

ANALISA DEBIT ANDALAN (STUDI KASUS PADA PLTM PARMONGAN II)

Tiurma Elita Saragi¹, Eben Oktavianus Zai², Estetika Zebua³

^{1,2,3}Fakultas Teknik Universitas HKBP Nommensen Medan

email: tiurmasaragih@uhn.ac.id¹, eben.zai@uhn.ac.id², estetika.zebua@student.uhn.ac.id³

ABSTRAK

Debit andalan (*Dependable flow*) adalah debit minimum sungai pada tingkat peluang tertentu yang dapat dipakai untuk keperluan penyediaan air. Perhitungan debit andalan dimaksudkan untuk mencari besarnya debit yang tersedia untuk kebutuhan air irigasi dengan resiko kegagalan yang telah diperhitungkan. Untuk menghitung ketersediaan air dan debit andalan pada DAS (Daerah Aliran Sungai) Sibundong, maka digunakan metode *F.J. Mock*. Data-data yang digunakan dalam perhitungan metode *F.J. Mock* adalah data curah hujan bulanan periode 10 tahun terakhir (2011-2021) dengan 3 (tiga) stasiun yaitu, stasiun Dolok Sanggul, stasiun Sijamapolang dan stasiun Sektor Aek Raja. Dari hasil perhitungan maka luasan DAS Sibundong sebesar 263,201 km² dan debit andalannya dengan probabilitas Q_{80} sebesar 7,89 m³/detik.

Kata Kunci : Sungai Sibundong, DAS (Daerah Aliran Sungai), Metode *F.J. Mock*, Debit Andalan

ABSTRACT

Dependable flow is the minimum river flow at a certain opportunity level that can be used for water supply purposes. The mainstay discharge calculation is intended to find the amount of available discharge for irrigation water needs with a calculated risk of failure. To calculate the availability of water and mainstay discharge in the Sibundong watershed, the F.J. method is used. Mock. The data used in the calculation of the F.J. Mock method is monthly rainfall data for the last 10 years (2011-2021) with 3 (three) stations namely, Dolok Sanggul station, Sijamapolang station and Aek Raja sector station. From the calculation results, the area of the Sibundong watershed is 263.201 km² and its flagship discharge with a probability of Q_{80} is 7.89 m³/second.

Keywords : Sibundong River, water availability, *F.J. Mock* method, Mainstay discharge.

PENDAHULUAN

Debit air irigasi Debit air irigasi adalah banyaknya air yang mengalir tiap satuan waktu yang dinyatakan dalam m³ per detik atau liter per detik. Pemenuhan kebutuhan air irigasi, perlu dibuat probabilitas debit berupa debit andalan yang menunjukkan bahwa ketersediaan air irigasi dapat menyamai atau melebihi kebutuhan air irigasi tersebut.

Debit andalan (*Dependable flow*) adalah debit minimum sungai pada tingkat peluang tertentu yang dapat dipakai untuk keperluan penyediaan air. Perhitungan debit andalan dimaksudkan untuk mencari besarnya debit yang tersedia untuk kebutuhan air irigasi dengan resiko kegagalan

yang telah diperhitungkan dengan kata lain debit andalan adalah besarnya debit yang tersedia untuk kebutuhan air irigasi dengan resiko kegagalan yang telah diperhitungkan.

Apabila ditetapkan debit andalan untuk keperluan PLTA 80 % maka resiko kegagalannya adalah 20 %, ini terjadi pada debit pengambilan lebih kecil dari pada debit yang diperhitungkan. (Nugroho Hadisusanto, 2010). Debit andalan merupakan debit yang diandalkan untuk suatu probabilitas tertentu. Probabilitas untuk debit andalan ini berbeda-beda. Untuk keperluan irigasi biasa digunakan probabilitas 80%. Untuk keperluan air minum dan industri tentu saja dituntut probabilitas yang lebih tinggi, yaitu 90% sampai dengan 95% (Soemarto, 1987).

Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTM) Parmonangan II berlokasi di Desa Manalu Dolok, Kecamatan Parmonangan, Tapanuli Utara, Sumatera Utara yang telah dimulai pada Tahun 2019. Adanya PLTM Parmonangan II ini bertujuan untuk dapat memberikan manfaat yang sangat luar biasa kepada masyarakat khususnya masyarakat Sumatera Utara, terutama terhadap penggunaan energy ramah lingkungan untuk menekan penggunaan bahan bakar fosil. Untuk itu, karena adanya PLTM Parmonangan II yang sudah beroperasi maka berdasarkan manfaat dan tujuan utama diatas, maka saya mengangkat Judul tentang “**Analisa Debit Andalan pada PLTM Parmonangan II**” untuk mengidentifikasi dan mengetahui besar dan kecilnya nilai debit andalan pada lokasi PLTM Parmonangan II.

