

ANALISIS NERACA AIR SUNGAI BIYONGADI TITIK BENDUNG HULUDUPITANGO KABUPATEN GORONTALO

Syalia Ayu Fitriana Djokja

Jeffry S. F. Sumarauw, Liany A. Hendratta

Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado

Email : yayudjokja@gmail.com

ABSTRAK

Bendung Huludupitango memanfaatkan air dari Sungai Biyonga untuk mengairi lahan irigasi seluas 1.150 ha sawah fungsional di daerah irigasi desa Biyonga dan sekitarnya. Akan tetapi, pada musim kemarau debit di Bendung Huludupitango mengalami penurunan sehingga tidak mampu menyuplai air secara maksimal untuk kebutuhan irigasi yang menyebabkan para petani mengalami kerugian akibat gagal panen. Berdasarkan hal tersebut, maka diperlukan studi mengenai analisis neraca air untuk melihat keseimbangan antara ketersediaan dan kebutuhan air di DAS Biyonga.

Analisis neraca air dilakukan dengan membandingkan ketersediaan dan kebutuhan air di DAS Biyonga agar dapat diketahui apakah jumlah air mengalami kelebihan ataupun kekurangan. Ketersediaan air dihitung menggunakan metode NRECA (National Rural Electric Cooperative Association) dengan masukan data curah hujan, evapotranspirasi dan parameter DAS untuk mencari debit andalan $Q_{80\%}$ dan ketersediaan air untuk pemeliharaan sungai $Q_{95\%}$. Kebutuhan air yang dihitung adalah kebutuhan air untuk lahan irigasi.

Hasil dari analisis neraca air menunjukkan bahwa ketersediaan air di DAS Biyonga tidak mampu memenuhi kebutuhan air untuk lahan irigasi di sekitar DAS Biyonga. Masa tanam yang digunakan perlu disesuaikan sehingga ketersediaan air dapat memenuhi kebutuhan lahan irigasi untuk lahan fungsional.

Kata Kunci: DAS Biyonga, Bendung Huludupitango, Metode NRECA, Neraca Air

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Sungai Biyonga yang berada di Kecamatan Limboto Kabupaten Gorontalo, merupakan salah satu diantara 4 sungai besar dalam lingkup DAS Limboto yang bermuara ke Danau Limboto dengan panjang sungai 20,45 km. Pada Sungai Biyonga ini terdapat Bendung Huludupitango yang berguna sebagai penunjang kegiatan di bidang pertanian. Bendung Huludupitango ini terletak di Desa Biyonga dengan luas daerah tangkapan airnya adalah 58,82 km². Bendung ini menyuplai kebutuhan air untuk 1.150 ha sawah fungsional di daerah irigasi Desa Biyonga dan sekitarnya. Adapun desa-desa yang mendapatkan suplai air dari bendung ini untuk kebutuhan lahan sawah mereka yaitu Desa Biyonga, Desa Kayubulan, dan Desa Kayumerah.

Musim kemarau di Indonesia biasanya terjadi antara bulan Maret-September. Pada bulan Agustus hingga September tahun 2019, Kecamatan Limboto merupakan salah satu kecamatan di Provinsi Gorontalo yang mengalami kekeringan akibat musim kemarau. Dampak yang dirasakan warga kecamatan

Limboto akibat kekeringan ini antara lain kekurangan air bersih dan gagal panen. Hal tersebut mengakibatkan sejumlah petani mengalami kerugian.

Oleh karena itu perlu dilakukan analisis neraca air untuk menghitung keseimbangan antara ketersediaan air sungai dan kebutuhan air sungai. Harapannya, dengan studi analisis ini dapat membantu mengatur keseimbangan penggunaan air sungai dimasa datang sehingga bisa digunakan lebih optimal dan efisien.

Rumusan Masalah

Pada saat kemarau, debit air di sungai Biyonga menurun, akibatnya Bendung Huludupitango tidak dapat menyuplai kebutuhan air secara maksimal untuk kebutuhan irigasi di Desa Biyonga dan sekitarnya.

Pembatasan Masalah

Penelitian dibatasi pada hal-hal sebagai berikut:

1. Data curah hujan yang digunakan 12 tahun dari pos curah hujan yang berada di sekitar DAS Biyonga yakni MRG DAS Bolango Bone Dulamayo Selatan, DAS Biyonga

- Huludupitango, dan Klimatologi DAS Limboto Hepuhulawa
- Analisis yang dilakukan untuk mendapatkan debit andalan, dengan lokasi yang akan ditinjau adalah Bendung Huludupitango Desa Biyonga.
 - Analisis kebutuhan air untuk daerah irigasi fungsional di Desa Biyonga

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keseimbangan antara ketersediaan air (*Supply*) dan kebutuhan air (*Demand*) yang ada di Sungai Biyonga di titik Bendung Huludupitango.

Manfaat Penelitian

Dari hasil penelitian dalam tugas akhir ini dapat bermanfaat untuk mengetahui potensi atau ketersediaan air di Sungai Biyonga.

LANDASAN TEORI

Daerah Aliran Sungai

Daerah aliran sungai (DAS) adalah daerah yang dibatasi oleh punggung-punggung gunung/pegunungan dimana air hujan yang jatuh di daerah tersebut akan mengalir menuju sungai utama pada suatu titik/stasiun yang ditinjau. Dalam menentukan batas-batas DAS, yang perlu dipahami adalah bagaimana menentukan arah limpasan permukaan dari garis-garis kontur yang ada.

Teori Penetapan DAS

Penetapan batas-batas DAS diperlukan untuk mengetahui batas-batas DAS yang akan dianalisis. Penetapan ini dilakukan dari peta topografi di mana nantinya akan ditetapkan titik-titik tertinggi di sekeliling sungai yang dimaksudkan dan masing-masing titik tersebut dihubungkan satu dengan lainnya sehingga membentuk suatu garis utuh yang bertemu titik pangkalnya. Garis tersebut merupakan batas DAS di titik kontrol tertentu.

