



## Analisis Neraca Air Sungai Alopohu Di Titik Bendung Alopohu Kabupaten Gorontalo

Gerald C. A. Nayoan<sup>#a</sup>, Jeffry S. F. Sumarauw<sup>#b</sup>, Liany A. Hendratta<sup>#c</sup>

<sup>#</sup>Program Studi Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia  
<sup>a</sup>gerald.nayoan@gmail.com, <sup>b</sup>jeffrysumarauw@unsrat.ac.id, <sup>c</sup>lianyhendratta@unsrat.ac.id

### Abstrak

Sungai Alopohu yang terletak di Kabupaten Gorontalo dimanfaatkan untuk mengairi lahan irigasi D.I Alopohu dengan luas fungsional 3462 ha. Akan tetapi, pada periode musim kemarau, debit sungai Alopohu mengalami penurunan drastis. Berdasarkan hal tersebut, maka perlu dilakukan studi mengenai neraca air dan melihat keseimbangan antara ketersediaan dan kebutuhan air Sungai Alopohu. Analisis Neraca Air dilakukan dengan membandingkan ketersediaan air dan kebutuhan air. Ketersediaan air dihitung berdasarkan seri data debit tahun 2007-2021 yang bersumber dari PDA Alopohu-Limehu dan transformasi hujan menjadi aliran menggunakan metode NRECA. Kebutuhan air yang dihitung adalah kebutuhan air irigasi. Hasil analisis neraca air menunjukkan bahwa ketersediaan air Sungai Alopohu tidak mampu memenuhi kebutuhan air D.I Alopohu. Untuk meminimalisir defisit, perlu memberlakukan sistem rotasi dalam pemberian air.

*Kata kunci - sungai Alopohu, metode NRECA, neraca air*

## 1. Pendahuluan

### 1.1. Latar Belakang

Pemanfaatan air erat kaitannya dengan neraca air atau disebut juga keseimbangan air. Keseimbangan air merupakan perbandingan kebutuhan air dengan ketersediaan air. Di lapangan terjadi tiga kondisi terkait neraca keseimbangan air. Kondisi pertama kebutuhan air lebih besar dibandingkan dengan ketersediaan. Kondisi kedua kebutuhan air lebih kecil dibandingkan dengan ketersediaan. Serta kondisi ketiga jumlah ketersediaan air sama dengan kebutuhan air. Kondisi ketiga merupakan kondisi ideal akan tetapi sangat kecil kemungkinan terjadi di lapangan (Komala Sari & Raya Prima, 2023).

Sungai Alopohu yang terletak di Kabupaten Gorontalo merupakan bagian dari DAS Limboto yang bermuara di Danau Limboto. Sungai Alopohu dimanfaatkan untuk pemenuhan kebutuhan air untuk Daerah Irigasi Alopohu dengan luas lahan fungsional 3462 ha sehingga kebutuhan air di Sungai Alopohu akan mengalami peningkatan dari tahun ke tahun. Pada beberapa periode waktu, debit Sungai Alopohu mengalami penurunan drastis akibat musim kemarau yang menyebabkan terhentinya suplai air untuk Daerah Irigasi Alopohu. Salah satu bangunan pengambilan air Daerah Irigasi Alopohu yaitu Bendung Alopohu. Berdasarkan informasi dari penduduk sekitar, pada musim kemarau air Sungai Alopohu tidak lagi melewati mercu bendung Alopohu

Mengingat pentingnya Sungai Alopohu untuk pemenuhan kebutuhan air irigasi dan dengan mempertimbangkan periode musim kemarau yang sulit diprediksi maka perlu dilakukan analisis neraca air untuk mengetahui ketersediaan air dan kebutuhan air di Sungai Alopohu. Dengan adanya analisis neraca air, pengelolaan sumber daya air di Sungai Alopohu dapat lebih dioptimalkan lagi.

### 1.2. Rumusan Masalah

Apakah ketersediaan air dari Sungai Alopohu dapat mencukupi kebutuhan air Daerah Irigasi Alopohu dan untuk pemeliharaan sungai?

### 1.3. Batasan Penelitian

Analisis kebutuhan air untuk luas lahan sawah fungsional dan potensial Daerah Irigasi Alopohu.

### 1.4. Tujuan Penelitian

Untuk mengetahui berapa besar ketersediaan air di Sungai Alopohu dan kebutuhan air Sungai Alopohu.

### 1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah dengan mengetahui neraca air sungai Alopohu diharapkan dapat menjadi acuan bagi pihak-pihak terkait dalam mengelola sungai Alopohu agar lebih optimal dan morfologi sungai dapat terjaga.

## 2. Metode

### 2.1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini berlokasi di Daerah Aliran Sungai Alopohu yang terbentang mulai dari Kecamatan Tibawa dan Kecamatan Bongomeme sampai di titik Bendung Alopohu. Bendung Alopohu sendiri terletak di Desa Bongomeme, Kecamatan Bongomeme, Kabupaten Gorontalo dengan koordinat lokasi  $0^{\circ}37'18.98''$  LU -  $122^{\circ}53'23.73''$  BT



(a)

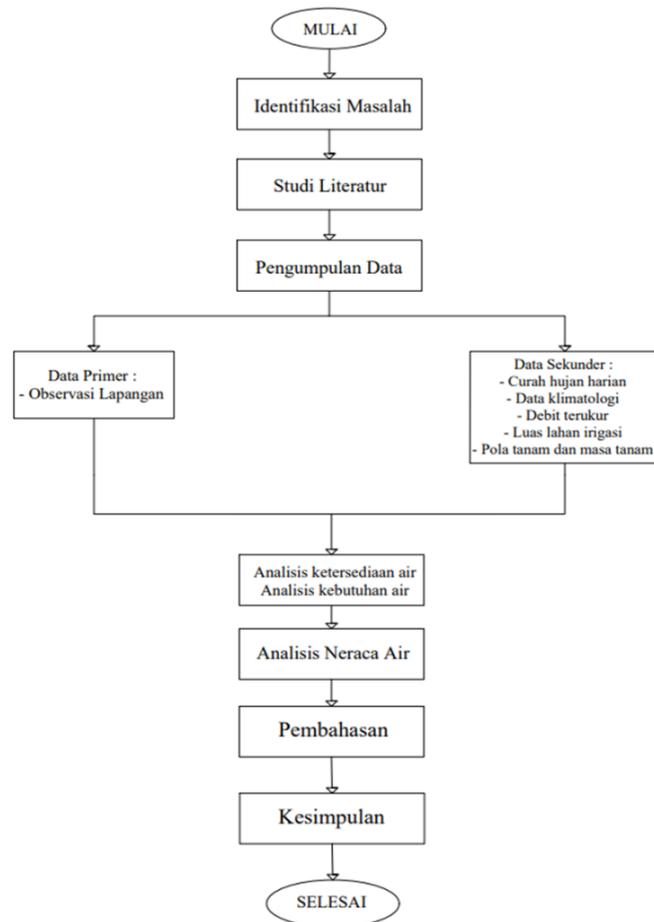


(b)