Tujuan dalam penelitian ini adalah untuk menganalisis dan menentukan kondisi luasan dari Daerah Aliran Sungai Sibundong dan menentukan berapa nilai debit andalan pada PLTM Parmonangan II.

TINJAUAN PUSTAKA

1. Debit Andalan

Debit andalan adalah debit minimal sungai yang sudah ditentukan dan yang dapat di pakai untuk memenuhi kebutuhan air, dan yang dipakai sebagai persediaan air sungai pada daerah studi. Debit andalan pada umumnya di perlukan untuk perencanaan dalam pengembangan air irigasi, air baku dan pembangkit tenaga listrik tenaga air (PLTA), yaitu untuk menentukan perhitungan persediaan air. Agar mendapatkan perhitungan debit andalan yang baik, maka untuk itu sangat diperlukan data penatatan debit dengan waktu jangka panjang, hal ini untuk mengurangi agar tidak terjadinya penyimpangan data perhitungan yang terlalu besar. Pada perhitungan debit andalan pada umumnya dilakukan dengan cara mengitung debit rata-rata bulanan, setengah bulanan atau debit rata-rata sepuluh harian yang sudah di tetapkan berdasarkan pola operasi bendungan (Nugroho Hadisusanto 2010).

2. Metode F.J Mock

Metode ini dikembangkan untuk menghitung debit bulanan rata-rata. Pada dasarnya metode ini adalah hujan yang jatuh pada catchment area sebagian akan hilang sebagai evapotranspirasi, sebagian akan langsung menjadi aliran permukaan (*direct run off*) dan sebagian lagi akan masuk ke dalam tanah (infiltrasi). Dalam penelitian ini debit andalan merupakan debit yang memiliki probabilitas 80%. Debit dengan probabilitas 80% adalah debit yang memiliki kemungkinan terlampaui sebesar 80% dari 100% kejadian. Jumlah data minimum yang diperlukan untuk analisis adalah lima tahun dan pada umumnya untuk memperoleh nilai yang baik data yang digunakan hendaknya berjumlah 10 tahun data (Direktorat Jenderal Pengairan, 1986).

Pada tahun 1973, *Dr. F.J. Mock* telah memperkenalkan metode penghitungan aliran sungai dengan menggunakan data curah hujan, evapotranspirasi potensial, dan karakteristik hidrologi DAS untuk memprediksi besar debit sungai dengan interval waktu bulanan. Cara ini dikenal dengan nama model *Dr. Mock*.

Ketentuan perhitungan yang di perlukan dalam metode *Mock* adalah sebagai berikut: (Hesti, 2011).

1. Data meteorologi, yaitu (data curah hujan bulanan, dan data hari hujan)
2. Data klimatologi/iklim, yaitu (data suhu udara, kelembaban udara, kecepatan angin, dan penyinaran matahari)
3. Evapotranspirasi Aktual

$$Ea = Eto \times C$$

4. Keseimbangan air di permukaan tanah (ΔS)

- a. Air hujan yang mencapai permukaan tanah dapat dirumuskan sebagai berikut

$$\Delta S = R - Ea$$

Dimana :

ΔS = Keseimbangan air di permukaan tanah

R = Hujan Bulanan

Ea = Evapotranspirasi Aktual

Bila harga positif ($R > Ea$) maka air akan masuk ke dalam tanah bila kapasitas kelembaban tanah belum terpenuhi. Sebaliknya, jika kondisi kelembaban tanah sudah tercapai maka akan terjadi limpasan permukaan (*surface run off*). Bila harga tanah ΔS negative ($R < Ea$), air hujan tidak dapat masuk ke dalam tanah (infiltrasi) tetapi air tanah akan keluar dan tanah akan kekurangan air (defisit).

- Kandungan air tanah (SS)

Jika $R > Ea$, maka SS = 0

Jika $R < Ea$, maka SS = $\Delta S - PF$

- Limpasan badai (PF = 5%)
 Jika $\Delta S > 0$, maka PF = 0
 Jika $\Delta S < 0$, maka PF = R x 0,05

b. Kapasitas kelembaban air tanah (SMC)

Jika SS = 0 maka, kelembaban air tanah = 200

Jika SS \neq 0 maka, kapasitas kelembaban air tanah = kandungan air tanah

c. Kelebihan air (WS)

Water surplus di artikan 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.

