

Prediksi Pasok Dan Kebutuhan Air Sungai Ciliwung Pada Ruas Jembatan Panus Sampai Manggarai

Mamok Suprpto¹⁾, Yohana Baptista Nidia Putri Irwani²⁾, Siti Qomariyah³⁾

¹⁾ Pengajar Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret

²⁾ Mahasiswa Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret

³⁾ Pengajar Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret

Jl. Ir. Sutami 36A, Surakarta 57126 – Telp. 0271-634524

Email: yohananidiaputri90@gmail.com

ABSTRACT

The utilization land in the Ciliwung river section of downstream are many used as settlement. The water of Ciliwung river is mostly used as domestic water supply. Increasing population of Jakarta in every year and also will at the amount of clean water necessary. Diversity of utilization land and an increasing in the number of people around the section of the river will impact to the requirement and availability of water.

The results of Arc-SWAT simulation it just form of discharge based on rain on every sub DAS and about the purpose of the water allocation which includes the taking of the river is not available at the Arc-SWAT. Accordingly, Arc-SWAT can not be use to predict the incoming and outgoing flow analysis are integrated. Then, to comply the purpose of this research is used the software HEC-HMS. Because the software have amenities for analyze the current in and out. Thomas Fiering method used to predict discharge for the next 5 years.

The amount of discharge that can be relied on range from 0 m³/sec until 12.28 m³/sec, for the next 5 years range between 5.49 m³/s to 41.73 m³/sec. The prediction amount of water requirement for the next 5 years 4.59 m³/sec. The form of Ciliwung river water balance at bridge sections Panus to Manggarai rate that fill up of river water can water supply of up to 5 years.

Keywords: prediction supply, water demand, water balance, thomas fiering.

ABSTRAK

Pemanfaatan lahan di wilayah sungai Ciliwung bagian hilir banyak digunakan sebagai pemukiman penduduk. Air sungai Ciliwung sebagian besar digunakan sebagai pemenuhan kebutuhan air domestic. Meningkatnya jumlah penduduk DKI Jakarta setiap tahunnya, juga meningkatkan jumlah kebutuhan air bersih. Keanekaragaman penggunaan lahan dan peningkatan jumlah penduduk di sekitar ruas sungai tersebut berpengaruh terhadap kebutuhan dan ketersediaan air.

Hasil simulasi Arc-SWAT hanya berupa debit berdasarkan hujan pada setiap sub DAS. Untuk kepentingan alokasi air yang meliputi pengambilan dari sungai tidak tersedia pada Arc-SWAT. Dengan demikian, Arc-SWAT tidak bisa digunakan untuk memprediksi analisis aliran masuk dan keluar secara *integrated*. Maka untuk memenuhi tujuan penelitian ini, *software* yang digunakan adalah HEC-HMS. Karena *software* tersebut memiliki fasilitas untuk analisa aliran masuk dan keluar. Metode Thomas Fiering digunakan untuk memprediksi debit 5 tahun kedepan.

Jumlah debit yang dapat diandalkan berkisar antara 0 m³/dtk sampai 12.28 m³/dtk, untuk 5 tahun kedepan berkisar antara 5.49 m³/dtk sampai 41.73 m³/dtk. Prediksi jumlah kebutuhan air untuk 5 tahun kedepan 4.59 m³/dtk. Kondisi water balance sungai Ciliwung ruas Jembatan Panus sampai Manggarai dinilai bahwa ketersediaan air sungai dapat memenuhi kebutuhan air sampai 5 tahun kedepan.

Kata kunci: prediksi pasok, kebutuhan air, neraca air, thomas fiering.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Pemanfaatan lahan di wilayah sungai Ciliwung bagian hilir banyak digunakan sebagai lahan pemukiman penduduk. Lahan pemukiman semakin tahun semakin meluas seiring dengan peningkatan jumlah

penduduk yang berada di wilayah provinsi DKI Jakarta. Peningkatan jumlah penduduk ini menyebabkan kebutuhan air bersih meningkat. Sebagai sumber air bersih untuk memenuhi kebutuhan air bersih umumnya memanfaatkan air sungai Ciliwung.

