

# ANALISIS NERACA AIR SUNGAI MOLINOW DI TITIK BENDUNG MOLINOW KABUPATEN MINAHASA SELATAN

Yosua Marsel Senaen

Jeffry S. F. Sumarauw, Tiny Mananoma

Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi, Manado

Email: [yosuasenaen12@gmail.com](mailto:yosuasenaen12@gmail.com)

## ABSTRAK

*Bendung Molinow memanfaatkan air dari Sungai Molinow untuk mengairi lahan irigasi yang ada di Daerah Irigasi Tongop. Berdasarkan hal tersebut, maka diperlukan studi mengenai analisis neraca air untuk melihat keseimbangan antara ketersediaan dan kebutuhan air di DAS Molinow.*

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

*Berdasarkan Peraturan Pemerintah dihitung juga kebutuhan air untuk aliran pemeliharaan sungai atau  $Q_{95\%}$  yang adalah aliran minimum yang harus tersedia di sungai untuk menjaga kehidupan ekosistem sungai. Dari hasil analisis menunjukkan bahwa ketersediaan air  $Q_{95\%}$  tidak memenuhi karena debit yang besar sehingga membuat ketersediaan air tidak mencukupi. Ketersediaan air  $Q_{80\%}$  masih mencukupi untuk mengairi seluruh lahan irigasi.*

**Kata Kunci :** Sungai Molinow, DAS Molinow, Metode NRECA, Neraca Air

## PENDAHULUAN

### Latar belakang

Neraca air merupakan suatu perbandingan antara ketersediaan ataupun masukan air dengan kebutuhan ataupun pemakaian air di suatu tempat dalam periode tertentu. Dengan adanya analisis neraca air dapat diketahui apakah jumlah air mengalami kelebihan (surplus) ataupun mengalami kekurangan (defisit) (dikutip dalam Dengo dkk., 2016). Sungai merupakan salah satu sumber air di permukaan, yang mempunyai fungsi menampung curah hujan dalam suatu daerah tertentu.

Sungai Molinow yang berada di Kabupaten Minahasa Selatan, merupakan salah satu sumber air yang dimanfaatkan untuk mengairi lahan irigasi di Desa Molinow dan sekitarnya.

Untuk itu perlu mengetahui berapa besar potensi sungai tersebut, yaitu ketersediaan air pada Sungai Molinow, serta berapa besar kebutuhan penduduk akan air sungai sehingga air sungai bisa dimanfaatkan secara efisien dan efektif.

### Rumusan Masalah

Apakah ketersediaan air di sungai dapat memenuhi kebutuhan air di Daerah Aliran Sungai Molinow yaitu kebutuhan air untuk irigasi.

### Batasan Masalah

1. Kebutuhan air dihitung sesuai dengan daerah layanan yang ada yaitu dari Desa Radey sampai ke hulu sungai.
2. Menghitung ketersediaan dan kebutuhan air untuk lahan irigasi

### Tujuan Penelitian

Secara umum penelitian dalam tugas akhir ini bertujuan untuk mengetahui ketersediaan air yang ada di Sungai Molinow tepatnya di titik Bendung Molinow.

### Manfaat Penelitian

Dari hasil penelitian dalam tugas akhir ini dapat diketahui potensi/ketersediaan air Sungai Molinow, sehingga dapat

dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan air di sekitar Sungai Molinow.

## LANDASAN TEORI

### Daerah Aliran Sungai

Daerah aliran sungai (DAS) adalah daerah yang dibatasi oleh punggung-punggung gunung/pegunungan dimana air hujan yang jatuh di daerah tersebut akan mengalir menuju sungai utama pada suatu titik/stasiun yang ditinjau.

Untuk mendapatkan luas DAS, terlebih dahulu harus menentukan batas-batas DAS tersebut dengan bantuan peta yang memiliki garis kontur yang jelas (dikutip dalam Adare dkk., 2018).

### Analisis Hidrologi

Siklus hidrologi merupakan proses berkelanjutan dimana air bergerak dari bumi ke atmosfer dan kemudian kembali ke bumi lagi (dikutip dalam Karim dkk., 2016). Air di permukaan tanah dan laut menguap ke udara. Uap air tersebut bergerak dan naik ke atmosfer, yang kemudian mengalami kondensasi dan berubah menjadi titik-titik air yang berbentuk awan. Selanjutnya titik-titik air tersebut jatuh sebagai hujan ke permukaan laut dan daratan.

### Presipitasi

Menurut Bambang Triatmodjo (dikutip dalam Mentang dkk., 2017) 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.

### Analisis Curah Hujan

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

### Evapotranspirasi

Evapotranspirasi merupakan proses dimana air berubah menjadi uap (penguapan). Besarnya evapotranspirasi

dipengaruhi oleh kondisi iklim, seperti radiasi matahari, kecepatan angin, kelembaban udara dan kondisi lingkungan sekitarnya.

Perhitungan evapotranspirasi tanaman acuan dengan metode Penman *Modification* adalah :

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

Dengan pengertian:

$ET_o$  = evapotranspirasi tanaman acuan (mm/hari);

$W$  = faktor bobot sebagai pengaruh dari radiasi matahari;

$R_n$  = radiasi matahari netto di atas permukaan tanaman ( $MJ/m^2/hari$ );

$1-W$  = faktor bobot sebagai pengaruh kelembapan dan angin;

$f(U)$  = fungsi kecepatan angina dalam perbandingan;

$e_d$  = tekanan uap air jenuh (kPa);

$e_a$  = tekanan uap air aktual (kPa).

