

ALOKASI AIR BAKU DAS PAKIJANGAN DI KABUPATEN BREBES

Ikhwanudin¹, *Risidiana Cholifatul Afifah², Ibnu Toto Husodo³, Agustina Wardani⁴

^{1,2,3,4}Jurusan Teknik Sipil, Universitas PGRI Semarang, Kota Semarang

^{*)} Email: risidiana.afifah@gmail.com

Received: 4 Agustus 2025 ; Revised: 16 Oktober 2025 ; Accepted: 29 Oktober 2025

ABSTRACT

The Pakijangan River Basin in Brebes Regency plays a crucial role in providing raw water for domestic, agricultural, and environmental sectors. However, limited streamflow data and increasing pressure on water resources pose significant challenges to its management. This study aims to quantitatively estimate water allocation within the Pakijangan River Basin through a water balance approach. The methodology includes surveys of existing conditions, analyses of water demand and availability, and water balance simulations using the RIBASIM software with the Sacramento rainfall-runoff model. Rainfall data were obtained from two representative manual rain gauge stations, Klampok and Slati. The simulation results indicate that the Pakijangan River Basin generally remains in a surplus condition throughout the year, with reliable discharge sufficient to meet both domestic and non-domestic water demands. With a distribution efficiency indicator (K factor) of 1, the watershed even has the potential to supply water to the adjacent Pemali River Basin at a rate of 0.1 m³/s. These findings provide a valuable foundation for the planning of efficient, equitable, and sustainable raw water management. To achieve a sustainable water allocation system in the Pakijangan River Basin, institutional strengthening, technological enhancement, and community participation are essential. The implementation of water allocation based on water balance and dependable flow, as well as the application of rotational water distribution (turn system) during water deficit periods, can improve interregional water distribution. In addition, the establishment of a minimum allocation for environmental needs is crucial to maintaining river ecosystem functions, preventing water quality degradation, and preserving aquatic habitats.

Keyword: Brebes Regency, Pakijangan River Basin, RIBASIM, Water Allocation, Water Balance.

ABSTRAK

Daerah Aliran Sungai (DAS) Pakijangan di Kabupaten Brebes memiliki peran penting dalam penyediaan air baku untuk sektor domestik, pertanian, dan lingkungan. Namun, keterbatasan data debit sungai dan meningkatnya tekanan terhadap sumber daya air menjadi tantangan dalam pengelolaannya. Penelitian ini bertujuan untuk mengestimasi alokasi air secara kuantitatif di DAS Pakijangan melalui pendekatan neraca air. Metode yang digunakan meliputi survei kondisi eksisting, analisis kebutuhan dan ketersediaan air, serta simulasi neraca air menggunakan perangkat lunak RIBASIM dengan model hujan-limpasan Sacramento. Data curah hujan diperoleh dari dua stasiun hujan manual representatif, yaitu Klampok dan Slati. Hasil simulasi menunjukkan bahwa DAS Pakijangan dalam kondisi surplus sepanjang tahun, dengan debit andalan yang mencukupi untuk memenuhi seluruh kebutuhan air baku domestik dan non-domestik. Dengan indikator efisiensi distribusi (faktor K) sebesar 1, DAS ini bahkan memiliki potensi untuk mensuplai air ke DAS tetangga, yaitu DAS Pemali sebesar 0,1 m³/detik. Temuan ini menjadi dasar penting dalam perencanaan pengelolaan air baku yang efisien, adil, dan berkelanjutan. Untuk mewujudkan sistem alokasi air yang berkelanjutan di DAS Pakijangan, diperlukan penguatan dari sisi kelembagaan, teknologi, dan partisipasi masyarakat. Implementasi alokasi air berbasis neraca air dan debit andalan, serta penerapan mekanisme rotasi atau giliran air (*turn system*) bila terjadi defisit air, dapat memperbaiki distribusi air antar wilayah. Selain itu, penetapan alokasi minimum untuk keperluan lingkungan menjadi penting untuk menjaga fungsi ekosistem sungai, mencegah degradasi kualitas air, dan menjaga kelestarian habitat akuatik.

Kata kunci: alokasi air, DAS Pakijangan, Kabupaten Brebes, neraca air, RIBASIM.

1. PENDAHULUAN

Daerah Aliran Sungai (DAS) Pakijangan, yang terletak di wilayah Kabupaten Brebes, Jawa Tengah, merupakan sub-DAS yang memiliki peran strategis dalam mendukung pemenuhan kebutuhan domestik, pertanian, dan pelestarian lingkungan di sekitarnya. Seiring meningkatnya tekanan terhadap sumber daya air, baik dari sisi permintaan maupun akibat variabilitas iklim, analisis neraca air menjadi suatu kebutuhan penting dalam perencanaan pengelolaan air yang terpadu dan berkelanjutan (Asdak, 2010; Soemarto, 1995).