Mengingat demikian panjang sungai Ciliwung, maka pada penelitian ini hanya difokuskan pada ruas jembatan Panus Depok sampai Manggarai. Lokasi ini dipilih karena disekitar ruas tersebut banyak lahan pemukiman yang memanfaatkan air baik secara langsung dari aliran sungai Ciliwung maupun air yang berasal dari PDAM. Kebutuhan air dalam penelitian ini diperhitungkan atas dasar jumlah penduduk yang bermukim di sekitar ruas sungai tersebut. Adapun ketersediaan air dihitung berdasarkan data hujan 10 tahun yang ditransformasikan menjadi debit andalan sungai Ciliwung di ruas tersebut. Untuk mengetahui keadaan keseimbangan air selama 5 tahun mendatang sesuai dengan kurung waktu rencana pembangunan jangka menengah. Prediksi debit andalan bulanan dilakukan dengan teori prediksi yang ada dan umum digunakan.

DASAR TEORI

Debit Andalan

Debit andalan adalah debit minimum sungai dengan besaran tertentu yang mempunyai kemungkinan terpenuhi yang dapat digunakan untuk berbagai keperluan. Untuk kepentingan irigasi, debit minimum sungai untuk kemungkinan terpenuhi ditetapkan 80%, sedangkan untuk keperluan air baku ditetapkan 90% (Bambang Triadmojo, 2008). Dalam perencanaan penyediaan air terlebih dahulu harus dicari debit andalan (*dependable discharge*), yang tujuannya adalah untuk menentukan debit perencanaan yang diharapkan selalu tersedia di sungai (Soemarto, 1987). Dalam menentukan besarnya debit andalan dengan peluang 80 % digunakan probabilitas Metode *Weibull*, dengan rumus:

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

dengan:

P	= peluang (%)
m	= nomor urut data
n	= jumlah data

Prediksi Ketersediaan Air dengan Metode Thomas Fiering

Model yang digunakan adalah model Thomas Fiering (skokastik empiris), karena data yang akan dibangkitkan berupa data debit bulanan (*multiple season*). Rumus Thomas-Fiering mempunyai bentuk umum aslinya sebagai berikut (Shahin, 1993):

$$q_{i,j} = x_j + r(j) s_j / s_{j-1} (q_{i,j-1} - x_{j-1}) + t_{i,j} s_j \{1 - r(j)\}^{0.5}$$

dengan:

$q_{i,j}$	= debit bulan j dalam ($j = 1, 2, \dots, 12$)
x_j	= rata-rata debit bulan j
$r(j) s_j / s_{j-1}$	= koefisien regresi $q_{i,j}$ dari $q_{i,j-1}$:
$r(j)$	= koefisien korelasi bulan j dari bulan j-1
s_j	= simpangan baku bulan j
s_{j-1}	= simpangan baku bulan j-1
x_{j-1}	= rata-rata bulan j-1
$t_{i,j}$	= variabel acak berdistribusi normal baku, dengan rata-rata 0 dan variansi 1, untuk bulan j dengan catatan bahwa untuk $j = 1$ (bulan Januari), maka $j-1 = 12$ (bulan Desember dari tahun yang lalu).

Rumus koefisien regresi $q_{i,j}$ dari $q_{i,j-1}$:

$$r^{(j)} = s_j / s_{j-1}$$

dengan:

$r^{(j)}$ = koefisien korelasi $q_{i,j}$ dari $q_{i,j-1}$

s_j = simpangan baku bulan j

s_{j-1} = simpangan baku bulan $j-1$

Prediksi Kebutuhan Air

Proyeksi kebutuhan air bersih dapat ditentukan dengan memperhatikan pertumbuhan penduduk untuk diproyeksikan terhadap kebutuhan air bersih sampai dengan lima puluh tahun mendatang atau tergantung dari proyeksi yang dikehendaki (Soemarto, 1999). Adapun yang berkaitan dengan proyeksi kebutuhan tersebut adalah:

