

ANALISIS NERACA AIR DAERAH ALIRAN SUNGAI PAGUYAMAN

Yusri Polimengo, Barry Yusus Labdul, Rawiyah Husnan

Program Studi S1 Teknik Sipil, Universitas Negeri Gorontalo

yusri_s1sipil2016@mahasiswa.ung.ac.id, barry.labdul@ung.ac.id,

rawiyah@ung.ac.id

Pemasukan: 11 Januari 2024 Perbaikan: 21 Mei 2024 Diterima: 24 Juni 2024

Intisari

Kerusakan sistem hidrologi DAS merupakan salah satu aspek kekritisannya daerah aliran sungai. Salah satu kerusakan sistem hidrologi DAS adalah terjadinya kekurangan air di musim kering dan meluapnya air pada musim penghujan. DAS Paguyaman menjadi penyedia air baku untuk berbagai kebutuhan seperti PDAM, irigasi, industri, pemukiman, dan kebutuhan lainnya. Penelitian ini bertujuan menganalisis neraca air di DAS Paguyaman. Metode analisis neraca air menggunakan Metode Neraca Air Umum di mana jumlah kebutuhan air irigasi ditambah dengan jumlah kebutuhan air bersih (rumah tangga dan industri) dikurangi dengan ketersediaan air yang ada di DAS Paguyaman hingga tahun 2020. Hasil analisis menunjukkan bahwa neraca air dengan probabilitas 80% mengakibatkan adanya *defisit* air pada bulan September periode pertama sebesar 4,82 m³/det dan periode kedua sebesar 1,90 m³/det. Untuk analisis neraca air dengan probabilitas 90% menunjukkan adanya *defisit* air pula pada September periode pertama sebesar 8,06 m³/det dan periode kedua sebesar 5,14 m³/det. *Surplus* air terjadi pada Oktober sampai seterusnya hingga Agustus dengan *surplus* air maksimum terjadi pada Mei periode pertama sebesar 69,99 m³/det untuk neraca air probabilitas 80%, dan 50,22 m³/det untuk neraca air probabilitas 90%.

Kata Kunci: Neraca air, DAS Paguyaman, hidrologi, air baku, irigasi.

Latar Belakang

Air merupakan sumber daya esensial yang sangat dibutuhkan oleh manusia dan makhluk hidup lainnya. Dengan air maka bumi menjadi planet di tata surya yang memiliki kehidupan dan bertransformasi melalui daur hidrologi. Analisis hidrologi adalah suatu analisis yang bertujuan untuk menghitung potensi air yang ada pada daerah tertentu, untuk bisa dimanfaatkan, dikembangkan serta mengendalikan potensi air untuk kepentingan masyarakat di sekitar daerah tersebut.

Sebagian besar masalah yang selama ini dijumpai dalam analisis hidrologi yakni banyaknya cara pendekatan, model dan hasil penelitian dalam hidrologi yang satu sama lain menggunakan pendekatan yang berbeda dan hasil yang lebih sering berbeda. Sementara itu degradasi dan kerusakan sistem hidrologi Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan salah satu aspek kekritisannya daerah aliran sungai. Salah

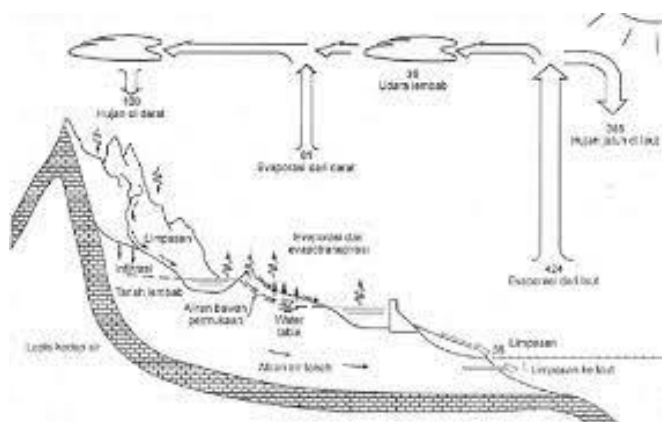
satu kerusakan sistem hidrologi DAS adalah terjadinya kekurangan air dimusim kering dan meluapnya air pada musim penghujan. Penyebabnya dapat berupa penyimpangan musim, tipe iklim pada suatu daerah, kemampuan daerah aliran sungai dalam menyimpan air, adanya sedimentasi di bendung, danau maupun rawa serta adanya peningkatan kebutuhan air untuk berbagai keperluan akibat perkembangan jumlah penduduk dan kegiatan ekonomi yang sangat pesat di segala bidang, baik kebutuhan air domestik, non domestik maupun untuk irigasi semuanya secara langsung akan berpengaruh pada keseimbangan air.

Wilayah DAS dibagi ke dalam tiga bagian yaitu hulu, tengah, dan hilir, sehingga dalam satu DAS bisa terdiri dari beberapa kabupaten/kota bahkan provinsi. DAS Paguyaman terletak di tiga kabupaten, yaitu Kabupaten Gorontalo, Kabupaten Boalemo, dan Kabupaten Pohnato. DAS Paguyaman mempunyai luas 240.356 Ha yang merupakan DAS terbesar kedua di Provinsi Gorontalo. DAS ini memiliki peran yang vital dalam menyangga kehidupan di tiga kabupaten tersebut. DAS Paguyaman juga menjadi penyedia air baku untuk berbagai kebutuhan seperti PDAM, irigasi, industri, pemukiman, dan kebutuhan lainnya.

