

## **ANALISA KETERSEDIAAN DEBIT AIR SUNGAI CIBUNI MENGUNAKAN METODE F.J MOCK DAN NRECA**

**Dede Ariswandi**

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Muhammadiyah Sukabumi

Jl. R. Syamsudin S.H No. 50 Sukabumi

[dedeariswandi@gmail.com](mailto:dedeariswandi@gmail.com)

### **ABSTRAK**

Dalam suatu perencanaan pembangkit listrik tenaga air, factor penting yang harus diketahui yaitu: Besarnya debit bulanan dan debit andalan, serta tofografi daerah pengaliran sungai.

Untuk menghitung besarnya ketersediaan air di DAS Cibuni untuk kebutuhan PLTMH maka digunakan analisa debit metode F.J Mcock dan Metode Nreca dan besarnya Evapotranspirasi potensial menggunakan metode Penman. Data curah hujang yang digunakan adalah data curah hujan yang diperoleh dari 5 stasiun hujan berupa curah hujan bulanan selama 16 tahun dari tahun 1996-2011.

Dari hasil perhitungan metode F.J Mock untuk ketersediaan air di DAS Cibuni yaitu debit maksimum sebesar 28.46 m<sup>3</sup>/dt dan Debit air minimum sebesar 0.11 m<sup>3</sup>/dt. Sedangkan untuk metode Nreca adalah debit air maksimum sebesar 26.50 m<sup>3</sup>/dt dan Debit air minimum sebesar 2.77 m<sup>3</sup>/dt. Berdasarkan hasil perhitungan maka untuk metode F.J Mock lebih sesuai untuk digunakan di DAS Cibuni dibandingkan dengan Nreca.

Kata Kunci : Pembangkit listrik tenagag air, Curah hujan, Analisa debit Cibuni.

## **ANALYSIS OF WATER AVAILABILITY OF THE CIBUNI RIVER USING F.J MOCK AND NRECA METHODS**

### **ABSTRAK**

In a hydropower planning plan, an important factor that must be known is: the amount of monthly discharge and flagship discharge, as well as the river canfography.

To calculate the amount of water availability in Cibuni watershed for the needs of the PLTMH, the discharge analysis of the F.J MCOK method and the NRECA method and the magnitude of the potential evapotranspiration use the Penman method. Hujang bulk data used is rainfall data obtained from 5 rain stations in the form of monthly rainfall for 16 years from 1996-2011.

From the calculation of the F.J Mock method for the availability of water in Cibuni Das, a maximum discharge of 28.46 m<sup>3</sup> / dt and minimum water discharge of 0.11 m<sup>3</sup> / dt. As for the NRECA method is a maximum water discharge of 26.50 m<sup>3</sup> / dt and minimum water discharge of 2.77 m<sup>3</sup> / dt. Based on the calculation results, for the F.J Mock method is more suitable for use in Cibuni watershed compared to Nreca.

Key Word : Hydroelectric power plant, Rainfall, Cibuni discharge analysis.

## **PENDAHULUAN**

### **1. Latar Belakang**

Pengalih ragaman hujan ke aliran adalah suatu proses pemodelan yang merubah data hujan menjadi alira (debit/limpasan). Data debit dalam suatu DAS (daerah aliran sungai) diperlukan untuk mengetahui seberapa besar debit yang tersedia dalam suatu sungai tersebut yang dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan. Dalam suatu DAS terdapat stasiun penakar curah hujan, akan tetapi hal tersebut tidak untuk stasiun pencatat debit, sehingga diperlukan suatu pemodelan yang merubah dari data curah hujan menjadi data debit. Dua metode yang sering digunakan yaitu metode F.J Mock dan NRECA.

Metode F.J Mock dikenalkan oleh Dr F.J Mock dengan memperhitungkan data curah hujan evapotranspirasi, dan karakteristik hidrologi daerah pengaliran sungai. Adapun metode NRECA (Natural Rural Electrical Cooperation Agency). Metode ini menggambarkan bahwa hujan yang jatuh pada suatu daerah baik pada tanah maupun tumbuhan sebagian akan mengalami penguapan, sebagian menjadi surface runoff kemudian yang lainnya akan mengalami infiltrasi dan perkolasi.

Beberapa peneliti terdahulu yang telah menggunakan metode F.J Mock dan NRECA yaitu Gede dan Surya (2011), Lily M.L (2012), kemudian Raras dkk (2013). Para peneliti tersebut berhasil menerapkan kedua metode ke DAS yang di studi. Para peneliti tersebut berhasil antara lain nilai simulasi yang mendekati observasi. Pada penelitian perbandingan performance kedua metode tersebut akan diterapkan pada Sub DAS PLTMH Pusaka-1. Pemilihan lokasi studi didasarkan bahwa pada DAS ini terdapat pencatat debit dimana hal ini sangat diperlukan untuk mengkalibrasikan hasil simulasi.

### **2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang diatas, maka penulis dapat merumuskan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut:

Bagaimana perbandingan performance F.J Mock dengan NRECA dalam analisa debit yang sesuai/lebih efektif dengan DAS (daerah aliran sungai) PLTMH Pusaka-1.