Rumus *water surplus* adalah sebagai berikut: (Standar Perencanaan Irigasi KP 01:221)

$$W_s = R - E_a$$

Dimana:

WS = *Water surplus*

R = Presipitasi atau curah hujan

Ea = Evapotranspirasi aktual

5. Limpasan Dan Penyimpanan Air Tanah

Koefisien C didefinisikan sebagai nilai antara laju puncak aliran permukaan terhadap intensitas hujan. Faktor utama yang mempengaruhi nilai C adalah laju infiltrasi tanah, tanaman penutup tanah dan intensitas hujan (Arsyad, 2006). Faktor utama yang mempengaruhi koefisien adalah laju infiltrasi tanah, kemiringan lahan, tanaman penutup tanah, dan intensitas hujan. Selain itu juga tergantung pada sifat dan kondisi tanah, air tanah, derajat kepadatan tanah, porositas tanah, dan tingkat kejenuhan tanah (Suripin, 2004). Nilai koefisien limpasan berdasarkan SNI 03-2415-1991 dapat dilihat pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Koefisien Aliran Permukaan (C)

Jenis Daerah	Koefisien (C)
Daerah Perdagangan	
Kota	0.70 - 0.95
Sekitar Kota	0.50 - 0.70
Daerah Pemukiman	
Satu Rumah	0.30 - 0.50
Banyak Rumah, terpisah	0.40 - 0.50
Banyak Rumah, rapat	0.60 - 0.75
Pemukiman, pinggiran kota	0.25 - 0.40
Apartemen	0.50 - 0.70
Daerah Industri	
Ringan	0.50 - 0.80

Padat	0.60 - 0.90
Lapangan, kuburan dan sejenisnya	0.10 - 0.25
Halaman, jalan kereta api dan sejenisnya	0.20 - 0.35
Lahan tidak terpelihara	0.10 - 0.30

(Sumber: Badan Standardisasi Nasional, 1991)

a. Infiltrasi

Infiltrasi ditaksir berdasarkan kondisi porositas tanah dan kemiringan daerah pengaliran. Daya infiltrasi ditentukan oleh permukaan lapisan atas dari tanah. Misalnya kerikil mempunyai daya infiltrasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan tanah liat yang kedap air. Untuk lahan yang terjal dimana air sangat cepat menipis diatas permukaan tanah sehingga air tidak dapat sempat berinfiltrasi yang menyebabkan daya infiltrasi lebih kecil.

Rumusan dari infiltrasi adalah sebagai berikut :

$$I = i \times Ws$$

Faktor infiltrasi $i = 0,4$

b. Volume air tanah

$$G = 0,5 (1 + k) \times i$$

c. Penyimpanan volume air tanah

$$L = k \times 100$$

d. Total Volume penyimpanan air tanah

$$Vn = G + L$$

e. Perubahan volume aliran dalam tanah

$$\Delta Vn = Vn - 100$$

6. Limpasan Langsung

Limpasan langsung adalah limpasan permukaan adalah air yang mengalir di atas permukaan tanah baik sebagai aliran tipis di permukaan tanah atau sebagai aliran disaluran (Basak, 1999). Limpasan permukaan berasal dari *Water surplus* yang telah mengalami infiltrasi. Jadi *direct runoff* dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut : (Bappenas, 2006)

$$DRO = WS - I \text{ pers.15}$$

7. Aliran dasar sungai (*Base flow*)

Base flow adalah sebagian hujan yang terperkolasi ke dalam menembus lapisan tanah dan pada akhirnya akan mengisi saluran sungai. *Base flow* merupakan selisih antara infiltrasi dengan perubahan *groundwater storage*, dalam bentuk persamaan: (Bappenas, 2006).

$$BF = I - \Delta Vn$$

8. Total Limpasan (Ron)

$$\mathbf{Ron = BF + DRO}$$

9. Banyaknya air yang tersedia dari sumbernya

$$\mathbf{Qn = Ron \times A}$$

Dimana :

Qn = Banyaknya air yang tersedia dari sumbernya

A = Luas daerah tangkapan (*catchmen tarea*) km²

Neraca air metode *F.J. Mock* dirumuskan sebagai berikut :

$$\mathbf{Q = (Dro + Bf) A}$$

Dimana :

Q = Debit andalan (m³/dtk)

