

ANALISIS NERACA AIR DI TITIK BENDUNG TORAUT, DESA TORAUT UTARA, KECAMATAN DUMOGA BARAT, KABUPATEN BOLAANG MONGONDOW

Bryan Joelio Bella

Eveline M. Wuisan, Tiny Mananoma

Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado

Email: bryanbella7@gmail.com

ABSTRAK

Bendung Toraut memanfaatkan air dari Sungai Toraut untuk mengairi lahan irigasi yang sedang dikembangkan untuk mendukung program pemerintah daerah Kabupaten Bolaang Mongondow. Pertumbuhan penduduk dan pembangunan di berbagai sektor pada masa yang akan datang mengakibatkan bertambahnya kebutuhan akan air. Berdasarkan hal tersebut, maka diperlukan studi mengenai analisis neraca air untuk melihat keseimbangan antara ketersediaan dan kebutuhan air di DAS Toraut.

Analisis neraca air dilakukan dengan menganalisis ketersediaan air dan kebutuhan air di DAS Toraut. Ketersediaan air dihitung menggunakan data debit terukur yang tersedia, evapotranspirasi dan parameter DAS untuk mencari debit andalan $Q_{80\%}$. Kebutuhan air yang dihitung adalah kebutuhan air irigasi.

Dari hasil analisis, neraca air untuk kebutuhan air irigasi fungsional terjadi defisit air pada bulan-bulan Januari, Februari II, Maret I, Agustus II September II hingga Oktober II.

Kata Kunci: Sungai Toraut, DAS Toraut, Metode NRECA, Neraca Air

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Kabupaten Bolaang Mongondow merupakan daerah yang menggunakan air sungai sebagai kebutuhan irigasi. Kebutuhan air yang diperlukan untuk irigasi sangat besar karena luas daerah irigasi Kabupaten Bolaang Mongondow 23.417,14 ha.

Bendung Toraut yang terletak di Desa Toraut Utara, Kecamatan Dumoga Barat, Kabupaten Bolaang Mongondow adalah bangunan air yang menjadi sumber ketersediaan air untuk irigasi. Daerah irigasi yang disuplai oleh Bendung Toraut adalah 5400 ha.

Pada tahun 2014 dan 2016 Bendung Toraut mengalami masalah pada debit air sungai yang mulai tidak maksimal menyuplai kebutuhan untuk irigasi. Masalah muncul ketika para petani mengalami masa panen yang tak menentu, normalnya 3 kali setahun tetapi terkadang 2 kali setahun bahkan 1 kali setahun.

Berdasarkan data yang diambil dari Balai Wilayah Sungai Sulawesi I bahwa Bendung Toraut memiliki luas daerah potensial irigasi 7000 ha dan luas daerah fungsionalnya 5400 ha. Analisis neraca air dibutuhkan untuk mengetahui keseimbangan antara kebutuhan dan ketersediaan air pada bendung Toraut.

Rumusan Masalah

Debit air sungai yang dikendalikan Bendung Toraut mulai menurun sehingga tidak dapat menyuplai air secara maksimal untuk kebutuhan irigasi.

Pembatasan Masalah

Masalah yang akan diteliti di batasi pada hal-hal sebagai berikut :

1. Lokasi yang akan diteliti adalah DAS sungai Toraut dengan titik tinjauan Bendung Toraut daerah irigasi Toraut
2. Analisis ketersediaan air sungai Toraut pada titik Bendung Toraut.
3. Analisis Kebutuhan untuk Daerah Irigasi yang dilayani Bendung Toraut

Tujuan Penulisan.

Tujuan dari penelitian ini antara lain:

1. Menghitung ketersediaan air dari DAS Toraut di titik Bendung Toraut
2. Menghitung kebutuhan air yang digunakan Bendung Toraut
3. Menghitung neraca air DAS Toraut

LANDASAN TEORI

Siklus Hidrologi

Siklus hidrologi merupakan proses kontinyu 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. Hujan yang jatuh sebagian tertahan oleh tumbuh-tumbuhan (intersepsi) dan sebagian lainnya mengalir diatas permukaan tanah (aliran permukaan atau *surface runoff* mengisi cekungan tanah, danau, dan masuk ke sungai dan akhirnya mengalir ke laut. Air yang meresap ke dalam tanah sebagian mengalir di dalam tanah (perkolasi) mengisi air tanah yang kemudian keluar sebagai mata air atau mengalir ke sungai. Akhirnya aliran air di sungai akan sampai ke laut. Proses tersebut berlangsung terus menerus yang disebut dengan siklus hidrologi.

Evapotranspirasi

Evapotranspirasi adalah evaporasi dari permukaan lahan yang ditumbuhi tanaman. Data klimatologi merupakan hal paling dasar yang sangat dibutuhkan untuk menghitung besarnya evapotranspirasi. Perhitungannya pun dengan berbagai macam metode berdasarkan dengan ketersediaan data. Berikut merupakan metode-metode untuk perhitungan evapotranspirasi.

Tabel 1 Hubungan Metode Perhitungan Dan Ketersediaan Data

No.	Metode	Temperatur	Humidity	Wind	Sunshine	Radiation	Evaporation	Environ
1	Blaney Criddle	*	o	o	o			o
2	Thornwhite	*	o	o	*			o
3	Penman Modification	*	*	*	*	(*)	(*)	o
4	Penman Monteith	*	*	*	*	(*)	(*)	o

Catatan : * Data Pengukuran, o Data Perkiraan, (*) Jika Tersedia, tidak pokok (Sumber : FAO Irrigation and Drainage Paper 1977)

Analisis Ketersedian Air

➤ **Debit Andalan**

Debit andalan adalah debit minimum sungai yang dipengaruhi oleh nilai probabilitas. Untuk perencanaan irigasi, debit andalan yang

akan dihitung sebesar 80%, yang artinya debit tersebut mempunyai kemungkinan terjadi sebesar 80% dan tidak terpenuhi sebesar 20%.

Tingkat keandalan dihitung berdasarkan nilai probabilitas kejadian mengikuti rumus::

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

Dengan :

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

m = nomor urut data

n = jumlah data

Analisis Kebutuhan Air irigasi (KAI)

➤ **Kebutuhan Air Di Sawah**

Kebutuhan air di sawah untuk padi ditentukan oleh beberapa faktor:

1. Penyiapan lahan
2. Penggunaan konsumtif
3. Perkolasi dan rembesan
4. Pergantian lapisan air, dan
5. Curah hujan efektif

➤ **Kebutuhan Air Selama Penyiapan Lahan**

Penyimpanan lahan umumnya merupakan kebutuhan air maksimum pada suatu proyek irigasi. Ada 2 faktor yang mempengaruhi air selama penyiapan lahan.

1. Jangka Waktu Penyiapan Lahan

Sebagai pedoman dapat digunakan jangka waktu 1,5 bulan untuk menyelesaikan penyiapan lahan di seluruh petak tersier, jika menggunakan mesin jangka waktu penyiapan lahan dapat diambil 1 bulan.