Metode *Geometrical Increase* (Soemarto, 1999)

$$P_n = P_0 + (1 + r)^n$$

dengan:

P_n = jumlah penduduk pada tahun ke- n

P_0 = jumlah penduduk pada awal tahun

r = presentase pertumbuhan geometrical penduduk tiap tahun

n = periode waktu yang ditinjau

Dari proyeksi tersebut, kemudian dihitung jumlah kebutuhan air dari sektor domestik berdasarkan kriteria Ditjen Cipta Karya 2000.

$$Q_p = J \times q$$

dengan:

Q_p = jumlah pemakaian air (Lt/hari)

J = jumlah pemakai (Jiwa)

q = konsumsi air rata-rata (Lt/jiwa/hari)

METODE PENELITIAN

Umum

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian deskriptif kualitatif. Didalam penelitian ini, dilakukan prediksi untuk mengetahui perkembangan jumlah penduduk, kebutuhan air, dan ketersediaan air sungai Ciliwung ruas jembatan Panus sampai Manggarai untuk jangka waktu 5 tahun kedepan. Berdasarkan hasil prediksi dapat diketahui kondisi keseimbangan air selama 5 tahun kedepan.

Parameter dan Variabel Terkait

Penelitian ini melibatkan parameter dan variabel yang ditampilkan dalam Tabel 1-2

Tabel 1. Parameter.

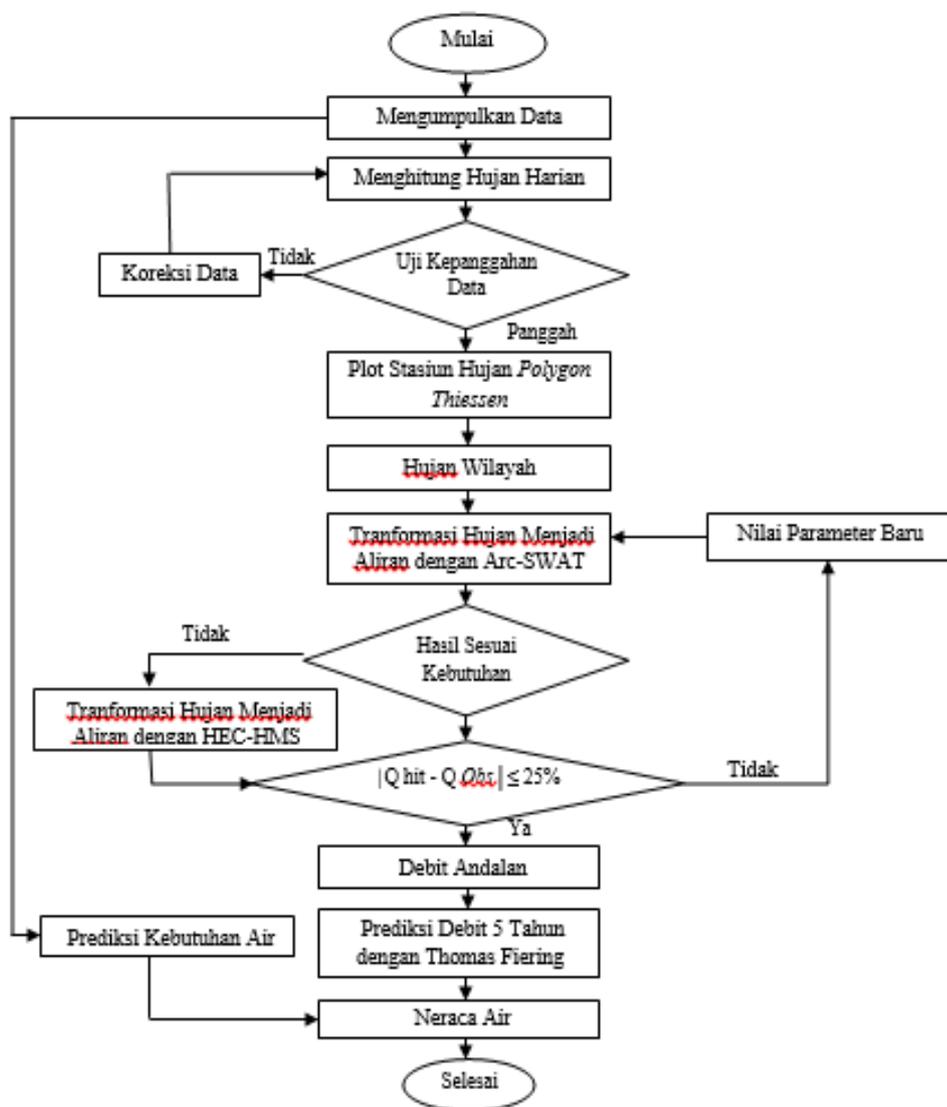
No	Parameter	Keterkaitan dalam Analisis	Diperoleh Dari
1.	Luas DAS	Transformasi hujan-aliran, hujan wilayah	Ploting peta
2.	Kemiringan DAS	Waktu konsentrasi (Tc), Transformasi hujan-aliran	Data sekunder
3.	Koefisien Loss	Transformasi hujan-aliran,	Estimasi