Neraca air (*water balance*) merupakan pendekatan kuantitatif yang membandingkan volume air masukan (*input*) dan keluaran (*output*) di suatu wilayah atau waduk pada periode tertentu. Hasil dari analisis ini digunakan untuk mengetahui kondisi surplus (kelebihan air) atau defisit (kekurangan air), sehingga dapat digunakan untuk mengantisipasi risiko bencana seperti banjir dan kekeringan, serta mengoptimalkan pemanfaatan sumber daya air (Wurbs & James, 2002).

Beberapa tantangan utama dalam sistem alokasi air di DAS Pakijangan antara lain:

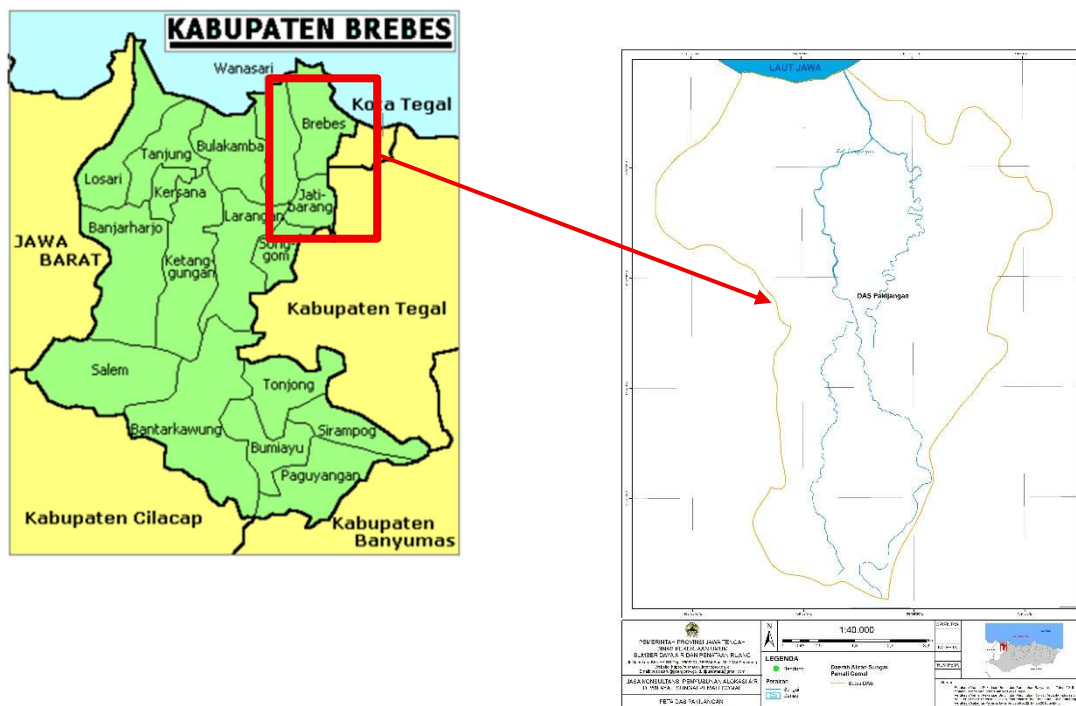
- a. Ketimpangan distribusi air antara bagian hulu dan hilir, yang menyebabkan wilayah hilir lebih rentan terhadap kekurangan air, terutama pada musim kemarau atau saat debit sungai menurun (Purwanto et al.,

2021).

- b. Ketiadaan sistem alokasi air yang berbasis kuantifikasi spasial dan temporal, sehingga pembagian air seringkali bersifat reaktif, manual, dan tidak terstandar.
- c. Keterbatasan infrastruktur teknis, seperti saluran pembagi, bangunan pengendali, serta sistem pengukuran debit yang belum sepenuhnya mendukung pengelolaan berbasis data (PUPR, 2015)

Permasalahan tersebut menjadi isu utama yang dibahas dalam penelitian ini. Tujuan dari kajian ini adalah untuk mengestimasi alokasi air di DAS Pakijangan secara terukur. Saat ini, sistem alokasi air di wilayah tersebut masih sangat bergantung pada fluktuasi debit alami sungai, namun sayangnya tidak tersedia pengamatan langsung terhadap muka air di sungai utama. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan estimasi debit melalui pengolahan data hujan, dengan metode transformasi hujan-limpasan sebagai alternatif pengukuran langsung (Chow et al., 1988; Subagyo, 2012)

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan pemodelan yang akurat dan berbasis data. Salah satu perangkat lunak yang dapat digunakan adalah RIBASIM (*River Basin Simulation Model*), yaitu model simulasi yang dikembangkan oleh Deltares untuk mendukung pengambilan keputusan dalam pengelolaan sumber daya air berbasis sistem jaringan sungai. RIBASIM mampu memodelkan interaksi antar simpul pemanfaatan, seperti kebutuhan irigasi, domestik, dan lingkungan, serta menganalisis ketersediaan air berdasarkan input debit dari hasil observasi maupun model hidrologi (Deltares, 2011; Kodoatie & Syarief, 2005). Adapun lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