**Gambar 1.** (a) Lokasi Penelitian (Sumber : Google Earth); (b) Bendung Alopohu (Sumber: BWS Sulawesi II)

### 2.2. Bagan Alir Penelitian

Tahapan–tahapan dalam penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Bagan Alir

### 3. Kajian literatur

#### 3.1. Daerah Aliran Sungai

Daerah aliran sungai (DAS) adalah daerah yang dibatasi oleh punggung-punggungan gunung/pegunungan dimana air hujan yang jatuh di daerah tersebut akan mengalir menuju sungai utama pada suatu titik/stasiun yang ditinjau (Triatmodjo, 2008). Perubahan penutupan lahan yang terjadi memengaruhi kondisi hidrologi dalam suatu DAS. Kondisi hidrologis yang dimaksud yaitu fluktuasi debit (Amaliah et al., 2020). Meningkatnya aliran permukaan disebabkan penurunan kemampuan tanah meretensi air yang ditunjukkan oleh meningkatnya aliran permukaan. Meningkatnya aliran permukaan semakin meningkatkan jumlah hujan yang berubah langsung menjadi debit (Supit & Mamoto, 2016).

Penentuan batas-batas DAS diperlukan untuk menentukan daerah tangkapan air suatu DAS (catchment area). Batas DAS ditentukan dengan menarik garis yang menghubungkan punggung pemisah antara satu DAS dengan DAS lainnya.

#### 3.2. Curah Hujan Kawasan

Curah hujan kawasan dengan Poligon Thiessen dihitung dengan persamaan berikut:

$$P = \frac{A_1 P_1 + A_2 P_2 + \dots + A_n P_n}{A_1 + A_2 + A_3}$$

#### 3.3. Evapotranspirasi

Evapotranspirasi adalah jumlah air total yang dikembalikan lagi ke atmosfer dari permukaan tanah, badan air dan vegetasi oleh adanya pengaruh faktor-faktor iklim dan fisiologis

vegetasi (Asdak, 2022). Perhitungan evapotranspirasi dengan metode Penman yang telah dimodifikasi adalah :

$$ET_0 = C[W R_n + (1 - W)f(u)(e_a - e_d)]$$

### 3.4. Transformasi Hujan-Aliran Metode NRECA

Persamaan dasar keseimbangan air yang digunakan pada metode NRECA adalah:

$$RO = P - AE + \Delta s$$

### 3.5. Debit Andalan

Debit andalan adalah besaran debit yang bisa diandalkan, yang tersedia di suatu sungai yang kejadiannya dihubungkan dengan probabilitas tertentu (Sumarauw, 2022). Tingkat keandalan debit dihitung berdasarkan nilai probabilitas kejadian mengikuti rumus Weibull sebagai berikut

$$P = \frac{m}{n+1} 100\%$$

### 3.6. Uji Validitas dan Kalibrasi Model

#### a. Uji Koefisien Determinasi $R^2$

Pada dasarnya, nilai uji koefisien determinasi adalah sebagai penanda seberapa kuat antara data yang dibangkitkan dengan data sebenarnya (Supit, 2013). Nilai koefisien determinasi berkisar antara 0 sampai 1. Jika nilai  $R^2$  mendekati mendekati 1 maka semakin akurat debit hasil hitungan NRECA.

$$r^2 = \left( \frac{n(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{[n(\sum X^2) - (\sum X)^2][n(\sum Y^2) - (\sum Y)^2]}} \right)^2$$

#### b. Uji Efisiensi Nash-Sutcliffe

Uji efisiensi Nash-Sutcliffe menunjukkan tingkat ketelitian dari korelasi hubungan antara data yang terukur dan terhitung. Pada penelitian ini uji efisiensi Nash-Sutcliffe untuk mengevaluasi keakuratan debit hasil hitungan NRECA.

$$NSE = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (X - Y)^2}{\sum_{i=1}^n (X - \bar{X})^2}$$

### 3.7. Kebutuhan Air Irigasi

Perhitungan kebutuhan air irigasi pada penelitian ini mengacu pada Kriteria Perencanaan Irigasi bagian Jaringan Irigasi (KP-01)

#### a. Kebutuhan bersih air untuk penyiapan lahan

$$NFR^* = IR - Re$$

#### b. Kebutuhan bersih air selama masa tanam

$$NFR^{**} = ET_c + P - Re + WLR$$

### 3.8. Neraca Air

Neraca air merupakan suatu perbandingan antara ketersediaan air dengan kebutuhan air di

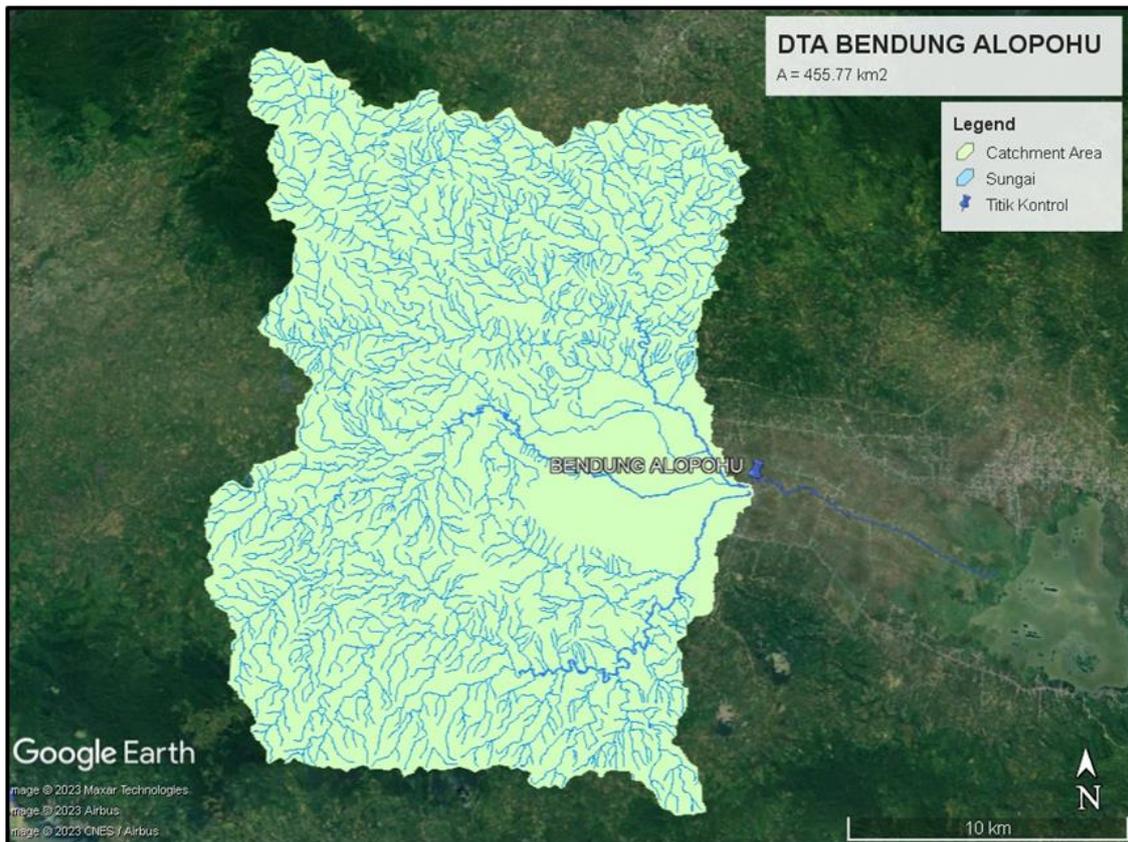
suatu DAS dalam periode tertentu.

