



ANALISIS NERACA AIR UNTUK ALOKASI AIR IRIGASI PADA DAS KEDUNGLARANGAN PROVINSI JAWA TIMUR

Khairul Iqbal*, Ahmad Reza Kasury

Jurusan Teknik Sipil, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh

*Corresponding author, email address: khairuliqbal@usk.ac.id

ARTICLE INFO

Article History:

Received 8 May 2023

Accepted 18 June 2023

Online 30 June 2023

Keywords:

Irrigation water needs

Water availability

FJ Mock

Water balance

ABSTRACT

The fulfillment of irrigation water needs must take into consideration the available water resources. This is undertaken to avert conflicts that may arise among water users. The allocation of water can be accomplished through an analysis of the water balance, juxtaposing the available discharge with the required discharge. The outcomes of the water balance analysis can serve as a reference for water allocation. Within the Kedunglarangan Watershed (DAS), there exist six irrigation weirs, the current management of which has not yet reached an optimal state. This is attributable to the incomplete satisfaction of water requisites at each weir. Water balance analyzed by comparing water availability with water demand. Water availability analyzed using FJ Mock, while the main water demand is for irrigation. Water availability Hence, an analysis of the water balance at each specific weir location is imperative, serving as a guideline for water allocation within the DAS. Based on the results of the water balance analysis at each weir, outcomes indicate a persistent deficit condition throughout the year, particularly evident at the downstream weirs. The water balances of the Telebuk and Bekacak Weirs manifest deficit values for the majority of the year. This phenomenon is attributed to the downstream location of these two weirs within the Kedunglarangan Watershed. Consequently, optimization measures are requisite to attain an optimal water allocation.

©2023 Magister Teknik Sipil Unsyiah. All rights reserved

1. PENDAHULUAN

Peningkatan jumlah penduduk menyebabkan kebutuhan air semakin meningkat untuk memenuhi kebutuhan hidupnya (Triatmodjo, 2009). Sehingga, hubungan antara ketersediaan air dan kebutuhan air mengalami kesenjangan. Tingginya kesenjangan tersebut menyebabkan dampak konflik atas pemanfaatan sumber daya air (Soemarto, 1986).

Oleh karena itu, perlu adanya pengaturan pengalokasian air untuk mengatasi permintaan kebutuhan air yang tinggi terhadap ketersediaan air yang ada (Chow dkk., 1988). Kegiatan pengalokasian air merupakan rangkaian kegiatan yang mencakup perencanaan, pelaksanaan dan pengawasan. Pada perencanaan tersebut dilakukan inventarisasi sumber daya air di wilayah sungai, identifikasi kebutuhan pada saat ini dan masa mendatang, identifikasi pengguna air dan estimasi kebutuhan di masa mendatang (Arsyad, 2017; Salanié & Zaporozhets, 2022). Salah satu tahap pengelolaan sumber daya air dalam alokasi air adalah analisa neraca air atau yang disebut dengan analisa kesetimbangan air (*water balance*) untuk mengetahui ketersediaan air dan pemanfaatan SDA tersebut pada suatu DAS atau lokasi yang telah disepakati (Mediawan dkk., 2021). Analisa ini dapat dilakukan dengan menggunakan data hujan maupun data debit aktual pada lokasi tersebut. Analisa yang lainnya merupakan analisa kebutuhan air yang

merupakan kebutuhan pokok masyarakat yang harus dipenuhi (Mohajerani dkk., 2021; Kim dkk., 2022). Musim kemarau masih menjadi permasalahan yang mempengaruhi ketersediaan air.

DAS Kedunglarangan adalah salah satu DAS besar yang berada di Kabupaten Pasuruan. Daerah DAS Kedunglarangan merupakan daerah pemukiman padat sehingga apabila terjadi luapan sungai maka akan menggenangi rumah, jalan, sekolah dan fasilitas umum lainnya. Menurut (Sari & Koswara, 2020), ketersediaan air masih lebih besar dari kebutuhan air sampai dengan prediksi pertumbuhan penduduk tahun 2027.

Namun pada kenyataannya di lapangan, pemenuhan kebutuhan air irigasi yang berada pada DAS Kedunglarangan selalu mengalami defisit. Untuk itu diperlukan analisa neraca air yang memperhatikan kebutuhan tiap daerah irigasi yang ada sebagai acuan dalam menyusun rencana alokasi air DAS Kedunglarangan.

2. KAJIAN PUSTAKA

Ketersediaan air pada dasarnya terdiri atas tiga jenis, yaitu air hujan, air permukaan, dan air tanah. Dalam pengelolaan alokasi air, air hujan berkontribusi untuk mengurangi kebutuhan air irigasi yaitu dalam bentuk hujan efektif (Salanié & Zaporozhets, 2022). Sumber air utama dalam pengelolaan alokasi air adalah sumber air permukaan dalam bentuk air di sungai, saluran, danau, dan tampungan lainnya. Ketersediaan air berkaitan dengan besarnya debit aliran sungai pada suatu DAS (Sari & Koswara, 2020).

Debit andalan adalah debit yang dapat diandalkan untuk suatu tingkat keandalan atau reliabilitas tertentu. Untuk keperluan irigasi biasa digunakan debit andalan dengan reliabilitas 80% (Chandrasasi dkk., 2020). Agar dapat melakukan alokasi di DAS, maka terlebih dahulu harus diketahui berapa jumlah kebutuhan air di DAS tersebut. Kebutuhan air untuk irigasi tergantung pada besarnya kebutuhan air untuk penyiapan lahan (pengolahan tanah dan penjemuran), konsumtif tanaman (kebutuhan masa pertumbuhan), penggantian lapisan air untuk padi, perkolasi, curah hujan efektif dan besarnya kehilangan air selama penyaluran (efisiensi irigasi) (Mediawan dkk., 2021; Muhammed dkk., 2020).