2. METODE PENELITIAN

a. Survei Inventarisasi dan Verifikasi Kondisi Eksisting

Kegiatan ini bertujuan untuk melakukan identifikasi menyeluruh terhadap titik-titik kendali (control points) dan jaringan pemanfaatan sumber daya air, yang akan dijadikan referensi utama dalam proses analisis. Cakupan inventarisasi meliputi sistem sungai, jaringan irigasi, kegiatan budidaya perikanan, sektor industri, dan pemanfaatan lainnya. Selain itu, dilakukan pencatatan terhadap kondisi fisik eksisting, termasuk kerusakan infrastruktur serta identifikasi kebutuhan rehabilitasi dan pengembangan infrastruktur baru guna menjamin fungsi optimal sarana dan prasarana terkait.

b. Penyusunan Peta dan Skema Sistem Sungai

Penyusunan peta dan skema sistem sungai dilakukan sebagai dasar dalam menentukan titik-titik kendali (control points) yang digunakan dalam proses pemodelan dan analisis hidrologi-hidraulik selanjutnya. Informasi spasial ini menjadi komponen penting dalam perencanaan dan evaluasi pengelolaan sumber daya air terpadu di wilayah sungai.

c. Analisis Ketersediaan Sumber Daya Air

Analisis ini mencakup evaluasi terhadap potensi dan aktualisasi ketersediaan air pada masing-masing sumber di seluruh DAS. Penilaian dilakukan berdasarkan data sekunder dan primer yang telah dikumpulkan, serta hasil verifikasi kondisi eksisting, dengan mempertimbangkan variabilitas spasial dan temporal debit aliran, iklim, dan kondisi hidrologi.

d. Analisis Kebutuhan Air

Untuk menjamin keberlanjutan ekosistem sungai, suatu studi kebutuhan air yang terperinci dilaksanakan di setiap DAS. Studi tersebut mencakup seluruh pemakai air, seperti kebutuhan rumah tangga (RKI), irigasi, peternakan, perikanan, dan kebutuhan vital untuk menjaga aliran ekologis. Analisisnya dilakukan dengan mempertimbangkan karakteristik spasial, perubahan musiman, dan rencana pembangunan wilayah.

e. Analisis Neraca Air

Perhitungan neraca air dilakukan untuk menilai keseimbangan antara ketersediaan dan kebutuhan air pada masing-masing DAS, sub-DAS, dan titik kendali utama. Analisis ini mengacu pada metode dan pendekatan kuantitatif yang sesuai dengan ketentuan standar nasional (SNI) dan pedoman teknis pengelolaan sumber daya air, sebagai dasar perencanaan pengelolaan terpadu wilayah sungai.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Ketersediaan Air

DAS Pakijangan merupakan salah satu DAS yang belum dilengkapi dengan sistem pencatatan debit sungai secara kontinu. Oleh karena itu, untuk memperoleh estimasi debit andalan, dilakukan pendekatan melalui konversi data curah hujan menjadi debit aliran menggunakan perangkat lunak RIBASIM (River Basin Simulation Model). Model ini menggunakan metode Sacramento, yaitu salah satu model hujan-limpasan konseptual yang banyak digunakan dalam analisis hidrologi karena kemampuannya dalam merepresentasikan proses penyimpanan air di zona permukaan dan bawah permukaan (Burnash et al., 1973; Maidment, 1993).

Data curah hujan yang digunakan dalam analisis neraca air diperoleh dari stasiun hujan terdekat dengan lokasi DAS Pakijangan, yang dianggap representatif terhadap karakteristik hujan di wilayah studi. Pemilihan stasiun hujan mempertimbangkan kedekatan geografis dan kesesuaian kondisi topografi. Dalam studi ini, hanya dua stasiun hujan manual yang digunakan, yaitu Stasiun Hujan Klampok dan Stasiun Hujan Slatri, karena keterbatasan cakupan area dan jarak stasiun hujan lainnya yang terlalu jauh dari area tangkapan (*catchment*) DAS Pakijangan.

Kedua stasiun tersebut dipilih karena berada dalam wilayah DAS dan dianggap mampu merepresentasikan distribusi spasial curah hujan di area tersebut. Luas pengaruh masing-masing stasiun hujan terhadap wilayah DAS dihitung menggunakan metode pembobotan areal dengan metode Thiessen pada Tabel 1, dan hasil distribusi hujan DAS ditampilkan pada Tabel 2. Metode ini umum digunakan dalam studi hidrologi ketika data curah hujan bersifat terbatas dan distribusi spasial stasiun tidak merata (Asdak, 2010; Viessman & Lewis, 2003)

Tabel 1. Rasio Pengaruh Hujan DAS Pakijangan

DAS	Luas DAS (km ²)	Stasiun Hujan yang Berpengaruh	Luas Pengaruh Hujan (km ²)	Rasio Pengaruh Hujan
Pakijangan	71.62	Klampok	49.42	0.69
		Slatri	22.21	0.31

