

# ANALISIS NERACA AIR SUNGAI ALO DI TITIK BENDUNG ALO KABUPATEN GORONTALO

Kenyo Sekardonya Sisvanto

Tiny Mananoma, Jeffry S. F. Sumarauw

Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado

email: [kenyosisvanto24@gmail.com](mailto:kenyosisvanto24@gmail.com)

## ABSTRAK

Salah satu pemanfaatan DAS Alo yang secara administrasi sebagian besar berada di Kecamatan Tibawa, yaitu dengan pembangunan Bendung Alo yang sangat berguna sebagai penunjang kegiatan di bidang pertanian. Akhir - akhir ini pada musim kemarau debit di Bendung Alo mengalami penurunan sehingga Bendung Alo tidak mampu menyuplai air secara maksimal untuk kebutuhan irigasi, akibatnya para petani mengalami kerugian. Padahal sebagian besar masyarakat yang ada di lingkup DAS Alo berprofesi sebagai petani, hal tersebut menggambarkan bahwa kehidupan masyarakat sangat bergantung pada penggunaan lahan serta ketersediaan air. Maka dari itu, diperlukan analisis neraca air untuk melihat keseimbangan antara ketersediaan dan kebutuhan air di DAS Alo.

Analisis neraca air dilakukan dengan membandingkan ketersediaan dan kebutuhan air di DAS Alo. 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 D.I Alo.

Hasil dari analisis neraca air menunjukkan bahwa ketersediaan air di DAS Alo tidak mampu memenuhi kebutuhan air untuk lahan irigasi di sekitar DAS Alo baik untuk lahan irigasi fungsional maupun potensial. Masa tanam dan pola tanam yang digunakan perlu disesuaikan kembali sehingga ketersediaan air dapat memenuhi kebutuhan lahan irigasi fungsional.

**Kata Kunci :** DAS Alo, Metode NRECA, Neraca Air

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Sungai Alo yang berada di Kecamatan Tibawa, Kabupaten Gorontalo, merupakan salah satu sungai yang bermuara di Danau Limboto. Salah satu pemanfaatan sungai Alo adalah dengan dibangunnya sebuah bendung yang terletak di Desa Datahu. Bendung Alo sangat berguna sebagai penunjang kegiatan di bidang pertanian bagi masyarakat sekitar, yakni Desa Hutabohu dan Desa Yosonegoro. Total luas lahan fungsional adalah 1.482 ha sedangkan luas potensial sawah adalah 1.800 ha.

Di Kabupaten Gorontalo musim kemarau biasanya jatuh pada bulan Juni - September dan musim penghujan biasa jatuh pada bulan Desember – Maret, sedangkan masa peralihan biasa terjadi pada bulan April – Mei dan Oktober – November. Kondisi di daerah irigasi Alo yang demikian ini kurang mendukung dalam upaya pemberian air irigasi, dan di saat musim hujan biasanya terjadi banjir yang cukup tinggi. Daerah

irigasi Bendung Alo terletak di Kecamatan Tibawa, yang merupakan salah satu dari 9 kecamatan yang tergolong rawan atau sedikit memiliki sumber air. Menurut informasi dari masyarakat sekitar serta media internet, pada bulan Agustus hingga September di tahun 2019, Kecamatan Tibawa mengalami puncak kemarau yang berdampak pada kekeringan. Hal ini yang mengakibatkan petani di Kecamatan Tibawa gagal panen sehingga berujung pada kerugian.

Mengingat masalah yang terjadi serta banyaknya kebutuhan air yang harus di penuhi, maka perlu dilakukan analisis neraca air. Harapannya, dengan studi analisis ini dapat melihat bagaimana keseimbangan antara ketersediaan air di DAS Alo dan kemungkinan penggunaan serta kebutuhan air sehingga nantinya ketersediaan air di DAS Alo dapat digunakan lebih optimal dan efisien.

### Rumusan Masalah

Pada musim kemarau debit di Bendung Alo mengalami penurunan yang mengakibatkan

Bendung Alo tidak mampu menyuplai air secara maksimal untuk kebutuhan irigasi.

**Batasan Penelitian**

Tinjauan terhadap berbagai macam aspek yang ada akan memberikan kajian yang kompleks. Untuk itu penyusunan tugas akhir ini hanya dibatasi pada hal-hal sebagai berikut:

1. Data Curah Hujan yang digunakan 12 tahun dari stasiun curah hujan yang berada di sekitar DAS Alo yaitu ARR/MRG DAS Limboto Datahu.
2. Analisis kebutuhan air dihitung sesuai dengan daerah layanan yang ada sampai ke titik tinjauan bendung.

**Tujuan Penelitian**

1. Mengetahui keseimbangan antara (Supply) ketersediaan dan (Demand) kebutuhan yang ada di DAS Alo di titik Bendung Alo.
2. Mengoptimalkan pemanfaatan air yang ada di DAS Alo di titik Bendung Alo.

**Manfaat Penelitian**

Hasil penelitian dalam tugas akhir ini dapat bermanfaat untuk mengetahui potensi atau ketersediaan air di Sungai Alo.

**LANDASAN TEORI**

**Analisis 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.

**Teori Penetapan Batas 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 menggunakan rumus analisis regional, seperti di bawah:

$$Q_{model} = \frac{A_{model}}{A_{observed}} \times Q_{observed} \quad (1)$$

Keterangan:

$Q_{model}$  = Debit yang akan dimodelkan

$Q_{observed}$  = Debit terukur/tersedia

$A_{model}$  = Luas DAS titik data pemodelan

$A_{observed}$  = Luas DAS titik data terukur

**Analisis Hidrologi**

Siklus hidrologi merupakan sirkulasi air yang tidak pernah berhenti dari atmosfer – bumi – atmosfer melalui kondensasi, presipitasi, transpirasi dan evaporasi. Kunci proses hidrologi ialah pemanasan air laut oleh panas sinar matahari, proses ini terjadi berjalan secara terus menerus.

**Presipitasi**

Menurut Bambang Triatmodjo (2008), Presipitasi adalah curahan atau turunnya air dari atmosfer ke permukaan bumi dan laut dalam bentuk berbeda, yaitu dapat berupa kabut, embun, hujan, hujan salju, ataupun hujan es.

**Evapotranspirasi**

Evapotranspirasi adalah gabungan dari 2 proses yang berlangsung secara bersamaan, yaitu evaporasi yang merupakan proses penguapan dari suatu badan air dan transpirasi yang merupakan penguapan sebagai hasil dari proses pertumbuhan tanaman. Evapotranspirasi adalah faktor dasar untuk menentukan kebutuhan air dalam rencana irigasi.

Penghitungan evapotranspirasi menurut metode *FAO Penman Modification* memerlukan data-data sebagai berikut :

- a. Data iklim tersebut adalah :
  - 1) Suhu udara rata-rata dalam satuan derajat celsius (°C)
  - 2) Kelembaban relatif rata-rata dalam persen (%)
  - 3) Kecepatan angin selama 24 jam (km/hari)
  - 4) Lama penyinaran matahari (Jam) (Doorenbos dan Pruitt, 1977)
- b. Data topografi:
 

Letak garis lintang lokasi stasiun pengamatan klimatologi yang dinyatakan

dalam derajat menit detik, kemudian dikonversi ke satuan desimal.

Perhitungan evapotranspirasi metode *FAO Penman Monteith Modification* adalah:

$$ET_o = c[W \times R_n + (1 - W)f(U)(e_a - e_d)] \quad (2)$$

Keterangan:

- ET<sub>o</sub> = Evapotranspirasi tanaman acuan (mm/hari);
- R<sub>n</sub> = Radiasi matahari netto di atas permukaan tanaman
- W = Faktor bobot sebagai pengaruh dari radiasi matahari (MJ/m<sup>2</sup>/hr)
- (1 - W) = Faktor bobot sebagai pengaruh kelembaban dan angin
- c = Faktor koreksi pergantian malam dan siang
- f(U) = Fungsi pengaruh kecepatan angin
- e<sub>d</sub> = Tekanan uap air jenuh (mbar);
- e<sub>a</sub> = Tekanan uap air aktual (mbar);
- (e<sub>a</sub> - e<sub>d</sub>) = Perbedaan tekanan uap air aktual dengan tekanan uap air jenuh (*Diff. Vapour Pressure*)

### Analisis Ketersediaan Air

Untuk dapat memperkirakan besarnya aliran rendah dapat digunakan data hujan yang ditransformasikan. Ada beberapa metode yang dapat digunakan di antaranya: Metode F.J.Mock, Metode NRECA, dll. Dalam penelitian ini digunakan metode *NRECA Modified*.

