

Analisis Neraca Air Pada Wilayah Sungai Barito

Febry Asthia Miranti¹, Rony Riduan²

¹BWS Kalimantan III, Kementrian Pekerjaan Umum, Jalan Yos Sudarso No. 10, Kota Banjarmasin, Kalimantan Selatan, 70119, Indonesia

²Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat, Jalan A.Yani KM 35,5, Kota Banjarbaru, Kalimantan Selatan, 70714, Indonesia

ABSTRACT

The study of water balance is an analysis of the equilibrium between water demand (demand system) and water availability (supply system). Current conditions show that the water balance tends to become increasingly critical, leading to conflicts of interest in water use. Therefore, optimizing water allocation in a watershed (DAS) is necessary by considering water users and the regulations applicable within the administrative area where the watershed is located. The location of the water balance analysis research is in the Barito River Basin, which consists of the Barito Watershed, Kapuas Watershed, Maluka Watershed, and Tabanio Watershed. In this study, the Barito Watershed is the largest watershed within the Barito River Basin, crossing two provinces, namely Central Kalimantan Province and South Kalimantan Province. The aim of this research is to provide water balance calculations that can serve as a basis for developing water allocation concepts in the form of an annual water supply plan. The data used in the water balance analysis include spatial data, hydrological data, and walkthrough implementation data. The results of the water allocation modeling provide an overview of the extent to which water demand is met under existing conditions and can serve as a consideration if there is an increase in water utilization rates for each user in the future.

Key words: Water Balance, Barito River Region, water allocation

ABSTRAK

Studi neraca air merupakan analisa terhadap kesetimbangan antara kebutuhan air (demand system) dan ketersediaan air (supply system). Kondisi saat ini memperlihatkan bahwa neraca air yang cenderung semakin kritis, sehingga mengakibatkan konflik kepentingan penggunaan air, untuk itu optimasi alokasi air pada suatu daerah aliran sungai (DAS) perlu dilakukan dengan memperhatikan pihak pengguna air dan peraturan perundang-undangan yang berlaku pada wilayah administratif dimana DAS berada. Lokasi penelitian analisis neraca air berada pada Wilayah Sungai Barito yang terdiri dari DAS Barito, DAS Kapuas, DAS Maluka, dan DAS Tabanio. DAS Barito dalam kajian ini merupakan DAS yang terbesar dalam Wilayah Sungai Barito yang melintasi dua provinsi yakni Provinsi Kalimantan Tengah dan Kalimantan Selatan. Tujuan dari penelitian ini adalah tersedianya perhitungan neraca air yang dapat dijadikan dasar untuk menghasilkan konsep alokasi air dalam bentuk rencana penyediaan air tahunan. Data yang digunakan dalam analisis neraca air terdiri dari data spasial, data hidrologi, dan data pelaksanaan walkthrough. Hasil pemodelan alokasi air tersebut memberikan gambaran seberapa besar tingkat pemenuhan kebutuhan air pada kondisi eksisting dan dapat menjadi pertimbangan apabila terdapat peningkatan debit pemanfaatan air pada setiap pemanfaat untuk kondisi mendatang.

Kata kunci: Neraca Air, Wilayah Sungai Barito, alokasi air

Correspondence : Febry Asthia Miranti
Email : asthiamiranti@gmail.com

1 PENDAHULUAN

Studi neraca air merupakan analisa terhadap kesetimbangan antara kebutuhan air (*demand system*) dan ketersediaan air (*supply system*), serta rasio antara kebutuhan dan ketersediaan air pada setiap *demand cluster* dan *water districtnya* (Larasati et al., 2021). Metode dalam pengelolaan sumber daya air yaitu dengan menerapkan prinsip keseimbangan air (*Water Balance*) yang perhitungannya berdasarkan potensi ketersediaan air dan kebutuhan air sepanjang cakupan wilayah daerah aliran sungai (DAS) (Zevri & Isma, 2021).