Saat ini DAS Paguyaman termasuk dalam DAS kritis yang harus segera dipulihkan. Kondisi ini disebabkan adanya peningkatan kebutuhan air akibat perkembangan jumlah penduduk. Berdasarkan uraian dari latar belakang di atas maka dilakukan kajian tentang neraca air pada Daerah Aliran Sungai Paguyaman.

Siklus Hidrologi

Siklus hidrologi merupakan proses kontinyu, di mana keadaan air bergerak dari bumi ke atmosfer dan kemudian kembali ke bumi lagi seperti pada Gambar 1. Neraca air tahunan diberikan dalam nilai relatif terhadap hujan yang jatuh di daratan (100%). Air di permukaan tanah, sungai, danau, dan laut menguap ke udara. Uap air tersebut bergerak dan naik ke atmosfer, yang kemudian mengalami kondensasi dan berubah menjadi titik-titik air yang berbentuk awan. Selanjutnya titik-titik air tersebut jatuh sebagai hujan ke permukaan laut dan daratan. Hujan yang jatuh sebagian tertahan oleh tumbuh-tumbuhan (*intersepsi*) dan selebihnya sampai ke permukaan tanah.



Gambar 1. Siklus Hidrologi

Air atmosfer yang merupakan sumber air permukaan hanya berjumlah 12.900 km³ atau kurang dari 1/100.000 dari seluruh air di bumi. Dari jumlah air tawar sebesar 35 juta km³, dua pertiganya adalah dalam bentuk es di kutub dan sisanya sebagian besar berupa air tanah pada kedalaman 200 sampai 600 m, hanya 0,006% berupa air tawar di sungai. Jumlah air yang ada di bumi dan yang berada dalam berbagai proses dalam siklus hidrologi di atas ditunjukkan pada Tabel 2.1 dalam Triatmodjo (2008).

Hujan Kawasan Metode Rata-Rata Aljabar

Metode ini adalah yang paling sederhana untuk menghitung hujan rerata pada suatu daerah. Pengukuran yang dilakukan di beberapa stasiun dalam waktu yang bersamaan dijumlahkan dan kemudian dibagi dengan jumlah stasiun. Stasiun hujan yang digunakan dalam hitungan biasanya adalah yang berada di dalam DAS, tetapi stasiun di luar DAS yang masih berdekatan juga bisa diperhitungkan (Triatmodjo, 2008).

Metode rerata aljabar memberikan hasil yang baik apabila:

1. Stasiun hujan tersebar secara merata di DAS,
2. Distribusi hujan relative merata seluruh DAS.

Metode aljabar curah hujan di dalam dan di sekitar daerah yang bersangkutan, dihitung dengan rumus adalah sebagai berikut:

$$\bar{R} = \frac{1}{n} (R_1 + R_2 + \dots R_n) \tag{1}$$

dengan:

- \bar{R} : hujan rerata kawasan (mm),
- n : jumlah stasiun,
- $(R_1, R_2, \dots R_n)$: hujan di stasiun 1,2,..., n.

Evapotranspirasi

Evapotranspirasi adalah evaporasi dari permukaan lahan yang ditumbuhi tanaman. Berkaitan dengan tanaman, evapotranspirasi adalah sama dengan kebutuhan air konsumtif yang didefinisikan sebagai penguapan total dari lahan dan air yang diperlukan oleh tanaman (Triatmodjo, 2008). Besarnya evapotranspirasi air bebas ET_o dapat dicari dengan rumus sebagai berikut:

$$ET_o = C (W \cdot R_n + (1 - W)(ea - ed) \cdot f(u)) \tag{2}$$

dengan:

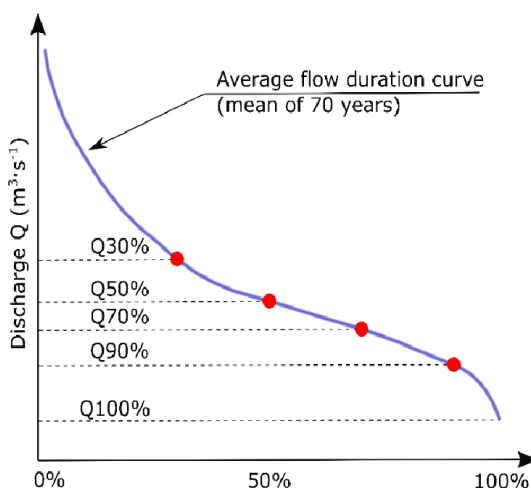
- ET_o : evapotranspirasi potensial (mm/hari),
- C : faktor penyesuaian (perubahan siang dan malam),
- $1 - W$: faktor temperatur dan ketinggian,
- R_n : radiasi netto (mm/hari),
- $f(u)$: faktor kecepatan angin,
- ea : tekanan uap aktual (mbar),
- ed : tekanan uap jenuh (mbar),
- W : faktor penimbang berdasarkan suhu udara rata-rata.

Debit Andalan

Debit andalan (*dependable flow*) adalah debit minimum sungai untuk kemungkinan terpenuhi yang sudah ditentukan yang dapat dipakai untuk irigasi. Kemungkinan terpenuhi ditetapkan 80% (kemungkinan bahwa debit sungai lebih rendah dari debit andalan adalah 20%). Debit minimum sungai dianalisis atas dasar data debit harian sungai. Agar analisisnya cukup tepat dan andal, catatan data yang diperlukan harus meliputi jangka waktu paling sedikit 20 tahun (KP-01, 2013).