### Model NRECA Modified

Model NRECA yang asli, tidak memperhitungkan *Crop Factor*, sehingga jika diaplikasikan pada daerah dengan lahan padi yang luas, maka pengaruh evapotranspirasi dari lahan padi yang relative besar tidak terakomodasi dengan baik. Adidarma (1996), memasukkan *Crop Factor* menjadi salah satu parameter DAS dalam *NRECA Modified*, untuk memperhitungkan jenis tanaman penutup dari suatu DAS. Kisaran nilai CROPF ini antara 0,9 - 1,1.

Persamaan dasar keseimbangan air yang digunakan pada metode NRECA:

$$RO = Rb - AE + \Delta S \quad (3)$$

Keterangan:

- RO = *Run Off* / Aliran Permukaan
- Rb = *Precipitation* / Presipitasi
- AE = *Actual Evaporation* / Penguapan Aktual
- ΔS = *Delta Storage* / Perubahan Tampung

### Kalibrasi Model

#### a. Kalibrasi

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.

Kalibrasi model dilakukan dengan membandingkan hasil analisis dengan data terukur. Semakin sedikit selisih perbedaannya maka semakin tepat hasil analisis data debit metode NRECA tersebut.

Langkah-langkah kalibrasi model:

1. Mencoba nilai parameter PSUB dan GWF (parameter dengan sensitifitas tinggi) hingga bisa didapat nilai perbedaan debit analisis dan debit terukur yang minimum.
  2. Mencoba nilai parameter C, SMS, GWS, serta CROPF (parameter dengan sensitifitas rendah) hingga bisa didapat nilai perbedaan debit analisis dan debit terukur yang minim
  3. Mencoba nilai bobot pengaruh stasiun hujan (jika terdapat lebih dari 1 stasiun hujan yang digunakan dalam perhitungan hujan rerata DAS).
  4. Tidak memasukkan data debit terukur untuk bulan yang penyimpangan debit analisis dan debit terukurnya sangat besar. (Sumarauw, 2018).
- b. Koefisien Determinasi (r<sup>2</sup>)

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

$$r^2 = \left( \frac{(\sum n \cdot \sum Q_o \cdot Q_p) - (\sum Q_o \cdot \sum Q_p)}{\sqrt{(\sum n \cdot \sum Q_o^2) - (\sum Q_o)^2} (\sum n \cdot \sum Q_p^2) - (\sum Q_p)^2}} \right)^2 \quad (4)$$

Keterangan:

- r<sup>2</sup> = Nilai uji Koefisien Determinasi
- Q<sub>o</sub> = *Observed Half Monthly Discharge* (Debit Terukur)
- Q<sub>p</sub> = *Total Half Monthly Discharge* (Debit Perhitungan)

Nilai uji Koefisien Determinasi (r<sup>2</sup>) berkisar antara -∞ sampai 1. Jika nilainya adalah 1 (r<sup>2</sup> = 1) menandakan bahwa data analisis dan data terukur sangatlah mirip. Pada dasarnya, jika nilai Koefisien Determinasi (r<sup>2</sup>) 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 yang artinya debit tersebut mempunyai kemungkinan akan terjadi sebesar 80% dan tidak terpenuhi sebesar 20% atau dengan kata lain sistem irigasi boleh gagal sekali dalam lima tahun.

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 sungai dilakukan dengan mengendalikan ketersediaan debit andalan  $Q_{95\%}$  (SNI 6738:2015).

Sehingga debit andalan yang harus dicari dalam penelitian ini yaitu debit untuk  $Q_{80\%}$  dan debit untuk  $Q_{95\%}$ . Tingkat keandalan debit dihitung berdasarkan nilai probabilitas kejadian mengikuti rumus Weibull sebagai berikut:

$$P(X \geq x) = \frac{m}{n+1} \times 100\% \quad (5)$$

Keterangan:

$P(\%)$  = Probabilitas terjadinya variabel X (debit) yang sama dengan atau lebih besar  $x \text{ m}^3/\text{s}$  (%)

$m$  = Peringkat data

$n$  = Jumlah data

$X$  = Seri data debit

$x$  = Varian debit andalan jika probabilitasnya sesuai dengan peruntukannya.

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 Debit andalan  $Q_{80\%}$  dan  $Q_{95\%}$  berada di antara maka harus di interpolasikan.

**Analisis Kebutuhan Air Irigasi**

Kebutuhan air irigasi adalah jumlah volume air yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan evaporasi, kehilangan air, kebutuhan air untuk tanaman dengan memperhatikan jumlah air yang diberikan oleh alam melalui hujan dan kontribusi air tanah (Sosrodarsono dan Takeda, 2003).

**Kebutuhan Air Pengambilan**

Kebutuhan pengambilan dihitung dengan cara membagi kebutuhan bersih air di sawah

(NFR) dengan keseluruhan efisiensi irigasi. Untuk menghitung kebutuhan pengambilan digunakan persamaan sebagai berikut:

$$DR = \frac{NFR}{8,64 \times Ef} \quad (6)$$

Keterangan :

DR = Kebutuhan pengambilan (l/dt.ha)

NFR =Kebutuhan bersih air di sawah (mm/hari)

8,64 = Angka konversi satuan mm/hari menjadi l/dt.ha

Ef = Efisiensi Irigasi Total (65% atau 0,65)

**Kebutuhan Air Bersih di Sawah**

Kebutuhan air bersih di sawah untuk tanaman padi terbagi menjadi dua kondisi, yaitu sebagai berikut:

a. Kebutuhan air selama penyiapan lahan (Masa persiapan lahan)

$$NFR^* = IR - Re \quad (7)$$

Keterangan:

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

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

Re = Curah hujan efektif (mm/hari)

b. Kebutuhan air selama masa tanam

$$NFR^{**} = ETc + p - Re + WLR \quad (8)$$

Keterangan:

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

ETc = Penggunaan air konsumtif tanaman (mm/hari)

p = Perkolasi (mm/hari)

Re = Curah hujan efektif (mm/hari)

WLR = Pergantian lapisan air(mm/hr)

Kemudian menghitung faktor-faktor yang mempengaruhi kebutuhan air bersih di sawah untuk tanaman padi, yaitu sebagai berikut :

1. Penyiapan lahan
2. Perkolasi dan rembesan
3. Curah hujan efektif
4. Areal tanam sawah (As)
5. Penggunaan konsumtif
6. Pergantian lapisan air
7. Efisiensi

**Analisis Neraca Air**

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

$$\text{Neraca Air} = \text{Ketersediaan air} - \text{Kebutuhan} \quad (9)$$

Jika hasil neraca air positif, menandakan terdapat kelebihan air (*Surplus*) sedangkan jika neraca air negatif, menandakan terjadi kekurangan air di lokasi yang di teliti (*Defisit*).

**METODOLOGI PENELITIAN**

**Gambaran Umum Lokasi Penelitian**

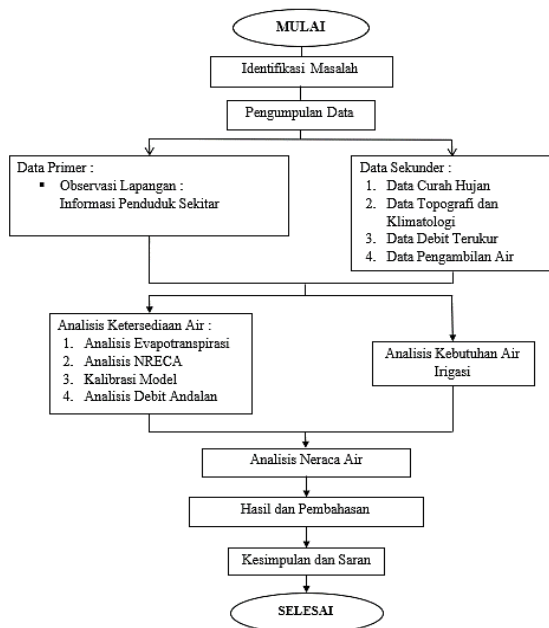
Sungai Alo terletak di Kabupaten Gorontalo, Provinsi Gorontalo dengan panjang sungai 31,90 km. Di sungai ini di bangun bendung yang terletak di Desa Datahu, yang berfungsi sebagai penunjang kegiatan di bidang pertanian. Letak geografis Bendung Alo antara 0°39'12.82"LU dan 122°51'29.50" BT



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian Sungai Alo  
Sumber: Google earth

**Bagan Alir Penelitian**

Langkah-langkah pelaksanaan penelitian:

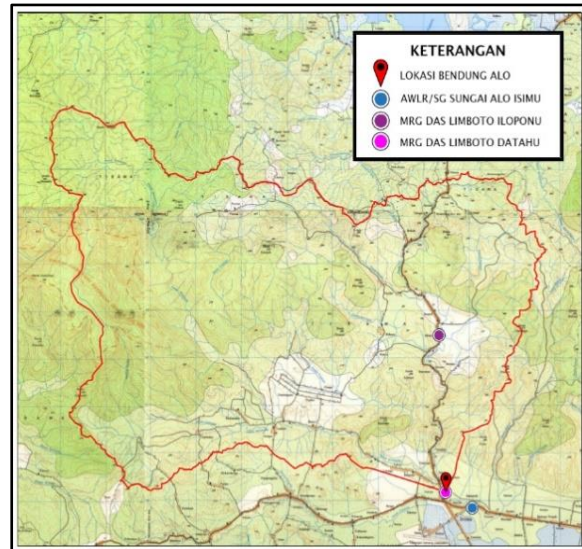


Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

**ANALISIS DATA**

**Analisis Daerah Aliran Sungai**

Dari hasil analisis perhitungan yang diperoleh dari bantuan peta topografi, luas DAS pada Bendung Alo sebesar 199,59 km<sup>2</sup>



Gambar 3. Peta Topografi DAS Alo  
Sumber: Balai Wilayah Sungai Sulawesi II

**Analisis Data Debit**

Karena ketidaktersediaan data debit di lokasi penelitian, maka harus dilakukan perhitungan debit menggunakan analisis perbandingan Regional.