Dro = *Direct run off* (m³/dtk/km²)

Bf = *Base flow* (m³/dtk/km²)

A = *Catchment area* (km²)

Metode *F.J Mock* dirumuskan sebagai berikut: (Bappenas, 2006).

a. Presipitasi (Curah Hujan)

Presipitasi adalah curahan atau turunnya air dari atmosfer ke permukaan bumi dan laut dalam bentuk berbeda, yaitu curah hujan di daerah tropis dan curah hujan serta salju di daerah beriklim sedang Curah hujan rata-rata bulanan dapat di hitung dengan menggunakan metode rata-rata *Aritmatik (Aljabar)*, metode *Isohyet*, dan metode *Thiessen*.

b. Evapotranspirasi

Evapotranspirasi adalah merupakan penguapan yang terjadi dari permukaan yang bertanaman (*vegetated surface*). Nilai evapotranspirasi ini merupakan penjumlahan dari evaporasi (*evaporation*) dan transpirasi (*transpiration*) secara bersama-sama. Evapotranspirasi (Eto) dapat diartikan sebagai kehilangan air dari lahan dan permukaan air pada Daerah Aliran Sungai. Dalam menentukan besarnya nilai evapotranspirasi dapat digunakan metode atau rumus empiris seperti : Metode Radiasi, Metode *Penman*, Metode *Blaney-Criddle*, Metode *Thornthwaite*, dan Metode Panci Evaporasi.

Besarnya evapotranspirasi potensial (ET0) yang terjadi dipengaruhi oleh faktor-faktor meteorologi/iklim yaitu suhu udara, kelembaban udara, kecepatan angin, dan penyinaran matahari. Salah satu metode yang digunakan untuk menghitung besaran ET0 adalah Metode Modifikasi *Penman* (FAO) yang dapat dirumuskan sebagai berikut (Sudjarwadi, 1979) .

Penentuan harga evapotranspirasi aktual ditentukan berdasarkan persamaan berikut ini :

$$\mathbf{Eto = C.[W.Rn+(1-W).f(u).(ea-ed)]}$$

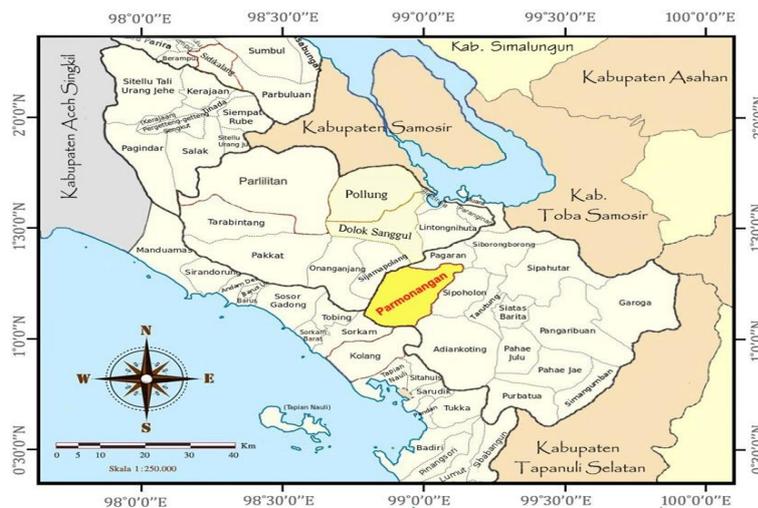
Dimana :

- Eto = Evapotranspirasi potensial (mm/hari)
- C = Faktor penyesuaian (perubahan siang dan malam)
- W = Faktor penimbang berdasarkan suhu udara
- Rn = Radiasi netto (mm/hari)
- (1-W) = Faktor temperatur dan ketinggian
- f(u) = Faktor kecepatan angin
- ea = Tekanan uap udara (mbar)
- ed = Tekanan uap jenuh (mbar)

METODE PENELITIAN

1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini adalah di PLTM Parmonangan II. Peninjauan lokasi penelitian ini bertujuan untuk menganalisa berapa debit andalan yang terendah atau terkecil di lokasi studi kasus PLTM Parmonangan II, lokasi tersebut dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1. Peta Lokasi PLTM Parmonangan II dengan titik koordinat $1^{\circ}6'57''$ Lintang Utara dan $98^{\circ}44'23''$ Bujur Timur.