Flow duration curve dilakukan dengan cara data debit pencatatan pos duga muka air debit untuk jangka waktu tertentu disusun dari angka yang paling besar hingga yang paling kecil dan tiap debit diberikan probabilitas yang dihitung dengan Persamaan Weibull (Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral, 2009).

$$P = \frac{m}{n+1} \times 100 \tag{3}$$



Gambar 2. Contoh Flow Duration Curve

dengan :

- P : probabilitas terlampaui (%) ,
- i : nomor urut debit,
- n : jumlah data debit.

Kalibrasi dan Verifikasi Model

Kalibrasi model merupakan suatu proses pengoptimalan atau secara sistematis menyesuaikan nilai parameter model untuk mendapatkan suatu parameter yang memberikan estimasi terbaik dari debit sungai yang diamati. Tahapan kalibrasi model hidrologi dengan cara coba dan ralat (*trial error*) untuk mendapatkan parameter optimum dengan menghitung nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Parameter optimum telah didapat ketika nilai MAPE menghasilkan nilai minimum dan koefisien korelasi > 0,75. Parameter yang akan dikalibrasi adalah parameter *k* dan *i*, dengan parameter *Groundwater Recession Constant* (*k*) merupakan parameter paling sensitif, pergeseran sedikit dapat mengubah hasil debit dengan cukup besar.

Verifikasi model merupakan usaha untuk menyimpulkan suatu model sistem apakah merupakan perwakilan yang benar dari realitas yang dikaji sehingga dihasilkan kesimpulan yang tepat dan meyakinkan.

Metode FJ Mock

Metode FJ Mock memperhitungkan data curah hujan, evapotranspirasi, dan karakteristik hidrologi daerah pengaliran sungai. Hasil dari permodelan ini dapat dipercaya jika ada debit pengamatan sebagai pembanding. Oleh karena keterbatasan data di daerah studi maka proses pembandingan akan dilakukan terhadap catatan debit di stasiun pengamat muka air (KP-01, 2013).

Kebutuhan Air Irigasi

Kebutuhan air untuk irigasi sangat diperlukan untuk menyalurkan serta membagi air ke bidang-bidang tanah pertanian secara teratur, serta membuang air kelebihan yang tidak diperlukan lagi. Pola tanam akan memberikan gambaran tentang jenis dan luas tanaman yang akan diusahakan dalam satu tahun. Pola tata tanam yang direncanakan untuk suatu daerah irigasi merupakan jadwal tanam yang disesuaikan dengan ketersediaan airnya. Berbagai jenis tanaman mempunyai kebutuhan air yang bervariasi, bergantung pada jenis dan tahap pertumbuhan tanaman. Berbagai jenis tanaman untuk pertumbuhannya memerlukan kebutuhan air yang berbeda.

Kebutuhan Air Rumah Tangga (Domestik)

Kebutuhan air bersih rumah tangga adalah air yang diperlukan untuk rumah tangga yang diperoleh secara individu dari sumber air yang dibuat oleh masing-masing rumah tangga seperti sumur dangkal, perpipaan atau hidran umum atau dapat diperoleh dari layanan Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) PDAM.

Tabel 1. Kriteria Penentuan Kebutuhan Air Domestik

No.	Kategori Kota	Jumlah penduduk	Domestik (l/kapita/hari)	Non Domestik (l/kapita/hari)	Kehilangan Air (l/kapita/hari)
1	Semi urban (ibu kota kecamatan/desa)	3.000 - 20.000	60 - 90	10 - 20	24 - 30
2	Kota kecil	20.000 - 100.000	90 - 100	20 - 30	30 - 40
3	Kota sedang	100.000 - 500.000	100 - 125	30 - 40	40 - 45
4	Kota besar	500.000 - 1.000.000	120 - 150	40 - 60	45 - 50
5	Metropolitan	>1.000.000	150 - 200	60 - 90	50 - 60

Sumber: (Badan Standardisasi Nasional, 2015)