Tabel 1. Data Debit Tahun 2010 AWLR Alo - Isimu (m<sup>3</sup>/detik)

Bln/Per	Jan	Feb	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agust	Sept	Okt	Nov	Des
I	5.65	6.89	46.38	44.53	98.23	123.75	86.64	105.81	162.26	95.30	102.42	110.16
II	16.41	4.41	47.91	60.17	179.63	173.81	198.37	79.07	97.52	136.99	84.57	93.08

Tabel 2. Data Debit Hasil Analisis Regional Sungai Alo di titik Bendung Alo (m<sup>3</sup>/detik)

Bln/Per	Jan	Feb	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agust	Sept	Okt	Nov	Des
I	5.65	6.89	46.38	44.53	98.23	123.75	86.64	105.81	162.26	95.30	102.42	110.16
II	16.41	4.41	47.91	60.17	179.63	173.81	198.37	79.07	97.52	136.99	84.57	93.08

**Analisis Curah Hujan**

Terdapat 2 stasiun yang berada dekat dengan DAS Alo, yaitu ARR/MRG DAS Limboto Datahu dan ARR/MRG DAS Limboto Iloponu. Karena kurangnya data pada ARR/MRG DAS Limboto Iloponu maka data curah hujan yang digunakan untuk penelitian ini adalah data curah hujan dari ARR/MRG DAS Limboto Datahu saja.





Tabel 6. Perhitungan Debit Metode NRECA Modified Tahun 2010 Setelah Kalibrasi

TAHUN	DATE	PERIODE	DAY	Rb	PET	MOIST STORAGE (MS) [mm]	STOR RATIO (SR)	Rb / PET	AET/PET	AET [mm]	WATER BALANCE (WB) [mm]	EXCESS MOIST RATIO	EXCESS MOIST [mm]	DELTA STORAGE (ΔS) [mm]	RECHG GW [mm]	GROUND WATER STORAGE		GW FLOW [mm]	DIRECT FLOW [mm]	TOTAL FLOW [mm]	TOTAL MONTHLY DISCHARGE [m3/det]	OBSERVED MONTHLY DISCHARGE [m3/det]
																BEGIN [mm]	END [mm]					
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	
2010	Jan	1	15	39.0	44.03	801.3	2.03	0.89	1.00	39.6	-0.62	0.00	0.0	-0.6	0.0	2.0	2.0	0.8	0.0	0.8	0.13	0.37
		2	16	27.0	46.96	800.7	2.03	0.57	1.00	42.3	-15.3	0.00	0.0	-15.3	0.0	1.2	1.2	0.5	0.0	0.5	0.07	1.01
	Feb	1	15	5.5	50.43	785.4	1.99	0.11	1.00	45.2	-39.7	0.00	0.0	-39.7	0.0	0.7	0.7	0.3	0.0	0.3	0.04	0.45
		2	13	0.0	43.70	745.7	1.89	0.00	0.94	37.2	-37.2	0.00	0.0	-37.2	0.0	0.4	0.4	0.2	0.0	0.2	0.03	0.33
	Mar	1	15	0.0	45.23	708.5	1.80	0.00	0.90	36.5	-36.5	0.00	0.0	-36.5	0.0	0.2	0.2	0.1	0.0	0.1	0.02	3.05
		2	16	13.5	48.24	672.0	1.70	0.28	0.89	38.8	-25.3	0.00	0.0	-25.3	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.01	2.95
	Apr	1	15	40.0	46.10	646.7	1.64	0.87	0.98	40.5	-0.5	0.00	0.0	-0.5	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.01	2.93
		2	15	116.0	46.10	646.2	1.64	2.52	1.00	41.5	74.5	0.92	68.6	5.9	61.7	0.0	61.8	25.3	6.9	32.2	4.96	3.95
	May	1	15	173.0	41.64	652.1	1.65	4.15	1.00	37.5	135.5	0.92	125.3	10.2	112.8	36.5	149.3	61.2	12.5	73.7	11.35	6.46
		2	16	175.0	44.42	662.3	1.68	3.94	1.00	40.0	135.0	0.93	125.8	9.3	113.2	88.1	201.3	82.5	12.6	95.1	13.72	11.07
	Jun	1	15	183.5	38.00	671.5	1.70	4.83	1.00	34.2	149.3	0.94	139.9	9.4	125.9	118.9	244.8	100.3	14.0	114.3	17.60	8.13
		2	15	98.5	38.00	680.9	1.73	2.59	1.00	34.2	64.3	0.94	60.6	3.7	54.5	144.5	199.0	81.5	6.1	87.6	13.49	11.42
	Jul	1	15	72.0	37.45	684.6	1.74	1.92	1.00	33.7	38.3	0.94	36.2	2.1	32.5	117.5	150.0	61.5	3.6	65.1	10.02	5.69
		2	16	169.5	39.94	686.8	1.74	4.24	1.00	35.9	133.6	0.95	126.2	7.3	113.6	88.6	202.2	82.8	12.6	95.5	13.78	6.06
	Aug	1	15	193.5	40.57	694.1	1.76	4.77	1.00	36.5	157.0	0.95	149.0	8.0	134.1	119.4	253.4	103.8	14.9	118.7	18.28	6.95
		2	16	69.2	43.28	702.1	1.78	1.60	1.00	38.9	30.3	0.95	28.8	1.4	25.9	149.6	175.5	71.9	2.9	74.8	10.80	4.87
	Sep	1	15	203.8	41.15	703.6	1.78	4.95	1.00	37.0	166.8	0.95	159.0	7.8	143.1	103.6	246.7	101.1	15.9	117.0	18.01	10.66
		2	15	160.5	41.15	711.4	1.80	3.90	1.00	37.0	123.5	0.96	118.1	5.4	106.3	145.6	251.9	103.2	11.8	115.0	17.71	6.41
	Oct	1	15	89.8	41.43	716.8	1.82	2.17	1.00	37.3	52.5	0.96	50.3	2.2	45.3	148.7	194.0	79.5	5.0	84.5	13.02	6.26
		2	16	166.1	44.19	718.9	1.82	3.76	1.00	39.8	126.3	0.96	121.2	5.1	109.1	114.5	223.6	91.6	12.1	103.7	14.98	8.44
	Nov	1	15	74.0	42.76	724.1	1.84	1.73	1.00	38.5	35.5	0.96	34.1	1.4	30.7	132.0	162.7	66.7	3.4	70.1	10.79	6.73
		2	15	34.6	42.76	725.4	1.84	0.81	0.98	37.9	-3.3	0.00	0.0	-3.3	0.0	96.1	96.1	39.4	0.0	39.4	6.06	5.56
	Dec	1	15	113.6	38.54	722.2	1.83	2.95	1.00	34.7	78.9	0.96	75.8	3.1	68.2	56.7	124.9	51.2	7.6	58.8	9.05	7.24
		2	16	61.1	41.11	725.3	1.84	1.49	1.00	37.0	24.1	0.96	23.2	0.9	20.9	73.8	94.6	38.8	2.3	41.1	5.93	5.74

**Kalibrasi Model**

Sebelum dilakukan perhitungan NRECA pada tahun-tahun berikutnya, perlu dilakukan kalibrasi. Kalibrasi model dilakukan untuk mengetahui keterkaitan hasil perhitungan dengan nilai dari data debit AWLR. Hal ini dilakukan untuk memastikan parameter yang digunakan mendekati kondisi sebenarnya di lapangan.

