



## Analisis Neraca Air Sungai Ranowangko Di Titik Bendung Ranowangko 1 Kelurahan Woloan Satu Utara Kota Tomohon

Zefanya I. G. Pangemanan<sup>#a</sup>, Jeffry S. F. Sumarauw<sup>#b</sup>, Tiny Mananoma<sup>#c</sup>

<sup>#</sup>Program Studi Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia  
<sup>a</sup>zefanyaigp@gmail.com, <sup>b</sup>jeffrysamarauw@unsrat.ac.id, <sup>c</sup>tmananoma@yahoo.com

### Abstrak

Sungai Ranoawangko yang mengalir melewati beberapa kelurahan di Kota Tomohon dimanfaatkan untuk mengairi lahan irigasi. Akan tetapi, di beberapa periode, debit sungai Ranowangko mengalami penurunan. Berdasarkan hal tersebut, maka perlu dilakukan studi mengenai neraca air dan melihat keseimbangan antara ketersediaan dan kebutuhan air Sungai Ranowangko di titik Bendung Ranowangko 1. Analisis Neraca Air dilakukan dengan membandingkan ketersediaan air dan kebutuhan air. Ketersediaan air dihitung berdasarkan seri data debit tahun 2008- 2021 yang bersumber dari Balai Wilayahh Sungai Sulawesi I dan transformasi hujan menjadi aliran menggunakan metode NRECA. Kebutuhan air yang dihitung adalah kebutuhan air irigasi. Hasil analisis neraca air pada Sungai Ranowangko di titik Bendung Ranowangko 1 menunjukkan debit sungai yang tersedia masih mampu melayani lahan irigasi total pada periode Feb I, Feb II, Mar I, Apr II, Nov I, Nov II, Des I, Des II, tetapi pada periode Jan I, Jan II, Mar II, Apr I, Mei I, Mei II, Jun I, Jun II, Jul I, Jul II, Ags I, Ags II, Sep I, Sep II, Okt I, Okt II belum mampu melayani lahan irigasi karena ketersediaan air masih lebih kecil dari kebutuhan air.

*Kata kunci: Sungai Ranowangko, Metode NRECA, neraca air*

## 1. Pendahuluan

### 1.1. Latar Belakang

Sungai Ranowangko adalah salah satu sungai terpanjang di Sulawesi Utara, yang mengalir melewati beberapa kelurahan di Kota Tomohon dan sebagian desa di Kabupaten Minahasa. Sungai ini berakhir di laut Sulawesi tepatnya di Tanawangko, Kabupaten Minahasa. Aliran sungai ini di dimanfaatkan oleh masyarakat untuk mengairi daerah persawahan, khususnya di beberapa Kelurahan di Kota Tomohon.

Pengembangan sumber daya air dapat dikelompokkan dalam dua kegiatan, yaitu pemanfaatan air dan pengaturan air. Pemanfaatan Sumber daya air meliputi penyediaan air untuk kebutuhan air bersih, irigasi, pembangkit listrik tenaga air, perikanan, peternakan, pemeliharaan sungai dan lalu lintas air. Berbagai kebutuhan air tersebut harus dapat dilayani oleh air yang tersedia yang bisa berupa air permukaan ataupun air tanah. Perlu diingat bahwa ketersediaan air merupakan fungsi waktu, yang melimpah/berlebih pada musim penghujan dan berkurang pada musim kemarau. Pengelolaan sumber daya air tersebut membutuhkan berbagai fasilitas, seperti bendungan/waduk untuk menampung kelebihan air di musim hujan dan memanfaatkannya di musim kemarau. Pemanfaatan air meliputi ketersediaan air dan kebutuhan air (Triatmodjo, 2008). Pemanfaatan air erat kaitannya dengan neraca air, dimana neraca air merupakan suatu perbandingan antara potensi ketersediaan air dengan kebutuhan air di suatu DAS dalam periode tertentu.

Dalam menganalisis neraca air memerlukan data debit andalan. Prosedur analisis debit andalan sangat dipengaruhi oleh ketersediaan data debit. Apabila terdapat data debit minimal 10 tahun, maka analisis ketersediaan air dapat dilakukan dengan melakukan analisis frekuensi terhadap data debit tersebut. Jika data debit yang tersedia di suatu sungai kurang dari 10 tahun

ataupun di sungai tersebut tidak terdapat data debit maka diperlukan suatu permodelan yang akan merubah data hujan menjadi data debit sungai.

### 1.2. Rumusan Masalah

1. Berapa besar debit andalan Sungai Ranowangko?
2. Berapa besar kebutuhan air dari lahan irigasi yang dilayani oleh Sungai Ranowangko?
3. Apakah ketersediaan air dari Sungai Ranowangko dapat mencukupi kebutuhan air irigasi dan untuk pemeliharaan sungai?

### 1.3. Batasan Penelitian

Analisis kebutuhan air untuk lahan irigasi sawah fungsional yang dilayani oleh bendung Ranowangko 1

### 1.4. Tujuan Penelitian

1. Mendapatkan berapa besar debit andalan Q80 dan Q95 pada Sungai Ranowangko di titik bendung Ranowangko 1;
2. Mengetahui berapa besar kebutuhan air untuk irigasi di lahan sawah yang dilayani oleh Bendung Ranowangko 1;
3. Mengetahui neraca air sungai Ranowangko di titik bendung Ranowangko 1

### 1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah dengan mengetahui neraca air di bendung Ranowangko 1 diharapkan dapat menjadi acuan bagi pihak-pihak terkait dalam mengelola sungai Ranowangko agar lebih optimal.

## 2. Metode Penelitian

### 2.1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini berlokasi di Daerah aliran Sungai Ranowangko yang terbentang mulai dari Kelurahan Woloan Satu Utara sampai di titik Bendung Ranowangko 1. Bendung Ranowangko 1 terletak di kelurahan Woloan Satu Utara Kecamatan Tomohon Barat Kota Tomohon dengan koordinat lokasi  $1^{\circ}19'42''$  LU -  $124^{\circ}49'08''$  BT.