$$\text{Neraca Air} = Q_{\text{tersedia}} - Q_{\text{kebutuhan}}$$

#### 4. Hasil dan Pembahasan

##### 4.1. Analisis Luas DAS dan Curah Hujan Kawasan

Penentuan *catchment area* menggunakan bantuan program ArcMap 10.8 dengan menggunakan data Digital Elevation Model (DEM). Diperoleh luas *catchment area* sebesar 455,77 km<sup>2</sup>.



**Gambar 3.** *Catchment area* Bendung Alopohu

Stasiun hujan yang digunakan sebanyak 3 pos hujan yang berada di sekitar Sungai Alopohu, yaitu Pos Hujan DAS Limboto Datahu dengan pencatatan hujan dari tahun 2007-2021, Pos Hujan DAS Limboto Liyodu dengan pencatatan hujan dari Oktober 2020 sampai 2021, dan Pos Hujan DAS Limboto Iloponu dengan pencatatan hujan dari tahun 2012-2021. Data hujan yang didapat berupa data hujan harian kemudian dijadikan data setengah bulanan. Analisis hujan kawasan menggunakan metode Poligon Thiessen. Analisis curah hujan selengkapnya tahun 2007-2021 dapat dilihat pada Tabel 1.

##### 4.2. Analisis Debit Terukur

Data debit terukur didapat dari pos duga air Sungai Alopohu yang berlokasi di Desa Limehu, Kecamatan Tabongo, Kabupaten Gorontalo. Untuk data debit terukur merupakan data debit harian kemudian dijadikan data debit setengah bulanan dengan menghitung rata-rata 15 hari pertama menjadi bulan I dan 15 atau 16 hari terakhir menjadi bulan II.

##### 4.3. Perhitungan Evapotranspirasi

Data klimatologi yang didapat dari Stasiun Klimatologi Djalaluddin Gorontalo digunakan

untuk menghitung evapotranspirasi dengan metode Penman yang telah dimodifikasi. Nilai evapotranspirasi berkisar antara 3,72 mm/hari sampai 5,00 mm/hari. Hasil perhitungan evapotranspirasi bulanan selengkapnya ditampilkan pada Tabel 3.

**Tabel 1. Hasil Analisis Hujan Kawasan**

BULAN	CURAH HUJAN (mm)														
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
JAN I	113.00	34.50	18.00	39.00	28.60	8.43	35.93	67.70	91.72	0.56	70.24	181.63	61.02	67.58	127.86
JAN II	96.50	181.50	22.00	27.00	22.90	31.55	84.21	37.91	60.85	123.23	55.68	132.42	100.40	0.40	120.83
FEB I	65.00	21.00	45.50	5.50	148.10	40.70	48.53	11.62	41.24	7.20	97.61	91.45	29.20	25.33	51.41
FEB II	28.00	8.50	3.00	0.00	72.80	59.22	73.75	4.67	70.30	11.73	156.98	48.34	0.00	65.54	25.58
MAR I	0.00	155.00	41.00	0.00	65.30	26.83	36.68	18.72	5.84	4.13	156.25	44.52	19.66	117.46	44.24
MAR II	71.00	75.50	39.50	13.50	184.50	11.98	65.04	123.28	10.64	0.00	34.86	155.29	10.12	42.56	117.92
APR I	0.00	70.00	13.50	40.00	77.20	129.02	53.61	52.51	8.53	13.90	73.82	67.92	33.24	13.66	123.96
APR II	2.50	135.50	39.50	116.00	41.80	23.84	100.16	61.08	57.28	142.97	84.04	247.97	177.12	162.73	32.84
MEI I	166.50	128.00	42.50	173.00	49.10	50.10	204.88	85.79	154.93	122.96	171.95	47.42	102.45	29.11	95.72
MEI II	19.50	0.00	0.00	175.00	80.40	82.98	130.29	103.15	24.42	64.62	102.06	127.93	16.15	117.33	131.36
JUN I	68.50	75.00	42.00	183.50	127.80	63.63	137.77	103.28	111.79	29.30	175.79	22.19	52.97	60.00	23.80
JUN II	39.50	40.50	0.00	98.50	56.80	20.99	45.32	51.85	83.53	171.03	102.22	42.23	18.75	79.13	100.61
JUL I	16.00	99.00	27.00	72.00	0.20	85.58	91.29	42.25	7.85	97.82	64.25	20.83	24.18	85.36	74.59
JUL II	56.50	106.50	6.00	169.50	15.00	107.64	71.03	48.93	0.20	15.25	43.03	3.82	8.56	57.94	22.29
AUG I	20.50	47.00	0.00	193.50	7.00	0.00	118.43	66.59	0.00	38.32	54.51	43.27	0.00	59.74	22.07
AUG II	23.00	86.50	35.00	69.20	0.30	61.03	36.09	22.36	2.86	0.66	79.74	12.62	0.00	9.96	120.55
SEP I	100.50	25.00	0.00	203.80	15.40	1.28	5.75	2.26	0.00	146.99	10.22	6.44	0.00	114.15	161.47
SEP II	0.00	45.50	0.00	160.50	26.30	44.43	23.88	0.00	0.00	112.63	97.86	1.25	0.00	70.99	100.15
OKT I	31.00	46.00	5.50	89.80	62.10	2.87	64.14	0.00	0.00	51.73	100.76	83.31	64.25	85.75	77.30
OKT II	25.50	160.50	15.50	166.10	73.50	128.79	79.38	21.52	97.51	236.85	89.46	42.20	19.36	45.21	93.31
NOV I	44.50	0.00	0.00	74.00	24.50	214.03	44.55	210.61	79.06	69.05	67.07	54.75	72.35	49.74	251.50
NOV II	51.00	0.00	0.00	34.60	56.20	128.25	84.15	93.01	70.77	70.32	92.01	44.59	11.87	106.40	122.21
DES I	199.50	142.50	24.50	113.60	49.00	69.59	86.60	77.29	48.31	147.51	72.98	105.98	61.50	60.31	50.68
DES II	227.50	98.00	0.00	61.10	52.30	70.55	78.94	201.26	32.86	112.37	45.70	63.85	73.63	82.41	67.70
Hujan tahunan	1465.5	1781.5	420	2278.7	1337.1	1463.316	1800.422	1507.654	1060.484	1791.155	2099.093	1692.228	956.7807	1608.774	2159.934
Rata-rata	1561.51														

