

Analisis Neraca Air Permukaan DAS Ciliman

Isvan Taufik¹, Muhammad Yanuar J. Purwanto², Bambang Pramudya², Satyanto K. Saptomo²

¹Program Doktor Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, e-mail: isvantaufik@gmail.com

²Institut Pertanian Bogor, Baranangsiang Bogor Jawa Barat

ABSTRAK

DAS Ciliman merupakan salah satu DAS terbesar kedua di Propinsi Banten dan menjadi bagian dari Wilayah Sungai Ciliman-Cibungur, perkembangannya semakin pesat sejak adanya rencana pembangunan Bandara Panimbang, Kawasan Ekonomi Khusus Tanjung Lesung, dan Pembangunan Jalan Tol Serang-Panimbang. Disamping itu, sekitar DAS Ciliman terhampar Daerah Irigasi Ciliman seluas 5.423 Ha yang merupakan lumbung padi nasional. Kondisi tersebut menyebabkan DAS Ciliman sangat penting dalam menunjang ketahanan pangan, ketahanan air, dan ketahanan ekonomi di Propinsi Banten sehingga perlu dilakukan analisis neraca air pada DAS Ciliman. Neraca air merupakan estimasi ketersediaan dan kebutuhan air pada suatu wilayah DAS. Neraca air tersebut menjadi sangat penting mengingat kebutuhan manusia akan sumberdaya air menjadi kebutuhan utama. Tujuan penelitian ini, meliputi; (1) Menganalisis sebaran pengaruh stasiun pengamatan curah hujan pada masing-masing Sub DAS Ciliman, (2) Menganalisis debit andalan pada masing-masing Sub DAS Ciliman, dan (3) Menganalisis potensi ketersediaan air baku pada DAS Ciliman. Metode analisis data yang digunakan meliputi; analisis curah hujan wilayah, analisis ketersediaan air (analisis evapotranspirasi, analisis model Mock), dan analisis kebutuhan air. Hasil analisa ketersediaan air di Bendung Ciliman sebesar 103,94 m³/detik, sedangkan kebutuhan airnya sebesar 103,11 m³/detik. Hal ini berarti terdapat surplus sebesar 0,83 m³/detik. Berdasarkan analisa perhitungan neraca air seluruh DAS Ciliman terdapat surplus sebesar 99 m³/detik.

Kata kunci: Neraca air, ketersediaan air, kebutuhan air, curah hujan, DAS Ciliman

ABSTRACT

Ciliman Watershed is one of the second largest watersheds in Banten Province, as a part of the Ciliman-Cibungur River Region, has been developed since there are several planned such as Panimbang Airport, Tanjung Lesung Special Economic Zone, and Construction of Serang-Panimbang Toll Road. In addition, around the Ciliman watershed stretches into the Ciliman Irrigation Area covering an area of 5,423 hectares as the national rice barn. These conditions cause the Ciliman watershed to be very important in supporting food security, water security, and economic security in Banten Province, so it is necessary to do a water balance analysis in the Ciliman watershed. Water balance is an estimate of the availability and needs of water in a watershed area. The water balance is very important considering the human need for water resources is a major requirement. The purpose of this study includes; (1) Analyzing the distribution of the influence of rainfall observation stations in each of the Ciliman sub-watersheds, (2) Analyzing the mainstay discharge in each Ciliman sub-watershed, and (3) Analyzing the potential availability of raw water in the Ciliman watershed. Data analysis methods used include; regional rainfall analysis, analysis of water availability (evapotranspiration analysis, Mock model analysis), and analysis of water requirements. The results of the analysis of water availability in Bendung Ciliman are 103.94 m³/second, while the water demand is 103.11 m³/second. This means that there is a surplus of 0.83 m³/second. Based on the analysis of the calculation of the water balance throughout the Ciliman watershed there is a surplus of 99 m³/second.

Keywords: Water balance, water availability, water needs, rainfall, Ciliman watershed

Citation: Taufik, I., Purwanto, M. Y. J., Pramudya, B., dan Saptomo, S. K. (2019). Analisis Neraca Air Permukaan DAS Ciliman. Jurnal Ilmu Lingkungan, 17(3),452-464, doi:10.14710/jil.17.3.452-464

1. Latar Belakang

Kebutuhan manusia akan sumberdaya air menjadi sangat nyata bila dikaitkan dengan empat hal, yaitu penambahan penduduk, pertumbuhan pangan, peningkatan industrialisasi dan perlindungan ekosistem terhadap teknologi. DAS Ciliman yang terletak di Propinsi Banten yang menjadi salah satu DAS terbesar kedua dan menjadi bagian dari Wilayah Sungai Ciliman-Cibungur, memiliki potensi Sumberdaya Air yang sangat strategis yang salah satunya dimanfaatkan untuk mengairi Daerah Irigasi Ciliman seluas 5.423 Ha yang merupakan salah satu lahan sawah beririgasi teknis

yang terbesar di Kabupaten Pandeglang dan penyumbang lumbung padi nasional. Selain itu, pada DAS Ciliman juga terdapat daerah irigasi kewenangan Provinsi Banten, yaitu DI.Cimanyangray sebagai daerah potensial kawasan strategis pangan, serta daerah irigasi dengan luas < 1.000 hektar yang merupakan kewenangan Kabupaten Pandeglang dan Kabupaten Lebak. Jika dilihat dari neraca airnya, kebutuhan air irigasi merupakan kebutuhan air paling tinggi di WS Ciliman-Cibungur diikuti oleh air domestik kemudian industri dan peternakan (Dinas Sumber Daya Air dan Pemukiman Provinsi Banten 2013). Hal tersebut secara tidak langsung

mengisyaratkan bahwa dengan adanya daerah irigasi yang merupakan hamparan sawah beririgasi teknis sebagai satu kawasan strategis pangan berbasis komoditas unggulan pangan pada DAS Ciliman, maka kebutuhan air irigasinya harus dijamin (disediakan) dan dikelola secara layak oleh pemerintah/ pemerintah provinsi/ pemerintah kabupaten sesuai dengan kewenangannya.

Disisi lain, penyediaan air irigasi untuk daerah potensial kawasan strategis pangan tersebut mendapatkan tantangan dengan diterbitkannya Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 3 Tahun 2016 tentang percepatan pelaksanaan proyek strategis nasional, antara lain 1) Kawasan Ekonomi Khusus (KEK) Tanjung Lesung seluas 1.500 hektar membutuhkan penyediaan air sebesar 400 liter/detik, 2) Pembangunan Bandara Banten Selatan dan Jalan Tol Serang-Panimbang sepanjang 83,6 kilometer yang salah satu trasenya memotong sungai Ciliman, akan memicu pertumbuhan pusat-pusat kegiatan baru dan lonjakan pertumbuhan penduduk dan berimplikasi pada berubahnya tata guna lahan disekitar DAS Ciliman tersebut dan kebutuhan air baku semakin bertambah.

Besar kecilnya sumber daya air pada suatu DAS sangat tergantung dari jumlah curah hujan yang ada pada DAS. Untuk mengetahui potensi sumber daya air pada suatu wilayah perlu dilakukan analisis ketersediaan debit untuk mendapatkan data time series yang andal yang cukup panjang pada setiap simpul aliran (pada sub-DAS yang terletak dibagian hulu). Permasalahannya terletak pada data debit yang sangat terbatas jumlah ketersediaannya, sehingga perlu dilakukan analisis debit andalan atas dasar data-data hujan dan iklim. Beberapa penelitian telah dilakukan pada DAS Ciliman, diantaranya yaitu Dinas Sumber Daya Air dan Permukiman (2014) melakukan kajian melalui paket pekerjaan DED Penyediaan Air Baku Kawasan Tanjung Lesung, Dinas Sumber Daya Air dan Permukiman (2015) Studi Komprehensif Pengendalian Daya Rusak Air pada DAS Ciliman, Dinas Sumber Daya Air dan Permukiman (2016) Penyusunan Perencanaan dan Evaluasi Alokasi Air Pada DAS Ciliman, Dirjen Cipta Karya Kementerian PUPR (2016) Perencanaan Pengembangan SPAM Mendukung Kawasan Strategis Pariwisata Nasional Wilayah Barat, Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang (2017-2018) Pra FS dan FS Pembangunan Multipurpose DAM pada DAS Ciliman, Mubarok (2018) melakukan penelitian tentang Perencanaan Bendungan Ciliman di Kabupaten Lebak, Banten. Sedangkan penelitian lain mengenai ketersediaan air di lokasi lain, antara lain : Evaluasi Ketersediaan Air DAS Deli terhadap Kebutuhan Air (Sitompul dan Efrida, 2018), Analisa Ketersediaan dan Kebutuhan Air pada DAS Sampean (Sari dkk, 2011), Analisa Ketersediaan dan Kebutuhan Air pada DAS Percut untuk Memenuhi Kebutuhan Air Bersih di Kabupaten Deli Serdang (Sukmanda dan Terunajaya, 2016). Tujuan penelitian

ini, meliputi: (1) Menganalisis sebaran pengaruh stasiun pengamatan curah hujan pada masing-masing Sub DAS Ciliman, (2) Menganalisis debit andalan pada masing-masing Sub DAS Ciliman, dan (3) Menganalisis potensi ketersediaan dan kebutuhan air baku pada DAS Ciliman.

