

ANALISIS NERACA AIR SUNGAI ABUANG DI TITIK BENDUNG ABUANG KABUPATEN MINAHASA TENGGARA

Irandy E. Rambembuoch

Jeffrey S. F. Sumarauw, Tiny Mananoma

Fakultas Teknik, Jurusan Sipil, Universitas Sam Ratulangi, Manado

Email: randy031097@gmail.com

ABSTRAK

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

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

Hasil dari analisis neraca air menunjukkan bahwa ketersediaan air di sungai Abuang tidak bisa memenuhi kebutuhan air untuk lahan irigasi di sekitar DAS Abuang. Masa tanam yang digunakan perlu disesuaikan sehingga ketersediaan air dapat memenuhi kebutuhan lahan irigasi untuk lahan fungsional. Apabila lahan potensial di ubah menjadi fungsional, maka ketersediaan air di DAS Abuang tidak akan memenuhi kebutuhan air untuk lahan irigasi potensial dan fungsional.

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

PENDAHULUAN

Latar belakang

Neraca air merupakan suatu perbandingan antara potensi ketersediaan air dengan kebutuhan air di suatu tempat dalam periode tertentu.

Sungai Abuang yang terletak di Kabupaten Minahasa Tenggara, merupakan sumber utama dalam memenuhi kebutuhan air di daerah sekitarnya. Potensi air sungai ini banyak di gunakan untuk mengairi kawasan irigasi di daerah tersebut, maka kebutuhan air di DAS Abuang akan terus mengalami peningkatan dari tahun ke tahun, sementara itu ketersediaan air di Sungai Abuang akan mengalami penurunan. Meningkatnya pertumbuhan penduduk dan pembangunan di berbagai sektor adalah faktor yang mengakibatkan penurunan tersebut, yang berujung pada semakin berkurangnya daerah - daerah resapan air di DAS Abuang.

Berdasarkan hal di atas maka dibutuhkan adanya suatu studi neraca air untuk melihat bagaimana keseimbangan antara

ketersediaan air di Sungai Abuang dan kemungkinan penggunaan serta kebutuhan air di masa mendatang untuk daerah irigasi dan daerah sekitarnya, agar nantinya kebutuhan air di daerah sekitar sungai tersebut dapat selalu terpenuhi dengan baik dari waktu ke waktu.

Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang penelitian, masalah yang ditemui adalah apakah ketersediaan air di sungai dapat memenuhi kebutuhan air di Daerah Aliran Sungai Abuang yaitu yaitu kebutuhan air untuk lahan irigasi fungsional dan penambahan lahan irigasi potensial.

Batasan Masalah

1. Kebutuhan air dihitung sesuai dengan daerah layanan yang ada pada Daerah Irigasi Langowan.
2. Analisis ketersediaan dan kebutuhan air untuk lahan irigasi fungsional dan potensial.

Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mencari ketersediaan dan kebutuhan air di Sungai Abuang pada titik Bendung Abuang.

Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah sebagai informasi untuk penggunaan air dari Sungai Abuang yang lebih maksimal sehingga kebutuhan air di daerah tersebut dapat selalu terpenuhi.

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. Seluruh daerah dimana semua airnya mengalir ke dalam sungai yang dimaksudkan di sebut Daerah Aliran Sungai (DAS) (dikutip dalam Dengo dkk., 2016). Dan jika limpasan permukaan semakin besar, maka aliran permukaan atau debit akan semakin besar pula.

Analisis Hidrologi

Siklus hidrologi merupakan proses kontinu dimana air bergerak dari bumi ke atmosfer dan kemudian kembali ke bumi lagi. 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.

Curah hujan rata – rata dengan cara *Polygon Thiessen* dihitung dengan persamaan sebagai berikut.:

$$\bar{R} = \frac{A_1R_1 + A_2R_2 + \dots + A_nR_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n}$$

dengan:

\bar{R} = Curah hujan rata – rata
 R_1, R_2, \dots, R_n = Curah hujan di tiap titik pengamatan dan n adalah jumlah titik – titik pengamatan.

A_1, A_2, \dots, A_n = Luas daerah yang mewakili tiap stasiun pengamatan.

Evapotranspirasi

Evapotranspirasi adalah seluruh proses penguapan yang terjadi dari permukaan bertanaman (*vegetated surface*) maupun dari permukaan bumi. Nilai dari evapotranspirasi merupakan penjumlahan dari evaporasi (*evaporation*) dan transpirasi (*transpiration*) yang berlangsung secara bersamaan.

Perhitungan evapotranspirasi tanaman acuan dengan metode FAO Penman-Monteith Modifikasi adalah :

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

Dengan pengertian:

ET_o =Evapotranspirasi tanaman acuan (mm/hari);

R_n = Radiasi matahari netto di atas permukaan tanaman

W = Faktor bobot sebagai pengaruh dari radiasi matahari

(MJ/m²/hari);

$(1 - W)$ = Faktor bobot sebagai pengaruh kelembaban dan angin

c =Faktor koreksi pergantian malam dan siang

$f(U)$ =Fungsi pengaruh kecepatan angin

e_d = Tekanan uap air jenuh (kPa);

e_a = Tekanan uap air aktual (kPa);

$(e_d - e_a)$ =Perbedaan tekanan uap air aktual dengan tekanan uap air jenuh

Analisis NRECA

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

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

Dimana:

RO = *Run Off* / Aliran Permukaan

P = *Precipitation* / Presipitasi

ΔE = *Actual Evaporation* / Penguapan Aktual

ΔS = *Delta Storage* / Perubahan Tampungan

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 (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, 2014).

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:

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

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.

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.

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

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

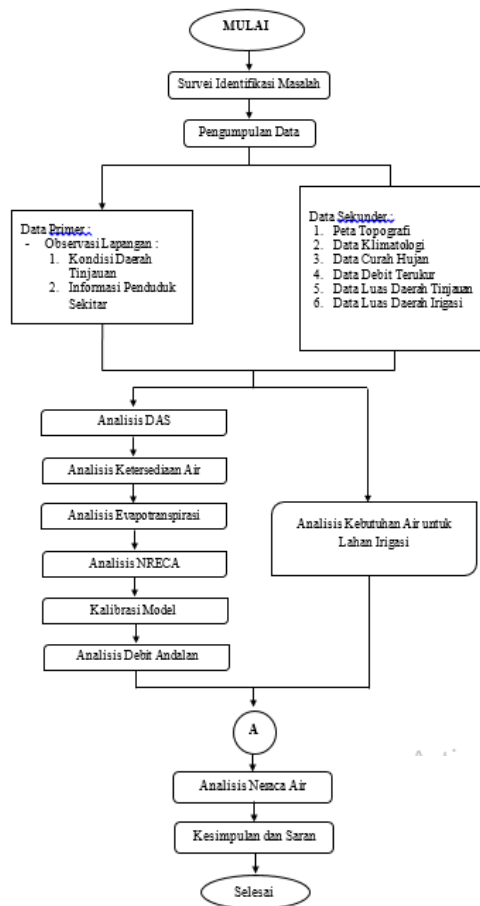
Neraca air merupakan kesetimbangan antara ketersediaan air dan kebutuhan air. Persamaan yang dapat digunakan adalah sebagai berikut:

$$\text{Neraca Air} = \text{Ketersediaan Air} - \text{Kebutuhan Air}$$

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

METODOLOGI PENELITIAN

Langkah-langkah pelaksanaan penelitian :