Tabel 2. Hujan DAS Pakijangan

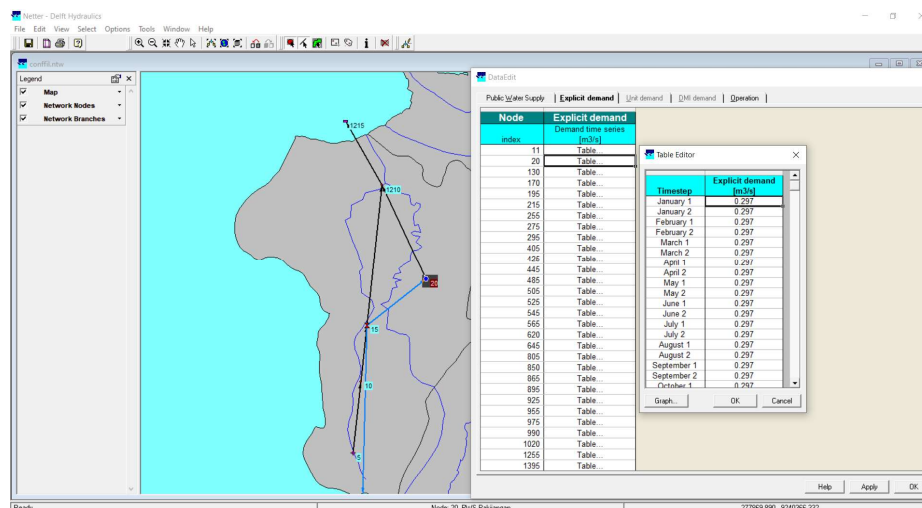
No	Tahun	Januari		Februari		Maret		April		Mei		Juni		Juli		Agustus		September		Oktober		November		Desember	
		(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
1	2009	88.7	162.5	52.7	280.9	99.5	16.5	61.3	28.4	99.2	23.4	64.5	0.6	0	3.4	0	4.8	0	0	14.7	8.1	12.1	95.9	14.7	8.1
2	2010	127.8	122.6	123.3	182.4	40.6	115.1	54.4	207.7	175.2	88.5	56.9	37.2	24.8	30.8	3.4	77.4	220.8	11.8	72.3	121.3	107.7	39.1	85.7	76.7
3	2011	30.6	44.5	225.8	86.3	231.2	101.1	85.3	44.3	92.8	43.9	18.8	32.8	4.1	2.5	0	0	0	0	23.8	86.9	82.4	98.8	278.9	
4	2012	95.1	124.8	153.5	28.2	157.3	139.9	52.6	26.6	33	3.4	60.2	0	0	0	0	0	0	0	14.3	15.4	26.5	58.8	70.6	171.7
5	2013	215.5	179.4	29	41.5	185.3	43.4	110.4	83.1	8.2	129	80	118.7	111.2	72	0	0	0	0	0	0	8.1	88.9	99.7	116.7
6	2014	160.7	119.5	79.3	77	197.6	155.5	119.5	17.4	17.1	96	11.2	127.5	68.1	13.3	72.4	0	0	0	0.6	0	60.6	14.1	76.8	109.2
7	2015	176.6	201.6	195.9	91.2	142	120.6	74.3	152.2	33.6	0.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.8	42.7	167.7	102.9
8	2016	57	160.3	174.3	303.7	76.9	27.8	74.2	62.5	28.8	86.4	42.9	54.5	52.8	95.4	25.6	0	11.3	142.1	84.6	157.4	106.9	78.5	115.9	78.9
9	2017	356.6	171.2	90.9	209.5	186.6	184.8	127.9	77.1	19.6	33.7	47.5	24.5	26.3	5.2	0	0	0	37.5	1.6	42.8	61	115.2	95.8	86.3
10	2018	96.8	84.7	217.9	368.9	147.6	58	54.1	40.9	11.7	41.2	6.9	17.4	0	0	0	0	0	0	8.4	9.4	17.6	56.1	161.3	
11	2019	17.7	36.9	90.2	34.7	41.5	54.3	54.3	11.2	34.1	0	0	0	4.3	0	0	0	0	0	4.1	0	2.3	44.6	54.8	143.3
12	2020	304.6	122	290.9	244.9	345.2	207.3	215.6	213.5	27.5	73.6	34.6	5	74.9	2.1	2.1	10.9	7.4	16.2	5	52.6	175.9	96.8	198.1	432.8

RIBASIM merupakan perangkat lunak berbasis jaringan yang dikembangkan oleh Deltares, Belanda, untuk mensimulasikan sistem pengelolaan sumber daya air secara terintegrasi di tingkat daerah aliran sungai (DAS). Model ini menyediakan kerangka kerja berbasis node-link, yang memungkinkan pengguna untuk merepresentasikan kondisi fisik dan operasional suatu sistem sungai secara detail (Deltares, 2011). RIBASIM digunakan untuk mengevaluasi distribusi air dan skenario alokasi sumber daya air untuk berbagai sektor, termasuk

kebutuhan domestik, pertanian, industri, serta kelestarian lingkungan (Kodoatie & Syarif, 2010; Loucks & Beek, 2017).