Kajian alokasi air yang disusun pada penelitian ini akan menggunakan pendekatan perwilayahan yang berbasis pada satuan wilayah sungai (SWS) dan Daerah Aliran Sungai (DAS) sebagai unit wilayah analisisnya. Selain itu sesuai dengan ketersediaan data dan informasi yang ada, pada beberapa wilayah sungai, simulasi wilayah sungai dianalisa dengan bantuan pembuatan skematisasi dari wilayah sungai tersebut dengan didasarkan atas bangunan pengairan yang ada (sungai, waduk, bendung, saluran, bangunan bagi dan sebagainya) (Li dkk., 2020).

3. METODE PENELITIAN

3.1. Lokasi Penelitian

DAS Kedunglarangan termasuk dalam WS Brantas meliputi dua kabupaten, yaitu Kabupaten Pasuruan dan Kabupaten Sidoarjo. Pada Kabupaten Pasuruan terdapat 9 daerah yang terpengaruh yaitu wilayah Kecamatan Bangil, Beji, Gempol, Kraton, Pandaan, Prigen, Purwosari, Rembang dan Sukorejo. Sedangkan pada wilayah Kabupaten Sidoarjo adalah pada Kecamatan Jabon. Luas DAS Kedunglarangan ini adalah sebesar 342,17 km² (Kementerian Pekerjaan Umum, 2020).

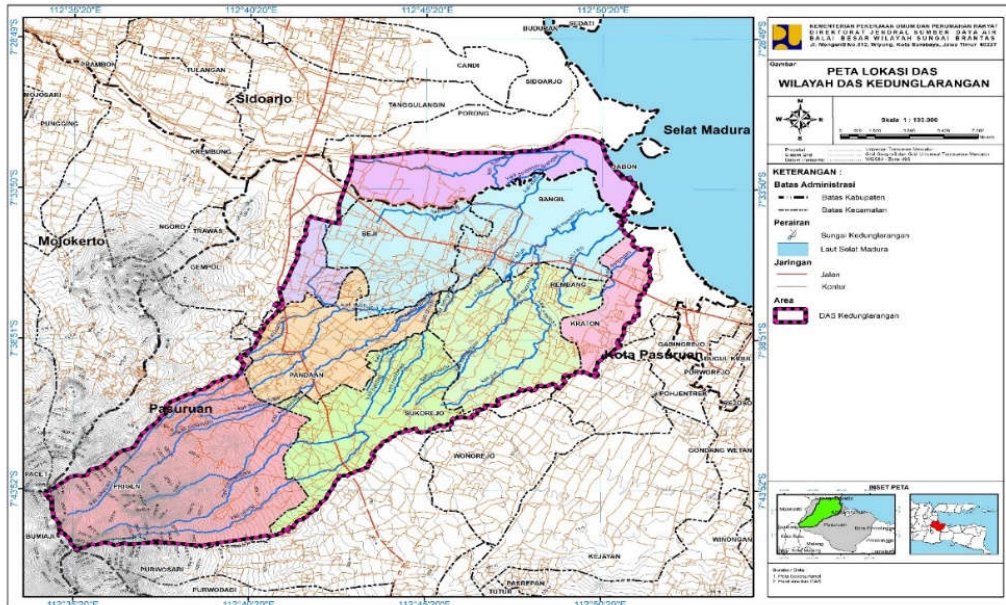
DAS Kedunglarangan (Gambar 1) memiliki luas sebesar 342,17 km² dan memiliki 6 (enam) bendung (Gambar 2), yaitu Bendung Bekacak dengan luas 144,52 km², Bendung Wedoro dengan luas 37,86 km², Bendung Telebuk dengan luas 32,15 km², Bendung Sabani dengan luas 39,88 km², Bendung Rejoso dan Bendung Karanglo. Masing-masing bendung memiliki manfaat untuk mengairi daerah irigasi di sekitarnya.

3.2. Data dan Analisa

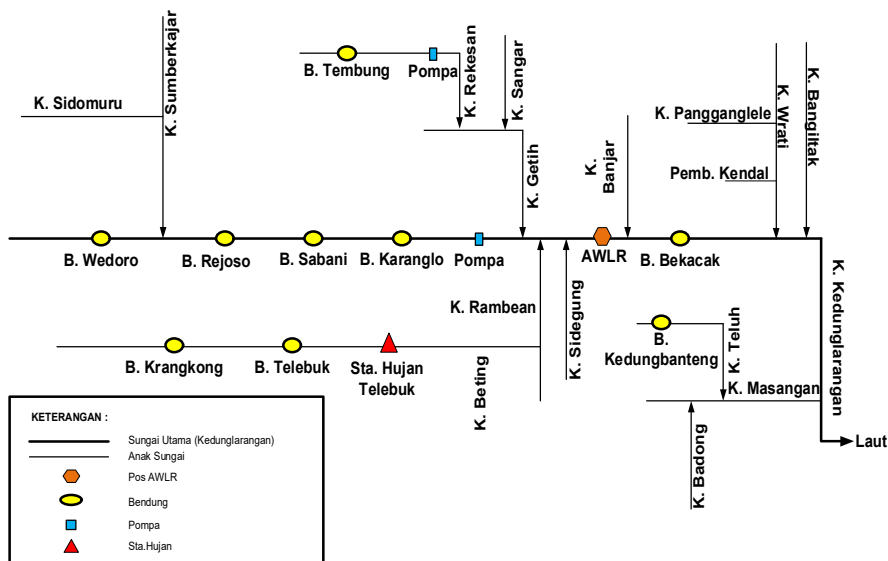
3.2.1 Hidroklimatologi

Data curah hujan yang digunakan yaitu data curah hujan yang berasal dari 16 stasiun hujan di DAS Kedunglarangan. Semua data yang ada pada 16 stasiun hujan tercatat oleh Dinas Tata Ruang dan Sumber

Daya Air Kabupaten Pasuruan. Data curah hujan yang digunakan dalam analisa adalah data curah hujan tahun 2010 sampai tahun 2019.



Gambar 1 Peta das kedunglarangan



Gambar 2 Skema das kedunglarangan

3.2. Data dan Analisa

3.2.1 Hidroklimatologi

Data curah hujan yang digunakan yaitu data curah hujan yang berasal dari 16 stasiun hujan di DAS Kedunglarangan. Semua data yang ada pada 16 stasiun hujan tercatat oleh Dinas Tata Ruang dan Sumber Daya Air Kabupaten Pasuruan. Data curah hujan yang digunakan dalam analisa adalah data curah hujan tahun 2010 sampai tahun 2019.