Dengan menggunakan bantuan *solver*, diperoleh nilai parameter hasil kalibrasi:

- a. SMS = 801.27 mm
- b. GWS = 2 mm
- c. Koefisien C = 0,2
- d. PSUB = 0,9
- e. GWF = 0,41
- f. CROPF = 0,9

Maka didapatkan hasil hitungan debit yaitu sebagai berikut:

- a. Debit Hitungan 2010 = 0,13 m<sup>3</sup>/det
- b. Debit Terukur 2010 = 0,37 m<sup>3</sup>/det

Dengan parameter yang telah diperoleh, selanjutnya dilakukan pengujian perhitungan debit dengan menggunakan parameter hasil kalibrasi pada Model NRECA Modified seperti langkah pada tabel 5. Selanjutnya nilai hasil perhitungan tersebut dibandingkan dengan debit terukur, disajikan dalam tabel 6. Grafiknya dapat dilihat pada Gambar 4 dan Gambar 5.

**Uji Koefisien Determinasi**

Untuk menguji keterkaitan antara debit analisis hasil kalibrasi dan debit terukur, digunakan uji Koefisien Determinasi

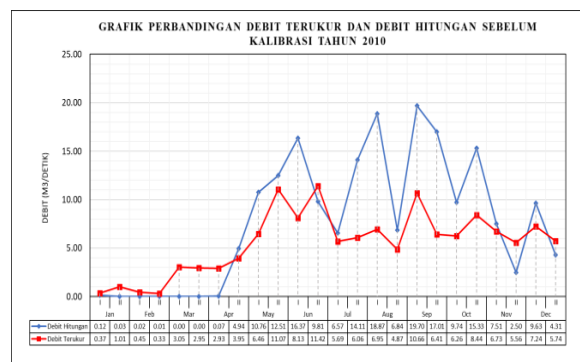
$$X = Q_0 \text{ (Debit Terukur)}$$

$$Y = Q_p \text{ (Debit Perhitungan)}$$

Hasil uji korelasi determinasi menunjukkan hasil  $r = 0,85$  dengan  $r^2 = 0,71$ . Maka data debit analisis memiliki korelasi yang kuat ( $r^2 > 0,6 - 0,799$ ) dengan data debit terukur. Dengan kata lain parameter parameter DAS hasil kalibrasi sudah bisa digunakan dan menjadi acuan untuk perhitungan debit analisis pada tahun-tahun berikutnya.



Gambar 4. Grafik perbandingan nilai debit terukur dan debit hitungan sebelum kalibrasi



Gambar 5. Grafik perbandingan nilai debit terukur dan debit hitungan sesudah kalibrasi

Tabel 7. Perhitungan Uji Koefisien Determinasi ( $r^2$ ) untuk Data Tahun 2010

No	Bulan	X [m <sup>3</sup> /det]	Y [m <sup>3</sup> /det]	XY	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	r	r <sup>2</sup>	
1	Jan	1	0.37	0.13	0.047	0.138	0.85	0.71	
2		2	1.01	0.07	0.071	1.022			0.005
3	Feb	1	0.45	0.04	0.020	0.205			0.002
4		2	0.33	0.03	0.010	0.112			0.001
5	Mar	1	3.05	0.02	0.047	9.293			0.000
6		2	2.95	0.01	0.025	8.715			0.000
7	Apr	1	2.93	0.01	0.016	8.566			0.000
8		2	3.95	4.96	19.596	15.640			24.552
9	May	1	6.46	11.35	73.270	41.684			128.791
10		2	11.07	13.72	151.899	122.513			188.333
11	Jun	1	8.13	17.60	143.117	66.156			309.607
12		2	11.42	13.49	154.090	130.506			181.937
13	Jul	1	5.69	10.02	57.072	32.428			100.443
14		2	6.06	13.78	83.532	36.741			189.915
15	Aug	1	6.95	18.28	127.138	48.365			334.209
16		2	4.87	10.80	52.610	23.738			116.599
17	Sep	1	10.66	18.01	192.080	113.738			324.384
18		2	6.41	17.71	113.521	41.084			313.677
19	Oct	1	6.26	13.02	81.525	39.234			169.401
20		2	8.44	14.98	126.411	71.253			224.268
21	Nov	1	6.73	10.79	72.651	45.316			116.476
22		2	5.56	6.06	33.690	30.897			36.735
23	Dec	1	7.24	9.05	65.523	52.424			81.896
24		2	5.74	5.93	34.017	32.895			35.178
Jumlah			132.76	209.84	1581.977	972.66			

Tabel 8. Urutan Data dan Perhitungan P(%)

Ranking Data	P1= (n1/(n+1)).100%	Bulan																							
		Jan		Feb		Mar		Apr		Mei		Jun		Jul		Agu		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	7.69%	9.638	9.307	8.901	7.000	11.010	11.849	8.718	16.474	11.555	13.723	17.596	13.488	10.022	13.781	18.281	10.798	18.011	17.711	13.015	14.976	14.258	10.384	11.381	16.830
2	15.38%	5.324	9.083	7.273	6.623	9.596	8.996	7.044	9.744	11.349	10.126	13.200	11.494	9.267	7.950	8.364	5.774	9.413	9.800	6.538	14.776	10.792	8.771	9.754	12.794
3	23.08%	3.475	5.935	4.643	5.476	4.824	6.471	5.787	5.436	11.264	8.057	13.157	9.158	8.238	7.760	4.998	4.837	4.738	4.507	4.520	8.864	10.761	6.064	9.050	8.165
4	30.77%	2.703	4.608	4.620	4.788	3.418	5.085	4.909	4.955	10.569	7.581	9.148	6.842	7.965	5.497	4.653	4.543	3.220	2.979	3.284	6.276	9.702	6.061	9.025	7.851
5	38.46%	1.768	1.840	4.411	3.220	2.250	4.467	4.367	4.855	10.347	5.777	6.277	6.164	6.702	5.354	4.330	4.026	2.720	2.487	2.295	6.268	4.530	4.909	8.780	5.961
6	46.15%	0.126	1.528	2.292	3.147	1.515	2.777	3.058	4.327	8.666	5.486	6.174	4.949	6.173	4.558	2.870	1.588	2.572	2.259	1.997	6.128	3.664	2.751	7.105	5.931
7	53.85%	0.126	1.192	0.962	2.961	1.365	2.649	2.497	4.006	7.222	5.341	5.736	3.867	3.438	2.416	1.732	0.859	2.535	1.497	1.789	2.894	3.387	2.674	5.794	4.638
8	61.54%	0.126	1.039	0.921	1.561	0.799	1.210	1.425	3.778	6.196	5.218	5.722	3.786	2.653	1.903	1.345	0.744	0.541	0.319	1.575	1.599	3.276	2.076	4.320	3.633
9	69.23%	0.126	0.766	0.750	1.116	0.505	0.442	0.278	3.367	3.728	4.614	4.043	3.445	2.567	1.421	1.198	0.663	0.418	0.247	1.334	1.440	2.599	1.816	3.251	2.179
10	76.92%	0.126	0.070	0.389	0.655	0.335	0.279	0.176	2.578	3.683	4.018	3.496	3.372	1.988	1.412	0.895	0.495	0.312	0.184	0.188	0.738	1.540	1.694	3.168	1.956
11	84.62%	0.126	0.070	0.064	0.041	0.063	0.030	0.019	1.584	3.446	3.233	2.385	2.064	1.218	0.674	0.816	0.405	0.255	0.151	0.109	0.104	0.856	1.270	2.023	1.528
12	92.31%	0.126	0.070	0.044	0.030	0.015	0.008	0.005	0.011	0.351	0.153	0.620	0.300	0.177	0.098	0.062	0.034	0.022	0.013	0.007	0.004	0.003	0.002	0.001	0.001
13	100.0%	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Tabel 9. Nilai Analisis Debit Andalan Q<sub>80%</sub> dan Q<sub>95%</sub> di DAS Alo

Debit Andalan (m <sup>3</sup> /det)	Jan		Feb		Mar		Apr		May		Jun		Jul		Agu		Sep		Oct		Nov		Dec	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
Q80	0.126	0.070	0.259	0.409	0.226	0.180	0.113	2.180	3.588	3.704	3.051	2.848	1.680	1.117	0.863	0.459	0.289	0.171	0.157	0.485	1.267	1.525	2.710	1.785
Q95	0.082	0.045	0.029	0.019	0.010	0.006	0.003	0.007	0.228	0.100	0.403	0.195	0.115	0.064	0.040	0.022	0.014	0.008	0.005	0.003	0.002	0.001	0.001	0.000

Tabel 10. Masa Persiapan Lahan dan Masa Tanam

Bln	Jan		Feb		Mar		Apr		Mei		Jun		Jul		Agu		Sep		Oct		Nov		De
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II			
Kegiatan	LP	LP	C	C	C	C	C	C	C	LP	LP	C	C	C	C	C	C	LP	LP	C	C	C	C

LP = Land Preparation (Masa Persiapan Lahan)  
 C = Crop (Masa Tanam)



**Analisis Kebutuhan Air Irigasi**

Penggunaan air di DAS Alo sebagian besar digunakan untuk memenuhi kebutuhan air irigasi. Kebutuhan air irigasi akan dihitung untuk 3 kali pola tanam dalam jangka waktu 1 tahun seperti skema pada tabel 10.