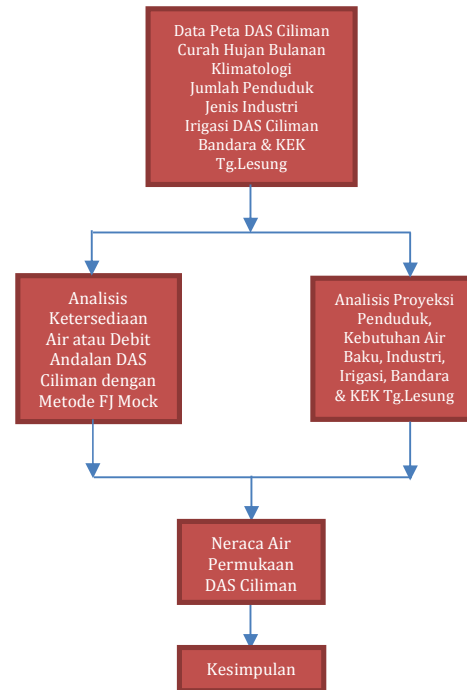
2. Metodologi

2.1. Jenis dan sumber data

Jenis data yang digunakan dalam kajian ini adalah data sekunder yang meliputi: (1) data curah hujan bulanan dari 4 stasiun pengamatan curah hujan Tahun 1998-2015, yaitu stasiun pengamatan curah hujan Kencana, dan stasiun pengamatan curah hujan KP3, (2) data klimatologi Stasiun BMKG Taktakan Serang Tahun 1998-2015, (3) Peta DAS Ciliman dan (4) Data jumlah penduduk.

2.2. Kerangka Penelitian

Kerangka penelitian analisis ketersediaan air terhadap kebutuhan air di DAS Ciliman dalam penelitian ini diperlihatkan pada Gambar 2.



Gambar 1 Kerangka Tahapan Penelitian

2.3. Metode pengumpulan data

Metode pengumpulan data dilakukan dengan metode studi pustaka (*desk study*) yang dilakukan pada beberapa instansi terkait, diantaranya; Stasiun BMKG Taktakan Serang, Dinas PUPR Provinsi Banten, BBWS Cidanau Ciujung Cidurian Kementerian PUPR, serta BPS Provinsi Banten.

2.4. Metode analisis data

Metode analisis data yang digunakan meliputi; analisis curah hujan wilayah, analisis ketersediaan air (analisis evapotranspirasi, analisis Mock), dan

analisis kebutuhan air. Analisis curah hujan wilayah dengan metode Thiessen dilakukan untuk mengetahui sebaran pengaruh tangkapan hujan terhadap hujan disekitarnya. Rata-rata terbobot (weighted average), masing-masing stasiun hujan ditentukan luas daerah pengaruhnya berdasarkan poligon yang dibentuk (menggambarkan garis-garis sumbu pada garis-garis penghubung diantara stasiun hujan yang berdekatan).

Analisis ketersediaan dilakukan dengan pendekatan analisis evapotranspirasi dan analisis Mock. Penentuan nilai evapotranspirasi pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode Penman. Rumus yang menjelaskan evapotranspirasi acuan secara teliti adalah rumus Penman-Monteith, yang pada tahun 1990 oleh FAO dimodifikasi dan dikembangkan menjadi rumus FAO Penman-Monteith (Anonim, 1999) yang diuraikan sebagai berikut:

$$ET_0 = \frac{0.408 \Delta (Rn - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0.34 u_2)}$$

Keterangan:

ET_0 = Evapotranspirasi acuan (mm/hari)

Rn = Radiasi netto pada permukaan tanaman ($MJ/m^2/hari$)

G = Kerapatan panas terus-menerus pada tanah ($MJ/m^2/hari$)

T = Temperatur harian rata-rata pada ketinggian 2 m ($^{\circ}C$)

u_2 = Kecepatan angin pada ketinggian 2 m (m/s)

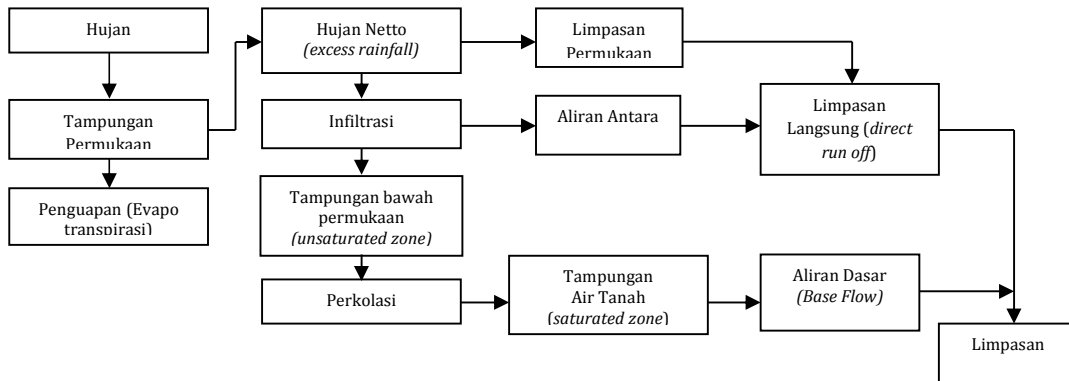
e_s = Tekanan uap jenuh (kPa)

e_a = Tekanan uap aktual (kPa)

D = Kurva kemiringan tekanan uap ($kPa/^{\circ}C$)

g = Konstanta psychrometric ($kPa/^{\circ}C$)

Sedangkan analisis Mock merupakan analisis keseimbangan air untuk menghitung harga debit bulanan berdasarkan tranformasi data curah hujan bulanan, evapotranspirasi, kelembaban tanah dan tampungan air tanah. Metode empiris tersebut digunakan apabila terdapat catatan debit sungai yang hilang (Mock, 1973). Prinsip metode Mock menyatakan bahwa hujan yang jatuh pada daerah tangkapan air, sebagian akan hilang akibat evapotranspirasi, sebagian akan langsung menjadi direct runoff dan sebagian lagi akan masuk ke dalam tanah atau terjadi infiltrasi. Infiltrasi ini mula-mula akan menjenuhkan permukaan tanah, kemudian terjadi perkolasi ke air tanah dan akan keluar sebagai base flow. Hal ini terdapat keseimbangan antara air hujan yang jatuh dengan evapotranspirasi, direct runoff dan infiltrasi, dimana infiltrasi ini kemudian berupa soil moisture dan ground water discharge. Aliran dalam sungai adalah jumlah aliran yang langsung di permukaan tanah dan base flow.



Gambar 2 Ilustrasi Struktur Model Mock

Analisis kebutuhan air meliputi; analisis kebutuhan untuk irigasi, dan analisis kebutuhan air domestik, munisipal dan industri (DMI), kebutuhan air untuk kawasan khusus ekonomi Tanjung Lesung. Kebutuhan air irigasi di sawah diestimasi untuk pola tanam padi-padi-palawija, sebagai berikut:

- Kebutuhan bersih air di sawah untuk padi (NFR):
 $NFR = ET_c + P - Re + WLR$
- Kebutuhan air irigasi untuk padi (WRD):
 $IR = NFR / e$
- Kebutuhan air irigasi untuk palawija (WRP):
 $IR = (ET_c - Re) / e$

Dimana:

ET_c = Penggunaan konsumtif (mm/hari) = $ET_o \times C$

C = Koefisien tanaman rata-rata

ET_o = Evapotranspirasi potensial (mm/hari)

P = Kehilangan air akibat perkolasi (mm/hari), $P=2$ mm/hari

Re = Curah hujan efektif (mm/hari)

e = Efisiensi irigasi secara keseluruhan

WLR = Penggantian lapisan air (mm/hari), yang dilakukan 2 bulan setelah transplantasi selama jangka waktu 15 hari, setinggi 50 mm atau 3.3 mm/hari

Total kebutuhan air DMI diestimasi dengan mengalikan populasi hasil proyeksi dengan laju konsumsi air per kapita, sebagaimana ditunjukkan dalam rumus berikut:

$$Q_{(DMI)} = 365 \cdot \left(\frac{q_{(u)}}{1000} \cdot P_{(u)} + \frac{q_{(r)}}{1000} \cdot P_{(r)} \right)$$

Dimana:

$Q_{(DMI)}$ = kebutuhan air DMI ($m^3/tahun$)

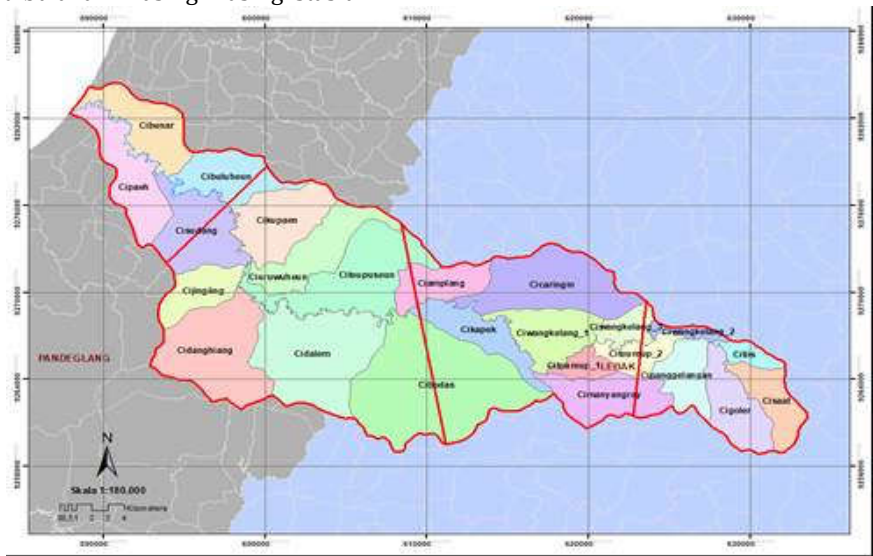
$q(u)$ =konsumsi air untuk daerah perkotaan
(lit/kapita/hari)
 $q(r)$ =konsumsi air untuk daerah pedesaan
(lit/kapita/hari)
 $P(u)$ = populasi perkotaan
 $P(r)$ = populasi pedesaan

3. Hasil dan Pembahasan

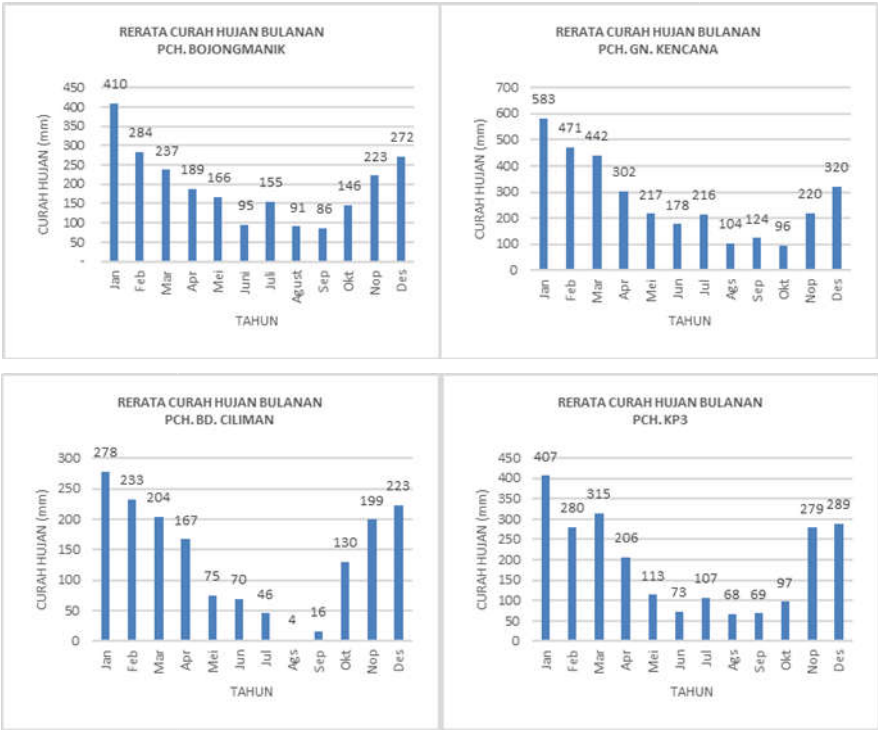
3.1. Analisis curah hujan

Analisis curah hujan wilayah membandingkan luas pengaruh keempat stasiun pengamatan curah hujan dengan debit bulanan masing-masing stasiun

pengamatan curah hujan, sehingga diperoleh hasil curah hujan wilayah untuk tiap Sub DAS pada DAS Ciliman. Data hujan yang dibutuhkan untuk perencanaan adalah data hujan harian dan hujan bulanan yang diperoleh dari stasiun hujan yang berpengaruh pada daerah tangkapan air tersebut. Data curah hujan dari 4 Pos Curah Hujan yang berpengaruh terhadap besarnya debit sungai Ciliman dan anak-anak sungainya, yaitu: yaitu: PCH Gn. Kencana, PCH Bd. Ciliman, PCH KP3, dan PCH Bojongmanik.



Gambar 3 Polygon Thiessen DAS Ciliman

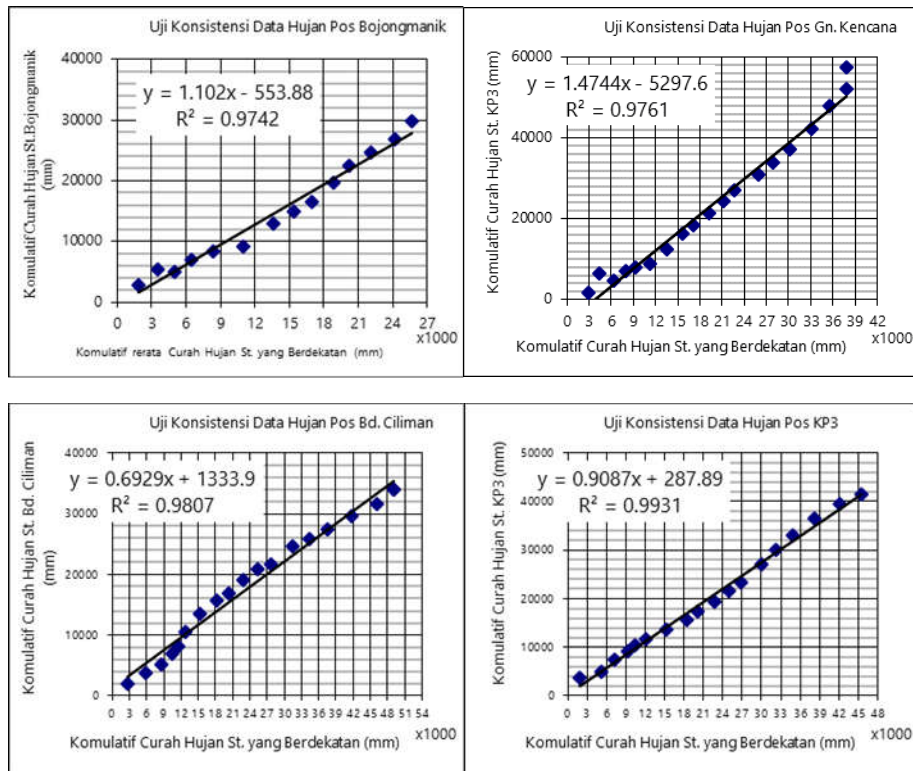


Gambar 4 Grafik Curah Hujan Bulanan 4 PCH DAS Ciliman

Data pada gambar 4 menunjukkan curah hujan bulanan pada 4 PCH di DAS Ciliman. Grafik menunjukkan pola yang mirip dengan curah hujan tertinggi terjadi pada bulan Januari, dan curah hujan terendah terjadi pada bulan Agustus. Agar hasil analisis curah yang diperoleh cukup valid untuk menghasilkan hasil analisa hidrologi yang baik, maka pemeriksaan terhadap konsistensi perlu dilakukan.

Pengujian konsistensi data pada penelitian menggunakan Metode Double Mass Curve yaitu membandingkan data hujan kumulatif stasiun yang diuji dengan kumulatif rata-rata data stasiun hujan lainnya. Pengujian dengan metode ini akan

memberikan hasil yang baik, jika dalam suatu DAS terdapat banyak stasiun hujan, karena dengan jumlah stasiun hujan yang banyak akan memberikan nilai rata-rata hujan tahunan sebagai pembandingan terhadap stasiun yang di uji lebih dapat mewakili secara baik. Oleh karena itu jumlah minimal stasiun hujan untuk pengujian ini adalah 3 stasiun hujan dan jika hanya terdapat 2 stasiun hujan atau bahkan 1 stasiun hujan, maka tidak dapat dilakukan pengujian konsistensi data hujan dan oleh karenanya kita asumsikan bahwa data yang ada adalah konsisten. Berikut adalah hasil pemeriksaan konsistensi curah hujan pada 4 stasiun.