### **3. Tujuan Penelitian**

Tujuan dilaksanakannya penelitian ini adalah:

- a. Membandingkan performance metode F.J Mock dan NRECA yang diterapkan pada lokasi penelitian.
- b. Mengetahui hasil perhitungan F.J Mock dan NRECA
- c. Mengetahui pengaruh parameter karakteristik DAS dalam perhitungan alih ragam hujan menjadi debit metode F.J Mock dan NRECA.
- d. Mengetahui hasil dari analisa kesesuaian metode antara data debit aliran sungai (AWLR) dengan hasil perhitungan simulasi hujan menggunakan metode F.J Mock dan NRECA.

## STUDI PUSTAKA

### 1. Analisa Hidrologi

Analisis hidrologi bertujuan untuk mengetahui curah hujan rata-rata yang terjadi pada hujan tangkapan hujan yang berpengaruh pada besarnya debit sungai sekarang. Data hujan harian selanjutnya di olah menjadi data curah hujan rencana yang kemudian diolah menjadi debit banjir rencana. Debit data hujan harian di dapatkan dari beberapa stasiun di sekitar lokasi rencana bendung, dimana stasiun tersebut masuk dalam daerah pengaliran sungai.

### 2. Metode F.J Mock

Metode F.J mock dikembangkan oleh Dr.F.J.Mock untuk memperkirakan besarnya suatu debit daerah aliran sungai (DAS) erdasarkan konsep water balance. Air hujan yang jatuh (presipitasi) akan mengalami evapotranspirasi sesuai dengan vegetasi yang menutupi daerah tangkapan hujan. Evapotraspirasi pada metode F.J Mock adalah evaportranspirasi yang dipengaruhi oleh jenis vegetasi, permukaan tanah dan jumlah hari.

Berikut:

$$\Delta S = P - Et$$

$$WS = P - Et$$

$$BF = i - \Delta V_n$$

$$I = WS \times if$$

$$V_n = \{0,5 \times (1 + K) \times i\} + \{K \times V_{(n-1)}\}$$

$$DR = WS - i$$

$$R = BF + DR$$

$$Q = \text{catchment area} \times R$$

Dimana:

$\Delta S$  = air hujan yang mencapai permukaan tanah

$P$  = curah hujan (presipitasi)

$Et$  = aliran dasar (base flow)

$WS$  = kelebihan air

$If$  = koefisien infiltrasi

$V_n$  = volume air tanah periode ke-n

$K$  = faktor resesi aliran bulanan

I = infiltrasi

V(n-1) = volume air tanah periode ke(n-1)

### 3. Metode Nreca

Metode Nreca dikembangkan oleh NORMAN CRAN FORD untuk data debit harian, bulanan yang merupakan model debit yang mendekati atau sama dengan nilai probabilitas (P) 80%.s.

Berikut:

$$Q = DF + GWF$$

$$DF = EM - GWS$$

$$GWF = P2 \times GWS$$

$$GWS = P1 \times EM$$

$$S = WB - EM$$

$$EM = EMR \times WB$$

$$WB = Rb - AET$$

$$AET = AET/PET \times PET$$

$$Wi = Wo / N \quad N = 100 + 0.20$$

Dimana:

Q = Debit aliran rerata, m<sup>3</sup> /dt

DF = Aliran langsung (direct flow)

GWF = Aliran air tanah (ground water flow)

EM = Kelebihan kelengasan (excess moist)

GWS = Tampungannya air tanah (ground water storage)

P1 = Parameter yang menggambarkan karakteristik tanah permukaan

P2 = Parameter yang menggambarkan karakteristik tanah bagian dalam

WB = Keseimbangan air (water balance)

EMR = Rasio kelebihan kelengasan (excess moist ratio)

Rb = Curah hujan bulanan, mm

AET = Evapotranspirasi aktual, mm

PET = Evapotranspirasi potensial (Eto), mm

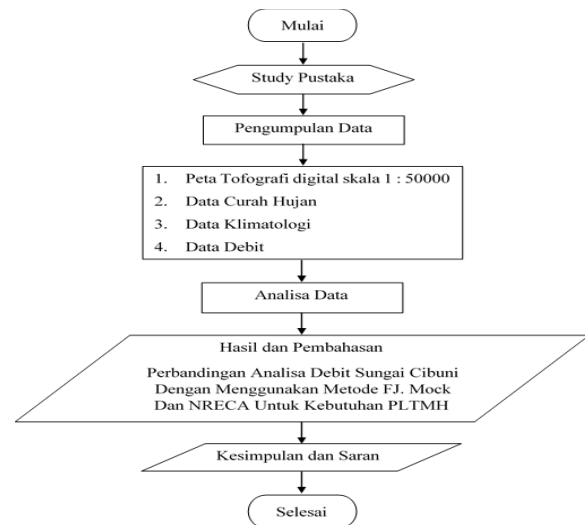
Wi = Tampungannya kelengasan tanah

Wo = Tampungannya kelengasan awa

N = Nominal

Ra = Curah hujan tahunan, mm

### METODELOGI PENELITIAN



Gambar.1 Diagram Alir Penelitian

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 1. Analisa Data

Analisis data curah hujan yang digunakan pada penelitian ini yaitu data curah hujan rata-rata seluruh daerah yang bersangkutan, bukan curah hujan pada suatu titik tertentu. Stasiun periode pencatatan 1996-2011. Berdasarkan pengamatan terhadap lokasi stasiun curah hujan yang terdapat disekitar lokasi PLTM Pusaka-1 data yang diambil dari stasiun terdekat yang dianggap dapat mewakili daerah studi.

