

Analisis Ketersediaan Air Waduk Jatiluhur Sebagai Dasar Penerapan Pola Operasi Pembangkit Listrik Tenaga Air (Studi Kasus: PLTA Waduk Jatiluhur Kabupaten Purwakarta, Jawa Barat)

Rumboko Kalbuardhi¹, Djoko Suwarno²
email: rumboko22@gmail.com

¹Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Soegijapranata, Jl. Pawiyatan Luhur IV/1, Bendan Dhuwur, Semarang 50234

²Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Soegijapranata, Jl. Pawiyatan Luhur IV/1, Bendan Dhuwur, Semarang 50234

Abstract

Analysis of the availability of water in a reservoir or mathematical approach required Jatiluhur physical, in order to predict discharge mainstay as the operating pattern of HYDROPOWER that was later used as a guide the management of the reservoir itself as initial predictions. With data-daily rainfall data of the 3 IE rain Rain Station station I, II and III, the discharge outflow, as well as the relative humidity-temperature reservoirs during the 2014 to 2016, then to estimate the availability of specialty discharge data processed with the method developed by Dr. f. j. Mock in 1973. This research is a descriptive quantitative research using secondary data obtained from relevant agencies namely Jasa Tirta II. This study aims to learn the specialty processed with debit method Mock with 15 precipitation process data daily range in year 2014 – 2016, produces a result with mainstay debit results Jatiluhur Reservoir Water Availability IE 814,399,963.00 m³/year, with 0.063341% RMSE with debit data field and serve as the basis of the operating pattern of Jatiluhur. The results of the mock model parameters where the average value of open land of outcrops (m) 39.17%, the value of the coefficient Infiltration (i) of 0.5, the Soil Moisture Capacity (SMC) of 200 mm, Flow Coefficient (K) amounted to 0.7, and Initial Storage of 100 mm.

Keywords: mainstay discharge, mock method, perum Jasa tirta II

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sebagai makhluk hidup air merupakan komponen utama dalam kehidupan. Oleh karena itu, keberadaan air sangat vital bagi keberlangsungan kehidupan manusia. Air merupakan substansi melimpah di bumi khususnya di permukaan bumi, sebagai komponen terpenting untuk semua makhluk hidup dan sebagai kekuatan utama membentuk bumi secara konstan. Dalam pengaturan iklim di permukaan bumi mencapai 1.386 juta km³ atau sekitar 70% (Indarto, 2012). Sehingga sebagian besar bumi tertutupi oleh air

perairan. Sebagian air bumi sekita 97 % yaitu air laut dan 3% merupakan air tawar baik dalam bentuk es (*glacier*), air permukaan, air di atmosfer dan air bawah tanah (Indarto, 2012). Untuk itu perlu dilakukan tata kelola dan pengendalian air yang baik, agar pemanfaatan air dapat menjaga keberlangsungan makhluk hidup dengan cara menjaga ketersediaan air.

Ketersediaan air adalah jumlah air (debit) yang diperkirakan terus menerus ada di suatu lokasi (waduk) dengan jumlah tertentu dan dalam jangka waktu (periode) tertentu. Ketersediaan air di bumi yang sangat melimpah akan tetapi setia manusia

mempunyai kewajiban untuk mempergunakannya dengan baik bahkan perlu adanya pengelolaan dan pemanfaatan yang bijak, sehingga air dapat dilestarikan. Waduk Jatiluhur ini merupakan waduk tertua dan serbaguna pertama di Indonesia. Luas Waduk Jatiluhur sebesar 8.300 ha, yang terletak di Kabupaten Purwakarta Provinsi Jawa Barat. Letak Waduk Jatiluhur sangat menguntungkan yakni paling hilir dari 3 (tiga) kaskade waduk sungai Citarum, yaitu Saguling, Cirata dan Jatiluhur. Dibanding dengan waduk-waduk sebelumnya, Waduk Jatiluhur memiliki tampungan air yang paling besar sebagai aktivitas-aktivitas produktif.

1.2 Rumusan Masalah

Volume debit *inflow* waduk Jatiluhur selama ini masih menyisakan persoalan, terutama pada sektor PLTA, dimana terjadi surplus pada musim penghujan dan kekurangan di musim kemarau, untuk itu harus dicari tau volume ketersediaan air waduk agar dapat dikontrol pemakaiannya secara maksimal.