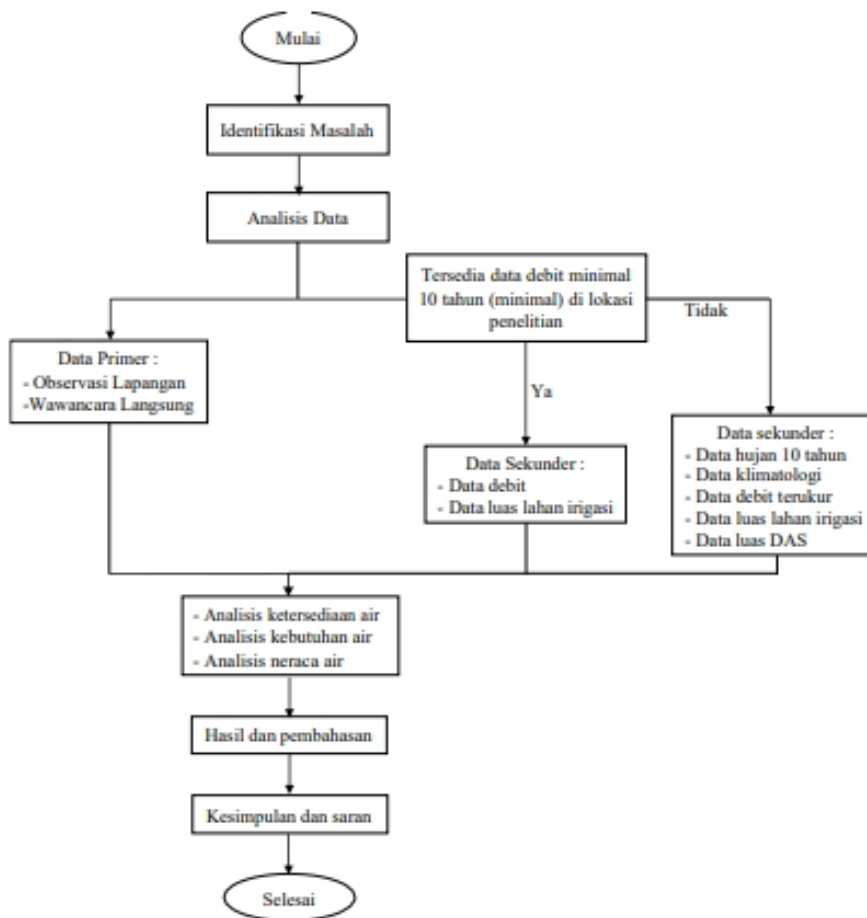
**Gambar 1.** Lokasi Penelitian (Sumber: *Google Earth*)



Gambar 2. Bendung Ranowanko 1

2.2. Bagan Alir

Tahap-tahap dalam penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Bagan Alir

### 3. Kajian Literatur

#### 3.1. Daerah Aliran Sungai

Daerah aliran sungai (DAS) adalah deyang 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 (Triadmotdjo, 2008).

#### 3.2. Teori Perbandingan DAS

Untuk mencari data debit yang akan dimodelkan, dapat digunakan persamaan berikut :

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

#### 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, 1995). Perhitungan evapotranspirasi dengan metode Penman yang telah dimodifikasi adalah:

$$ET_0 = c[WR_n + (1 - W)f(u)(e_a - e_d)]$$

#### 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 Validasi Dan Kalibrasi Model

- Uji Koefisien Determinasi R<sup>2</sup> 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<sup>2</sup> mendekati mendekati 1 maka semakin akurat debit hasil hitungan NRECA.

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

- 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 air untuk penyiapan lahan

$$\text{NFR}^* = \text{IR} - \text{Re}$$

#### b. Kebutuhan air selama masa tanam

$$\text{NFR}^{**} = \text{ETc} + \text{P} - \text{Re} + \text{WLR}$$

### 3.8. Neraca air

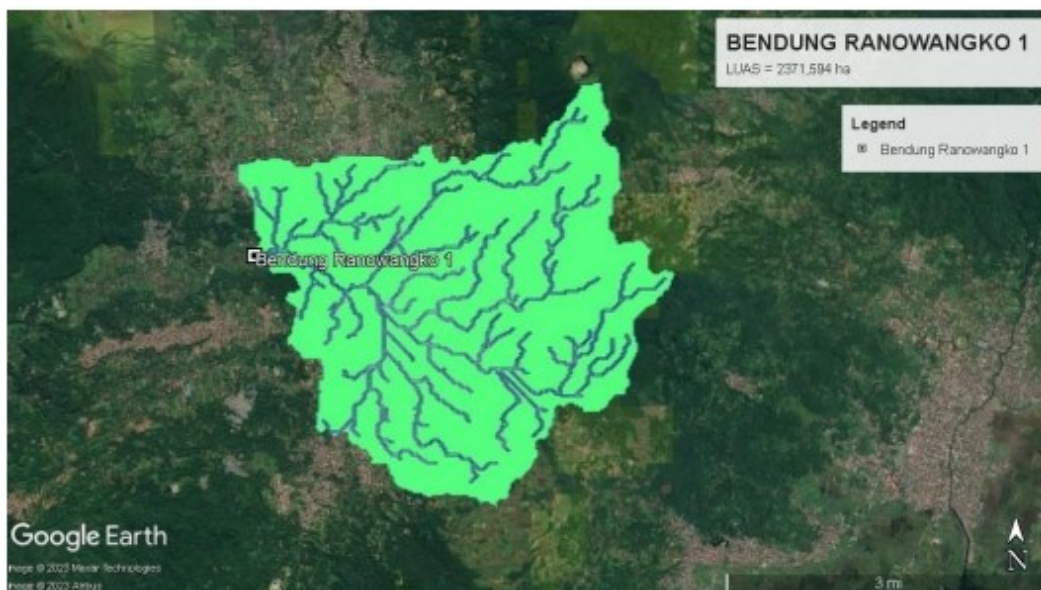
Neraca air merupakan suatu perbandingan antara ketersediaan air dengan kebutuhan air di suatu DAS dalam periode tertentu:

$$\text{Neraca Air} = \text{Qtersediaan} - \text{Qkebutuhan}$$

## 4. Hasil dan Pembahasan

### 4.1. Analisis Luas DAS

Penentuan *catchment area* menggunakan bantuan program *Quantum GIS 3.14* dengan menggunakan data *Digital Elevation Model (DEM)*. Diperoleh luas *catchment area* sebesar 23,72 km<sup>2</sup>.