Berdasarkan hasil pelaksanaan kegiatan pengumpulan data diperoleh data-data sebagai berikut:

- Peta topografi digital skala 1 : 50000  
sumber : Badan Informasi Geospasial
- Data curah Hujan
- Data curah hujan yang diperoleh dari 5 (lima) stasiun hujan berupa curah hujan bulanan selama 16 tahun dari tahun 1996-2011.
- Data Klimatologi

Data klimatologi yang diperoleh adalah sepanjang 10 (sepuluh) dari tahun 1996-2005 dari stasiun klimatologi badan Meteorologi dan Geofisika Bandung yang berada pada koordinat 06°55'00" lintang selatan, 107°36'00" bujur timur dan berada pada elevasi 791 m.

**Tabel.1** Curah Hujan Rata-rata Bulanan

Tahun	Debit m <sup>3</sup> /det											
	jan	Feb	mar	apr	May	Jun	Jul	Aug	sep	Oct	nov	Dec
1996	287.6	348.8	330.6	279.8	128.6	102.2	47.2	119.8	174.4	462.2	540.0	738.8
1997	350.3	346.6	194.0	303.1	184.5	35.0	29.6	1.6	13.4	61.5	219.2	398.1
1998	489.6	571.0	519.9	563.7	211.7	339.2	262.4	115.9	138.8	312.1	425.1	421.7
1999	493.6	436.8	500.5	414.6	297.3	158.8	55.9	31.2	44.9	456.8	520.4	583.7
2000	434.5	412.8	504.3	420.9	217.5	77.8	57.2	86.0	86.9	394.2	620.2	352.3
2001	773.3	780.4	539.9	490.3	270.1	270.7	159.0	59.7	157.7	463.6	604.0	114.9
2002	475.9	169.5	401.3	384.1	91.4	76.7	64.7	15.7	14.4	67.2	211.1	451.0
2003	311.4	365.2	373.0	222.0	169.2	31.2	12.6	31.8	64.9	290.8	265.6	351.4
2004	409.6	405.8	524.2	227.6	225.0	46.0	71.6	8.6	107.9	77.6	1212.2	456.7
2005	340.5	298.4	367.7	179.8	140.0	125.1	85.4	47.9	130.8	217.6	228.2	408.7
2006	372.9	427.3	219.8	404.4	124.8	49.8	19.5	2.7	5.5	18.2	167.3	676.7
2007	183.3	412.4	436.7	527.2	193.9	74.4	17.0	15.6	27.5	223.7	354.2	536.8
2008	239.9	376.5	497.2	293.0	23.5	34.0	1.6	163.5	53.7	298.3	526.5	447.4
2009	300.3	470.3	310.7	283.0	324.0	123.0	30.0	21.0	36.3	280.0	425.3	364.3
2010	459.0	298.3	555.0	140.0	462.0	268.3	201.0	299.0	424.0	283.0	421.0	437.3
2011	135.0	159.0	457.3	506.3	142.0	78.3	87.7	34.7	19.0	175.7	432.3	358.7

(Sumber: PLTMH Pusaka-1)

**Tabel.2** Data Klimatologi Das Cibuni

Klimatologi	Satuan	Bulan											
		Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Temperatur (t)	(°C)	23.13	23.07	23.43	23.32	23.72	23.00	22.79	23.09	23.56	23.71	23.46	23.33
Kecepatan Angin (U)	Knots	5.20	5.27	4.35	3.55	3.42	3.67	4.10	4.20	4.88	4.72	4.00	4.60
	km/hr	77.55	78.59	64.87	52.94	51.00	54.73	61.14	62.63	72.77	70.39	59.65	68.60
Penyinaran Matahari (n)	%	47.40	53.00	57.20	57.90	64.80	69.20	72.20	77.20	70.20	60.50	49.60	52.00
Kelambaban Relatif (RH)	%	80.90	80.90	80.40	81.20	79.40	76.20	74.70	70.60	70.80	75.80	80.70	79.80

(Sumber: BMG Bandung 1996-2005)

**A. Analisis Evapotranspirasi**

Contoh perhitungan evapotranspirasi bulan januari tahun 1996.

- Temperature rata-rata = 23,13
- Kecepatan angina = 77,55
- Factor angin  $f(u) = 0,27 \times 1 + U/100$   
 $= 0,27 \times 1 + 77,55/100 = 0,48$
- Penyinaran matahari = 47,40
- RH (Relatif humadity)= 80,90
- ea (tabel uap jenuh) = 29,80
- ed = ea x RH/100 = 24,11
- ea-ed = 5,69

9.  $w$  (tabel factor nilai pemberat)  
= 0,74

= (mm/day) x (mm/month)  
= 5,05 x 31 = 156,49

10.  $(1-w) = 0,26$

11.  $R_a$  (letak lintang selatan)  
= 06°55'00" LS  
= 6 + (55/60) + (00/3600) = 6,92  
= 16,04

Untuk perhitungan evapotranspirasi selanjutnya dengan cara yang sama disajikan dalam tabel.