2. Jumlah Air Untuk Penyiapan Lahan

Untuk tanah berstruktur berat tanpa retak-retak, kebutuhan air untuk penyiapan lahan diambil 200 mm. Pada permulaan transplantasi tidak ada lapisan air yang tersisa di sawah. Setelah transplantasi selesai, lapisan air di sawah akan di tambah 50 mm. secara keseluruhan lapisan air yang diperlukan menjadi 250 mm.

➤ **Penggunaan Konsumtif**

Penggunaan konsumtif tanaman dapat dihitung dengan rumus :

$$ETc = Kc \times ET_0$$

Dengan :

ETc = evapotranspirasi tanaman (mm/hari)

Kc = koefisien tanaman sesuai tabel)

ET_0 = evapotranspirasi tanaman (mm/hari)

Tabel 2 Koefisien Tanaman Padi

Bulan ke	Nedeco/prosida		FAO	
	Variasi Biasa	Variasi Unggul	Variasi Biasa	Variasi Unggul
0,5	1,20	1,20	1,10	1,10
1,0	1,20	1,27	1,10	1,10
1,5	1,32	1,33	1,10	1,05
2,0	1,40	1,30	1,10	1,05
2,5	1,35	1,30	1,10	0,95
3,0	1,25	0,00	1,05	0,00
3,5	1,12	0,00	0,95	0,00
4,0	0,00	0,00	0,00	0,00

➤ Perkolasi

Laju perkolasi dipengaruhi oleh sifat-sifat tanah. Pada tanah lempung berat dengan karakteristik pengolahan (puddling) yang baik, laju perkolasi dapat mencapai 1-3 mm/hari. Ada tanah yang lebih ringan, laju perkolasi bisa lebih tinggi.

➤ Penggantian Lapisan Air

Setelah pemupukan, perlu ada penjadwalan untuk mengganti lapisan air menurut kebutuhan, jika tidak ada penjadwalan, maka perlu dilakukan penggantian air sebanyak 2 kali, masing-masing 50 mm (atau 3,3 mm/hari selama setengah bulan) selama sebulan dan 2 bulan transplantasi.

➤ Curah Hujan Efektif

Untuk irigasi, curah hujan efektif diambil 70% dari curah hujan minimum setengah bulanan dengan periode ulang 5 tahun.

$$Re = 0,7 \cdot \frac{1}{15} \cdot R_{80}$$

Dengan:

Re = curah hujan efektif (mm/hari)

R_{80} = curah hujan yang kemungkinan tidak terpenuhi sebesar 20% (mm)

Untuk menghitung R_{80} , perlu diurutkan data curah hujan dari terkecil sampai terbesar dan dipilih urutan data sesuai rumus berikut:

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

Dengan:

n = jumlah data pengamatan

➤ Analisis Kebutuhan Air di Sawah
Kebutuhan air irigasi dihitung dengan rumus:

$$KAI = \frac{(ET_c + IR + WLR - P - Re)}{1000} \cdot (A \cdot 10000)$$

24.3600

Dengan:

KAI = kebutuhan air irigasi (m³/det)

ET_c = kebutuhan air konsumtif (mm/hari)

IR = kebutuhan air selama penyiapan lahan (mm/hari)

WLR = kebutuhan air untuk penggantian lapisan air (mm/hari)

P = perkolasi (mm/hari)

Re = hujan efektif (mm/hari)

A = luas area irigasi (ha)

Analisis Neraca Air

Neraca air merupakan kesetimbangan antara ketersediaan air dan kebutuhan air. Rumus yang digunakan :

$$Neraca\ Air = Ketersediaan\ Air - Kebutuhan\ Air$$

Jika hasil perhitungan neraca air positif menandakan terjadi kelebihan air sedangkan jika negatif menandakan terjadinya kekurangan air.

Data yang Digunakan

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Data curah hujan.
2. Data Klimatologi
3. Data debit air terukur
4. Peta topografi
5. Data koordinat titik bedung

Metodologi Penelitian

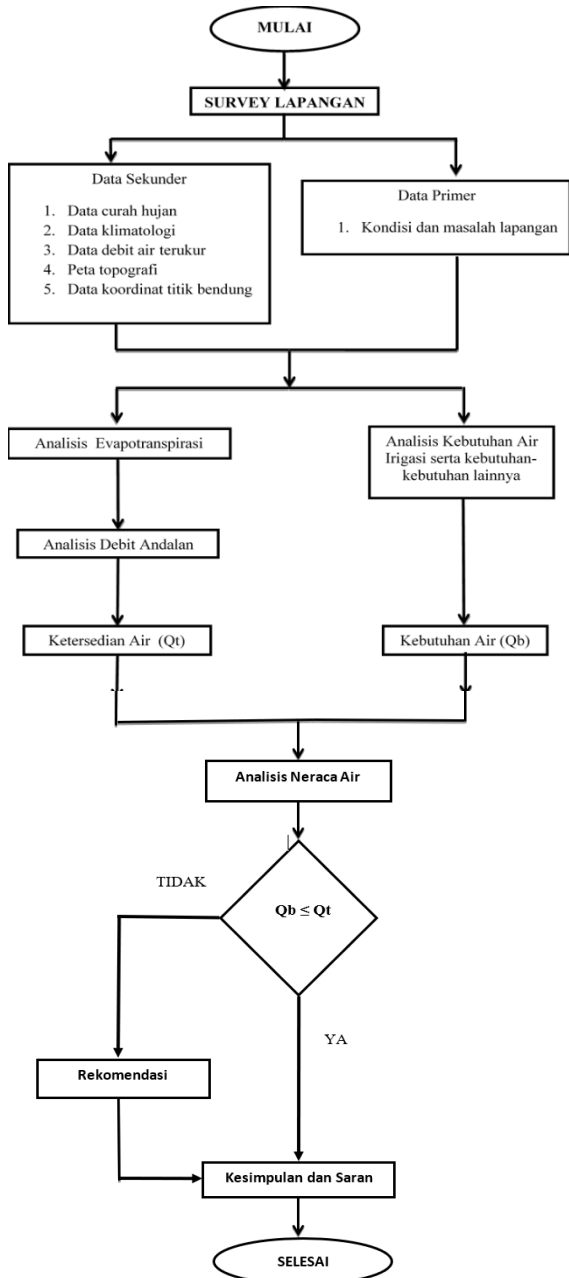
➤ Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Sungai Toraut adalah salah satu anak sungai dari DAS Dumoga Barat yang terletak di Desa Toraut Utara Kecamatan Dumoga Barat. Titik penelitian yang penulis ambil merupakan Bendung Toraut yang mengalir daerah irigasi yaitu Dumoga Barat. Daerah Irigasi ini dikelola oleh Dinas Pekerjaan umum Provinsi Sulawesi Utara. Bendung Toraut sendiri terletak pada LU 0° 33' 51.50" dan BT 123° 54' 21.70"

Gambar 1 - Tampak Bendung dilihat dari Sisi Hilir



Bagan alir



Gambar 2 – Bagan Alir Penelitian

ANALISIS DATA

Data Klimatologi

Data Klimatologi dalam menganalisis Neraca Air ini meliputi:

- Data Kelembapan Relatif Harian
- Data Temperatur Rerata Harian
- Data Kecepatan Angin Harian
- Data lama Penyinaran Matahari Harian
- Data Curah Hujan Harian

Semua data yang sudah didapat tadinya merupakan data harian ini kemudian dijadikan

data dua mingguan atau setengah bukan untuk setengah bulan untuk keperluan perhitungan Analisis Neraca Air nanti. Untuk Data Klimatologi seperti data Kelembapan, Data Temperatur, Data Kecepatan Angin dan Data Lama Penyinaran Matahari diolah menjadi dua mingguan dengan merata-ratakan 2 minggu pertama dalam setiap bulan menjadi Minggu I dan 2 minggu terakhir dalam setiap bulan menjadi Minggu II. Sedangkan untuk Data Curah Hujan pengolahan datanya 2 mingguan itu dijumlahkan saja.