Teori Perbandingan DAS

Pemodelan perbandingan DAS dapat digunakan untuk mengisi data-data yang hilang ataupun tidak tersedia. Teori ini bisa digunakan apabila letak titik pemodelan ada pada DAS yang sama dengan titik data terukur. Nantinya dengan menggunakan perbandingan luas DAS titik terukur dan luas DAS titik pemodelan, dapat dihitung data-data yang hilang ataupun tidak

tersedia ini. Sebagai contoh untuk mencari data debit pada suatu titik pemodelan, dapat digunakan rumus sebagai berikut:

$$Q_{model} = \frac{Q_{observed} \times A_{model}}{A_{observed}}$$

dengan:

$$\begin{aligned} Q_{model} &= \text{Debit yang akan dimodelkan} \\ Q_{observed} &= \text{Debit terukur/tersedia} \\ A_{model} &= \text{Luas DAS titik data pemodelan} \\ A_{observed} &= \text{Luas DAS titik data terukur} \end{aligned}$$

Siklus Hidrologi

Siklus hidrologi merupakan proses berkelanjutan dimana air bergerak dari bumi ke atmosfer dan kemudian kembali ke bumi lagi (dikutip dalam Karim dkk., 2016).

Presipitasi

Presipitasi adalah proses mencairnya awan akibat pengaruh suhu udara yang tinggi, pada proses inilah hujan terjadi. Presipitasi meliputi semua air yang jatuh dari atmosfer ke atas permukaan bumi berupa kabut, embun, hujan, hujan salju, ataupun hujan es.

Analisis Curah Hujan

Curah hujan rata-rata dari hasil pengukuran hujan di beberapa stasiun pengukuran dapat dihitung dengan metode *Polygon Thiessen*. Metode ini dipandang cukup baik karena memberikan koreksi terhadap kedalaman hujan sebagai fungsi luas daerah yang dianggap mewakili.

Evapotranspirasi Metode Penman-Monteith

Evapotranspirasi adalah seluruh proses penguapan yang terjadi dari permukaan bertanaman (*vegetated surface*) maupun dari permukaan bumi. Nilai dari evapotranspirasi merupakan penjumlahan dari evaporasi (*evaporation*) dan transpirasi (*transpiration*) yang berlangsung secara bersamaan. Faktor-faktor yang dianggap berpengaruh terhadap besarnya evapotranspirasi dibedakan menjadi evapotranspirasi potensial (PET) dan evapotranspirasi aktual (AET).

Penghitungan evapotranspirasi metode FAO Penman–Monteith *Modification*, memerlukan beberapa data iklim dan topografi.

Data iklim yang dibutuhkan antara lain:

- Suhu udara rata-rata dalam satuan derajat celsius (°C);
- Kelembaban relatif rata-rata dalam persen (%);

- c. Kecepatan angin rata-rata dalam satuan meter per detik (m/det);
- d. Lama penyinaran matahari dalam satu hari yang dinyatakan dengan satuan jam atau dalam presentase n/N (%).

Data topografi yang dibutuhkan:

- a. Elevasi atau *altitude* stasiun pengamatan klimatologi dalam satuan meter di atas permukaan air laut;
- b. Letak garis lintang lokasi stasiun pengamatan klimatologi yang dinyatakan dalam derajat, kemudian dikonversi dalam radian dengan 2π radian = 360 derajat.

Pengolahan data cuaca untuk perhitungan evapotranspirasi tanaman acuan dengan metode FAO Penman-Monteith Modifikasi perlu dilakukan mengingat pencatatan data di lapangan yang berbeda-beda. Perhitungan evapotranspirasi tanaman acuan dengan metode FAO Penman-Monteith Modifikasi (Sumarauw, 2018) adalah:

$$ET_o = c[W \times R_n + (1 - W)f(U)(e_a - e_d)]$$

Dengan:

- ET_o = Evapotranspirasi tanaman acuan (mm/hari)
- R_n = Radiasi matahari netto di atas permukaan tanaman
- W = Faktor bobot sebagai pengaruh dari radiasi matahari ($MJ/m^2/hari$);
- $(1 - W)$ = Faktor bobot sebagai pengaruh kelembaban dan angin
- c = Faktor koreksi pergantian malam dan siang
- $f(U)$ = Fungsi pengaruh kecepatan angin
- e_d = Tekanan uap air jenuh (kPa);
- e_a = Tekanan uap air aktual (kPa);
- $(e_d - e_a)$ = Perbedaan tekanan uap air aktual dengan tekanan uap air jenuh

Persamaan Dasar Model NRECA

Persamaan dasar keseimbangan air yang digunakan pada metode NRECA adalah sebagai berikut:

$$RO = Rb - AE + \Delta S$$

dengan:

- RO = Run Off / Aliran Permukaan
- Rb = Precipitation / Presipitasi
- AE = Actual Evaporation
- ΔS = Delta Storage

Kalibrasi Model

Hasil analisis debit metode NRECA tidak dapat langsung digunakan karena hasilnya masih diragukan, sehingga diperlukan langkah kalibrasi model untuk mengetahui kelayakan dan ketepatan data tersebut. Langkah-langkah untuk melakukan kalibrasi model adalah sebagai berikut:

1. Mencoba nilai parameter PSUB dan GWF (parameter sensitifitas tinggi) serta mencoba nilai parameter C, Storage, GWS, serta CROPF hingga bisa didapat nilai perbedaan debit analisis dan debit terukur yang minimum
2. Mencoba nilai bobot pengaruh stasiun hujan (jika terdapat lebih dari 1 stasiun hujan dalam DAS).
3. Tidak memasukkan data debit terukur untuk bulan-bulan yang penyimpangan debit analisis dan debit terukurnya sangat besar.

Koefisien Determinasi (r^2)

Uji Koefisien Determinasi digunakan untuk menilai tingkat kemiripan model hidrologi antara hasil debit analisis dan debit terukur. Dirumuskan dengan persamaan sebagai berikut:

$$r^2 = \left(\frac{\sum_{i=1}^n (QO_i - \overline{QO})(QP_i - \overline{QP})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (QO_i - \overline{QO})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (QP_i - \overline{QP})^2}} \right)^2$$

dengan:

- r^2 = Nilai uji Koefisien Determinasi
- Qo = Debit terukur
- Qp = Debit analisis

Nilai uji Koefisien Determinasi (r^2) berkisar antara $-\infty$ sampai 1. Jika nilainya adalah 1 ($r = 1$) menandakan bahwa data analisis dan data terukur sangatlah mirip. Pada dasarnya, jika nilai Koefisien Determinasi (r^2) mendekati 1 maka semakin akurat data debit analisis.