Gambar 5 Hasil Uji Konsistensi Data Hujan 4 PCH di DAS Ciliman

Berdasarkan garis yang terbentuk dari grafik, data hujan pada PCH Gunung Kencana dan PCH Bendung Ciliman tergolong cukup baik dan dapat digunakan dalam penelitian ini. Grafik yang terbentuk pada menghasilkan trend yang mendekati garis lurus dan tidak mengalami patahan-patahan atau pembelokan garis yang signifikan. Sedangkan pada grafik data hujan PCH Bojongmanik dan PCH KP3, berdasarkan trend yang terbentuk dari grafik, data hujan pada 2 PCH tersebut tergolong kurang baik. Dari hasil uji konsistensi data hujan menunjukkan bahwa data hujan dari keempat stasiun pengamatan hujan tersebut konsisten sehingga tidak diperlukan koreksi.

3.2. Analisis ketersediaan air

Analisis ketersediaan air terkait debit kontinyu, membutuhkan data debit dalam rentang periode

yang panjang. Pembangkitan data debit dapat dilakukan dengan model hujan aliran (*rainfall run off model*), salah satunya adalah model Mock, yaitu salah satu contoh model hidrologi sederhana yang umum digunakan untuk menghitung besarnya debit sungai dengan mentransformasi hujan aliran mengikuti prinsip keseimbangan air (*water balance*) untuk memperkirakan ketersediaan air (debit) suatu sungai (Tunas dan Lesmana, 2011). Ketersediaan air dianalisis dengan perhitungan debit andalan di masing-masing DAS orde-2. DAS Ciliman dibagi menjadi beberapa sub-DAS utama. Debit andalan diestimasi dengan menggunakan metode Mock. Pada prinsipnya, Metode Mock memperhitungkan volume air yang masuk, keluar, dan yang disimpan dalam tanah (*soil storage*). Volume air yang masuk adalah hujan. Air yang keluar adalah infiltrasi, perkolasi dan

yang dominan adalah akibat evapotranspirasi. Perhitungan evapotranspirasi menggunakan metoda Penmann-Monteith. Sementara soil storage adalah volume air yang disimpan dalam pori-pori tanah, hingga kondisi tanah menjadi jenuh.

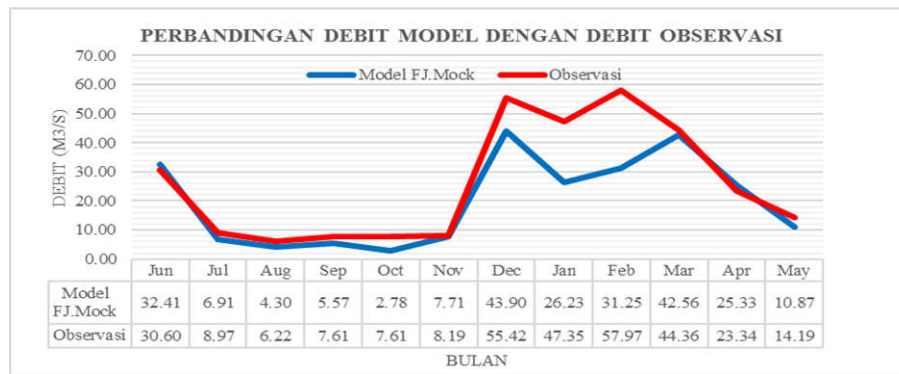
Dalam perhitungan debit tiap sub-DAS, digunakan parameter-parameter yang dihasilkan dari perhitungan kalibrasi untuk mendapatkan parameter-parameter Mock yang sesuai dengan kondisi DAS yang dikaji. Kalibrasi ini dilakukan dengan membandingkan debit hasil perhitungan metode Mock dengan debit hasil observasi,

kemudian parameter diubah-ubah hingga angka perbandingannya memiliki korelasi >80%. Hasil kalibrasi menunjukkan bahwa korelasi antara debit hasil perhitungan dengan debit hasil observasi memiliki korelasi sebesar 91,61%. Berikut adalah hasil analisis evapotranspirasi DAS Ciliman.

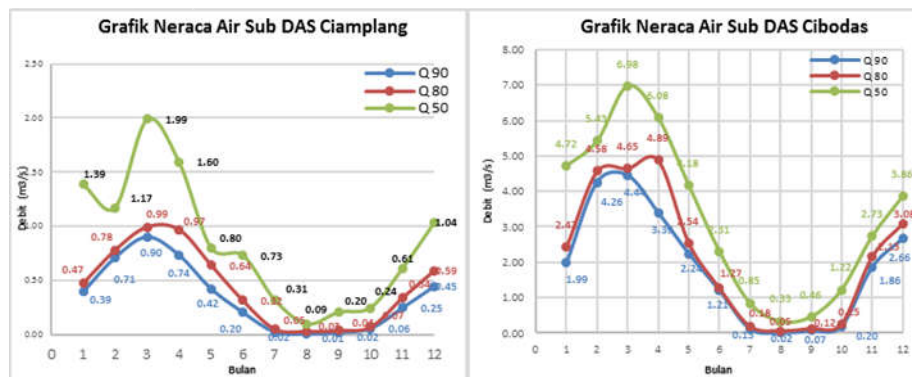
Perhitungan debit dilakukan dengan menggunakan metode Mock yang langkah perhitungannya sama seperti proses kalibrasi namun dengan luas DAS, hujan bulanan, dan evapotranspirasi yang berbeda. Berikut adalah grafik analisi neraca air DAS Ciliman.

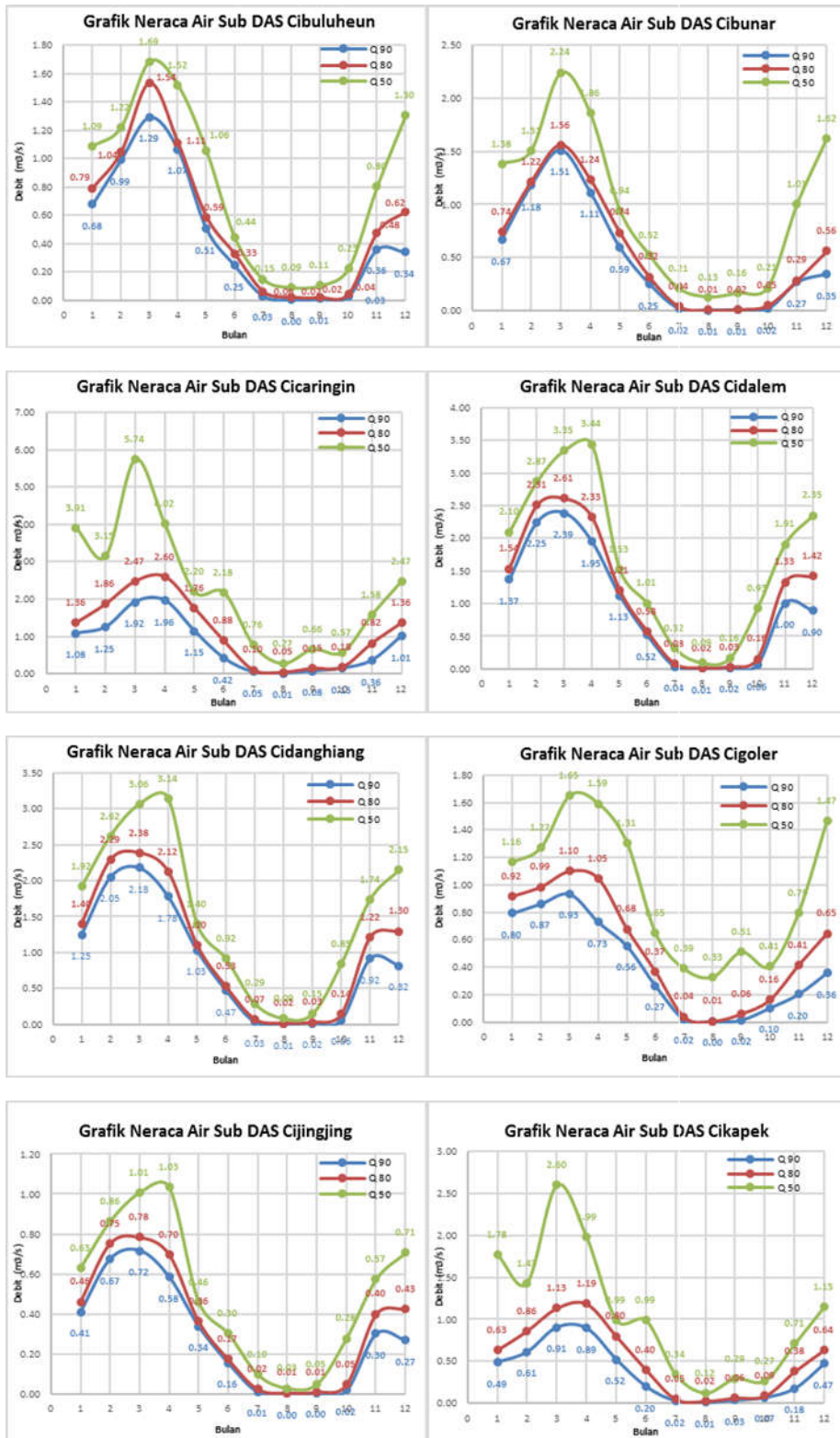
Tabel 1. Resume Perhitungan Evapotranspirasi DAS Ciliman Tahun 1998-2015