**Gambar 4.** *Catchment Area* Bendung Ranowangko 1

### 4.2. Curah Hujan Kawasan

Data curah hujan kawasan didapat dari pos hujan MRG Kakaskasen-Malalayang dengan pencatatan hujan dari tahun 2008-2021. Data curah hujan pos hujan MRG Kakaskasen-Malayang dapat dilihat pada Tabel 1.

### 4.3. Analisis Data Debit

Data debit yang digunakan merupakan hasil dari teori perbandingan DAS dengan pos duga air Nimanga. Analisis data debit dapat dilihat pada Tabel 2.



4.4. Perhitungan Evapotranspirasi

Data klimatologi yang didapat dari Balai Wilayahh Sungai Sulawesi I digunakan untuk menghitung evapotranspirasi dengan metode Penman yang telah dimodifikasi. Nilai evapotranspirasi berkisar antara 3,01 mm/hari sampai 4,19 mm/hari. Hasil perhitungan evapotranspirasi bulanan selengkapnya ditampilkan pada Tabel 3.

**Tabel 1.** Data Curah Hujan Pos Hujan MRG Kakaskasen-Malalayang (Sumber: BWS Sulawesi I)

Bulan		Curah Hujan (mm)													
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Jan	I	120,00	123,00	118,00	133,00	58,00	27,20	584,00	360,00	75,00	169,00	95,00	288,00	171,00	88,00
	II	234,00	184,40	61,00	164,40	47,00	29,40	112,00	151,00	190,00	228,00	62,00	102,00	40,00	201,00
Feb	I	202,00	66,50	84,50	151,00	38,00	27,30	112,00	253,00	41,00	138,30	217,00	141,00	204,00	68,00
	II	75,00	96,00	71,00	77,00	16,00	14,70	77,00	83,00	174,00	160,00	83,00	93,00	97,00	78,00
Mar	I	63,00	91,00	0,00	75,00	93,00	11,30	48,00	24,00	59,00	157,00	156,00	64,00	117,00	130,00
	II	76,00	36,50	32,50	159,00	53,00	12,80	120,00	49,00	30,00	210,00	118,00	34,00	105,00	140,00
Apr	I	74,00	77,00	58,00	124,00	80,00	10,20	137,00	26,00	58,00	81,00	69,00	56,00	23,00	87,00
	II	165,00	61,00	116,00	338,00	110,00	25,20	59,00	120,00	78,00	32,00	211,00	369,00	131,00	48,00
May	I	129,00	22,00	203,00	254,00	111,00	16,20	73,00	48,00	198,00	127,00	129,00	24,00	131,00	234,00
	II	26,00	55,00	267,50	141,00	90,00	4,40	106,00	11,00	239,00	327,00	89,00	43,00	78,00	98,80
Jun	I	22,50	5,00	68,50	254,00	165,00	14,20	327,00	76,00	213,00	337,00	69,00	68,00	123,00	135,50
	II	65,00	39,00	59,00	7,00	81,00	7,10	136,00	48,00	195,00	171,00	41,00	60,00	52,00	207,00
Jul	I	122,00	66,00	72,00	53,00	86,00	30,50	107,00	0,00	77,00	76,00	104,00	22,00	50,00	89,50
	II	72,00	84,00	157,00	35,00	54,00	27,90	17,00	36,40	130,00	112,00	107,00	20,00	56,00	115,00
Aug	I	91,00	0,00	253,00	120,10	0,00	15,80	118,00	0,00	134,00	30,00	56,00	0,00	115,00	98,00
	II	71,00	10,50	39,00	44,00	93,00	7,90	59,00	5,00	16,00	104,90	30,00	42,00	2,00	86,00
Sep	I	145,00	0,00	64,00	95,00	62,00	83,00	43,00	0,00	152,00	74,00	102,00	4,00	90,00	145,00
	II	107,50	14,00	81,00	50,00	12,00	88,00	138,00	0,00	176,00	141,00	47,00	9,00	108,00	287,00
Oct	I	12,00	31,00	135,00	77,00	42,00	97,00	0,00	0,00	105,00	173,00	84,00	130,00	129,00	38,00
	II	140,40	25,00	243,00	54,00	85,00	86,00	108,00	3,00	179,00	78,00	81,00	86,00	72,00	64,00
Nov	I	203,00	36,00	220,00	160,00	105,00	115,00	136,00	139,00	172,00	187,00	203,00	70,00	47,00	264,00
	II	257,00	78,00	20,00	78,00	167,00	298,00	168,00	93,00	114,00	184,00	96,00	97,00	77,00	87,00
Dec	I	64,00	66,00	236,00	136,00	67,00	105,00	217,00	75,00	266,50	104,00	239,00	42,00	129,00	253,00
	II	81,00	116,00	92,60	145,00	69,00	79,00	286,00	58,00	181,00	72,00	189,00	32,00	335,00	277,00
Hujan Tahunan		4625,40	3391,90	4761,60	4935,50	3796,00	3246,10	5302,00	3673,40	5268,50	5490,20	4695,00	3915,00	4502,00	5339,80
Rata-rata		4495,89													