### Analisis NRECA

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

$$RO = P - \Delta E + \Delta S$$

$RO$  = *Run Off* / Aliran Permukaan;

$P$  = *Precipitation* / Presipitasi;

$\Delta E$  = *Actual Evaporation* / Penguapan Aktual;

$\Delta S$  = *Delta Storage* / Perubahan Tampung.

### Kalibrasi Model

Hasil perhitungan analisis metode NRECA tidak dapat langsung digunakan karena kebenaran hasilnya masih diragukan, sehingga diperlukan langkah selanjutnya yaitu kalibrasi model untuk mengetahui kelayakan dan ketepatan data tersebut. Kalibrasi model dilakukan dengan membandingkan hasil analisis data dengan data terukur. Semakin sedikit selisih perbedaannya maka semakin tepat hasil analisis data debit metode NRECA tersebut. Langkah-langkah untuk kalibrasi model adalah sebagai berikut:

1. Mencoba nilai parameter PSUB dan GWF (parameter dengan sensitivitas tinggi) sehingga bisa didapat nilai

perbedaan debit analisis dan debit terukur yang minimum.

2. Mencoba nilai parameter C, Storage, GWS, serta CROPF (parameter dengan sensitivitas rendah) sehingga bisa didapat nilai perbedaan debit analisis dan debit terukur yang minimum.
3. Mencoba nilai bobot pengaruh tiap stasiun hujan (jika terdapat lebih dari 1 stasiun hujan yang digunakan dalam perhitungan hujan rerata DAS).
4. Tidak memasukkan data debit terukur untuk bulan-bulan yang penyimpangan debit analisis dan debit terukurnya besar. (Sumarauw, J.S.F, 2014).

a. Koefisien Determinasi ( $r^2$ )

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

$$r^2 = \left( \frac{\sum_{i=1}^n (Q_o - Q_{o'}) - (Q_p - Q_{p'})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (Q_o - Q_{o'})^2 \sum_{i=1}^n (Q_p - Q_{p'})^2}} \right)^2 \dots\dots\dots(2.23)$$

Dengan:

- $r^2$  = Nilai uji koefisien determinasi;
- $Q_o$  = Debit terukur;
- $Q_{o'}$  = Debit terukur rata-rata;
- $Q_p$  = Debit analisis;
- $Q_{p'}$  = Debit analisis rata-rata.

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

b. Nash-Sutcliffe Efficiency (NSE)

Uji *Nash-Sutcliffe Efficiency* digunakan untuk menilai kekuatan prediksi dari model debit hidrologi yang menggambarkan akurasi model.

Dirumuskan dengan persamaan sebagai berikut:

$$NSE = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (Q_o - Q_p)^2}{\sum_{i=1}^n (Q_o - Q_o)^2}$$

Dengan:

NSE=Nilai uji *Nash-Sutcliffe Efficiency*.

**Analisis Debit Andalan**

Debit andalan adalah debit sungai yang diharapkan selalu ada sepanjang tahun dan didapat dengan membuat terlebih dahulu garis durasi untuk debit-debit yang disamai atau dilampaui, kemudian ditetapkan suatu andalan berupa frekuensi kejadian yang di dalamnya terdapat paling sedikit satu kegagalan. Berdasarkan KP-01, untuk perencanaan irigasi debit andalan yang akan digunakan adalah debit  $Q_{80}$ , yang artinya debit tersebut mempunyai kemungkinan akan terjadi sebesar 80% dan tidak terpenuhi sebesar 20%.

$$P (\%) = \frac{m_1}{n + 1} \times 100\%$$

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

$m_1$  = Nomor urut data;

$n$  = Jumlah data.

**Analisis Kebutuhan Air Irigasi**

Faktor-faktor yang sangat berpengaruh dalam kebutuhan air irigasi, yaitu:

1. Perkolasi (p)
2. Curah hujan efektif (Re)
3. Areal tanam sawah (As)
4. Penggunaan air konsumtif (Etc)
5. Pergantian lapisan air (WLR)
6. Efisiensi

Sedangkan tahapan perhitungan kebutuhan air irigasi dibagi menjadi 2 tahapan, yaitu:

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

**Analisis Neraca Air**

Neraca air merupakan kesetimbangan antara ketersediaan air dan kebutuhan air.