Sumber : PT. Clean Energy

2. Data Dan Sumber Data

Penelitian ini membutuhkan data-data sebagai berikut :

Data Primer, adapun data primer yang digunakan adalah :

- a. Data curah hujan bulanan
- b. Data Curah hari hujan
- c. Data iklim. Data iklim meliputi data suhu udara, data kelembaban udara, data kecepatan angin dan data lama penyinaran matahari.

d. Data luas daerah aliran sungai (DAS), data ini bisa didapatkan dengan menggunakan *software Arcgis* dan *Global Mapper*

Data Sekunder, adapun data sekunder yang digunakan adalah data dari perusahaan terkait, dan data dari BMKG.

3. Meode Analisis Data

1. Data Curah Hujan

Data curah hujan yang digunakan dalam analisa ini adalah data curah hujan bulanan 10 tahun terakhir (2011-2021),

2. Analisa daerah aliran sungai adalah penentuan daerah yang merupakan area yang menangkap air hujan dan mengalirkannya ke sungai yang ditinjau.

3. Data Klimatologi

Untuk menghitung besarnya evapotranspirasi, dibutuhkan data-data klimatologi, yaitu : temperatur udara, kelembaban udara, lama penyinaran matahari dan kecepatan angin.

Evapotranpirasi potensial (ET₀) dihitung dengan Metode *Modifikasi Penman*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Analisa Daerah Aliran Sungai (DAS)

Pada penelitian ini, sumber air yang digunakan berasal dari Daerah Aliran Sungai Sibundong. Analisa curah hujan dilakukan menggunakan Metode *Polygon Thiessen* yang terdiri 3 stasiun curah hujan, yaitu Stasiun Dolok Sanggul (Humbang Hasundutan), dan Stasiun Sijamapolang (Humbang Hasundutan), dan Sektor Aek Raja (Tapanuli Utara) dengan periode 10 tahun (dari tahun 2011-2021). Dengan menggambar Polygon Thiessen pada Daerah Aliran Sungai Sibundong, maka akan memperoleh luas tangkapan hujan pada masing-masing stasiun curah hujan.

Tabel 4.1. Presentese Luas Wilayah Daerah Aliran Sungai Sibundong Setiap Stasiun Curah Hujan

No.	Stasiun Hujan	Luas (km ²)	Bobot (%)
1	Dolok Sanggul (Humbang Hasundutan)	121,386	46,11
2	Sijamapolang (Humbang Hasundutan)	62,471	23,74
3	Sektor Aek Raja (Tapanuli Utara)	79,344	30,15
4	Jumlah	263,201	100

Sumber data : Perusahaan PT.Clean Energy

Langkah-langkah perhitungan curah hujan kawasan menggunakan metode *Theissen* sebagai berikut :

Berdasarkan data yang diperoleh dari BMKG Sampali Deli Serdang pada tabel 3.1, tabel 3.2, dan tabel 3.3, curah hujan masing-masing stasiun bulan januari tahun 2011 adalah :

1. Stasiun Dolok Sanggul (Humbang Hasundutan), (P₁)= 201 mm/hari

2. Stasiun Sijamapolang (Humbang Hasundutan), (P_2) = 117 mm/hari
3. Stasiun Sektor Aek Raja (Tapanuli Utara), (P_3) = 225 mm/hari

Berdasarkan data yang diperoleh dari Perusahaan PT. *Clean Energy* pada tabel 4.1, luas area tangkapan hujan masing-masing stasiun adalah

1. Dolok Sanggul (Humbang Hasundutan), (A_1) = 121,386 km²
2. Sijamapolang (Humbang Hasundutan), (A_2) = 62,471 km²
3. Sektor Aek Raja (Tapanuli Utara), (A_3) = 79,344 km²

Dengan menggunakan rumus dari metode *Polygon Thiessen* pada persamaan 2.25, maka curah hujan area adalah sebagai berikut :

$$P = \frac{P_1 A_1 + P_2 A_2 + P_3 A_3}{A_1 + A_2 + A_3}$$

$$P = \frac{(201 \times 121,386) + (117 \times 62,471) + (225 \times 79,344)}{121,386 + 62,471 + 79,344}$$

$$P = \frac{49552,96}{263,201} = 188,30 \text{ mm/bulan}$$

Berdasarkan hasil perhitungan curah hujan kawasan pada bulan Januari -Desember, maka dapat dilihat rekapitulasi hasil perhitungan data curah hujan bulanan DAS Sibundong dengan menggunakan metode *Thiessen* pada tabel 4.3, sebagai berikut.