Ketersedian Air

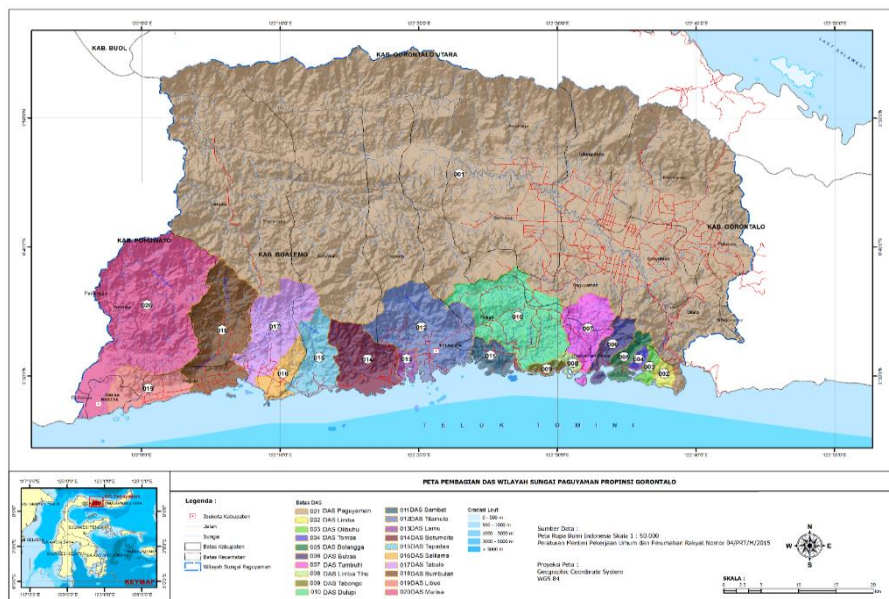
Ketersediaan air adalah jumlah air yang diperkirakan terus menerus ada di suatu lokasi (bending atau bangunan lainnya) di sungai dengan jumlah tertentu dan dalam jangka waktu (periode) tertentu. Ketersediaan air sangat penting untuk mengetahui potensi air, khususnya untuk keperluan irigasi maupun keperluan yang lainnya seperti keperluan industri dan rumah tangga. Nilai ketersediaan air diambil dari hasil perhitungan debit andalan pada tiap titik pengambilan/pemanfaatan air.

Neraca Air

Neraca air (water balance) merupakan neraca masukan dan keluaran air disuatu tempat pada periode tertentu, sehingga dapat digunakan untuk mengetahui jumlah air tersebut kelebihan (surplus) ataupun kekurangan (defisit).

Metodologi Penelitian

Lokasi penelitian berada pada DAS Paguyaman. DAS ini merupakan DAS terbesar di Wilayah Sungai Paguyaman dengan luas 2.388,28 km² dengan sungai utamanya yaitu Sungai Paguyaman dengan panjang 136 km. Peta Wilayah Sungai Paguyaman dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Peta DAS Paguyaman

Metode Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari data primer dan data sekunder. Langkah-langkah dalam pengumpulan data adalah sebagai berikut:

- a. Pengumpulan data hidrologi dan klimatologi yang meliputi curah hujan, debit dan suhu dari Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Balai Wilayah Sungai Sulawesi II – Gorontalo.
- b. Pengumpulan data penduduk yang ada di DAS Paguyaman dari BPS Kabupaten Gorontalo, Kabupaten Boalemo, dan Kabupaten Pohnato.

Langkah Perhitungan

1. Analisis curah hujan

Hujan yang jatuh di suatu wilayah tidak seragam baik intensitas, tebal maupun lamanya hujan. Cara yang dipakai dalam menghitung hujan rata-rata, yaitu metode Rerata Aljabar.

2. Perhitungan Debit Aliran

Perhitungan debit aliran dihitung menggunakan metode Mock dengan data dan asumsi sebagai berikut:

- a. Data curah hujan
- b. Evapotranspirasi terbatas (Et) dengan menggunakan persamaan
- c. Faktor karakteristik hidrologi
- d. Luas daerah pengaliran
- e. Kapasitas kelembaban tanah (SMC) dengan menggunakan persamaan
- f. Keseimbangan air permukaan tanah yang dipengaruhi oleh faktor air hujan dengan persamaan dan faktor kandungan air tanah
- g. Aliran dan penyimpanan air tanah
- h. Koefisien infiltrasi
- i. Faktor resesi aliran tanah
- j. Initial storage (*IS*)
- k. Penyimpanan air tanah (*Ground Water Storage*) dengan menggunakan persamaan.

3. Debit Andalan

Debit minimum sungai untuk kemungkinan terpenuhi yang sudah ditentukan yang dapat dipakai untuk irigasi. Kemungkinan terpenuhi ditetapkan 80% (kemungkinan bahwa debit sungai lebih rendah dari debit andalan adalah 20%). Perhitungan debit andalan menggunakan persamaan.

4. Analisis Kebutuhan Air

Perhitungan dilakukan dengan menggunakan hitungan jumlah kebutuhan air bersih dan kebutuhan air irigasi.

5. Analisis Neraca Air

Model neraca air yang dipakai dalam penelitian ini adalah model neraca air umum dengan memperhitungkan jumlah ketersediaan air dikurangi dengan jumlah kebutuhan air bersih dan air irigasi.

Hasil dan Pembahasan

Analisis neraca air menggunakan Metode Neraca Air Umum di mana jumlah kebutuhan air irigasi ditambah dengan jumlah kebutuhan air bersih (rumah tangga dan industri) dikurangi dengan ketersediaan air yang ada di DAS Paguyaman hingga tahun 2020. Nilai ketersediaan air yang digunakan adalah debit aliran yang dianalisis menggunakan Metode FJ Mock dengan keandalan 80% (untuk irigasi) dan 90% (untuk rumah tangga dan industri) yang dihitung menggunakan persamaan Weibull.