Analisis Debit Andalan

Debit andalan adalah debit minimum sungai yang dipengaruhi oleh nilai probabilitas. Berdasarkan KP-01, untuk perencanaan irigasi debit andalan yang akan digunakan adalah debit Q_{80} , yang artinya debit tersebut mempunyai kemungkinan akan terjadi sebesar 80% dan tidak terpenuhi sebesar 20%.

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2011 tentang Sungai, aliran pemeliharaan sungai adalah aliran air minimum yang harus tersedia di sungai untuk menjaga kehidupan ekosistem sungai.

Perlindungan aliran pemeliharaan dilakukan dengan mengendalikan ketersediaan debit andalan 95%.

Tingkat keandalan debit dihitung berdasarkan nilai probabilitas kejadian mengikuti rumus Weibull sebagai berikut:

$$P(\%) = \frac{m1}{n + 1} \times 100\%$$

dengan:

$P(\%)$ = Probabilitas terjadinya kumpulan nilai yang akan diharapkan selama periode pengamatan (%)

$m1$ = Nomor urut data

n = Jumlah data

Perhitungan dilakukan dengan mengurutkan semua data hujan pada semua tahun pengamatan pada bulan yang sama dengan data yang paling besar pada nomor urut 1 sampai data yang paling kecil pada nomor urut terakhir. Kemudian dicari nilai debit pada probabilitas 80% dan 95%, jika diperlukan bisa dilakukan interpolasi untuk mendapatkan nilai antara.

Analisis Kebutuhan Air Irigasi

Kebutuhan air irigasi adalah jumlah volume air yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan evaporasi, kehilangan air, kebutuhan air pada tanaman dengan memperkatikan jumlah air yang diberikan oleh alam melalui air hujan dan kontribusi air tanah. (Mawardi & Muhjidin, 2011)

Tahapan perhitungan kebutuhan air irigasi dibagi atas 2 tahapan, yaitu:

1. Kebutuhan air selama penyiapan lahan.
2. Kebutuhan air untuk pertumbuhan tanaman.

Untuk perhitungan kebutuhan air netto untuk penyiapan lahan digunakan persamaan sebagai berikut:

$$NFR^* = IR - Re$$

dengan:

NFR^* = Kebutuhan air selama masa persiapan lahan/LP (mm/hari)

IR = Kebutuhan air irigasi di tingkat persawahan (mm/hari)

Re = curah hujan efektif rata-rata selama periode penyiapan lahan tanaman (mm/hari)

Nilai kebutuhan air untuk pertumbuhan tanaman dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$NFR^{**} = ETc + p + WLR - Re$$

dengan:

NFR^{**} = Kebutuhan air selama masa tanam/ C (mm/hari);

ETc = Penggunaan air konsumtif tanaman;

p = Perkolasi;

WLR = Penggantian lapisan air;

Re = Curah hujan efektif.

Kebutuhan air irigasi sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu: Penyiapan lahan, Perkolasi (p), Curah hujan efektif (Re), Areal tanam sawah (As), Penggunaan air konsumtif (ETc), Pergantian lapisan air; (WLR), dan Efisiensi.

Analisis Neraca Air

Neraca air merupakan kesetimbangan antara ketersediaan air dan kebutuhan air. Persamaan yang dapat digunakan adalah sebagai berikut:

$$Neraca\ Air = Ketersediaan - Kebutuhan$$

Jika hasil neraca air positif, menandakan terdapat kelebihan air sedangkan jika neraca air negatif, menandakan terjadi kekurangan air di lokasi yang diteliti.

METODOLOGI PENELITIAN

Gambaran Umum Lokasi Penelitian

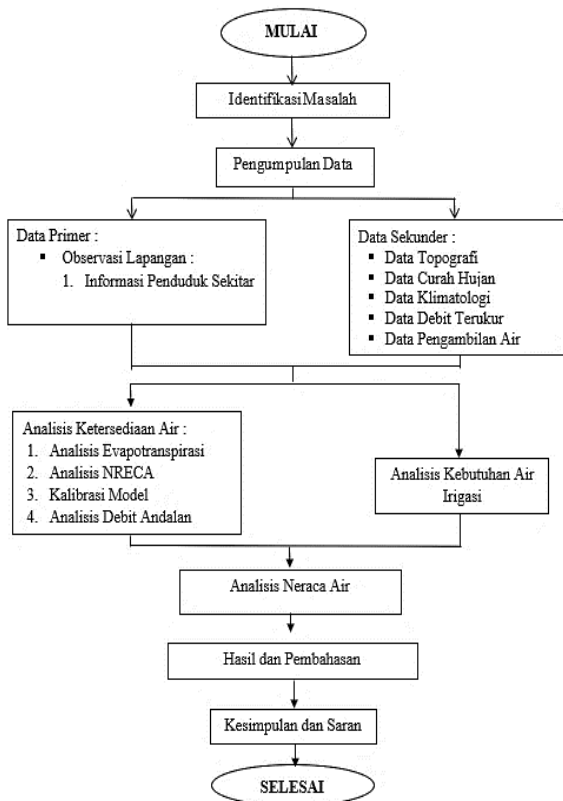
Sungai Biyonga terletak di Kecamatan Limboto Kabupaten Gorontalo, Provinsi Gorontalo. Di sungai ini dibangun bendung yang secara administrasi berada di desa Biyonga kecamatan Limboto kabupaten Gorontalo, berfungsi sebagai titik sumber pengambilan air yang dimanfaatkan sebagai penunjang kegiatan di bidang Pertanian. Secara geografis Bendung Huludupitango berada pada posisi $0^{\circ}39'45''$ LU dan $122^{\circ}59'06''$ BT.