Tabel 4.3. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Data Curah Hujan Bulanan DAS Sibundong Dengan Metode *Thiessen* (mm/bulan)

Tahun	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Des
2011	188,3	156,4	262,9	274,4	129,2	99,81	97,52	184,1	146,3	277,7	369,9	328,4
2012	101,9	218,7	217,3	230,9	186,2	103,3	185	211,1	229,3	164,7	307,4	279,9
2013	250,2	278,7	187,3	234,6	166,8	168,3	65,25	132,6	141,6	288,7	272,4	188,1
2014	106,5	59,17	154,3	330,9	243	78,06	74,49	111,1	234,4	185,9	299,6	238,7
2015	290,7	115	281,2	304,7	422,8	145,7	61,69	111	180,8	134,2	215,3	216,8
2016	99,65	90,63	183	295,8	265,5	95,93	98,87	88,09	134,6	168,1	328,6	236,9
2017	261,3	146,4	209,9	266,5	122,3	111,2	42,92	117,5	193,3	82,92	356	290,2
2018	151,7	193,1	259	392,6	294,9	116,3	192,7	113,8	218,3	227,3	310,5	340,6
2019	158,1	235,4	260	234	223,5	148,9	229,4	165,1	135,4	352,9	198,5	306,1
2020	219,7	111,2	242,7	367,3	216	163,3	214,4	158,2	283,3	162,4	325,9	242,4
2021	231,2	70,78	272,5	261,5	215,1	140,4	187,9	215,8	283	199,5	331,7	249,7
Rata2	187,2	152,3	230	290,3	225,9	124,7	131,8	146,2	198,2	204	301,4	265,3

2. Analisis Evapotranspirasi

Pada analisa evapotranspirasi, metode yang digunakan adalah Metode Penman Modifikasi FAO. Untuk menghitung besarnya nilai evapotranspirasi digunakan data-data klimatologi yaitu (data suhu udara, data kelembaban udara, data kecepatan angin, dan data lama penyinaran matahari).

Berdasarkan data-data klimatologi yang sudah di peroleh dari BMKG Sampali Deli Serdang maka didapatkan hasil perhitungan evapotranspirasi metode Penman sebagai berikut.

BESARAN	SATUAN	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGU	SEP	OKT	NOV	DES
Suhu Udara (T)	°C	22,97	23,15	23,40	23,25	23,61	23,43	23,04	22,85	22,61	22,77	22,57	22,63
Kecepatan Angin (u)	km/hari	133,92	135,6	130,08	131,76	140,4	152,4	154,8	152,4	149,52	140,16	137,04	134,88
$f(u) = 0,27 (1+u/100)$	m/dt	0,36	0,37	0,35	0,36	0,38	0,41	0,42	0,41	0,41	0,38	0,37	0,37
Lama Matahari (n/N)	%	39,5	40,375	40,875	42,425	43,375	44,725	43,9	42,45	40,9	42,125	41,825	41,625
Kelembaban Relatif (Rh)	%	89,73	87,09	89,09	91,27	89,92	87,64	88,45	89,55	89,55	90,55	93,27	92,09
ea (Tabel)	mbar	29,85	29,85	29,85	29,85	29,85	29,85	29,85	29,85	29,85	29,85	29,85	29,85
$ed = Rh \times ea/100$		26,8	26,0	26,6	27,2	26,8	26,2	26,4	26,7	26,7	27,0	27,8	27,5
ea-ed	mbar	3,1	3,9	3,3	2,6	3,0	3,7	3,4	3,1	3,1	2,8	2,0	2,4
W (tabel)		0,735	0,735	0,735	0,735	0,735	0,735	0,735	0,735	0,735	0,735	0,735	0,735
1-W		0,2650	0,2650	0,2650	0,2650	0,2650	0,2650	0,2650	0,2650	0,2650	0,2650	0,2650	0,2650
Ra (tabel)	mm/hari	13	14	15	15,1	15,3	15	15,1	15,3	15,1	15,7	14,8	14,6
$R_s = (0,25 + 0,5 \times n/N) \times R_a$	mm/hari	5,8175	6,33	6,82	6,98	7,14	7,10	7,09	7,07	6,86	7,23	6,80	6,69
$R_{ns} = (1 - 0,25) \times R_s$		4,36	4,74	5,11	5,23	5,36	5,33	5,32	5,30	5,15	5,42	5,10	5,02
f(t) Tabel		15,4	15,4	15,4	15,4	15,4	15,4	15,4	15,4	15,4	15,4	15,4	15,4
$f(ed) = 0,33 - 0,044 \times ed^{0,5}$		0,10	0,11	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
$f(n/N) = 0,1 + 0,9 \times n/N$		0,46	0,46	0,47	0,48	0,49	0,50	0,50	0,48	0,47	0,48	0,48	0,47
$R_{n1} = f(t) \times f(ed) \times f(n/N)$	mm/dt	0,72	0,75	0,74	0,74	0,77	0,81	0,79	0,76	0,74	0,75	0,72	0,73
$R_n = R_{ns} - R_{n1}$		3,65	3,99	4,37	4,49	4,59	4,52	4,52	4,54	4,41	4,68	4,38	4,29
c (tabel)		1,1	1,1	1	0,9	0,9	0,9	0,9	1	1,1	1,1	1,1	1,1
$E_{to} = c (W \cdot R_n + (1-W)(ea-ed).f(u))$	mm/bulan	3,62	5,00	4,01	3,00	3,76	4,93	4,69	4,66	4,89	4,38	2,87	3,26