Tabel 2. Curah Hujan DAS Molinow

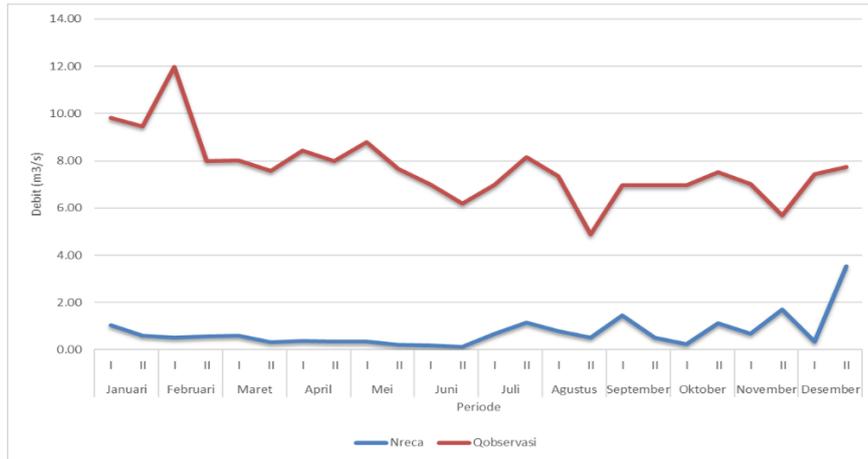
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
Januari	1	63.7	212.8	125.6	144.4	74.6	98.4	372.5	136.8	65.2	171.4
	2	137.0	185.2	128.1	126.0	161.3	142.3	171.8	101.6	146.0	119.4
Februari	1	169.1	293.2	77.6	213.5	61.2	254.6	97.3	117.9	29.9	149.2
	2	119.8	186.7	39.9	88.4	98.4	268.0	39.5	94.3	60.4	130.2
Maret	1	137.8	130.9	31.1	270.2	209.2	71.4	124.2	62.4	54.5	146.3
	2	76.2	119.1	65.4	283.4	143.4	56.6	66.7	31.9	30.8	116.8
April	1	85.5	86.1	81.1	81.0	126.5	101.6	76.6	19.9	20.6	53.2
	2	82.3	111.0	69.5	56.2	131.2	83.0	74.6	62.3	82.2	35.4
Mei	1	80.4	14.6	151.2	138.1	398.3	70.6	104.8	80.4	85.1	96.3
	2	63.2	125.0	209.9	122.7	95.9	129.0	134.9	22.1	212.5	140.6
Juni	1	57.7	73.2	61.9	101.6	57.6	49.1	49.9	144.0	154.3	170.7
	2	52.8	101.2	90.8	61.1	10.9	42.0	31.2	21.9	85.2	104.4
Juli	1	129.3	76.9	107.2	13.0	51.0	57.5	10.8	2.0	64.8	75.6
	2	181.5	63.5	135.3	4.4	78.4	260.9	34.6	24.9	73.5	231.4
Agustus	1	108.2	69.6	128.0	23.1	18.9	89.1	34.8	0.0	25.2	44.3
	2	82.9	7.0	71.0	48.2	170.5	88.9	24.1	1.0	11.6	85.0
September	1	179.0	1.2	172.3	110.8	46.4	110.9	4.6	0.0	118.6	40.7
	2	68.1	7.9	153.9	49.0	28.3	42.1	45.9	0.0	103.2	92.4
Oktober	1	56.6	42.5	117.5	70.4	14.4	45.9	57.4	0.0	126.9	93.7
	2	137.7	27.9	175.5	32.4	54.6	73.6	75.1	1.0	182.5	167.6
November	1	79.6	29.3	66.1	134.2	95.4	99.5	94.7	139.1	138.1	108.9
	2	159.1	203.9	71.8	102.3	127.3	167.5	173.1	165.4	104.4	184.4
Desember	1	40.9	72.4	122.1	269.8	135.4	183.9	196.6	100.6	116.3	157.9
	2	317.4	68.9	114.9	135.0	180.4	224.2	262.4	115.7	183.7	207.5
Total		2665.7	2309.8	2567.8	2679.2	2569.7	2810.6	2358.1	1445.5	2275.4	2923.2
Rerata Tahunan		2460.5									

