Siak Kota Pekanbaru serta Dampaknya terhadap Kepuasan Pelanggan*, PUBLIKA J. Ilmu Adm. Publik, vol. 2, no. 2, pp. 144–161, 2016.
- [10] Keputusan Menteri Pemukiman Dan Prasarana Wilayah No. 403/KPTS/M (2003). *Tentang Pedoman Teknis Pembangunan Rumah Sederhana Sehat*. Jakarta: Menteri Pemukiman Dan Prasarana Wilayah.
- [11] Peraturan Menteri Kesehatan No. 416/MEN.KES/PER/IX (1990). *tentang Syarat-Syarat Dan Pengawasan Kualitas Air*. Jakarta: Menteri Kesehatan Republik Indonesia.
- [12] Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 38 (2011). *tentang Sungai*. Jakarta: Menteri Hukum Dan Hak Asasi Manusia.
- [13] Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 43 (2008). *tentang Air Tanah*. Jakarta: Menteri Hukum Dan Hak Asasi Manusia.
- [14] SNI 6738. (2015). *Perhitungan Debit Andalan Sungai Dengan Kurva Durasi Debit*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- [15] SNI 03-0765. (2005). *Tatacara Pelaksanaan Sistem Plambing*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- [16] Soufyan, Takeo. (1993) *Perencanaan dan Pemeliharaan Sistem Plambing*. Jakarta: Pradnya Paramita.



Terbit *online* pada laman web jurnal :
<https://ejournal.sttp-yds.ac.id/index.php/js/index>

SAINSTEK
(e-Journal)

| ISSN (Print) 2337-6910 | ISSN (Online) 2460-1039 |

