

Analisis Ketersediaan Air Sungai Talawaan Untuk Kebutuhan Irigasi Di Daerah Irigasi Talawaan Meras Dan Talawaan Atas

Viralsia Ivana Kundimang

Liany A. Hendratta, Eveline M. Wuisan

Fakultas Teknik, Jurusan Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado

email : viralsia.kundimang@gmail.com

ABSTRAK

Daerah Irigasi Talawaan Meras dan Talawaan Atas dengan luas fungsi lahan 1705 Ha adalah Daerah Irigasi yang mendapatkan suplay air dari sungai Talawaan, mengalami ketersediaan debit air yang tidak merata. Pada daerah hulu (1440 Ha) kebutuhan irigasi masih terpenuhi. Sedangkan untuk daerah hilir (265 Ha) debit air cenderung berkurang sehingga tidak dapat mengairi lahan daerah tersebut. Dalam penelitian ini dilakukan analisis ketersediaan dan kebutuhan air dengan menggunakan data yang tersedia yaitu data tahun 2004-2013. Ketersediaan air dihitung dengan menggunakan model MOCK. Hasil kalibrasi yang paling mendekati adalah data tahun 2004 dengan tingkat keakuratan menggunakan Nash-Sutcliffe Coefficient (E) sebesar 0,518. Sedangkan untuk perhitungan kebutuhan air dilakukan dengan membuat variasi pola tanam dengan mengubah beberapa parameter, seperti jumlah musim tanam dalam setahun, pembuatan sistem pembagian air golongan dan sistem rotasi petak tersier. Hasil analisis, debit Sungai Talawaan tidak cukup mengairi seluruh petak tersier dengan sistem pengairan secara terus menerus, sehingga dicoba untuk membuat variasi pola tanam dan mengubah koefisien rotasi petak tersier. Dari 9 pola tanam yang dicoba. Yang paling optimal adalah pola tanam 9 dengan variasi 1 musim tanam, 3 golongan dan koefisien rotasi = 0,5.

Kata kunci: sungai Talawaan, kekurangan air, MOCK, debit andalan (Q_{80}), kebutuhan air irigasi, pola tanam, sistem rotasi golongan

PENDAHULUAN

Latar belakang

Indonesia adalah Negara yang sebagian besar penduduknya hidup dari pertanian dan makanan pokoknya beras, sagu, dan ubi hasil produksi pertanian. Karena itu, Pembangunan pertanian di Indonesia merupakan sektor yang sangat penting untuk menunjang kehidupan manusia yaitu sebagai penyediaan kebutuhan pangan. Semakin meningkatnya jumlah penduduk berarti bahwa kebutuhan akan pangan juga semakin meningkat, oleh sebab itu diperlukan pengelolaan yang baik untuk pembangunan pertanian. Salah satu pendukung keberhasilan pembangunan pertanian adalah Irigasi. "Menurut peraturan pemerintah nomor 20 tahun 2006 tentang irigasi pada ketentuan umum bab 1 pasal 1 berbunyi irigasi adalah usaha penyediaan, pengaturan dan pembuangan air irigasi untuk menunjang pertanian". Untuk mengalirkan air sampai pada areal persawahan diperlukan jaringan irigasi, dan air irigasi diperlukan untuk mengairi persawahan, oleh sebab itu kegiatan pertanian tidak lepas dari air.

Air merupakan faktor yang penting dalam kegiatan pertanian. Dalam peningkatan produksi pangan, irigasi mempunyai peranan untuk menyediakan air tersebut. Adapun salah satu faktor yang mempengaruhi ketersediaan air adalah cara pemberian air dan

pengolahan air secara teratur. Karena pemberian air yang kurang propesional mengakibatkan kekurangan air, terutama pada saluran – saluran sekunder yang berada paling ujung atau hilir. Daerah Irigasi Talawaan Meras dan Talawaan Atas dengan luas fungsi lahan 1705 Ha adalah Daerah Irigasi yang mendapatkan suplay air dari sungai Talawaan, mengalami ketersediaan debit air yang tidak merata. Pada daerah hulu (1440 Ha) kebutuhan irigasi masih terpenuhi. Sedangkan untuk daerah hilir (265 Ha) debit air cenderung berkurang sehingga tidak dapat mengairi lahan daerah tersebut. Akibat adanya kekurangan air di daerah hilir tersebut, maka perlu dilakukan peninjauan kembali untuk mencari penyebab terhadap ketersediaan air sungai Talawaan sebagai kebutuhan irigasi di Daerah Irigasi Talawaan Meras dan Talawaan Atas.