**Tabel.3** Hasil Perhitungan Evapotranspirasi

Uraian	Notasi	Satuan	Bulan											
			Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Temperature	T	(°C)	23.13	23.07	23.43	23.32	23.72	23.00	22.79	23.09	23.56	23.71	23.46	23.33
Wind Velocity	U	Knots	5.20	5.27	4.35	3.55	3.42	3.67	4.10	4.20	4.88	4.72	4.00	4.60
		km/day	77.55	78.59	64.87	52.94	51.00	54.73	61.14	62.63	72.77	70.39	59.65	68.60
Wind Velocity Fac.	f(u)	-	0.48	0.48	0.45	0.41	0.41	0.42	0.44	0.44	0.47	0.46	0.43	0.46
Sunshine	(n/N)	%	47.40	53.00	57.20	57.90	64.80	69.20	72.20	77.20	70.20	60.50	49.60	52.00
Relative Humidity	(RH)	%	80.90	80.90	80.40	81.20	79.40	76.20	74.70	70.60	70.80	75.80	80.70	79.80
Vapour Pressure	(ea)	m bar	29.80	29.80	29.80	29.80	29.80	29.80	29.80	29.80	29.80	29.80	29.80	29.80
Saturated Vapour Pressure	(es)	m bar	24.11	24.11	23.96	23.20	23.66	22.71	22.26	21.04	21.10	22.59	24.08	23.78
Vapour Pressure Difference	(ea-ed)	m bar	5.69	5.69	5.84	5.60	6.14	7.09	7.54	8.76	8.70	7.21	5.75	6.02
Temperature Factor	(w)	-	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74
(1-w)	-	-	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26
Extra Terrestrial Radiation	(Ra)	(mm/day)	16.04	16.19	15.70	14.61	13.36	12.52	12.72	13.76	14.95	15.75	15.79	15.84
	(Rs)	(mm/day)	7.81	8.34	8.42	7.88	7.67	7.46	7.77	8.75	8.99	8.70	7.86	8.08
	(Rns)	(mm/day)	6.25	6.67	6.73	6.30	6.14	5.97	6.22	7.00	7.19	6.96	6.29	6.46
Effect of Temperature	(ft)	-	15.40	15.40	15.40	15.40	15.40	15.40	15.40	15.40	15.40	15.40	15.40	15.40
Effect of Saturated Pressure	(fed)	-	0.12	0.12	0.12	0.12	0.13	0.13	0.13	0.14	0.14	0.13	0.12	0.13
Effect of Sunshine	(f(n/N))	-	0.53	0.58	0.61	0.62	0.68	0.72	0.75	0.79	0.73	0.64	0.55	0.57
	(Rnl)	-	1.01	1.10	1.18	1.18	1.33	1.45	1.53	1.69	1.55	1.30	1.05	1.10
Radiation	(Rn)	(mm/day)	5.24	5.57	5.55	5.12	4.81	4.52	4.69	5.31	5.64	5.66	5.25	5.36
Ratio of Wind Velocity	(Ur)	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Penmann Correction	(C)	-	1.10	1.10	1.00	0.90	0.90	0.90	1.00	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
Potential Evapotranspiration	ET	(mm/day)	5.05	5.32	4.78	3.95	3.79	3.70	3.89	4.93	5.75	5.56	4.98	5.15
	ET	(mm/day)	156.49	148.92	148.32	118.60	117.48	111.05	120.56	152.84	172.46	172.26	149.38	159.66

12.  $R_s = (0,25 + 0,5 \times n/N) \times R_a$   
= (0,25 + 0,5 x 47,40/100) x 16,04  
= 7,81

13.  $R_{ns} = (1 - \alpha) \times R_s$   
= (1 - 0,25) x 7,81 = 6,25

14.  $f_t$  (factor nilai pemberat) = 15,40

15.  $f(ed) = 0,34 - 0,044 \times ed^{0,5}$   
= 0,34 - 0,044 x 24,11<sup>0,5</sup> = 0,12

16.  $f(n/N) = (0,1 + 0,9 \times n/N)$   
= (0,1 + 0,9 x 47,40/100) = 0,53

17.  $R_{nl} = f_t \times f(ed) \times f(n/N)$   
= 15,40 x 0,12 x 0,53 = 1,01

18.  $R_n = R_{ns} - R_{nl}$   
= 6,25 - 1,01

19.  $U_r = 1,00$

20.  $C$  (harga angka koreksi penman)  
= 1,10

21.  $E_t$  (mm/day)  
=  $C \times ((W \times R_n + (1-w) \times (f(u) \times ea - ed))$   
= 1,10 x (0,74 x 6,25) + (0,26 x 0,48 x 5,69) = 5,05

22.  $E_t$  (mm/month)

**B. Hasil Perhitungan Metode F.J Mock**

Contoh perhitungan debit bulan januari 1996

1. Data

A. Average monthly rainfall (R)  
= 287,60

B. Average rainfall day (N)  
= 22,00

2. Potensial evapotranspiration (ET)  
= 156,49

3. Evapotranspiration

a. Exposed surface (M) = 60,00

b.  $E/ET = (M / 20) \times (18 - N)$   
= (60,00 / 20) x (18 - 22,00)