3.2.2 Hujan Wilayah

Untuk analisis hidrologi DAS diperlukan perhitungan hujan rata-rata sebagai hujan wilayah. Nilai hujan wilayah menganggap distribusi hujan yang terjadi merata pada suatu DAS. Metode poligon thiessen

dirasa merupakan metode yang cocok untuk digunakan dalam studi ini. Metode ini baik digunakan untuk daerah dengan stasiun hujan yang tidak merata (Mediawan dkk., 2021).

3.2.3 Evapotranspirasi

Analisa evapotranspirasi dilakukan dengan menggunakan Metode Penman yang dihasilkan dari percobaan untuk memperkirakan evaporasi permukaan air, kemudian dikembangkan untuk menghitung kehilangan air pada tanaman akibat transpirasi, yaitu dengan cara mengalikan faktor tanam (C) dengan evaporasi (Song dkk., 2019). Dari hasil perhitungan tersebut diperoleh nilai evapotranspirasi.

3.2.4 Debit Andalan

Debit andalan adalah debit yang dapat diandalkan untuk suatu tingkat keandalan atau reliabilitas tertentu. Untuk keperluan irigasi biasa digunakan debit andalan dengan reliabilitas 80% sebagaimana ditetapkan dalam Kriteria Perencanaan Irigasi (Ditjen Pengairan, 1985). Untuk keperluan air minum dan industri dituntut reliabilitas yang lebih tinggi, yaitu sekitar 90% sampai dengan 95% (Chandrasasi dkk., 2020). Metode analisa debit andalan menggunakan FJ. Mock. Apabila pada lokasi terdapat pencatatan debit, maka dapat langsung dilakukan analisa debit andalan. Namun bila tidak tersedia data pencatatan debit maka harus dilakukan analisa menggunakan nilai sintetis dari bangkitan curah hujan (Iqbal dkk., 2023).

3.3. Neraca Air

Perhitungan neraca air dilakukan untuk mengecek apakah air yang tersedia cukup memadai untuk memenuhi kebutuhan air irigasi di proyek yang bersangkutan. Dalam perhitungan neraca air (*water balance*) ada beberapa unsur pokok sebagai dasar perhitungan (Mohajerani dkk., 2021), beberapa unsur pokok tersebut dibedakan dalam 3 unsur pokok yaitu : Tersediannya air, Kebutuhan air dan Neraca air (*water balance*). Perhitungan pendahuluan neraca air dibuat pada tahap penetapan pola operasi dari daerah irigasi yang bersangkutan. Pada taraf ini akan dilakukan peninjauan dasar-dasar perhitungan yang diperoleh dari pengumpulan data-data sekunder (tambahan), inspeksi lapangan maupun uji di lapangan, yang mana data-data tersebut harus benar-benar bisa dipakai sebagai pedoman operasional (Chairunnisa dkk., 2021), (Hartanto, 2017).

3.3.1 Kebutuhan Air Irigasi

Perhitungan kebutuhan air irigasi dapat berdasarkan kebutuhan air dari rencana tata tanam global (RTTG) yang diusulkan, atau perhitungan kebutuhan air berdasarkan luas, jenis serta umur tanaman sesuai dengan data lapangan yang dikumpulkan dan koefisien tanaman yang berlaku di daerah tersebut. Diperlukan verifikasi data kebutuhan air irigasi dan non irigasi (baik yang punya izin maupun tidak mempunyai izin) yang berada dalam sistem tata air tersebut (Ariyanto, 2022).

Jumlah air yang dibutuhkan untuk irigasi ditentukan oleh jumlah kebutuhan air tanaman lapangan serta tingkat kehilangan air. Selain itu, pertimbangan diberikan pada jumlah air yang disediakan oleh curah hujan dan kontribusi air tanah. Penyiapan lahan, penggunaan air secara konsumtif, perkolasi atau rembesan, penggantian lapisan air, dan curah hujan efektif merupakan beberapa unsur yang mempengaruhi kebutuhan air di sawah atau NFR untuk tanaman padi (Iqbal 2020).

3.3.2 Kebutuhan Air Penduduk

Air baku, air rumah tangga, dan air minum adalah istilah-istilah yang digunakan untuk menggambarkan kebutuhan akan air bersih. Berdasarkan status kotamadya, kebutuhan air bersih diperkirakan dalam liter/orang/hari dan mencakup kebutuhan rumah tangga dan non-domestik, seperti tercantum pada Tabel 1 (Badan Standarisasi Nasional, 2015).

Tabel 1. Pembagian Status Kota dan Kebutuhan Air Domestik

Kelompok	Status	Jlh Penduduk (jiwa)	Keb Air (lt/org/hr)
I	Kota Metropolitan	> 1 jt	150 - 200
II	Kota Besar	500 rb – 1 jt	120 – 150
III	Kota Besar	100 rb – 500 rb	100 – 120
IV	Kota Sedang	20 rb - 100 rb	90 – 100
V	Kota Kecil	3 rb – 20 rb	60 – 100
VI	Desa	< 3 rb	30 – 60

Sumber: Badan Standarisasi Nasional (2015)

3.3.3 Kebutuhan Air Peternakan

Kebutuhan air rata-rata untuk ternak ditentukan dengan mengacu pada hasil penelitian dari FIDP yang dimuat dalam *Technical Report National Water Resources Policy* tahun 1992, yang dapat dilihat pada Tabel 2. Secara umum kebutuhan air untuk ternak dapat diestimasi dengan cara mengkalikan jumlah ternak dengan tingkat kebutuhan air.

