

ANALISIS POTENSI SUMBERDAYA AIR DI DAS PAGUYAMAN

Ikrima Staddal

Program Studi Mesin dan Peralatan Pertanian, Politeknik Gorontalo

Email: iqrimha_st@poligon.ac.id

ABSTRAK

Kebutuhan air terus meningkat seiring pertumbuhan penduduk sedangkan air yang tersedia tidak selalu sejalan antara kebutuhannya menurut volume, tempat, waktu dan kualitasnya. Penelitian ini bertujuan untuk melihat neraca penggunaan air di DAS Paguyaman berdasarkan penggunaannya. Metode penelitian dilakukan dengan beberapa tahapan, tahapan pertama menghitung laju pertumbuhan penduduk menggunakan model kurva linear. Kedua, menghitung kebutuhan air domestik berdasarkan banyaknya jumlah penduduk dan melakukan proyeksi kebutuhan air domestik selama 20 tahun. Ketiga, menghitung kebutuhan air non domestik, industri dan irigasi berdasarkan penggunaan air dari dirjen karya cipta dinas pekerjaan umum. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa penggunaan air pada sektor domestik, Kecamatan Wonosari, Dulupi dan Mootilango mempunyai kebutuhan air paling banyak sebesar $0.01\text{m}^3/\text{dt}$, $0.02\text{ m}^3/\text{dt}$ dan $0.01\text{m}^3/\text{dt}$. Kebutuhan air pada pabrik gula dan pabrik skala kecil membutuhkan air sebesar $0.025\text{m}^3/\text{dt}$ atau dalam dan $0.033\text{ m}^3/\text{dt}$ pada pabrik skala kecil. Kebutuhan air irigasi sebesar $17.33\text{ m}^3/\text{dt}$ atau 546 juta m^3/dt dengan luasan daerah irigasi 15.488 Ha. Kebutuhan air di DAS Paguyaman paling banyak dimanfaatkan pada sektor irigasi, sektor domestik, non domestik dan industri. Hasil analisis neraca air didapatkan bahwa total kebutuhan air di DAS Paguyaman dalam kurun waktu 20 tahun (tahun 2017-2037) mengalami defisit atau kekurangan air. Apabila dilakukan pemeliharaan dan pengelolaan air dengan baik, maka DAS Paguyaman akan terpenuhi kebutuhan airnya dan pada tahun 2032 sampai tahun 2027 akan mengalami surplus atau air berlebih.

Kata Kunci: DAS Paguyaman, Neraca Air, Kebutuhan Air, Domestik, Irigasi

ABSTRACT

Water demand continues to increase with population growth while water availability decreases based on volume, place, time, and quality. This study aims to observe the water balance in the Paguyaman Watershed based on its use. The research method was carried out with several stages, the first stage calculating the rate of population growth using a linear curve model. Second, calculate domestic water needs based on the number of population and make projections of domestic water needs for 20 years. Third, calculate non-domestic, industrial, and irrigation water needs based on water use from the Director-General of Public Works Department of Public Works. The results showed that the use of water in the domestic sector, Wonosari, Dulupi, and Mootilango Districts had the most water requirements of $0.01\text{m}^3/\text{s}$, $0.02\text{ m}^3/\text{s}$ and $0.01\text{m}^3/\text{s}$. Water requirements in a sugar factory at $0.025\text{ m}^3/\text{s}$ and $0.033\text{ m}^3/\text{s}$ at small scale factories. Irrigation water needs of $17.33\text{ m}^3/\text{s}$ or 546 million m^3/s with an irrigation area of 15,488 Ha. Water demand in the Paguyaman Watershed is most widely used in the irrigation sector, the domestic, non-domestic, and industrial sectors. The results of the water balance analysis found that the total water demand in the Paguyaman Watershed within a period of 20 years (in 2017-2037) experienced a deficit or lack of water. If water maintenance and management are carried out properly, the Paguyaman Watershed will be fulfilled and in 2032 to 2027 will experience a surplus or excess water.