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

Analisis Luas DAS dan Curah Hujan Rata-rata DAS

Luas DAS diperoleh dengan bantuan peta topografi adalah sebesar 9,64 Km². Data Hujan yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari 2 pos hujan yaitu pos hujan Winebetan dan Pos Hujan Rasi. Dan dari hasil analisis diperoleh hujan rerata DAS Talawaan adalah 2211,15 mm.

Analisis Evapotranspirasi Metode FAO Penman-Monteith Modifikasi

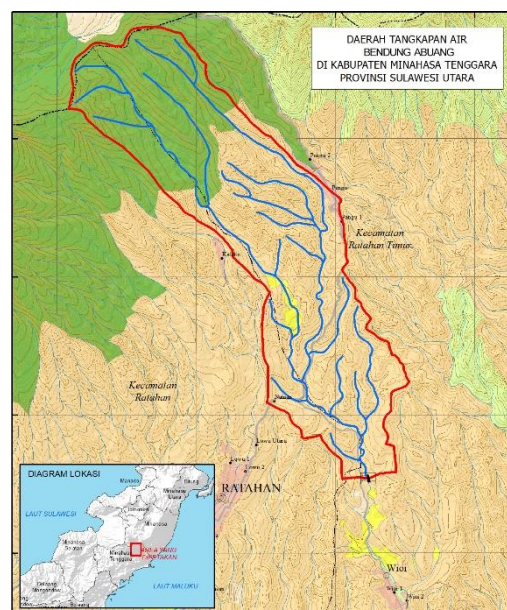
Perhitungan dilakukan dengan periode data setengah bulanan dan data klimatologi.

Analisis Ketersediaan Air Metode NRECA

Metode NRECA memerlukan data utama seperti curah hujan dan evapotranspirasi. Parameter-parameter karakteristik DAS diasumsikan terlebih dahulu disesuaikan dengan lokasi penelitian.

Tabel 1. Parameter Dalam Menghitung Kalibrasi Model

Curah Hujan Rerata Tahunan = 2211,15 mm	PSUB (P1) = 0,9
Koefisien C = 0,25	SMS= 500mm
NOMINAL = 652,78 mm	GWS= 500 mm
Debit Terukur = 3,15 m ³ /det	GWF = 0,9
Debit Hitungan = 3,77 m ³ /det	Luas DAS = 9,6476 km ²



Gambar 2. DAS Abuang

Tabel 2. Curah Hujan DAS Abuang

Data Curah Hujan (mm)											
Bulan		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Januari	1	25.80	83.40	35.26	94.04	230.13	129.79	101.65	96.38	167.26	58.25
	2	79.00	21.50	162.06	186.84	57.93	101.58	93.20	167.10	79.16	108.76
Februari	1	34.40	38.00	47.82	113.84	65.66	166.27	72.87	173.23	46.79	78.31
	2	102.50	41.20	20.23	144.18	59.30	118.81	74.66	117.44	165.00	196.80
Maret	1	74.50	107.60	52.80	179.31	159.46	12.26	21.81	23.42	32.21	84.64
	2	62.50	19.40	87.70	156.83	60.80	134.05	132.00	149.10	29.64	166.03
April	1	117.00	85.40	51.03	100.87	165.19	136.41	69.68	52.27	109.79	57.76
	2	141.00	69.00	129.43	85.82	161.54	185.67	32.27	161.70	124.83	136.91
Mei	1	131.00	119.20	116.69	177.40	63.15	99.64	149.63	113.14	61.03	183.61
	2	105.50	177.40	59.57	228.71	100.46	75.17	143.80	37.67	151.91	157.74
Juni	1	51.50	49.90	97.87	84.84	53.77	44.58	63.40	155.07	51.03	162.40
	2	65.50	87.40	46.59	77.94	6.05	99.55	46.23	38.42	49.97	89.03
Juli	1	172.60	44.20	33.45	27.47	118.26	146.80	25.81	0.39	61.48	64.12
	2	115.00	36.60	213.72	21.05	121.73	127.50	103.38	14.75	70.56	54.45
Agustus	1	78.50	3.00	88.65	12.59	6.78	77.52	152.71	5.50	84.47	80.13
	2	107.60	23.00	113.93	47.24	87.70	27.75	75.36	0.00	0.35	81.38
September	1	24.00	0.00	300.10	245.73	10.55	40.89	25.86	0.00	42.63	35.89
	2	39.00	0.00	236.70	67.48	9.76	9.11	2.80	0.00	114.81	107.88
Oktober	1	59.00	69.00	123.46	104.77	19.56	8.93	0.00	0.00	117.36	54.82
	2	121.20	77.40	165.14	47.84	25.48	148.76	75.84	19.30	169.47	78.16
November	1	193.10	145.60	164.74	138.23	112.27	123.38	169.45	159.08	99.69	108.60
	2	94.80	223.80	98.86	136.14	161.20	153.68	50.16	116.75	139.09	149.83
Desember	1	71.60	25.80	89.38	137.36	216.42	123.35	104.09	121.00	38.09	84.04
	2	115.00	88.40	150.06	65.49	193.08	43.75	193.43	39.18	52.65	145.13
Jumlah		2181.60	1636.20	2685.27	2682.00	2266.25	2335.20	1980.10	1760.89	2059.29	2524.69
Rata Rata		2211.15									