Tabel 2. Kebutuhan Air Peternakan

No.	Jenis Ternak	Kebutuhan Air (lt/ekor/hari)
1	Sapi/Kerbau/Kuda	40
2	Kambing	5
3	Babi	6
4	Unggas	0,6

Sumber: *Technical Report National Water Policy*, 1992

3.3.4 Kebutuhan Pemeliharaan Sungai (*Maintenance Flow*)

Untuk menjaga kelestarian ekosistem di wilayah sungai, diharapkan debit minimum selalu tersedia. Oleh karena itu, diperlukan strategi untuk mempertahankan biota yang hidup di alur sungai. Aliran pemeliharaan adalah debit minimal, yang berkisar antara 5 hingga 10% dari total debit yang mungkin (Almedej & Esen, 2014). Tergantung pada debit andalan, jumlah air yang dibutuhkan untuk pemeliharaan sungai berubah. Ketersediaan air untuk sub DAS bagian hilir akan tergantung pada kebutuhan air untuk pemeliharaan sungai di sub DAS bagian hulu, demikian seterusnya hingga mencapai titik hilir yang paling jauh (Iqbal dkk., 2020).

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Ketersediaan Air

Analisa ketersediaan air pada DAS Kedunglarangan dilakukan dengan menghitung debit andalan menggunakan metode FJ.Mock dengan periode hujan 10 harian (Basri, 2013). Perhitungan dilakukan pada setiap titik tinjau dari tahun 2010 – 2019. Data yang dibutuhkan adalah jumlah hujan 10 harian, jumlah hari hujan 10 harian dan evapotranspirasi (Penman Modifikasi).

Perhitungan FJ Mock dilakukan untuk setiap area tinjauan yang berada pada bendung yang ada di DAS Kedunglarangan. Besar rekapitulasi masing-masing hasil perhitungan ketersediaan air pada DAS Kedunglarangan dapat dilihat pada Tabel 3. Dari hasil rekapitulasi tersebut kemudian akan diurutkan dari yang terbesar ke yang terkecil dan dihitung besar probabilitasnya dengan menggunakan metode weibull. Debit dengan probabilitas 50% dan 80% akan digunakan sebagai besar debit andalan untuk kondisi normal dan kondisi kering.

Tabel 3. Debit Andalan DAS Kedunglarangan

Bendung	JAN			FEB			MAR			APR			MEI			JUN		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Wedoro	3,41	3,68	5,53	5,97	5,23	5,22	5,05	5,03	4,29	3,14	2,45	2,37	2,25	1,55	0,34	0,76	0,85	0,48
Rejoso	3,59	3,92	5,75	6,21	5,39	5,40	5,23	5,19	4,42	3,27	2,52	2,44	2,33	1,60	0,35	0,76	0,87	0,49
Sabani	3,62	3,91	5,80	6,27	5,44	5,45	5,27	5,24	4,45	3,31	2,56	2,47	2,35	1,62	0,36	0,79	0,88	0,50
Karangalo	3,62	3,92	5,86	6,35	5,48	5,50	5,36	5,28	4,56	3,34	2,60	2,50	2,38	1,64	0,36	0,80	0,90	0,51
Telebuk	3,03	5,15	5,89	5,82	4,66	4,41	4,82	4,22	3,29	2,95	2,30	2,89	2,09	1,43	0,29	0,70	0,79	0,47
Bekacak	12,05	17,57	20,77	21,77	17,57	16,67	19,01	17,55	13,51	12,79	8,64	11,01	7,59	5,22	1,16	2,65	2,78	1,73
Bendung	JUL			AGU			SEP			OKT			NOV			DES		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Wedoro	0,34	0,24	0,15	0,12	0,08	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,79	1,14	4,28	2,89
Rejoso	0,34	0,24	0,15	0,12	0,08	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,81	0,99	4,46	3,00
Sabani	0,35	0,24	0,15	0,12	0,08	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,81	1,21	4,53	3,03
Karangalo	0,36	0,25	0,16	0,12	0,09	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,84	1,21	4,56	3,06
Telebuk	0,33	0,23	0,15	0,11	0,08	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,63	0,91	3,92	2,84
Bekacak	1,21	0,85	0,54	0,42	0,29	0,19	0,14	0,10	0,07	0,05	0,03	0,02	0,02	0,01	1,94	4,16	16,22	11,19

4.2. Kebutuhan Air

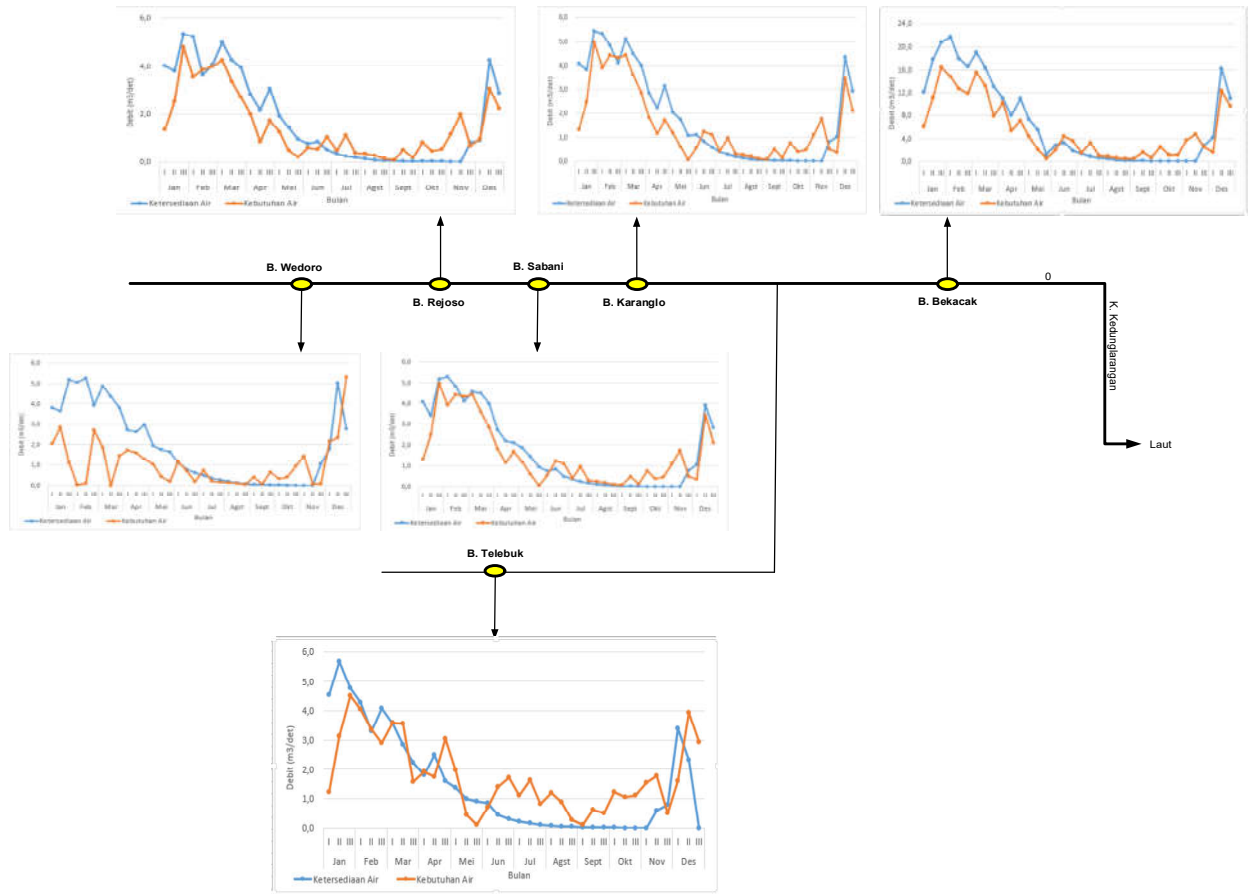
Agar dapat melakukan alokasi di DAS, maka terlebih dahulu harus diketahui berapa jumlah kebutuhan air di DAS tersebut. Untuk itu perlu dijumlahkan semua kebutuhan air dari hilir ke hulu sampai dengan bangunan pembagi air tersebut, sehingga dapat diketahui berapa jumlah kebutuhan air secara kumulatif dari hilir ke hulu. Kebutuhan air pada DAS Kedunglarangan terdiri dari kebutuhan air irigasi, industry dan perkotaan, peternakan dan kebutuhan air untuk pemeliharaan sungai. Kebutuhan air utama yang digunakan untuk pemenuhan alokasi pada DAS Kedunglarangan adalah untuk irigasi. Tabel 4 memperlihatkan rekapitulasi kebutuhan air irigasi.