Tabel 3. Perhitungan Evapotranspirasi

No	DESCRIPTION	Januari		Februari		Maret		April		Mei		Juni		Juli		Agustus		September		Oktober		November		Desember	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	Temperature (T)	24.79	24.67	25.21	24.44	24.40	24.80	24.69	25.15	24.26	24.02	24.18	24.67	24.44	24.45	24.37	25.74	24.65	24.95	25.58	25.57	25.58	24.72	24.75	24.78
2	Saturation Vapour Pressure (ea) -->Table.1	31.31	31.08	32.10	30.63	30.55	31.33	31.12	31.98	30.30	29.85	30.15	31.08	30.63	30.66	30.50	33.10	31.03	31.61	32.80	32.79	32.80	31.18	31.23	31.27
3	Relative Humidity (RH)	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.92	0.93	0.93	0.92	0.93	0.93	0.91	0.92	0.92	0.92	0.91	0.91	0.90	0.91	0.92	0.93	0.93	0.94
4	Vapour Pressure. (ed) = (ea x RH)	29.11	29.05	29.70	28.61	28.48	29.21	28.71	29.59	28.10	27.38	28.06	28.93	27.88	28.15	28.06	30.52	28.27	28.80	29.63	29.88	30.07	28.91	29.08	29.34
5	Diff. Vapour Pressure (ea - ed)	2.20	2.03	2.40	2.02	2.08	2.11	2.41	2.39	2.20	2.47	2.09	2.14	2.76	2.51	2.45	2.59	2.76	2.80	3.16	2.91	2.73	2.27	2.15	1.94
6	Wind Velocity (U) Km/day	19.56	17.56	19.67	18.96	18.59	20.43	17.22	17.82	16.64	18.33	15.41	17.85	25.22	26.09	16.61	20.86	15.57	15.31	15.18	14.44	9.27	9.53	11.29	9.78
7	f(U) = 0.27(1+(U/100))	0.323	0.317	0.323	0.321	0.320	0.325	0.316	0.318	0.315	0.319	0.312	0.318	0.338	0.340	0.315	0.326	0.312	0.311	0.311	0.309	0.295	0.296	0.300	0.296
8	Weighting Factor = W --> Table.2	0.74	0.74	0.74	0.73	0.74	0.74	0.74	0.74	0.73	0.73	0.73	0.73	0.74	0.73	0.73	0.75	0.74	0.74	0.75	0.75	0.75	0.74	0.74	0.74
9	Weighting Factor for Wind = 1-W	0.262	0.263	0.258	0.266	0.266	0.262	0.263	0.259	0.267	0.270	0.268	0.263	0.266	0.265	0.266	0.253	0.264	0.260	0.254	0.254	0.263	0.263	0.262	0.262
10	Aerodynamic Factor = (1-W)f(U)(ea-ed)	0.19	0.17	0.20	0.17	0.18	0.18	0.20	0.20	0.19	0.21	0.17	0.18	0.25	0.23	0.21	0.21	0.23	0.23	0.25	0.23	0.20	0.18	0.17	0.15
11	Extra Terrestrial Radiation (Ra) --> Table.3	14.84	14.84	15.39	15.39	15.65	15.65	15.30	15.30	14.68	14.68	14.07	14.07	14.21	14.21	14.86	14.86	15.30	15.30	15.35	15.35	14.94	14.94	14.58	14.58
12	Sunshine (n) (%)	30.84	32.49	34.39	40.82	41.92	46.69	41.23	44.17	41.92	42.56	38.06	42.36	45.50	39.35	44.95	46.79	41.51	48.24	44.24	38.58	32.45	30.35	24.83	23.61
13	Sunshine (n) (jam/hari)	2.47	2.60	2.75	3.27	3.35	3.74	3.30	3.53	3.35	3.40	3.04	3.39	3.64	3.15	3.60	3.74	3.32	3.86	3.54	3.09	2.60	2.43	1.99	1.89
14	N --> Table.4	11.96	11.96	11.98	11.98	12.00	12.00	12.04	12.04	12.07	12.07	12.09	12.09	12.09	12.066	12.066	12.066	12.022	12.022	12.022	12.022	11.98	11.978	11.956	11.956
15	Sunshine (n/N)	0.21	0.22	0.23	0.27	0.28	0.31	0.27	0.29	0.28	0.28	0.25	0.28	0.30	0.26	0.30	0.31	0.28	0.32	0.29	0.26	0.22	0.20	0.17	0.16
16	Short Wave Solar Radiation (Rs) = (0.25+0.5n/N)Ra	5.24	5.32	5.62	5.95	6.10	6.35	5.92	6.07	5.71	5.74	5.29	5.49	5.70	5.41	5.93	6.02	5.94	6.28	6.10	5.35	5.25	4.86	4.80	
17	Incom.Short Wave Solar Radiation (Rns) =0.75.Rs	3.93	3.99	4.21	4.46	4.57	4.76	4.44	4.55	4.28	4.30	3.97	4.12	4.27	4.05	4.45	4.51	4.45	4.71	4.57	4.36	4.01	3.94	3.64	3.60
18	Effect of Temperature on RnL = f(T) --> Table.5	15.60	15.57	15.70	15.51	15.50	15.60	15.57	15.69	15.47	15.41	15.45	15.57	15.51	15.51	15.49	15.83	15.56	15.64	15.82	15.81	15.82	15.64	15.65	15.66
19	Effect of (ed) on RnL = f(ed) = 0.34 - 0.04.Ved	0.12	0.12	0.12	0.13	0.13	0.12	0.13	0.12	0.13	0.13	0.12	0.13	0.13	0.13	0.12	0.13	0.12	0.13	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	0.29	0.30	0.31	0.35	0.35	0.38	0.35	0.36	0.35	0.35	0.33	0.35	0.37	0.33	0.37	0.38	0.35	0.39	0.37	0.33	0.30	0.28	0.25	0.24
21	Net Long Wave Radiation RnL = f(T).f(ed).f(n/N)	0.55	0.57	0.59	0.68	0.69	0.73	0.68	0.70	0.69	0.71	0.65	0.68	0.74	0.66	0.73	0.71	0.69	0.76	0.71	0.64	0.56	0.55	0.49	0.47
22	Net Radiation Rn = Rns - RnL	3.38	3.42	3.62	3.78	3.88	4.03	3.76	3.85	3.59	3.32	3.43	3.53	3.39	3.71	3.80	3.76	3.95	3.87	3.72	3.45	3.38	3.16	3.13	
23	Effect W on Rn = W . Rn	2.49	2.52	2.69	2.78	2.85	2.97	2.77	2.86	2.63	2.62	2.43	2.53	2.59	2.49	2.73	2.84	2.77	2.92	2.88	2.78	2.57	2.49	2.33	2.31
24	Adjustment Factor = C --> Table.6	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	
25	Evapotranspiration (ETo) = C[W.Rn+(1-W)(f(u)(ea-ed)	2.81	2.82	3.03	3.10	3.18	3.31	3.12	3.21	2.96	2.98	2.74	2.84	2.97	2.84	3.08	3.20	3.15	3.31	3.30	3.16	2.93	2.82	2.63	2.59
26	Monthly Eto (mm/days)	42.15	45.19	45.48	40.27	47.68	52.88	46.86	48.11	47.33	44.67	41.08	42.66	47.54	42.63	49.29	48.02	47.29	49.64	52.75	47.40	43.97	42.26	42.11	38.91

Tabel 4. Analisis Ketersediaan Air Metode NRECA Sebelum Kalibrasi Tahun 2008

Tahun	Bulan	Pesipitasi	PET	Moisture Storage	Storage Ratio	P/PET	AET/PET	AET	WB	EMR	EM	DS	RECH	BEGIN STOR GW	END STOR GW	GW FLOW	DF	TD	JMLH HARI	TD	Qobs
		(mm)		(mm)				(mm)	(mm)		(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)		m3/det	(m3/det)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
2008	Januari 1	63.71	42.1476	300	0.41951	1.51156	1	42.1476	21.56	0.08	1.7249	19.84	0.862	100	100.9	50.43	0.862	51.29	15	1.05	9.82
	Januari 2	137.04	45.1884	319.8362579	0.44725	3.0326	1	45.1884	91.85	0.09	8.2665	83.58	4.133	50.43	54.56	27.28	4.133	31.42	16	0.60	9.45
	Februari 1	169.05	45.4827	403.4198835	0.56412																