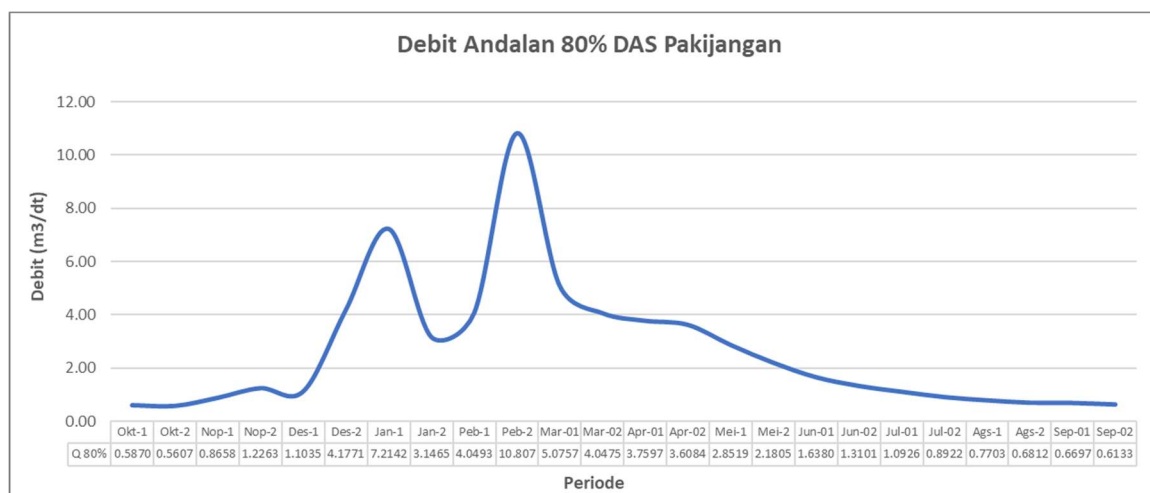
Salah satu fungsi utama RIBASIM adalah melakukan analisis neraca air yang mempertimbangkan seluruh elemen ketersediaan dan kebutuhan air dalam suatu sistem. Dalam konteks ini, model dapat menyertakan input debit dari proses transformasi curah hujan menjadi aliran permukaan (*runoff*), atau metode konseptual seperti Sacramento (Burnash et al., 1973; Maidment, 1993). Dengan integrasi ini, RIBASIM mampu mensimulasikan debit andalan yang kemudian digunakan dalam perencanaan distribusi air antarsektor.

Pada studi ini, Gambar 2 memperlihatkan representasi jaringan DAS Pakijangan dalam lingkungan simulasi RIBASIM, termasuk lokasi simpul pemanfaatan dan aliran air antar simpul, yang menggambarkan kondisi fisik dan operasional sistem distribusi air yang dianalisis.



Gambar 2. Jejaring DAS Pakijangan dalam RIBASIM

Dalam perencanaan dan pengelolaan sumber daya air, debit andalan merupakan indikator penting yang menggambarkan ketersediaan air dengan tingkat keandalan tertentu dalam kurun waktu yang konsisten. Debit andalan 80% menunjukkan debit yang dapat dipenuhi selama 80% dari total waktu simulasi, dan menjadi dasar perhitungan suplai air minimum yang dapat diandalkan dalam rencana teknis. Gambar 3 menunjukkan grafik debit andalan pada DAS Pakijangan dengan bantuan program RIBASIM.



Gambar 3. Debit Andalan DAS Pakijangan

Pada Gambar 3 dijelaskan bahwa ketersediaan debit terbanyak pada sekitar bulan Desember sampai dengan bulan Mei. Debit tertinggi yaitu 10,807 m³/dt pada bulan Februari minggu kedua. Sedangkan ketersediaan debit turun pada bulan Juni sampai dengan November disebabkan masuk pada musim kemarau. Debit terendah terdeteksi sebesar 0,5607 m³/dt pada bulan Oktober minggu kedua.

Kebutuhan Air

Kriteria kebutuhan air bersih dalam perencanaan ini menggunakan standar-standar sebagai berikut :

1. Proyeksi penduduk dan fasilitas dihitung berdasarkan nilai standar deviasi terkecil. Dalam perencanaan ini digunakan metode Geometrik untuk proyeksi penduduk di DAS Pakijangan. Metode Geometrik ditentukan berdasarkan perbandingan dengan metode aritmatika dan *least square*, dimana metode geometrik memiliki nilai standar deviasi terkecil.
2. Kebutuhan air bersih rumah tangga, dinyatakan dalam satuan Liter/Orang/Hari (L/O/H), sedangkan besarnya kebutuhan tergantung dari jumlah penduduk yang ada di setiap sub-DAS seperti yang dijelaskan pada Tabel 3.