**Tabel 2. Debit Terukur (Sumber: BWS Sulawesi II)**

Tahun	Debit (m <sup>3</sup> /s)																								
	Jan		Feb		Mar		Apr		Mei		Jun		Jul		Aug		Sep		Okt		Nov		Des		
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	
2014	6.77	4.73	0.21	0.08	0.19	0.25	0.95	35.87	3.13	2.62	0.58	0.70	0.51	0.02	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.46	3.67	12.14	28.97
2015	23.08	27.54	14.08	32.11	3.92	3.72	2.81	5.67	15.13	18.87	28.80	8.06	0.76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.41	25.63	1.05	0.99	
2016	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	1.27	0.28	0.39	0.00	0.00	0.00	0.17	3.93	10.38	39.39	4.28	4.04	27.60	32.00	
2017	11.00	4.32	2.75	13.49	33.70	1.74	7.92	5.77	7.27	10.17	6.61	3.56	1.12	0.24	0.18	0.23	4.51	1.12	17.09	2.83	10.87	2.81	16.10	6.37	
2018	20.78	19.65	19.39	20.04	18.50	5.62	18.50	7.71	10.41	9.46	13.11	5.70	3.67	1.35	2.08	1.27	0.93	0.54	0.71	1.03	1.92	1.79	11.07	1.16	
2019	1.57	19.65	6.99	20.04	4.39	1.62	0.64	7.15	2.51	0.38	0.35	0.24	0.14	0.02	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.01	0.05	0.22	0.42	
2020	0.82	0.24	0.04	0.24	9.14	0.82	0.22	1.30	2.10	3.99	2.18	5.85	8.67	3.71	9.29	1.25	2.84	1.39	1.05	1.54	0.45	2.11	1.16	2.13	
2021	4.56	5.25	3.64	2.36	1.59	2.73	4.18	3.05	4.65	10.33	2.03	2.93	6.23	2.78	1.98	3.82	11.63	14.79	8.32	8.12	38.50	8.83	4.99	3.92	

**Tabel 3. Perhitungan Evapotranspirasi**

No	DESCRIPTION	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGT	SEP	OKT	NOV	DES
1	Temperature (T)	26.96	26.18	27.34	26.98	27.65	26.82	26.93	27.22	27.10	27.78	27.26	27.48
2	Saturation Vapour Pressure (ea) ----> Table.1	35.62	33.98	36.41	35.66	37.07	35.32	35.55	36.16	35.91	37.34	36.25	36.71
3	Relative Humidity (RH)	0.84	0.83	0.82	0.81	0.84	0.82	0.82	0.78	0.77	0.78	0.83	0.83
4	Vapour Pressure (ed) = (ea x RH)	30.02	28.08	29.75	28.82	31.18	28.86	29.21	28.30	27.55	29.09	29.99	30.54
5	Diff. Vapour Pressure (ea - ed)	5.60	5.90	6.65	6.84	5.90	6.45	6.33	7.86	8.36	8.25	6.26	6.17
6	Wind Velocity (U) Km/day	117.2	137.4	133.3	105.1	105.1	109.1	149.5	181.8	165.7	137.4	97.0	121.2
7	f(U) = 0.27(1+(U/100))	0.59	0.64	0.63	0.55	0.55	0.56	0.67	0.76	0.72	0.64	0.53	0.60
8	Weighting Factor = W ----> Table.2	0.76	0.75	0.76	0.76	0.77	0.76	0.76	0.76	0.76	0.77	0.76	0.76
9	Weighting Factor for Wind = 1 - W	0.240	0.25	0.24	0.24	0.23	0.24	0.24	0.24	0.24	0.23	0.24	0.24
10	Aerodynamic Factor = (1-W).f(U).(ea-ed)	0.79	0.94	0.99	0.91	0.76	0.88	1.03	1.42	1.43	1.23	0.79	0.87
11	Extra Terrestrial Radiation (Ra) ----> Table.3	14.91	15.44	15.67	15.30	14.55	13.99	14.16	14.83	15.30	15.37	15.01	14.68
12	Sunshine (n) (%)	0.57	0.65	0.66	0.65	0.67	0.61	0.64	0.74	0.70	0.69	0.65	0.64
13	Sunshine (n) (Jam hari)	4.58	5.23	5.25	5.23	5.37	4.88	5.16	5.92	5.60	5.50	5.18	5.14
14	N ----> Table.4	11.98	11.99	12.00	12.02	12.04	12.05	12.04	12.04	12.01	12.00	11.99	11.98
15	Sunshine (nN)	0.38	0.44	0.44	0.44	0.45	0.41	0.43	0.49	0.47	0.46	0.43	0.43
16	Short Wave Solar Radiation (Rs) = (0.25±0.5n)NDRa	6.58	7.23	7.34	7.16	6.88	6.33	6.57	7.35	7.39	7.37	7.00	6.82
17	IncomShort Wave Solar Radiation (Rns) = 0.75.Rs	4.93	5.42	5.51	5.37	5.16	4.75	4.93	5.52	5.55	5.53	5.25	5.11
18	Effect of Temperature on Rn = f(T) ----> Table.5	16.09	15.94	16.17	16.10	16.23	16.06	16.09	16.14	16.12	16.26	16.15	16.20
19	Effect of (ed) on Rn = f(ed) = 0.34 - 0.04.Ved	0.12	0.13	0.12	0.13	0.12	0.13	0.12	0.13	0.13	0.12	0.12	0.12
20	Effect of (nN) on Rn = f(nN) = 0.1 + 0.9.nN	0.44	0.49	0.49	0.49	0.50	0.46	0.49	0.54	0.52	0.51	0.49	0.49
21	Net Long Wave Radiation Rnl = f(T).f(ed).f(nN)	0.86	1.01	0.97	0.99	0.95	0.93	0.97	1.11	1.09	1.04	0.96	0.94
22	Net Radiation Rn = Rs - Rnl	4.07	4.42	4.54	4.38	4.21	3.82	3.96	4.40	4.46	4.49	4.29	4.18
23	Effect W on Rn = W . Rn	3.09	3.32	3.46	3.32	3.23	2.89	3.01	3.35	3.39	3.45	3.27	3.19
24	Adjustment Factor = C ----> Table.6	1.00	1.02	1.02	1.00	1.00	0.99	1.01	1.04	1.04	1.02	1.00	1.00
25	Evapotranspiration (ETo) = C.(W.Rn)/(1-W).(fu).ea	3.87	4.34	4.55	4.25	3.98	3.72	4.09	4.98	5.00	4.78	4.05	4.08