**Perhitungan Curah Hujan Efektif (Re)**

Perhitungan curah hujan efektif memanfaatkan data curah hujan selama 2007-2018). Data curah hujan yang sudah disusun dalam curah hujan setengah bulanan diurutkan dari nilai yang terkecil hingga terbesar (tahun pengamatan tidak diperhitungkan lagi), selanjutnya dipilih hujan setengah bulanan (R<sub>80</sub>) pada urutan yang ke:

$$R_{80} = \frac{n}{5} + 1$$

Keterangan:  
 R<sub>80</sub> = curah hujan bulanan dengan keandalan 80%.  
 n = Jumlah data

$$x = \frac{12}{5} + 1 = 3,4$$

perhitungan interpolasi urutan 3,4 untuk curah hujan efektif bulan Januari periode I :

$$x = 3,4 \quad y = ?$$

$$x_1 = 3y_1 = 18,0 \text{ mm/hari}$$

$$x_2 = 4y_2 = 25,8 \text{ mm/hari}$$

$$\frac{(x-x_1)}{(x_2-x_1)} = \frac{(y-y_1)}{(y_2-y_1)} \Rightarrow \frac{(3,4-3)}{(4-3)} = \frac{(y-18,0)}{(25,8-18,0)}$$

$$\Rightarrow \frac{(0,4)}{(1)} = \frac{(y-18,0)}{(7,8)}$$

$$\Rightarrow y - 18,0 = 3,12$$

$$\Rightarrow y = R_{80} = 3,12 + 18,0 = 21,12$$

Selanjutnya dihitung nilai hujan efektif dengan rumus:

$$Re = \frac{0,7 \times R_{80}}{15} = \frac{0,7 \times 21,12}{15} = 0,99 \text{ mm/hari}$$

Perhitungan selengkapnya pada tabel 11.

**Rekapitulasi Luas Lahan Sawah (As)**

Rekapitulasi luas lahan sawah diperlihatkan pada tabel 12 berikut.

Tabel 12. Luas Lahan Sawah Fungsional dan Potensial D.I Alo

No	Luas Fungsional (Ha)	Luas Potensial (Ha)
1	1482	1800
<b>TOTAL</b>	<b>3282</b>	

**Efisiensi Irigasi**

Efisiensi irigasi di saluran primer sebesar 90%, di saluran sekunder sebesar 90% dan efisiensi di saluran tersier sebesar 80%. Sehingga diperoleh efisiensi totalnya adalah 90 % x 90 % x 80 % = 65%. Hal ini sesuai dengan KP – 01 dan standarisasi efisiensi penyaluran berdasarkan Direktorat Jenderal Pengairan (1986).

Tabel 11. Perhitungan Curah Hujan Efektif (Re)

Urutan	Bulan/Periode																								
	Jan		Feb		Mar		Apr		Mei		Jun		Jul		Agu		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	0.00	22.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	19.90	42.50	0.00	25.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	15.50	0.00	0.00	24.50	0.00
2	14.10	22.90	4.40	0.20	0.00	10.00	4.00	39.50	46.70	0.00	30.60	18.50	0.20	6.00	0.00	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	19.70	0.00	0.00	49.00	9.60
3	18.00	27.00	5.50	3.00	3.30	11.90	12.80	41.80	49.10	19.50	42.00	26.90	16.00	6.40	0.00	1.10	1.80	0.00	4.80	25.50	24.50	33.40	58.70	22.80	
3.4	21.12	30.32	6.50	4.48	4.58	12.54	13.08	46.76	54.62	24.46	50.76	27.62	18.40	8.96	2.80	2.06	2.00	0.00	5.08	26.90	25.34	33.88	59.34	34.60	
4	25.80	35.30	8.00	6.70	6.50	13.50	13.50	54.20	62.90	31.90	63.90	28.70	22.00	12.80	7.00	3.50	2.30	0.00	5.50	29.00	26.60	34.60	60.30	52.30	
5	28.60	39.40	12.00	8.50	16.00	20.90	40.00	63.40	67.00	55.90	65.80	39.50	27.00	15.00	20.50	9.60	4.30	0.00	30.30	72.00	32.30	45.70	72.10	58.80	
6	34.50	46.10	21.00	28.00	18.20	39.50	44.30	63.80	102.80	57.90	68.50	40.50	40.60	16.90	27.90	15.00	7.20	24.00	31.00	73.50	44.50	47.30	77.40	61.10	
7	39.00	52.80	23.10	46.80	30.60	71.00	53.40	76.30	128.00	80.40	75.00	46.50	62.80	51.60	42.10	16.20	10.30	26.30	46.00	105.30	67.80	49.50	84.80	68.60	
8	62.80	69.00	45.50	57.60	41.00	74.30	56.10	107.40	133.20	88.30	76.60	56.80	72.00	56.50	47.00	23.00	15.40	45.50	59.50	115.70	72.90	51.00	105.30	69.40	
9	76.00	96.50	65.00	71.30	44.90	75.50	58.00	108.00	156.50	94.90	127.80	75.80	89.80	59.60	48.80	69.20	25.00	59.20	62.10	126.90	74.00	56.20	113.60	93.50	
10	86.90	111.20	98.90	72.80	65.30	109.80	70.00	116.00	158.00	122.20	142.00	98.50	95.00	106.50	56.60	73.00	100.50	78.30	84.60	160.50	79.70	80.90	129.80	98.00	
11	113.00	115.60	99.50	76.30	155.00	150.50	77.20	135.50	166.50	129.10	154.70	102.10	99.00	114.40	109.50	75.60	173.90	121.00	89.80	166.10	209.40	89.50	142.50	188.30	
12	173.90	181.50	148.10	95.60	161.20	185.50	132.60	233.60	173.00	175.00	183.50	155.30	108.20	169.50	193.50	86.50	203.80	160.50	90.50	228.20	211.90	97.60	199.50	227.50	
<b>Re</b>	<b>0.99</b>	<b>1.41</b>	<b>0.30</b>	<b>0.21</b>	<b>0.21</b>	<b>0.59</b>	<b>0.61</b>	<b>2.18</b>	<b>2.55</b>	<b>1.14</b>	<b>2.37</b>	<b>1.29</b>	<b>0.86</b>	<b>0.42</b>	<b>0.13</b>	<b>0.10</b>	<b>0.09</b>	<b>0.00</b>	<b>0.24</b>	<b>1.26</b>	<b>1.18</b>	<b>1.58</b>	<b>2.77</b>	<b>1.61</b>	

Tabel 13. Perhitungan Kebutuhan Air Irigasi untuk Lahan Fungsional

Bln/periode	Eto mm/hari (2)	Re mm/hari (3)	P mm/hari (4)	Masa Penyiapan Lahan (LP)							Kc	Masa Tanam (C)			Dr lt/dt.ha (16)	Qir m <sup>3</sup> /dt (17)	
				Eo mm/hari (5)	M mm/hari (6)	Tlp hari (7)	S mm (8)	k (9)	IR mm/hari (10)	NFR* mm/hari (11)		Etc mm/hari (12)	WLR mm/hari (13)	NFR** mm/hari (14)			
Jan I	2.9351	0.9856	2	3.23	5.2286	30	300	0.52	12.8	11.9	LP				2.1110	3.12854	
Jan II	2.9351	1.4149	2	3.23	5.2286	30	300	0.52	12.8	11.4	LP				2.0346	3.01524	
Feb I	3.3618	0.3033	2									1.1	3.7	5.3946	0.9606	1.42359	
Feb II	3.3618	0.2091	2									1.1	3.7	3.846	9.3351	1.6622	2.46342
Maret I	3.0152	0.2137	2									1.05	3.17	3.333	8.2856	1.4754	2.18648
Maret II	3.0152	0.5852	2									1.05	3.17	3.13	7.7058	1.3721	2.03348
April I	3.0735	0.6104	2									0.95	2.92	3.333	7.6428	1.3609	2.01684
April II	3.0735	2.1821	2														0
Mei I	2.776	2.5489	2	3.05	5.0536	30	300	0.51	12.7	10.2	LP				1.8144	2.68898	
Mei II	2.776	1.1415	2	3.05	5.0536	30	300	0.51	12.7	11.6	LP				2.0650	3.06039	
Juni I	2.5337	2.3688	2									1.1	2.79	2.4182	0.4306	0.63814	
Juni II	2.5337	1.2889	2									1.1	2.79	3.333	6.8314	1.2164	1.80274
Juli I	2.4964	0.8587	2									1.05	2.62	3.333	7.0958	1.2635	1.87251
Juli II	2.4964	0.4181	2									1.05	2.62	3.125	7.3280	1.3049	1.93379
Agust I	2.7048	0.1307	2									0.95	2.57	3.333	7.7722	1.3839	2.05101
Agust II	2.7048	0.0961	2														0
Sept I	2.743	0.0933	2	3.02	5.0173	30	300	0.5	12.7	12.6	LP				2.2479	3.33139	
Sept II	2.743	0.0000	2	3.02	5.0173	30	300	0.5	12.7	12.7	LP				2.2645	3.35602	
Okt I	2.7619	0.2371	2									1.1	3.04	4.8010	0.8549	1.26692	
Okt II	2.7619	1.2553	2									1.1	3.04	3.125	6.9077	1.2300	1.82287
Nov I	2.8509	1.1825	2									1.05	2.99	3.333	7.1442	1.2721	1.88528
Nov II	2.8509	1.5811	2									1.05	2.99	3.333	6.7457	1.2012	1.78011
Des I	2.5692	2.7692	2									0.95	2.44	3.333	5.0048	0.8912	1.32072
Desi II	2.5692	1.6147															0