= -12,00

c.  $E = ET \times (M / 20) \times (18 - N)$   
 $= 156,49 \times -12,00 = -18,78$

d.  $EL = ET - E$   
 $= 156,49 - -18,78 = 175,27$

4. Water balance

a. Water surplus =  $R - EL$   
 $= 287,60 - 175,27 = 112,33$

5. Run off/Ground water storage

a. Infiltration (i)  
 $= 60\% \times \text{Water surplus}$   
 $= 0,6 \times 112,33 = 67,40$

b.  $0,5 (1 + k) (k=0,7) I$   
 $= 0,5 \times (1 + 0,7) \times 67,40 = 57,29$

c.  $K (Vn-1) = 70,00$

d.  $Vn = 57,29 + 70,00 = 127,29$

e.  $K (Vn-1) \text{ Lanjutan}$   
 $= 0,7 \times \text{Vndesember}$   
 $= 0,7 \times 582,41 = 407,69$

f.  $Vn \text{ Lanjutan}$   
 $= Vn + K (Vn-1) \text{ Lanjutan}$   
 $= 127,29 + 407,69 = 910,77$

g.  $K (Vn-1) \text{ Lanjutan}$   
 $= 0,7 \times \text{Vndesember}$   
 $= 0,7 \times 1118,68 = 783,08$

h.  $Vn \text{ Lanjutan}$   
 $= Vn + K (Vn-1) \text{ Lanjutan}$   
 $= 127,29 + 783,08 = 910,37$

i.  $K (Vn-1) \text{ Lanjutan}$   
 $= 0,7 \times \text{Vndesember}$   
 $= 0,7 \times 1126,11 = 788,28$

j.  $Vn \text{ Lanjutan}$   
 $= Vn + K (Vn-1) \text{ Lanjutan}$   
 $= 127,29 + 788,28 = 915,57$

k.  $Vn = Vn - (Vn - 1)$   
 $= 915,57 - \text{Vndesember}$   
 $= 915,64 - 1126,22 = -210,58$

l. Base flow  
 $= \text{infiltration} - Vn = Vn - (Vn - 1)$   
 $= 67,40 - -210,58 = 277,98$

m. Direct runn off  
 $= \text{Water surplus} - \text{Infiltration}$   
 $= 112,33 - 67,40 = 44,93$

n. Run off =  $(1 - Vn') + K(R - EL)$   
 $= \text{Base flow} + 0,5 + (R \times EL)$   
 $= 278,05 + 0,5 \times (287,60 \times 175,27 = 334,14$

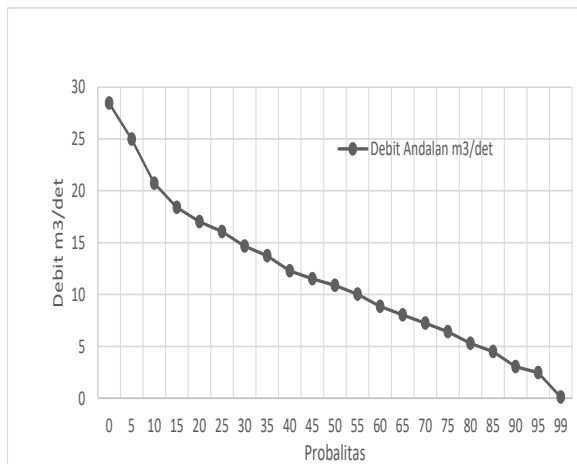
6. Monthly average discharge  
 $= (\text{Run off}/1000) \times (\text{Das} \times 1000000) / (31 \times 24 \times 60 \times 60)$   
 $= (334,14/1000) \times (189,75 \times 1000000) / (31 \times 24 \times 60 \times 60)$   
 $= 23,67$

Proses perhitungan simulasi hujan-debit dengan metode F.J Mock dengan tahapan yang sama disajikan dalam tabel.

**Tabel.4** Hasil Perhitungan Metode F.J Mock



MONTHLY AVERAGE DISCHARGER												
No.	Debit (m <sup>3</sup> /s)											
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
1	28,46	22,14	26,39	23,19	27,17	20,23	16,06	17,54	19,70	25,72	24,98	20,03
2	28,11	20,74	26,04	22,77	25,26	15,95	12,25	15,81	18,24	25,72	22,48	18,26
3	23,67	20,57	25,70	17,62	14,91	13,41	11,71	12,28	15,24	20,99	21,28	17,50
4	19,08	17,79	19,91	16,47	14,34	11,35	10,98	10,67	14,66	20,72	20,32	17,02
5	18,39	17,48	18,41	14,57	13,74	10,81	10,29	10,41	11,73	16,40	19,67	17,02
6	16,30	16,14	17,76	14,10	10,43	8,72	9,50	9,90	11,10	15,74	17,37	16,15
7	15,67	14,38	16,83	13,06	10,05	8,33	8,68	9,59	8,21	12,71	16,22	15,65
8	13,42	14,25	15,22	12,42	6,48	8,20	6,92	7,45	7,97	11,76	14,50	15,25
9	12,60	13,51	12,00	11,06	6,02	7,24	6,14	7,27	6,99	11,51	14,32	14,12
10	12,18	12,64	10,04	10,46	4,42	5,97	6,11	7,18	5,08	11,08	11,89	13,92
11	11,43	12,22	9,32	10,01	3,67	5,78	5,36	6,66	4,73	10,88	10,23	11,81
12	10,88	12,18	8,35	8,77	3,22	4,77	4,95	5,29	4,49	8,87	9,53	10,17
13	9,60	11,49	7,06	8,49	3,05	4,58	4,10	4,34	3,38	7,38	8,04	7,32
14	6,42	7,25	5,07	8,35	0,53	3,93	2,99	3,77	3,04	6,71	7,92	7,31
15	4,41	6,42	2,87	8,04	0,53	1,81	2,95	2,90	2,78	5,67	6,86	5,24
16	1,95	2,41	0,81	4,61	0,12	0,11	2,64	2,46	2,55	2,09	5,83	5,04
Total	232,57	221,61	221,78	203,99	143,94	131,19	121,63	133,52	139,89	213,95	231,44	211,81
rata-rata	14,54	13,85	13,86	12,75	9,00	8,20	7,60	8,35	8,74	13,37	14,47	13,24
max	28,46	22,14	26,39	23,19	27,17	20,23	16,06	17,54	19,70	25,72	24,98	20,03
min	1,95	2,41	0,81	4,61	0,12	0,11	2,64	2,46	2,55	2,09	5,83	5,04