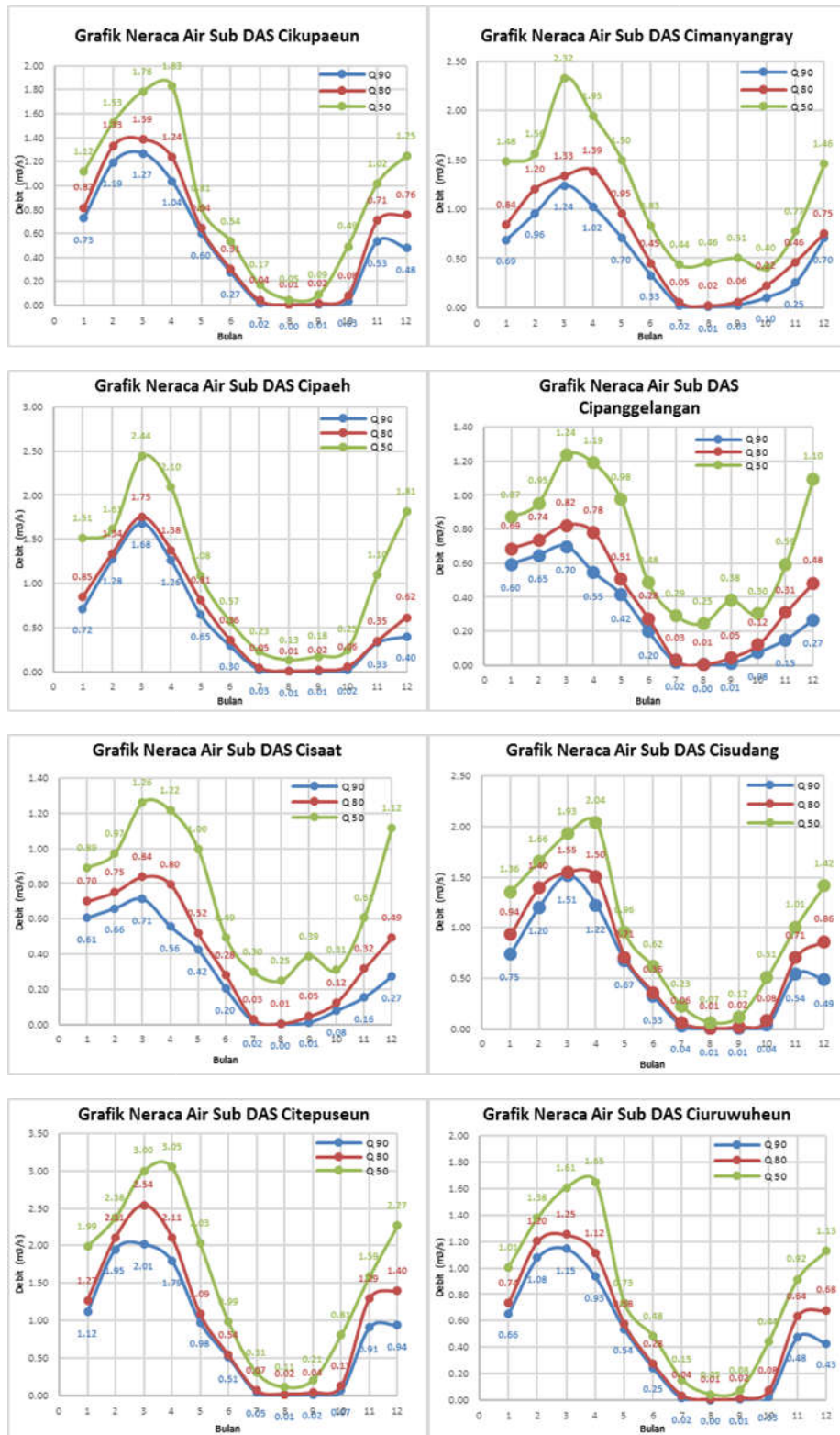
Tahun	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des
1998	113,574	93,7923	108,598	101,263	100,681	84,1301	88,4933	101,348	111,426	95,6905	95,7733	101,6954
1999	93,9539	89,6218	103,97	113,26	95,6041	89,5811	93,957	110,962	127,046	107,58	99,3186	93,3284
2000	96,8257	90,7527	105,959	102,686	99,4439	80,6227	92,8922	105,689	127,897	109,459	90,5199	114,0814
2001	94,8149	85,0031	97,1411	101,495	90,5265	88,004	94,4376	102,759	111,598	101,453	92,1119	105,1008
2002	101,676	86,1739	113,641	100,973	96,1084	91,4856	94,3376	114,355	111,682	130,974	107,783	102,5374
2003	116,781	84,363	108,561	104,454	102,953	98,5683	105,001	114,27	118,985	109,544	104,603	94,44206
2004	100,823	79,7864	108,081	108,069	99,7639	96,3498	98,7451	113,085	125,844	132,193	119,869	97,26325
2005	94,6125	92,3572	110,203	106,042	99,6945	88,9211	96,3006	104,504	116,442	112,486	102,367	90,29855
2006	97,8499	97,2386	101,408	103,366	100,299	92,7024	102,261	115,856	132,972	136,716	128,379	103,1959
2007	121,458	95,0232	111,764	118,254	105,171	99,2499	87,423	98,5538	112,415	122,074	118,254	115,144
2008	115,552	78,2315	106,752	101,741	98,3734	92,6692	105,47	103,408	115,999	113,981	100,553	101,6561
2009	102,969	87,2161	116,672	103,956	94,4497	101,228	105,06	117,33	127,199	124,094	105,285	111,3223
2010	105,621	103,756	113,665	119,6	93,8661	74,9024	91,1864	102,615	94,1755	107,779	104,399	102,0162
2011	92,0014	90,2563	101,983	104,236	95,9342	88,0855	100,177	116,4	128,519	114,671	101,749	104,2448
2012	104,779	102,153	112,041	100,192	99,7037	82,5015	102,115	117,659	117,414	118,637	100,656	100,9609
2013	91,3814	99,5017	116,699	98,6057	96,2094	76,2384	81,0807	116,558	114,773	32,9842	89,7255	95,05097
2014	88,1425	90,4111	106,148	115,14	102,664	84,9757	94,8217	122,588	132,874	131,989	86,572	103,2625
2015	92,8257	96,193	109,412	98,6532	109,53	86,4548	102,963	117,635	129,752	133,298	113,388	105,5927