3. Analisa Ketersediaan Air Dengan menggunakan metode F.J. Mock

Data-data yang digunakan dalam analisa ketersediaan air adalah; data curah hujan rata-rata bulanan DAS Sibundong, data hari hujan bulanan stasiun Sektor Aek Raja, dan Jumlah hari dalam 1 bulan. Berdasarkan hasil perhitungan maka didapatkan hasil rekapitulasi ketersediaan air sebagai berikut

No.	Uraian	Sat	Ket	BULAN											
				Jan	Feb	Ma	Apr	Ma	Jun	Jul	Agt	Sep	Oct	Nov	Des
I Data Meteorologi															
1	Hujan Bulanan (R)	mm/bln	data	187.2	152.3	230	290.3	225.9	124.7	131.8	146.2	198.2	204	301.4	265.3
2	Jumlah Hari Hujan (n)	Hari	data	12	12	18	21	16	11	10	14	16	18	22	19
3	Jumlah Hari 1 bulan	Hari	data	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
II Evaporasi Aktual (Ea)															
4	Evapotranspirasi Potensial (ETo)	mm/bln	data	3.62	5.00	4.01	3.00	3.76	4.93	4.69	4.66	4.89	4.38	2.87	3.26
	= Eto x jumlah hari		hitung	112.22	140.00	124.31	90.00	116.56	147.90	145.39	144.46	146.70	135.78	86.10	101.06
5	Permukaan Lahan Terbuka (m) = 20%	%	data	0 ²											
7	$E_e = E_{To} \times (m/20) \times (18-n)$	mm/bln	hitung	6.40	7.84	0.00	-2.61	2.56	10.94	11.63	6.36	2.93	-0.14	-3.10	-0.61
8	$E_a = E_{To} - E_e$	mm/bln	hitung	105.82	132.16	124.31	92.61	114.00	136.96	133.76	138.10	143.77	135.92	89.20	101.67
III Keseimbangan Air															
9	$\Delta S = R - E_a$	mm/bln	hitung	81.38	20.14	105.69	197.69	111.90	-12.26	-1.96	8.10	54.43	68.08	212.20	163.63
10	Limpasan Badai (PF= 5%)		hitung	0	8	0	0	0	0	7	7	0	0	0	0
11	Kandungan Air Tanah (SS)	mm/bln	hitung	0	13	0	0	0	0	-9	1	0	0	0	0
12	Kapasitas Kelembapan Tanah	mm/bln	hitung	200	13	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
13	Kelebihan Air (WS)	mm/bln	hitung	81.38	7.62	105.69	197.69	111.90	-12.26	6.59	7.31	54.43	68.08	212.20	163.63
IV Limpasan dan Penyimpanan Air Tanah															