Tabel 4. Kebutuhan Air Irigasi

Bendung	DES			JAN			FEB			MAR			APR			MEI		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Wedoro	0,11	0,21	0,25	0,46	0,47	0,44	0,32	0,32	0,25	0,25	0,24	0,22	0,22	0,18	0,23	0,28	0,28	0,28
Rejoso	0,10	0,12	0,12	0,14	0,15	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,15	0,19	0,18	0,17	0,18	0,17	0,17
Sabani	0,02	0,02	0,02	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,02	0,02	0,02	0,04	0,04	0,04	0,03	0,02	0,02
Karangalo	0,04	0,04	0,04	0,08	0,09	0,09	0,08	0,09	0,09	0,05	0,05	0,05	0,08	0,05	0,05	0,06	0,05	0,05
Telebuk	2,06	2,06	2,06	2,06	2,06	2,06	2,06	2,06	2,06	2,06	2,06	2,06	2,06	2,06	2,06	2,06	2,06	2,06
Bekacak	2,65	2,45	2,04	2,81	3,53	3,31	2,67	3,47	3,32	3,60	3,70	3,51	2,39	2,34	2,36	2,44	2,62	2,84
Bendung	JUN			JUL			AGU			SEP			OKT			NOV		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Wedoro	0,21	0,21	0,19	0,20	0,21	0,21	0,15	0,11	0,10	0,15	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,05	0,05	0,05
Rejoso	0,17	0,19	0,18	0,18	0,18	0,17	0,13	0,10	0,10	0,16	0,09	0,08	0,08	0,08	0,08	0,06	0,06	0,02
Sabani	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Karangalo	0,08	0,10	0,11	0,08	0,08	0,08	0,04	0,04	0,04	0,14	0,06	0,05	0,06	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06
Telebuk	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09
Bekacak	2,75	2,65	2,66	2,80	2,69	2,69	3,26	2,99	2,82	2,34	2,39	2,04	2,77	2,62	2,63	2,45	2,47	2,45

4.3. Neraca Air

Bedasarkan referensi probabilitas keandalan debit maka neraca air pada DAS Kedunglarangan dihitung dengan 2 kemungkinan, kemungkinan pertama analisis dilakukan dengan kondisi normal yaitu menggunakan probabilitas 50%, dan yang kedua dengan menggunakan kondisi kering yaitu menggunakan probabilitas 80%. Skema neraca air ditentukan berdasarkan lokasi bendung irigasi yang berada pada DAS Kedunglarangan, dimulai dari Bendung Woro di hulu sampai Bendung Bekacak di hilir, seperti tertera pada Gambar 3. Dari seluruh bendung yang ada, hanya Bendung Telebuk yang terletak di anak Sungai Kedunglarangan, selain itu semuanya terletak pada Sungai Kedunglarangan.



Gambar 3. Skema Neraca Air DAS Kedunglarangan

Pada tiap lokasi tersebut dilakukan analisa ketersediaan air dan kebutuhan air. Kemudian dilakukan perbandingan nilai ketersediaan dan kebutuhan tersebut. Grafik yang dihasilkan menunjukkan perbandingan nilai debit ketersediaan dan debit kebutuhan air pada masing-masing bendung. Apabila nilai ketersediaan lebih besar dari kebutuhan maka kondisi neraca air adalah surplus. Begitupun sebaliknya, apabila kebutuhan lebih besar dari ketersediaan maka kondisi neraca airnya adalah defisit.