Adapun perhitungan neraca air dilakukan pada tiap titik pengambilan/pemanfaatan air di dalam wilayah DAS Paguyaman diantaranya Bendung Paguyaman, Bendung Tombiu, Bendung Bongo, Bendung Bulia, Bendung Bumela, Intake PDAM

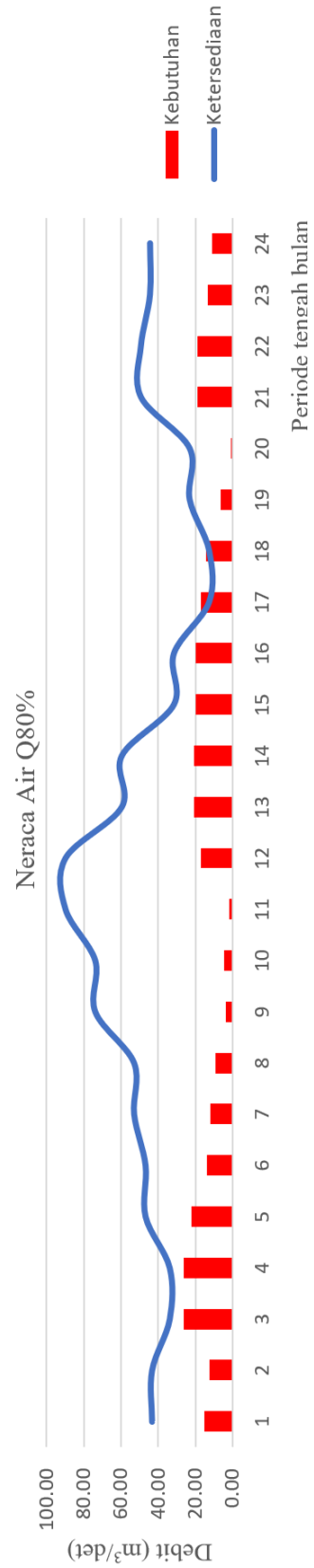
Paguyaman, Intake PDAM Wonosari, Intake PDAM Bulia, dan Intake Pabrik Gula. Contoh perhitungan neraca air DAS Paguyaman pada periode pertama bulan Januari adalah sebagai berikut.

1. Kebutuhan air	
Bendung Paguyaman	= 12,55 m ³ /det
Bendung Tombui	= 0,59 m ³ /det
Bendung Bongo	= 0,78 m ³ /det
Bendung Bulia	= 0,60 m ³ /det
Bendung Bumela	= 0,70 m ³ /det
PDAM Paguyaman	= 0,01 m ³ /det
PDAM Wonosari	= 0,01 m ³ /det
PDAM Bulia	= 0,005 m ³ /det
Pabrik Gula	= 0,0025 m ³ /det
Total kebutuhan air	= 14,81 m³/det
2. Ketersediaan air	
Bendung Paguyaman	= 13,36 m ³ /det
Bendung Tombui	= 0,77 m ³ /det
Bendung Bongo	= 0,74 m ³ /det
Bendung Bulia	= 0,78 m ³ /det
Bendung Bumela	= 0,75 m ³ /det
PDAM Paguyaman	= 21,98 m ³ /det
PDAM Wonosari	= 1,33 m ³ /det
PDAM Bulia	= 0,83 m ³ /det
Pabrik Gula	= 0,69 m ³ /det
Total ketersediaan air	= 41,24 m³/det
3. Neraca air	
Total Kebutuhan air	= 15,21 m ³ /det
Total Ketersediaan air	= 43,20 m ³ /det
Neraca air	= 43,20 – 15,21
	= 26,43 m ³ /det
Status (NA)	= S (<i>surplus</i>)

Dengan langkah perhitungan yang sama, untuk Februari sampai Desember disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Neraca Air DAS Paguyaman (Prob. 80%)