1.3 Tujuan Penulisan

Tujuan dari analisis ketersediaan air waduk Jatiluhur sebagai dasar pola operasi PLTA sebagai berikut :

1. Mengetahui Ketersediaan Air Waduk Jatiluhur sebagai dasar pola operasi PLTA dalam kurun waktu 10 tahun terakhir (2006-2016) dengan menggunakan model *mock*;
2. Mengetahui penerapan perhitungan nilai kalibrasi terapan model *mock* sebagai parameter perhitungan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Daerah Aliran Sungai (DAS)

Istilah Daerah Aliran Sungai (DAS) banyak digunakan oleh beberapa ahli dengan makna atau pengertian yang

berbeda-beda, ada yang menyamakan dengan *cacthment area*, *watershed*, atau *drainage basin*. Menurut Notohadiprawiro (1985), Daerah Aliran Sungai merupakan keseluruhan kawasan pengumpul suatu sistem tunggal, sehingga dapat disamakan dengan *cacthment area*.

2.2 Waduk

Waduk menurut PP-RI No. 37 (2010) adalah wadah buatan yang berbentuk sebagai akibat dibangunnya bendungan ataupun tempat pada permukaan tanah yang digunakan untuk menampung air saat terjadi kelebihan air / musim penghujan sehingga air itu dapat dimanfaatkan pada musim kering.

2.3 Analisa Hidrologi

Merupakan salah satu ilmu tata air dalam cabang ilmu pengetahuan yang berhadapan dengan distribusi dan kejadian air di atmosfer, diatas permukaan bumi di bawah permukaan bumi. Dalam pembelajarannya hidrologi ini, memungkinkan untuk memastikan hidrologi ini, memungkinkan untuk memastikan potensi sumber air dari suatu area, distribusi dan ketersediaan air terhadap waktu. (Sezar, 2012).

2.4 Evapotranspirasi

Peristiwa berubahnya air Waduk Jatiluhur selain bertambah karena adanya debit *inflow* dan *presipitasi* (hujan), juga mengalami pengurangan volume air yang diakibatkan oleh *evaporasi* (penguapan) pada permukaan air di waduk. Dalam perhitungan evaporasi dipengaruhi oleh beberapa faktor alam lainnya, yaitu *temperature* (T), kelembapan udara (*Humidity*), dan kecepatan angin (U) dan presentase penyinaran matahari. (Sezar, 2012).

$$ET_p = c - ET_p \dots \dots \dots (1)$$

$$ET_p = w(0,75 R_s - R_{n-1} + (1-w) f(u)) \cdot (ea - ed) \quad (2)$$

2.5 Ketersediaan Air

Ketersediaan air yaitu jumlah air (debit) yang diperkirakan terus menerus ada di suatu lokasi (bendung atau bangunan air lainnya) di sungai dengan jumlah tertentu dalam jangka waktu (periode) tertentu (Direktorat Jenderal Pengairan, 1980).

2.5.1 Parameter Model F.J Mock

Parameter Model F.J Mock digunakan sebagai asumsi yang akurat sebagai dasar perhitungan model *mock*. Model *mock* memiliki empat parameter yang menggambarkan karakteristik DAS, meliputi:

- Menentukan presentase permukaan lahan terbuka
- Koefisien *Infiltrasi*
- *Soil Moisture Capacity*
- Konstanta Resensi Aliran
- Daerah Tangkapan (*Catchment Area*)

2.5.2 Perhitungan Ketersediaan Air dengan Model Mock

Mock (1973) menjelaskan metode untuk menduga debit aliran sungai dengan tahapan-tahapan sebagai berikut:

- *Evapotranspirasi* Terbatas (*Limited Evapotranspiration*)
Evapotranspirasi terbatas adalah *evapotranspirasi* aktual dengan memperhitungkan kondisi vegetasi, permukaan tanah serta frekuensi curah hujan adapun rumusnya sebagai berikut:

$$\Delta S = P - ET_p \quad (3)$$

$$E/ET_p = (m/20) \times (18-n) \quad (4)$$

$$E = ET_p (m/20) \times (18-n) \times Et_1 \quad (5)$$

$$Et_a = Et_p - E \quad (6)$$

- Keseimbangan Air (*Water Balance*) dimana rumusnya:

$$WS = P - SS \quad (7)$$

$$SS = SMC_n - SMC_{n-1} \quad (8)$$

$$SMC_n = SMC_{n-1} + P_1 \quad (9)$$

- Neraca air dibawah permukaan digunakan untuk menghitung aliran air dibawah permukaan Adapun persamaanya sebagai berikut:

$$dV_n = V_n - V_{n-1} \quad (10)$$

$$I = i \cdot WS \quad (11)$$

$$V_n = 1/2 \cdot (I+k) \cdot I + k \cdot V_{n-1} \quad (12)$$

- Aliran permukaan dihitung berdsarkan besaran aliran yang terjadi pada suatu aliran air, daan berikut adalah rumusnya:

$$R_o = BF + DR_o \quad (13)$$

$$BF = I - dV_n \quad (14)$$

$$DR_o = WS - I \quad (15)$$

$$Total Run off = BF + DR_o \quad (16)$$

$$Debit = Run off \times luas \quad (17)$$

2.5.3 Kalibrasi Model

RMSE dilakukan untuk mengetahui presentase *error* antara data lapangan dan hasil simulasi. Perhitungan RMSE dilakukan dengan perhitungan perbandingan hasil data di lapangan dengan hasil hitungan *mock* DAS Jatiluhur selama kurung waktu 2006-2016 menggunakan rumus:

$$RMSE : \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (p - a)^2}$$

2.5.4 Debit andalan (Q80%)

Debit Andalan adalah besarnya debit untuk memenuhi kebutuhan air dengan resiko kegagalan yang telah diperhitungkan. Tingkat keandalan debit tersebut dapat terjadi, berdasarkan probabilitas kejadian dimana rumusnya:

$$P = \frac{l}{n+1} \times 100\%$$

2.6 Penelitian Terdahulu

Penelitian ini dilakukan berdasarkan 5 (lima) penelitian sebelumnya tentang penelitian terdahulu yaitu:

- Dessy Dwi Utami (2016) dengan judul “Analisa Ketersediaan air dengan menggunakan metode Mock dan model tank di DAS Jatiluhur”;
- Tintin Kartini dan Sulwan Permana (2017) dengan judul “Analisis optimasi operasi Waduk Ir. H. Djuanda Jatiluhur untuk pembangkitan listrik dengan metode *solver*”;
- Jaka Waluya (2010) melakukan penelitian tentang “Pengelolaan Sungai, Danau, dan Waduk untuk Konservasi Sumberdaya Air”;
- Saputro (2003) melakukan penelitian di “Waduk Cengklik, Boyolali, Luas areal irigasi sangat berpengaruh terhadap besar nilai keandalan waduk. Nilai keandalan waduk akan naik apabila luas areal layanan irigasinya diturunkan atau dikurangi, sedangkan nilai keandalan waduk akan turun apabila luas areal irigasinya dinaikkan atau ditambah”;

3. METODE PENELITIAN

3.1 Tahapan Penelitian

Tahapan-tahapan dalam penelitian adalah sebagai berikut:

1. Survey Pendahuluan;
2. Studi Literatur;
3. Pengumpulan Data;
4. Proses analisa data / Tahap perhitungan.

3.1.1 Survey Pendahuluan

Pada penelitian ini mengambil objek air limpasan di Waduk Jatiluhur di Kabupaten Purwakarta. Lokasi yang terpilih dalam penelitian ini terdapat di PLTA Jatiluhur, Purwakarta Provinsi Jawa Barat.

3.1.2 Studi Literatur

Dalam studi literatur ini, penulis mencari beberapa referensi di beberapa tempat seperti perpustakaan Universitas Katolik Soegijapranata dan Universitas Diponegoro serta beberapa jurnal yang penulis dapatkan baik jurnal elektronik maupun jurnal penelitian akademisi dari beberapa sumber. Dari beberapa literatur yang dipelajari dan data-data yang dimiliki maka penulis dapat menganalisa debit andalan keterediaan air waduk dengan metode mock.

3.1.3 Pengumpulan Data

Dalam penentuan suatu pola operasi PLTA dari suatu waduk, data-data penting sangat diperlukan untuk mendukung suatu hasil yang optimal dan sesuai dengan yang diharapkan. Dalam tugas akhir ini diperlukan:

3.1.4.1 Data Debit

Data debit ini diperlukan untuk mengetahui besarnya debit inflow yang nantinya akan dibuat debit andalan sebagai dasar debit outflow untuk PLTA. Data yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah data debit inflow selama 10 tahun, dari tahun 2006 sampai dengan tahun 2016.