Tabel 14. Perhitungan Kebutuhan Air Irigasi untuk Lahan Total

Bulan / Periode	Eto mm/hari (2)	Re mm/hari (3)	P mm/hari (4)	Masa Penyiapan Lahan (LP)							Kc	Masa Tanam (C)			Dr lt/dt.ha (16)	Qir m <sup>3</sup> /dt (17)	
				Eo mm/hari (5)	M mm/hari (6)	Tlp hari (7)	S mm (8)	k (9)	IR mm/hari (10)	NFR* mm/hari (11)		Etc mm/hari (12)	WLR mm/hari (13)	NFR** mm/hari (14)			
Jan I	2.9351	0.9856	2	3.2286	5.2286	30	300	0.52	12.8	11.9	LP				2.1110	6.92838	
Jan II	2.9351	1.4149	2	3.2286	5.2286	30	300	0.52	12.8	11.4	LP				2.0346	6.67747	
Feb I	3.3618	0.3033	2									1.1	3.7	5.3946	0.9606	3.15264	
Feb II	3.3618	0.2091	2									1.1	3.7	3.846	9.3351	1.6622	5.45543
Maret I	3.0152	0.2137	2									1.05	3.17	3.333	8.2856	1.4754	4.84212
Maret II	3.0152	0.5852	2									1.05	3.17	3.13	7.7058	1.3721	4.50329
April I	3.0735	0.6104	2									0.95	2.92	3.333	7.6428	1.3609	4.46644
April II	3.0735	2.1821															0
Mei I	2.776	2.5489	2	3.0536	5.0536	30	300	0.51	12.7	10.2	LP				1.8144	5.95494	
Mei II	2.776	1.1415	2	3.0536	5.0536	30	300	0.51	12.7	11.6	LP				2.0650	6.77747	
Juni I	2.5337	2.3688	2									1.1	2.79	2.4182	0.4306	1.41321	
Juni II	2.5337	1.2889	2									1.1	2.79	3.333	6.8314	1.2164	3.99230
Juli I	2.4964	0.8587	2									1.05	2.62	3.333	7.0958	1.2635	4.14682
Juli II	2.4964	0.4181	2									1.05	2.62	3.125	7.3280	1.3049	4.28252
Agust I	2.7048	0.1307	2									0.95	2.57	3.333	7.7722	1.3839	4.54211
Agust II	2.7048	0.0961															0
Sept I	2.743	0.0933	2	3.0173	5.0173	30	300	0.5	12.7	12.6	LP				2.2479	7.37762	
Sept II	2.743	0.0000	2	3.0173	5.0173	30	300	0.5	12.7	12.7	LP				2.2645	7.43217	
Okt I	2.7619	0.2371	2									1.1	3.04	4.8010	0.8549	2.80570	
Okt II	2.7619	1.2553	2									1.1	3.04	3.125	6.9077	1.2300	4.03688
Nov I	2.8509	1.1825	2									1.05	2.99	3.333	7.1442	1.2721	4.17510
Nov II	2.8509	1.5811	2									1.05	2.99	3.333	6.7457	1.2012	3.94220
Des I	2.5692	2.7692	2									0.95	2.44	3.333	5.0048	0.8912	2.92484
Desi II	2.5692	1.6147															0

**Analisis Neraca Air**

Setelah didapat hasil analisis ketersediaan air dan kebutuhan air di DAS Alo di titik Bendung Alo, maka selanjutnya dapat dilihat keseimbangan antara ketersediaan dan kebutuhan air di titik kontrol tersebut.

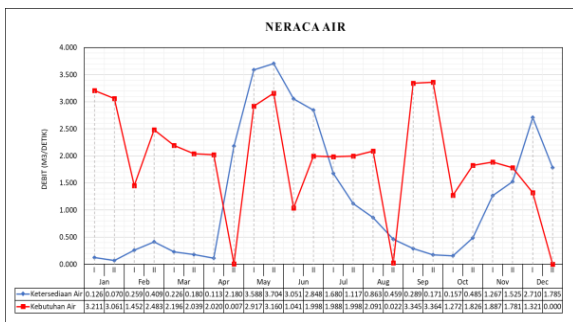
**Neraca Air untuk Lahan Fungsional dengan Memperhitungkan Kebutuhan Air Q<sub>95%</sub>**

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 38 Tahun 2011 tentang Sungai, aliran pemeliharaan sungai adalah aliran air minimum yang harus tersedia di sungai untuk menjaga kehidupan ekosistem sungai, maka perhitungan neraca air harus memperhitungkan kebutuhan air Q<sub>95%</sub>.

- ✓ Ketersediaan Air Q<sub>80%</sub>
- ✓ Kebutuhan Air Q<sub>95%</sub>
- ✓ Kebutuhan Air irigasi lahan fungsional 1482 Ha

Tabel 15. Neraca Air DAS Alo untuk Irigasi Lahan Fungsional dengan kebutuhan Air Q<sub>95%</sub>

Bln	Periode	Ketersediaan Air (m3/det)	Q95 (m3/det)	Kebutuhan Air Irigasi (m3/det)	Kebutuhan Air Total (m3/det)	Neraca Air (m3/det)
Jan	I	0.126	0.082	3.129	3.211	-3.084
	II	0.070	0.045	3.015	3.061	-2.991
Feb	I	0.259	0.029	1.424	1.452	-1.193
	II	0.409	0.019	2.463	2.483	-2.073
Mar	I	0.226	0.010	2.186	2.196	-1.970
	II	0.180	0.006	2.033	2.039	-1.859
Apr	I	0.113	0.003	2.017	2.020	-1.907
	II	2.180	0.007	0.000	0.007	2.173
Mei	I	3.588	0.228	2.689	2.917	0.671
	II	3.704	0.100	3.060	3.160	0.544
Juni	I	3.051	0.403	0.638	1.041	2.010
	II	2.848	0.195	1.803	1.998	0.851
Juli	I	1.680	0.115	1.873	1.988	-0.308
	II	1.117	0.064	1.934	1.998	-0.881
Agu	I	0.863	0.040	2.051	2.091	-1.228
	II	0.459	0.022	0.000	0.022	0.437
Sept	I	0.289	0.014	3.331	3.345	-3.056
	II	0.171	0.008	3.356	3.364	-3.194
Okt	I	0.157	0.005	1.267	1.272	-1.115
	II	0.485	0.003	1.823	1.826	-1.341
Nov	I	1.267	0.002	1.885	1.887	-0.620
	II	1.525	0.001	1.780	1.781	-0.257
Des	I	2.710	0.001	1.321	1.321	1.389
	II	1.785	0.000	0.000	0.000	1.784



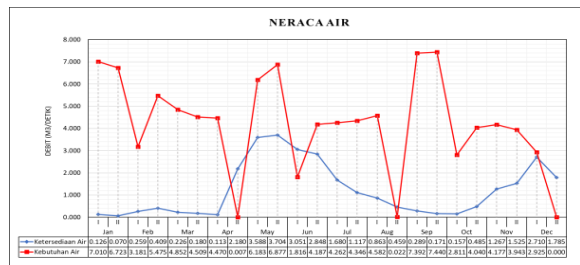
Gambar 6. Grafik Neraca Air DAS Alo untuk Irigasi Pada Lahan Fungsional dengan Memperhitungkan Kebutuhan Air Q<sub>95%</sub>