Tabel 2. Variabel.

No	Variabel	Keterkaitan dalam Analisis	Diperoleh Dari
1.	Hujan	Transformasi hujan,-aliran, hujan wilayah	Data sekunder
2.	Debit	Kalibrasi	Data sekunder
3.	Iklim	Transformasi hujan-aliran	Data sekunder

Langkah Penelitian

Tahapan penelitian dapat dilihat pada diagram alir seperti yang ditunjukkan dalam **Gambar 1.**



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ketersediaan Air

Ketersediaan air dianalisis dengan membuat simulasi transformasi hujan menjadi debit menggunakan *software Soil and Water Assessment Tools* (SWAT). Contoh hasil *output* simulasi SWAT bulanan yang ditampilkan pada Tabel 3, menunjukkan luas area per subDAS serta jumlah aliran masuk dan keluar tiap sub DAS.

Tabel 3. Output Simulasi SWAT

Sub DAS	Tahun	Bulan	Luas (Km ²)	Aliran Masuk (cm)	Aliran Keluar (cm)
1	2003	1	344.3	19.05	19.0
2	2003	1	25.9	2.576E-07	0
3	2003	1	223.1	7.578	7.6
4	2003	1	35.2	3.731E-07	0
5	2003	1	172.3	7.6	7.6
6	2003	1	25.8	0.9	0.94
7	2003	1	23.3	0.9	0.92
8	2003	1	106	6.7	6.7
9	2003	1	48.4	4.3	4.3

Hasil simulasi Arc-SWAT hanya berupa debit berdasarkan hujan pada setiap sub DAS. Untuk kepentingan alokasi air yang meliputi beberapa pengambilan- pengambilan dari sungai tidak tersedia pada Arc-SWAT. Bentuk dan jumlah DAS berdasarkan delinasi peta DEM, sehingga hasilnya berdasarkan kualitas dari peta DEM. Dengan demikian, Arc-SWAT tidak bisa digunakan untuk memprediksi analisis aliran masuk dan keluar secara *integrated*. Maka untuk memenuhi tujuan penelitian ini, *software* yang digunakan adalah HEC-HMS. Karena *software* tersebut memiliki fasilitas untuk analisa aliran masuk dan keluar.