Tabel 3. Kriteria Kebutuhan Air Bersih Rumah Tangga (Ditjen Cipta Karya, 2000)

No	Kategori Kota	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Kebutuhan Air Bersih (L/O/H)
1	Semi Urban	3000-20000	60-90
2	Kota Kecil	20000-100000	90-110
3	Kota Sedang	100000-500000	100-125
4	Kota Besar	500000-1000000	120-150
5	Metropolitan	> 1000000	150-200

3. Proporsi SR (Sambungan Rumah):HU (Hidran Umum) = 80:20.
4. Rumah Tangga Perkotaan dan Industri (RKI) dengan kriteria sebagai berikut:
 - a. Perkotaan dengan dasar domestik (SR dan HU) dan non-domestik sebesar 10% dari kebutuhan air domestik.
 - b. Industri sebesar 500 L/kapita/hari untuk industri rumah tangga dan kecil, serta 2.000 L/unit/hari untuk industri sedang dan besar (Nippon Koei, 1995 dalam SNI, 2002). (Nippon Koei.Co., 2005)
5. Kebocoran air sebesar 20% dari kebutuhan air domestik dan non-domestik.
6. Q rata-rata harian sama dengan kebutuhan air rata-rata merupakan penjumlahan dari kebutuhan air domestik, non-domestik dan kebocoran air.
7. Q harian maksimum sama dengan faktor harian maksimum (sebesar 1,2) dikali dengan Q rata-rata harian.
8. Q jam puncak sama dengan faktor jam puncak (sebesar 1,5) dikali dengan Q rata-rata harian.
9. Q pemakaian sama dengan 20% dari Q harian maksimum.
10. Qtotal sama dengan penjumlahan Q harian maksimum dan Q pemakaian, merupakan total kebutuhan air bersih.

Dari kriteria-kriteria tersebut dihasilkan kebutuhan air baku pada DAS Pakijangan seperti pada Tabel 4.

Tabel 4. Kebutuhan Air Baku DAS Pakijangan

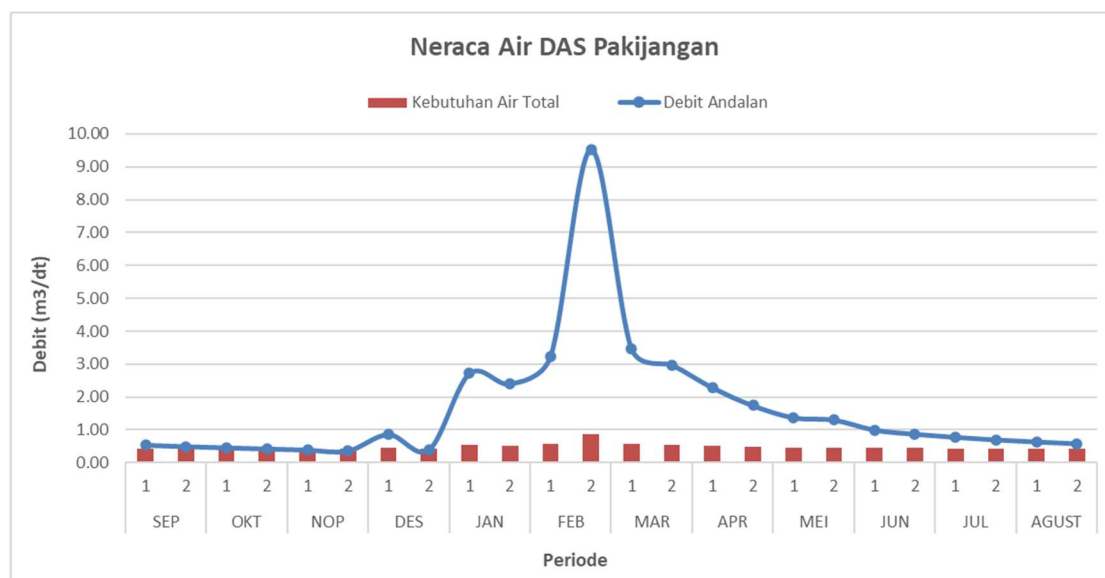
No.	Uraian	Satuan	Kebutuhan Air Baku
1	Jumlah Penduduk	jiwa	225,475
2	Pelayanan	%	85
3	Kebutuhan Domestik		232,91
a	SR	l/s	212,95
b	HU	l/s	19,96
4	Kebutuhan Non-Domestik	l/s	0,67
5	Kebocoran Air (20% Kebutuhan Domestik dan Non-Domestik)	l/s	46,72
6	Q rata-rata harian	l/s	280,30
7	Q harian maksimum	l/s	308,33
8	Q jam puncak	l/s	420,45
9	Q pemakaian	l/s	61,67
10	Q total	l/s	280,30
		m ³ /s	0,280

Neraca Air

Adapun hasil dari analisis ketersediaan air dan kebutuhan air yang telah disusun dalam sub bab sebelumnya dapat disusun dan ditampilkan dalam matriks neraca air. Pada Tabel 5 ditampilkan status imbalan air di DAS Pakijangan surplus (S) pada semua periode 2-mingguan dalam 1 (satu) tahun. untuk menyandingkan antara ketersediaan dan kebutuhan air, dapat ditampilkan dalam grafik seperti ditunjukkan pada Gambar 4.