Tabel 5. Neraca Air Bendung Wedoro

Kondisi	DES			JAN			FEB			MAR			APR			MEI		
	I	II	III	I	I	I	II	III	II	III	II	III	I	II	III	I	II	III
Ketersediaan Air	3,73	5,66	3,42	4,90	6,30	6,47	6,55	6,50	7,00	5,96	5,97	4,99	5,27	4,93	3,31	2,10	2,62	0,74
Kebutuhan Air	0,12	0,90	1,53	1,84	2,44	4,93	3,33	3,77	3,71	4,96	5,15	4,21	3,15	1,95	2,30	1,36	1,21	0,43
Neraca Air	3,61	4,75	1,89	3,06	3,86	1,54	3,21	2,73	3,29	1,00	0,82	0,79	2,12	2,98	1,00	0,74	1,41	0,31
Status NA	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Kondisi	JUN			JUL			AGU			SEP			OKT			NOV		
	I	II	III	I	I	I	II	III	II	III	II	III	I	II	III	I	II	III
Ketersediaan Air	1,32	1,15	1,01	0,95	0,62	0,44	0,32	0,22	0,14	0,13	0,09	0,07	0,05	0,05	0,03	0,04	1,25	2,60
Kebutuhan Air	0,54	0,70	0,59	0,48	0,41	0,25	0,25	0,17	0,15	0,15	0,10	0,06	0,03	0,06	0,03	0,03	0,06	0,06
Neraca Air	0,78	0,45	0,42	0,46	0,22	0,09	0,06	0,05	-0,01	-0,05	-0,01	-0,03	-0,04	-0,04	-0,06	-0,02	1,20	2,55
Status NA	S	S	S	S	S	S	S	S	D	D	D	D	D	D	D	D	S	S

Hasil analisa neraca air pada Bendung Wedoro Tabel 5 menunjukkan kondisi defisit terjadi pada 10 hari ke tiga bulan Agustus sampai 10 hari pertama bulan November. Hal ini dikarenakan ketersediaan air pada waktu tersebut sangat rendah sedangkan kebutuhan air menyesuaikan dengan RTTG yang telah ditetapkan.

Hasil analisa neraca air pada Bendung Rejoso disajikan pada Tabel 6. Terlihat bahwa kondisi defisit terjadi pada bulan Agustus sampai 10 hari pertama bulan November. Dengan kebutuhan air menyesuaikan RTTG yang telah ditetapkan, posisi Bendung Rejoso yang berada di hulu DAS Kedunglarangan menghasikan debit andalan yang relatif kecil. Hal tersebut menyebabkan kondisi defisit terjadi pada bulan kering.

Tabel 6. Neraca Air Bendung Rejoso

Kondisi	DES			JAN			FEB			MAR			APR			MEI		
	I	II	III	I	I	I	II	III	II	III	II	III	I	II	III	I	II	III
Ketersediaan Air	4,60	9,21	4,89	6,66	7,78	7,29	9,42	8,12	8,69	6,23	6,01	5,21	5,39	5,51	3,45	3,07	3,01	0,66
Kebutuhan Air	0,10	0,79	0,12	0,14	2,12	4,81	3,32	3,77	3,79	5,07	5,24	4,31	3,20	1,99	2,30	1,27	1,10	0,32
Neraca Air	4,51	8,42	3,40	5,58	5,67	2,48	6,11	4,34	4,90	1,16	0,77	0,90	2,18	3,52	1,15	1,81	1,91	0,33
Status NA	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Kondisi	JUN			JUL			AGU			SEP			OKT			NOV		
	I	II	III	I	I	I	II	III	II	III	II	III	I	II	III	I	II	III
Ketersediaan Air	1,53	1,32	0,91	0,81	0,46	0,35	0,18	0,13	0,05	0,04	0,03	0,02	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	3,35
Kebutuhan Air	0,51	0,69	0,59	0,46	0,38	0,32	0,22	0,17	0,09	0,05	0,04	0,04	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02
Neraca Air	1,02	0,64	0,32	0,34	0,08	0,03	-0,04	-0,04	-0,09	-0,15	-0,09	-0,08	-0,06	-0,08	-0,08	-0,05	1,14	3,33
Status NA	S	S	S	S	S	S	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	S	S

Hasil analisa neraca air pada Bendung Wedoro tersaji pada Tabel 7. Terlihat bahwa kondisi defisit terjadi pada 10 hari ke dua bulan Agustus sampai 10 hari pertama bulan November. Kondisi defisit semakin meningkat. Hal ini selain dikarenakan oleh ketersediaan air yang sangat terbatas, juga lepasan air hasil pemanfaatan di bagian hulu yang semakin kecil.

Tabel 7. Neraca Air Bendung Sabani

Kondisi	DES			JAN			FEB			MAR			APR			MEI		
	I	II	III	I	I	I	II	III	II	III	II	III	I	II	III	I	II	III
Ketersediaan Air	5,72	12,95	6,43	9,20	9,58	8,28	12,37	9,79	10,35	6,43	6,02	5,36	5,49	6,08	3,61	4,16	3,53	0,69
Kebutuhan Air	0,02	0,67	1,43	0,99	2,06	4,73	3,24	3,71	3,74	5,02	5,13	4,23	3,07	1,85	2,17	1,10	0,95	0,18
Neraca Air	5,70	12,28	5,00	8,22	7,52	3,55	9,13	6,08	6,61	1,41	0,89	1,12	2,42	4,22	1,44	3,05	2,58	0,51
Status NA	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Kondisi	JUN			JUL			AGU			SEP			OKT			NOV		
	I	II	III	I	I	I	II	III	II	III	II	III	I	II	III	I	II	III
Ketersediaan Air	1,81	1,52	0,81	0,69	0,32	0,18	0,12	0,08	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	1,14	4,15
Kebutuhan Air	0,35	0,52	0,43	0,31	0,22	0,17	0,12	0,09	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
Neraca Air	1,46	1,00	0,38	0,38	0,10	0,02	0,00	0,00	-0,02	-0,01	-0,01	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02	1,12	4,13
Status NA	S	S	S	S	S	S	S	D	D	D	D	D	D	D	D	D	S	S

Hasil analisa neraca air pada Bendung Karanglo dapat dilihat pada Tabel 8. Hasil analisa menunjukkan bahwa kondisi defisit terjadi pada 10 hari ke tiga bulan Januari, bulan Maret, sepuluh hari ketiga bulan April serta minggu ketiga Juli sampai 10 hari pertama bulan November. Kondisi tersebut hamper serupa dengan kondisi pada Bendung Wedoro, di mana posisi Bendung Sabani berada di hilir Bendung Wedoro.