14	Infiltrasi (I) = 0,4x WS	mm/bln	hitung	32.55	3.05	42.28	79.08	44.76	-4.90	2.64	2.92	21.77	27.23	84.88	65.45
15	Volume Air Tanah (G)		hitung	26.04	2.44	33.82	63.26	35.81	-3.92	2.11	2.34	17.42	21.79	67.90	52.36
16	Volume Penyimpanan L = k.(100)	k = 0.6	hitung	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0
17	Total Volume Penyimpanan (Vn) = G + L		hitung	86.04	62.44	93.82	123.26	95.81	56.08	62.11	62.34	77.42	81.79	127.90	112.36
18	$\Delta V_n = V_n - 100$		hitung	-13.96	-37.56	-6.18	23.26	-4.19	-43.92	-37.89	-37.66	-22.58	-18.21	27.90	12.36
19	Aliran Dasar (BF) = I - ΔV_n	mm/bln	hitung	46.51	40.61	48.46	55.82	48.95	39.02	40.53	40.58	44.35	45.45	56.98	53.09
20	Limpasan Langsung (DRO) = WS - I + PF	mm/bln	hitung	48.83	12.18	63.41	118.61	67.14	-7.35	10.54	11.70	32.66	40.85	127.32	98.18
21	Total Limpasan (Ron) = BF + DRO	mm/bln	hitung	95.34	52.79	111.87	174.43	116.09	31.67	51.07	52.28	77.02	86.30	184.30	151.27
22	$Q = Ron \times A \times 1000 / n$	m ³ /s	hitung	9.37	5.74	10.99	17.71	11.41	3.22	5.02	5.14	7.82	8.48	18.71	14.87

4. Analisis Debit Andalan

Berdasarkan hasil perhitungan data curah hujan bulanan rata-rata DAS Sibundong dengan metode *Thiessen* pada tabel 4.3, dan hasil perhitungan ketersediaan air dengan metode *FJ Mock* pada tabel 4.6, maka di peroleh nilai debit andalan pada tabel 4.7.

No	Probabilitas (%)	Debit (m ³ /detik)
1	8,3	18,71
2	16,7	17,71
3	25,0	14,87
4	33,3	11,41
5	41,7	10,99
6	50,0	9,37
7	58,3	8,48
8	66,7	7,82
9	75,0	5,74
10	83,3	5,14
11	91,7	5,02
12	100	3,22

Berdasarkan nilai debit andalan pada tabel diatas, maka dengan menggunakan interpolasi sehingga didapatkan nilai debit andalan dengan probabilitas 80% (Q₈₀) adalah sebesar 5,38 m³/detik, dan dapat dilihat pada gambar berikut



- (Grafik Debit Andalan)
— (Debit Andalan Q_{80} (80%))

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Berdasarkan data yang diperoleh dari PT. Clean Energy, luas wilayah dari DAS (Daerah Aliran Sungai) Sibundong dengan 3 stasiun adalah sebesar 263,201 km², sehingga didapatkan nilai curah hujan bulanan DAS Sibundong dengan metode *Polygon Thiessen*, dengan nilai curah hujan bulanan minimum diperoleh pada bulan Februari tahun 2015 yaitu sebesar 59,17 mm/bulan dan maximum diperoleh pada bulan November tahun 2011 yaitu sebesar 369,9 mm/bulan.
2. Berdasarkan hasil perhitungan yang diperoleh dari curah hujan bulanan rata-rata DAS Sibundong dan ketersediaan air dengan menggunakan metode FJ Mock, maka diperoleh nilai debit andalan dengan probabilitas 80% (Q_{80}) adalah sebesar 5,38 m³/detik.

DAFTAR PUSTAKA

- ABD. Rahman, Muhammad Ikbal H TB, 2021. *Analisis Debit Andalan Pada Das Jampue Untuk Kebutuhan Air Daerah Irigasi Lanrae Kabupaten Barru*
- Khalil, Azhar 2021, *Analisis Debit Andalan Untuk Probabilitas Terpenuhi Kebutuhan Air Irigasi Dalam Pengairan Lahan Pertanian di Desa Paldas Kecamatan Rantau Bayur Kabupaten Banyuasin*
- Rizky Chairani 2019, *Analisis Ketersediaan Air Dengan Metode F.J Mock Pada Daerah Aliran Sungai Babura.*
- Riska W.J, Limantara L.M., Chandrasasi, D. *Analisa Debit menggunakan metode F.J Mock Untuk Perhitungan Neraca Air di Sub DAS Konto Hulu*
- Sutrisno, S.P., Ferdhy, 2017. *Studi Penerapan Metode F.J Mock dan Statistik untuk menghitung debit andalan PLTA Bakarui Kabupaten Pinrang*
- Suncaka, Hadiani, Wahyudi 2013, *Analisis Keandalan Metode Mock Dengan Data Hujan, 5, 10, 15 Harian dan 1 Bulanan*
- Teddy W Sudinda, *Penentuan Debit Andalan dengan metoda F.J Mock Daerah Aliran Sungai Cisadane*
- Vitri Asari, Ismunandar 2021, *Analisis Debit Andalan Untuk Kebutuhan Air Daerah Irigasi Matajang Pada DAS Matajang*