Tabel 3. Perhitungan Evapotranspirasi

Bulan	Rh (%)	Temp	Kecepatan Angin (Km/Hari)	Sunshine (%)	ea (kPa)	ed	Diff. Vapour Pressure (ea - ed)	(U) = 0.271+(U/1000)	W	Weighting Factor for Wind = 1 - W	Aerodynam c Factor = (1 - W)/(U)(ea - ed)	Ra	N	Sunshine (Jam/hari)	Sunshine (n/N)	Short Wave Solar Radiation (Rs) = 0.25+0.5nN	Incum Short Wave Solar Radiation (Rrs) = 0.75Rs	Effect of Temperature on Rate (T)	Effect of (ed) on Rri = 0.34 - (ed)/0.04ved	Effect of (nN) on Rri = 0.14 - 0.9nN	Net Long Wave Radiation Rri = (T)(1+ed)/nN	Net Radiation Rn = Rrs - Rri	Effect W on Rn	Adjustment Factor C	Evapotranspiration (ETo) = C(W Rn)/(ea - ed)	Jumlah Hari	Eto (mm/istg bin)	
Januari	1	0.98	26.03	33.67	24.62	33.67	33.00	0.67	0.36	0.75	0.25	0.06	14.89	11.95	1.97	0.16	4.95	3.71	15.91	0.09	0.25	0.34	3.37	2.63	1.00	1.70	15	25.46
	2	0.98	26.99	34.01	25.39	33.99	32.91	0.67	0.36	0.75	0.25	0.06	14.89	11.95	2.03	0.17	4.99	3.74	15.90	0.09	0.25	0.35	3.39	2.54	1.00	1.70	15	27.24
Februari	1	0.98	26.32	37.97	30.64	32.75	33.08	0.68	0.37	0.75	0.25	0.06	15.42	11.98	2.45	0.20	5.43	4.08	15.96	0.09	0.28	0.39	3.69	2.77	1.00	1.86	15	27.94
	2	0.98	26.30	33.12	30.35	33.74	33.07	0.67	0.36	0.75	0.25	0.06	15.42	11.98	2.43	0.20	5.42	4.08	15.96	0.09	0.28	0.39	3.67	2.77	1.00	1.86	14	26.08
Maret	1	0.98	26.63	32.65	36.14	33.90	33.18	0.72	0.36	0.76	0.24	0.06	15.66	12.00	2.89	0.24	5.80	4.35	16.03	0.09	0.32	0.44	3.81	2.96	1.00	2.14	15	32.05
	2	0.98	26.54	28.94	35.18	33.86	33.18	0.68	0.35	0.76	0.24	0.06	15.66	12.00	2.81	0.23	5.75	4.31	16.01	0.09	0.31	0.43	3.88	2.93	1.00	1.99	15	31.81
April	1	0.98	26.75	25.53	35.66	33.96	33.23	0.72	0.34	0.76	0.24	0.06	15.30	12.05	2.85	0.24	5.84	4.23	16.05	0.09	0.31	0.43	3.79	2.87	1.00	2.08	15	31.33
	2	0.98	26.63	22.32	39.68	33.90	33.18	0.72	0.33	0.76	0.24	0.06	15.30	12.05	3.17	0.26	5.84	4.38	16.03	0.09	0.34	0.47	3.91	2.96	1.01	2.16	15	32.27
Mei	1	0.98	26.57	23.04	34.69	33.67	33.20	0.68	0.33	0.76	0.24	0.06	14.99	12.07	2.78	0.23	5.32	3.99	16.01	0.09	0.31	0.43	3.57	2.70	1.00	1.84	15	27.54
	2	0.98	26.64	23.33	42.33	33.91	33.27	0.64	0.33	0.76	0.24	0.06	14.99	12.07	3.39	0.28	5.69	4.27	16.03	0.09	0.35	0.49	3.78	2.86	1.00	1.83	16	29.24
Juni	1	0.98	26.49	27.23	38.71	33.83	33.15	0.68	0.34	0.75	0.25	0.06	14.01	12.10	3.10	0.26	5.30	3.97	16.00	0.09	0.33	0.46	3.51	2.65	1.00	1.80	15	26.99
	2	0.98	26.26	31.86	39.88	33.73	33.05	0.67	0.36	0.75	0.25	0.06	14.01	12.10	3.19	0.26	5.36	4.01	15.96	0.09	0.34	0.47	3.54	2.67	1.00	1.80	15	26.97
Juli	1	0.98	25.72	31.62	45.65	33.06	32.36	0.71	0.36	0.75	0.25	0.06	14.18	12.07	3.65	0.30	5.69	4.27	15.83	0.09	0.37	0.53	3.74	2.79	1.00	1.97	15	29.52
	2	0.98	25.90	34.31	41.55	33.41	32.74	0.67	0.36	0.75	0.25	0.06	14.18	12.07	3.32	0.28	5.50	4.12	15.87	0.09	0.35	0.49	3.63	2.72	1.00	1.81	16	29.03
Agustus	1	0.98	26.23	42.69	40.53	33.71	32.94	0.76	0.39	0.75	0.25	0.07	14.84	12.07	3.24	0.27	5.70	4.28	15.95	0.09	0.34	0.48	3.80	2.86	0.99	2.17	15	32.50
	2	0.98	26.58	40.03	46.30	33.88	33.05	0.83	0.38	0.76	0.24	0.06	14.84	12.07	3.70	0.31	5.99	4.49	16.02	0.09	0.38	0.52	3.96	3.00	0.99	2.46	15	38.35
September	1	0.98	26.76	37.46	43.79	33.96	33.28	0.68	0.37	0.76	0.24	0.06	15.30	12.02	3.50	0.29	6.05	4.54	16.05	0.09	0.36	0.50	4.04	3.08	1.00	2.07	15	31.03
	2	0.98	26.72	34.50	41.43	33.94	33.27	0.68	0.36	0.76	0.24	0.06	15.30	12.02	3.31	0.28	5.93	4.45	16.04	0.09	0.35	0.48	3.97	3.01	1.00	2.03	15	30.52
Oktober	1	0.97	26.79	34.35	40.45	33.98	32.96	1.02	0.36	0.76	0.24	0.09	15.36	12.00	3.24	0.27	5.91	4.43	16.06	0.09	0.34	0.48	3.95	3.00	1.00	3.05	15	45.69
	2	0.98	26.61	29.77	34.80	33.89	33.21	0.68	0.35	0.76	0.24	0.06	15.36	12.00	2.78	0.23	5.82	4.22	16.02	0.09	0.31	0.43	3.79	2.87	1.00	1.94	15	31.09
November	1	0.98	26.39	26.97	30.51	33.79	33.02	0.77	0.34	0.75	0.25	0.06	14.99	11.98	2.44	0.20	5.27	3.96	15.98	0.09	0.29	0.39	3.56	2.68	1.00	2.06	15	30.91
	2	0.98	26.41	27.22	32.02	33.80	33.08	0.72	0.34	0.75	0.25	0.06	14.99	11.98	2.56	0.21	5.35	4.01	15.98	0.09	0.29	0.41	3.61	2.72	1.00	1.96	15	29.47
Desember	1	0.98	26.61	25.98	30.13	33.89	33.21	0.68	0.34	0.76	0.24	0.06	14.65	11.95	2.41	0.20	5.14	3.85	16.02	0.09	0.28	0.39	3.46	2.62	1.00	1.78	15	26.71
	2	0.98	26.42	29.66	29.86	33.80	33.08	0.72	0.35	0.75	0.25	0.06	14.65	11.95	2.39	0.20	5.13	3.84	15.98	0.09	0.28	0.39	3.46	2.61	1.00	1.87	16	29.96