Gambar 1. Tampak Bendung Huludupitango

Bagan Alir Penelitian

Tahapan pelaksanaan penelitian dipresentasikan dalam bentuk bagan berikut:



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

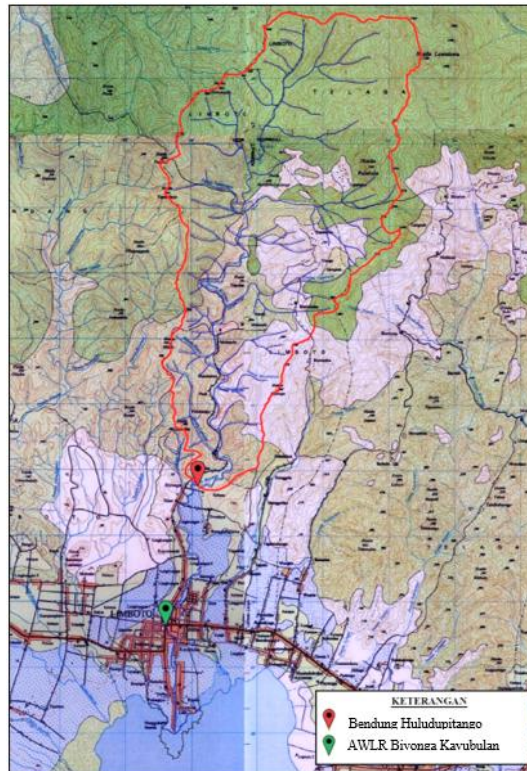
ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Analisis Daerah Aliran Sungai

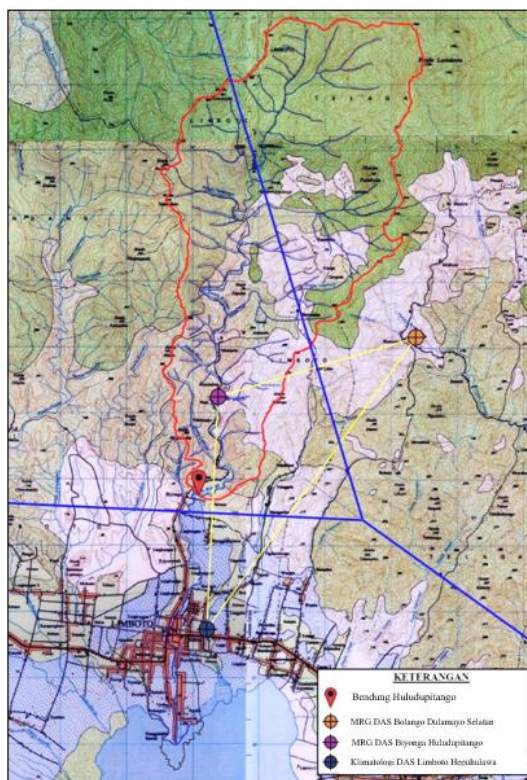
Bendung Huludupitango merupakan titik kontrol di penelitian ini. DAS Biyonga di titik bendung Huludupitango dengan luas 58,6282 km² merupakan bagian dari DAS Biyonga di titik jembatan biyonga yang memiliki luas 67,0992 km². Dengan Demikian Das biyonga di titik jembatan biyonga dapat digunakan sebagai perbandingan dengan DAS biyonga di titik bendung Huludupitango untuk mendapatkan nilai debit pada titik bendung Huludupitango.

Analisis Curah Hujan

Data Curah hujan yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari pos hujan terdekat dari lokasi DAS yang akan diteliti. Terdapat 3 pos hujan yaitu MRG DAS Bolango Bone Dulamayo Selatan, DAS Biyonga Huludupitango, dan Klimatologi DAS Limboto Hepuhulawa.



Gambar 3. DAS Biyonga
Sumber: Data Balai Wilayah Sungai Sulawesi II



Gambar 4. Gambar Daerah Pengaruh tiap pos Hujan
Sumber: Data Balai Wilayah Sungai Sulawesi II

Diketahui luas pengaruh pos hujan MRG DAS Biyonga Hulusupitango adalah 28,951 km² dan luas pengaruh pos hujan MRG DAS Bolango Dulamayo Selatan adalah 29,678 km², sedangkan luas pengaruh pos hujan Klimatologi DAS Limboto Hepuhulawa adalah 0 sehingga data curah hujan Klimatologi DAS Limboto Hepuhulawa tidak akan digunakan pada penelitian ini.