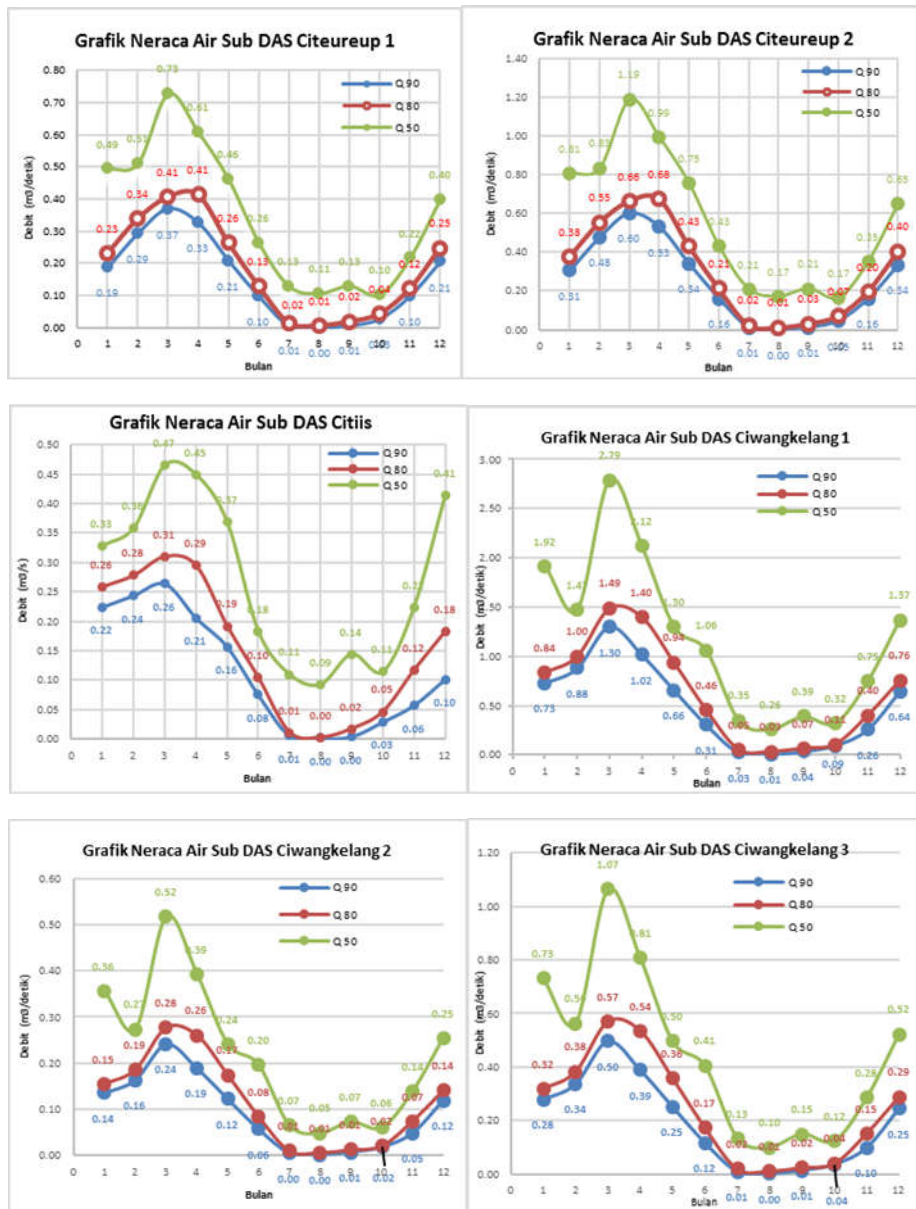


Gambar 6 Grafik Perbandingan Debit Model Mock Dengan Debit Observasi









Gambar 7 Neraca Air pada 24 Sub DAS Ciliman

Berdasarkan Gambar 7 tentang grafik neraca air 24 sub-DAS Ciliman, diketahui bahwa debit puncak terjadi pada bulan Maret sedangkan debit minimum terjadi pada bulan Agustus. Berdasarkan perhitungan ketersediaan air, grafik yang dihasilkan dari masing-masing sub-DAS Ciliman memiliki pola yang sama, namun terkait debit yang tersedia pada masing-masing Sub DAS adalah pengaruh tutupan lahan pada tiap sub DAS (yang paling berpengaruh terhadap evapotranspirasi dan infiltrasi) dan luas pengaruh DAS berdasarkan analisis Polygon Thiessen terhadap rata-rata curah hujan bulanan. Debit andalan (Q80) dijadikan sebagai dasar dalam penentuan ketersediaan air dan merupakan potensi air yang tersedia di DAS Ciliman. Besarnya angka probabilitas yang akan diambil adalah 80% dengan pertimbangan bahwa keandalan 80% ini karena

irigasi merupakan pengguna dan pemanfaat terbesar pada DAS Ciliman.

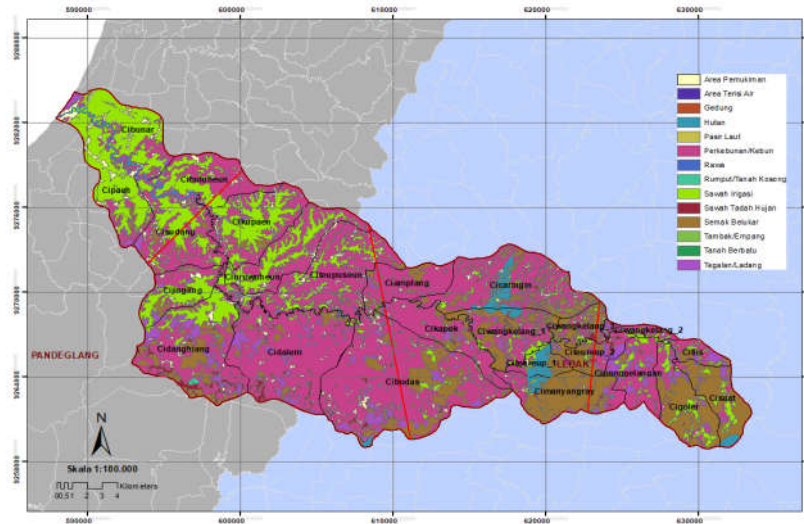
Sebagai contoh, Pada Gambar 8 terlihat bahwa Sub DAS Cibunar di hulu DAS Ciliman dengan luas 20,20 km² terdiri dari tutupan lahan didominasi sawah irigasi seluas 13,64 km², perkebunan seluas 3,74 km² dan permukiman seluas 1,59 km², diperoleh bahwa debit andalan pada sub DAS tersebut sebesar terjadi pada Bulan Januari yaitu 0,99 m³/detik dan terendah pada Bulan Agustus yaitu 0,17 m³/detik. Sub DAS Cikupaen di tengah DAS Ciliman dengan luas 23,25 km² terdiri dari tutupan lahan didominasi sawah irigasi seluas 11,05 km², perkebunan seluas 10,01 km² dan permukiman seluas 1,07 km², diperoleh bahwa debit andalan pada sub DAS tersebut sebesar terjadi pada Bulan Januari yaitu 1,18 m³/detik dan terendah pada Bulan Agustus yaitu 0,20 m³/detik. Sub DAS Ciwangkelang

1 di tengah DAS Ciliman dengan luas 18,52 km² terdiri dari tutupan lahan didominasi perkebunan seluas 7,90 km², semak belukar seluas 6,52 km² dan sawah irigasi seluas 1,40 km², diperoleh bahwa debit andalan pada sub DAS tersebut sebesar terjadi pada Bulan Januari yaitu 0,91 m³/detik dan terendah pada Bulan Agustus yaitu 0,17 m³/detik. Sub DAS Cigoler di hilir DAS Ciliman dengan luas 17,62 km² terdiri dari tutupan lahan didominasi semak belukar seluas 10,11 km², perkebunan seluas 3,16 km² dan sawah

irigasi seluas 2,79 km², diperoleh bahwa debit andalan pada sub DAS tersebut sebesar terjadi pada Bulan Januari yaitu 0,86 m³/detik dan terendah pada Bulan Agustus yaitu 0,16 m³/detik.

3.3. Analisis kebutuhan air

Analisis kebutuhan air meliputi; kebutuhan air irigasi, kebutuhan air domestik, kebutuhan air untuk industri dan kebutuhan air untuk kawasan ekonomi khusus Tanjung Lesung. Kebutuhan air tersebut lebih rinci sebagai berikut:



Gambar 8 Tutupan Lahan pada Sub DAS Ciliman

Tabel 2. Rekapitulasi Kebutuhan Air Irigasi DAS Ciliman

Jenis Kebutuhan Air	Alternatif						Kebutuhan Air		
	1	2	3	4	5	6	(lt/dt/Ha)	(m ³ /dt/Ha)	(m ³ /tahun/Ha)
NFR	1.239	1.239	1.366	1.366	1.416	1.416	1.239	0,001	39.084
TDR	1.548	1.548	1.708	1.708	1.770	1.770	1.548	0,002	48.855
SDR	1.720	1.720	1.897	1.897	1.967	1.967	1.720	0,002	54.284
DR	1.905	1.905	2.102	2.102	2.179	2.179	1.905	0,002	60.130

Tabel 3. Proyeksi Kebutuhan Air Domestik Pada DAS Ciliman

Nama Kecamatan	Kabupaten	Jumlah Penduduk 2016	Proyeksi Kebutuhan Air (m ³ /detik)				
			5 2021	10 2026	15 2031	20 2036	25 2041
Banjarsari	Lebak	60.624	0,084	0,088	0,091	0,095	0,099
Cirinten	Lebak	26.436	0,037	0,038	0,040	0,042	0,043
Gunung Kencana	Lebak	34.625	0,048	0,050	0,052	0,054	0,057
Angsana	Pandeglang	26.136	0,036	0,039	0,041	0,044	0,047
Munjul	Pandeglang	22.903	0,032	0,034	0,036	0,039	0,041
Panimbang	Pandeglang	51.142	0,071	0,076	0,081	0,086	0,092
Sindangresmi	Pandeglang	21.969	0,031	0,033	0,035	0,037	0,040
Sobang	Pandeglang	36.014	0,050	0,053	0,057	0,061	0,065
Sukaesmi	Pandeglang	34.675	0,048	0,051	0,055	0,058	0,062
Jumlah			0,48	0,50	0,53	0,56	0,60