Tabel 5. Neraca Air DAS Pakijangan

URAIAN	PERIODE																							
	SEP		OKT		NOP		DES		JAN		FEB		MAR		APR		MEI		JUN		JUL		AGUST	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
KETERSEDIAAN AIR (m3/dt)	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54
RENCANA KEBUTUHAN AIR : (m3/dt)	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41
Kebutuhan konsumtif	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38
Air Baku dan Industri	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28
Suplesi ke S. Pemali	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Kebutuhan Non konsumtif	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
1.Pemeliharaan sungai (C95%)	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
NERACA AIR (NA), (m3/dt.)	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
Status NA :	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$



Gambar 4. Neraca Air DAS Pakijangan

Hasil neraca air dari simulasi RIBASIM memberikan dasar yang kuat bagi perumusan kebijakan pengelolaan air di DAS Pakijangan. Simulasi neraca air di DAS Pakijangan menghasilkan informasi yang komprehensif mengenai pola ketersediaan dan kebutuhan air sepanjang waktu. Hasil tersebut dapat dimanfaatkan sebagai dasar pengambilan keputusan dalam rangka meningkatkan efisiensi, keandalan, dan keberlanjutan sistem pengelolaan air di wilayah tersebut. Efisiensi dalam pengelolaan air mengacu pada sejauh mana sumber daya air dimanfaatkan secara optimal untuk memenuhi kebutuhan berbagai sektor tanpa pemborosan. Keandalan sistem pengelolaan air merujuk pada konsistensi dan kepastian pasokan air untuk memenuhi kebutuhan pengguna sepanjang waktu, terutama saat terjadi fluktuasi musiman. Keberlanjutan dalam pengelolaan air adalah kemampuan untuk memenuhi kebutuhan air saat ini tanpa mengorbankan kemampuan generasi mendatang untuk memenuhinya.

Alokasi Air

Analisis alokasi air di DAS Pakijangan dalam studi ini dilakukan dengan menerapkan prinsip-prinsip perencanaan pengelolaan sumber daya air terpadu, yang mempertimbangkan keseimbangan antara ketersediaan dan kebutuhan air lintas sektor secara spasial dan temporal (Kodoatie & Syarif, 2005; Loucks & Beek, 2017). Beberapa pendekatan yang digunakan dalam model simulasi ini antara lain:

- Perhitungan keandalan pemenuhan kebutuhan air baku, yang mengacu pada evaluasi sejauh mana suplai air mampu memenuhi permintaan pada tingkat keandalan tertentu. Biasanya, keandalan ini dinyatakan dalam persentase waktu selama debit tersedia untuk memenuhi permintaan sektor tertentu (Wurbs & James, 2002).
- Skenario prioritas alokasi air, yang dalam konteks ini menetapkan kebutuhan domestik sebagai prioritas utama, sesuai dengan prinsip pengelolaan air yang menempatkan konsumsi dasar manusia sebagai prioritas tertinggi dalam situasi keterbatasan sumber daya (Kodoatie & Syarif, 2005).
- Simulasi dampak kebijakan pengalihan air dan penambahan infrastruktur, seperti pengaturan aliran lintas DAS. Dalam studi ini, apabila terjadi status surplus, sebagian debit dialirkan ke DAS Pemali sebesar 0,1 m³/detik, sebagai bentuk pemanfaatan air berlebih untuk mendukung kebutuhan daerah hilir dan DAS tetangga. Pendekatan ini sejalan dengan praktik inter-basin water transfer dalam pengelolaan terpadu wilayah sungai (Loucks & Beek, 2017).
- Pemenuhan kebutuhan pemeliharaan sungai, yang dalam simulasi ini ditetapkan dengan tingkat keandalan 95%, untuk menjamin aliran minimum yang mendukung fungsi ekosistem akuatik dan kualitas air (Postel & Richter, 2003).

Dalam sistem perencanaan dan pengelolaan sumber daya air, khususnya dalam konteks alokasi air, dikenal suatu parameter teknis yang disebut faktor K. Faktor ini berperan penting dalam mengkonversi kebutuhan air bersih (netto) menjadi kebutuhan air kotor (bruto), dengan mempertimbangkan berbagai jenis kehilangan air yang terjadi selama proses distribusi dari sumber ke penerima manfaat (Kodoatie & Syarif, 2005; Soemarto, 1995). Nilai K umumnya berkisar antara 1,2 hingga 2,0, tergantung dari efisiensi sistem. Sistem irigasi modern dengan efisiensi tinggi dapat memiliki nilai K mendekati 1, sedangkan sistem tradisional yang banyak mengalami kehilangan air akan memiliki nilai K yang lebih besar. Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, (2013). Faktor K dalam alokasi air DAS Pakijangan ditampilkan dalam Tabel 5.