4.4. Transformasi Hujan-Aliran dengan Metode NRECA

Tabel 4. Parameter NRECA

Paramater	Nilai	Satuan
R	1561,51	mm
C	0,2	
NOMINAL	412,302	
PSUB	0,7	
GWF	0,9	
Luas DAS	455,77	km <sup>2</sup>
CROPF	0,9	
SMS	200	mm
GWS	200	mm

Tabel 5. Perhitungan Debit dengan NRECA setelah Kalibrasi Tahun 2016

TAHUN	BULAN	HARI	PRECIP (mm)	PET	MDSIT STORAGE	STOR RATIO	PRECIP PET	AET PET	AET	WATER BALANCE	X	EXCESS MDSIT RATIO	EXCESS MDSIT STORAGE	DELTA STORAGE	RECHARGE TO GW	GROUNDWATER STORAGE		FLOW	DIRECT FLOW	TOTAL DISCHARGE	TOTAL MONTHLY DISCHARGE	OBSERVED MONTHLY DISCHARGE
																BEGIN	END					
																2016	JAN I					

4.5. Uji Koefisien Determinasi dan Uji Efisiensi NSE

Tabel 6. Perhitungan Uji R<sup>2</sup> dan Uji NSE Data Debit Tahun 2016

n	Q OBS (X)	QNRECA (Y)	X.Y	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	r	r <sup>2</sup>	NSE
1	0.00	0.63	0.00	0.00	0.40	0.839	0.70	1.00
2	0.00	3.16	0.00	0.00	9.99			
3	0.00	1.22	0.00	0.00	1.48			
4	0.00	0.91	0.00	0.00	0.82			
5	0.00	0.73	0.00	0.00	0.53			
6	0.00	0.54	0.00	0.00	0.30			
7	0.00	0.47	0.00	0.00	0.22			
8	0.00	2.94	0.00	0.00	8.63			
9	0.00	4.31	0.02	0.00	18.60			
10	0.08	1.96	0.15	0.01	3.83			
11	1.27	1.41	1.80	1.62	2.00			
12	0.28	8.74	2.41	0.08	76.45			
13	0.39	6.62	2.60	0.15	43.84			
14	0.00	3.03	0.00	0.00	9.20			
15	0.00	2.59	0.00	0.00	6.70			
16	0.00	1.94	0.00	0.00	3.77			
17	0.17	7.11	1.19	0.03	50.61			
18	3.93	6.53	25.69	15.48	42.65			
19	10.38	3.14	32.64	107.83	9.88			
20	39.39	16.55	652.01	1551.72	273.96			
21	4.28	7.49	32.05	18.31	56.08			
22	4.04	6.89	27.84	16.33	47.46			
23	27.60	15.17	418.77	761.83	230.19			
24	32.00	12.04	385.23	1023.96	144.93			
Σ	123.82	116.13	1582.40	3497.34	1042.51			
rata-rata	5.16	4.84	65.93	145.72	43.44			

Hasil uji koefisien determinasi didapat r<sup>2</sup> = 0,70 sehingga dapat disimpulkan hubungan

antara debit NRECA dan debit terukur sudah kuat. Hasil uji efisiensi Nash-Sutcliffe didapat  $NSE = 1,00$  sehingga dapat disimpulkan hubungan antara debit NRECA dan debit terukur sudah kuat.

#### 4.6 Analisis Debit Andalan

Pada penelitian ini, diambil nilai  $Q_{80\%}$  untuk kebutuhan air irigasi sesuai dengan Kriteria Perencanaan (KP-01) dan diambil  $Q_{95\%}$  untuk pemeliharaan sungai.

**Tabel 7.** Urutan Data dan Perhitungan P (%) untuk Perhitungan Debit Andalan

Ranking Data	P	Debit (m <sup>3</sup> /s)																							
		Jan		Feb		Mar		Apr		Mei		Jun		Jul		Aug		Sep		Okt		Nov		Des	
		I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
1	6.25	23.081	27.538	19.392	32.108	33.701	18.926	18.498	35.871	18.610	18.869	28.800	8.370	11.318	13.604	19.730	7.628	23.018	21.294	17.092	39.392	38.504	25.627	27.601	31.999
2	12.5	20.779	19.650	17.025	20.042	18.498	5.823	10.331	12.401	15.129	13.836	17.909	8.059	8.703	9.158	12.262	5.804	11.635	14.787	13.850	20.715	13.283	10.377	16.102	28.974
3	18.75	15.208	19.650	14.078	20.042	12.528	5.618	7.922	7.706	13.868	10.329	14.558	7.733	8.673	7.600	9.289	5.216	4.953	3.962	10.384	10.434	10.869	9.209	15.120	11.549
4	25	10.997	14.302	10.616	13.489	9.144	4.827	5.749	7.147	10.412	10.166	13.109	6.913	6.229	4.360	4.835	3.821	4.507	3.934	8.316	8.115	10.803	8.833	12.143	7.797
5	31.25	6.771	11.919	6.991	9.242	6.229	3.724	4.180	6.817	7.271	9.459	9.886	5.848	5.436	3.788	3.232	2.424	3.526	2.821	3.412	3.501	6.410	5.074	11.071	7.487
6	37.5	6.408	5.417	5.972	8.273	6.177	2.729	4.006	5.773	5.453	6.950	7.850	5.697	5.050	3.714	2.085	1.356	2.837	1.655	2.257	3.180	4.279	4.041	10.322	6.367
7	43.75	4.557	5.245	3.639	4.743	4.393	2.060	3.777	5.767	5.372	5.998	6.611	4.790	3.667	2.781	1.985	1.274	2.069	1.389	1.468	2.829	3.818	3.669	6.012	4.908
8	50	4.193	4.806	3.214	4.459	3.925	1.739	2.805	5.673	4.647	4.403	3.029	3.556	2.791	1.350	1.808	1.250	1.832	1.120	1.053	1.543	2.367	3.054	5.813	4.721
9	56.25	3.873	4.733	2.875	2.365	2.436	1.619	1.622	3.205	3.128	3.991	2.179	2.933	1.582	1.294	1.042	0.781	1.157	0.926	0.741	1.465	1.917	2.809	4.987	3.918
10	62.5	3.504	4.316	2.749	2.300	1.717	1.288	1.099	3.052	2.508	2.619	2.034	1.978	1.123	0.237	0.185	0.233	0.929	0.830	0.711	1.032	1.461	2.107	4.692	2.133
11	68.75	1.567	3.145	0.310	0.450	1.591	0.819	0.949	1.299	2.101	2.593	1.858	0.994	0.764	0.216	0.184	0.138	0.167	0.536	0.664	0.498	0.995	1.795	1.161	1.159
12	75	0.817	0.339	0.211	0.244	0.241	0.245	0.645	1.045	1.932	2.139	1.271	0.700	0.506	0.017	0.008	0.028	0.118	0.094	0.076	0.057	0.449	1.065	1.049	0.994
13	81.25	0.452	0.237	0.036	0.082	0.193	0.180	0.222	0.879	0.907	0.528	0.575	0.360	0.393	0.015	0.000	0.004	0.005	0.005	0.010	0.018	0.425	0.410	0.706	0.529
14	87.5	0.029	0.017	0.016	0.012	0.009	0.007	0.015	0.554	0.703	0.378	0.450	0.276	0.288	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.048	0.053	0.221	0.418
15	93.75	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005	0.077	0.346	0.236	0.135	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.011	0.039	0.031	0.023
16	100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.072	0.324	0.221	0.127	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.010	0.036	0.029	0.022