Gambar.2 Grafik FDC Bendung F.J Mock

C. Hasil Perhitungan Metode Nreca

Contoh tahapan perhitungan simulasi pada bulan januari 1996

1. Data curah hujan = 287,6
2. Jumlah hari hujan = 31
3. Data evapotranspirasi = 156,5
4. Tampungn kelengasan awal (Wo) = 200
5. Tampungn kelengasan (Wi) =  $Wo/Nominal = 200 : 586,70 = 0,34$
6.  $RB/PET = 287,6 : 156,49 = 1,84$

7.  $AET/PET =$  Lihat pada grafik (memakai rumus grafik) = 1,00
8. Evapotranspirasi aktual (AET) =  $AET/PET \times PET = 1,00 \times 156,49 = 156,49$
9. Water balance =  $RB - AET = 287,6 - 156,49 = 131,11$
10. Moisture ratio =  $Wi = 0,34$
11. Excess moisture =  $Water\ balance \times Moisture\ ratio = 131,11 \times 0,34 = 44,69$
12. Delta storage =  $Water\ balance - Excess\ moisture = 131,11 - 44,69 = 86,42$
13. Recng to gw =  $Storage\ ratio \times excess\ moisture = 0,34 \times 44,69 = 15,24$
14. Begin storage gw = bisa memasukan nilai moisture storage = 200
15. End storage gw =  $Recng\ to\ gw + Begin\ storage\ gw = 15,24 + 200 = 215,24$
16. GW flow =  $End\ storage\ gw \times 0,20 = 215,24 \times 0,20 = 43,05$
17. Direct flow =  $Excess\ moisture - Recng\ to\ gw = 44,69 - 15,24 = 29,46$
18. Total discharge (mm)

$$= \text{GW flow} + \text{Direct flow}$$

$$= 43,05 + 29,46 = 72,51$$

19. Total discharge (m<sup>3</sup>/detik)

$$= (\text{total discharge} \times \text{luas DAS} \times 1000^2/1000)/(\text{jumlah hari hujan} \times 60 \times 60 \times 24)$$

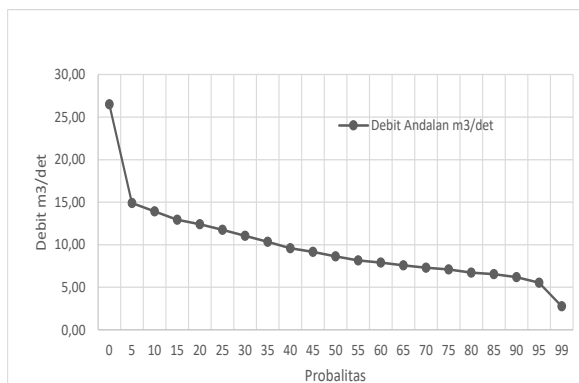
$$= (72,51 \times 189,75 \times 1000^2/1000)/(31 \times 60 \times 60 \times 24)$$

$$= 5,14$$

Proses perhitungan simulasi hujan-debit dengan metode NRECA dengan tahapan yang sama disajikan dalam tabel.

**Tabel.5** Hasil Perhitungan Nreca

Tahun	Debit m <sup>3</sup> /det											
	jan	feb	mar	apr	may	Jun	jul	aug	sep	Oct	nov	Dec
1996	5.14	8.84	9.53	10.09	7.13	7.09	6.33	6.59	7.09	12.61	14.63	16.98
1997	6.24	9.59	6.87	10.37	8.12	6.54	6.13	5.55	5.50	5.55	8.04	11.47
1998	8.68	16.14	14.04	15.41	9.62	11.94	10.31	8.03	8.32	10.29	12.63	12.03
1999	8.75	13.05	13.85	13.12	10.83	9.16	7.69	7.26	7.44	12.42	14.11	14.36
2000	7.72	12.04	13.92	13.27	9.57	8.07	7.58	7.54	7.63	11.48	15.75	11.04
2001	13.67	17.74	13.88	14.04	10.47	10.93	8.86	7.65	8.48	12.44	15.25	8.00
2002	8.44	6.70	11.40	12.56	7.35	7.52	7.08	6.39	6.33	6.44	8.66	12.69
2003	5.55	9.54	10.68	9.12	8.02	6.70	6.18	5.97	6.17	9.13	9.61	10.85
2004	7.28	11.64	14.31	9.86	9.58	7.64	7.50	6.74	7.54	7.04	26.50	12.22
2005	6.07	8.35	10.35	8.08	7.20	7.32	6.55	5.94	6.56	7.57	8.64	11.84
2006	6.63	11.75	7.98	12.92	7.62	7.25	6.65	6.19	6.14	5.91	7.63	17.02
2007	3.30	8.50	11.80	15.48	9.11	7.90	7.12	6.83	6.93	8.64	11.57	13.92
2008	4.30	8.75	13.14	10.81	6.74	7.04	6.42	7.50	6.56	9.59	14.70	12.51
2009	5.36	11.78	9.83	10.52	11.13	8.15	6.98	6.61	6.71	9.42	12.81	11.21
2010	8.15	9.56	14.91	8.34	13.54	10.84	9.35	10.34	12.30	9.85	12.59	12.26
2011	2.77	3.18	8.39	14.71	7.88	7.46	7.19	6.48	6.32	7.31	12.95	11.09
Rerata	6.75	10.45	11.56	11.79	8.99	8.22	7.37	6.98	7.25	9.11	12.88	12.47
Maks	13.67	17.74	14.91	15.48	13.54	11.94	10.31	10.34	12.30	12.61	26.50	17.02
Min	2.77	3.18	6.87	8.08	6.74	6.54	6.13	5.55	5.50	5.55	7.63	8.00
Jumlah	108.05	167.15	184.88	188.70	143.91	131.55	117.92	111.60	116.02	145.69	206.07	199.49