Contoh hasil simulasi hujan menjadi aliran untuk mendapatkan debit, menggunakan software HEC-HMS adalah sebagai berikut:

Tabel 4. Output Simulasi HEC-HMS

Tanggal	Waktu	Debit Masuk dari Reach(m ³ /dt)	Debit Pengalihan (m ³ /dt)	Debit Keluar (m ³ /dt)
01Jan2003	00:00	0.0	0.0	0.0
02Jan2003	00:00	0.0	0.0	0.0
03Jan2003	00:00	0.0	0.0	0.0
04Jan2003	00:00	0.0	0.0	0.0
05Jan2003	00:00	0.0	0.0	0.0
06Jan2003	00:00	0.0	0.0	0.0
07Jan2003	00:00	0.0	0.0	0.0
08Jan2003	00:00	0.0	0.0	0.0
09Jan2003	00:00	0.1	0.0	0.1
10Jan2003	00:00	0.1	0.0	0.1
11Jan2003	00:00	0.4	0.0	0.4
12Jan2003	00:00	1.6	0.0	1.6
13Jan2003	00:00	2.4	0.0	2.4
14Jan2003	00:00	2.3	0.0	2.3
15Jan2003	00:00	2.3	0.0	2.3
16Jan2003	00:00	2.4	0.0	2.4

Tanggal	Waktu	Debit Masuk dari Reach(m ³ /dt)	Debit Pengalihan (m ³ /dt)	Debit Keluar (m ³ /dt)
17Jan2003	00:00	2.3	0.0	2.3
18Jan2003	00:00	2.4	0.0	2.4
19Jan2003	00:00	2.3	0.0	2.3
20Jan2003	00:00	2.4	0.0	2.4
21Jan2003	00:00	2.3	0.0	2.3
22Jan2003	00:00	2.7	0.0	2.7
23Jan2003	00:00	3.7	0.0	3.7
24Jan2003	00:00	4.9	0.0	4.9
25Jan2003	00:00	5.2	0.0	5.2
26Jan2003	00:00	5.1	0.0	5.1
27Jan2003	00:00	5.3	0.0	5.3
28Jan2003	00:00	5.2	0.0	5.2
29Jan2003	00:00	8.3	0.0	8.3
30Jan2003	00:00	13.6	0.0	13.6
31Jan2003	00:00	13.3	0.0	13.3

Kalibrasi Hasil Simulasi

Untuk mendapatkan hasil perhitungan yang sesuai maka dilakukan Optimization Trials dengan mengkalibrasi parameter pada Sub Basin yaitu parameter *loss* yang terdiri *initial loss*, *constant rate*, dan *impervious*. Hasil *trial* ditampilkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Kalibrasi parameter DAS Ciliwung ruas Jembatan Panus-Manggarai.

Trial	Loss			Percent Difference (%)
	Initial Loss	Constant rate	Impervious	Peak Flow
1	2.5	0.35	10	5.52
2	2.5	0.36	10	3.87
3	2.5	0.37	10	2.31
4	2.5	0.38	10	0.34

Setelah kalibrasi sebanyak 4 kali didapatkan kesalahan paling kecil 0.34% untuk *volume* dan 21.9% untuk *peak flow*.

Debit Andalan

Debit andalan digunakan untuk mengetahui berapa besar debit yang tersedia di DAS Ciliwung ruas Jembatan Panus-Manggarai. Dari hasil simulasi kemudian dicari debit andalan untuk ketersediaan air domestik/air baku dengan keandalan Q90%. Hasil perhitungan ditampilkan dalam Tabel 6.

Tabel 6. Debit andalan untuk ketersediaan air domestik/air baku

Proabilitas (%)	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
9.1	59.8	83.7	36.7	26.4	24.4	17.9	16.0	17.0	33.8	27.5	38.0	37.0
18.2	43.7	44.3	35.0	23.0	23.5	13.9	12.7	13.5	14.8	22.6	24.3	31.6
27.3	30.4	37.2	31.7	20.2	22.3	10.2	9.0	3.7	12.1	22.0	23.1	27.8
36.4	30.2	36.7	24.5	19.5	16.7	8.1	6.2	2.8	7.9	14.0	22.1	22.1
45.5	26.1	35.5	19.9	16.0	15.6	7.7	4.9	2.2	5.7	13.5	17.6	21.3