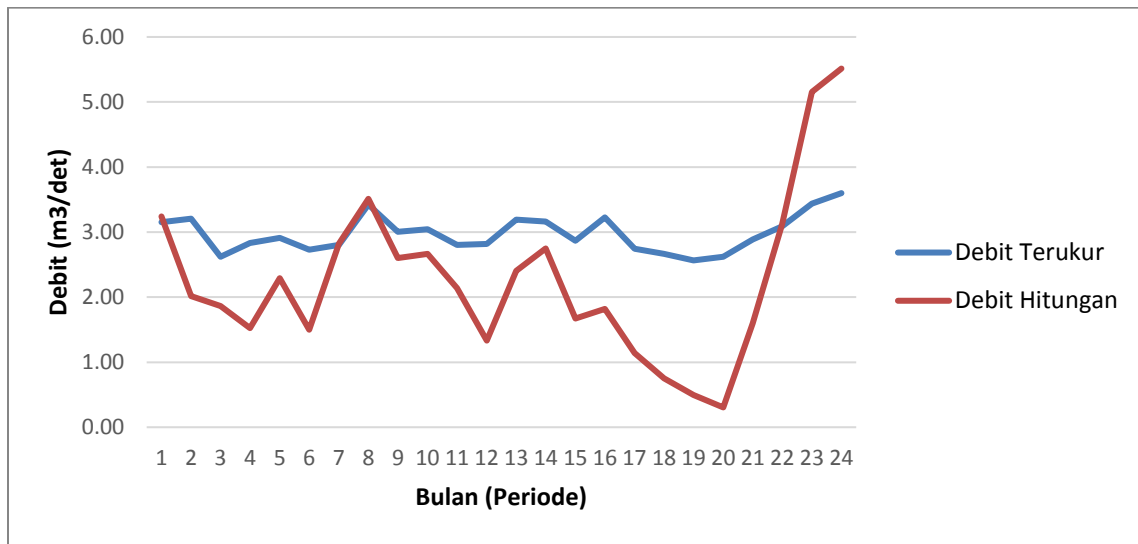
Tabel 4. Analisis Ketersediaan Air Metode NRECA Sebelum Kalibrasi Tahun 2012

Tahun	Bulan	Hujan	PET	Moisture Storage	Storage	Hujan/PET	AET/PET	AET	WB	EMR	EXCM	DS	RGW	BEGIN STOR	END STOR	GW FLOW	DF	TF	JMLH HARI	TD (m3/det)	Capex (m3/det)	
2012	Januari	1	230.13	25.46	500.00	0.77	9.04	1.00	25.46	204.67	0.30	61.40	143.27	55.26	500.00	555.26	499.74	6.14	505.88	15.00	3.77	3.15
		2	57.93	27.24	643.27	0.99	2.13	1.00	27.24	30.69	0.35	10.74	19.95	9.67	55.53	65.19	58.68	1.07	59.75	16.00	0.42	3.21
	Februari	1	65.66	27.94	663.22	1.02	2.35	1.00	27.94	37.72	0.45	16.97	20.74	15.27	6.52	21.79	19.62	1.70	21.31	14.00	0.17	2.63
		2	59.30	26.08	683.																	

Tabel 5. Analisis Ketersediaan Air Metode NRECA Setelah Kalibrasi Tahun 2012

Tahun	Bulan	Hujan	PET	Moisture Storage	Storage Ratio	Hujan/ PET	AET/ PET	AET	WB	EMR	EXCM	DS	RGW	BEGIN STOR GW	END STOR GW	GW FLOW	DF	TF	JMLH HARI	TD (m3/det)	Obs (m3/det)	
2012	Januari	1	230.13	25.46	500.00	0.77	9.04	1.00	25.46	204.67	0.30	61.40	143.27	55.26	108.57	163.83	56.06	6.14	62.20	15.00	3.24	3.15
		2	57.93	27.24	643.27	0.99	2.13	1.00	27.24	30.69	0.35	10.74	19.95	9.67	107.77	117.44	40.19	1.07	41.26	16.00	2.02	3.21
	Februari	1	65.66	27.94	663.22	1.02	2.35	1.00	27.94	37.72	0.45	16.97	20.74	15.27	77.25	92.53	31.66	1.70	33.36	14.00	1.86	2.62
		2	59.30	26.08	683.97	1.05	2.27	1.00	26.08	33.22	0.48	15.94	17.27	14.35	60.87	75.22	25.74	1.59	27.33	14.00	1.53	2.83
	Maret	1	159.46	32.05	701.24	1.07	4.98	1.00	32.05	127.41	0.52	66.25	61.16	59.63	49.48	109.11	37.33	6.63	43.96	15.00	2.29	2.91
		2	60.80	31.81	762.39	1.17	1.91	1.00	31.81	28.99	0.52	15.08	13.92	13.57	71.77	85.34	29.20	1.51	30.71	16.00	1.50	2.73
	April	1	165.19	31.33	776.31	1.19	5.27	1.00	31.33	133.86	0.64	85.67	48.19	77.10	56.14	133.24	45.59	8.57	54.16	15.00	2.82	2.81
		2	161.54	32.27	824.50	1.26	5.01	1.00	32.27	129.27	0.71	91.78	37.49	82.60	87.65	170.25	58.26	9.18	67.44	15.00	3.51	3.42
	Mei	1	63.15	27.54	861.99	1.32	2.29	1.00	27.54	35.62	0.80	28.49	7.12	25.64	111.99	137.64	47.10	2.85	49.95	15.00	2.60	3.00
		2	100.46	29.24	869.11	1.33	3.44	1.00	29.24	71.21	0.81	57.68	13.53	51.91	90.54	142.46	48.75	5.77	54.51	16.00	2.66	3.04
	Juni	1	53.77	26.99	882.64	1.35	1.99	1.00	26.99	26.78	0.82	21.96	4.82	19.76	93.71	113.47	38.83	2.20	41.03	15.00	2.14	2.80
		2	6.05	26.97	887.47	1.36	0.22	0.71	19.15	-13.10	0.00	0.00	-13.10	0.00	74.65	74.65	25.54	0.00	25.54	15.00	1.33	2.82
	Juli	1	118.26	29.52	874.36	1.34	4.01	1.00	29.52	88.74	0.81	71.88	16.86	64.69	49.10	113.79	38.94	7.19	46.13	15.00	2.40	3.19
		2	121.73	29.03	891.22	1.37	4.19	1.00	29.03	92.70	0.81	75.09	17.61	67.58	74.86	142.44	48.74	7.51	56.25	16.00	2.75	3.16
	Agustus	1	6.78	32.50	908.84	1.39	0.21	0.68	22.10	-15.32	0.00	0.00	-15.32	0.00	93.70	93.70	32.06	0.00	32.06	15.00	1.67	2.87
		2	87.70	39.35	893.51	1.37	2.23	1.00	39.35	48.36	0.82	39.65	8.70	35.69	61.63	97.32	33.30	3.97	37.27	16.00	1.82	3.23
	September	1	10.55	31.03	902.22	1.38	0.34	0.82	25.45	-14.90	0.00	0.00	-14.90	0.00	64.02	64.02	21.91	0.00	21.91	15.00	1.14	2.74
		2	9.76	30.52	887.31	1.36	0.32	0.78	23.81	-14.05	0.00	0.00	-14.05	0.00	42.11	42.11	14.41	0.00	14.41	15.00	0.75	2.66
	Oktober	1	19.56	45.69	873.27	1.34	0.43	0.74	33.81	-14.25	0.00	0.00	-14.25	0.00	27.70	27.70	9.48	0.00	9.48	15.00	0.49	2.56
		2	25.48	31.09	859.02	1.32	0.82	0.85	26.43	-0.94	0.00	0.00	-0.94	0.00	18.22	18.22	6.24	0.00	6.24	16.00	0.30	2.62
	November	1	112.27	30.91	858.08	1.31	3.63	1.00	30.91	81.36	0.80	65.09	16.27	58.58	11.99	70.57	24.15	6.51	30.66	15.00	1.60	2.89
		2	161.20	29.47	874.35	1.34	5.47	1.00	29.47	131.73	0.82	108.02	23.71	97.22	46.42	143.64	49.15	10.80	59.95	15.00	3.12	3.09
	Desember	1	216.42	26.71	898.06	1.38	8.10	1.00	26.71	189.70	0.86	163.14	26.56	146.83	94.49	241.32	82.57	16.31	98.89	15.00	5.15	3.44
		2	193.08	29.96	924.62	1.42	6.44	1.00	29.96	163.12	0.88	143.55	19.57	129.19	158.74	287.93	98.53	14.35	112.88	16.00	5.51	3.60