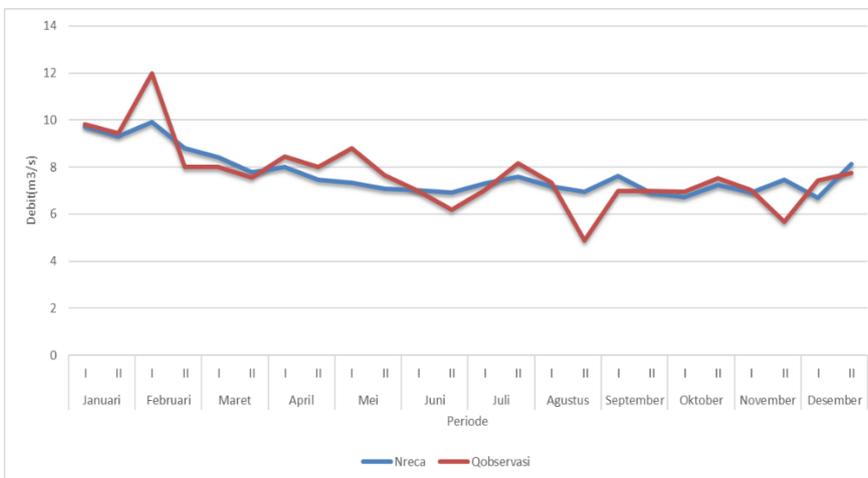


Gambar 2. Grafik Perbandingan Nilai Debit Terukur dan Debit Hitungan Sebelum Kalibrasi Tahun 2008

Tabel 5. Analisis Ketersediaan Air Metode NRECA Setelah Kalibrasi Tahun 2008

Tahun	Bulan	Precipitasi (mm)	FET	Moisture Storage (mm)	Storage Ratio	P/PET	AET/PET	AET (mm)	WB (mm)	EMR (mm)	EM (mm)	DS (mm)	RECH (mm)	BEGIN STOR GW (mm)	END STOR GW (mm)	GW FLOW (mm)	DF (mm)	TD (mm)	JMLH HARI	TD (m3/det)	Qobs (m3/det)
2008	Januari 1	63.71	42.1476	938.637	1.31255	1.51156	1	42.1476	21.5611	0.77	16.6021	4.96906	5.85239	1519.05	1524.91	304.981	10.7497	315.731	15	9.72	9.82
	Januari 2	137.04	45.1884	964.596	1.31948	3.0326	1	45.1884	91.8501	0.77	70.7246	21.1255	24.9311	1219.93	1244.86	248.971	45.7935	294.765	16	9.32	9.45
	Februari 1	169.05	45.4827	964.721	1.34902	3.71688	1	45.4827	123.571	0.78	96.3852	27.1856	33.9767	995.885	1029.86	205.972	62.4085	268.381	15	9.92	11.98
	Februari 2	119.76	40.2703	991.907	1.38704	2.97394	1	40.2703	79.4911	0.8	63.5929	15.8982	22.4171	823.889	846.307	169.261	41.1758	210.437	14	8.80	8.00
	Maret 1	137.76	47.6750	1007.8	1.40927	2.88949	1	47.675	90.0813	0.81	72.9658	17.1154	25.7211	677.045	702.766	140.553	47.2447	187.798	15	8.41	8.01
	Maret 2	76.17	52.8818	1024.92	1.4332	1.44034	1	52.8818	23.2859	0.83	19.3273	3.9586	6.81304	562.213	569.026	113.805	12.5142	126.319	15	7.79	7.57
	April 1	85.48	46.8559	1028.88	1.43874	1.82438	1	46.8559	38.6272	0.84	32.4468	6.18035	11.4378	455.221	466.659	93.3317	21.009	114.341	15	7.99	8.44
	April 2	82.30	48.1113	1035.06	1.44738	1.71069	1	48.1113	34.1921	0.85	29.0633	5.12882	10.2451	373.327	383.572	76.7144	18.8182	95.5326	15	7.47	7.99
	Mei 1	80.42	47.3269	1040.19	1.45455	1.69928	1	47.3269	33.0947	0.85	28.1305	4.9642	9.91626	306.858	316.774	63.3548	18.2142	81.569	15	7.33	8.80
	Mei 2	63.22	44.6657	1045.15	1.46513	1.41537	1	44.6657	18.5529	0.86	15.9555	2.59741	5.62446	253.419	259.044	51.8087	10.331	62.1398	16	7.09	7.66
	Juni 1	57.70	41.0807	1047.75	1.46513	1.40452	1	41.0807	16.6181	0.86	14.2916	2.32653	5.03791	207.235	212.273	42.4546	9.25366	51.7082	15	7.03	6.99
	Juni 2	52.80	42.6578	1050.08	1.46838	1.23782	1	42.6578	10.1448	0.87	8.83956	1.31882	3.11123	169.818	172.929	34.5859	5.71472	40.3005	15	6.91	6.20
	Juli 1	129.32	47.5419	1051.4	1.47023	2.72015	1	47.5419	81.7791	0.88	71.9656	9.81349	25.3695	138.344	163.712	32.7424	46.597	79.3395	15	7.31	7.00
	Juli 2	181.52	42.6332	1061.21	1.48395	4.25765	1	42.6332	138.884	0.89	123.607	15.2773	43.5726	130.97	174.542	34.9084	80.0343	114.943	16	7.60	8.15
	Agustus 1	108.22	49.2856	1076.49	1.50531	2.19587	1	49.2856	58.3392	0.9	53.0453	5.89392	18.699	139.634	158.333	31.6666	34.3464	66.0129	15	7.17	7.34
	Agustus 2	82.94	48.0151	1082.38	1.51355	1.7273	1	48.0151	34.9215	0.91	31.7786	3.14294	11.2023	126.666	137.868	27.5737	20.5763	48.15	16	6.96	4.89
	September 1	178.97	47.2929	1085.52	1.51795	3.78427	1	47.2929	131.676	0.92	121.142	10.5341	42.7036	110.295	152.998	30.5997	78.4362	109.038	15	7.61	6.97
	September 2	68.06	49.6443	1096.06	1.53268	1.37086	1	49.6443	18.411	0.92	16.9381	1.47288	5.97084	122.399	128.37	25.6739	10.9673	36.6412	15	6.87	6.97
	Oktober 1	56.60	52.7538	1097.53	1.53474	1.07291	1	52.7538	3.84619	0.92	3.53849	0.30769	1.24735	102.696	103.943	20.7886	2.29114	23.0797	15	6.74	6.96
	Oktober 2	137.70	47.4041	1097.84	1.53517	2.90481	1	47.4041	90.2959	0.93	83.9752	6.32071	29.602	83.1544	112.756	22.5513	54.3731	76.9244	16	7.23	7.53
	November 1	79.60	43.9722	1104.16	1.54401	1.81024	1	43.9722	35.6278	0.93	33.1339	2.49395	11.68	90.2051	101.885	20.377	21.4539	41.8309	15	6.93	7.03
	November 2	169.10	42.2618	1106.65	1.54749	3.76463	1	42.2618	116.838	0.93	108.66	8.17867	38.3035	81.5081	119.812	23.9623	70.356	94.3183	15	7.46	5.69
	Desember 1	40.90	42.1114	1114.83	1.55893	0.97123	0.98	41.2692	-0.3692	0	0	-0.3692	0	95.8493	95.8493	19.1699	0	19.1699	15	6.70	7.44
	Desember 2	317.40	38.9108	1114.46	1.55841	8.15711	1	38.9108	278.489	0.94	261.78	16.7094	92.2798	76.6794	168.959	33.7918	169.5	203.292	16	8.12	7.75