Analisis neraca air merupakan pendekatan yang memberikan gambaran sebenarnya mengenai kebutuhan dan ketersediaan air dalam suatu daerah aliran sungai (Walujodjati & Hadi Nurhuda, 2022). Untuk menghitung neraca air perlu analisis proyeksi ketersediaan dan kebutuhan air untuk tiap wilayah sungai (Turu, 2016). Kebutuhan alokasi air di setiap cakupan wilayah sungai sangat berbeda (Ernawati et al., 2018). Asumsi, standar, dan kriteria tersebut perlu ditetapkan secara jelas sehingga analisis dan perhitungan yang dilakukan mempunyai dasar yang jelas dalam rangka penyusunan skenario, strategi, dan evaluasi pelaksanaan pengelolaan SDA (Asrini et al., 2017). Kondisi saat ini memperlihatkan bahwa neraca air yang cenderung semakin kritis, sehingga mengakibatkan konflik kepentingan penggunaan air (Chairunnisa et al., 2021). Untuk itu optimasi alokasi air pada suatu daerah aliran sungai (DAS) perlu dilakukan dengan memperhatikan pihak pengguna air dan peraturan perundang-undangan yang berlaku pada wilayah administratif dimana DAS berada (Noperissa & Waspodo, 2018).

Pemanfaatan sumber daya air untuk berbagai keperluan disatu pihak terus meningkat dari tahun ketahun sebagai dampak pertumbuhan penduduk dan pengembangan aktivitasnya, sementara itu ketersediaan sumber daya air semakin terbatas bahkan cenderung semakin langka, terutama akibat penurunan kualitas lingkungan dan penurunan kualitas akibat pencemaran (Sitompul & Efrida, 2018). Apabila hal seperti ini tidak diantisipasi, maka dikhawatirkan dapat menimbulkan ketegangan

dan bahkan konflik akibat terjadinya benturan kepentingan terkait kebutuhan (*demand*) tidak lagi seimbang dengan ketersediaan sumber daya air untuk pemenuhannya (*supply*) (Nor et al., 2022). Oleh karena itu perlu upaya secara proporsional dan seimbang antara pengembangan, pelestarian, dan pemanfaatan sumber daya air baik dilihat dari aspek teknis maupun dari aspek legal (Iqbal & Kasuri, 2023).

Lokasi penelitian analisis neraca air berada pada Wilayah Sungai Barito yang terdiri dari DAS Barito, DAS Kapuas, DAS Maluka, dan DAS Tabanio. DAS Barito dalam kajian ini merupakan DAS yang terbesar dalam Wilayah Sungai Barito yang melintasi dua provinsi yakni Provinsi Kalimantan Tengah dan Kalimantan Selatan. Tujuan dari penelitian ini adalah tersedianya perhitungan neraca air yang dapat dijadikan dasar untuk menghasilkan konsep alokasi air dalam bentuk rencana penyediaan air tahunan.

2 METODE PENELITIAN

2.1 Data Spasial

Data spasial merupakan data yang berkaitan dengan informasi geografis. Analisis spasial dalam penelitian ini menggunakan data peta topografi, kemiringan lereng, peta tata guna lahan, dan peta jenis tanah sebagai inputan awal dalam analisis spasial terkait informasi geografis, peta sebaran pos dan peta grid GPM digunakan untuk kalibrasi data curah hujan terkoreksi, dan peta pemanfaatan air sebagai data kebutuhan air pada wilayah studi.

2.2 Data Hidrologi

Pengumpulan data hidrologi yang digunakan diantaranya adalah data hujan ground station, data debit, dan data hujan satelit. Pengumpulan data hidrologi digunakan untuk mendukung analisis ketersediaan air. Peta sebaran pos hidrologi dalam hal ini pos curah hujan, pos debit dan pos klimatologi pada lokasi studi sangat diperlukan untuk mengetahui pos mana saja yang berpengaruh dan akan digunakan untuk analisa selanjutnya.