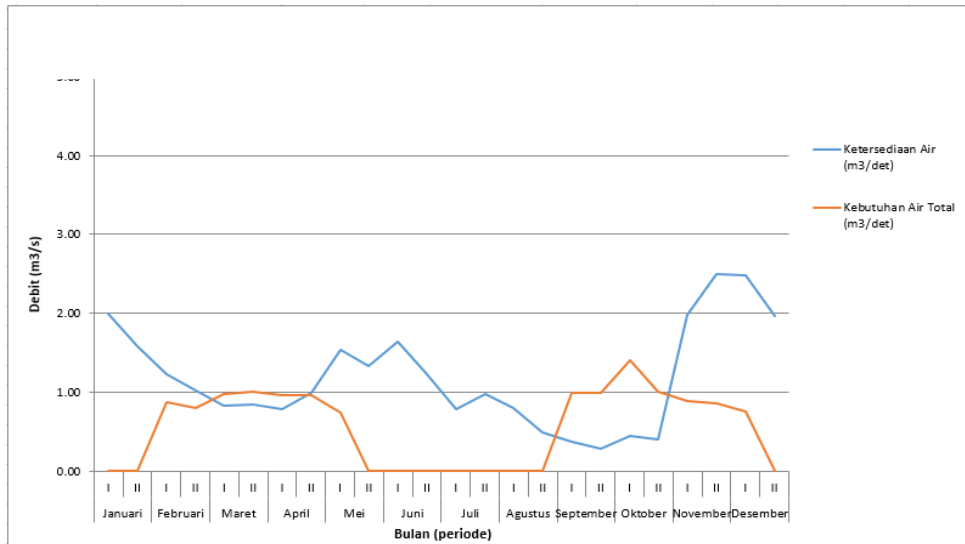
Ket: Hujan Tahunan = 3322,25 mm ; C = 0,25 ; NOMINAL = 652,78 ; PSUB = 0,9 ; GWF = 0,34 ; Luas DAS = 9,6476 km²



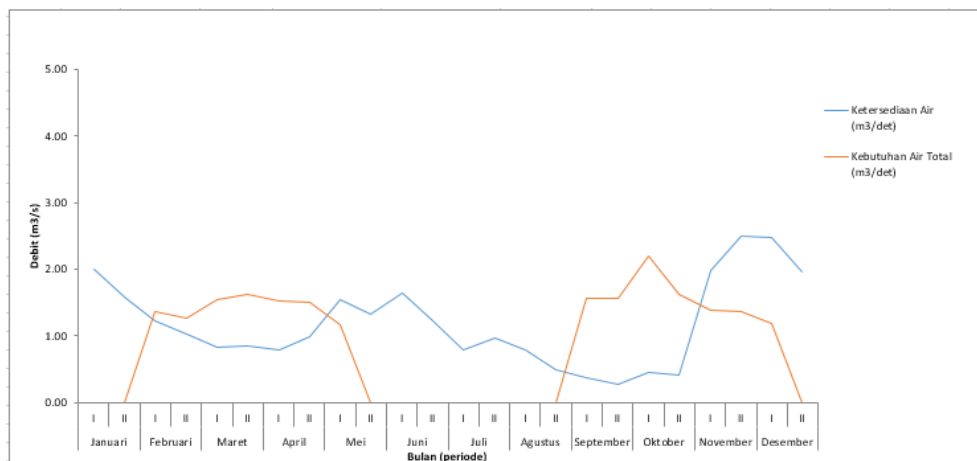
Gambar 3. Grafik Perbandingan Nilai Debit Terukur dan Debit Hitungan Sebelum Kalibrasi Tahun 2013

Tabel 6. Urutan Data dan Perhitungan P(%) untuk Q_{80%} dan Q_{95%} di DAS Abuang