Data Debit Terukur

Dari hasil pengumpulan data didapatkan:

Tabel 3. Data Debit Terukur

No Tahun	Bulan																							
	Januari		Feb		Mar		Apr		Mei		Jun													
	Q ₁ /l/s	Q ₂ /l/s	Q ₁ /l/s	Q ₂ /l/s	Q ₁ /l/s	Q ₂ /l/s	Q ₁ /l/s	Q ₂ /l/s	Q ₁ /l/s	Q ₂ /l/s	Q ₁ /l/s	Q ₂ /l/s												
1	2007	6.620	6.055	6.700	6.200	5.400	6.040	5.370	5.58	5.44	3.01	5.09	5.00	5.11	3.75	4.07	7.00	7.00	5.65	5.70	5.85			
2	2008	4.020	5.055	4.070	6.650	6.450	6.305	6.167	5.930	5.59	5.904	5.422	5.937	6.54	6.04	6.62	6.20	6.48	4.00	5.00	5.00	4.75	4.84	
3	2009	4.450	4.550	5.600	6.600	6.600	5.975	6.520	6.500	5.800	6.020	6.00	4.530	4.52	4.950	4.92	4.44	4.15	3.000	3.000	4.40	4.40	4.24	
4	2010	3.320	2.460	2.630	2.830	2.930	3.000	3.065	3.134	2.940	4.300	4.300	3.700	3.700	3.700	3.700	3.700	3.700	3.700	3.700	3.700	3.700	3.700	3.700
5	2011	4.340	3.750	3.260	6.600	6.600	6.600	5.900	6.200	6.000	6.000	6.000	5.300	5.300	5.300	5.300	5.300	5.300	5.300	5.300	5.300	5.300	5.300	5.300
6	2012	5.120	4.900	4.400	5.700	5.700	5.700	5.100	5.000	4.400	4.400	4.400	4.400	4.400	4.400	4.400	4.400	4.400	4.400	4.400	4.400	4.400	4.400	4.400
7	2013	5.500	4.100	4.070	4.900	4.900	4.900	4.900	4.900	4.900	4.900	4.900	4.900	4.900	4.900	4.900	4.900	4.900	4.900	4.900	4.900	4.900	4.900	4.900
8	2014	6.570	4.800	5.300	2.700	2.700	2.800	3.200	3.000	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500
9	2015	6.520	6.900	6.700	4.100	4.100	2.700	4.370	4.830	5.300	5.400	6.450	6.770	5.96	3.6	3.600	2.000	1.900	1.900	1.900	1.900	1.900	1.900	1.900
10	2016	5.900	5.070	5.000	2.200	2.200	1.800	1.770	1.870	2.00	3.520	3.520	3.520	3.520	3.520	3.520	3.520	3.520	3.520	3.520	3.520	3.520	3.520	3.520

Analisis Evapotranspirasi Metode FAO Penman Monteith

Penggunaan Metode FAO Penman-Monteith untuk perhitungan evapotranspirasi tanaman acuan berdasarkan data klimatologi yang tersedia. Perhitungan analisis digunakan rerata dari seluruh tahun data yang tersedia. Analisis dilakukan dengan kala setengah bulanan:

Tabel 4 Hasil Perhitungan Evapotranspirasi Januari - juni

No	Nama	Metode	Evolusi	Data Klimatologi											
				Januari	Jan 2	Jan 3	Jan 4	Jan 5	Jan 6	Jan 7	Jan 8	Jan 9	Jan 10	Jan 11	Jan 12
1	Temperatur	°C	26.21	26.10	26.20	26.25	26.40	26.47	26.54	26.54	26.71	26.76	26.79	26.79	
2	Kelembapan	%	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00		
3	Kecepatan Angin	m/s	30.34	27.34	26.14	24.42	20.03	24.77	20.29	30.36	24.85	26.37	28.00		
4	Lama Penyinaran Matahari	jam	7.07	6.93	6.96	6.96	6.93	6.93	6.93	6.93	6.93	6.93	6.93		

Tabel 5 Hasil Perhitungan Evapotranspirasi juli - desember

Elevasi = 204 m												
Garis Lintang = 0.00000												
Data Klimatologi												
	Juli		Agustus		September		Oktober		November		Desember	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
Temperatur	26.67	26.83	26.89	26.93	26.25	26.22	26.23	26.20	26.30	26.38	26.27	26.33
Kelembapan	80.03	80.31	80.40	80.51	79.47	79.63	79.63	79.63	79.92	79.92	79.92	79.92
Penguapan Angin	2.29	2.30	2.32	2.32	2.29	2.29	2.29	2.29	2.29	2.29	2.29	2.29
Lama Penanaman (Matahari)	23.37	23.79	30.70	33.21	24.64	26.07	26.07	26.49	26.17	26.95	22.92	26.63

Analisis Debit Andalan

Debit andalan adalah debit minuman sungai dengan kemungkinan terpenuhi dalam presentase tertentu, misalnya 80% atau 95% atau nilai lainnya yang diharapkan selalu ada sepanjang tahun. Debit andalan dihitung dengan mengurutkan data debit pada minggu yang sama sesuai dengan jumlah seri data yang ada.

Tabel 6 Perhitungan Debit Andalan Q80 dan Q95 Januari -Juni

No. Urut	Probabilitas (%)	JANUARI		FEBRUARI		MARET		APRIL		MEI		JUNI	
		I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
1	9.09	6.630	6.053	6.750	6.280	6.280	5.430	6.140	3.370	5.360	5.360	5.440	3.810
2	18.18	6.622	6.955	6.750	4.128	4.128	2.710	4.378	4.833	5.205	5.468	6.451	6.773
3	27.27	6.577	4.864	5.391	2.736	2.736	2.880	3.237	3.891	7.154	6.973	6.763	8.892
4	36.36	5.589	4.128	4.877	4.968	4.968	4.819	9.689	6.689	6.909	5.659	6.176	5.008
5	45.45	5.229	4.992	4.909	5.766	5.766	5.254	5.141	5.988	4.648	4.146	4.645	4.655
6	54.55	4.450	4.550	5.650	6.662	6.662	5.975	6.520	6.530	5.853	5.803	6.223	6.040
7	63.64	4.249	3.755	5.283	6.635	6.635	9.506	5.595	8.268	14.096	14.396	12.876	8.016
8	72.73	4.018	5.695	4.070	6.450	6.450	9.205	6.147	5.350	5.550	5.184	5.432	5.870
Q 80	3.404	3.107	2.934	3.170	3.170	3.401	3.633	4.242	7.601	7.076	4.539	5.147	
9	81.82	3.250	2.460	2.650	2.350	2.350	1.950	3.004	3.965	8.114	7.549	4.316	4.966
10	90.909	1.968	1.872	1.680	2.216	2.216	1.824	1.776	1.872	2.280	3.522	2.578	3.320
Q 95	1.082	1.830	0.924	1.219	1.219	1.003	0.977	1.030	1.254	1.937	1.418	1.826	
11	100	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 7 Perhitungan Debit Andalan Q80 dan Q95 Juli - Desember