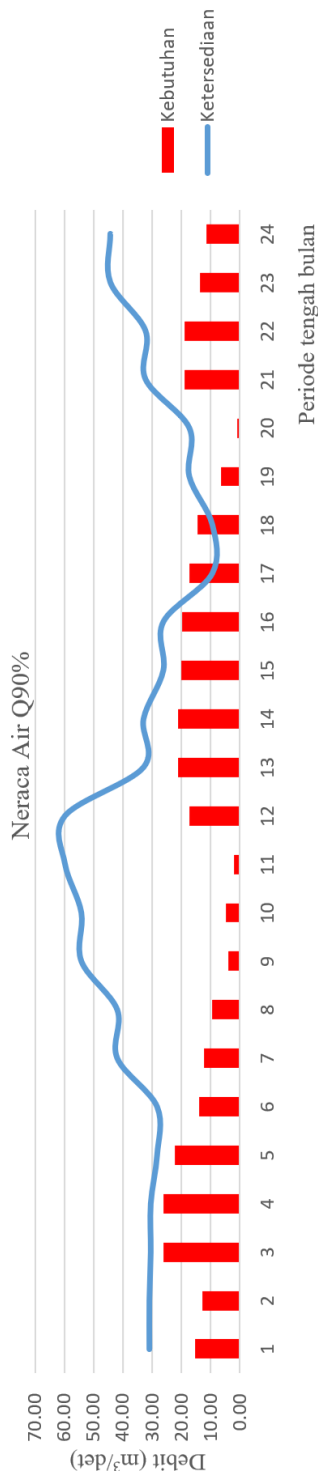
No.	Nama DAS	Bulan (m ³ /det)												Rata-rata													
		jan	feb	mar	apr	mei	jun	jul	ags	sep	okt	nov	des	1	2												
1	Kebutuhan Air DAS Paguyaman	12.39	10.26	21.80	21.81	18.32	11.35	9.83	7.63	2.84	3.66	1.19	14.22	17.05	17.48	16.36	19.56	19.41	16.88	14.03	5.82	0.48	18.38	18.56	13.02	10.93	
	Bendung Paguyaman	0.53	0.44	0.89	0.89	0.75	0.48	0.42	0.32	0.12	0.15	0.05	0.55	0.69	0.69	0.70	0.70	0.70	0.61	0.50	0.21	0.01	0.61	0.61	0.41	0.38	
	Bendung Tomblu	0.72	0.59	1.32	1.32	1.11	0.72	0.61	0.47	0.17	0.21	0.07	0.82	1.03	1.03	1.05	1.05	1.05	0.91	0.75	0.31	0.02	0.85	0.85	0.57	0.52	
	Bendung Bongo	0.54	0.45	0.91	0.91	0.77	0.49	0.43	0.33	0.12	0.15	0.05	0.57	0.71	0.71	0.72	0.72	0.72	0.62	0.51	0.21	0.01	0.62	0.62	0.42	0.38	
	Bendung Buluh	0.64	0.53	0.92	0.92	0.77	0.50	0.44	0.34	0.13	0.16	0.06	0.58	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.65	0.52	0.22	0.02	0.74	0.74	0.51	0.47	
	Bendung Bumeh	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	
	PDAM Paguyaman	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	
	PDAM Wonsari	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	
	PDAM Buluh	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	
	Pabrik Cuk	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	
Total	14.81	12.26	25.84	25.85	21.72	13.54	11.73	9.10	3.38	4.33	1.42	16.74	20.21	20.63	19.56	19.41	16.88	14.03	5.82	0.48	18.38	18.56	13.02	10.93			
2	Ketersediaan Air DAS Paguyaman Q80%	13.36	15.32	13.51	13.73	11.51	16.01	18.11	19.23	21.21	24.56	23.84	27.97	11.45	20.02	9.19	9.39	3.26	4.84	6.04	8.37	11.43	14.99	14.36	16.28	14.50	
	Bendung Paguyaman	0.77	0.77	0.46	0.46	0.44	0.44	0.71	0.71	0.88	0.88	0.92	0.92	0.55	0.55	0.29	0.29	0.09	0.09	0.24	0.24	0.60	0.60	0.55	0.51		
	Bendung Tomblu	0.74	0.74	0.69	0.69	0.78	0.78	0.80	0.80	1.15	1.15	1.32	1.32	1.00	1.00	0.67	0.67	0.28	0.28	0.42	0.42	0.89	0.89	0.76	0.79		
	Bendung Bongo	0.78	0.78	0.49	0.49	0.54	0.54	0.73	0.73	0.87	0.87	1.08	1.08	0.67	0.67	0.35	0.35	0.12	0.12	0.23	0.23	0.61	0.61	0.49	0.58		
	Bendung Buluh	0.75	0.75	0.59	0.59	0.67	0.67	0.91	0.91	1.04	1.04	1.26	1.26	0.81	0.81	0.36	0.36	0.17	0.17	0.33	0.33	0.61	0.61	0.69	0.68		
	Bendung Bumeh	21.98	21.98	15.17	15.17	24.82	24.82	26.58	26.58	40.08	40.08	50.56	50.56	31.37	31.37	17.65	17.65	5.73	5.73	11.46	11.46	27.48	27.48	21.97	24.57		
	PDAM Paguyaman	1.33	1.33	1.07	1.07	1.48	1.48	1.58	1.58	2.23	2.23	3.01	3.01	1.87	1.87	1.05	1.05	0.34	0.34	0.68	0.68	1.63	1.63	1.43	1.48		
	PDAM Wonsari	0.83	0.83	0.88	0.88	1.20	1.20	1.51	1.51	1.87	1.87	2.18	2.18	2.23	2.23	1.07	1.07	0.65	0.65	0.86	0.86	1.54	1.54	1.40	1.35		
	PDAM Buluh	0.69	0.69	0.56	0.56	0.77	0.77	0.82	0.82	1.16	1.16	1.56	1.56	0.97	0.97	0.55	0.55	0.18	0.18	0.35	0.35	0.85	0.85	0.74	0.77		
	Pabrik Cuk	41.24	43.20	33.42	33.65	42.21	46.70	51.76	52.88	70.48	73.84	85.73	89.87	50.92	59.48	31.18	31.37	10.82	12.40	20.61	22.94	45.65	49.21	42.41	44.28		
Total	26.43	30.94	7.58	7.80	20.48	33.16	40.02	43.79	67.10	69.50	84.31	73.13	30.71	38.85	11.62	11.96	-6.05	-1.63	14.78	22.47	27.27	30.65	29.39	33.35	31.15		
3	Neraca Air DAS Paguyaman Q80%																										
	Neraca Air (NA)																										
Status(NA)		S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	D	D	S	S	S	S	S	S	



Gambar 4. Grafik Neraca Air DAS Paguyaman (Prob.80%)

Tabel 2. Neraca Air DAS Paguyaman (Prob. 80%)