Nomor Urut Data	P	Debit Analisis Terkalibrasi (m ³ /detik)																							
		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
1	9.09	3.24	2.32	3.20	2.97	2.29	2.68	2.82	3.91	3.83	4.10	4.88	3.93	3.51	3.49	2.98	2.62	5.87	6.84	5.33	5.40	5.89	4.80	5.15	5.51
2	18.18	2.84	2.08	2.97	2.82	1.97	2.39	2.79	3.51	3.40	2.66	3.20	2.54	3.20	2.95	2.97	2.44	5.87	6.84	5.33	5.40	5.89	4.80	4.19	4.65
3	27.27	2.80	2.08	1.86	2.69	1.65	2.21	1.97	2.88	2.90	2.65	2.14	1.97	3.02	2.75	2.64	2.44	1.56	2.35	2.27	3.48	4.18	4.06	4.19	4.65
4	36.36	2.42	2.08	1.81	2.56	1.56	1.58	1.72	2.71	2.60	2.40	2.03	1.79	2.40	2.74	2.39	2.12	1.40	1.91	1.49	2.26	3.28	3.94	3.94	4.01
5	45.45	2.39	2.02	1.72	1.66	1.35	1.50	1.46	2.00	2.31	2.30	1.87	1.68	1.43	2.74	2.39	2.04	1.39	1.19	1.00	2.11	2.89	3.85	3.24	3.96
6	54.55	2.31	2.02	1.68	1.53	1.16	0.94	1.40	1.87	1.93	2.29	1.76	1.45	1.26	2.20	2.34	1.82	1.38	0.91	0.60	1.73	2.89	3.77	2.93	3.19
7	63.64	2.15	1.85	1.60	1.33	1.11	0.94	1.36	1.42	1.73	2.23	1.72	1.43	1.26	1.66	1.85	1.71	1.14	0.88	0.58	1.05	2.55	3.48	2.89	2.41
8	72.73	2.00	1.81	1.60	1.02	0.94	0.91	0.91	1.42	1.73	1.71	1.68	1.33	0.92	1.48	1.67	1.00	0.89	0.75	0.49	0.80	2.12	3.12	2.49	2.25
9	81.82	2.00	1.53	1.13	1.02	0.81	0.84	0.76	0.88	1.49	1.24	1.63	1.20	0.75	0.78	0.55	0.34	0.24	0.16	0.10	0.06	1.60	1.88	2.21	1.71
10	90.91	1.94	1.37	1.12	0.86	0.81	0.62	0.76	0.84	1.47	1.24	1.63	1.20	0.75	0.78	0.55	0.34	0.24	0.16	0.10	0.06	1.60	1.88	2.21	1.71
11	95.00	1.07	0.75	0.61	0.47	0.45	0.34	0.42	0.46	0.81	0.68	0.90	0.66	0.41	0.43	0.30	0.19	0.13	0.09	0.06	0.03	0.88	1.03	1.21	0.94
12	100.00	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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00



Gambar 4. Grafik Neraca Air DAS Abuang Tahun 2012 untuk Irigasi pada Lahan Fungsional dengan Ketersediaan Air $Q_{80\%}$



Gambar 5. Grafik Neraca Air DAS Abuang Tahun 2012 untuk Irigasi pada Lahan Fungsional dan Potensial dengan Ketersediaan Air $Q_{80\%}$

Analisis Neraca Air

Melihat Keseimbangan antara ketersediaan air dan kebutuhan air di DAS Abuang. Dalam penelitian ini Dibuat beberapa alternatif neraca air.

Alternatif I:

Jika ketersediaan air $Q_{80\%}$ dikurangi dengan kebutuhan air untuk lahan irigasi fungsional sebesar 148,8 Ha. Tanpa memperhitungkan debit $Q_{95\%}$.

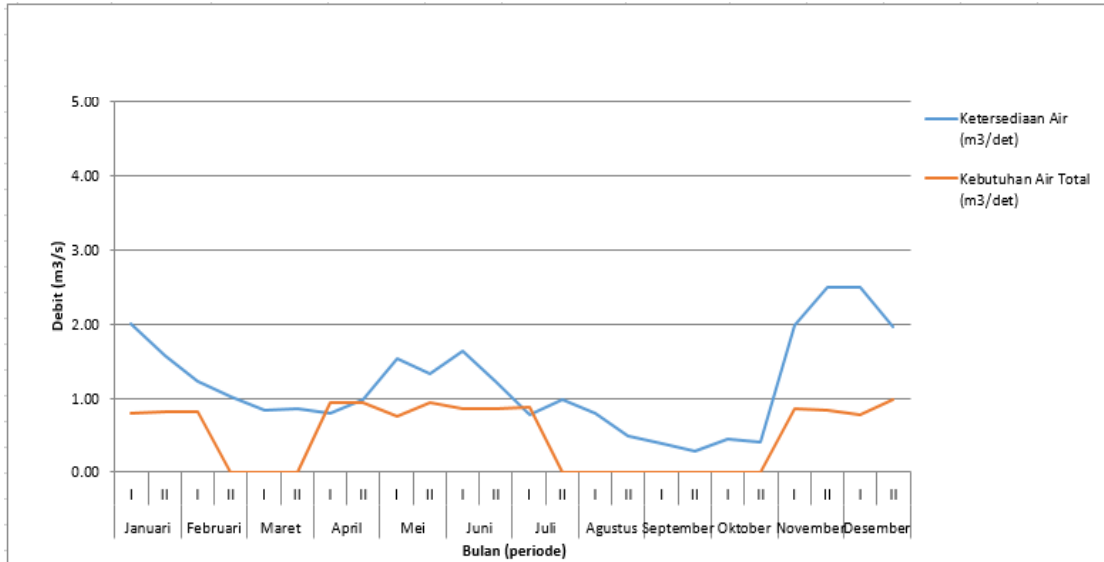
Alternatif II:

Jika ketersediaan air $Q_{80\%}$ dikurangi dengan kebutuhan air untuk lahan irigasi fungsional dan potensial sebesar 234,8 Ha. Tanpa memperhitungkan adanya $Q_{95\%}$