Juli		Agustus		September		Oktober		November		Desember	
I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
5.090	5.090	5.300	5.110	3.750	4.070	7.080	7.040	6.260	5.850	6.740	5.885
3.960	3.600	2.831	2.208	1.920	1.632	1.488	1.475	1.613	4.472	2.648	2.490
4.685	6.320	8.810	11.787	5.614	3.510	3.408	4.039	4.125	4.635	5.624	5.789
6.653	5.676	11.158	4.800	4.800	5.024	4.830	4.650	4.930	5.163	5.460	5.870
6.179	4.773	3.864	7.155	4.792	3.600	3.600	3.617	3.979	5.025	5.731	5.815
4.536	4.520	4.753	4.520	4.440	4.350	3.035	3.015	4.247	4.823	4.240	4.840
5.383	7.862	5.643	7.946	7.130	7.187	4.980	3.996	4.350	5.444	5.363	5.936
6.307	8.540	6.040	6.620	4.280	5.460	4.280	4.280	6.183	5.069	4.750	4.840
4.296	4.680	6.846	4.190	3.811	4.724	4.674	3.774	4.597	4.238	4.951	5.278
3.793	3.715	7.047	3.582	3.694	4.540	4.772	3.647	4.201	4.030	5.001	5.387
1.552	1.319	2.064	1.968	2.350	2.764	3.730	11.907	3.524	4.592	3.676	5.017
0.854	2.043	1.135	1.082	1.293	1.520	2.052	2.006	1.938	2.526	2.751	2.759
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Analisis Kebutuhan Air Irigasi

Penggunaan air di DAS Toraut sebagian besar digunakan untuk memenuhi kebutuhan air irigasi. Kebutuhan air irigasi akan dihitung untuk 2 kali pola tanam dalam jangka waktu 1 tahun. Jika nanti kebutuhan air irigasi dalam jangka waktu 1 pola tanam ternyata tidak dapat terpenuhi oleh ketersediaan air yang ada, maka harus dicari alternatif sistem pola tanam yang lain.

Untuk jenis padi varietas unggul, diperlukan waktu 1 bulan untuk persiapan lahan dan 3 bulan untuk bisa dipanen. Dalam penelitian ini, perhitungan kebutuhan air irigasi akan dilakukan dalam 1 tahun dengan variasi masa tanam, dengan skema sebagai berikut:

Tabel 8 Skema tanam

Bulan/Periode	Jan		Feb		Maret		April		Mei		Juni		Juli		Agust		Sept		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	
Kegiatan	LP	LP	C	C	C	C	C	C								LP	LP	C	C	C	C	C	C	C	C

Keterangan:

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

Penentuan Nilai Perkolasi (p)

Nilai perkolasi (p) disesuaikan dengan jenis dan tekstur tanah di lokasi penelitian, dalam hal ini jenis tanah di DAS Toraut adalah lempung berpasir. Sehingga diambil nilai perkolasi sebesar 3 mm/hari sesuai dengan Kriteria Perencanaan Irigasi-01

Perhitungan Curah Hujan Efektif (Re)

Perhitungan curah hujan efektif menggunakan data curah hujan selama 10 tahun sesuai dengan ketersediaan data yaitu tahun 2007-2016. Data curah hujan yang sudah disusun dalam curah hujan setengah bulanan diurutkan dari nilai yang terkecil hingga nilai terbesar (tahun pengamatan tidak diperhitungkan lagi), selanjutnya dihitung hujan setengah bulanan (R₅₀) pada urutan yang ke:

$$X = \frac{n}{5} + 1$$

$$X = \frac{10}{5} + 1 = 3$$

Dimana:

- X = Urutan hujan setengah bulanan dengan probabilitas 80% kering;
- n = Jumlah data.

Dari hasil perhitungan didapat urutan 3 dan selanjutnya dihitung nilai hujan efektif dengan rumus:

$$Re = \frac{0,7 \times R_{80}}{15}$$

$$= \frac{0,7 \times 24,50}{15}$$

$$= 1,14333 \text{ mm/hari}$$

Tabel 9 Perhitungan Curah Hujan Efektif (Re) Januari – Juni

Urutan	Jan		Feb		Maret		April		Mei		Juni	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
1	3.20	48.30	96.20	30.40	31.50	101.70	4.10	57.90	156.40	50.80	17.40	50.80
2	7.50	28.10	1.00	62.10	55.00	95.60	64.60	97.00	45.00	7.20	33.40	11.00
3	24.50	59.00	85.60	52.50	14.50	57.10	76.90	144.50	131.80	69.20	101.00	40.50
4	34.60	39.00	37.40	106.50	22.30	0.00	90.60	95.80	70.40	87.60	57.20	82.10
5	50.50	187.10	84.50	54.00	113.00	113.50	153.90	112.60	37.60	133.70	85.00	12.00
6	57.40	85.79	12.98	69.70	14.24	1.73	12.72	33.56	2.21	12.64	20.65	29.60
7	81.40	3.60	28.90	12.80	19.00	70.70	31.80	166.80	142.80	62.10	62.30	76.70
8	82.00	85.00	167.50	80.00	155.50	163.50	68.50	163.50	56.70	63.09	30.72	57.24
9	85.30	37.70	122.60	20.80	34.50	165.50	103.70	58.50	183.40	58.30	53.00	31.80
10	87.50	177.50	3.00	119.00	3.00	119.00	92.80	121.50	231.00	104.50	56.00	103.00
Re	1.14333	2.75333	3.99467	2.45	0.67667	2.66467	3.58867	6.74333	6.15067	3.22933	4.71333	1.89