Tabel 1. Data Curah Hujan Rerata Sungai Biyonga

BULAN	PER	TAHUN											
		2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
JAN	I	90.55	24.38	66.41	56.49	37.22	43.42	49.40	96.40	68.08	32.03	49.86	287.68
	II	75.63	140.74	126.55	91.94	105.44	127.12	80.51	25.35	46.47	79.91	113.00	94.27
FEB	I	26.17	61.32	32.61	81.61	199.41	21.72	99.92	10.46	77.25	2.58	51.43	109.93
	II	45.92	33.63	48.58	3.24	132.82	193.42	42.69	11.54	13.80	4.81	154.99	41.23
MAR	I	4.94	202.18	51.03	0.00	117.24	163.26	11.53	19.26	0.00	2.89	142.00	92.36
	II	89.35	250.46	84.75	30.04	137.80	48.08	104.43	60.54	30.18	0.00	51.68	210.84
APR	I	41.59	100.10	178.44	53.63	67.56	160.35	144.46	13.23	37.01	21.87	59.65	62.00
	II	225.51	182.11	92.19	262.11	166.09	53.71	173.40	110.88	68.15	55.73	125.40	283.25
MEI	I	158.14	67.69	122.08	111.64	101.17	126.82	235.87	245.88	184.90	214.30	131.67	29.57
	II	42.94	31.52	59.02	204.03	51.01	74.64	150.20	76.25	50.82	77.27	79.76	320.94
JUN	I	183.68	205.23	39.95	136.12	80.46	76.46	144.61	62.86	94.41	92.95	172.43	30.24
	II	215.21	4.71	59.56	195.19	25.16	2.22	36.16	84.39	111.91	184.99	39.81	149.42
JUL	I	22.86	114.39	12.35	150.51	3.65	237.09	157.89	7.79	0.46	93.01	107.53	120.01
	II	297.49	90.33	33.86	250.23	38.47	112.18	81.96	2.08	4.25	80.96	11.89	0.00
AGT	I	97.37	5.47	0.00	150.40	0.00	0.00	111.10	89.01	0.00	33.65	43.00	53.02
	II	113.47	195.14	3.19	140.00	4.99	58.00	86.62	62.85	2.68	5.62	74.46	0.00
SEP	I	148.49	122.58	0.00	203.38	19.11	17.70	8.69	1.11	0.00	142.29	29.52	10.77
	II	0.00	31.00	0.00	261.61	16.30	74.08	23.66	2.53	0.00	152.90	63.28	2.73
OKT	I	29.13	55.62	76.23	128.58	46.18	22.38	20.34	0.00	0.00	82.86	77.45	173.91
	II	143.01	225.99	135.16	193.58	247.21	174.18	5.92	78.81	192.11	385.04	101.42	8.54
NOV	I	59.05	283.22	112.52	117.76	57.23	246.69	70.63	128.99	130.80	47.40	51.84	111.40
	II	215.93	143.91	163.58	93.38	143.18	171.01	107.11	163.32	190.71	106.64	182.89	118.62
DES	I	264.14	157.34	34.93	224.37	153.92	141.47	228.12	61.12	32.90	134.41	114.77	226.66
	II	267.09	133.58	17.19	82.02	114.32	147.03	69.44	164.46	7.68	49.90	32.58	168.00
JUMLAH		2857.65	2862.64	1550.17	3221.84	2065.95	2493.22	2244.64	1579.10	1344.55	2084.01	2062.31	2705.40
RATA-RATA								2255.96					

Analisis Data Debit

Data debit yang digunakan merupakan data debit terukur dari stasiun terdekat yaitu AWLR Biyonga Kayubulan yang terletak di jembatan Biyonga.

Tabel 2. Data Debit Terukur AWLR Biyonga Kayubulan yang terletak di Jembatan Biyonga

BULAN	PER	TAHUN											
		2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
JAN	I	137.54	14.75	171.10	109.76	24.04	21.70	260.81	13.08	19.67	0.45	4.24	45.04
	II	165.21	76.39	132.39	105.07	27.58	17.03	148.53	2.32	9.00	0.49	20.69	35.43
FEB	I	130.59	19.04	109.88	103.12	47.40	8.21	96.52	0.21	6.60	0.33	10.98	33.85
	II	128.15	7.43	128.11	107.37	47.40	34.33	59.78	0.14	4.61	0.28	27.02	12.99
MAR	I	127.93	35.42	136.60	109.07	46.94	32.76	34.54	0.78	3.73	0.27	36.47	17.77
	II	156.67	95.69	168.79	102.28	81.40	10.87	48.96	1.97	0.99	0.16	13.58	14.14
APR	I	125.47	43.92	165.25	94.19	43.76	41.67	19.11	0.02	0.34	0.00	17.52	9.68
	II	141.84	36.48	190.36	113.51	24.78	32.83	22.85	0.00	0.51	1.07	19.89	24.49
MEI	I	144.54	28.45	162.71	111.08	25.15	25.51	311.97	13.27	10.82	17.62	39.96	17.22
	II	134.91	22.26	162.18	13.95	18.36	36.89	182.10	7.10	1.21	4.02	49.29	119.25
JUN	I	168.77	51.90	99.02	16.76	19.00	18.90	191.04	1.00	13.28	5.97	67.74	44.44
	II	198.30	18.26	35.53	79.52	17.16	16.99	49.73	0.74	9.32	23.12	19.00	43.38
JUL	I	125.02	25.91	17.99	45.31	10.35	27.60	77.15	0.00	0.42	13.52	16.21	34.76
	II	251.74	18.19	14.82	84.94	13.83	30.96	144.00	0.00	0.00	10.93	6.31	13.90
AGT	I	175.56	21.58	7.70	62.53	5.25	11.88	63.71	0.00	0.00	4.10	2.51	9.84
	II	126.88	39.50	7.24	49.92	4.36	12.53	37.68	0.00	0.00	1.92	10.15	4.42
SEP	I	156.65	53.26	37.02	49.38	2.23	6.41	10.12	0.00	0.00	2.64	1.42	3.41
	II	117.13	53.37	34.82	119.93	6.14	3.87	4.20	0.00	0.00	20.76	38.22	3.06
OKT	I	114.45	17.92	6.19	98.98	2.17	1.49	1.48	0.00	0.00	7.12	16.28	4.91
	II	117.84	49.33	6.64	62.86	27.47	11.26	0.21	0.08	0.52	162.39	9.74	5.15
NOV	I	125.28	75.69	51.05	45.96	6.63	34.81	0.01	1.43	2.28	30.07	6.71	4.93
	II	136.23	66.37	64.77	32.58	16.88	20.46	2.35	14.96	16.58	10.75	9.90	10.74
DES	I	191.92	40.37	47.35	62.45	48.42	27.73	76.51	8.66	0.87	27.72	3.75	31.66
	II	307.02	6.40	49.03	52.31	13.29	36.75	25.87	49.00	0.00	10.16	1.48	17.72

Karena tidak tersedianya data debit di lokasi penelitian, maka akan dilakukan perhitungan debit dengan menggunakan teori perbandingan luas.