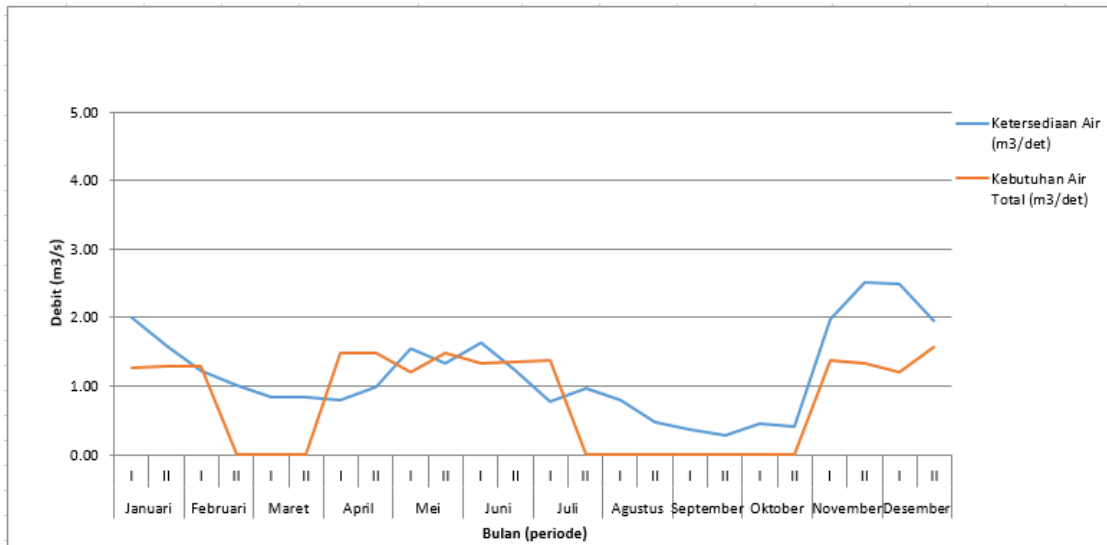
Alternatif III:

Jika ketersediaan air $Q_{80\%}$ tanpa memperhitungkan adanya $Q_{95\%}$ yang harus selalu tersedia di sungai

Dengan Kebutuhan air adalah untuk lahan irigasi fungsional (148,8 Hektar). Dengan merubah masa tanam.



Gambar 6. Grafik Neraca Air DAS Abuang Tahun 2012 untuk Irigasi pada Lahan Fungsional dengan Ketersediaan Air Q_{80%} yang Masa Tanamnya Dirubah



Gambar 7. Grafik Neraca Air DAS Abuang Tahun 2012 untuk Irigasi pada Lahan Fungsional dan Potensial dengan Ketersediaan Air Q_{80%} yang Masa Tanamnya Dirubah

Alternatif IV:

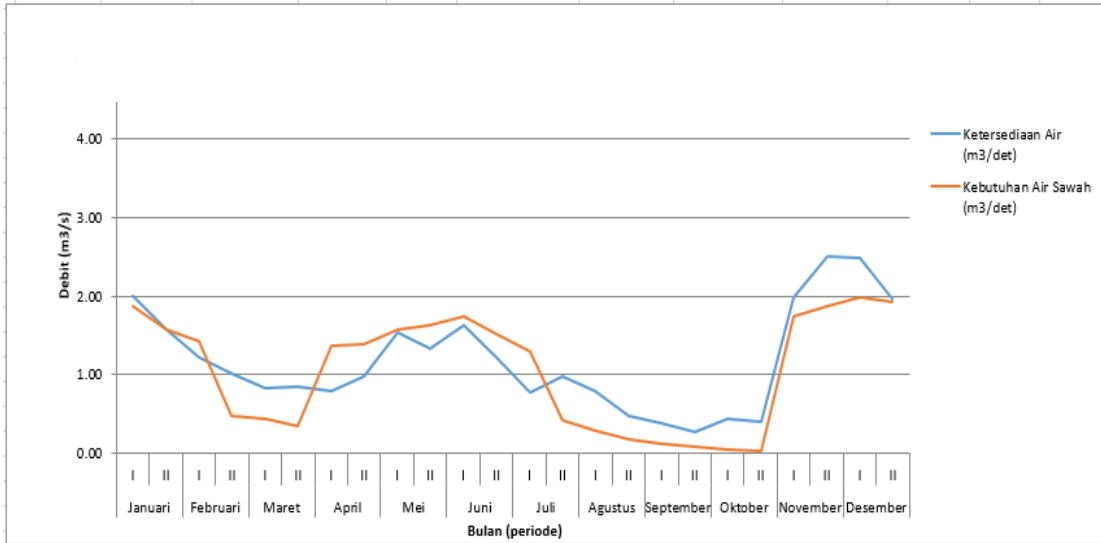
Jika ketersediaan air Q_{80%} tanpa memperhitungkan adanya Q_{95%} yang harus selalu tersedia di sungai

Dengan Kebutuhan air adalah untuk lahan irigasi fungsional dan potensial (234,8 Ha). Dengan merubah masa tanam.

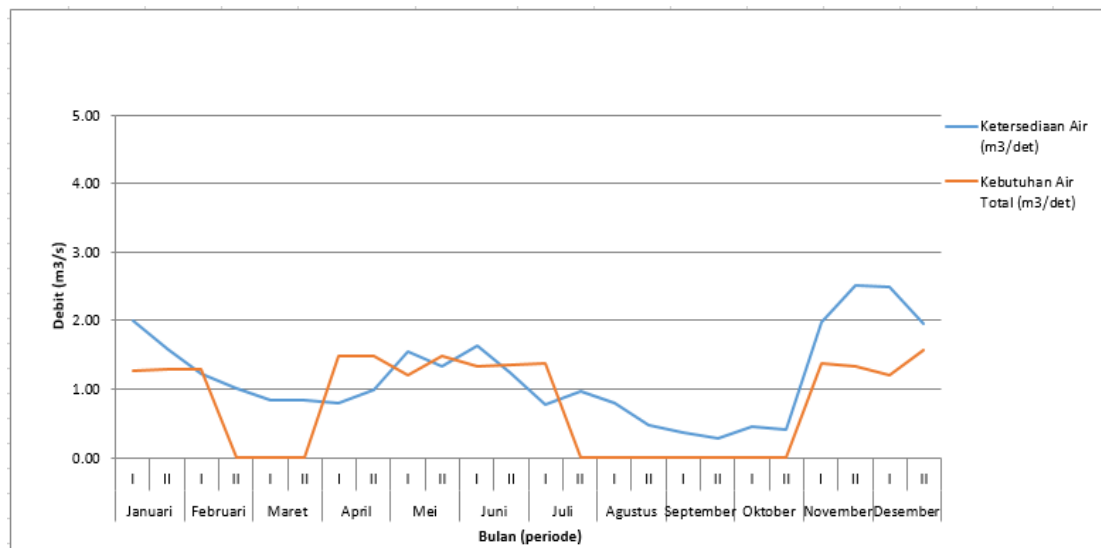
Alternatif V:

Jika ketersediaan air Q_{80%} dengan memperhitungkan adanya Q_{95%} yang harus selalu tersedia di sungai

Dengan Kebutuhan air adalah untuk lahan irigasi fungsional (144,8 Ha). Dengan merubah masa tanam.