Keywords: Paguyaman Watershed, Water Balance, Water Demand, Domestic, Irrigation

1. PENDAHULUAN

Sumber daya air merupakan suatu sumber daya berupa air yang sangat berguna untuk kebutuhan manusia. Kebutuhan air ini bertujuan untuk pertanian, industri, domestik maupun non domestik. Tingkat kebutuhan dasar sumberdaya air berkisar 20–30 liter/jiwa/hari. Sedangkan kebutuhan air untuk industri dapat dikategorikan berdasarkan banyaknya pemakaian, masing-masing untuk industri besar berkisar 151-350 m^3/hari , industri

Menurut Chay Asdak (2010) DAS adalah suatu wilayah daratan yang secara topografik dibatasi oleh punggung-punggung gunung yang menampung dan menyimpan air hujan untuk kemudian menyalurkan ke laut melalui sungai

sedang berkisar 51-151 m^3/hari , dan industri kecil berkisar 5-50 m^3/hari (Purwanto, 2007). Adapun kebutuhan untuk pertanian adalah besarnya evapotranspirasi yang dibutuhkan setiap tanaman untuk tumbuh dan berkembang dari pengolahan tanah sampai panen atau selama periode tumbuh (Mustafil, 2014), sehingga dalam penelitian ini hanya dijelaskan potensi air untuk kebutuhan air pada industri, irigasi, domestik dan non domestik utama. 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 Pohuwato. DAS Paguyaman mempunyai luasan 240.356 Ha yang merupakan DAS terbesar kedua di Provinsi Gorontalo. DAS paguyaman memiliki peran yang sangat vital dalam menyangga kehidupan masyarakat di tiga kabupaten tersebut. DAS Paguyaman menjadi penyedia air baku untuk berbagai kebutuhan seperti PDAM, irigasi, industri, debit

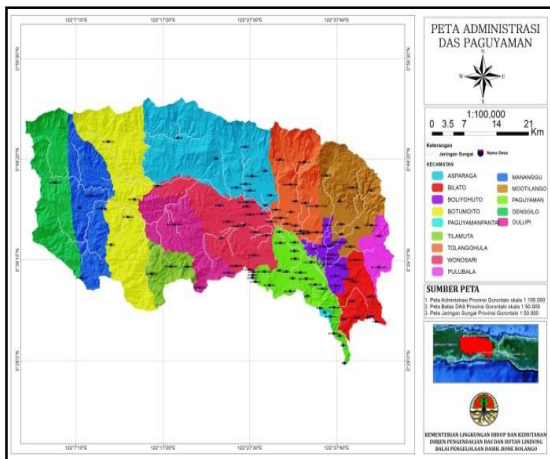
minimum 0,84 m³/s (BWS II, 2016)

Penelitian ini bertujuan untuk melihat kebutuhan air di DAS Paguyaman berdasarkan sektor domestik, non domestik, industri dan irigasi

2. METODE PENELITIAN

2.1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan di DAS Paguyaman yang berada di Kabupaten Gorontalo, Kabupaten Boalemo dan Kabupaten Pohuwato. Penelitian ini dilakukan selama 3 bulan, mulai dari Bulan Desember 2019 sampai dengan Bulan Februari 2020. Gambar 1 memperlihatkan lokasi penelitian.



Gambar 1. Lokasi penelitian di DAS Paguyaman

2.2. Metode Pengambilan Data

Metode pengambilan data dilakukan melalui dua tahapan yaitu pengambilan data primer dan data sekunder. Data primer berupa pengukuran secara langsung di lokasi penelitian berupa pengukuran debit aliran sungai dan kualitas air sungai, sedangkan data sekunder berupa wawancara dan studi pustaka.

2.3. Metode Pengolahan Data

Beberapa pengolahan data dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1. Menghitung neraca air di DAS Paguyaman berdasarkan kebutuhan penduduknya yang

perumahan dan kebutuhan lainnya (BPDASHL Bone Bolango, 2019)

Saat ini DAS Paguyaman termasuk dalam DAS kritis yang harus segera dipulihkan. Kondisi ini disebabkan tingginya erosi dan sedimentasi. Hal ini berakibat semakin berkurangnya debit aliran sungai di Sungai Paguyaman yang rata-rata memiliki

didapatkan dengan melihat laju pertumbuhan penduduk. Laju pertumbuhan penduduk dihitung menggunakan model kurva linier yang selanjutnya digunakan untuk mengetahui kebutuhan air di masa mendatang (Muljarjadi, 2017)

$$P_n = P_{n-1} + r = P_0 + (n - 1)r + r = P_0 + n.r$$

Keterangan:

r = Laju pertumbuhan penduduk

P₀ = Jumlah Penduduk Pada Tahun dasar

n = Periode tahun

2. Menghitung kebutuhan air domestik di DAS Paguyaman berdasarkan kebutuhan per kecamatan. Kebutuhan air domestik dihitung berdasarkan ketentuan dari SNI (domestik=120 ltr/penghuni/hari)
3. Menghitung kebutuhan air non domestik di DAS Paguyaman berdasarkan kebutuhan dari sektor pariwisata dan perniagaan
4. Menghitung kebutuhan air Pabrik di DAS Paguyaman dilakukan berdasarkan kebutuhan air dari industri pabrik gula. Hal ini dikarenakan pabrik gula merupakan industri yang mendominasi di DAS Paguyaman
5. Menghitung kebutuhan air irigasi di DAS Paguyaman dilakukan berdasarkan pengukuran debit sungai selanjutnya diproyeksikan berdasarkan data daerah irigasi dalam dokumen pola Pengelolaan Sumber Daya Air DAS Paguyaman Tahun 2012 dan data Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat .

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.3. Neraca Air DAS Paguyaman

Kebutuhan air domestik di DAS Paguyaman diperoleh dari layanan PDAM dan pengambilan air tanah, sedangkan kebutuhan air industri disuplai dari Sungai Paguyaman dan anak-anak sungainya.

Kebutuhan air di DAS Paguyaman dilakukan berdasarkan data penduduk Tahun 2016. Proyeksi jumlah penduduk untuk 20 (dua puluh) tahun ke depan ditentukan berdasarkan laju pertumbuhan penduduk Tahun 2016-2037.

Tabel 1. Neraca air permukaan DAS paguyaman

No	Kabupaten	Penduduk (jiwa)					
		2016	2017	2022	2027	2032	2037
A	BOALEMO						
1	Mananggu	13.466	13.922	16.205	18.487	20.770	23.052
2	Tilamuta	30.364	31.324	36.121	40.919	45.716	50.514
3	Botumoito	15.451	15.901	18.149	20.397	22.645	24.893
4	Dulupi	17.043	17.571	20.213	22.855	25.496	28.138
5	Paguyaman	32.271	33.375	38.893	44.411	49.930	55.448
6	Paguyaman Pantai	8.242	8.530	9.973	11.415	12.858	14.300
7	Wonosari	26.422	27.865	35.078	42.291	49.504	56.717
B	GORONTALO						
1	Tolangohula	22.498	22.898	24.901	26.903	28.905	30.908
2	Asparaga	13.775	14.020	15.246	16.472	17.698	18.924
3	Pulubala	6.263	6.347	6.765	7.184	7.602	8.021
4	Boliyohuto	16.688	17.092	19.115	21.137	23.159	25.181
5	Bilato	5.974	6.119	6.843	7.567	8.291	9.015
6	Mootilango	19.690	20.158	22.498	24.838	27.179	29.519
C	POHUWATO						
1	Dengilo	4.590	4.701	5.256	5.811	6.367	6.922
Total		232.737	239.824	275.255	310.689	346.121	381.552

Berdasarkan Tabel 1 tentang proyeksi penduduk di atas, jumlah penduduk di DAS Paguyaman pada Tahun 2037 berjumlah ± 381.522 jiwa, dimana komposisi jumlah penduduk terbesar berada di Kecamatan Wonosari, yaitu 56.717 jiwa

(13,97%). Sehingga proyeksi kebutuhan air domestik dan non domestik dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 2. Proyeksi Kebutuhan Air Domestik

No.	KECAMATAN	Kebutuhan Air (m ³ /dt)					
		2016	2017	2022	2027	2032	2037
A	BOALEMO						
1	Mananggu	0.019	0.019	0.023	0.026	0.029	0.032
2	Tilamuta	0.042	0.044	0.050	0.057	0.063	0.070
3	Botumoito	0.021	0.022	0.025	0.028	0.031	0.035
4	Dulupi	0.024	0.024	0.028	0.032	0.035	0.039
5	Paguyaman	0.045	0.046	0.054	0.062	0.069	0.077
6	Paguyaman Pantai	0.011	0.012	0.014	0.016	0.018	0.020
7	Wonosari	0.037	0.039	0.049	0.059	0.069	0.079
B	GORONTALO						
1	Tolangohula	0.031	0.032	0.035	0.037	0.040	0.043
2	Asparaga	0.019	0.019	0.021	0.023	0.025	0.026
3	Pulubala	0.009	0.009	0.009	0.010	0.011	0.011
4	Boliyohuto	0.023	0.024	0.027	0.029	0.032	0.035
5	Bilato	0.008	0.008	0.010	0.011	0.012	0.013
6	Mootilango	0.027	0.028	0.031	0.034	0.038	0.041
C	POHUWATO						
1	Dengilo	0.006	0.007	0.007	0.008	0.009	0.010
TOTAL		0.322	0.333	0.383	0.432	0.481	0.531