Tabel 3. Data Debit Hasil Analisis Regional Perbandingan Luas (m³/detik)

BULAN	PER	TAHUN											
		2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
JAN	I	120.18	12.89	149.50	95.90	21.01	18.96	227.88	11.43	17.19	0.39	3.70	39.35
	II	144.35	66.75	115.68	91.81	24.10	14.88	129.78	2.03	7.86	0.43	18.08	30.96
FEB	I	114.10	16.64	96.01	90.10	41.42	7.17	84.33	0.18	5.77	0.29	9.59	29.58
	II	111.97	6.49	111.94	93.82	41.42	30.00	52.23	0.12	4.03	0.24	23.61	11.35
MAR	I	111.78	30.95	119.35	95.30	41.01	28.63	30.18	0.68	3.26	0.24	31.87	15.53
	II	136.89	83.61	147.48	89.37	71.12	9.50	42.78	1.72	0.87	0.14	11.87	12.35
APR	I	109.63	38.38	144.39	82.30	38.24	36.41	16.70	0.02	0.30	0.00	15.31	8.46
	II	123.93	31.87	166.33	99.18	21.65	28.69	19.97	0.00	0.45	0.93	17.38	21.40
MEI	I	126.29	24.86	142.17	9.68	21.97	22.29	272.59	11.59	9.45	15.40	34.92	15.05
	II	117.88	19.45	141.71	12.19	16.04	32.23	159.11	6.20	1.06	3.51	43.07	104.20
JUN	I	147.46	45.35	86.52	14.64	16.60	16.51	166.92	0.87	11.60	5.22	59.19	38.83
	II	173.27	15.95	31.04	69.48	14.99	14.85	43.45	0.65	8.14	20.20	16.60	37.90
JUL	I	109.24	22.64	15.72	39.59	9.04	24.12	67.41	0.00	0.37	11.81	14.16	30.37
	II	219.96	15.89	12.95	74.22	12.08	27.05	125.82	0.00	0.00	9.55	5.51	12.15
AGT	I	153.40	18.86	6.73	54.64	4.59	10.38	55.67	0.00	0.00	3.58	2.19	8.60
	II	110.86	34.51	6.33	43.62	3.81	10.95	32.92	0.00	0.00	1.68	8.87	3.86
SEP	I	136.87	46.54	32.35	43.15	1.95	5.60	8.84	0.00	0.00	2.31	1.24	2.98
	II	102.34	46.63	30.42	104.79	5.36	3.38	3.67	0.00	0.00	18.14	33.39	2.67
OKT	I	100.00	15.66	5.41	86.48	1.90	1.30	1.29	0.00	0.00	6.22	14.22	4.29
	II	102.96	43.10	5.80	54.92	24.00	9.84	0.18	0.07	0.45	141.89	8.51	4.50
NOV	I	109.46	66.13	44.61	40.16	5.79	30.42	0.01	1.25	1.99	26.27	5.86	4.31
	II	119.03	40.52	56.59	28.47	14.75	17.88	2.05	30.55	14.49	9.39	8.65	9.38
DES	I	167.69	5.30	41.37	54.57	42.31	24.23	66.85	7.57	0.76	24.22	3.28	27.66
	II	268.26	5.59	42.84	45.71	11.61	32.11	22.60	42.81	0.00	8.88	1.29	15.48

Analisis Evapotranspirasi Metode FAO Penman-Monteith Modifikasi

Perhitungan dilakukan dengan periode data setengah bulanan dan data klimatologi.

Analisis Ketersediaan Air Metode NRECA

Data-data dasar yang diperlukan untuk menghitung ketersediaan air menggunakan metode NRECA, yaitu:

- Luas DAS = 58,628 Km²
- Curah Hujan Rerata Tahunan = 2256 mm
- NOMINAL = 663,99
- PSUB = 0,8
- GWF = 0,2
- CROFF = 1,1
- SMS = 980,5
- GWS = 370,5

Tabel 4. Analisis Ketersediaan Air Metode NRECA Sebelum Kalibrasi Tahun 2011

TAHUN	MONTH	n	h ₀	PER												EXCESS MONST RATIO	EXCM	AS	ROW	GROUND WATER STORAGE		DF	TOTAL DISCHARGE	HALFMONTHLY DISCHARGE	Q _{obs}
				SMS	SR	h ₀ ETP	AEI	WB	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)					(mm)	(mm)				
2011	Jan	15	37.22	39.24	980.50	1.48	0.9																		

Analisis Neraca Air

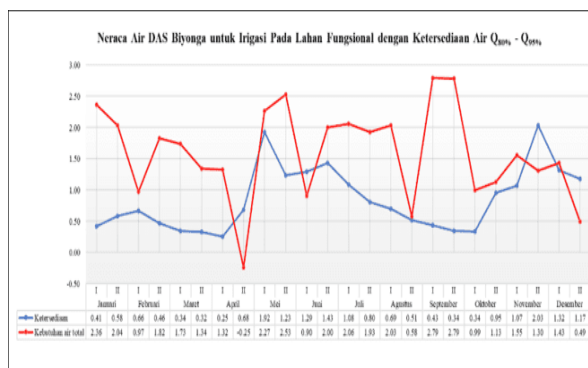
Setelah didapat hasil analisis ketersediaan air dan kebutuhan air DAS Biyonga di titik bending Huludupitango, maka selanjutnya dapat dilihat keseimbangan antara ketersediaan dan kebutuhan air di DAS Biyonga di titik bending Huludupitango.

Neraca air dengan Memperhitungkan Kebutuhan Air Q_{95%}

- Ketersediaan air Q_{80%} dikurangi dengan kebutuhan air Q_{95%}
- Kebutuhan air untuk lahan irigasi fungsional sebesar 1.150 ha

Tabel 9. Neraca Air DAS Biyonga Untuk Lahan Irigasi dengan Ketersediaan Air Q_{80%} - Q_{90%}