3.1.4.2 Data Curah Hujan

Data curah hujan di ambil dari stasiun-stasiun penakar hujan yang berpengaruh terhadap daerah studi. Data-data curah hujan diambil dalam jangka waktu 10 tahun (10) tahun terakhir, bermula dari tahun 2006 sampai tahun 2016. Data curah hujan tersebut digunakan untuk menghitung curah hujan rata-rata (R).

3.1.4.3 Data klimatologi

Data Klimatologi sangat penting dalam analisa hidrologi pada suatu daerah aliran, karena klimatologi berhubungan erat dengan karakteristik

daerah aliran. Yang termasuk dalam data klimatologi adalah temperatur, kelembapan udara, kecepatan angin, dan evaporasi.

3.1.4.4 Data Bendungan dan PLTA

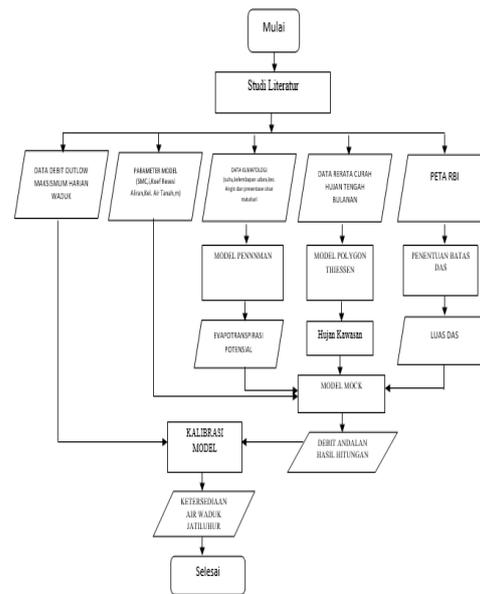
Meliputi data teknis Bendungan dan data bangunan pembangkit listrik tenaga airnya. Data-data tersebut digunakan untuk menunjang dalam perhitungan-perhitungan yang akan dilakukan.

3.1.4 Analisa Data / Tahap Perhitungan

Data-data yang terkumpul ini akan dihitung menjadi data sekunder untuk mendapatkan hasil yang dikehendaki. Analisa data yang dimaksud meliputi:

1. Menghitung *evapotranspirasi* potensial diatas permukaan Waduk Jatiluhur;
2. Menghitung curah hujan kawasan dengan metode *polygon thiessen*;
3. Menghitung debit andalan Q80%;
4. menghitung ketersediaan air DAS Jatiluhur.

3.1.5 Bagan Alir Penelitian

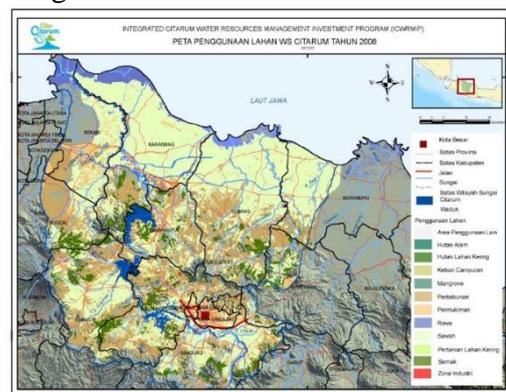


Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian

4. PEMBAHASAN

4.1 Daerah Aliran Sungai (DAS)

Istilah Daerah Aliran Sungai (DAS) banyak digunakan oleh beberapa ahli dengan makna atau pengertian yang berbeda-beda, ada yang menyamakan dengan *cacthment area*, *watershed*, atau *drainage basin*. Menurut Notohadiprawiro (1985), Daerah Aliran Sungai merupakan keseluruhan kawasan pengumpul suatu sistem tunggal, sehingga dapat disamakan dengan *cacthment area*.



Gambar 4.1 Peta DAS Jatiluhur

Sumber : Perusahaan umum Jasa Tirta II

4.2 Waduk

Waduk menurut PP-RI No. 37 (2010) adalah wadah buatan yang berbentuk sebagai akibat dibangunnya bendungan ataupun tempat pada permukaan tanah yang digunakan untuk menampung air saat terjadi kelebihan air / musim penghujan sehingga air itu dapat dimanfaatkan pada musim kering. Waduk Jatiluhur dijadikan studi penelitian dalam kasus ini.



Gambar 4.2 Karakteristik Waduk Jatiluhur

4.3 Analisa Hidrologi

Pada studi kali ini cukup digunakan dengan metode *Polygon Thiessen* karena memiliki 3 stasiun pengamatan hujan dan luas DAS antara 250 -120.000 ha.