Proyeksi air berdasarkan kebutuhan air domestik terlihat bahwa total kebutuhan air di DAS Paguyaman pada tahun 2016 sebesar 0,322 m³/dtk. Kecamatan Wonosari (0,079 m³/dt), Paguyaman (0,077 m³/dt) dan Tilamuta (0,070 m³/dt) mempunyai kebutuhan air paling besar, hal ini dikarenakan kecamatan tersebut memiliki jumlah penduduk yang paling banyak dibandingkan kecamatan lainnya.

Kebutuhan air non domestik adalah kebutuhan air untuk memenuhi sarana-sarana kota, seperti sarana sosial, industri dan niaga. Perkiraan kebutuhan air tersebut tergantung dari jenis kegiatan non domestik tersebut. Kebutuhan air non domestik di DAS Paguyaman diperoleh melalui kriteria perencanaan Ditjen Cipta Karya Dinas Pekerjaan Umum.

Tabel 3. Proyeksi Kebutuhan Air Non Domestik

No.	Kecamatan	Kebutuhan Air (m ³ /dt)					
		2016	2017	2022	2027	2032	2037
A	BOALEMO						
1	Mananggu	0.005	0.005	0.006	0.006	0.007	0.008
2	Tilamuta	0.011	0.011	0.013	0.014	0.016	0.018
3	Botumoito	0.005	0.006	0.006	0.007	0.008	0.009
4	Dulupi	0.006	0.006	0.007	0.008	0.009	0.01
5	Paguyaman	0.011	0.012	0.014	0.015	0.017	0.019
6	Paguyaman Pantai	0.003	0.003	0.003	0.004	0.004	0.005
7	Wonosari	0.009	0.01	0.012	0.015	0.017	0.02
B	GORONTALO						
1	Tolanghula	0.008	0.008	0.009	0.009	0.01	0.011
2	Asparaga	0.005	0.005	0.005	0.006	0.006	0.007
3	Pulubala	0.002	0.002	0.002	0.002	0.003	0.003
4	Boliyohuto	0.006	0.006	0.007	0.007	0.008	0.009
5	Bilato	0.002	0.002	0.002	0.003	0.003	0.003
6	Mootilango	0.007	0.007	0.008	0.009	0.009	0.01
C	POHUWATO						
1	Dengilo	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
TOTAL		0.082	0.085	0.096	0.107	0.119	0.134

Kebutuhan air non domestik di DAS Paguyaman sebesar 0.082 m³/dtk. Hal ini lebih sedikit jika dibandingkan dengan kebutuhan air domestik. Analisis kebutuhan air non domestik dilakukan hanya pada sektor sekolah dan perkantoran daerah. Kecamatan Tilamuta, Paguyaman dan Wonosari memiliki kebutuhan air non domestik yang paling banyak karena jumlah sekolah dan kantor daerah di kecamatan tersebut paling banyak

3.4. Kebututuhan Air Industri

Industri yang terdapat di DAS Paguyaman adalah industri kecil/rumah tangga dan pabrik gula. Kebutuhan air pabrik gula dianalisa berdasarkan jumlah produksi gula yang dihasilkan. Untuk setiap ton produksi gula, memerlukan ± 20 m³ air dengan rincian sebagaimana terdapat pada Tabel 4.

Tabel 4. Kebutuhan Air Pabrik Gula di DAS Paguyaman

No	Tipe Air	Konsumsi (L air/ton Gula)
1	Flume water	500-8.000
2	Washing water	1.500-2.500
3	Earth transport water	150-250
4	Ekstraksi jus tebu	300-400
5	Purifikasi jus	120
6	Kondensasi	4.000-6.000
7	Stream generation	40
8	Cleaning	20
9	Pertukaran ion	50-130
10	Pendinginan dan pemompaan	400-5.000
Total		11.580-22.460

Kebutuhan air untuk industri kecil /rumah tangga diasumsikan sebesar 5% dari kebutuhan domestik (SNI 19-6728.1 Tahun 2002 tentang Penyusunan Neraca Sumber Daya Air

Spasial). Adapun proyeksi kebutuhan air untuk industri dilakukan berdasarkan trend pertumbuhan industri dan jumlah produksi industri di DAS Paguyaman.