**Tabel 2.** Analisis Data Debit

		Debit (m <sup>3</sup> /dt)													
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Jan	I	4,08	4,20	2,58	1,11	1,20	3,62	8,01	2,07	0,55	0,20	0,88	1,01	1,32	1,11
	II	2,60	5,29	2,20	1,21	1,87	5,46	7,41	0,58	0,56	0,20	0,28	1,35	0,62	1,30
Feb	I	4,23	4,77	1,73	2,55	0,31	2,90	4,24	0,58	0,55	0,14	1,78	1,19	0,68	1,11
	II	2,74	4,63	1,46	2,74	1,14	4,18	3,94	0,60	0,55	0,11	0,95	0,78	0,57	1,22
Mar	I	2,67	4,04	1,31	1,31	1,56	2,57	3,73	0,63	0,53	0,10	1,07	0,76	0,81	1,14
	II	2,86	3,65	1,36	3,17	0,08	2,45	3,59	0,63	0,53	0,10	1,10	0,71	0,73	1,16
Apr	I	3,52	3,33	1,44	1,92	3,38	2,60	3,63	0,60	0,54	0,08	0,84	0,64	0,62	1,13
	II	3,38	3,33	1,69	1,95	1,57	2,81	3,83	0,59	0,56	0,04	1,32	1,01	0,86	1,25
May	I	4,08	2,38	2,26	1,82	1,59	2,23	3,78	0,59	0,58	0,05	0,96	0,71	1,04	1,44
	II	3,06	3,02	2,21	1,86	1,18	2,61	3,82	0,59	0,59	0,13	0,73	0,81	0,78	2,04
Jun	I	2,40	2,46	1,57	1,10	1,41	2,23	3,98	0,59	0,38	0,13	0,68	0,73	0,92	1,54
	II	2,25	2,18	1,56	1,33	0,98	2,28	3,51	0,55	0,53	0,12	0,60	0,67	0,74	1,35
Jul	I	2,26	2,34	1,38	0,74	1,08	2,23	3,42	0,53	0,46	0,12	0,96	0,60	0,73	1,28
	II	3,05	2,04	1,60	0,71	1,36	3,34	3,30	0,53	0,08	0,04	0,81	0,61	0,63	1,21
Aug	I	2,16	1,72	1,72	0,71	0,91	2,43	3,23	0,52	0,06	0,03	0,74	0,53	0,70	1,27
	II	2,01	1,73	1,60	0,61	0,94	2,11	2,85	0,52	0,04	0,03	0,70	0,53	0,57	1,25
Sep	I	2,19	1,65	2,02	0,68	0,74	1,92	2,59	0,52	0,05	0,02	0,68	0,49	0,63	1,22
	II	2,18	1,68	1,41	0,77	0,76	2,08	2,43	0,52	0,04	0,03	0,68	0,51	0,64	1,43
Oct	I	1,81	1,70	1,24	0,72	0,63	1,99	2,13	0,51	0,04	0,04	0,68	0,59	0,83	1,23
	II	2,57	1,74	1,52	0,55	0,74	2,01	2,17	0,51	0,09	0,03	0,72	0,70	0,93	1,14
Nov	I	2,66	1,81	1,64	0,65	0,94	2,15	2,05	0,54	0,04	0,03	1,90	0,58	0,67	1,12
	II	3,87	2,72	1,50	1,79	1,97	2,41	2,14	0,57	0,09	0,07	0,87	0,63	0,67	1,68
Dec	I	3,33	2,35	2,21	2,47	1,68	2,42	3,32	0,55	0,10	0,08	2,31	0,69	1,15	1,51
	II	4,57	3,40	1,79	2,32	2,14	2,43	3,92	0,56	0,13	0,12	1,90	0,63	1,54	1,37

**Tabel 3.** Perhitungan Evapotranspirasi

No	DESCRIPTION	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGT	SEP	OKT	NOV	DES
1	Temperature (T)	26,12	26,48	26,74	26,74	27,13	26,74	26,20	26,90	27,24	27,11	26,94	26,87
2	Saturation Vapour Pressure (ea)	33,85	34,61	35,16	35,15	35,97	35,16	34,03	35,50	36,20	35,93	35,57	35,44
3	Relative Humidity (RH)	0,85	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,86	0,82	0,80	0,85	0,85	0,87
4	Vapour Pressure (ed) = (ea x RH)	28,92	30,08	30,49	30,54	31,27	30,43	29,14	28,98	29,12	30,54	30,37	30,73
5	Diff. Vapour Pressure (ea - ed)	4,93	4,53	4,67	4,60	4,71	4,73	4,89	6,52	7,07	5,39	5,21	4,70
6	Wind Velocity (U) Km/day	32,95	35,33	32,88	25,75	21,81	30,84	37,35	44,74	37,63	32,52	28,05	30,16
7	f(U) = 0.27(1+(U/100))	0,36	0,37	0,36	0,34	0,33	0,35	0,37	0,39	0,37	0,36	0,35	0,35
8	Weighting Factor = W	0,75	0,75	0,76	0,76	0,76	0,76	0,75	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76
9	Weighting Factor for Wind = 1 - W	0,25	0,25	0,24	0,24	0,24	0,24	0,25	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24
10	Aerodynamic Factor = (1-W).f(U).(ea-ed)	0,44	0,41	0,41	0,38	0,37	0,41	0,45	0,61	0,62	0,46	0,43	0,40
11	Extra Terrestrial Radiation (Ra)	14,82	15,38	15,64	15,30	14,70	14,08	14,22	14,86	15,30	15,34	14,92	14,56
12	Sunshine (n) (%)	0,57	0,30	0,30	0,37	0,37	0,37	0,38	0,48	0,65	0,37	0,34	0,35
13	Sunshine (n) (Jam/hari)	4,58	2,44	2,55	2,93	2,99	2,94	3,00	3,84	5,23	2,98	2,70	2,83
14	N	11,95	11,98	12,00	12,05	12,07	12,10	12,07	12,07	12,02	12,00	11,98	11,95
15	Sunshine (n/N)	0,38	0,20	0,21	0,24	0,25	0,24	0,25	0,32	0,43	0,25	0,23	0,24
16	Short Wave Solar Radiation (Rs)=(0.25+0.5n/N)Ra	6,54	5,41	5,57	5,68	5,49	5,23	5,32	6,08	7,15	5,74	5,41	5,37
17	Incom.Short Wave Solar Radiation (Rns)=0.75.Rs	4,91	4,06	4,18	4,26	4,12	3,92	3,99	4,56	5,36	4,31	4,06	4,02
18	Effect of Temperature on Rnl= f(T)	15,92	16,00	16,05	16,05	16,13	16,05	15,94	16,08	16,15	16,12	16,09	16,07
19	Effect of (ed) on Rnl= f(ed)= 0.34 - 0.04.ed <sup>1/2</sup>	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
20	Effect of (n/N) on Rnl= f(n/N)= 0.1 + 0.9.n/N	0,44	0,28	0,29	0,32	0,32	0,32	0,32	0,39	0,49	0,32	0,30	0,31
21	Net Long Wave Radiation Rnl= f(T).f(ed).f(n/N)	0,88	0,55	0,56	0,61	0,61	0,61	0,64	0,77	0,99	0,62	0,58	0,60
22	Net Radiation Rn = Rns - Rnl	4,02	3,51	3,62	3,66	3,51	3,31	3,35	3,79	4,38	3,69	3,48	3,43
23	Effect W on Rn = W . Rn	3,02	2,65	2,74	2,77	2,68	2,51	2,52	2,87	3,34	2,81	2,64	2,60
24	Adjustment Factor = C	1,05	1,03	1,04	1,04	1,04	1,03	1,03	1,04	1,06	1,04	1,04	1,03
25	Evapotranspiration (ETo)=C.[W.Rn+(1-W)(f(u)(ea-ed)]	3,64	3,15	3,26	3,28	3,17	3,01	3,06	3,62	4,19	3,39	3,18	3,10