Tabel 5. Alokasi Air DAS Pakijangan

URAIAN	PERIODE																							
	SEP		OKT		NOV		DES		JAN		FEB		MAR		APR		MEI		JUN		JUL		AGUST	
KETERSEDIAAN AIR (m ³ /dt)	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54
RENCANA KEBUTUHAN AIR : (m ³ /dt)	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41
Faktor k Kebutuhan Konsumtif	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Kebutuhan Konsumtif	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38
Air Baku dan Industri	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28
Suplesi ke S. Pemali	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Kebutuhan Non Konsumtif	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
1. Pemeliharaan sungai (25%)	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
NERACA AIR (NA), (m ³ /dt.)	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
Status Faktor K :	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ALOKASI AIR : (m ³ /dt)																								
Air Baku dan Industri	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28
Suplesi ke S. Pemali	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

Pada Tabel 5 dapat dilihat bahwa DAS Pakijangan mampu untuk memenuhi kebutuhan air baku dengan indikasi faktor $k=1$. Oleh karena itu, diperbolehkan untuk memberi/suplesi air ke DAS sebelahny, yaitu DAS Pemali sebesar 0,1 m³/dt.

Untuk mewujudkan sistem alokasi air yang berkelanjutan di DAS Pakijangan, diperlukan penguatan dari sisi kelembagaan, teknologi, dan partisipasi masyarakat. Implementasi alokasi air berbasis neraca air dan debit andalan, serta penerapan mekanisme rotasi atau giliran air (*turn system*), dapat memperbaiki distribusi air antar wilayah. Selain itu, penetapan alokasi minimum untuk keperluan lingkungan menjadi penting untuk menjaga fungsi ekosistem sungai, mencegah degradasi kualitas air, dan menjaga kelestarian habitat akuatik.

4. KESIMPULAN

Dari hasil analisis di atas dapat disimpulkan bahwa DAS Pakijangan mampu untuk memenuhi kebutuhan air baku dengan indikasi faktor $k=1$. Sehingga dari hasil tersebut, DAS Pakijangan dapat dikatakan surplus dalam pelayanan kebutuhan air baku, dan diperbolehkan untuk memberi suplesi ke DAS Pemali.

DAFTAR PUSTAKA

- Asdak, C. (2010). *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Gadjah Mada University Press.
- Burnash, R. J. C., Ferral, R. L., & McGuire, R. A. (1973). *A Generalized Streamflow Simulation System: Conceptual Modeling for Digital Computers*. U.S. National Weather Service and California Department of Water Resources.
- Chow, V. T., Maidment, D. R., & Mays, L. W. (1988). *Applied Hydrology*. Mc Graw-Hill Book Company, International Edition.
- Deltares. (2011). *RIBASIM Technical Reference Manual*. Deltares, Delft.
- Ditjen Cipta Karya'. (2000). *Kriteria Perencanaan Air Bersih*. Kementerian Pekerjaan Umum.
- Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Sumber Daya Air. (2013). *Standar Perencanaan Irigasi. Kementerian Pekerjaan Umum*, 1–253. <https://simantu.pu.go.id/content/?id=83>
- Kodoatie, R. J., & Syarif. (2010). *Tata Ruang Air*. ANDI OFFSET.
- Kodoatie, R. J., & Syarif, R. (2005). *Pengelolaan Sumber Daya Air Terpadu*. Andi Offset.
- Loucks, D. P., & Beek, E. Van. (2017). *Water Resource Systems Planning and Management: An Introduction to Methods, Models and Applications* (2nd ed.). Springer.
- Maidment, D. R. (1993). *Handbook of Hydrology*. McGraw-Hill.
- Nippon Koei.Co., L. (2005). *Laporan Kemajuan (11) Studi Penanganan Sedimentasi Waduk Serbaguna Wonogiri*.
- Postel, S., & Richter, B. (2003). *Rivers for Life: Managing Water for People and Nature*. Island Press.
- PUPR, K. (2015). *Pedoman Teknis Pengelolaan Irigasi Berbasis Partisipasi*. Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, Kementerian PUPR.
- Purwanto, Y., Hartanto, A., & Utomo, D. (2021). Analisis Neraca Air pada Wilayah Irigasi Menggunakan Pendekatan Simulasi. *Jurnal Teknik Pengairan*, 12(1), 45–55.
- Soemarto, C. D. (1995). *Hidrologi Teknik*. Jakarta: Erlangga.
- Subagyo, H. (2012). Estimasi Debit Sungai Menggunakan Model Hujan-Limpasan. *Jurnal Teknik Pengairan*, 3(2), 91–100.
- Viessman, W., & Lewis, G. L. (2003). *Introduction to Hydrology (5th ed.)*. Prentice Hall.
- Wurbs, R. A., & James, W. P. (2002). *Water Resources Engineering*. Prentice Hall.