Proabilitas (%)	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
54.5	24.8	34.9	18.9	12.0	14.9	6.8	3.9	2.2	4.8	9.9	15.4	20.6
63.6	22.6	34.0	18.6	11.7	12.1	4.3	2.2	1.3	3.2	9.8	14.8	18.4
72.7	19.0	33.6	17.6	10.1	11.8	4.3	0.3	0.9	3.1	8.1	14.7	17.5
81.8	12.7	28.3	11.7	8.9	6.0	3.0	0.1	0.7	2.9	7.0	13.0	11.9
90.9	2.9	7.6	3.1	7.5	5.5	2.7	0.0	0.1	2.8	6.0	12.2	10.0

Prediksi Ketersediaan Air

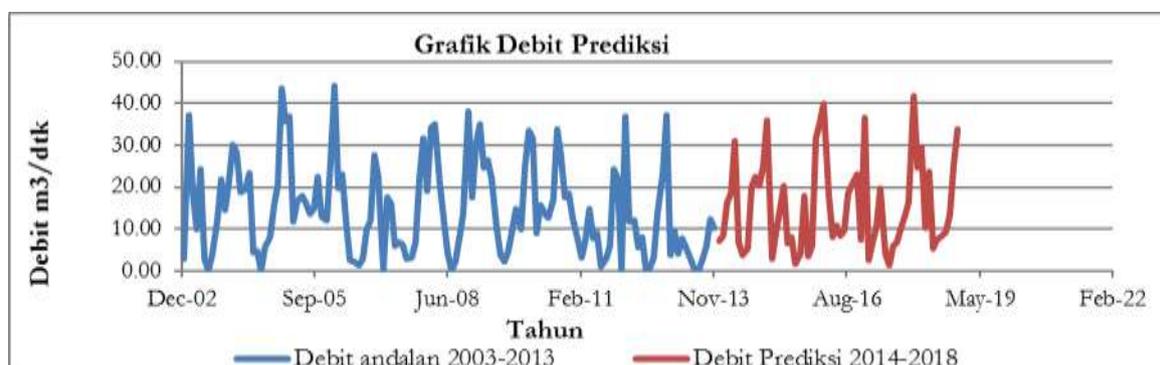
Parameter yang dibutuhkan dalam memperkirakan debit dengan metode Thomas Fiering adalah simpanganbaku, koefisien korelasi, koefisien regresi dan *random number* yang diperoleh dari *Data Analysis* di dalam Excel. Parameter tersebut ditampilkan dalam Tabel 7.

Tabel 7. Parameter yang digunakan dalam prediksi debit metode Thomas Fiering

Rerata	19.66	27.43	20.15	14.82	14.40	7.40	5.01	4.05	8.54	13.31	18.87	20.76
Simp.Baku	13.57	14.60	11.30	6.57	7.01	4.93	5.49	5.71	9.33	7.49	7.71	8.69
Koef.Korelasi	-0.37	0.21	0.56	0.36	0.25	0.12	0.86	0.78	0.91	0.87	-0.10	0.25
Koef.Regresi	-0.58	0.22	0.44	0.21	0.26	0.09	0.96	0.81	1.49	0.70	-0.11	0.28

Tabel 8. Hasil prediksi debit 5 tahun kedepan.

Bulan	Debit m ³ /dtk				
	2014	2015	2016	2017	2018
Jan	7.13	35.91	31.71	36.40	41.73
Feb	8.53	2.81	35.23	2.72	24.57
Mar	16.34	9.17	40.07	6.93	29.65
Apr	18.41	14.41	18.05	10.51	10.39
May	30.98	20.47	8.04	19.80	23.64
Jun	6.79	6.48	10.86	4.21	5.49
Jul	3.79	8.00	8.48	1.39	7.43
Aug	5.19	1.75	9.76	5.87	8.31
Sep	19.96	4.20	18.40	6.77	9.28
Oct	22.58	17.87	20.64	10.24	13.44
Nov	20.23	3.41	23.17	13.04	25.10
Dec	24.93	5.87	7.63	16.35	33.91