2.3 Data Hasil Pelaksanaan Walkthrough

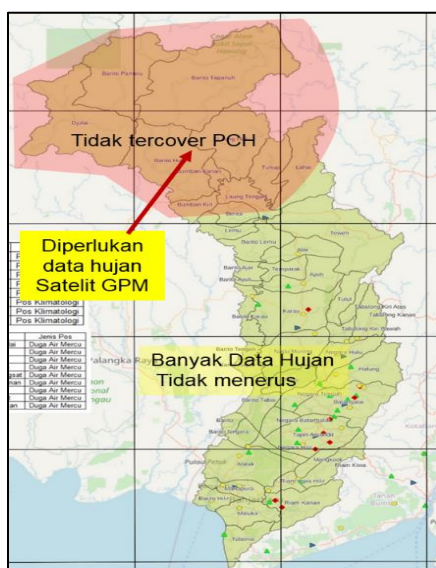
Walkthrough sepanjang aliran sungai

termasuk danau (jalur tracking dan toponimi sungai) dan inventarisasi penggunaan air yang terdiri dari lokasi, titik koordinat, jenis penggunaan air, besar debit yang diambil, legalitas penggunaan air, besar debit yang diizinkan digunakan dalam analisis neraca air. Titik-titik pengamatan yang diambil tersebut dapat dilihat pada Gambar 5.

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengolahan Data Satelit GPM

Data GPM tentu saja tidak dapat digunakan begitu saja tanpa adanya kalibrasi atau koreksi dengan data ground station. Faktor koreksi selayaknya sama untuk seluruh wilayah studi karena punya kesamaan iklim. Pencarian faktor koreksi dilakukan dengan *trial and error* dengan fungsi objektif *Mean Absolut Error* (MAE) dimana error dihitung dari selisih probabilitas dari kejadian hujan yang sama. Data GPM ini tersedia dari tahun 2000-2021, dengan output 0,5 jam-an yang dapat diolah menjadi harian sampai dengan data 15 harian untuk analisa ketersediaan air dan pola tanam dalam sistem irigasi. Kalibrasi data hujan dan debit pada analisa ketersediaan air dengan *rainfall - runoff* pun dapat dilakukan dengan dukungan data hujan GPM ini, baik untuk melakukan kalibrasi 15 harian maupun bulanan.

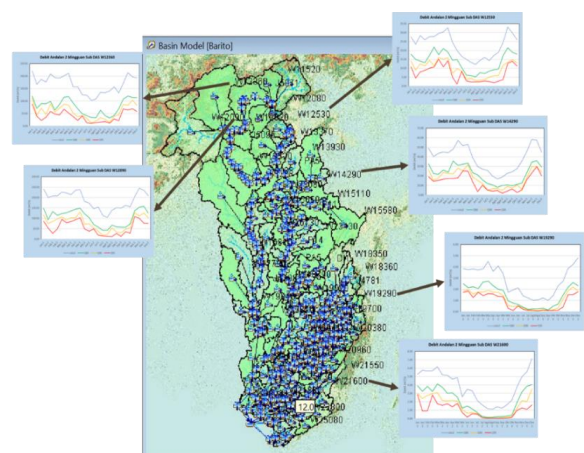


Gambar 1. Data Hujan Groundstation

Pada Wilayah Sungai Barito ini data *groundstation* sangat tidak mendukung secara panjang data maupun kelayakan datanya yang kurang memadai, dimana pada bagian hulu dimana masih merupakan hutan lebat belum terdapat pengamatan hujan, sehingga tidak ada pos hujan yang mewakili. Pada kondisi tersebut maka diputuskan menggunakan data GPM yang sudah terkoreksi dengan data *groundstation*. Pengujian kemiripan dari karakteristik hujan dengan pos hujan *groundstation* perlu dilakukan dengan pos-pos hujan yang memiliki kualitas data yang baik dan panjang data yang sama dengan data satelit. Model yang digunakan untuk menganalisa ketersediaan air di lokasi studi adalah HEC-HMS.