Tabel 4. Proyeksi Kebutuhan Air Industri di Area DAS Ciliman

Nama Kecamatan	Proyeksi Jumlah Industri Sedang dan Jumlah Kebutuhan Air (m ³ /detik)									
	2021		2026		2031		2036		2041	
	Σ	Keb Air	Σ	Keb Air	Σ	Keb Air	Σ	Keb Air	Σ	Keb Air
Munjul	2	0,000020	2	0,000025	3	0,000032	4	0,000041	5	0,000052

Tabel 5. Proyeksi Kebutuhan Air Kawasan Ekonomi Khusus Tanjung Lesung

Uraian	Kebutuhan Air (liter/detik)				
	2018	2023	2028	2033	2038
Desa Citeureup	2,94	3,24	3,58	3,95	4,36
Desa Gombong	2,50	2,77	3,05	3,37	3,72
Desa Mekarsari	3,11	3,44	3,79	4,19	4,62
Desa Panimbang Jaya	3,77	4,16	4,60	5,07	5,60
Bandara	12,10	12,10	12,10	12,10	12,10
Kawasan Tanjung Lesung	400,00	400,00	400,00	400,00	400,00
Total	424,42	425,71	427,12	428,68	430,40

Berdasarkan perhitungan hujan wilayah dengan metode Thiessen Polygon diperoleh distribusi hujan rata-rata bulanan dari data 18 tahun (1998-2016), yang kemudian dipergunakan sebagai input analisis ketersediaan air dengan metode Pennman Modifikasi. Analisis imbalan ketersediaan dan kebutuhan air (neraca air) dilakukan terhadap hasil pengolahan data melalui dua tahap, yaitu tahap analisis neraca air pada kondisi eksisting yang dilakukan untuk kepentingan yang bersifat sementara, dan analisis neraca air di masa mendatang yang bersifat jangka panjang, yaitu pada kondisi waktu-waktu yang diproyeksikan selama 20 tahun ke depan. Total kebutuhan air untuk area DAS Ciliman adalah mencapai 38,86 m³/detik, terdiri atas; kebutuhan air untuk irigasi merupakan kebutuhan air tertinggi yakni mencapai 37,96 m³/detik dengan total luas lahan irigasi ciliman

mencapai 5.423 hektar. Kebutuhan air untuk domestik adalah 0,48 m³/detik dengan total penduduk yang terlayani 314.524 jiwa. Kebutuhan Industri di daerah hilir Daerah Aliran Sungai Ciliman adalah industri sedang dengan besar kebutuhan air industri 0,000041 m³/det. Sedangkan kebutuhan air untuk Kawasan Ekonomi Khusus Tanjung Lesung adalah 0,42442 m³/detik. Jenis dan jumlah kebutuhan air keseluruhan di DAS Ciliman berdasarkan hasil perhitungan bulanan dapat dilihat pada Tabel 6. Berdasarkan tabel tersebut, total kebutuhan air terbesar adalah pada Bulan Maret yaitu sebesar 18,989 m³/detik dan terendah yaitu di Bulan Oktober sebesar 0,184 m³/detik. Sedangkan jenis dan jumlah kebutuhan air keseluruhan di bendung Ciliman berdasarkan hasil perhitungan bulanan dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 6. Kebutuhan Air DAS Ciliman

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
AB Angsana	0,041	0,041	0,041	0,041	0,041	0,041	0,041	0,041	0,041	0,041	0,041	0,041
AB Banjarsari	0,092	0,092	0,092	0,092	0,092	0,092	0,092	0,092	0,092	0,092	0,092	0,092
AB Cirinten	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040
AB Gunung Kencana	0,052	0,052	0,052	0,052	0,052	0,052	0,052	0,052	0,052	0,052	0,052	0,052
AB Munjul	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036
AB Sindangresmi	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035
AB Sobang	0,057	0,057	0,057	0,057	0,057	0,057	0,057	0,057	0,057	0,057	0,057	0,057
AB Sukaresmi	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055
AB Panimbang	0,081	0,081	0,081	0,081	0,081	0,081	0,081	0,081	0,081	0,081	0,081	0,081
Bandara	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012
Cibodas	0,051	0,193	0,306	0,240	0,228	0,075	0,003	0,158	0,079	0,000	0,236	0,073
Cibulakan	0,040	0,155	0,245	0,192	0,183	0,060	0,003	0,126	0,063	0,000	0,189	0,058
Cilimus	0,040	0,155	0,245	0,192	0,183	0,060	0,003	0,126	0,063	0,000	0,189	0,058
Ind. Munjul	2.10 ⁻⁵	2.10 ⁻⁵	2.10 ⁻⁵	2.10 ⁻⁵	2.10 ⁻⁵	2.10 ⁻⁵	2.10 ⁻⁵	2.10 ⁻⁵	2.10 ⁻⁵	2.10 ⁻⁵	2.10 ⁻⁵	2.10 ⁻⁵
Ciliman	2,739	10,475	16,601	13,030	12,383	4,089	0,183	8,566	4,259	0,000	12,796	3,957
Citiis	0,035	0,135	0,214	0,168	0,160	0,053	0,002	0,111	0,055	0,000	0,165	0,051
Pompa Kramat Jaya	0,055	0,209	0,331	0,259	0,247	0,081	0,004	0,171	0,085	0,000	0,255	0,079
Cipanggalangan	0,044	0,168	0,266	0,209	0,199	0,066	0,003	0,137	0,068	0,000	0,205	0,063
Cimanyangray	0,098	0,377	0,597	0,469	0,445	0,147	0,007	0,308	0,153	0,000	0,460	0,142
KEK Tg Lesung	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400
Total Keb. Air DAS Ciliman (m ³ /dt)	4,005	12,768	19,707	15,661	14,929	5,533	1,108	10,605	5,726	0,902	15,397	5,384

Sumber : Hasil Analisis Tahun 2018

Tabel 7. Kebutuhan Air di Bendung Ciliman

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
AB. Banjarsari	0,092	0,092	0,092	0,092	0,092	0,092	0,092	0,092	0,092	0,092	0,092	0,092
AB. Cirinten	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040
AB. Gunung Kencana	0,052	0,052	0,052	0,052	0,052	0,052	0,052	0,052	0,052	0,052	0,052	0,052
Cibodas	0,051	0,193	0,306	0,240	0,228	0,075	0,003	0,158	0,079	0,000	0,236	0,073
Cibulakan	0,040	0,155	0,245	0,192	0,183	0,060	0,003	0,126	0,063	0,000	0,189	0,058
Cilimus	0,040	0,155	0,245	0,192	0,183	0,060	0,003	0,126	0,063	0,000	0,189	0,058
Ciliman	2,739	10,475	16,601	13,030	12,383	4,089	0,183	8,566	4,259	0,000	12,796	3,957
Citiis	0,035	0,135	0,214	0,168	0,160	0,053	0,002	0,111	0,055	0,000	0,165	0,051
Pompa Kramat Jaya	0,055	0,209	0,331	0,259	0,247	0,081	0,004	0,171	0,085	0,000	0,255	0,079
Cipanggalan	0,044	0,168	0,266	0,209	0,199	0,066	0,003	0,137	0,068	0,000	0,205	0,063
Cimanyangray	0,098	0,377	0,597	0,469	0,445	0,147	0,007	0,308	0,153	0,000	0,460	0,142
Total Kebutuhan Air di Bd Ciliman (m ³ /dt)	3,287	12,050	18,989	14,943	14,211	4,815	0,391	9,887	5,009	0,184	14,679	4,666

Sumber : Hasil Analisis Tahun 2018

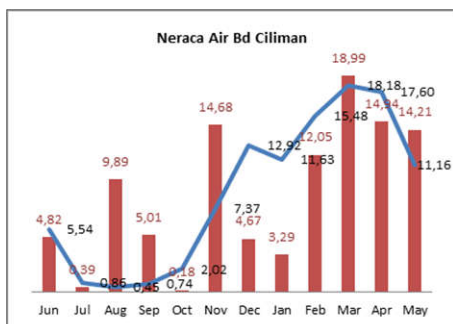
3.4. Analisis Keseimbangan Air (Water Balanced)

Analisis keseimbangan air adalah selisih antara jumlah ketersediaan air dengan kebutuhan air pada Daerah Aliran Sungai Ciliman. Hasil selisih antara jumlah ketersediaan air dengan kebutuhan air dianalisis menurut waktu yang dimanfaatkan baik dalam tengah bulanan maupun bulanan berdasarkan titik pengambilan atau alokasi air yang telah ditentukan. Berdasarkan hasil analisa ketersediaan air di Bendung Ciliman sebesar 103,94 m³/detik, sedangkan kebutuhan airnya sebesar 103,11 m³/detik. Hal ini berarti terdapat surplus sebesar 0,83 m³/detik. Neraca air bendung Ciliman Tahun 1998-2016 ditampilkan pada Tabel 8. Secara diagramatis, hasil analisis neraca air bendung ciliman dapat dilihat pada Gambar 9.