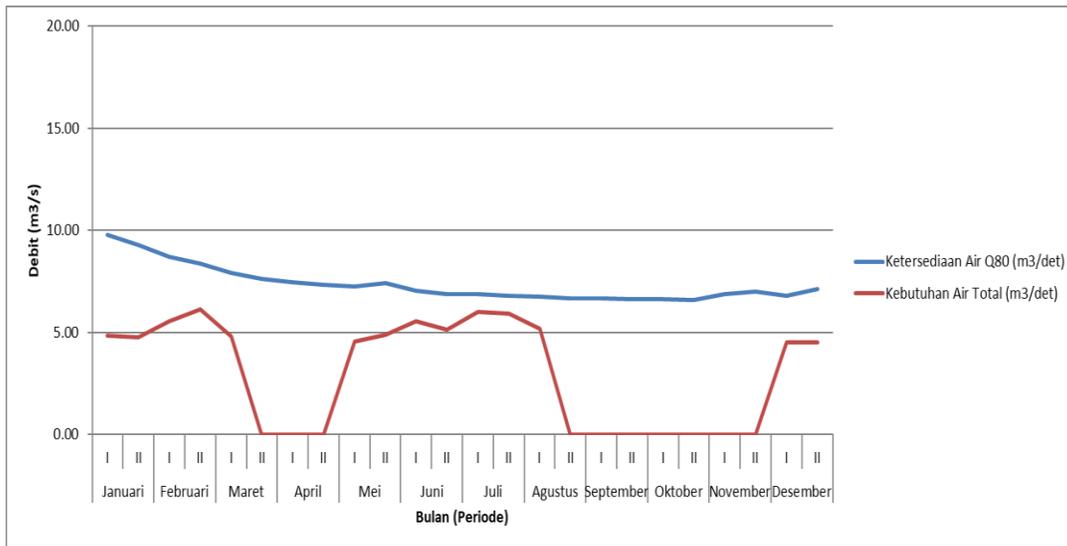
Keterangan: Hujan Tahunan = 2460,5 mm ; C = 0,25 ; NOMINAL = 715,125 ; PSUB = 0,35 ; GWF = 0,2 ; Luas DAS = 26,416 km<sup>2</sup> ; CROPF = 1