4.5. Transformasi Hujan-Aliran dengan Metode NRECA

**Tabel 4.** Parameter NRECA

Parameter	Nilai	Satuan
R̄	4495,89	mm
c	0,2	
NOMINAL	999,177	
PSUB	0,5	
GWUF	0,5	
Luas DAS	23,72	km <sup>2</sup>
CROPF	1,1	
SMS	200	mm
GWS	200	mm

**Tabel 5.** Perhitungan Debit dengan NRECA setelah Kalibrasi Tahun 2016

TAHUN	BULAN	HARI	PRECIP (mm)	PET	MOIST STORAGE	STORGE RATIO	PRECIP/PET	AET/PET	AET	WATER BALANCE	X	EXCESS MOIST RATIO	EXCESS MOIST	DELTA STORAGE	RECHARGE TO GW	GROUNDWATER			DIRECT FLOW	TOTAL DISCHARGE	TOTAL MONTHLY DISCHARGE
																STORAGE		FLOW			
																BEGIN	END				
2018	JAN I	15	95,00	54,55	1687,24	1,69	1,74	1,00	60,01	34,99	1,32	0,93	32,68	2,31	16,34	23,22	39,56	19,78	16,34	36,12	0,66
	JAN II	16	62,00	58,19	1689,56	1,69	1,07	1,00	64,01	-2,01	1,33	0,00	0,00	-2,01	0,00	19,78	19,78	9,89	0,00	9,89	0,17
	FEB I	14	217,00	44,15	1687,55	1,69	4,92	1,00	48,56	168,44	1,32	0,93	157,32	11,12	78,66	9,89	88,55	44,27	78,66	122,93	2,41
	FEB II	15	83,00	47,30	1698,67	1,70	1,75	1,00	52,03	30,97	1,35	0,94	29,00	1,96	14,50	44,27	58,78	29,39	14,50	43,89	0,80
	MAR I	15	156,00	48,90	1700,63	1,70	3,19	1,00	53,79	102,21	1,35	0,94	95,77	6,44	47,89	29,39	77,27	38,64	47,89	86,52	1,58
	MAR II	16	118,00	52,16	1707,07	1,71	2,26	1,00	57,38	60,62	1,36	0,94	56,89	3,73	28,45	38,64	67,08	33,54	28,45	61,99	1,06
	APR I	15	69,00	49,16	1710,80	1,71	1,40	1,00	54,08	14,92	1,37	0,94	14,02	0,91	7,01	33,54	40,55	20,27	7,01	27,28	0,50
	APR II	15	211,00	49,16	1711,70	1,71	4,29	1,00	54,08	156,92	1,37	0,94	147,43	9,49	73,71	20,27	93,99	46,99	73,71	120,71	2,21
	MEI I	15	129,00	47,55	1721,20	1,72	2,71	1,00	52,30	76,70	1,39	0,94	72,22	4,48	36,11	46,99	83,10	41,55	36,11	77,66	1,42
	MEI II	15	89,00	47,55	1725,68	1,73	1,87	1,00	52,30	36,70	1,40	0,94	34,59	2,11	17,29	41,55	58,85	29,42	17,29	46,72	0,86
	JUN I	15	69,00	45,10	1727,79	1,73	1,53	1,00	49,61	19,39	1,40	0,94	18,28	1,11	9,14	29,42	38,56	19,28	9,14	28,42	0,52
	JUN II	15	41,00	45,10	1728,90	1,73	0,91	0,99	49,00	-8,00	1,40	0,00	0,00	-8,00	0,00	19,28	19,28	9,64	0,00	9,64	0,18
	JUL I	15	104,00	45,86	1720,89	1,72	2,27	1,00	50,45	53,55	1,39	0,94	50,42	3,13	25,21	9,64	34,85	17,43	25,21	42,64	0,78
	JUL II	16	107,00	48,92	1724,03	1,73	2,19	1,00	53,81	53,19	1,40	0,94	50,11	3,08	25,06	17,43	42,48	21,24	25,06	46,30	0,79
	AUG I	15	56,00	54,25	1727,11	1,73	1,03	1,00	59,67	-3,67	1,40	0,00	0,00	-3,67	0,00	21,24	21,24	10,62	0,00	10,62	0,19
	AUG II	16	30,00	57,86	1723,43	1,72	0,52	0,93	59,43	-29,43	1,39	0,00	0,00	-29,43	0,00	10,62	10,62	5,31	0,00	5,31	0,09
	SEP I	15	102,00	62,89	1694,00	1,70	1,62	1,00	69,17	32,83	1,34	0,94	30,71	2,12	15,35	5,31	20,66	10,33	15,35	25,69	0,47
	SEP II	15	47,00	62,89	1696,12	1,70	0,75	0,96	66,53	-19,53	1,34	0,00	0,00	-19,53	0,00	10,33	10,33	5,17	0,00	5,17	0,09
	OKT I	15	84,00	50,87	1676,58	1,68	1,65	1,00	55,96	28,04	1,30	0,93	26,12	1,93	13,06	5,17	18,22	9,11	18,22	22,17	0,41
	OKT II	16	81,00	54,26	1678,51	1,68	1,49	1,00	59,69	21,31	1,31	0,93	19,86	1,45	9,93	9,11	19,04	9,52	9,93	19,45	0,33
	NOV I	15	203,00	47,74	1679,96	1,68	4,25	1,00	52,52	150,48	1,31	0,93	140,28	10,21	70,14	9,52	79,66	39,83	70,14	109,97	2,01
	NOV II	15	96,00	47,74	1690,17	1,69	2,01	1,00	52,52	43,48	1,33	0,93	40,64	2,84	20,32	39,83	60,15	30,07	20,32	50,39	0,92
	DES I	15	239,00	46,54	1693,01	1,69	5,14	1,00	51,19	187,81	1,34	0,94	175,66	12,15	87,83	30,07	117,90	58,95	87,83	146,78	2,69
	DES II	16	189,00	49,64	1705,17	1,71	3,81	1,00	54,60	134,40	1,36	0,94	126,07	8,33	63,04	58,95	121,99	60,99	63,04	124,03	2,13