Tabel 8. Neraca Air Bendung Karanglo

Kondisi	DES			JAN			FEB			MAR			APR			MEI		
	I	II	III	I	I	I	II	III	II	III	II	III	I	II	III	I	II	III
Ketersediaan Air	6,92	12,63	5,21	8,52	7,91	3,96	9,54	6,49	7,05	1,78	1,26	1,44	2,75	4,53	1,65	3,19	2,75	0,56
Kebutuhan Air	0,04	3,37	2,06	1,57	2,44	5,06	3,99	4,16	4,32	4,53	4,52	3,79	2,43	1,39	1,99	1,42	0,37	0,08
Neraca Air	6,87	9,26	3,15	6,95	5,47	-1,11	5,55	2,32	2,73	-2,75	-3,26	-2,35	0,33	3,14	-0,35	1,77	2,38	0,48
Status NA	S	S	S	S	S	D	S	S	S	D	D	D	S	S	D	S	S	S

Kondisi	JUN			JUL			AGU			SEP			OKT			NOV		
	I	II	III	I	I	I	II	III	II	III	II	III	I	II	III	I	II	III
Ketersediaan Air	1,55	1,07	0,45	0,44	0,14	0,05	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,20	4,29
Kebutuhan Air	0,08	0,10	0,11	0,08	0,08	0,08	0,04	0,03	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,06
Neraca Air	1,46	0,97	0,34	0,36	0,06	-0,04	-0,02	-0,03	-0,03	-0,13	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	1,14	4,23
Status NA	S	S	S	S	S	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	S	S

Hasil analisa neraca air pada Bendung Telebuk dapat dilihat pada Tabel 9. Kondisi defisit terjadi hamper sepanjang tahun. Surplus hanya terjadi pada 10 hari kedua bulan Desember dan bulan Januari. Dengan posisi yang semakin ke hilir, lepasan air dari hulu Bendung Telebuk bergantung dari pemanfaatan bendung di hulu.

Tabel 9. Neraca Air Bendung Karanglo

Kondisi	DES			JAN			FEB			MAR			APR			MEI		
	I	II	III	I	I	I	II	III	II	III	II	III	I	II	III	I	II	III
Ketersediaan Air	0,91	3,92	2,84	3,03	5,15	5,89	5,82	4,66	4,41	4,82	4,22	3,29	2,95	2,30	2,89	2,09	1,43	0,29
Kebutuhan Air	2,06	2,54	3,68	2,55	2,07	4,28	6,47	6,36	6,41	5,33	6,25	4,86	4,62	4,05	3,34	3,77	3,28	2,34
Neraca Air	-1,15	1,38	-0,84	0,48	3,08	1,61	-0,65	-1,70	-2,01	-0,52	-2,04	-1,57	-1,67	-1,75	-0,45	-1,67	-1,85	-2,05
Status NA	D	S	D	S	S	S	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D

Kondisi	JUN			JUL			AGU			SEP			OKT			NOV		
	I	II	III	I	I	I	II	III	II	III	II	III	I	II	III	I	II	III
Ketersediaan Air	0,70	0,79	0,47	0,33	0,23	0,15	0,11	0,08	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,63
Kebutuhan Air	1,67	1,51	1,40	1,31	1,24	1,20	1,16	1,14	1,13	1,11	1,10	1,10	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09
Neraca Air	-0,97	-0,72	-0,93	-0,98	-1,01	-1,05	-1,05	-1,06	-1,08	-1,07	-1,08	-1,08	-1,08	-1,08	-1,08	-1,08	-1,08	-0,46
Status NA	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D

Hasil analisa neraca air pada Bendung Bekacak terlihat bahwa kondisi defisit terjadi pada 10 hari ke tiga bulan Mei 10 hari kedua bulan November (Tabel 10).

Tabel 10 Neraca Air Bendung Bekacak

Kondisi	DES			JAN			FEB			MAR			APR			MEI		
	I	II	III	I	I	I	II	III	II	III	II	III	I	II	III	I	II	III
Ketersediaan Air	11,94	29,41	17,18	22,03	28,19	26,66	33,13	24,55	23,81	23,83	21,77	16,81	16,07	14,08	13,91	11,45	9,03	1,93
Kebutuhan Air	2,65	2,53	2,04	2,81	6,06	15,87	15,72	18,83	19,64	19,63	19,72	16,40	12,47	10,03	7,69	9,58	7,66	3,88
Neraca Air	9,29	26,88	7,11	16,35	22,13	10,79	17,41	5,73	4,17	4,20	2,05	0,40	3,60	4,06	6,22	1,87	1,37	-1,95
Status NA	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	D

Kondisi	JUN			JUL			AGU			SEP			OKT			NOV		
	I	II	III	I	I	I	II	III	II	III	II	III	I	II	III	I	II	III
Ketersediaan Air	4,81	4,54	2,54	1,90	1,14	0,69	0,53	0,37	0,24	0,18	0,13	0,09	0,06	0,04	0,03	0,02	1,16	6,80
Kebutuhan Air	4,98	4,39	3,95	3,71	3,32	3,16	3,57	3,21	2,98	2,45	2,46	2,09	2,81	2,65	2,65	2,45	2,47	2,45
Neraca Air	-0,17	0,15	-1,41	-1,80	-2,19	-2,47	-3,04	-2,84	-2,74	-2,27	-2,34	-2,00	-2,75	-2,61	-2,62	-2,45	-1,32	4,35
Status NA	D	S	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	S

Dari hasil analisa neraca air tiap bendung, bahwa kondisi defisit terjadi di semua titik pada bulan Agustus sampai November. Hal ini dikarenakan ketersediaan air pada waktu tersebut sangat minim, sedangkan kebutuhan air yang dianalisa adalah seluruh layanan irigasi bendung tersebut. Disamping itu, semakin ke hilir maka kondisi defisit semakin sering terjadi. Hal ini dikarenakan pemanfaatan air pada bagian hulu menyebabkan lepasan air yang terbatas.