Tabel 5. Proyeksi Kebutuhan Air Industri

Tahun	Industri Gula				Lain-lain	Total
	Produksi	Kebutuhan Air				
	ton/tahun	m ³ /ton	m ³	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³ /dt
2010	27,400	20	548	0,017	-	0,017
2011	32,200	20	644	0,020	-	0,020
2012	31,800	20	636	0,020	-	0,020
2013	39,100	20	782	0,025	-	0,025
2014	39,100	20	782	0,025	-	0,025
2016	40,000	20	800	0,025	0,019	0,045
2017	40,000	20	800	0,025	0,020	0,045
2022	40,000	20	800	0,025	0,023	0,048
2027	40,000	20	800	0,025	0,026	0,052
2032	40,000	20	800	0,025	0,029	0,055
2037	40,000	20	800	0,025	0,033	0,058

3.5. Kebutuhan Air Irigasi

Proyeksi daerah irigasi diasumsikan berdasarkan data daerah irigasi dalam dokumen pola Pengelolaan Sumber Daya Air DAS Paguyaman Tahun 2012 dan data Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Nomor 14/PRT/M/2015 serta diasumsikan sampai Tahun 2019 tidak ada penambahan areal irigasi baru, maka diperoleh rata-rata kebutuhan air irigasi DAS Paguyaman pada Tahun 2019 (dengan asumsi kebutuhan air untuk sawah adalah 1,11 l/dt/ha) adalah sebesar 17.37 m³/dt dengan daerah irigasi seluas 15.549 Ha.

Dalam rangka mendukung peningkatan ketahanan pangan terutama beras yang didukung potensi air permukaan dan pemanfaatan ketersediaan lahan berdasarkan luas baku sawah yang ada di DAS Paguyaman, maka diproyeksikan total daerah irigasi Tahun 2037 mencapai luas 15.588 Ha dengan kebutuhan air irigasi sebesar 17.37 m³/dt. Penambahan lahan irigasi diasumsikan berdasarkan data luas baku sawah yang ada, sehingga sampai tahun 2037 diasumsikan seluruh luas baku yang ada sudah berubah menjadi fungsional. Proyeksi luas daerah irigasi dan kebutuhan air irigasi di DAS Paguyaman dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Proyeksi luas daerah irigasi dan kebutuhan air irigasi di DAS Paguyaman

Tahun	Luas DI (ha)	Kebutuhan Air (m ³ /dt)
2017	15.549	17.33
2022	15.588	17.37
2027	15.588	17.37
2032	15.588	17.37
2037	15.588	17.37

3.6. Analisis Neraca Air

Berdasarkan proyeksi kebutuhan air sampai Tahun 2037, kebutuhan air domestik, non domestik, industri dan irigasi masing-masing sebesar 0,531 m³/dt, 0,134 m³/dt, 0,058 m³/dt dan 17.37 m³/dt sehingga total kebutuhannya 18.093 m³/dt atau 570 juta m³. Bila selama 20 (dua puluh) tahun (2017-2037) tidak ada upaya pengembangan sumber daya air di DAS Paguyaman, maka pada Tahun 2037 akan mengalami kekurangan air sebesar ± 21 juta m³ (-0.67) Sedangkan apabila dalam kurun waktu 20 (dua puluh) tahun (2017-2037) mendatang dilakukan upaya pengembangan sarana dan prasarana sumber daya air, maka akan terjadi surplus ± 1.57 juta m³ (0.05). Secara ringkas neraca air DAS Paguyaman Tahun 2017 – 2037 dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Analisis Kebutuhan Air Tahun 2017 – 2037 (m³/dt)

No.	Uraian	Tahun				
		2017	2022	2027	2032	2037
1	Kebutuhan					
	- Domestik	0.333	0.383	0.432	0.481	0.531
	- Non Domestik	0.085	0.096	0.107	0.119	0.134
	- Industri	0.045	0.048	0.052	0.055	0.058
	- Irigasi	17.33	17.37	17.37	17.37	17.37
	Total Kebutuhan	17.793	17.897	17.961	18.025	18.093
2	Ketersediaan*)	17.42	17.42	17.42	17.42	17.42
	Ketersediaan**)	17.42	17.02	17.96	18.08	18.14
3	Surplus / Defisit*)	-0.37	-0.48	-0.54	-0.61	-0.67
	Surplus / Defisit**)	-0.37	-0.88	0.00	0.05	0.05