4.6. Uji Koefisien Determinasi dan Uji Efisiensi NSE

Tabel 6. Perhitungan Uji R2 dan Uji NSE Data Debit Tahun 2016

2018								
n	Q OBS	Q NRECA	X.Y	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	r	r <sup>2</sup>	NSE
1	0,88	0,71	0,62	0,77	0,50	0,92	0,85	0,999
2	0,28	0,18	0,05	0,08	0,03			
3	1,78	2,58	4,60	3,18	6,66			
4	0,95	0,86	0,82	0,91	0,74			
5	1,07	1,69	1,81	1,15	2,86			
6	1,10	1,13	1,24	1,20	1,29			
7	0,84	0,53	0,45	0,71	0,28			
8	1,32	2,35	3,11	1,75	5,53			
9	0,96	1,51	1,45	0,93	2,28			
10	0,73	0,91	0,66	0,53	0,82			
11	0,68	0,55	0,37	0,46	0,31			
12	0,60	0,19	0,11	0,36	0,04			
13	0,96	0,83	0,80	0,92	0,69			
14	0,81	0,84	0,68	0,66	0,71			
15	0,74	0,21	0,15	0,55	0,04			
16	0,70	0,10	0,07	0,49	0,01			
17	0,68	0,50	0,34	0,46	0,25			
18	0,68	0,10	0,07	0,46	0,01			
19	0,68	0,44	0,30	0,46	0,19			
20	0,72	0,36	0,26	0,51	0,13			
21	1,90	2,16	4,10	3,61	4,66			
22	0,87	0,99	0,86	0,75	0,98			
23	2,31	2,87	6,64	5,34	8,25			
24	1,90	2,27	4,31	3,61	5,16			
Jumlah	24,14	24,86	33,89	29,85	42,42			
Rata-rata	1,01	1,04	1,41	1,24	1,77			

Hasil uji koefisien determinasi didapat  $r^2 = 0,85$  sehingga dapat disimpulkan hubungan antara debit NRECA dan debit terukur sudah kuat. Hasil uji efisiensi Nash-Sutcliffe didapat  $NSE = 0,999$  sehingga dapat disimpulkan hubungan antara debit NRECA dan debit terukur sudah kuat.

4.7. 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

P	Debit (m <sup>3</sup> /dt)																							
	Jan		Feb		Mar		Apr		Mei		Jun		Jul		Ags		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
6.67	87.76	43.07	26.03	11.76	5.90	2.97	1.77	4.37	3.58	4.03	4.70	2.70	1.34	1.48	2.97	0.70	1.32	3.25	1.82	2.58	3.07	3.57	3.34	3.82
13.33	7.48	2.64	3.81	2.02	1.93	2.43	1.36	4.22	2.61	3.38	3.99	2.68	1.15	1.35	1.39	0.56	1.22	1.75	1.19	1.82	2.83	3.27	3.13	3.52
20.00	4.94	2.18	2.58	1.84	1.69	1.48	1.29	2.35	2.22	2.94	3.44	2.53	1.08	1.18	1.01	0.52	1.13	1.09	1.13	1.13	2.30	2.23	2.87	3.46
26.67	3.73	2.15	2.43	1.27	1.26	1.33	0.97	2.32	2.08	2.08	2.86	1.91	1.08	1.13	0.93	0.43	0.50	1.00	1.06	0.71	2.16	1.85	2.86	2.27
33.33	2.13	1.87	2.02	1.04	1.18	1.13	0.78	1.19	1.70	1.11	1.78	0.79	1.04	0.84	0.85	0.33	0.45	0.74	1.02	0.59	2.08	1.72	2.68	2.27
40.00	1.56	1.80	1.94	1.02	0.73	0.96	0.53	0.97	1.51	0.91	1.52	0.79	0.83	0.43	0.80	0.23	0.36	0.62	0.63	0.50	2.07	1.33	1.40	1.43
46.67	1.38	1.69	1.89	0.88	0.57	0.90	0.41	0.87	1.32	0.87	1.22	0.52	0.74	0.42	0.58	0.22	0.30	0.31	0.62	0.45	1.51	1.04	1.35	1.04
53.33	1.14	1.63	1.77	0.86	0.56	0.23	0.41	0.85	1.21	0.74	0.96	0.34	0.51	0.38	0.36	0.18	0.25	0.29	0.44	0.38	1.30	0.99	1.24	0.85
60.00	1.11	1.26	0.86	0.85	0.49	0.18	0.26	0.39	0.98	0.65	0.55	0.31	0.43	0.20	0.21	0.14	0.19	0.11	0.34	0.36	1.19	0.75	1.16	0.74
66.67	0.97	0.26	0.70	0.78	0.46	0.18	0.15	0.37	0.75	0.50	0.44	0.28	0.22	0.19	0.10	0.10	0.12	0.10	0.20	0.35	0.98	0.72	0.87	0.69
73.33	0.71	0.21	0.65	0.67	0.43	0.17	0.12	0.36	0.45	0.37	0.41	0.19	0.14	0.09	0.09	0.04	0.09	0.05	0.19	0.34	0.78	0.65	0.55	0.58
80.00	0.35	0.18	0.35	0.40	0.32	0.09	0.12	0.24	0.18	0.09	0.25	0.08	0.09	0.04	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	0.07	0.39	0.61	0.52	0.38
86.67	0.29	0.16	0.09	0.04	0.11	0.05	0.08	0.20	0.07	0.07	0.02	0.01	0.04	0.02	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.14	0.41	0.26	0.18
93.33	0.14	0.06	0.04	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.35	0.16	0.07
100.00	0.13	0.06	0.03	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.15	0.07