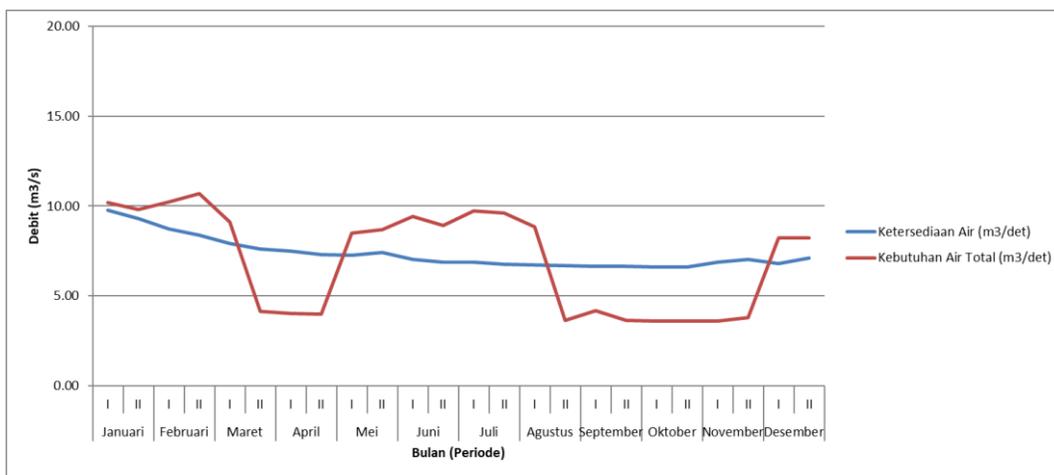
Gambar 3. Grafik Perbandingan Nilai Debit Terukur dan Debit Hitungan Sebelum Kalibrasi Tahun 2008

Tabel 6. Urutan Data dan Perhitungan P(%) untuk Q<sub>80%</sub> dan Q<sub>95%</sub> di DAS Molinow

P (%)	Januari		Februari		Maret		April		Mei		Juni		Juli		Agustus		September		Oktober		November		Desember	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
9.09	11.457	9.663	10.073	9.819	9.234	9.175	7.994	7.830	9.472	7.900	7.808	7.344	7.309	8.097	7.299	7.428	6.612	7.449	7.193	7.548	7.282	7.660	8.102	8.124
18.18	10.557	9.642	9.920	9.438	8.798	8.195	7.945	7.774	7.829	7.817	7.604	7.300	7.213	7.979	7.173	7.020	6.624	6.985	7.095	7.424	7.139	7.495	7.661	7.980
27.27	10.324	9.457	9.754	8.889	8.562	8.191	7.823	7.528	7.676	7.587	7.463	7.189	7.066	7.598	7.089	6.999	6.672	6.974	6.956	7.423	7.134	7.479	7.572	7.911
36.36	10.173	9.365	9.538	8.798	8.491	8.059	7.819	7.474	7.493	7.566	7.456	7.161	7.057	7.341	6.892	6.960	6.736	6.873	6.735	7.235	7.008	7.461	7.526	7.830
45.45	10.130	9.364	9.168	8.649	8.414	7.787	7.802	7.447	7.420	7.546	7.224	7.092	6.949	7.023	6.855	6.895	6.747	6.727	6.734	6.805	6.926	7.361	7.241	7.581
54.55	10.067	9.316	8.980	8.623	8.383	7.747	7.623	7.433	7.331	7.526	7.209	6.997	6.921	6.942	6.775	6.701	7.037	6.689	6.682	6.714	6.920	7.141	7.227	7.503
63.64	9.913	9.300	8.959	8.621	8.143	7.730	7.550	7.361	7.310	7.520	7.106	6.911	6.882	6.916	6.744	6.685	7.072	6.655	6.651	6.655	6.911	7.093	7.167	7.305
72.73	9.779	9.297	8.732	8.376	7.945	7.630	7.504	7.321	7.263	7.507	7.028	6.884	6.873	6.786	6.742	6.681	7.178	6.637	6.610	6.601	6.887	7.023	6.809	7.174
80	9.768	9.293	8.713	8.374	7.926	7.622	7.478	7.313	7.262	7.424	7.028	6.883	6.859	6.775	6.732	6.674	6.662	6.630	6.609	6.597	6.883	7.016	6.807	7.120
81.82	9.726	9.278	8.636	8.367	7.851	7.593	7.374	7.281	7.257	7.094	7.027	6.879	6.803	6.727	6.694	6.646	7.551	6.599	6.607	6.582	6.866	6.990	6.795	6.903
90.91	9.718	9.167	8.534	8.271	7.822	7.552	7.342	7.274	7.214	6.865	7.027	6.841	6.773	6.705	6.675	6.631	7.611	6.589	6.572	6.554	6.570	6.922	6.695	6.768
95	5.345	5.042	4.694	4.549	4.302	4.154	4.038	4.001	3.968	3.776	3.865	3.763	3.725	3.688	3.671	3.647	4.186	3.624	3.614	3.605	3.614	3.807	3.682	3.722



Gambar 4. Grafik Neraca Air DAS Molinow Tahun 2008 untuk Lahan Irigasi dengan Ketersediaan Air Q<sub>80%</sub>



Gambar 5. Grafik Neraca Air DAS Molinow Tahun 2008 Pada Lahan Irigasi dengan Ketersediaan Air Q<sub>80%</sub> - Q<sub>95%</sub>

**Analisis Neraca Air**

Melihat Keseimbangan antara ketersediaan air dan kebutuhan air di DAS Molinow. Dalam penelitian ini dibuat dua neraca air.

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

Jika ketersediaan air Q<sub>80%</sub> tanpa dikurangi Q<sub>95%</sub> dengan Kebutuhan air untuk lahan irigasi sebesar 572 Ha.

**Analisis Neraca Air Dengan Memperhitungkan Kebutuhan Air Q<sub>95%</sub>:**

Jika ketersediaan Air Q<sub>80%</sub> dikurangi kebutuhan air Q<sub>95%</sub> dengan kebutuhan air adalah untuk lahan irigasi sebesar 572 Ha.

**Analisis Kebutuhan Air**

Kebutuhan air bersih yang telah dianalisis, meliputi kebutuhan air irigasi.