Dengan analisa kebutuhan air mengikuti RTTG yang telah ditetapkan, maka semakin ke hilir kondisi defisit semakin sering terjadi. Selain dikarenakan ketersediaan air yang terbatas, pemanfaatan di hulu tiap-tiap lokasi yang ditinjau menyebabkan lepasan air yang semakin kecil bagi Bendung di hilirnya. Sehingga penerapan pola tanam saat ini perlu dikaji lebih lanjut.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil analisis Peta GIS, DAS Kedunglarangan memiliki luas DAS sebesar 342,75 km². Berdasarkan lokasi bendung, untuk selanjutnya DAS Kedunglarangan dibagi menjadi 6 Sub-DAS. Lokasi Bendung tersebut adalah Bendung Telebuk, Wedoro, Rejoso, Karanglo, Sabani dan Bendung Bekacak. Hingga saat ini pemanfaatan air pada DAS Kedunglarangan adalah untuk irigasi yang dihitung secara proporsional sesuai luasan DAS dan Sub-DAS.

Berdasarkan hasil simulasi tersebut diketahui masih terdapat bulan-bulan defisit pada musim kering. Sehingga menyebabkan beberapa daerah irigasi mengalami kekurangan air. Dikarenakan seringnya terjadi defisit berdasarkan analisa neraca air, maka diperlukan model alokasi air yang dapat mempertimbangkan pemenuhan kebutuhan air yang berkeadilan. Beberapa metode yang dapat digunakan adalah dengan melakukan sistem rotasi. Selain itu diperlukan penelitian lebih lanjut guna mengoptimalkan alokasi air berdasarkan nilai K indeks irigasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Almedeij, J., & Esen, I. I. 2014. *Water Resources Engineering* (Issue January 2011). Authorship, Translation & Publication Committee, Kuwait University. Kuwait
- Anonim. 2007. *Buku Panduan Pengembangan Air Minum*. Direktorat Jenderal Cipta Karya Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Anonim. 2013. *Kriteria Perencanaan Jaringan Irigasi (KP-01)*. Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Sumber Daya Air. Jakarta
- Arsyad, K. M. 2017. *Modul Rencana Alokasi Air Tahunan*. Pelatihan Alokasi Air, 89. Bandung
- Basri, H. 2013. Development of Rainfall-runoff Model Using Tank Model: Problems and Challenges in Province of Aceh, Indonesia. *Aceh International Journal of Science and Technology*, 2(1), 26–36.
- Chairunnisa, N., Arif, C., Perdinan, & Wibowo, A. 2021. Analisis Neraca Air di Pulau Jawa-Bali sebagai Upaya Antisipasi Krisis Air. *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 6(2), 61–80.
- Chandrasasi, D., Montarich Limantara, L., & Wulan Juni, R. 2020. Analysis using the F. J. Mock Method for calculation of water balance in the Upper Konto Sub-Watershed. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 437(1).
- Chow, V. Te, Maidment, D. R., & Mays, L. W. 1988. *Applied Hydrology*. Mc Graw Hill. USA.
- Hartanto, P. 2017. Perhitungan Neraca Air Das Cidanau Menggunakan Metode Thornthwaite. *RISSET Geologi Dan Pertambangan*, 27(2), 213–225.
- Iqbal, K. 2019. Evaluasi Kerapatan Sebaran Stasiun Curah Hujan pada Wilayah Sungai Tamiang-Langsa. *Konferensi Nasional Teknik Sipil Ke 13 (KoNTeKS-13)*, 19–21 September 2019. Banda Aceh.
- Iqbal, K., Fauzi, A., & Hasibuan, P. 2023. Applying tropical rainfall measuring mission (TRMM) rain data to determining rain design in the Jambo Balee sub- watershed. *The 3rd Aceh International Symposium on Civil Engineering (AISCE) AIP Conference Proceedings*, 2711. October 28 - 29th, Banda Aceh, Indonesia.
- Iqbal, K., Limantara, L. M., Soetopo, W., & Andawayanti, U. 2020. Joint operation of parallel reservoir with interconnected tunnel. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 933(1). 3rd ICWRDEP, October 12 - 13rd, Malang, Indonesia
- Kim, S., Kim, J., Kang, H., Jang, W., & Lim, K. J. 2022. Analysis of Water Balance Changes and Parameterization Reflecting Soil Characteristics in a Hydrological Simulation Program—FORTRAN Model. *Water (Switzerland)*, 14(6).
- Li, M., Xu, Y., Fu, Q., Singh, V. P., Liu, D., & Li, T. 2020. Efficient irrigation water allocation and its impact on agricultural sustainability and water scarcity under uncertainty. *Journal of Hydrology*, 586(March).
- Mediawan, Y., Montarich, L., Soetopoi, W., & Prayogo, T. B. (2021). Water balance supporting the irrigation water demand in Java Island, Indonesia. *Indonesian Journal of Geography*, 53(1), 9–19.

- Ministry of Public Works and Housing. 2020. *Pola penegelolaan SDA Brantas Tahun 2020*, Jakarta
- Mohajerani, H., Zema, D. A., Lucas-Borja, M. E., & Casper, M. 2021. Understanding the water balance and its estimation methods. In *Precipitation: Earth Surface Responses and Processes*. INC.
- Muhammed, L. A., Ismail, A., Adeogun, B. K., Abdullahi, S. A., & Sanni, I. M. 2020. Assessment of Water Availability and Demand in Goronyo Reservoir Sokoto, Nigeria. *FUOYE Journal of Engineering and Technology*, 5(2), 192–197.
- Salanié, F., & Zaporozhets, V. 2022. Water allocation, crop choice, and priority services. *Journal of Public Economic Theory*, 24(1), 140–158.
- Sari, S. A., & Koswara, A. Y. 2020. Analisis Ketersediaan dan Kebutuhan Air Kecamatan Prigen, Kabupaten Pasuruan Berdasarkan Neraca Air. *Jurnal Teknik ITS*, 8(2), 94–99.
- Song, X., Lu, F., Xiao, W., Zhu, K., Zhou, Y., & Xie, Z. 2019. Performance of 12 reference evapotranspiration estimation methods compared with the Penman–Monteith method and the potential influences in northeast China. *Meteorological Applications*, 26(1), 83–96.
- Triatmodjo, Bambang. 2009. *Hidrologi Terapan*. Beta Ofset. Yogyakarta.