3.2 Analisis Ketersediaan Air

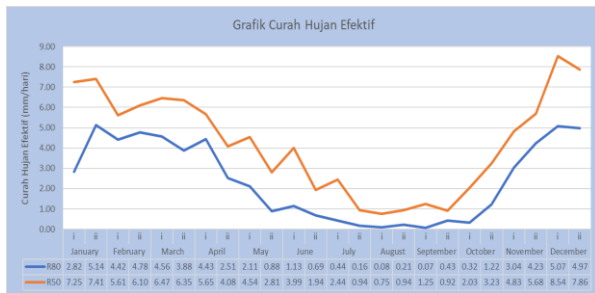
Analisis debit andalan yang digunakan dalam studi ini adalah debit andalan dengan data tidak menerus untuk mengetahui secara obyektif besaran debit andalan tiap tengah bulanan, sesuai dengan distribusi ketersediaan airnya dari bulan Januari sampai Desember. Analisis debit andalan tersebut menggunakan kriteria umum Q80 berbasis data inflow rata-rata tengah bulanan. Data ketersediaan air untuk analisis neraca air ini hanya menggunakan data ketersediaan air permukaan dari curah hujan GPM yang sudah terkoreksi dengan data *groundstation* tanpa mempertimbangkan data ketersediaan air tanah.



Gambar 2. Permodelan Ketersediaan Air HEC HMS

Perhitungan hujan efektif dilaksanakan berdasarkan data hujan satelit dengan data yang

dibutuhkan yaitu curah hujan efektif padi (R80) dan palawija (R50) didapatkan dari data series hujan tengah bulanan tahun 2001-2021 pada setiap grid lokasi titik intake irigasi.

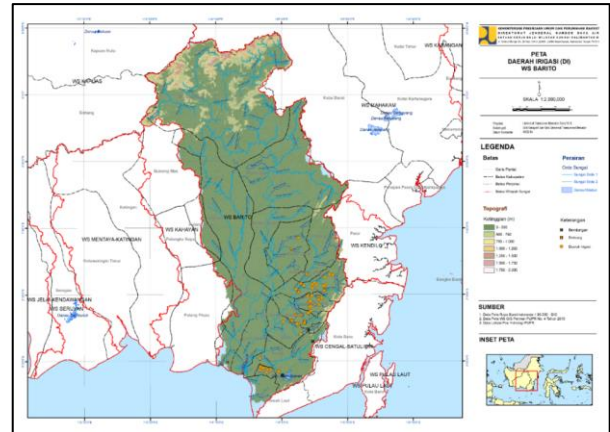


Gambar 3. Nilai Curah Hujan Efektif Padi dan Palawija pada salah satu DI

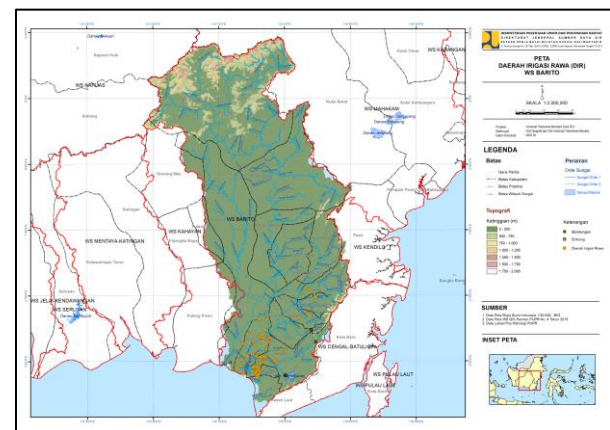
Dari grafik R80 bahwa puncak hujan terjadi pada bulan Desember-Januari, sedangkan puncak musim kemarau terjadi pada bulan Agustus-September. Dengan melihat puncak hujan dan puncak kemarau tersebut dapat menjadi patokan dalam pelaksanaan awal musim tanam dan jenis tanam.