**Analisis Neraca Air**

Setelah diperoleh besarnya ketersediaan air dan kebutuhan air, dapat dilihat neraca air dari DAS Molinow. Dari hasil analisis neraca air didapat ketersediaan air Q<sub>80%</sub> yang dikurangi dengan ketersediaan air Q<sub>95%</sub> tidak mampu memenuhi kebutuhan air dilahan irigasi, sedangkan untuk perhitungan ketersediaan air Q<sub>80%</sub> mampu memenuhi kebutuhan air tanpa ada defisit air.

**PENUTUP**

**PEMBAHASAN**

**Analisis Hidrologi**

Dengan data yang diperoleh dari Balai Wilayah Sungai Sulawesi I, analisis hidrologi dapat dilakukan. Data curah hujan diperlukan untuk menghitung curah hujan rerata tahunan. Sedangkan untuk menghitung nilai evapotranspirasi diperlukan data klimatologi.

**Analisis Ketersediaan Air**

Setelah dianalisis debit Sungai Molinow dengan menggunakan metode Nreca diperoleh hasil analisis debit andalah sebagai berikut:

Juli		Agustus		Sep		Oktober		Nov		Des	
I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
6.86	6.77	6.73	6.67	6.66	6.63	6.61	6.60	6.88	7.02	6.81	7.12
Januari		Februari		Maret		April		Mei		Juni	
I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
9.77	9.29	8.71	8.37	7.93	7.62	7.48	7.31	7.26	7.42	7.03	6.88

1. Dari hasil analisis ketersediaan dan kebutuhan air di DAS Molinow, diperoleh debit andalan sungai Q<sub>80%</sub> dan Q<sub>95%</sub>. Kebutuhan air yang dominan adalah kebutuhan air untuk lahan irigasi. Hasil dari analisis neraca air dapat disimpulkan bahwa ketersediaan air Q<sub>80%</sub> masih mencukupi untuk kebutuhan irigasi sedangkan untuk kebutuhan air Q<sub>95%</sub> yang digunakan untuk pemeliharaan sungai, ketersediaan air tidak mencukupi sehingga terjadi defisit air. Untuk mengoptimalkan pemanfaatan air disungai maka periode tanam dikoreksi kembali agar air sungai dapat dimanfaatkan secara maksimal.
2. Penulis menyarankan agar dilakukan koreksi kembali terhadap periode tanam supaya penggunaan air sungai dapat dimanfaatkan secara maksimal agar tidak terjadi defisit air.

**DAFTAR PUSTAKA**

Anonim, 1986. *Standar Perencanaan Irigasi-Kriteria Perencanaan Bagian Jaringan Irigasi KP-01*, Direktur Jenderal Pengairan, Jakarta.

Anonim, 2014. *Tata Cara Perhitungan Evapotranspirasi Tanaman Acuan*, Modul Pelatihan CDTA 7849-INO, Hal. 8-17

Balai Wilayah Sungai Sulawesi I, 2019. *Data Curah hujan Tahun 2008 – 2017 dan Data Klimatologi tahun 2008 – 2017*, Manado.

- Demetrius, R. C. A., Liany A. Hendratta, Jeffry S. F. Sumarauw. 2018. *Analisis Neraca Air Sungai Talawaan Di Titik Bendung Talawaan Kabupaten Minahasa Utara*, Jurnal Sipil Statik Vol. 6 No. 3 Maret 2018 (153-155) ISSN: 2337-6732, Manado.
- Dengo, Dzul Firmansah., Jeffry S. F. Sumarauw, Hanny Tangkudung. 2016. *Analisis Neraca Air Sungai Ranowangko*, Jurnal Sipil Tekno Vol. 14 No. 65 April 2016 ISSN: 0215-9617, Manado.
- Dinas Pekerjaan Umum Minahasa Selatan, 2019. *Data Luas Lahan Sawah Fungsional dan Potensial Daerah Irigasi Tongop*, Minahasa Selatan.
- Hambali, 2008. *Analisis Ketersediaan Air dengan Model Mock*, Yogyakarta : Universitas Gadjah Mada.
- Harto, S., 1993. *Analisis Hidrologi*, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta. Hal 13.
- Karim, Intan Agustin Nirmala Sari Abdul., Cindy J. Supit , Liany A. Hendratta. 2016. *Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih Di Desa Motongkad Utara Kecamatan Nuangan Kabupaten Bolaang Mongondow Timur*, Sipil Statik Vol.4 No.11 November 2016 (705-714) ISSN: 2337-6732
- Mentang, Risky Schwars., Tiny Mananoma, Jeffry S. F. Sumarauw. 2017. *Analisis Neraca Air Sungai Paniki Dengan Titik Tinjau Di Jembatan Paniki*, Jurnal Sipil Statik Vol. 5 No. 3 Mei 2017 (123-132) ISSN: 2337-6732, Manado.
- Motovilo, 1999. Validation of a Distributed Hydrological Model Against Spatial Observation. *Elsevier Agricultural and Forest Meteorology*. 98 : 257-277
- Peraturan Pemerintah No. 38 Tahun 2011, Tentang Sungai*, Republik Indonesia. 2011.
- Sumarauw, J. S. F., 2014. *Bahan Ajar Model Rainfall-Runoff NRECA*, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi, Manado. Hal 1-12.
- Triatmodjo, Bambang., 2008. *Hidrologi Terapan*, Beta Offset, Yogyakarta.

Halaman ini sengaja dikosongkan