**Neraca Air untuk Lahan Total dengan Memperhitungkan Kebutuhan Air Q<sub>95%</sub>**

- Ketersediaan Air Q<sub>80%</sub>
- Kebutuhan Air Q<sub>95%</sub>
- Kebutuhan Air irigasi lahan total 3282 Ha

Tabel 16. Neraca Air DAS Alo untuk Irigasi Pada Lahan Total dengan kebutuhan Air Q<sub>95%</sub>

Bln	Periode	Ketersediaan Air (m3/det)	Q95 (m3/det)	Kebutuhan Air Irigasi (m3/det)	Kebutuhan Air Total (m3/det)	Neraca Air (m3/det)
Jan	I	0.126	0.082	6.928	7.010	-6.884
	II	0.070	0.045	6.677	6.723	-6.653
Feb	I	0.259	0.029	3.153	3.181	-2.923
	II	0.409	0.019	5.455	5.475	-5.065
Mar	I	0.226	0.010	4.842	4.852	-4.626
	II	0.180	0.006	4.503	4.509	-4.329
Apr	I	0.113	0.003	4.466	4.470	-4.357
	II	2.180	0.007	0.000	0.007	2.173
Mei	I	3.588	0.228	5.955	6.183	-2.595
	II	3.704	0.100	6.777	6.877	-3.173
Juni	I	3.051	0.403	1.413	1.816	1.235
	II	2.848	0.195	3.992	4.187	-1.339
Juli	I	1.680	0.115	4.147	4.262	-2.582
	II	1.117	0.064	4.283	4.346	-3.229
Agu	I	0.863	0.040	4.542	4.582	-3.719
	II	0.459	0.022	0.000	0.022	0.437
Sept	I	0.289	0.014	7.378	7.392	-7.102
	II	0.171	0.008	7.432	7.440	-7.270
Okt	I	0.157	0.005	2.806	2.811	-2.654
	II	0.485	0.003	4.037	4.040	-3.555
Nov	I	1.267	0.002	4.175	4.177	-2.910
	II	1.525	0.001	3.942	3.943	-2.419
Des	I	2.710	0.001	2.925	2.925	-0.216
	II	1.785	0.000	0.000	0.000	1.784



Gambar 7. Grafik Neraca Air DAS Alo untuk Irigasi Pada Lahan Total dengan Memperhitungkan Kebutuhan Air Q<sub>95%</sub>

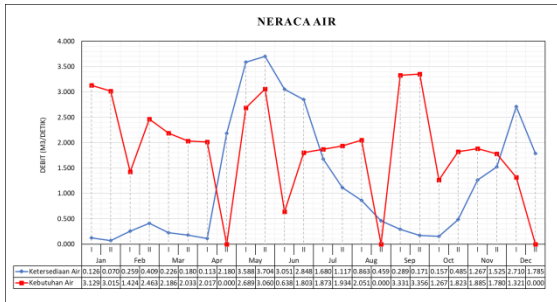
**Neraca Air Lahan Fungsional Tanpa Memperhitungkan Kebutuhan Air Q<sub>95%</sub>**

Karena banyak terjadi defisit pada kondisi sebelumnya yang memperhitungkan Q<sub>95%</sub>, maka dicoba alternatif lain yaitu dengan tidak memperhitungkan Q<sub>95%</sub> dengan maksud untuk melihat apakah tetap terjadi defisit atau tidak.

- Ketersediaan Air Q<sub>80%</sub>
- Kebutuhan Air irigasi lahan fungsional 1482 Ha

Tabel 17. Neraca Air DAS Alo untuk Irigasi Pada Lahan Fungsional tanpa kebutuhan Air Q<sub>95%</sub>

Bln	Periode	Ketersediaan Air (m3/det)	Kebutuhan Air Irigasi (m3/det)	Neraca Air (m3/det)
Jan	I	0.126	3.129	-3.002
	II	0.070	3.015	-2.945
Feb	I	0.259	1.424	-1.165
	II	0.409	2.463	-2.054
Mar	I	0.226	2.186	-1.960
	II	0.180	2.033	-1.854
Apr	I	0.113	2.017	-1.904
	II	2.180	0.000	2.180
Mei	I	3.588	2.689	0.899
	II	3.704	3.060	0.644
Juni	I	3.051	0.638	2.413
	II	2.848	1.803	1.046
Juli	I	1.680	1.873	-0.192
	II	1.117	1.934	-0.817
Agu	I	0.863	2.051	-1.188
	II	0.459	0.000	0.459
Sept	I	0.289	3.331	-3.042
	II	0.171	3.356	-3.185
Okt	I	0.157	1.267	-1.110
	II	0.485	1.823	-1.338
Nov	I	1.267	1.885	-0.619
	II	1.525	1.780	-0.256
Des	I	2.710	1.321	1.389
	II	1.785	0.000	1.785



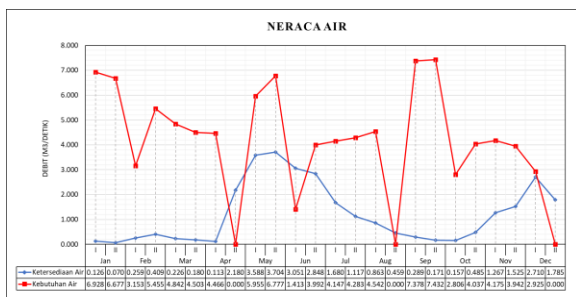
Gambar 8. Grafik Neraca Air DAS Alo untuk Irigasi Pada Lahan Fungsional tanpa memperhitungkan kebutuhan Air Q<sub>95%</sub>

**Neraca Air untuk Lahan Total Tanpa Memperhitungkan Kebutuhan Air Q<sub>95%</sub>**

- Ketersediaan air Q<sub>80%</sub>
- Kebutuhan irigasi lahan total 3282 Ha

Tabel 18. Neraca Air DAS Alo Irigasi Lahan Total tanpa memperhitungkan kebutuhan Air Q<sub>95%</sub>

Bln	Periode	Ketersediaan Air (m3/det)	Kebutuhan Air Irigasi (m3/det)	Neraca Air (m3/det)
Jan	I	0.126	6.928	-6.802
	II	0.070	6.677	-6.608
Feb	I	0.259	3.153	-2.894
	II	0.409	5.455	-5.046
Mar	I	0.226	4.842	-4.616
	II	0.180	4.503	-4.324
Apr	I	0.113	4.466	-4.353
	II	2.180	0.000	2.180
Mei	I	3.588	5.955	-2.367
	II	3.704	6.777	-3.074
Juni	I	3.051	1.413	1.638
	II	2.848	3.992	-1.144
Juli	I	1.680	4.147	-2.467
	II	1.117	4.283	-3.166
Agu	I	0.863	4.542	-3.679
	II	0.459	0.000	0.459
Sept	I	0.289	7.378	-7.088
	II	0.171	7.432	-7.261
Okt	I	0.157	2.806	-2.649
	II	0.485	4.037	-3.552
Nov	I	1.267	4.175	-2.909
	II	1.525	3.942	-2.418
Des	I	2.710	2.925	-0.215
	II	1.785	0.000	1.785



Gambar 9. Grafik Neraca Air DAS Alo untuk Irigasi Pada Lahan Total tanpa memperhitungkan kebutuhan Air Q<sub>95%</sub>

**Neraca Air untuk Lahan Fungsional dengan Memperhitungkan Kebutuhan Air Q<sub>95%</sub> dan masa tanam dirubah**

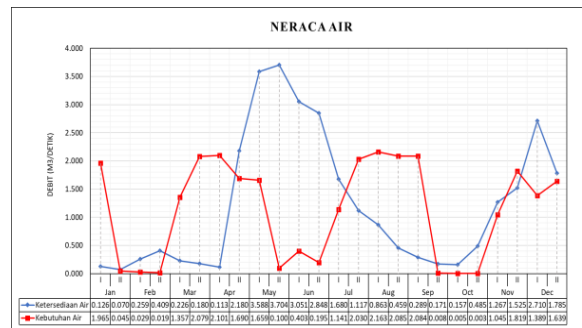
Setelah dilakukan alternatif sebelumnya dengan tidak memperhitungkan kebutuhan air Q<sub>95%</sub>, ternyata juga masih terjadi defisit. Maka

masa tanam harus dirubah dengan maksud agar defisit dapat terminimalisir.