3.3 Analisis Kebutuhan Air

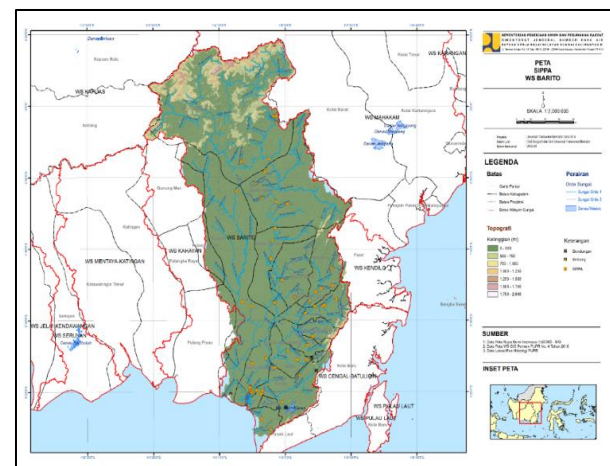
Kebutuhan air total merupakan penjumlahan dari seluruh kebutuhan air yang meliputi kebutuhan air baku, kebutuhan air irigasi dan irigasi rawa, kebutuhan air perikanan, kebutuhan air peternakan, dan kebutuhan aliran pemeliharaan. Pemodelan alokasi air berdasarkan pada kebutuhan air sesuai izin rekomtek yang diterbitkan oleh instansi yang berwenang. Dalam izin rekomtek tersebut terdapat informasi PDAM dan industri dengan besaran data debit pengambilannya serta kebutuhan air lainnya yang diperhitungkan pada setiap Sub DAS. Kebutuhan air untuk aliran pemeliharaan sungai direncanakan secara hati-hati dan mempertimbangkan kebutuhan air untuk tujuan penggunaan air lainnya serta peningkatan keberlanjutan pengelolaan sumber daya air untuk menjaga ekosistem sungai.



Gambar 4. Peta Daerah Irigasi (DI) WS Barito



Gambar 5. Peta Daerah Irigasi Rawa (DIR) WS Barito



Gambar 6. Peta Lokasi SIPPA WS Barito

3.4 Analisis Neraca Air

Pemodelan alokasi air berdasarkan pada kebutuhan air sesuai izin rekomtek yang diterbitkan oleh instansi yang berwenang. Dalam izin rekomtek tersebut terdapat

informasi PDAM dan industri dengan besaran data debit pengambilannya serta kebutuhan air lainnya yang diperhitungkan pada setiap Sub DAS. Hasil pemodelan alokasi air tersebut memberikan gambaran seberapa besar tingkat pemenuhan kebutuhan air pada kondisi

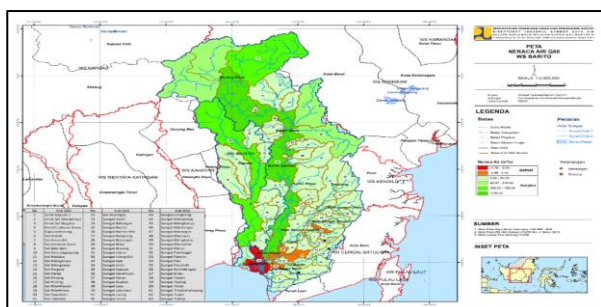
eksisting dan dapat menjadi pertimbangan apabila terdapat peningkatan debit pemanfaatan air pada setiap pemanfaat untuk kondisi mendatang. Berikut adalah ketersediaan dan kebutuhan air pada wilayah Sungai Barito.