Tabel 8. Nilai Debit Andalan

P	Debit (m <sup>3</sup> /dt)																							
	Jan		Feb		Mar		Apr		Mei		Jun		Jul		Ags		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
80	0.35	0.18	0.35	0.40	0.32	0.09	0.12	0.24	0.18	0.09	0.25	0.08	0.09	0.04	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	0.07	0.39	0.61	0.52	0.38
95	0.13	0.06	0.04	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.34	0.16	0.07

4.8. Analisis Kebutuhan Air Irigasi

Pemanfaatan air di Sungai Ranowanko untuk memenuhi kebutuhan air di Daerah Irigasi



Ranawangko dengan luas total lahan sawah 165 ha. Kebutuhan air irigasi dihitung untuk 3 kali masa tanam dalam jangka waktu 1 tahun yaitu dengan pola padi-padi-padi.

4.9. Analisis Neraca Air

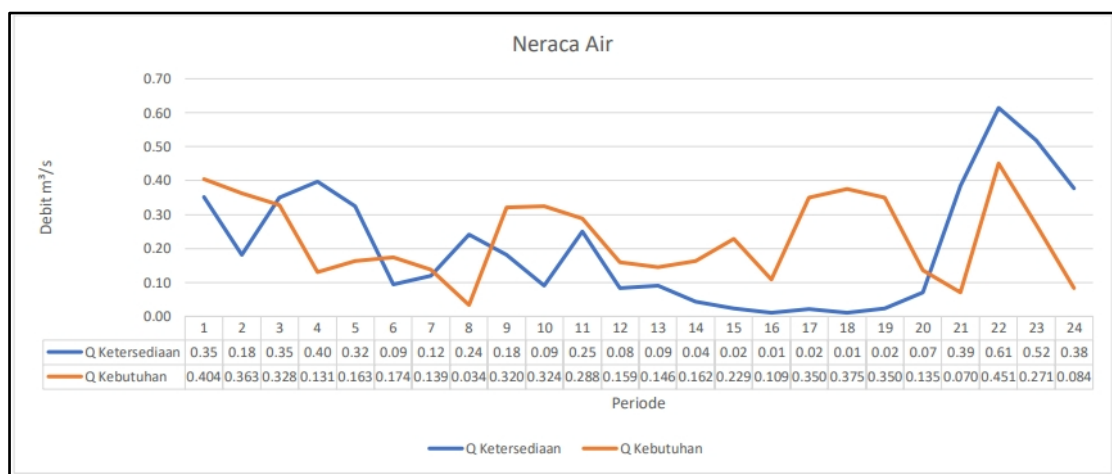
Neraca air untuk lahan fungsional dengan memperhitungkan  $Q_{95\%}$

- Ketersediaan air  $Q_{80\%}$
- Kebutuhan air untuk lahan irigasi fungsional 165 ha
- Kebutuhan air untuk pemeliharaan sungai  $Q_{95\%}$

Tabel 9. Kebutuhan Air Lahan Irigasi fungsional (165 ha)