Dari data curah hujan diambil rerata tengah bulanan dapat dihitung dengan menggunakan metode *Poligon Thiessen* yang diterapkan pada aplikasi *Argcis 10*, *Argcis* merupakan perangkat lunak yang terdiri dari produk perangkat lunak sistem informasi geografis (GIS). Berikut adalah gambar batas area *Polygon Thiessen* DAS Jatiluhur yang terbentuk di *Argcis 10*.



Gambar 4.3 Batas Area Pengaruh Polygon Thiessen DAS Jatiluhur

Dari hasil metode *Polygon Thiessen* didapatkan luas DAS Waduk Jatiluhur meliputi menjadi 3 daerah pembagian, berikut data luasan area *Polygon Thiessen* di DAS Jatiluhur pada Tabel 1.1.

Tabel 4.1 Luas area DAS pengaruh polygon thiessen

No	Stasiun Hujan	Luas	
		Luas (Km ²)	%
1	Sindanglaya	56,124	15,04
2	Cirata	100,783	27,02
3	Darangdan	216,162	57,94
Jumlah		373,069	100

Contoh Perhitungan curah hujan rerata di DAS Waduk Jatiluhur (tengah Bulan Januari) sebagai berikut:

Diket:

$$A_1 = 56,124 \text{ Km}^2 \quad P_1 = 20,54 \text{ mm}$$

$$A_2 = 100,783 \text{ Km}^2 \quad P_2 = 23,27 \text{ mm}$$

$$A_3 = 216,162 \text{ Km}^2 \quad P_3 = 18,79 \text{ mm}$$

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

$$= \frac{(56,124 \cdot 20,54) + (100,783 \cdot 23,27) + (216,162 \cdot 18,79)}{373,069}$$

$$\hat{P} = 20,19 \text{ mm}$$

4.4 Ketersediaan Air

Dalam menganalisis ketersediaan air pada suatu waduk salah satunya menggunakan metode *Mock* (1973). Menurut Mahzum dan Mardyanto (2014) metode ini mempertimbangkan besarnya air yang menjadi limpasan langsung dan air yang *terinfiltrasi* ke dalam tanah menjadi simpanan air tanah (*groundwater storage*), yang kemudian menjadi aliran dasar (*baseflow*) sehingga dapat diketahui total aliran atau debit efektifnya. Adapun beberapa parameter yang digunakan dalam metode *mock*, antara lain:

1. Curah hujan (P)
2. *Evapotranspirasi potensial* (Eto)

4.5 Evapotranspirasi

4.5.1 Evapotranspirasi Potensial

Dalam perhitungan evaporasi dipengaruhi oleh beberapa faktor alam lainnya, yaitu *temperature* (T), kelembapan udara (*Humidity*), dan kecepatan angin (U) presentase penyinaran matahari dan letak lintang daerah tinjauan.

Berdasarkan rumus empiris *Pennman* sebagai berikut:

Hasil perhitungan datanya disajikan dalam bentuk tabel dengan metode *penman* dengan persamaan sebagai berikut (diambil contoh bulan Januari):

$$ET_p = c \cdot ET_p$$

$$ET_p = w (0,75 R_s - R_{n-1} + (1-w) f(u) (e_a - e_d))$$

$$ET_p = 0,755 (0,75 \cdot 12,482 - (5,4 + (1 - 0,755)) \cdot 1,77 \cdot (83,7))$$

$$= 4,6072 \text{ mm/hari} \cdot 1,04 = 4,43 \text{ mm/hari}$$

Dimana:

- $w = 0,755$ (Lamp 15)
- $R_s = (0,25 + 0,54) 15,8 = 12,482$

- R_a = angka angot
- R_{n1} = radiasi bersih gelombang panjang (mm/hari).
 $= F(t) + F(ed) + F(u)$
 $= 15,9 + (-51,28) + 40,78$
 $= 5,4$
- $f(t) = 15,9$
- $f(ed) =$ fungsi tekanan uap
 $= 0,34 - 0,44 \cdot 117,32 = -51,28$
- $f(n/N) =$ fungsi Kecerahan Penyinaran
 $= 0,1 + 0,9 \cdot 45,2 = 40,78$
- $f(u) =$ fungsi dari kecepatan angin ketinggian 2 m (m/dt)
 $= 0,27 (1 + 0,864 u)$
 $= 0,27 (1 + 0,864 \cdot 6,44) = 1,77$
m/dt
- $u = 6,44$ m/dt
- $e_d = e_a + R_h = 33,62 + 83,7 = 117,32$
- $R_h =$ Kelembapan relatif (%)
- $e_a =$ Tekanan uap jenuh = 33,62
- $e_d =$ tekanan uap sebenarnya
- $c =$ angka koreksi Pennman = 1,04.