**Gambar.3** Grafik FDC Bendung Nreca

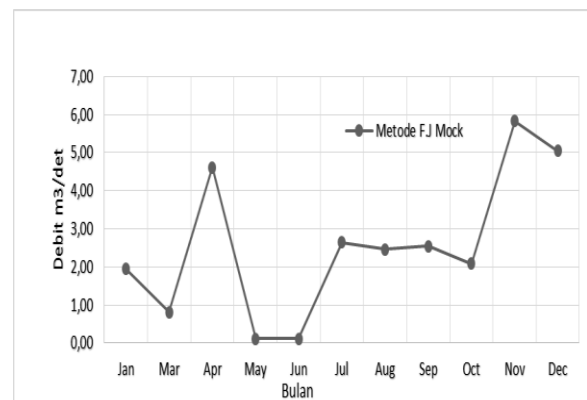
2. Analisa Kesesuaian Metode

Untuk memastikan bahwa analisa metode F.J Mock atau Nreca lebih sesuai dengan DAS Cibuni. Maka dilakukan analisa kesesuaian metode, untuk mengetahui diantara metode F.J Mock dengan Nreca mana yang lebih cocok digunakan untuk DAS Cibuni PLTMH Pusaka-1.

**Tabel.6** Ketersediaan Air Metode F.J Mock

Uraian	Debit (m <sup>3</sup> /s)											
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Jumlah	232.58	221.62	221.80	204.02	143.95	131.20	121.63	133.53	139.90	213.94	231.43	211.82
Rerata	14.54	13.85	13.86	12.75	9.00	8.20	7.60	8.35	8.74	13.37	14.46	13.24
Maks	28.46	22.14	26.39	23.19	27.17	20.23	16.06	17.54	19.70	25.72	24.98	20.03
Min	1.95	2.41	0.81	4.61	0.12	0.11	2.64	2.46	2.55	2.09	5.83	5.04

Dari tabel ketersediaan air tersebut dapat diketahui bahwa debit air maksimum sebesar 28.46 m<sup>3</sup>/dt dan Debit air minimum sebesar 0.11 m<sup>3</sup>/dt.

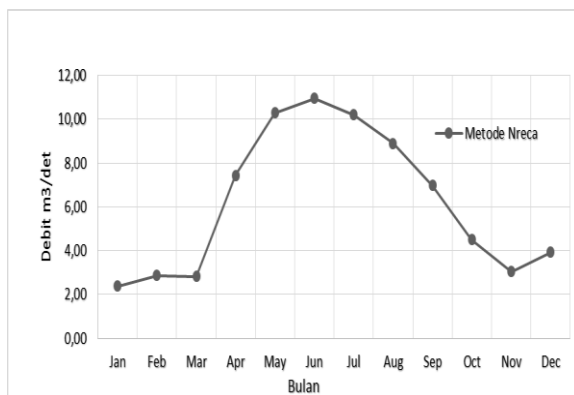


**Gambar.4** Grafik Debit Minimum Perbulan

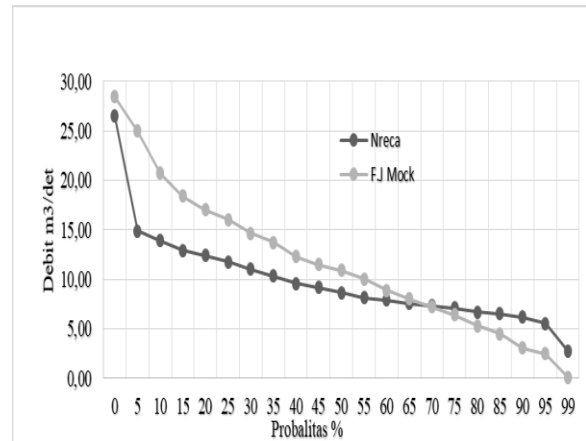
**Tabel.7** Ketersediaan Air Metode Nreca

Urutan	Debit (m <sup>3</sup> /s)											
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Rerata	6.75	10.45	11.56	11.79	8.99	8.22	7.37	6.98	7.25	9.11	12.88	12.47
Maks	13.67	17.74	14.91	15.48	13.54	11.94	10.31	10.34	12.30	12.61	26.50	17.02
Min	2.77	3.18	6.87	8.08	6.74	6.54	6.13	5.55	5.50	5.55	7.63	8.00
Tambah	108.05	167.15	184.88	188.70	143.91	131.55	117.92	111.60	116.02	145.69	206.07	199.49

Dari tabel ketersediaan air tersebut dapat diketahui bahwa debit air maksimum sebesar 26.50 m<sup>3</sup>/dt dan Debit air minimum sebesar 2.77 m<sup>3</sup>/dt.