No.	Nama DAS	Bulan (m ³ /det)												Rate-rata													
		jan	feb	mar	apr	mei	jun	jul	ags	sep	okt	nov	des	1	2												
1	Kebutuhan Air-DAS Paguyaman	12.39	10.26	21.80	21.81	18.32	11.35	9.83	7.63	2.84	3.66	1.19	14.22	17.05	17.48	16.36	16.24	14.11	11.74	4.87	0.42	15.56	15.74	11.10	9.18	11.88	
	Bendung Paguyaman	0.53	0.44	0.89	0.89	0.75	0.48	0.42	0.32	0.12	0.15	0.05	0.55	0.69	0.69	0.70	0.70	0.70	0.61	0.50	0.21	0.01	0.61	0.61	0.41	0.38	0.49
	Bendung Tombu	0.72	0.59	1.32	1.32	1.11	0.72	0.61	0.47	0.17	0.21	0.07	0.82	1.03	1.03	1.05	1.05	0.91	0.75	0.31	0.21	0.02	0.85	0.85	0.57	0.52	0.71
	Bendung Bongo	0.54	0.45	0.91	0.91	0.77	0.49	0.43	0.33	0.12	0.15	0.05	0.57	0.71	0.71	0.72	0.72	0.62	0.51	0.21	0.01	0.01	0.62	0.62	0.42	0.38	0.50
	Bendung Buluh	0.64	0.53	0.92	0.92	0.77	0.50	0.44	0.34	0.13	0.16	0.06	0.58	0.72	0.72	0.72	0.72	0.63	0.52	0.22	0.02	0.02	0.74	0.74	0.51	0.47	0.53
	PDAM Paguyaman	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
	PDAM Wonosari	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
	PDAM Buluh	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
	Pabrak Gula	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025
	Total	14.84	12.28	25.87	25.88	21.75	13.56	11.76	9.12	3.41	4.36	1.45	16.77	20.23	20.66	19.59	19.44	16.90	14.06	5.85	0.51	18.41	18.59	13.05	10.96		
2	Ketersediaan Air DAS Paguyaman Q90%	11.26	13.17	12.86	13.45	8.41	11.23	15.49	17.87	15.62	20.70	20.66	23.55	10.19	11.34	8.13	9.10	1.59	3.11	1.20	5.60	5.44	10.89	10.21	13.99	11.46	
	Bendung Paguyaman	0.35	0.35	0.31	0.31	0.29	0.29	0.49	0.49	0.66	0.66	0.98	0.98	0.54	0.54	0.34	0.34	0.11	0.11	0.20	0.20	0.26	0.26	0.44	0.44	0.42	
	Bendung Tombu	0.49	0.49	0.43	0.43	0.41	0.41	0.68	0.68	0.92	0.92	1.36	1.36	0.75	0.75	0.47	0.47	0.15	0.15	0.27	0.27	0.37	0.37	0.61	0.61	0.58	
	Bendung Bongo	0.36	0.36	0.32	0.32	0.30	0.30	0.50	0.50	0.68	0.68	1.00	1.00	0.56	0.56	0.35	0.35	0.11	0.11	0.20	0.20	0.27	0.27	0.45	0.45	0.43	
	Bendung Buluh	0.43	0.43	0.39	0.39	0.36	0.36	0.60	0.60	0.82	0.82	1.21	1.21	0.67	0.67	0.42	0.42	0.13	0.13	0.24	0.24	0.33	0.33	0.54	0.54	0.51	
	PDAM Paguyaman	13.52	13.52	12.64	12.64	13.10	13.10	17.99	17.99	25.79	25.79	26.43	26.43	14.45	14.45	12.56	12.56	4.32	4.32	8.64	8.64	17.53	17.53	24.85	24.85	15.98	
	PDAM Wonosari	0.86	0.86	1.15	1.15	1.05	1.05	1.63	1.63	1.93	1.93	2.21	2.21	1.94	1.94	1.17	1.17	0.62	0.62	0.96	0.96	1.28	1.28	1.51	1.51	1.36	
	PDAM Buluh	1.01	1.01	1.08	1.08	0.92	0.92	1.36	1.36	1.64	1.64	1.98	1.98	1.98	1.98	1.69	1.69	1.01	1.01	0.48	0.48	0.74	0.74	0.87	0.87	1.17	
	Pabrak Gula	0.68	0.68	0.63	0.63	0.56	0.56	0.77	0.77	1.04	1.04	1.05	1.05	0.93	0.93	0.65	0.65	0.24	0.24	0.34	0.34	0.39	0.39	0.68	0.68	0.66	
	Total	28.96	30.87	29.81	30.40	25.40	28.22	39.51	41.89	49.10	54.18	56.89	59.77	31.71	32.86	25.11	26.07	7.76	9.27	12.80	17.20	26.73	32.18	40.48	44.26		
3	Neraca Air DAS Paguyaman Q90%	14.12	18.58	3.94	4.52	3.65	14.66	27.75	32.76	45.69	49.82	55.44	43.00	11.48	12.20	5.52	6.64	-9.14	-4.78	6.95	16.69	8.33	13.60	27.43	33.30	18.42	
	Neraca Air (NA)	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	D	D	S	S	S	S	S	S	S	
	Status(NA)	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	D	D	S	S	S	S	S	S	S	



Gambar 5. Grafik Neraca Air DAS Paguyaman (Prob.90%)

Tabel 2. menunjukkan nilai neraca air DAS Paguyaman dengan probabilitas 80% di mana terjadi *defisit* air pada bulan September periode pertama sebesar 6,05 m³/det dan periode kedua sebesar 1,63 m³/det. Adapun *surplus* air terjadi pada Januari, Februari, Maret, April, Mei, Juni, Juli, Agustus, Oktober, November, dan Desember dengan *surplus* air maksimum terjadi pada Bulan Juni periode pertama sebesar 84,31 m³/det.