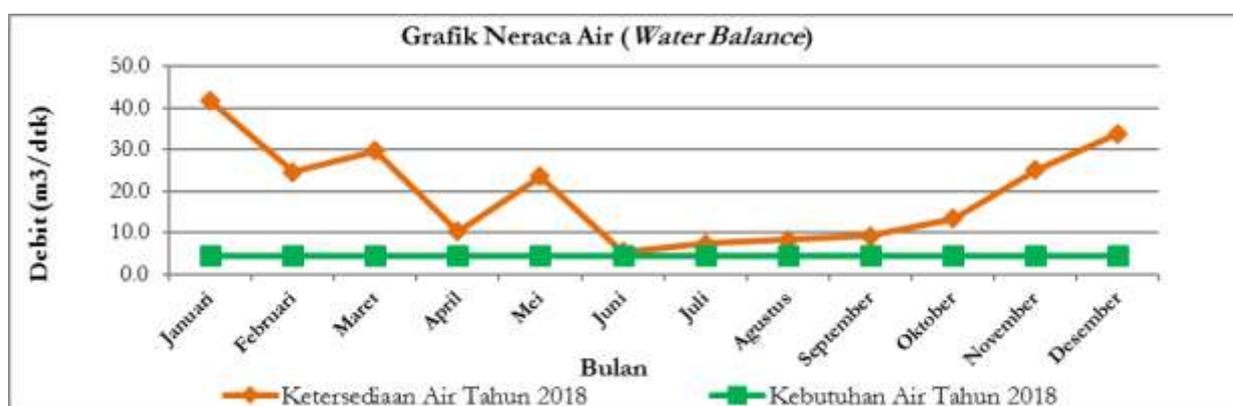
Gambar 2. Grafik Debit Prediksi

Neraca Kebutuhan Air dan Ketersediaan Air

Perhitungan neraca air dihitung dengan mengurangkan debit yang tersedia dengan debit total air yang dibutuhkan, dan apabila debit yang tersedia masih tersisa artinya debit air tersebut memang mencukupi untuk penyediaan kebutuhan air di DAS Ciliwung ruas Jembatan Panus-Manggarai.

Tabel 9. Hasil perhitungan neraca air untuk kebutuhan air tahun 2018

Bulan	Debit Tersedia Tahun 2018 (m ³ /dtk)	Kebutuhan Air (m ³ /dtk)	Residu
Januari	41.73	4.59	37.14
Februari	24.57	4.59	19.98
Maret	29.65	4.59	25.06
April	10.39	4.59	5.79
Mei	23.64	4.59	19.05
Juni	5.49	4.59	0.90
Juli	7.43	4.59	2.84
Agustus	8.31	4.59	3.72
September	9.28	4.59	4.68
Oktober	13.44	4.59	8.85
November	25.10	4.59	20.51
Desember	33.91	4.59	29.31



Gambar 3. Grafik Neraca Air

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan pada penelitian ini, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Jumlah debit yang dapat diandalkan pada saat ini berkisar antara 0 m³/dtk sampai 12.28 m³/dtk, untuk 5 tahun kedepan berkisar antara 5.49 m³/dtk sampai 41.73 m³/dtk.
2. Prediksi jumlah kebutuhan air untuk 5 tahun kedepan 4.59 m³/dtk.
3. Diketahui bahwa kondisi water balance sungai Ciliwung dari ruas Jembatan Panus sampai Manggarai dapat memenuhi kebutuhan air sampai 5 tahun kedepan.

Saran

Beberapa saran yang berkaitan dengan penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini dapat dikembangkan dengan prediksi kebutuhan air dalam sektor industri dan pertanian.
2. Perlu adanya peninjauan kembali jumlah danau dan situ, karena keduanya bermanfaat untuk menampung dan menyimpan kelebihan air sehingga dapat digunakan di musim kering atau kemarau.

DAFTAR PUSTAKA

Bambang Triatmodjo, 2008, *Hidrologi Terapan*, Beta Offset.

Shahin, M., H.J.L. van Oorschot, S.J. Lange, 1993. *Statistical Analysis in Water Resources Engineering*, A.A. Balkema, Rotterdam.

Soemarto, 1999, *Hidrologi Teknik 1*. Surabaya.