Bulan	Periode	Ketersediaan Air Q _{80%} (m ³ /det)	Kebutuhan Air Q _{95%} (m ³ /det)	Kebutuhan air Irigasi (m ³ /det)	Kebutuhan air total (m ³ /det)	Neraca Air (m ³ /det)
Januari	I	0.41	0.15	2.21	2.36	-1.95
	II	0.58	0.19	1.85	2.04	-1.46
Februari	I	0.66	0.18	0.79	0.97	-0.31
	II	0.46	0.14	1.68	1.82	-1.36
Maret	I	0.34	0.10	1.63	1.73	-1.39
	II	0.32	0.08	1.26	1.34	-1.02
April	I	0.25	0.07	1.26	1.32	-1.07
	II	0.68	0.09	-0.33	-0.25	0.92
Mei	I	1.92	0.68	1.59	2.27	-0.34
	II	1.23	0.42	2.11	2.53	-1.29
Juni	I	1.29	0.56	0.34	0.90	0.39
	II	1.43	0.60	1.40	2.00	-0.56
Juli	I	1.08	0.44	1.62	2.06	-0.97
	II	0.80	0.33	1.60	1.93	-1.12
Agustus	I	0.69	0.27	1.76	2.03	-1.34
	II	0.51	0.20	0.37	0.58	-0.06
September	I	0.43	0.17	2.62	2.79	-2.36
	II	0.34	0.14	2.65	2.79	-2.44
Oktober	I	0.34	0.12	0.87	0.99	-0.65
	II	0.95	0.26	0.87	1.13	-0.18
November	I	1.07	0.41	1.14	1.55	-0.49
	II	2.03	0.68	0.62	1.30	0.73
Desember	I	1.32	0.62	0.81	1.43	-0.11
	II	1.17	0.46	0.03	0.49	0.68



Gambar 7. Grafik Neraca Air DAS Biyonga untuk Irigasi Pada Lahan Fungsional dengan Ketersediaan Air Q_{80%} - Q_{90%}

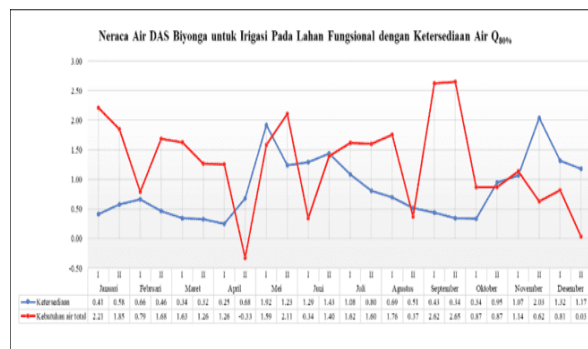
Neraca air Tanpa Memperhitungkan Kebutuhan Air Q_{95%}

- Ketersediaan Air Q_{80%}

- Kebutuhan Air untuk lahan irigasi fungsional sebesar 1150 ha.

Tabel 10. Neraca Air DAS Biyonga Untuk Lahan Irigasi dengan Ketersediaan Air Q_{80%}

Bulan	Periode	Ketersediaan Air Q _{80%} (m ³ /det)	Kebutuhan air Irigasi (m ³ /det)	Neraca Air (m ³ /det)
Januari	I	0.41	2.21	-1.80
	II	0.58	1.85	-1.27
Februari	I	0.66	0.79	-0.13
	II	0.46	1.68	-1.22
Maret	I	0.34	1.63	-1.29
	II	0.32	1.26	-0.94
April	I	0.25	1.26	-1.01
	II	0.68	-0.33	1.01
Mei	I	1.92	1.59	0.34
	II	1.23	2.11	-0.87
Juni	I	1.29	0.34	0.95
	II	1.43	1.40	0.03
Juli	I	1.08	1.62	-0.54
	II	0.80	1.60	-0.80
Agustus	I	0.69	1.76	-1.06
	II	0.51	0.37	0.14
September	I	0.43	2.62	-2.19
	II	0.34	2.65	-2.31
Oktober	I	0.34	0.87	-0.53
	II	0.95	0.87	0.08
November	I	1.07	1.14	-0.07
	II	2.03	0.62	1.41
Desember	I	1.32	0.81	0.50
	II	1.17	0.03	1.14



Gambar 8. Grafik Neraca Air DAS Biyonga untuk Irigasi Pada Lahan Fungsional dengan Ketersediaan Air Q_{80%}

Neraca air Tanpa Memperhitungkan Kebutuhan Air Q_{95%} Dan Masa Tanam Dirubah

- ketersediaan air Q_{80%}
- Kebutuhan air untuk lahan irigasi fungsional sebesar 1.150 ha.
- Masa tanam dirubah menjadi bulan Maret sampai bulan Juni (masa Tanam I), bulan Juli sampai Oktober (masa tanam II), dan bulan November sampai Februari (masa tanam III).

Tabel 11. Neraca Air DAS Biyonga untuk Irigasi Pada Lahan Fungsional dengan Ketersediaan Air Q80% (Masa Tanam dirubah)

Bulan	Periode	Ketersediaan Air Q80% (m ³ /det)	Kebutuhan air Irigasi (m ³ /det)	Neraca Air (m ³ /det)
Januari	I	0,41	1,28	-0,86
	II	0,58	0,87	-0,30
Februari	I	0,66	1,39	-0,73
	II	0,46	1,08	-0,62
Maret	I	0,34	2,56	-2,22
	II	0,32	2,24	-1,91
April	I	0,25	1,34	-1,09
	II	0,68	0,97	-0,29
Mei	I	1,92	0,66	1,27
	II	1,23	1,13	0,10
Juni	I	1,29	0,95	0,34
	II	1,43	0,81	0,62
Juli	I	1,08	2,53	-1,45
	II	0,80	2,55	-1,75
Agustus	I	0,69	1,86	-1,17
	II	0,51	1,78	-1,27
September	I	0,43	1,73	-1,30
	II	0,34	1,76	-1,42
Oktober	I	0,34	1,46	-1,13
	II	0,95	0,21	0,74
November	I	1,07	2,06	-0,99
	II	2,03	1,54	0,49
Desember	I	1,32	0,90	0,42
	II	1,17	1,26	-0,09



Gambar 9. Grafik Neraca Air DAS Biyonga untuk Irigasi Pada Lahan Fungsional dengan Ketersediaan Air Q80% (Masa tanam dirubah)

PEMBAHASAN

Analisis Hidrologi

Dengan data yang diperoleh dari Balai Wilayah Sungai Sulawesi II, analisis hidrologi dapat dilakukan. Data curah hujan diperlukan untuk menghitung curah hujan rerata tahunan. Sedangkan untuk menghitung nilai evapotranspirasi diperlukan data klimatologi yang diambil dari Balai Wilayah Sungai Sulawesi II dan Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Djalaluddin Gorontalo dengan menggunakan metode Evapotranspirasi *FAO Penman Modification*.