Tabel 10 Perhitungan Curah Hujan Efektif (Re) Juli - Desember

Juli		Agust		Sept		Okt		Nov		Des	
I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
26.30	25.80	159.00	370.00	61.00	4.00	0.00	12.00	45.00	45.00	28.00	306.00
133.80	270.60	160.50	93.40	54.40	70.50	118.10	144.70	19.50	79.10	217.90	85.50
96.20	123.80	196.40	34.40	155.90	48.80	37.60	75.60	153.10	176.30	125.90	66.60
11.90	49.30	84.10	0.00	111.70	81.50	57.04	197.80	76.20	62.80	164.10	82.30
45.00	13.20	0.00	50.00	0.00	0.00	4.00	0.00	42.00	150.70	19.00	108.50
81.19	55.86	0.13	113.83	16.50	12.12	23.00	302.70	425.70	510.20	177.90	169.60
86.20	22.80	169.00	48.40	27.30	12.50	0.00	29.90	107.20	20.50	73.70	186.50
0.00	134.02	21.64	7.65	60.40	4.90	2.30	1.70	164.40	91.40	6.80	73.60
4.80	16.50	4.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	62.60	43.80	107.30	4.00
74.00	54.00	132.30	27.00	66.30	76.70	80.50	41.10	28.50	165.00	208.20	171.50
4.48933	5.77733	9.16533	1.60533	7.27533	2.27733	1.75467	3.528	7.14467	8.22733	5.87533	3.108

Rekapitulasi Luas Lahan Sawah (As)

Tabel 11 Luas Lahan Sawah Fungsional dan Potensial D.I Toraut

Luas Fungsional (Ha)	Luas Potensial (Ha)
5400	7000

Berdasarkan data di atas, untuk daerah tinjauan D.I Toraut memiliki luas lahan sawah fungsional 5400 Ha dan luas lahan sawah

potensial Ha. Sehingga total luas lahan sebesar 12400 Ha.

Perhitungan Nilai Penggunaan Air Konsumtif (ETc)

Nilai ETc diperoleh dari nilai evapotranspirasi acuan (Eto). Sedangkan untuk koefisien tanaman (Kc) digunakan rekomendasi dari FAO untuk padi varietas unggul dengan jangka waktu tanam selama 3 bulan atau 6 minggu. Sehingga untuk masa tanam terbagi menjadi 2 masa tanam, kondisi ini disesuaikan dengan masa tanam pada lokasi penelitian. Masa tanam 1 pada bulan Februari I hingga April II; masa tanam 2 pada bulan September I hingga November II.

Perhitungan Nilai Penggantian Lapisan Air (WLR)

Penggantian lapisan air dilakukan selama 2 bulan dalam setiap masa tanam, dengan masing-masing sebesar 50 mm/bulan (3,333 mm/hari untuk bulan dengan 15 hari dan 3,125 untuk bulan dengan 16 hari). Untuk musim tanam 1 penggantian lapisan air dilakukan pada bulan Februari II hingga April I, untuk musim tanam 2 pada bulan September II hingga November I.

Penentuan Nilai Efisiensi Irigasi

Berdasarkan kriteria perencanaan irigasi, digunakan efisiensi irigasi gabungan yaitu sebesar 65% (Kriteria Perencanaan Irigasi-01).

Perhitungan Kebutuhan Air Selama Persiapan Lahan

Berdasarkan KP-01 untuk jaringan irigasi, penyiapan lahan irigasi membutuhkan waktu 1 bulan. Pemberian air dimulai dari minggu ke I bulan Januari untuk masa tanam pertama

LANGKAH 1:

Menghitung kebutuhan air untuk mengganti kehilangan air akibat evapotranspirasi dan perkolasi di sawah yang sudah dijenuhkan (M).

➤ Musim Tanam I (Januari I)

Eto = 1,8639 mm/hari

Etc = 1,1 × Eto
= 1,1 × 1,8639
= 2,0503 mm/hari

M = Etc + P
= 2,0503 + 3
= 5,0503 mm/hari

LANGKAH 2:

Menghitung nilai k. Jangka waktu untuk persiapan lahan diambil 30 hari. Kebutuhan air untuk persiapan lahan diambil 250 mm, untuk penjujukan lahan diambil tambahan air 50 mm. Sehingga total lapisan air untuk persiapan lahan adalah 300 mm.

- Musim Tanam I (Januari I)

$$k = \frac{M \cdot T_{LP}}{s}$$

$$k = \frac{5,0503 \cdot 30}{300}$$

$$k = 0,5050$$

LANGKAH 3:

Menghitung nilai IR.

- Musim Tanam I (Januari I)

$$IR = \frac{M \cdot e^k}{(e^k - 1)}$$

$$IR = \frac{5,0503 \cdot e^{0,5050}}{(e^{0,5050} - 1)}$$

$$IR = 12,7368 \text{ mm/hari}$$

LANGKAH 4:

Menghitung kebutuhan air di sawah untuk pengolahan lahan:

$$NFR^* = IR - Re$$

- Musim Tanam I (Januari I)

$$NFR^* = 12,7368 - 0,35 = 12,3868 \text{ mm/hari}$$

LANGKAH 5:

Menghitung kebutuhan air sesudah dibagi dengan koefisien efisiensi irigasi dan data debit yang dibutuhkan. Koefisien efisiensi irigasi diambil 65% sesuai dengan Kriteria Perencanaan-01.

$$DR = \frac{NFR}{65}$$

- Musim Tanam I (Januari I)

$$DR = \frac{12,3868}{0,65} = 19,0566 \text{ lt/det/ha}$$

$$Q_{ir} = \frac{\left(\frac{DR}{1000}\right) \times (As \times 10000)}{24 \times 3600}$$

$$Q_{ir} = \frac{\left(\frac{19,0566}{1000}\right) \times (5400 \times 10000)}{24 \times 3600} = 11,9104 \text{ m}^3/\text{det}$$

Perhitungan Kebutuhan Air Untuk Pertumbuhan Tanaman

Nilai kebutuhan air untuk pertumbuhan tanaman dihitung dengan menggunakan rumus:

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

Dimana:

- Etc = Penggunaan air konsumtif;
- P = Perkolasi;
- WLR = Penggantian lapisan air;
- Re = Curah hujan efektif.

Tabel 12 Perhitungan Kebutuhan Air Sawah Pada Lahan Fungsional

Bulan/Periode	Eto	Koefisien	Etc	WLR	P	M	TLP	k	IR	Re	NFR*	NFR**	Dr	KAI
Jan I	1.8639	1.1	2.0503		3	5.0503	30	0.5050	12.7368	1.1433	11.5935		17.8361	11.1476
Jan II	1.9851	1.1	2.1836		3	5.1836	30	0.5184	12.8147	2.7533	10.0614		15.4790	9.6744
Feb I	1.9409	1.1	2.1350		3	5.1350	30	0.5135	3.9947		1.1404	1.7544	1.0965	
Feb II	1.8994	1.1	2.0893	3.846	3	5.0893	30	0.5089	2.4500		6.4853	9.9774	6.2359	
Maret I	1.5337	1.05	1.6104	3.125	3	4.6104	30	0.4610	0.6767		7.0588	10.8596	6.7873	
Maret II	1.5112	1.05	1.5867	3.125	3	4.5867	30	0.4587	2.6647		5.0470	7.7647	4.8529	
April I	1.2604	0.95	1.1974	3.333	3	4.1974	30	0.4197	3.5887		3.9417	6.0642	3.7901	
April II	1.1883				3		30		6.7433					
Mei I	1.2223				3		30		6.1507					
Mei II	1.3058				3		30		3.2293					
Juni I	1.4130				3		30		4.7133					
Juni II	1.3773				3		30		1.8900					
Juli I	1.3534				3		30		4.4893					
Juli II	1.3261				3		30		5.7773					
Agust I	1.3064	1.1	1.4370		3	4.4370	30	0.4437	12.3820	9.1653	3.2167		4.9488	3.0930
Agust II	1.3602	1.1	1.4962		3	4.4962	30	0.4496	12.4160	1.6053	10.8107		16.6318	10.2949
Sept I	2.5090	1.1	2.7599		3	5.7599	30	0.5760	7.2753		-1.5155	-2.3315	-1.4572	
Sept II	2.3782	1.1	2.6161	3.846	3	5.6161	30	0.5616	2.2773		7.1847	11.0534	6.9084	
Ok I	2.3615	1.05	2.4796	3.125	3	5.4796	30	0.5480	1.7547		6.8499	10.5384	6.5865	
Ok II	2.4561	1.05	2.5789	3.125	3	5.5789	30	0.5579	3.5280		5.1759	7.9630	4.9769	
Nov I	2.5140	0.95	2.3883	3.333	3	5.3883	30	0.5388	7.1447		1.5766	2.4255	1.5159	
Nov II	2.4476				3		30		8.2273					
Des I	2.4775				3		30		5.8753					
Des II	2.4948				3		30		3.1080					