Tabel 8. Neraca Air Bendung Ciliman Tahun 1998-2016

Bulan	Ketersediaan (m ³ /dt)	Kebutuhan (m ³ /dt)	Neraca Air (m ³ /dt)	Kondisi
Jun	5.54	4.82	0.72	Surplus
Jul	0.86	0.39	0.47	Surplus
Aug	0.45	9.89	-9.44	Defisit
Sep	0.74	5.01	-4.27	Defisit
Oct	2.02	0.18	1.84	Surplus
Nov	7.37	14.68	-7.30	Defisit
Dec	12.92	4.67	8.25	Surplus
Jan	11.63	3.29	8.34	Surplus
Feb	15.48	12.05	3.43	Surplus
Mar	18.18	18.99	-0.81	Defisit
Apr	17.60	14.94	2.65	Surplus
May	11.16	14.21	-3.05	Defisit
Jumlah	103.94	103.11	0.83	Surplus

Sumber : Hasil Analisis Tahun 2018



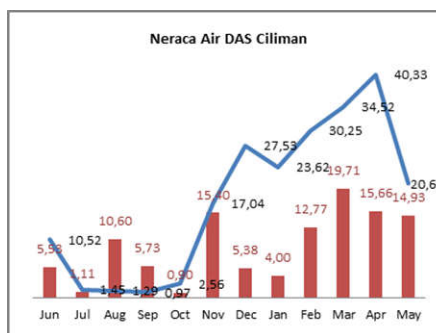
Gambar 9 Neraca Air Bendung Ciliman

Hasil perhitungan neraca air pada Daerah Aliran Sungai Ciliman Tahun 1998-2016 dapat dilihat pada Tabel 9 dan Gambar 10.

Tabel 10. Neraca Air DAS Ciliman Tahun 1998-2016

Bulan	Ketersediaan (m ³ /dt)	Kebutuhan (m ³ /dt)	Neraca Air (m ³ /dt)	Kondisi
Jun	10.52	5.53	4.99	Surplus
Jul	1.45	1.11	0.34	Surplus
Aug	1.29	10.60	-9.32	Defisit
Sep	0.97	5.73	-4.76	Defisit
Oct	2.56	0.90	1.66	Surplus
Nov	17.04	15.40	1.65	Surplus
Dec	27.53	5.38	22.14	Surplus
Jan	23.62	4.00	19.62	Surplus
Feb	30.25	12.77	17.48	Surplus
Mar	34.52	19.71	14.82	Surplus
Apr	40.33	15.66	24.67	Surplus
May	20.65	14.93	5.72	Surplus
Jumlah	210.73	111.72	99.00	Surplus

Sumber : Hasil Analisis Tahun 2018



Gambar 10 Neraca Air DAS Ciliman

Hasil analisis di atas menunjukkan bahwa secara umum jumlah ketersediaan air di Daerah Aliran Sungai Ciliman cukup dalam memenuhi kebutuhan air dalam kurun waktu satu tahun tetapi masih terdapat defisit air selama tiga bulan pada Bulan Juli, Agustus dan September.

4. Kesimpulan

Secara keseluruhan, air yang tersedia pada DAS Ciliman tergolong mencukupi, namun jika dilihat dari grafik neraca air bulanan, masih terjadi defisit air selama 3 (tiga) bulan yaitu pada Bulan Juli-September. Dari beberapa uraian diatas, secara keseluruhan dapat disimpulkan bahwa :

1. Ketersediaan air di bendung Ciliman dari data debit sintetis menggunakan metode mock tahun 1998-2016
2. Kebutuhan air yang digunakan dari hulu sampai Bendung Ciliman yakni Irigasi Citiis (1,15 m³/detik), Irigasi Cipanggalan (1,43 m³/detik), Air Baku Cirinten (0,48 m³/detik), Irigasi Cibulakan (1,31 m³/detik), Irigasi Cilimus (1,31 m³/detik), Irigasi Pompa Kramat Jaya (1,77 m³/detik), Irigasi Cimanyangray (3,2 m³/detik), Air Baku Gunung Kencana (0,63 m³/detik), Air Baku Banjarsari (1,1 m³/detik), Irigasi Cibodas (1,64 m³/detik), dan Irigasi Ciliman (89,08 m³/detik).
3. Hasil analisa ketersediaan air di Bendung Ciliman sebesar 103,94 m³/detik, sedangkan kebutuhan airnya sebesar 103,11 m³/detik.
4. Maka dari butir 3 di atas didapat neraca air total di Bendung Ciliman masih terdapat surplus sebesar 0,83 m³/detik.
5. Menurut analisa neraca air bulanan terjadi defisit di Bulan Agustus, September, November, Maret, dan Mei.
6. Jika di analisa neraca air seluruh DAS Ciliman masih terdapat surplus sebesar 99 m³/detik.

6. Saran

Mengingat terus meningkatnya jumlah penduduk, maka di DAS Ciliman perlu direncanakan pengembangan infrastruktur bangunan air berupa waduk atau bendungan untuk menambah ketersediaan air serta alokasi air berdasarkan prioritas kebutuhan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, S., 2006. Konservasi Tanah dan Air. Edisi kedua. IPB Press. Bogor.
- Asdak, C., 2007. Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai, Cetakan keempat, Yogyakarta, Gajah Mada University Press.
- Azmanajaya, E., 2012. Model Penyediaan Air Bersih Berkelanjutan di Pulau Kecil Studi Kasus : Pulau Tarakan, Kalimantan Timur. Disertasi. Institut Pertanian Bogor.

- Badan Lingkungan Hidup Daerah Provinsi Banten. 2015. Profil Ekosistem DAS Ciliman.
- Direktorat Jendral Sumber Daya Air. 2011. Standar Perencanaan Irigasi. Jakarta: Direktorat Jendral Sumber Daya Air.
- Dinas Sumber Daya Air dan Permukiman Provinsi Banten. 2013. Pola Pengelolaan Sumber Daya Air Wilayah Sungai Ciliman-Cibungur.
- Dinas Sumber Daya Air dan Permukiman. 2014. DED Penyediaan Air Baku Kawasan Tanjung Lesung.
- Dinas Sumber Daya Air dan Permukiman Provinsi Banten. 2015. Studi Komprehensif Pengendalian Daya Rusak Air Pada DAS Ciliman.
- Dinas Sumber Daya Air dan Permukiman. 2016. Penyusunan Perencanaan dan Evaluasi Alokasi Air Pada DAS Ciliman.
- Direktorat Jendral Cipta Karya Kementerian PUPR. 2016. Perencanaan Pengembangan SPAM Mendukung Kawasan Strategis Pariwisata Nasional Wilayah Barat.
- Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang. 2017. Pra FS Pembangunan Multipurpose DAM pada DAS Ciliman.
- Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang. 2018. FS Pembangunan Multipurpose DAM pada DAS Ciliman
- Hasan, M., 2011. Model Kebijakan Pengelolaan SumberDaya Air Pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Citarum Yang Berkelanjutan. Disertasi. Institut Pertanian Bogor.
- Hatmoko, W., Radhika, Amirwandi, S., Fauzi, M., Firmansyah, R., Solihah, R., Fathoni, A., 2012. Neraca Ketersediaan dan Kebutuhan Air pada Wilayah Sungai di Indonesia. Bandung : Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Air
- Hatmoko, W., Radhika., Raharja, B., Tollenaar, D., Vernimmen, R., 2015. Monitoring and prediction of hydrological drought using a drought early warning system in Pemali Comal river basin, Indonesia. Procedia Environmental Sciences 24 (2015) 56-64. Elsevier .B.V
- Marpaung, R., 2013, Model Pengelolaan Air Baku Air Minum Berbasis Daerah Aliran Sungai Studi Kasus DAS Babon Semarang. Disertasi. Institut Pertanian Bogor.
- Mubarok, D.A., 2018, Perencanaan Bendungan Ciliman di Kabupaten Lebak Banten, Tugas Akhir, Institut Teknologi Bandung.
- Sari dkk. 2011. Analisa Ketersediaan dan Kebutuhan Air pada DAS Sampean. Jurnal Pengairan Universitas Brawijaya Vol 2 No 1.
- Sitompul dan Efrida. 2018. Evaluasi Ketersediaan Air DAS Deli terhadap Kebutuhan Air. Jurnal Rekayasa Sipil Universitas Andalas Vol 14 No 2, Oktober 2018. Hal 121-129. ISSN 2477-3484
- Sukmanda dan Terunajaya. 2016. Analisa Ketersediaan dan Kebutuhan Air pada DAS Percut untuk Memenuhi Kebutuhan Air Bersih di Kabupaten Deli Serdang. Jurnal Teknik Sipil Universitas Sumatera Utara.