**Tabel 8.** Nilai Debit Andalan

P	Jan		Feb		Mar		Apr		Mei		Jun		Jul		Aug		Sep		Okt		Nov		Des	
	I	II																						
80	0.525	0.258	0.071	0.114	0.203	0.193	0.307	0.913	1.112	0.850	0.715	0.428	0.416	0.015	0.002	0.009	0.027	0.023	0.023	0.025	0.430	0.541	0.774	0.622
95	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.073	0.329	0.224	0.129	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.010	0.037	0.029	0.022

#### 4.7 Analisis Kebutuhan Air Irigasi

Pemanfaatan air di Sungai Alopohu untuk memenuhi kebutuhan air di Daerah Irigasi Alopohu dengan luas fungsional 3462 ha dan luas potensial 4200 ha. Jika direkapitulasikan luas total lahan sawah sebesar 7662 ha. Kebutuhan air irigasi dihitung untuk 3 kali masa tanam dalam jangka waktu 1 tahun yaitu dengan pola padi-padi-palawija. Untuk jenis padi yaitu varietas unggul dan jenis palawija yang ditanam yaitu jagung.

#### 4.8 Analisis Neraca Air

a. Neraca Air untuk Lahan Fungsional dengan Memperhitungkan  $Q_{95\%}$

- Ketersediaan air  $Q_{80\%}$
- Kebutuhan air untuk lahan irigasi fungsional 3462 ha
- Kebutuhan air untuk pemeliharaan sungai  $Q_{95\%}$

b. Neraca Air untuk Lahan Total dengan Memperhitungkan  $Q_{95\%}$

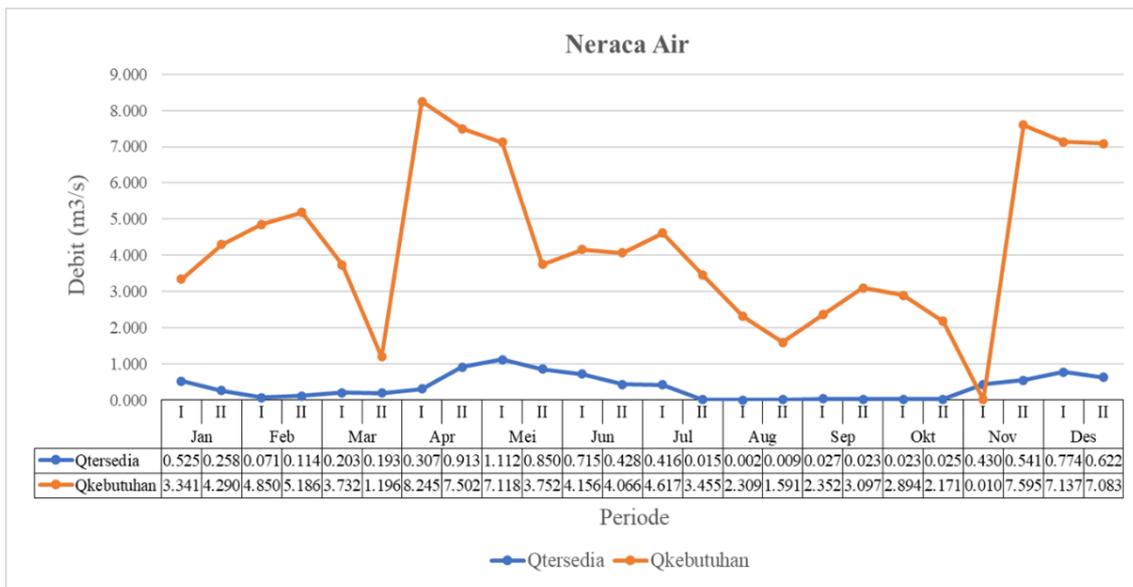
- Ketersediaan air  $Q_{80\%}$
- Kebutuhan air untuk lahan irigasi total 7662 ha
- Kebutuhan air untuk pemeliharaan sungai  $Q_{95\%}$