- Ketersediaan Air Q<sub>80%</sub>
- Kebutuhan Air Q<sub>95%</sub>
- Kebutuhan air irigasi lahan fungsional 1482 Ha
- Masa tanam dirubah menjadi bulan Februari sampai bulan Mei (masa tanam I), bulan Juni sampai September (masa tanam II), dan bulan Oktober sampai Januari (masa tanam III)

Tabel 19. Neraca Air DAS Alo untuk Irigasi Pada Lahan Fungsional dengan memperhitungkan Q<sub>95%</sub> (Masa Tanam dirubah)

Bln	Periode	Ketersediaan Air (m3/det)	Q95 (m3/det)	Kebutuhan Air Irigasi (m3/det)	Kebutuhan Air Total (m3/det)	Neraca Air (m3/det)
Jan	I	0.126	0.082	1.883	1.965	-1.839
	II	0.070	0.045	0.000	0.045	0.024
Feb	I	0.259	0.029	0.000	0.029	0.230
	II	0.409	0.019	0.000	0.019	0.390
Mar	I	0.226	0.010	1.347	1.357	-1.130
	II	0.180	0.006	2.073	2.079	-1.899
Apr	I	0.113	0.003	2.098	2.101	-1.988
	II	2.180	0.007	1.683	1.690	0.490
Mei	I	3.588	0.228	1.431	1.659	1.930
	II	3.704	0.100	0.000	0.100	3.604
Juni	I	3.051	0.403	0.000	0.403	2.648
	II	2.848	0.195	0.000	0.195	2.653
Juli	I	1.680	0.115	1.026	1.141	0.539
	II	1.117	0.064	1.967	2.030	-0.914
Agu	I	0.863	0.040	2.122	2.163	-1.299
	II	0.459	0.022	2.063	2.085	-1.626
Sept	I	0.289	0.014	2.070	2.084	-1.795
	II	0.171	0.008	0.000	0.008	0.162
Okt	I	0.157	0.005	0.000	0.005	0.152
	II	0.485	0.003	0.000	0.003	0.482
Nov	I	1.267	0.002	1.043	1.045	0.222
	II	1.525	0.001	1.818	1.819	-0.294
Des	I	2.710	0.001	1.389	1.389	1.321
	II	1.785	0.000	1.638	1.639	0.146



Gambar 10. Grafik Neraca Air DAS Alo untuk Irigasi Pada Lahan Fungsional dengan memperhitungkan Q<sub>95%</sub> (Masa tanam dirubah)

**PEMBAHASAN**

**Analisis Hidrologi**

Dengan data yang diperoleh dari BWS Sulawesi II, analisis hidrologi dapat dilakukan. Data curah hujan diperlukan untuk menghitung curah hujan merata tahunan. Sedangkan untuk menghitung nilai evapotranspirasi diperlukan data klimatologi dan letak lintang stasiun yang diambil dari BMKG 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, evapotranspirasi, dan beberapa parameter dasar lainnya. Selanjutnya dilakukan proses kalibrasi model menggunakan bantuan *solver* yang ada pada *software Microsoft Excel*.

Dari kalibrasi model didapat parameter-parameter sebagai berikut: Hujan Tahunan = 1472,76mm; SMS = 801,27mm;  $C = 0,2$ ; NOMINAL = 394,55; PSUB = 0,9; GWF = 0,41; GWS = 2 mm; Luas DAS = 199,59 km<sup>2</sup>. Setelah itu, dilakukan perhitungan debit andalan  $Q_{80\%}$

Hasil analisis debit andalan  $Q_{80\%}$  di Sungai Alo (m<sup>3</sup>/detik) : 0,126 ; 0,070 ; 0,259 ; 0,409 ; 0,226 ; 0,180 ; 0,113 ; 2,180 ; 3,588 ; 3,704 ; 3,051 ; 2,848 ; 1,680 ; 1,117 ; 0,863 ; 0,459 ; 0,289 ; 0,171 ; 0,157 ; 0,485 ; 1,267 ; 1,525 ; 2,710 ; 1,785. Dihitung juga ketersediaan air  $Q_{95\%}$  untuk pemeliharaan sungai : 0,082 ; 0,045 ; 0,029 ; 0,019 ; 0,010 ; 0,006 ; 0,003 ; 0,007 ; 0,228 ; 0,100 ; 0,403 ; 0,195 ; 0,115 ; 0,064 ; 0,040 ; 0,022 ; 0,014 ; 0,008 ; 0,005 ; 0,003 ; 0,002 ; 0,001 ; 0,001 ; 0,000.

### Analisis Kebutuhan Air

Kebutuhan air yang dominan adalah kebutuhan air untuk lahan irigasi. Luas lahan fungsional yang dianalisis 1482 Ha, sedangkan luas lahan potensial yang akan diubah menjadi lahan fungsional 1800 Ha sehingga untuk lahan total adalah 3282 Ha.

### Analisis Neraca Air

Tahap akhir adalah melihat keseimbangan antara ketersediaan dan kebutuhan air. Untuk menghindari defisit air yang besar maka harus dilakukan beberapa koreksi terhadap masa tanam, sehingga didapatkan masa tanam yang paling sedikit mengalami defisit air, yaitu pada koreksi masa tanam ke-1. Masa tanam yang sebelumnya yaitu pada bulan Januari sampai bulan April (masa tanam I), bulan Mei sampai bulan Agustus (masa tanam II), dan bulan September sampai Desember (masa tanam III) di ubah menjadi bulan Februari sampai bulan Mei (masa Tanam I), bulan Juni sampai September (masa tanam II), dan bulan Oktober sampai Januari (masa tanam III). Namun tetap terjadi defisit air setelah dirubah pola tanam.

## PENUTUP

### Kesimpulan

1. Berdasarkan analisis kebutuhan air D.I Alo sekarang ini untuk lahan irigasi fungsional dengan memperhitungkan  $Q_{95\%}$  dan tanpa memperhitungkan  $Q_{95\%}$ , diperoleh bahwa pada bulan-bulan tertentu terjadi defisit air yaitu pada bulan Januari I, Januari II, Februari I, Februari II, Maret I, Maret II, April I, Juli I, Juli II, agustus I, September I, September II, Oktober I, Oktober II, November I dan November II. Dengan kata lain hanya ada 8 dari 24 periode saja yang mengalami surplus/kelebihan air dalam setahun. Maka dari itu ketersediaan air di Bendung Alo sudah tidak optimal dalam memenuhi kebutuhan air lahan irigasi fungsional maupun potensial, untuk masa sekarang dan masa mendatang.
2. Dalam mengoptimalkan pemanfaatan air di sungai, masa tanam dan pola tanam yang sebelumnya digunakan harus disesuaikan kembali. Pada penelitian ini setelah dilakukan beberapa koreksi terhadap masa tanam ternyata tetap mengalami masalah defisit, akan tetapi defisit yang terjadi hanya di 9 periode saja, maka dapat disimpulkan bahwa dengan mengganti masa tanam dapat meminimalisir terjadinya defisit di lokasi penelitian.

### Saran

1. Melakukan koreksi terhadap masa tanam dan pola tanam, sehingga didapatkan pola tanam yang sesuai dengan penggunaan serta ketersediaan air di DAS Alo
2. Tidak melakukan penambahan lahan irigasi fungsional, sehingga dapat meminimalisir masalah *defisit* air.
3. Mengoptimalisasi pola tanam dengan melakukan sistem golongan agar mengurangi terjadinya puncak kebutuhan air terutama pada saat pengolahan tanah (Penyiapan lahan). Sistem golongan tersebut dapat berupa pembagian luas sareal 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.

## DAFTAR PUSTAKA

- \_\_\_\_\_. *Data Debit Harian AWLR Alo - Isimu*. Balai Wilayah Sungai Sulawesi II, Gorontalo
- \_\_\_\_\_. *Data Hujan Harian ARR/MRG Limboto Datahu*. Balai Wilayah Sungai Sulawesi II, Gorontalo
- \_\_\_\_\_. *Data Klimatologi Bulanan Stasiun Meteorologi Djalaluddin Gorontalo*. Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, Gorontalo
- \_\_\_\_\_. *Standar Perencanaan Irigasi-Kriteria Perencanaan Bagian Jaringan Irigasi KP-01*. Direktorat Jendral Pengairan, Jakarta.
- Adidarma, W., 1996. *Teknik Perhitungan Ketersediaan Air*, Bandung.
- Dorenboos, J., Pruit W. O., 1977. *Guidelines for predicting crop water requiremenst, irrigation and drainage paper FAO*.
- Peraturan Pemerintah Nomor 38 tahun 2011 tentang *Sungai*. Jakarta.
- SNI 6738:2015 *Perhitungan debit andalan air sungai dengan kurva durasi debit*. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta
- Sosrodarsono, Suyono dan Takeda, Kensaku. 2003. *Hidrologi untuk Pengairan*. Pradna Pramita, Jakarta.
- Sumarauw, J. S. F. 2018. *Bahan Ajar Model Rainfall-Runoff NRECA*, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Triatmodjo, Bambang. 2008. *Hidrologi Terapan*. Beta Offset, Yogyakarta.