Keterangan:

*) Tanpa upaya pengembangan sumber daya air

***) Dengan upaya pengembangan sumber daya air

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1. Kesimpulan

- Berdasarkan analisis neraca air di DAS Paguyaman didapatkan bahwa Kecamatan Wonosari mempunyai kebutuhan air paling banyak sebesar 0.079 m³/dt atau 2.49 juta m³/dt dalam setahun
- Berdasarkan kebutuhan air domestik di DAS Paguyaman didapatkan bahwa Kecamatan Wonosari, Dulupi dan Mootilango mempunyai kebutuhan air paling banyak sebesar 0.01m³/dtk ; 0.02 m³/dtk dan 0.01m³/dtk
- Berdasarkan kebutuhan air industri di DAS Paguyaman dibagi kedalam dua kebutuhan yaitu kebutuhan air untuk pabrik gula sebagai industri paling mendominasi dan industri dalam skala kecil seperti pabrik pembuatan pupuk, benih perikanan dan lainnya
- Kebutuhan air pabrik gula membutuhkan 0.025m³/dt atau 788.400 m³/dt dalam setahun dan 0.033 m³/dt atau 1.04 juta m³/dt dalam setahun untuk pabrik skala kecil. Pada pabrik skala kecil didapatkan kebutuhan air yang lebih besar karena diasumsikan pabrik dalam skala kecil akan lebih banyak jumlahnya setiap tahunnya dibandingkan dengan pabrik gula. Hal ini disebabkan perizinan untuk membangun pabrik skala kecil lebih mudah dibandingkan pabrik dengan skala besar, seperti pabrik gula.
- Kebutuhan air berdasarkan air irigasi dibutuhkan sebesar 17.33 m³/dtk atau 546 juta m³/dt dengan luasan daerah irigasi (DI) 15.488 Ha.

- Kebutuhan air di DAS Paguyaman paling banyak diperuntukkan pada sektor irigasi, sektor domestik, non domestik dan industri
- Hasil analisis neraca air didapatkan total kebutuhan air di DAS Paguyaman dalam kurun waktu 20 tahun (tahun 2017-2037) mengalami defisit atau kekurangan air. Apabila dilakukan pemeliharaan dan pengelolaan air dengan baik maka pada tahun 2027 kebutuhan air di DAS Paguyaman akan terpenuhi dan pada tahun 2032 sampai tahun 2027 akan mengalami surplus atau air berlebih

4.2. Saran

Penelitian ini diharapkan bisa dilanjutkan dengan menganalisis kebutuhan air setiap industri yang ada di DAS Paguyaman. Selain kebutuhan air industri, kebutuhan air pertanian juga perlu dilakukan karena sebagian besar penggunaan air di DAS Paguyaman dimanfaatkan untuk sektor irigasi

DAFTAR PUSTAKA

- Asdak, Chay. (2010). Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Air Sungai: Edisi. Revisi Kelima. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press Yogyakarta.
- [Balai Besar Wilayah Sungai Sulawesi II]. 2019. Buku Debit, Curah Hujan dan Klimatologi Provinsi Gorontalo.
- [Balai Pengelolaan Sungai dan Hutan Lindung Bone Bolango]. 2012. Monitoring dan Evaluasi Kinerja DAS Paguyaman. Provinsi Gorontalo
- Muljarjadi, B. (2017) Dinamika Penduduk: Pertumbuhan Penduduk, Fertilitas Mortalitas dan Migrasi. Laporan Kemajuan Penelitian

Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas
Padjajaran.

- Mustafri, (2014). Analisis Potensi Sumberdaya Air di Daerah Sungai Singkil Menggunakan Model Tangki. *Jurnal Rona Teknik Pertanian*, Volume 7(1). April 2014
- [Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat]. 2012. *Pengelolaan DAS Paguyaman.. Provinsi Gorontalo*
- Purwanto, M.Y.J. (2007). Kebutuhan Air Sektoral untuk Pengembangan DAS. *Jurnal Agritech*, Vol 27, No.2 Juni 2007