**Tabel 9.** Kebutuhan Air Lahan Irigasi Fungsional (3462 ha)

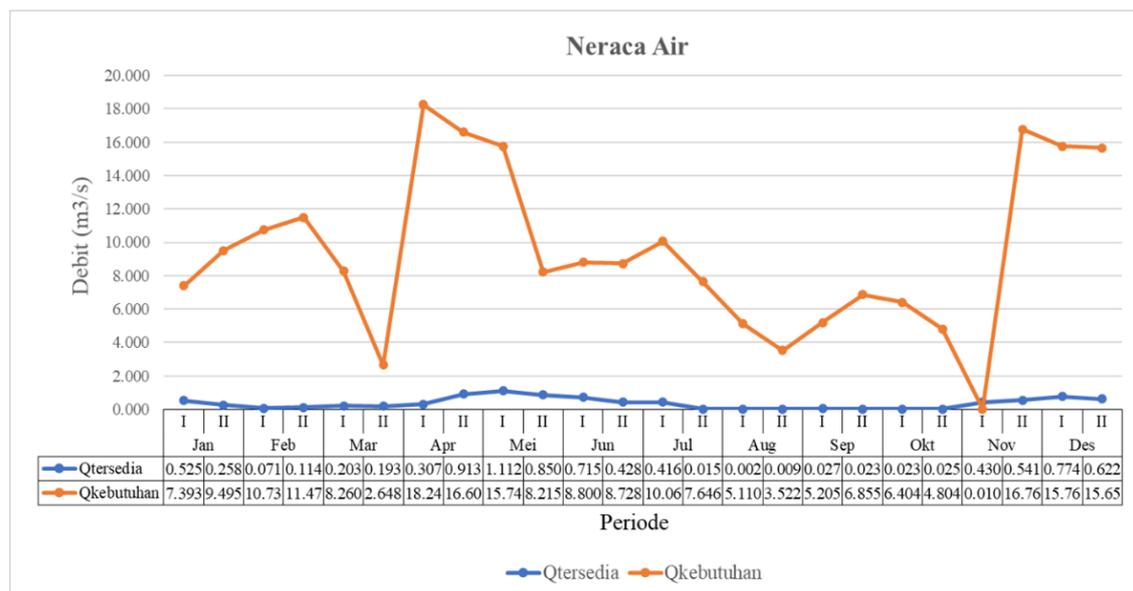
NO	URAIAN	satuan	NOV		DES		JAN		FEB		MAR		APR		MEI		JUN		JUL		AUG		SEP		OKT		NOV			
			II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I		
1	Pola Tanam	mm/hari	LP		Padi								LP		Padi								Palawija							
2	Jumlah Hari		15	15	16	15	16	14	14	15	16	15	15	15	16	15	15	15	16	15	16	15	16	15	15	15	16	15		
3	ET <sub>0</sub>	mm/hari	4.05	4.08	4.08	3.87	3.87	4.34	4.34	4.55	4.55	4.25	4.25	3.98	3.98	3.72	3.72	4.09	4.09	4.98	4.98	5.00	5.00	4.78	4.78	4.05				
4	Perkolasi (P)	mm/hari	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50			
<i>Water Layer Replacement</i>																														
5	WLR 1						3.13			3.57							3.33		3.33											
6	WLR 2								3.57		3.33							3.33		3.13										
7	WLR						1.56	1.79	1.79	1.67							1.67	1.67	1.67	1.56										
<b>Koefisien Tanaman</b>																														
8	C1		LP	LP	1.1	1.1	1.05	1.05	0.95	0		LP	LP	1.1	1.1	1.05	1.05	0.95	0	0.5	0.59	0.96	1.05	1.02	0.95					
9	C2		LP	LP	1.1	1.1	1.05	1.05	0.95	0		LP	LP	1.1	1.1	1.05	1.05	0.95	0	0.5	0.59	0.96	1.05	1.02	0.95					
10	Kc		LP	LP	1.100	1.075	1.050	1.000	0.475	0.000	LP	LP	LP	1.100	1.075	1.050	1.000	0.475	0.250	0.545	0.775	1.005	1.035	0.985	0.475					
11	ET <sub>c</sub> = ET <sub>0</sub> x Kc					4.25	4.16	4.56	4.34	2.16	0.00					4.38	4.00	3.91	4.09	1.94	1.25	2.72	3.87	5.02	4.95	4.71	1.92			
<b>Penyiapan Lahan</b>																														
12	E <sub>o</sub> = 1,1 x E <sub>to</sub>	mm/hari	4.45	4.48	4.48								4.67	4.67	4.38															
13	M = E <sub>o</sub> + P	mm/hari	6.95	6.98	6.98								7.17	7.17	6.88															
14	k = M / S		0.695	0.698	0.698								0.717	0.717	0.688															
15	e <sup>k</sup>		2.00	2.01	2.01								2.05	2.05	1.99															
16	IR = M.e <sup>k</sup> / (e <sup>k</sup> - 1)	mm/hari	13.876	13.895	13.895								14.012	14.012	13.830															
<b>Curah Hujan Efektif</b>																														
17	Re	mm/hari	1.61	2.36	2.44	1.33	1.26	0.98	0.22	0.27	0.56	0.64	1.84	2.29	0.91	1.96	1.84	0.97	0.40	0.00	0.13	0.06	0.00	0.26	1.19	2.08				
<b>Kebutuhan bersih air di sawah</b>																														
18	Kebutuhan air total		13.876	13.895	13.895	6.754	8.219	8.848	8.630	6.326	2.500	14.012	14.012	13.830	6.878	8.169	8.076	8.254	6.004	3.745	2.715	3.875	5.025	4.951	4.711	1.923				
19	NFR	mm/hari	12.262	11.530	11.455	5.419	6.959	7.868	8.413	6.054	1.941	13.375	12.169	11.539	5.968	6.209	6.233	7.282	5.604	3.745	2.582	3.815	5.025	4.694	3.521	0.000				
20	NFR	l/detha	1.419	1.335	1.326	0.627	0.805	0.911	0.974	0.701	0.225	1.548	1.408	1.336	0.691	0.719	0.721	0.843	0.649	0.433	0.299	0.442	0.582	0.543	0.408	0.000				
<b>Kebutuhan Air Irigasi</b>																														
21	DR (Efisiensi Total)	l/detha	2.18	2.05	2.04	0.96	1.24	1.40	1.50	1.08	0.35	2.38	2.17	2.05	1.06	1.11	1.11	1.30	1.00	0.67	0.46	0.68	0.89	0.84	0.63	0.00				
22	Q <sub>irigasi</sub>	m <sup>3</sup> /s	7.559	7.108	7.061	3.341	4.290	4.850	5.186	3.732	1.196	8.245	7.502	7.113	3.679	3.828	3.842	4.489	3.455	2.309	1.591	2.352	3.097	2.894	2.171	0.000				