Tabel 1. Ketersediaan dan Kebutuhan Air WS Barito

No	Sub DAS	Luas (km ²)	Ketersediaan Air		Kebutuhan Air		Neraca
			Q80 (m ³ /s)	Juta m ³ /tahun	m ³ /s	Juta m ³ /tahun	
1	Anak Kapuas 1	726,067	9,894	312,022	0,508	16,033	Surplus
2	Anak Sei Mangelayu	303,008	3,368	106,207	2,856	90,061	Surplus
3	Anak Sei Negara	255,838	3,298	103,990	1,317	41,547	Surplus
4	Handil Labuan Amas	67,411	0,751	23,698	0,740	23,332	Surplus
5	Kapuasmurung	1.362,755	15,601	491,985	4,514	142,351	Surplus
6	Sei Alalak	769,498	9,300	293,291	11,293	356,131	Defisit
7	Sei Amandit	653,853	7,602	239,730	5,791	182,614	Surplus
8	Sei Antasan Garis	198,978	2,168	68,355	3,305	104,237	Defisit
9	Sei Bati-Bati	250,190	3,683	116,138	0,281	8,872	Surplus
10	Sei Gunungpayung	206,489	2,817	88,826	3,819	120,424	Defisit
11	Sei Maluka	546,935	7,649	241,220	1,724	54,371	Surplus
12	Sei Mengelayu	508,162	5,617	177,125	4,003	126,251	Surplus
13	Sei Mengkaok	351,770	3,903	123,081	0,326	10,279	Surplus
14	Sei Negara	1.645,645	22,007	694,019	6,014	189,644	Surplus
15	Sei Panai	315,663	4,552	143,537	0,284	8,944	Surplus
16	Sei Pinang	401,060	4,600	145,070	0,316	9,981	Surplus
17	Sei Puting	425,450	5,665	178,660	0,292	9,210	Surplus
18	Sei Riamkanan	1.511,211	18,700	589,738	13,238	417,478	Surplus
19	Sei Riamkiwa	1.065,310	12,906	407,000	0,878	27,697	Surplus
20	Sei Sawahan	147,610	2,002	63,127	2,117	66,773	Defisit
21	Sei Tabanio	575,743	7,378	232,669	0,689	21,735	Surplus
22	Sei Waringin	149,350	2,032	64,094	0,705	22,235	Surplus
23	Sungai Ayuh	1.590,700	27,908	880,104	1,440	45,408	Surplus
24	Sungai Balangan	1.324.,256	21,512	678,406	2,580	81,373	Surplus
25	Sungai Barito	11.371,451	215,584	6.798,671	23,099	728,456	Surplus
26	Sungai Barito Hilir	1.106,578	11,286	355,928	19,082	601,755	Defisit
27	Sungai Batapang	707,640	12,499	394,154	0,633	19,966	Surplus
28	Sungai Benangin	3.199,900	59,234	1.868,011	2,998	94,543	Surplus
29	Sungai Bilas	234,582	4,063	128,125	0,323	10,198	Surplus
30	Sungai Busang	3.765,500	74,028	2.334,552	3,703	116,782	Surplus
31	Sungai Harus	300,426	3,504	110,498	0,302	9,509	Surplus
32	Sungai Hiang Kiri	673,690	11,637	366,996	0,596	18,799	Surplus
33	Sungai Jaar	623,100	9,532	300,597	0,492	15,518	Surplus
34	Sungai Joloi	4.296,500	93,219	2.939,758	4,663	147,045	Surplus
35	Sungai Kapuas	7.948,097	148,388	4.679,556	7,583	239,132	Surplus