NO	URAIAN	satuan	Jan		Feb		Mar		Apr		May		Jun		Jul		Aug		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		
1	Pola Tanam	mm/hari	LP	LP	Padi	Padi	padi	padi	padi	padi	LP	LP	Padi	Padi	padi	Padi	padi	padi	LP	LP	Padi	Padi	padi	Padi	padi	padi		
2	Jumlah Hari		15	16	14	15	15	16	15	15	15	15	15	15	15	16	15	16	15	15	15	16	15	15	15	16		
3	$ET_0$	mm/hari	3.64	3.64	3.15	3.15	3.26	3.26	3.28	3.28	3.17	3.17	3.01	3.01	3.06	3.06	3.62	3.62	4.19	4.19	3.39	3.39	3.18	3.18	3.10	3.10		
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		
Water Layer Replacement																												
5	WLR 1					3.33		3.13						3.33		3.13							3.13		3.33			
6	WLR 2						3.33		3.33								3.33							3.33		3.33		
7	WLR					1.67	1.67	1.56	1.67					1.67	1.67	1.56	1.67						1.56	1.67	1.67	1.67		
Koefisien Tanaman																												
8	C1		LP	LP	1.1	1.1	1.05	1.05	0.95		LP	LP	1.1	1.1	1.05	1.05	0.95		LP	LP	1.1	1.1	1.05	1.05	0.95	0.95		
9	C2			LP	LP	1.1	1.1	1.05	1.05	0.95		LP	LP	1.1	1.1	1.05	1.05	0.95		LP	LP	1.1	1.1	1.05	1.05	0.95		
10	Kc		LP	LP	LP	1.100	1.075	1.050	1.000	0.475		LP	LP	LP	1.100	1.075	1.050	1.000	0.475		LP	LP	LP	1.100	1.075	1.050	1.000	0.475
11	$ET_c = ET_0 \times Kc$					3.47	3.50	3.42	3.28	1.56				3.31	3.29	3.21	3.62	1.72					3.73	3.42	3.34	3.10	1.47	
Penyiapan Lahan																												
12	$E_o = 1.1 \times E_{to}$	mm/hari	4.00	3.47	3.47						3.49	3.31	3.31						4.61	3.73	3.73							
13	$M = E_o + P$	mm/hari	6.50	5.97	5.97						5.99	5.81	5.81						7.11	6.23	6.23							
14	$k = MT/S$		0.650	0.597	0.597						0.599	0.581	0.581						0.711	0.623	0.623							
15	$e^k$		1.92	1.82	1.82						1.82	1.79	1.79						2.04	1.86	1.86							
16	$IR = M \cdot e^k / (e^k - 1)$	mm/hari	13.600	13.280	13.280						13.290	13.183	13.183						13.974	13.437	13.437							
Curah Hujan Efektif																												
17	Re	mm/hari	4.40	3.05	3.33	3.75	2.40	1.70	2.80	2.95	2.40	2.15	3.40	2.05	2.50	1.75	0.00	0.53	2.15	0.70	1.55	3.20	5.25	3.90	3.35	3.60		
Kebutuhan bersih air di sawah																												
18	Kebutuhan air total		13.600	13.280	13.280	7.635	7.671	7.486	7.444	4.057	13.290	13.183	13.183	7.474	7.453	7.273	7.783	4.218	13.974	13.437	13.437	7.793	7.588	7.509	7.269	3.974		
19	NFR	mm/hari	9.200	10.230	9.955	3.885	5.271	5.786	4.644	1.107	10.890	11.033	9.783	5.424	4.953	5.523	7.783	3.693	11.824	12.737	11.887	4.593	2.338	3.609	3.919	0.374		
20	NFR	l/det/ha	1.065	1.184	1.152	0.450	0.610	0.670	0.538	0.128	1.260	1.277	1.132	0.628	0.573	0.639	0.901	0.427	1.368	1.474	1.376	0.532	0.271	0.418	0.454	0.043		
Kebutuhan Air Irigasi																												
21	DR (Efisiensi Total)	l/det/ha	1.638	1.822	1.773	0.692	0.939	1.030	0.827	0.197	1.939	1.965	1.742	0.966	0.882	0.983	1.386	0.658	2.105	2.268	2.117	0.818	0.416	0.643	0.698	0.067		
22	Qirigasi	m <sup>3</sup> /s	0.270	0.301	0.292	0.114	0.155	0.170	0.136	0.033	0.320	0.324	0.287	0.159	0.146	0.162	0.229	0.108	0.347	0.374	0.349	0.135	0.069	0.106	0.115	0.011		

Tabel 10. Grafik Neraca Air Lahan Fungsional dengan Memperhitungkan  $Q_{95\%}$



5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis neraca air pada Sungai Ranawangko di titik bendung ranawangko 1 dapat disimpulkan bahwa, ketersediaan air sungai masih mampu melayani lahan irigasi total pada periode Feb I, Feb II, Mar I, Apr II, Nov I, Nov II, Des I, Des II, tetapi pada

periode Jan I, Jan II, Mar II, Apr I, Mei I, Mei II, Jun I, Jun II, Jul I, Jul II, Ags I, Ags II, Sep I, Sep II, Okt I, Okt II belum mampu melayani lahan irigasi total karena ketersediaan air masih lebih kecil dari kebutuhan air.

## Referensi

- \_\_\_\_\_.Data Debit Harian AWLR Nimanga. Balai Wilayah Sungai Sulawesi I, Sulawesi Utara
- \_\_\_\_\_.Data Hujan Harian MRG Kakaskasen-Malalayan. Balai Wilayah Sungai Sulawesi I, Sulawesi Utara
- \_\_\_\_\_.Data Luas Lahan Daerah Irigasi Ranowangko. Balai Wilayah Sungai Sulawesi I, Sulawesi Utara
- \_\_\_\_\_.Data Klimatologi, Balai Wilayah Sungai Sulawesi I, Sulawesi Utara
- Chin, W.W. 1998. The Partial Least Squares Approach to Structural Equation Modelling. *Modern Methods for Business Reseach*. 295, 236
- Dengo, Dzul F., Sumarauw, Jeffry, F., Tangkudung, Hanny 2016. *Analisis Neraca Air Sungasi Ranowangko*, Tekno Vol.14/No.65/April 2016 ISSN : 0215-9617, Universitas Sam Ratulangi Manado.
- Direktorat Irigasi dan Rawa . 2013. *Standar Perencanaan Irigasi - Kriteria Perencanaan Bagian Jaringan Irigasi KP-01*. Direktorat Jenderal Sumber Daya Air Kementrian Pekerjaan Umum, Jakarta
- Nayoan, Gerald C, A., Sumarauw, Jeffry, F., Hendratta, Liany, A. *Analisis Neraca Air Sungai Alopohu Di Titik Bendung Alopohu Kabupaten Gorontalo*, Tekno Volume 21, No. 84, Tahun 2023 p-ISSN: 0215-9617, Universitas Sam Ratulangi Manado Republik Indonesia. 2019. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 17 Tahun 2019 tentang Sumber Daya Air. Republik Indonesia. 2019. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 17 Tahun 2019 tentang Sumber Daya Air. Sumarauw, J. S. F. 2021. *Bahan Ajar Debit Andalan*, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi, Manado
- Sumarauw, J. S. F. 2021. *Bahan Ajar model Rainfall-Runoff NRECA*, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi, Manado
- Sumarauw, J. S. F. 2021. *Bahan Ajar perhitungan Evapotranspirasi*, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi, Manado
- Sumarauw, J. S. F. 2021. *Bahan Ajar Rekayasa Hidrologi*, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi, Manado
- Sumarauw, J. S., Mananoma, T., & Pandey, S. V. (2023). Cross-Sectional Engineering for Lombagin River Flood Management, Bolaang Mongondow Regency. *Tuijin Jishu/Journal of Propulsion Technology*, 44(6), 3244-3263.
- Subramaya, K. 2008. *Engineering Hydrology*. Tata McGraw-Hill, New Delhi.
- Triatmodjo, Bambang. 2008. *Hidrologi Terapan*. Betta Offset, Yogyakarta.