Tabel 13 Perhitungan Kebutuhan Air Sawah Pada Lahan Total

Bulan/Periode	Eto	Koefisien	Etc	WLR	P	M	TLP	k	IR	Re	NFR*	NFR**	Dr	KAI
Jan I	1.8639	1.1	2.0503		3	5.0503	30	0.5050	12.7368	1.1433	11.5935		17.8361	14.4505
Jan II	1.9851	1.1	2.1836		3	5.1836	30	0.5184	12.8147	2.7533	10.0614		15.4790	12.5409
Feb I	1.9409	1.1	2.1350		3	5.1350	30	0.5135	3.9947		1.1404	1.7544	1.4214	
Feb II	1.8994	1.1	2.0893	3.846	3	5.0893	30	0.5089	2.4500		6.4853	9.9774	8.0836	
Maret I	1.5337	1.05	1.6104	3.125	3	4.6104	30	0.4610	0.6767		7.0588	10.8596	8.7983	
Maret II	1.5112	1.05	1.5867	3.125	3	4.5867	30	0.4587	2.6647		5.0470	7.7647	6.2908	
April I	1.2604	0.95	1.1974	3.333	3	4.1974	30	0.4197	3.5887		3.9417	6.0642	4.9131	
April II	1.1883				3		30		6.7433					
Mei I	1.2223				3		30		6.1507					
Mei II	1.3058				3		30		3.2293					
Juni I	1.4130				3		30		4.7133					
Juni II	1.3773				3		30		1.8900					
Juli I	1.3534				3		30		4.4893					
Juli II	1.3261				3		30		5.7773					
Agust I	1.3064	1.1	1.4370		3	4.4370	30	0.4437	12.3820	9.1653	3.2167		4.9488	4.0094
Agust II	1.3602	1.1	1.4962		3	4.4962	30	0.4496	12.4160	1.6053	10.8107		16.6318	13.4748
Sept I	2.5090	1.1	2.7599		3	5.7599	30	0.5760	7.2753		-1.5155	-2.3315	-1.8889	
Sept II	2.3782	1.1	2.6161	3.846	3	5.6161	30	0.5616	2.2773		7.1847	11.0534	8.9553	
Ok I	2.3615	1.05	2.4796	3.125	3	5.4796	30	0.5480	1.7547		6.8499	10.5384	5.5380	
Ok II	2.4561	1.05	2.5789	3.125	3	5.5789	30	0.5579	3.5280		5.1759	7.9630	6.4515	
Nov I	2.5140	0.95	2.3883	3.333	3	5.3883	30	0.5388	7.1447		1.5766	2.4255	1.9651	
Nov II	2.4476				3		30		8.2273					
Des I	2.4775				3		30		5.8753					
Des II	2.4948				3		30		3.1080					

Tabel 14 Rekapitulasi Kebutuhan Air Untuk Irigasi Lahan Fungsional

Bulan/Periode	Kebutuhan Air Untuk Persiapan Lahan (m ³ /det)	Kebutuhan Air Untuk Pertumbuhan Tanaman (m ³ /det)	TOTAL Kebutuhan Air Untuk Irigasi (m ³ /det)
Jan I	11,1476	0	11,1476
Jan II	9,6744	0	9,6744
Feb I	0	1,0965	1,0965
Feb II	0	6,2359	6,2359
Maret I	0	6,7873	6,7873
Maret II	0	4,8529	4,8529
April I	0	3,7901	3,7901
April II	0	0	0
Mei I	0	0	0
Mei II	0	0	0
Juni I	0	0	0
Juni II	0	0	0
Juli I	0	0	0
Juli II	0	0	0
Agust I	3,0930	0	3,0930
Agust II	10,3949	0	10,3949
Sept I	0	-1,4572	-1,4572
Sept II	0	6,9084	6,9084
Okt I	0	6,5865	6,5865
Okt II	0	4,9769	4,9769
Nov I	0	1,5159	1,5159
Nov II	0	0	0
Des I	0	0	0
Des II	0	0	0

Tabel 15 Rekapitulasi Kebutuhan Air Untuk Irigasi Lahan Total

Bulan/Periode	Kebutuhan Air Untuk Persiapan Lahan (m ³ /det)	Kebutuhan Air Untuk Pertumbuhan Tanaman (m ³ /det)	TOTAL Kebutuhan Air Untuk Irigasi (m ³ /det)
Jan I	14,4505	0	14,4505
Jan II	12,5409	0	12,5409
Feb I	0	1,4214	1,4214
Feb II	0	8,0836	8,0836
Maret I	0	8,7983	8,7983
Maret II	0	6,2908	6,2908
April I	0	4,9131	4,9131
April II	0	0	0
Mei I	0	0	0
Mei II	0	0	0
Juni I	0	0	0
Juni II	0	0	0
Juli I	0	0	0
Juli II	0	0	0
Agust I	4,0094	0	4,0094
Agust II	13,4748	0	13,4748
Sept I	0	-1,8889	-1,8889
Sept II	0	8,9553	8,9553
Okt I	0	8,5380	8,5380
Okt II	0	6,4515	6,4515
Nov I	0	1,9651	1,9651
Nov II	0	0	0
Des I	0	0	0
Des II	0	0	0

Analisis Neraca Air

Setelah didapat hasil analisis ketersediaan air dan kebutuhan air di DAS Toraut, maka selanjutnya dapat dilihat keseimbangan antara ketersediaan dan kebutuhan air di DAS Toraut

Neraca Air dengan Menggunakan Ketersediaan Air Q_{80%} - Q_{95%} Alternatif I :

- Jika ketersediaan air Q_{80%} dikurangi dengan Q_{95%}
- Dengan kebutuhan air:
 - Kebutuhan air irigasi lahan fungsional
 - Kebutuhan air irigasi lahan total (fungsional + potensial)