**Tabel 10.** Kebutuhan Air Lahan Irigasi Total (7662 ha)

NO	URAIAN	satuan	NOV		DES		JAN		FEB		MAR		APR		MEI		JUN		JUL		AUG		SEP		OKT		NOV			
			II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I		
1	Pola Tanam	mm/hari	LP		Padi								LP		Padi								Palawija							
2	Jumlah Hari		15	15	16	15	16	14	14	15	16	15	15	15	16	15	15	15	16	15	16	15	16	15	15	15	16	15		
3	ET <sub>0</sub>	mm/hari	4.05	4.08	4.08	3.87	3.87	4.34	4.34	4.55	4.55	4.25	4.25	3.98	3.98	3.72	3.72	4.09	4.09	4.98	4.98	5.00	5.00	4.78	4.78	4.05				
4	Perkolasi (P)	mm/hari	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50			
<i>Water Layer Replacement</i>																														
5	WLR 1						3.13			3.57							3.33		3.33											
6	WLR 2								3.57		3.33							3.33		3.13										
7	WLR						1.56	1.79	1.79	1.67							1.67	1.67	1.67	1.56										
<b>Koefisien Tanaman</b>																														
8	C1		LP	LP	1.1	1.1	1.05	1.05	0.95	0		LP	LP	1.1	1.1	1.05	1.05	0.95	0	0.5	0.59	0.96	1.05	1.02	0.95					
9	C2		LP	LP	1.1	1.1	1.05	1.05	0.95	0		LP	LP	1.1	1.1	1.05	1.05	0.95	0	0.5	0.59	0.96	1.05	1.02	0.95					
10	Kc		LP	LP	1.100	1.075	1.050	1.000	0.475	0.000	LP	LP	LP	1.100	1.075	1.050	1.000	0.475	0.250	0.545	0.775	1.005	1.035	0.985	0.475					
11	ET <sub>c</sub> = ET <sub>0</sub> x Kc					4.25	4.16	4.56	4.34	2.16	0.00					4.38	4.00	3.91	4.09	1.94	1.25	2.72	3.87	5.02	4.95	4.71	1.92			
<b>Penyiapan Lahan</b>																														
12	E <sub>o</sub> = 1,1 x E <sub>to</sub>	mm/hari	4.45	4.48	4.48								4.67	4.67	4.38															
13	M = E <sub>o</sub> + P	mm/hari	6.95	6.98	6.98								7.17	7.17	6.88															
14	k = M / S		0.695	0.698	0.698								0.717	0.717	0.688															
15	e <sup>k</sup>		2.00	2.01	2.01								2.05	2.05	1.99															
16	IR = M.e <sup>k</sup> / (e <sup>k</sup> - 1)	mm/hari	13.876	13.895	13.895								14.012	14.012	13.830															
<b>Curah Hujan Efektif</b>																														
17	Re	mm/hari	1.61	2.36	2.44	1.33	1.26	0.98	0.22	0.27	0.56	0.64	1.84	2.29	0.91	1.96	1.84	0.97	0.40	0.00	0.13	0.06	0.00	0.26	1.19	2.08				
<b>Kebutuhan bersih air di sawah</b>																														
18	Kebutuhan air total		13.876	13.895	13.895	6.754	8.219	8.848	8.630	6.326	2.500	14.012	14.012	13.830	6.878	8.169	8.076	8.254	6.004	3.745	2.715	3.875	5.025	4.951	4.711	1.923				
19	NFR	mm/hari	12.262	11.530	11.455	5.419	6.959	7.868	8.413	6.054	1.941	13.375	12.169	11.539	5.968	6.209	6.233	7.282	5.604	3.745	2.582	3.815	5.025	4.694	3.521	0.000				
20	NFR	l/detha	1.419	1.335	1.326	0.627	0.805	0.911	0.974	0.701	0.225	1.548	1.408	1.336	0.691	0.719	0.721	0.843	0.649	0.433	0.299	0.442	0.582	0.543	0.408	0.000				
<b>Kebutuhan Air Irigasi</b>																														
21	DR (Efisiensi Total)	l/detha	2.183	2.053	2.040	0.965	1.239	1.401	1.498	1.078	0.346	2.382	2.167	2.055	1.063	1.106	1.110	1.297	0.998	0.667	0.460	0.679	0.895	0.836	0.627	0.000				
22	Q <sub>irigasi</sub>	m <sup>3</sup> /s	16.729	15.731	15.628	7.393	9.495	10.734	11.477	8.260	2.648	18.248	16.602	15.743	8.142	8.471	8.503	9.934	7.646	5.110	3.522	5.205	6.855	6.404	4.804	0.000				



Gambar 4. Grafik Neraca Air Lahan Fungsional dengan Memperhitungkan Q<sub>95%</sub>



Gambar 5. Grafik Neraca Air Lahan Total dengan Memperhitungkan Q<sub>95%</sub>

### 5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis neraca air pada Sungai Alopohu dapat disimpulkan bahwa, debit sungai yang tersedia sudah tidak mampu lagi melayani lahan irigasi fungsional. Meskipun masa tanam diubah, tidak akan meminimalisir defisit pada neraca air Sungai Alopohu. Dapat disimpulkan juga bahwa kondisi DAS sudah memburuk yang ditandai dengan kuantitas debit air sungai menjadi fluktuatif antara musim hujan dan kemarau.

Penulis menyarankan agar pihak-pihak yang berwenang tidak menambah lahan fungsional pada Daerah Irigasi Alopohu dan melakukan sistem rotasi dalam pemberian air. Penulis juga menyarankan agar pemerintah dan masyarakat setempat dapat bekerja sama dalam upaya pemeliharaan DAS agar debit air sungai tidak semakin berkurang.

### Referensi

\_\_\_\_\_.Data Debit Harian AWLR/SG Alopohu - Limehu. Balai Wilayah Sungai Sulawesi II, Gorontalo  
 \_\_\_\_\_.Data Hujan Harian ARR/MRG Limboto Datahu. Balai Wilayah Sungai Sulawesi II, Gorontalo  
 \_\_\_\_\_.Data Hujan Harian ARR/MRG Limboto Iloponu. Balai Wilayah Sungai Sulawesi II, Gorontalo

- \_\_\_\_\_.Data Hujan Harian ARR/MRG Limboto Liyodu. Balai Wilayah Sungai Sulawesi II, Gorontalo
- \_\_\_\_\_.Data Luas Lahan Daerah Irigasi Alopohu. Balai Wilayah Sungai Sulawesi II, Gorontalo
- \_\_\_\_\_.Data Klimatologi Bulanan. Stasiun Meteorologi Djalaluddin Gorontalo, Gorontalo
- Amaliah, R., Usman, A., & Samuel, A. P. (2020). *Pengaruh Perubahan Penutupan Lahan Terhadap Debit Aliran Pada Daerah Aliran Sungai Pangkajene, Sulawesi Selatan*. *Jurnal Hutan Dan Masyarakat*, 12(1), 14–23.
- Asdak, Chay. (2022). *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (Edisi Revisi)*. UGM Press, Yogyakarta
- Direktorat Irigasi dan Rawa. 2013. *Standar Perencanaan Irigasi - Kriteria Perencanaan Bagian Jaringan Irigasi KP-01*. Direktorat Jenderal Sumber Daya Air Kementerian Pekerjaan Umum, Jakarta
- Komala Sari, N., & Raya Prima, G. (2023). *Evaluasi Kebutuhan Dan Ketersediaan Air Irigasi Dalam Rangka Peningkatan Hasil Pertanian*. *Menara: Jurnal Teknik Sipil*, 18(1), 49–58.
- Sumarauw, J. S. F. (2022). *Bahan Ajar Debit Andalan*, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi, Manado
- Supit, C. J., & Mamoto, J. D. (2016). *Prediksi Perubahan Karakteristik Hidrologi Akibat Perubahan Penggunaan Lahan Sebagai Usaha Mitigasi Banjir Di Manado*. *Tekno*, 14(66), 67–72.
- Supit, C.J. (2013). *The Impact of Water Projects on River Hydrology*. *Jurnal Tekno Sipil*, 11(59), 56-61.
- Triatmodjo, Bambang. (2008). *Hidrologi Terapan*. Betta Offset, Yogyakarta