Gambar 9. Grafik Neraca Air DAS Abuang Tahun 2012 untuk Irigasi Pada Lahan Fungsional dengan Ketersediaan Air Q_{80%} dan Q_{95%} yang Masa Tanamnya Dirubah.



Gambar 8. Grafik Neraca Air DAS Abuang Tahun 2012 untuk Irigasi Pada Lahan Fungsional dan Potensial dengan Ketersediaan Air Q_{80%} yang Masa Tanamnya Dirubah

Alternatif VI:

Jika ketersediaan air Q_{80%} dengan memperhitungkan adanya Q_{95%} yang harus selalu tersedia di sungai

Dengan Kebutuhan air adalah untuk lahan irigasi fungsional (234,8 Ha). Dengan merubah masa tanam.

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 yang diambil dari Balai Wilayah Sungai Sulawesi I.

Analisis Ketersediaan Air

Proses analisis ketersediaan air dihitung dengan menggunakan metode NRECA, dengan memasukkan data utama berupa data curah hujan dan evapotranspirasi. Setelah perhitungan menggunakan metode NRECA, dilakukan proses kalibrasi model menggunakan bantuan *solver*.

Dari hasil kalibrasi model didapat parameter-parameter sebagai berikut: Hujan Tahunan = 2211,15 mm ; $C = 0,25$; NOMINAL = 652,78 ; PSUB = 0,9 ; GWF = 0,34; Luas DAS = 9,6476 km². Setelah itu, dilakukan perhitungan debit andalan $Q_{80\%}$ untuk dibandingkan dengan kebutuhan air.

Hasil analisis debit andalan $Q_{80\%}$ di Sungai Abuang (m³/detik) adalah: 2,00 ; 1,58 ; 1,23 ; 1,02 ; 0,84 ; 0,85 ; 0,79 ; 0,99 ; 1,54 ; 1,33 ; 1,64 ; 1,23 ; 0,78 ; 0,97 ; 0,80 ; 0,49 ; 0,38 ; 0,28 ; 0,45 ; 0,40 ; 1,99 ; 2,50 ; 2,49 ; 1,96.

Dihitung juga ketersediaan air $Q_{95\%}$ untuk pemeliharaan sungai adalah: 1,07 ; 0,75 ; 0,61 ; 0,47 ; 0,45 ; 0,34 ; 0,42 ; 0,46 ; 0,81 ; 0,68 ; 0,90 ; 0,66 ; 0,41 ; 0,43 ; 0,30 ; 0,19 ; 0,13 ; 0,09 ; 0,06 ; 0,03 ; 0,88 ; 1,03 ; 1,21 ; 0,94.

Analisis Kebutuhan Air

Kebutuhan air yang dominan adalah kebutuhan air untuk lahan irigasi. Luas lahan fungsional yang dianalisis adalah 144,8 Hektar, sedangkan luas lahan potensial yang akan diubah menjadi lahan fungsional adalah 86 Hektar

Analisis Neraca Air

Tahap akhir adalah melihat keseimbangan antara ketersediaan dan kebutuhan air tersebut. Untuk menghindari defisit air yang besar, masa tanam yang sebelumnya pada bulan Februari

sampai bulan Mei (masa tanam I) dan bulan September sampai bulan Desember (masa tanam II) di ubah menjadi bulan April sampai bulan Juli (masa Tanam I) dan bulan November sampai Februari (masa tanam II). Namun tetap ada defisit air pada pola tanam yang dirubah.

PENUTUP

Kesimpulan

Dari hasil analisis menggunakan metode NRECA di peroleh debit andalan sungai $Q_{80\%}$ dan $Q_{95\%}$. Kebutuhan air yang dominan adalah kebutuhan air untuk lahan irigasi. Hasil dari analisis neraca air dapat disimpulkan bahwa, debit sungai yang tersedia sudah tidak mampu untuk melayani lahan irigasi fungsional dan potensial untuk masa mendatang. Untuk mengoptimalkan pemanfaatan air disungai, masa tanam dan pola tanam yang sebelumnya digunakan disesuaikan kembali dengan tujuan ketersediaan air di DAS Abuang dapat memenuhi kebutuhan air untuk lahan irigasi fungsional.

Saran

Penulis menyarankan agar dilakukannya koreksi terhadap masa tanam dan pola tanam agar penggunaan air dari Sungai Abuang bisa lebih maksimal. Selain itu, penulis menyarankan agar dilakukan penelitian lebih lanjut tentang pola tanam dan masa tanam yang cocok untuk penggunaan air di DAS Abuang. Penulis juga menyarankan agar pemerintah dan masyarakat menginisiasi dan mengupayakan pemeliharaan DAS, antara lain tidak menebang pohon secara liar, juga melakukan penghijauan kembali. Pemeliharaan DAS perlu dilakukan agar debit air sungai tidak berkurang secara signifikan yang bisa berdampak negatif bagi lahan irigasi yang ada.

DAFTAR PUSTAKA

- _____.*Data Hujan Harian Pos Hujan Noongan-Winebetan*. Balai Wilayah Sungai Sulawesi 1, Manado.
- _____.*Data Hujan Harian Pos Hujan Rasi*. Balai Wilayah Sungai Sulawesi 1, Manado.
- _____.*Data Debit Harian Sungai Noongan-Winebetan*. Balai Wilayah Sungai Sulawesi 1, Manado

- _____. *Luas lahan sawah fungsional dan potensial*. Dinas Pekerjaan Umum Sulawesi Utara.
- _____. *Standar Perencanaan Irigasi-Kriteria Perencanaan Bagian Jaringan Irigasi KP-01*. Direktur Jendral Pengairan, Jakarta.
- Adare, Demetrius R. Ch, 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 (153-162) ISSN: 2337-6732, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Bambang Triatmodjo. 2008. *Hidrologi Terapan*. Betta Offset. Yogyakarta.
- 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.
- Ineke, V. A., Lambertus Tanudjaja, Jeffry S. F. Sumarauw. 2017. *Analisis Neraca Air Sungai Sangkub Di Titik Bendung Sangkub Kabupaten Bolaang Mongondow Utara*, Jurnal Sipil Statik Vol.5 No.8 Oktober 2017 (507-518) ISSN: 2337-6732, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- 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.
- 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
- Sugiyono. 2008. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Alfabeta, Bandung
- Sumarauw, J. S. F. 2018. *Bahan Ajar Model Rainfall-Runoff NRECA*, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Sumarauw, J. S. F. 2018. *Bahan Ajar Metode Perhitungan Evapotranspirasi*, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi, Manado.

Halaman ini sengaja dikosongkan