Tabel 16 Neraca Air DAS Toraut Tahun 2017 untuk Kebutuhan Air Irigasi Pada Lahan Fungsional dengan Ketersediaan Air Q_{80%}-Q_{95%}

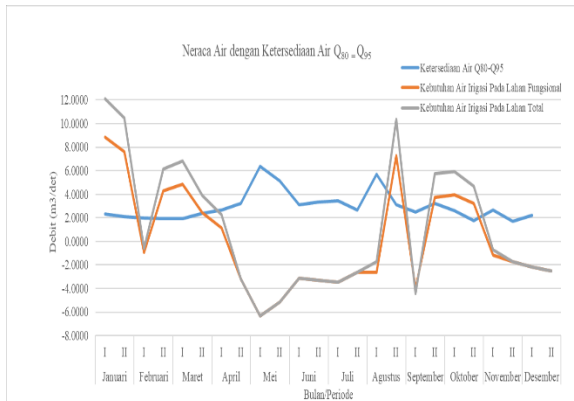
Bulan	Periode	Ketersediaan Air (m ³ /det)	Kebutuhan Irigasi (m ³ /det)	Neraca Air (m ³ /det)
Januari	I	2,3212	11,1476	8,8264
	II	2,0774	9,6744	7,5970
Februari	I	2,0100	1,0965	-0,9135
	II	1,9512	6,2359	4,2847
Maret	I	1,9512	6,7873	4,8361
	II	2,3978	4,8529	2,4551
April	I	2,6558	3,7901	1,1343
	II	3,2124	0	-3,2124
Mei	I	6,3472	0	-6,3472
	II	5,1389	0	-5,1389
Juni	I	3,1213	0	-3,1213
	II	3,3208	0	-3,3208
Juli	I	3,4422	0	-3,4422
	II	2,6368	0	-2,6368
Agustus	I	5,7104	3,0930	-2,6174
	II	3,1072	10,3949	7,2877
September	I	2,5187	-1,4572	-3,9759
	II	3,2038	6,9084	3,7046
Oktober	I	2,6221	6,5865	3,9644
	II	1,7678	4,9769	3,2091
November	I	2,6592	1,5159	-1,1433
	II	1,7122	0	-1,7122
Desember	I	2,2003	0	-2,2003
	II	2,5183	0	-2,5183

Tabel 16 Neraca Air DAS Toraut Tahun 2017 untuk Kebutuhan Air Irigasi Pada Lahan Total dengan Ketersediaan Air Q_{80%}-Q_{95%}

Bulan	Periode	Ketersediaan Air (m ³ /det)	Kebutuhan Irigasi (m ³ /det)	Neraca Air (m ³ /det)
Januari	I	2,3212	14,4505	12,1293
	II	2,0774	12,5409	10,4635
Februari	I	2,0100	1,4214	-0,5886
	II	1,9512	8,0836	6,1324
Maret	I	1,9512	8,7983	6,8471
	II	2,3978	6,2908	3,8930
April	I	2,6558	4,9131	2,2573
	II	3,2124	0	-3,2124
Mei	I	6,3472	0	-6,3472
	II	5,1389	0	-5,1389
Juni	I	3,1213	0	-3,1213
	II	3,3208	0	-3,3208
Juli	I	3,4422	0	-3,4422
	II	2,6368	0	-2,6368
Agustus	I	5,7104	4,0094	-1,7010
	II	3,1072	13,4748	10,3676
September	I	2,5187	-1,8889	-4,4076
	II	3,2038	8,9553	5,7515
Oktober	I	2,6221	8,5380	5,9159
	II	1,7678	6,4515	4,6837
November	I	2,6592	1,9651	-0,6941
	II	1,7122	0	-1,7122
Desember	I	2,2003	0	-2,2003
	II	2,5183	0	-2,5183

Rata – rata Kedalaman Hujan

Rata – rata kedalaman hujan dalam



Gambar 3 – Grafik Neraca Air DAS Toraut Tahun 2017 untuk Lahan Fungsional dan Lahan Total dengan Ketersediaan Air Q_{80%}-Q_{95%}

Neraca Air dengan Menggunakan Ketersediaan Air Q_{80%}

Alternatif II :

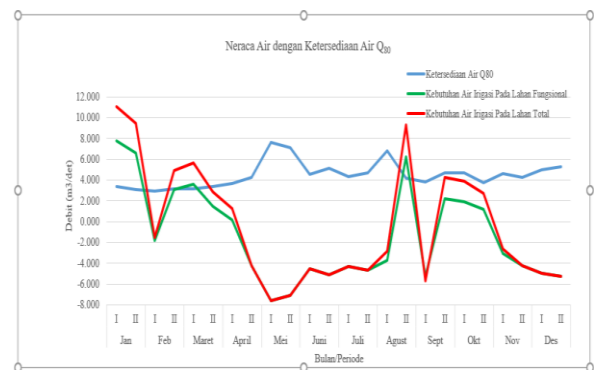
- Jika ketersediaan air Q_{80%} tanpa memperhitungkan adanya Q_{95%} yang harus tersedia di sungai
- Dengan kebutuhan air:
 - Kebutuhan air baku + air irigasi lahan fungsional
 - Kebutuhan air baku + air irigasi lahan total (fungsional + potensial)

Tabel 17 Neraca Air DAS Toraut Tahun 2017 untuk Kebutuhan Irigasi Pada Lahan Fungsional dengan Ketersediaan Air Q_{80%}

Bulan	Periode	Ketersediaan Air (m ³ /det)	Kebutuhan Irigasi (m ³ /det)	Neraca Air (m ³ /det)
Januari	I	3,4036	11,1476	7,7440
	II	3,1070	9,6744	6,5674
Februari	I	2,9340	1,0965	-1,8375
	II	3,1700	6,2359	3,0659
Maret	I	3,1700	6,7873	3,6173
	II	3,4010	4,8529	1,4519
April	I	3,6326	3,7901	0,1575
	II	4,2420	0,00	-4,2420
Mei	I	7,6012	0,00	-7,6012
	II	7,0760	0,00	-7,0760
Juni	I	4,5392	0,00	-4,5392
	II	5,1468	0,00	-5,1468
Juli	I	4,2958	0,00	-4,2958
	II	4,6800	0,00	-4,6800
Agustus	I	6,8456	3,0930	-3,7526
	II	4,1896	10,3949	6,2053
September	I	3,8112	-1,4572	-5,2684
	II	4,7240	6,9084	2,1844
Oktober	I	4,6736	6,5865	1,9129
	II	3,7736	4,9769	1,2033
November	I	4,5974	1,5159	-3,0815
	II	4,2378	0,00	-4,2378
Desember	I	4,9508	0,00	-4,9508
	II	5,2776	0,00	-5,2776

Tabel 18 Neraca Air DAS Toraut Tahun 2017 untuk Kebutuhan Irigasi Pada Lahan Total dengan Ketersediaan Air Q_{80%}