**Gambar.5** Grafik Debit Minimum Perbulan



**Gambar.6** Grafik Perbandingan

Dari grafik perbandingan terlihat bahwa debit maksimum pada saat musim hujan F.J Mock hasilnya lebih besar dibandingkan Nreca dan untuk debit minimum pada saat musim kemarau F.J Mock hasilnya lebih kecil dibandingkan Nreca. Ini menjelaskan bahwa analisa debit Sungai Cibuni metode F.J Mock lebih sesuai digunakan dari pada Nreca.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### 1. KESIMPULAN

Hasil analisa debit sungai Cibuni untuk kebutuhan air PLTMH dengan menggunakan metode F.J Mock dan Nreca dengan data curah hujan 5 stasiun dari tahun 1996-2011

- Metode F.J Mock dapat diketahui bahwa debit air maksimum sebesar 24.46 m<sup>3</sup>/dt sedangkan untuk debit air minimum sebesar 0.11 m<sup>3</sup>/dt.

- b. Metode Nreca dapat diketahui bahwa debit air maksimum sebesar 26.50 m<sup>3</sup>/dt sedangkan untuk debit air minimum sebesar 2.77 m<sup>3</sup>/dt.

Dari hasil nilai diatas dapat disimpulkan bahwa sub Das ini yang paling sesuai digunakan adalah metode F.J Mock.

## 2. SARAN

- a. Untuk penelitian selanjutnya lebih disarankan menggunakan metode F.J Mock yang sesuai dengan DAS Cibuni dikarenakan analisa debit andalan hasilnya lebih kecil dari pada metode Nreca.
- b. Metode F.J Mock dan Nreca ini perlu dikembangkan lebih lanjut pada berbagai DAS yang ada di Indonesia sebagai alat perencanaan.
- c. Semakin panjang periode data input yang digunakan, semakin menghasilkan nilai kesalahan hasil pemodelan terhadap data terukur yang kecil.
- d. Untuk menghasilkan pemodelan yang lebih mempresentasikan kondisi lapangan, maka diperlukan pengukuran dan pengamatan langsung dilapangan.

Asdak, C. 2007. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.

Fox, Robert W and Alan T.Mc.Donald. 1994. *Introduction to Fluid Mechanics, fourth edition*. SI Version, John Wiley & Sons, Inc. Canada.

Ismono H.A. 1999. *Perencanaan Turbin Air Tipe Cross Flow untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro di Institut Teknologi Nasional Malang*. Skripsi.

Suripin. 2002. *Pelestarian Sumber Daya Tanah dan Air*. Andi Yogyakarta. Yogyakarta

Mock, F.J, Land, 1973. *Capability Appraisal Indonesia Water Availability Appraisal*, Food and Agriculture Organization of The United Nation, Bogor.

Anonim, 2003. *Modul Pelatihan Nreca dan Sacramento*, Institut Teknologi Nasional, Bandung.

Artono A., Susumu K., 1975. *Teknik Tenaga Listrik Jilid 1 Pembangkit dengan Tenaga Air*, PT Pradnya Paramita, Jakarta.

Chow V. T., 1964. *Handbook Of Applied Hydrology*, Mc Graw-Hill. New York.

Departemen Pertambangan dan Energi Perusahaan Umum Listrik Negara, 1986. *Kondisi Spesifik Indonesia Bagian 2: Pembangkit Listrik Tenaga Air*, Jakarta.

## DAFTAR PUSTAKA

Howard H. Chang, 1989. *Fluvial Processes in River Engineering*, San Diego University. Linsley, dkk, 1989. *Hidrologi untuk Insinyur*, Erlangga, Jakarta.

Soewarno, 1995. *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data*, Jilid 1 Nova, Bandung.

Sri Harto, 1989. *Analisis Hidrologi*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta,

Hidrologi Terapan Bambang Triatmodjo.

Hidrologi untuk pengairan, Ir Suyono Sosrodarsono Direktur Jenderal Pengairan, Depateen Pekerjaan Umu Dan Tenaga Air.

Laporan PLTMH Pusaka-1, Pt Brantas Abipraya.

Jurnal Laporan Analisa Ketersediaan Air Dairah Aliran Sungai Barito Hulu Dengan Menggunakan Debit Hasil Metode Nreca.

Jurnal Laporan, Alih Ragam Metode Fj, Mock Dan Nreca.

Jurnal Laporan, Analisa Debit Sungai Munte Dengan Metode Fj, Mock Dan Nreca.

Jurnal Laporan, Perhitungan Intensitas Curah Hujan.

Indarto, Hidrologi, Metode Analisis Tool untuk interprestasi Hidrograf Aliran Sungai.

Jurnal Laporar, Evaluasi Kebutuhan Air Irigasi Dan Pola Operasi Embung Malangsuko Tumpang Kabupaten Malang.

Jurnal Laporan, Penentuan Debit Andalan Dengan Metode Fj, Mock Di Daerah Aliran Sungai Cisadane.

Jurnal Laporan, StudiPerubahan Debit Dan Tekanan Air Pada Pemodelan Pembangkit Listrik Mikro Hidro.