Analisis Neraca Air Pada Wilayah Sungai Barito
Febry Asthia Miranti

No	Sub DAS	Luas (km ²)	Ketersediaan Air		Kebutuhan Air		Neraca
			Q80 (m ³ /s)	Juta m ³ /tahun	m ³ /s	Juta m ³ /tahun	
36	Sungai Karamuan	62,070	1,191	37,556	0,076	2,389	Surplus
37	Sungai Karau	2.051,790	35,580	1.122,038	5,166	162,906	Surplus
38	Sungai Kuatan	967,940	19,229	606,411	1,059	33,402	Surplus
39	Sungai Laas	6.431,020	130,897	4.127,959	6,548	206,490	Surplus
40	Sungai Labuhan	624,488	7,184	226,543	4,667	147,169	Surplus
41	Sungai Laung	1.649,520	32,354	1.020,312	1,618	51,040	Surplus
42	Sungai Lemo	550,520	10,650	335,859	0,574	18,100	Surplus
43	Sungai Longkong	2.021,636	34,632	1.092,142	2,258	71,199	Surplus
44	Sungai Manawing	91,972	1,465	46,214	0,123	3,889	Surplus
45	Sungai Mangkutup	1.851,200	33,168	1.045,987	1,700	53,608	Surplus
46	Sungai Mantangai	831,550	11,205	353,373	0,589	18,579	Surplus
47	Sungai Marangut	85,435	1,097	34,589	0,060	1,887	Surplus
48	Sungai Maruwei	1.316,880	28,204	889,434	1,463	46,131	Surplus
49	Sungai Mengkatip	897,460	13,322	420,119	0,682	21,494	Surplus
50	Sungai Montallat	711,810	13,756	433,795	0,692	21,818	Surplus
51	Sungai Murui	2.012,700	37,793	1.191,829	1,941	61,211	Surplus
52	Sungai Paminggir	332,730	5,040	158,946	0,270	8,515	Surplus
53	Sungai Panran	216,272	4,074	128,471	0,218	6,873	Surplus
54	Sungai Pari	2.968,960	54,124	1.706,843	2,723	85,870	Surplus
55	Sungai Pendreh	673,293	13,717	432,567	0,721	22,727	Surplus
56	Sungai Salimbingan	1.210,040	21,946	692,089	1,357	42,803	Surplus
57	Sungai Sirau	80,777	1,035	32,650	0,053	1,662	Surplus
58	Sungai Tapen	508,250	9,241	291,410	0,466	14,688	Surplus
59	Sungai Taping	778,653	9,182	289,570	5,775	182,126	Surplus
60	Sungai Teras	67,681	0,668	21,065	0,120	3,774	Surplus
61	Sungai Tirtabahalayang	44,069	0,498	15,714	0,026	0,805	Surplus
62	Sungai Tuani	381,754	5,441	171,597	4,349	137,138	Surplus
63	Sungai Tuhup	782,860	16,249	512,413	0,813	25,627	Surplus
39	Sungai Laas	6.431,020	130,897	4.127,959	6,548	206,490	Surplus
Total		79.783,746	1.400,826	44.176,434	178,609	5.632,601	Surplus



Gambar 7. alisis Neraca Air Q80

Rekapitulasi neraca air pada setiap Sub DAS di WS Barito dapat dilihat pada Tabel 1

dengan skenario kering debit Q80. Hasil neraca air pada skenario kering terdapat Sub DAS dengan neraca defisit yaitu Sub DAS Sei Alalak, Sei Antasan Garis, Sei Gunungpayung, Sei Sawahan, dan Sei Barito Hilir. Defisit tersebut diakibatkan oleh tingginya kebutuhan air irigasi dan irigasi rawa. Hal tersebut dapat diakibatkan luas tanam di lapangan kemungkinan lebih kecil dari luas tanam yang diinputkan kedalam perhitungan, sehingga kebutuhan hasil perhitungan menjadi lebih besar dibandingkan dengan kondisi di lapangan.

Tingkat pemenuhan kebutuhan air atau success time step memberikan informasi

seberapa banyak periode waktu kebutuhan airnya terpenuhi dalam rentang tahun simulasi apabila irigasi/irigasi rawa dipersyaratkan minimal 80%, serta untuk PDAM dan industri dipersyaratkan minimal 90%. Dari hasil pemodelan didapatkan bahwa seluruh kebutuhan air memenuhi syarat persentase minimal. Dengan melihat hasil pemodelan bahwa tidak seluruh pemanfaat air nilai persentasenya sebesar 100%, sehingga terdapat beberapa periode yang tidak tercukupi kebutuhan airnya namun masih bisa ditoleransi karena berada diatas persentase pemenuhan minimal. Hasil pemodelan alokasi air tersebut memberikan gambaran seberapa besar tingkat pemenuhan kebutuhan air pada kondisi eksisting dan dapat menjadi pertimbangan apabila terdapat peningkatan debit pemanfaatan air pada setiap pemanfaat untuk kondisi mendatang.