Tabel 4.2 Hasil Evapotranspirasi Potensial model penman

Bulan	A	B	Humidity (%)	Wind (km/jam)	P.Matahari (%)	Et _p (mm/hr)
Januari	26,6	27,1	83	5	45,2	4,43
Februari	26,2	27,1	83	7	53,4	4,46
Maret	26,6	27,6	79	5	63,8	4,36
April	27,1	28,2	79	6	64	4
Mei	28,1	28,8	67	6	74,8	3,66
Juni	27,5	28,1	74	6	72,6	3,5
Juli	27,4	27,5	74	6	79,8	3,54
Agustus	27,1	27,6	69	6	86,2	3,79
September	27,8	28,3	69	6	87,6	4,19
Oktober	28	28,8	69	6	79,4	4,43
November	27	28,3	70	5	54,4	4,37
Desember	27	27,1	81	5	42,4	4,39
Average	27,2	27,9	75	6	66,96	4,1

4.6 Perhitungan Ketersediaan Air dengan Model Mock

Mock (1973) menjelaskan metode untuk menduga debit aliran sungai dengan tahapan-tahapan sebagai berikut: Untuk waduk setelah

di optimalisasikan dan Berikut secara garis besar langkah contoh perhitungan pada tahun 2006, perhitungan dari tabel keterangan masing-masing kolom adalah sebagai berikut:

- I. Input data curah hujan 15 harian
- II. Menentukan besarnya nilai *evapotranspirasi* aktual (ET_a)

1. Input data *Evapotranspirasi* potensial (ET_p) pada bulan januari yang diperoleh perhitungan sebelumnya yaitu sebesar 4,43 mm/hari;
2. Menentukan besarnya parameter permukaan lahan terbuka (m). Untuk lahan pertanian yang diolah (sawah dan ladang) ditaksir harga m sebesar 35%;
3. $\Delta S = P - ET_p = 20,19 - 4,43 = 15,76$ mm
4. $m/20 \cdot (18-n) = 0,35 / 20 \cdot (18-7) = 10,5$ %
5. $E = ET_p \cdot (m/20 \cdot (18-h)) = 4,43 \cdot 0,105 = 0,47$ mm
6. $ET_a = ET_p - E = 4,43 - 0,47 = 3,96$ mm/hari

- III. Menentukan besarnya parameter keseimbangan air dalam tanah

1. Menghitung besarnya air hujan yang mencapai permukaan tanah (WS)
 $(WS) = P - ET_a = 20,19 - 3,96 = 15,76$ mm/ hari
2. Pada bulan januari $P > ET_a$, sehingga $\Delta S > 0$, karena itu besarnya kandungan kelembapan air tanah pada bulan januari adalah 0.
3. Jadi pada bulan januari periode pertama nilai WS sama sebesar 15,76 mm/hari.

- IV. Menentukan besarnya aliran dan tumpangan air tanah

1. Menghitung besarnya *Infiltrasi* (I)

$$I = WS \cdot i = 15,76 \cdot 0,5 = 7,88 \text{ mm/hari}$$

i adalah nilai parameter, yakni koefisien *infiltrasi* berdasarkan kondisi porositas tanah dan kemiringan daerah pengaliran. Untuk daerah ini ditaksir harga i sebesar 0,5.

2. $0,5 \times (1+K) I = (0,5 \times (1+0,70) \times 7,88) = 6,7$ mm/hari
 k adalah besarnya parameter, yakni faktor resesi aliran air tanah yang ditaksir sebesar 0,7.
3. $K \cdot V_{n-1} = 70$ mm/hari
 V_{n-1} adalah kandungan air tanah pada bulan sebelumnya. Untuk penentuan pada awal bulan (*initial storage*) ditaksir sebesar 100 mm.
4. Menentukan besarnya volume penyimpanan air tanah (V_n)
 $V_n = k \cdot V_{n-1} + 0,5 (1+k) \cdot I = 70 + 6,7 = 76,7$ mm/hari.
5. Menentukan besarnya perubahan volume air (dV_n)
 $dV_n = V_n - V_{n-1} = 76,7 - 100 = -23,30$ mm/hari
6. Menentukan besarnya aliran dasar (BF)
 $BF = I - dV_n = 7,88 - (-23,30) = 31,18$ mm/hari
7. Menentukan besarnya aliran permukaan (DR_o)
 $DR_o = WS - I = 15,76 - 7,88 = 7,88$ mm/hari
8. Menentukan besarnya aliran (R_o)
 $R_o = BF + DR_o = 31,18 + 7,88 = 39,06$ mm/hari