Sedangkan pada Tabel 3 menunjukkan nilai neraca air DAS Paguyaman dengan probabilitas 90% dimana terjadi *defisit* air pada bulan September periode pertama sebesar 9,14 m³/det dan periode kedua sebesar 4,78 m³/det. *Surplus* air terjadi pada bulan Januari, Februari, Maret, April, Mei, Juni, Juli, Agustus, Oktober, November, dan Desember dengan *surplus* air maksimum terjadi pada Bulan Juni periode pertama sebesar 55,44 m³/det.

Gambar 4 menunjukkan grafik neraca air DAS Paguyaman probabilitas 80% dan Gambar 5 menunjukkan grafik neraca air DAS Paguyaman probabilitas 90%. Grafik tersebut bertujuan untuk memudahkan dalam menentukan *defisit* dan *surplus* air dengan melihat adanya singgungan antara grafik ketersediaan air dan grafik kebutuhan air.

Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan analisis neraca air dengan probabilitas 80% menunjukkan adanya *defisit* air pada September periode pertama sebesar 4,82 m³/det dan periode kedua sebesar 1,90 m³/det. Adapun analisis neraca air dengan probabilitas 90% menunjukkan adanya *defisit* air pula pada September periode pertama sebesar 8,06 m³/det dan periode kedua sebesar 5,14 m³/det. Sedangkan *surplus* air terjadi pada Januari, Februari, Maret, April, Mei, Juni, Juli, Agustus, Oktober, November, dan Desember dengan *surplus* air maksimum terjadi pada Mei periode pertama sebesar 69,99 m³/det untuk neraca air probabilitas 80% dan 50,22 m³/det untuk neraca air probabilitas 90%.

Saran

Dengan adanya *defisit* air pada DAS Paguyaman maka perlu diadakan penelitian selanjutnya untuk dapat menganalisis secara detail tentang kebutuhan air irigasi. Untuk mendapatkan kebutuhan air yang optimal dapat dilakukan dengan cara mengganti pola tanam yang direncanakan menjadi padi-palawija dan lama waktu penyiapan lahan menjadi 1 bulan (30 hari).

Dengan adanya ketersediaan air yang berlebih (*surplus*) terhadap kebutuhan air bersih maka DAS Paguyaman perlu dilindungi dan dijaga kualitasnya dengan cara antara lain mengadakan program penghijauan, pelarangan penebangan pohon serta mengontrol kegiatan penambangan untuk memperkecil gangguan terhadap sungai seperti erosi, longsor, dan peningkatan sedimentasi.

Daftar Pustaka

- Badan Standardisasi Nasional. (2015). SNI 6728.1:2015 Penyusunan Neraca Spasial Sumber Daya Alam Bagian 1: Sumber Daya Air. Bogor: Badan Standardisasi Nasional.
- Bokings, S. F. (2019). Analisis Neraca Air Daerah Aliran Sungai Biyonga. *juRnal perADaban saIns, rekayAsa dan teknoLogi*, 28.
- BPS Kabupaten Boalemo. (2019). *Kabupaten Boalemo Dalam Angka*. Boalemo: BPS-Statistics of Boalemo Regency.
- BPS Kabupaten Boalemo. (2020). *Kabupaten Boalemo Dalam Angka*. Boalemo: BPS-Statistics of Boalemo Regency.
- BPS Kabupaten Boalemo. (2021). *Kabupaten Boalemo Dalam Angka*. Boalemo: BPS-Statistics of Boalemo Regency.
- Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral. (2009). *Pedoman Studi Kelayakan Hidrologi Buku 2A*. Jakarta.
- Doorenbos, J., & Pruitt, W. (1977). Crop Water Requirements. *FAO Irrigation and Drainage Paper 24*, 12.
- Kansil, G. R., Sumarauw, J. S., & Tanudjaja, L. (2015, July). Analisis Neraca Air Sungai Akembula di Kota Tahuna Kabupaten Sangihe. *Jurnal Sipil Statistk*, 3, 503.
- KP-01, P. J. (2013). Standar Perencanaan Irigasi. *Kriteria Perencanaan Jaringan Irigasi*, 78-79.
- Labdul, B. (1998). *Potensi Air dan Debit Maksimum Sungai Bolango Untuk perhitungan kebutuhan Air Daerah Irigasi Lomaya-Pilohayanga*. Gorontalo.
- Mokoginta, R., Sumarauw, J. S., & Tanudjaja, L. (2017, April). Analisis Neraca Air Sungai Moayat di Titik Bendung Moayat. *TEKNO*, XV, 87.
- Mopangga, S. (2019, December 2). Analisis Neraca Air Daerah Aliran Sungai Bolango. *RADIAL - juRnal perADaban saIns, rekayAsa dan teknoLogi*, VII, 163-164.
- Purnama, S., & Trijuni, S. (2012). *Analisis Neraca Air di DAS Kupang dan Sengkarang*. Yogyakarta: RedCarpet Studio.
- Salilama, A. (2019). Analisis Kebutuhan Air Bersih (Pdam) Di Wilayah Kota Gorontalo. *Radial - juRnal perADaban saIns, rekayAsa dan teknoLogi Sekolah Tinggi Teknik (STITEK) Bina Taruna Gorontalo*, 6 No.2, 102-114.
- Staddal, I. (2017). Analisis Potensi Sumber Daya Air di DAS Paguyaman. *JTech*, 11-17.
- Triatmodjo, B. (2008). *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset Yogyakarta.