4 KESIMPULAN

Data yang digunakan terdiri dari data spasial, data hidrologi, dan pelaksanaan walkthrough. Hasil pemodelan alokasi air memberikan gambaran tingkat pemenuhan kebutuhan air pada kondisi eksisting dan dapat menjadi pertimbangan apabila terdapat peningkatan debit pemanfaatan air pada setiap pemanfaat untuk kondisi mendatang. Rencana penyediaan air tahunan untuk konsep alokasi air didasarkan pada kebutuhan dan ketersediaan perhitungan neraca air wilayah sungai Barito.

DAFTAR RUJUKAN

- Asrini, K., Sandi Adnyana, I. W., & Rai, I. N. (2017). Studi Analisis Kualitas Air Di Daerah Aliran Sungai Pakerisan Provinsi Bali. *ECOTROPHIC: Jurnal Ilmu Lingkungan (Journal of Environmental Science)*, 11(2), 101. <https://doi.org/10.24843/ejes.2017.v11.i02.p01>
- Chairunnisa, N., Arif, C., Perdinan, & Wibowo, A. (2021). Analisis Analisis Neraca Air di Pulau Jawa-Bali sebagai Upaya Antisipasi Krisis Air. *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 6(2), 61–80. <https://doi.org/10.29244/jsil.6.2.61-80>
- Ernawati, D. D., Soetopo, W., & Sholichin, M. (2018). Analisa Tingkat Efisiensi Alokasi Air Irigasi D.I. Kedungkandang Malang. *Jurnal Teknik Pengairan*, 9, 37–46.
- Iqbal, K., & Kasuri, A. R. (2023). Analisa Neraca Air Untuk Alokasi Air Irigasi Pada DAS Kedung Larangan Provinsi Jawa Timur. *Jurnal Arsip Rekayasa Sipil Dan Perencanaan*, 6(2), 136–146.
- Larasati, C., Abadi, A. W., Prakosa, G., A, N. D. S., F, V. V., M, W. P., Widaningrum, W., & Hadi, M. P. (2021). Analisis Ketersediaan Air Permukaan dan Proyeksi Kebutuhan Air DAS Bodri Tahun 2040. *Majalah Geografi Indonesia*, 35(1), 84–94.
- Noperissa, V., & Waspodo, R. S. B. (2018). Analisis Kebutuhan dan Ketersediaan Air Domestik Menggunakan Metode Regresi di Kota Bogor. *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 3(3), 121–132. <https://doi.org/10.29244/jsil.3.3.121-132>
- Nor, A. S., Wahyuni, S., & Prasetyorini, L. (2022). Penilaian Indeks Kinerja Fisik Jaringan Irigasi pada Daerah Irigasi Bangkok Kabupaten Kediri dengan Menggunakan ePAKSI. *Jurnal Teknologi Dan Rekayasa Sumber Daya Air*, 3(1), 137–145. <https://doi.org/10.21776/ub.jtresda.2023.03.01.13>
- Sitompul, M., & Efrida, R. (2018). Evaluasi Ketersediaan Air DAS Deli Terhadap Kebutuhan Air (Water Balanced). *Jurnal Rekayasa Sipil (JRS-Unand)*, 14(2), 121. <https://doi.org/10.25077/jrs.14.2.121-130.2018>
- Turu, M. (2016). Analisa Keseimbangan Air Pada Daerah Irigasi Salobunne Kabupaten Soppeng. *PENA TEKNIK: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Teknik*, 1(1), 13. https://doi.org/10.51557/pt_jiit.v1i1.58

- Walujodjati, E., & Hadi Nurhuda. (2022). Analisis Kebutuhan dan Ketersediaan Air. *Jurnal Konstruksi*, 20(1), 183–193. <https://doi.org/10.33364/konstruksi/v.20-1.1053>
- Zevri, A., & Isma, F. (2021). Studi Keseimbangan Air (Water Balanced) Daerah Aliran Sungai Asahan. *Teras Jurnal*, 11(1), 1. <https://doi.org/10.29103/tj.v11i1.308>