V. Menentukan besarnya debit aliran sungai pada DAS

Menentukan debit aliran, diket $A =$
Catchment Area 373,069 km²

Stream Flow

$$= \frac{R_o}{1000} \times A \times 10^6 / (n.24.3600)$$

$$= \frac{39,06}{1000} \times A \times 10^6 / (15.24.3600)$$

$$= 11,24 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Jadi, Debit Aliran pada tengah bulan Januari sebesar 11,24 m³/detik.

4.7 Debit Andalan

$$P = \frac{i}{n+1} \times 100\%$$

Q 80% = $\frac{n}{5} + 1 = \frac{10}{5} + 1 = 3$ (diambil urutan ke-3 dari terkecil ke terbesar)

Dimana :

P = *Probabilitas* (%);

i = Nomor urut debit;

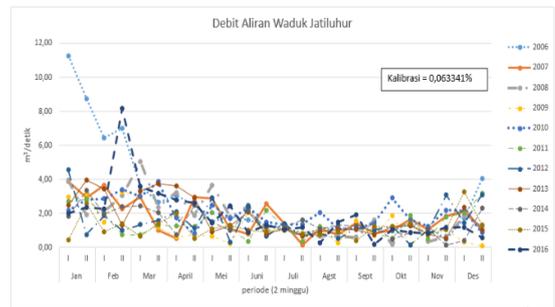
n = Jumlah data

Tabel 4.3 Hasil Perhitungan Q80 %

No	Bulan	Periode	Q Model (m ³ /detik)	Vol (m ³ /tahun)
1	Januari	I	2,02	63.696.990
2		II	2,35	74.128.803
3	Februari	I	1,87	58.818.258
4		II	1,30	41.033.010
5	Maret	I	1,36	42.886.800
6		II	1,30	41.153.781
7	April	I	0,77	24.303.585
8		II	0,82	25.854.603
9	Mei	I	1,11	35.126.960
10		II	1,11	35.126.960
11	Juni	I	1,01	31.881.670
12		II	0,93	29.381.514
13	Juli	I	1,09	34.452.574
14		II	0,67	21.021.144
15	Agustus	I	0,76	24.095.082
16		II	0,76	24.071.693
17	September	I	1,04	32.710.551
18		II	0,74	23.264.171
19	Oktober	I	0,55	17.483.357
20		II	0,87	27.436.320
21	November	I	0,77	24.326.738
22		II	0,55	17.344.800
23	Desember	I	1,18	37.186.022
24		II	0,88	27.614.578
				814.399.963

Jadi, Volume ketersediaan air Q80 % waduk Jatiluhur sebesar **814.399.963,00 m³/tahun**, untuk memastikan data yang kita hitung

dengan data lapangan hasilnya akurat dimana selisih error <1% untuk itu perlu dilakukan kalibrasi menggunakan



model *root mean square error*.

Gambar 4.4 Grafik Perhitungan Debit Aliran

4.8 Kalibrasi Model

Dalam perhitungan penelitian ini diketahui bahwa data yang didapatkan tidak lengkap sehingga hidrograf yang ada di lapangan dan hasil *outflow* belum bisa terkalibrasi dengan sempurna. RMSE dilakukan untuk mengetahui presentase *error* antara data lapangan dan hasil hitungan. dan berikut data model hitungan dan debit data lapangan yang ditunjukkan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Perbandingan debit model dan lapangan