Bulan	Periode	Ketersediaan Air (m ³ /det)	Kebutuhan Irigasi (m ³ /det)	Neraca Air (m ³ /det)
Januari	I	3,4036	14,4505	11,0469
	II	3,1070	12,5409	9,4339
Februari	I	2,9340	1,4214	-1,5126
	II	3,1700	8,0836	4,9136
Maret	I	3,1700	8,7983	5,6283
	II	3,4010	6,2908	2,8898
April	I	3,6326	4,9131	1,2805
	II	4,2420	0,00	-4,2420
Mei	I	7,6012	0,00	-7,6012
	II	7,0760	0,00	-7,0760
Juni	I	4,5392	0,00	-4,5392
	II	5,1468	0,00	-5,1468
Juli	I	4,2958	0,00	-4,2958
	II	4,6800	0,00	-4,6800
Agustus	I	6,8456	4,0094	-2,8362
	II	4,1896	13,4748	9,2852
September	I	3,8112	-1,8889	-5,7001
	II	4,7240	8,9553	4,2313
Oktober	I	4,6736	8,5380	3,8644
	II	3,7736	6,4515	2,6779
November	I	4,5974	1,9651	-2,6323
	II	4,2378	0,00	-4,2378
Desember	I	4,9508	0,00	-4,9508
	II	5,2776	0,00	-5,2776



Gambar 4 – Grafik Neraca Air DAS Toraut Tahun 2017 untuk Lahan Fungsional dan Lahan Total dengan Ketersediaan Air Q_{80%}

Pembahasan

• **Analisis Hidrologi**

Dalam melakukan perhitungan analisis hidrologi, faktor-faktor yang berperan penting adalah presipitasi dan evapotranspirasi. Dalam perhitungan evapotranspirasi diperlukan data klimatologi. Metode yang digunakan adalah Penman-Monteith sesuai dengan ketersediaan data di lapangan. Data curah hujan dan data klimatologi di dapat dari Balai Wilayah Sungai Sulawesi I, dengan data pengamatan selama 10 tahun dari tahun 2007-2016.

- **Analisis Ketersediaan Air**
Proses analisis ketersediaan air dihitung dengan menggunakan data debit terukur yang didapatkan dari Dinas Air Desa Toraut Utara dan selanjutnya data debit digunakan untuk menghitung debit andalan. Hasil analisis debit andalan $Q_{80\%}$ di Sungai Toraut ($m^3/detik$) adalah: 3,404 ; 3,107 ; 2,934 ; 3,170 ; 3,170 ; 3,401 ; 3,633 ; 4,242 ; 7,601 ; 7,076 ; 4,539 ; 5,147 ; 4,296 ; 4,680 ; 6,846 ; 4,190 ; 3,811 ; 4,724 ; 4,674 ; 3,774 ; 4,597 ; 4,238 ; 4,951 ; 5,278.
- **Analisis Kebutuhan Air**
Pada tahap ini tidak dihitung kebutuhan air baku. Kebutuhan air irigasi di hitung dengan masa tanam sebanyak 2 kali dalam jangka waktu satu tahun sesuai dengan pola tanam di lokasi penelitian.
- **Analisis Neraca Air**
Setelah analisis ketersediaan air dan kebutuhan air di dapat, tahap akhir adalah melihat keseimbangan antara ketersediaan dan kebutuhan air tersebut. Neraca air dihitung dengan membuat alternatif neraca air. Dalam penelitian ini dibuat 2 alternatif neraca air. Hasil analisis neraca air alternatif I, dimana ketersediaan air $Q_{80\%}$ - $Q_{95\%}$ dalam hal ini $Q_{95\%}$ merupakan debit yang harus selalu ada di sungai. Untuk lahan fungsional ketersediaan air mampu mencukupi kebutuhan air pada bulan Februari I, Maret II hingga April II, Agustus I, September I dan November tahun 2017 dan untuk lahan total kebutuhan air yang tercukupi pada bulan Februari I, April, Agustus I,

September I dan November . Neraca air alternatif II dimana, ketersediaan air $Q_{80\%}$, dan tidak memperhitungkan $Q_{95\%}$ tidak mampu mencukupi kebutuhan air untuk lahan fungsional pada bulan Januari, Maret II dan Agustus II, untuk kebutuhan air lahan total pada bulan Januari, Februari II hingga Maret I dan Agustus II yang tidak dapat tercukupi.

PENUTUP

Kesimpulan

1. Ketersediaan air $Q_{80\%}$ dikurangi dengan $Q_{95\%}$ tidak dapat mencukupi hampir semua kebutuhan air irigasi untuk lahan fungsional, yakni pada bulan Februari I, Maret II hingga April II, Agustus I, September I dan November yang dapat terpenuhi. Jika lahan potensial diolah menjadi lahan fungsional maka tidak dapat memenuhi kebutuhan air untuk bulan Maret II.
2. Kebutuhan air irigasi pada lahan fungsional tanpa memperhitungkan adanya $Q_{95\%}$ mampu memenuhi kebutuhan air irigasi bulan Februari, Maret II hingga April, Agustus I, September hingga November dan pada lahan total bulan Februari II tidak mampu memenuhi kebutuhan air irigasi.

Saran

1. Untuk mengatasi kekurangan air dapat dilakukan sistem penggolongan agar dapat menyimpan air kelebihan di saat musim hujan dan digunakan pada saat musim kemarau.

DAFTAR PUSTAKA

- Bambang Triatmodjo. 2008. *Hidrologi Terapan*, Beta Offset, Yogyakarta. (2, 4, 7, 8, 17).
- Food and Agriculture Organization, 1998. *FAO Irrigation and Drainage Paper 56. Guidelines for Predicting Crop Water Requirements*. Rome, Italy. (24)
- Kandey, Dave Steve. 2015. "Optimalisasi Pemanfaatan Sungai Polimaan untuk Pemenuhan Kebutuhan Air Irigasi", Skripsi, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi, Manado. (1-3, 37-41).
- Mokoginta, Rendy. 2017. "Analisis Neraca Air Sungai Moayat di Titik Bendung Moayat", Skripsi, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi, Manado. (4-42)

- Venesia Aprilia Ineke. 2017. “Analisis Neraca Air Sungai Di Titik Bendung Sangkub Kabupaten Bolaang Mongondow Utara”, Skripsi, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi, Manado. (43-112)
- _____. *Data Hidroklimatologi Pos* , Balai Wilayah Sungai Sulawesi I, Manado.
- _____. *Data Luas Lahan Sawah Potensial dan Fungsional Daerah Irigasi Toraut*, Balai Wilayah Sungai Sulawesi I, Manado.
- _____. 2010. Standar Perencanaan Irigasi – Kriteria Perencanaan Bagian Jaringan Irigasi KP-01, Direktur Jendral Pengairan, Jakarta. (Lampiran III 79)
- _____. 2014. *Tata Cara Perhitungan Evapotranspirasi Tanaman Acuan*, Modul Pelatihan CDTA 7849-INO.
- _____. 2017. *Bendung Toraut*, Aplikasi Google Maps, 1 Oktober 2017, <https://www.google.com/maps/contrib/102098310328176840575/photos/@0.5678576,123.9098315,3>.

Halaman ini sengaja dikosongkan