Analisis Ketersediaan Air

Proses analisis ketersediaan air dihitung dengan menggunakan metode *NRECA Modified*, dengan memasukkan data utama berupa data curah hujan dan evapotranspirasi. Setelah

perhitungan menggunakan metode *NRECA*, dilakukan proses kalibrasi model menggunakan bantuan *solver* yang ada pada *software Microsoft Excel*.

Dari hasil kalibrasi model didapat parameter-parameter sebagai berikut: Hujan Tahunan = 1472,76mm; SMS = 980,5mm; C = 0,2; NOMINAL = 551,19; PSUB = 0,8; GWF = 0,2; GWS = 370,45; Luas DAS = 58,628 km². Setelah itu, dilakukan perhitungan debit andalan Q_{80%} untuk dibandingkan dengan kebutuhan air.

Hasil analisis debit andalan Q_{80%} adalah: 0,42; 0,59; 0,69; 0,47; 0,34; 0,34; 0,26; 0,75; 1,97; 1,32; 1,29; 1,45; 1,10; 0,82; 0,71; 0,52; 0,44; 0,35; 0,35; 0,99; 1,09; 2,07; 1,33; 1,22.

Hasil analisis debit andalan Q_{95%} adalah: 0,20; 0,25; 0,24; 0,19; 0,14; 0,10; 0,09; 0,12; 0,92; 0,56; 0,75; 0,81; 0,59; 0,44; 0,37; 0,27; 0,23; 0,18; 0,16; 0,34; 0,56; 0,92; 0,83; 0,62.

Analisis Kebutuhan Air

Kebutuhan air yang dominan adalah kebutuhan air untuk lahan irigasi dengan luas lahan fungsional yang dianalisis adalah 1150 Hektar.

Analisis Neraca Air

Setelah diperoleh besarnya ketersediaan air dan kebutuhan air, Tahap akhir adalah melihat keseimbangan antara ketersediaan dan kebutuhan air tersebut. Dari hasil analisis neraca air didapat ketersediaan air Q_{80%} yang dikurangi dengan ketersediaan air Q_{95%} tidak mampu memenuhi kebutuhan air dilahan irigasi. dilakukan penelitian lebih lanjut tentang pola tanam dan masa tanam yang cocok untuk penggunaan air di DAS Biyonga.

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan analisis kebutuhan air sungai untuk lahan fungsional seluas 1.150 ha, dapat disimpulkan bahwa kebutuhan air dengan memperhitungkan Q_{95%} untuk pemeliharaan sungai tidak mencukupi sehingga terjadi defisit air. Hanya 4 periode saja yang tercukupi yaitu pada April II, Juni I, November II, Desember II. Kebutuhan air tanpa memperhitungkan Q_{95%} juga mengalami defisit air yaitu pada bulan Januari I, Januari II, Februari I, Februari II, Maret I, Maret II, April I, Mei II, Juli I, Juli II, Agustus I, September I, September II, Oktober I, dan

November I. Hanya ada 9 dari 24 periode saja yang mengalami kelebihan air dalam setahun. Pada penelitian ini, setelah dilakukan perubahan masa tanam ternyata tetap mengalami defisit sehingga dapat disimpulkan debit sungai yang tersedia sudah tidak mampu untuk melayani lahan irigasi fungsional seluas 1.150 ha.

Saran

Dalam mengoptimalkan pemanfaatan air di sungai, masyarakat petani sebaiknya melakukan sistem golongan agar mengurangi terjadinya puncak kebutuhan air terutama pada saat pengolahan tanah (Penyiapan lahan). Sistem

golongan tersebut dapat berupa pembagian luas areal tanam (fungsional) pada daerah irigasi, di mana sebagian lahan (fungsional) ditanami tanaman padi dan sebagian untuk tanaman palawija pada bulan-bulan yang terjadi defisit air.

Pemerintah dan masyarakat juga berperan penting dalam menginisiasi dan mengupayakan pemeliharaan DAS seperti tidak menebang pohon secara liar, juga melakukan penghijauan kembali. Pemeliharaan DAS perlu dilakukan agar debit air sungai tidak berkurang secara signifikan yang bisa berdampak negatif bagi lahan irigasi yang ada.

DAFTAR PUSTAKA

- _____. *Data Debit Harian Sungai Biyonga*. Balai Wilayah Sungai Sulawesi II, Gorontalo.
- _____. *Data Hujan Harian Pos Hujan Klimatologi DAS Bolango Dulamayo Selatan*. Balai Wilayah Sungai Sulawesi II, Gorontalo.
- _____. *Data Hujan Harian Pos Hujan MRG DAS Biyonga Huludupitango*. Balai Wilayah Sungai Sulawesi II, Gorontalo.
- _____. *Data Klimatologi Bulanan Stasiun Meteorologi Djalaluddin Gorontalo*. Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, Gorontalo.
- _____. *Luas Lahan sawah fungsional*. Balai Wilayah Sungai Sulawesi II, Gorontalo.
- _____. *Standar Perencanaan Irigasi-Kriteria Perencanaan Bagian Jaringan Irigasi KP-01*. Direktorat Jendral Pengairan, Jakarta
- Karim, I. A. N. S. A., Supit, Cindy J., Hendratta, Liany A., 2016. *Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih Di Desa Motongkad Utara Kecamatan Nuangan Kabupaten Bolaang Mongondow Timur*, Sipil Statik Vol.4 No.11 November 2016 (705-714) ISSN: 2337-6732, Universitas Sam Ratulangi Manado.
- Republik Indonesia, Peraturan Pemerintah Nomor 38 tahun 2011 tentang *Sungai*.
- Sumarauw, J. S. F. 2018. *Bahan Ajar Debit Andalan*, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Sumarauw, J. S. F. 2018. *Bahan Ajar Metode Perhitungan Evapotranspirasi*, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Sumarauw, J. S. F. 2018. *Bahan Ajar Model Rainfall-Runoff NRECA*, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Sumarauw, J. S. F. 2018. *Bahan Ajar Rekayasa Hidrologi*, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi, Manado.