Bulan	Periode	Hari	Q Model (m ³ /detik)	Q Data (m ³ /detik)	(p-a) ²
Jan	I	15	2,01982	2,16000	0,01965
	II	16	2,35061	2,39800	0,00225
Feb	I	15	1,86511	1,87300	0,00006
	II	13	1,30115	1,39100	0,00807
Mar	I	15	1,35993	1,40100	0,00169
	II	16	1,30498	1,32600	0,00044
Apr	I	15	0,77066	0,80300	0,00105
	II	15	0,81984	0,82400	0,00002
Mei	I	15	1,11387	1,18400	0,00492
	II	16	1,11387	1,19200	0,00610
Juni	I	15	1,01096	1,02410	0,00017
	II	15	0,93168	1,01300	0,00661
Juli	I	15	1,09248	1,20100	0,01178
	II	16	0,66658	0,65480	0,00014
Agust	I	15	0,76405	0,79500	0,00096
	II	16	0,76331	0,79271	0,00086
Sept	I	15	1,03724	1,14100	0,01077
	II	16	0,73770	0,76900	0,00098
Okto	I	15	0,55439	0,57200	0,00031
	II	15	0,87000	0,92000	0,00250
Nov	I	15	0,77140	0,89700	0,01578
	II	16	0,55000	0,56900	0,00036
Des	I	15	1,17916	1,19600	0,00028
	II	15	0,87565	0,89900	0,00055
Jumlah					0,09629

Perhitungan RMSE dilakukan dengan membandingkan hasil data di lapangan dan simulasi *outflow* DAS Jatiluhur selama kurung waktu 2006-2016 menggunakan rumus:

$$RMSE : \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (p - a)^2}$$

Keterangan:

n = data masukan

p = nilai debit *obs*

a = nilai debit hasil hitungan

Dari data real lapangan dan data simulasi model dapat diketahui beberapa data diantaranya sebagai berikut:

Diket:

$$n = 24$$

$$\sum (p-a)^2 = 0,0962$$

RMSE

$$= \sqrt{\frac{0,09629}{24}} = 0,063341 \% < 1\% \dots$$

OK

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Hasil perhitungan dan analisa pada bab-bab sebelumnya, beberapa kesimpulan yang dapat diambil adalah sebagai berikut:

1. Ketersediaan air Waduk Jatiluhur yaitu **814.399.963,00 m³/tahun**, dengan RMSE 0,063341 % dengan data debit lapangan dan dijadikan sebagai dasar pola operasi PLTA Jatiluhur.
2. Hasil parameter model mock sebagai salah satu dasar perhitungan debit andalan dengan menggunakan model *mock* untuk daerah tangkapan air DAS Waduk Watiluhur dimana rata-rata nilai singkapan lahan terbuka sebesar (m) 39,17%, nilai Koefisien *Infiltrasi* (i) sebesar 0,5, *Soil Moisture Capacity* (SMC) sebesar 200 mm, Koefisien Aliran (K) sebesar 0,7, dan *Initial Storage* sebesar 100 mm.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan berdasarkan hasil perhitungan dan analisa yaitu:

1. Hasil dari analisa ini dapat sebagai pedoman dasar penetapan pola operasi PLTA wilayah studi.
2. Kondisi ketersediaan air waduk dapat dijaga keberlangsungannya dengan menjaga Das, Sub Das Jatiluhur.
3. Penelitian lanjutan dapat mendalami subyek lain yang berkaitan dengan debit yaitu aliran irigasi dan PDAM.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Meotorologi dan Geofisika Provinsi Jawa Barat. 2017. *Data Suhu Udara, Kelembaban Udara dan Kecepatan Angin*;
- Badan Pengelolaan Hidup Daerah Propinsi Jawa Barat. 2017. *Rencana Pengelolaan dan Penataan Daerah Aliran Sungai di Jawa Barat*.
- Indarto. 2012. *Hidrologi*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Mahzum, Much dan Mardyanto, Agus. 2014. *Analisis ketersediaan sumber daya air dan upaya konservasi sub das Brantas Hulu wilayah Kota Batu*
- Mock, F.J. 1973a. *Land Capability Appraisal Indonesia*, edisi pertama. Bogor: Food And Agriculture Organization.
- Mock, F.J. 1973b. *Land Capability Appraisal Indonesia , Water Availability Appraisal*. Bogor: UNDP/FAO.
- Notohadiprawiro. 1985. *Ilmu Tanah dan Lingkungan*. Yogyakarta. Ghalia.
- Perum Jasa Tirta II. 2016. *Waduk dan PLTA Ir. H. Djuanda (Ir. H. Djuanda DAM and Hydroelectric Power Station)*. Purwakarta: PJT II.
- Presiden Republik Indonesia. 2010. *Peraturan Pemerintah Nomor 37 Tahun 2010 Tentang Bendungan*. Jakarta.
- Sezar Pratama, Y. 2012. *Studi Optimasi Operasional Waduk Sengguruh Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Air*.