Batasan Masalah

Dalam penulisan skripsi ini, masalah dibatasi pada: Kajian debit air sungai Talawaan untuk memenuhi kebutuhan air di Daerah Irigasi (DI) Talawaan Meras dan Talawaan Atas memakai debit andalan

Tujuan Penelitian

1. Mengetahui ketersediaan debit (debit andalan) sungai Talawaan

2. Mengetahui kebutuhan air irigasi
3. Mengetahui penyebab kekurangan air didaerah hilir
4. Untuk mendapatkan rekomendasi yang efisien guna mengatasi masalah kebutuhan air irigasi

Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan untuk mengoptimalkan pemanfaatan potensi air untuk kebutuhan pengembangan irigasi secara efisien dan ekonomis

Siklus Hidrologi

Siklus hidrologi (*hydrolic cycle*) merupakan peredaran air di bumi secara alami, dari laut karena panas bumi berubah menjadi uap air (*evaporasi*), karena adanya angin, uap air tadi sebagian bergerak kearah daratan dan mengalami pemampatan atau kondensasi, dan setelah titik jenuhnya terlampaui maka akan jatuh kembali ke bumi sebagai hujan. Air hujan sebagian besar akan mengalir di permukaan sebagai air permukaan (*surface run off*) dan sebagian kecil akan meresap ke dalam tanah (*infiltrasi*) yang apabila terus meresap sampai zona jenuh akan menjadi air tanah. Bagian yang meresap dekat dengan permukaan maka akan menguap kembali lewat tanaman (*evapotransportasi*) atau penguapan pada tubuh air yang terbuka (*evaporasi*), sedangkan aliran permukaan akan bermuara di laut dan siklus ini akan berlangsung terus menerus.

Model F.J. Mock

Dr. F.J Mock, memperkenalkan cara perhitungan simulasi aliran sungai dari data hujan, evapotranspirasi dan karakteristik hidrologi daerah aliran sungai. Model ini dihasilkan dari penelitian empiris dengan memasukan data hujan bulanan, evapotranspirasi potensial bulanan dan parameter-parameter fisik lainnya yang sifatnya juga bulanan, sehingga menghasilkan debit aliran simulasi bulanan. Dalam aplikasinya hasil perhitungan simulasi hujan-aliran sungai model Dr.FJ Mock, perlu dilakukan kalibrasi dengan data pengamatan debit jangka pendek minimal 1 tahun untuk mengetahui ketepatan nilai parameter sebagai input pada model. Adapun prosedur perhitungan model Dr.F.J Mock sebagai berikut:

1). Hujan

Nilai hujan bulanan (P_1) didapat dari pencatatan data hujan bulanan (mm) dan jumlah hari hujan pada bulan yang bersangkutan (h).

2). Evapotranspirasi

Evapotranspirasi terbatas adalah evapotranspirasi aktual dengan mempertimbangkan kondisi vegetasi dan permukaan tanah sehingga persamaannya sebagai berikut:

$$Ea = Et - \Delta E \quad (1)$$

$$\Delta E = Ea \times \left(\frac{m_1}{20}\right) \times (18 - n_3) \quad (2)$$

Dimana:

E : Evapotranspirasi aktual (mm)

Ea : Evapotranspirasi terbatas (mm)

n_3 : Jumlah hari hujan

m_1 : presentase lahan yang tidak tertutup vegetasi, ditaksir dari tata guna lahan diambil:

$m_1 = 0\%$ untuk lahan dengan hutan lebat

$m_1 = 0\%$ pada akhir musim hujan, dengan penambahan 10% setiap bulan kering untuk lahan dengan hutan sekunder.

$m_1 = 10\% - 40\%$ untuk lahan yang terisolasi

$m_1 = 20\% - 50\%$ untuk lahan pertanian yang diolah (sawah, ladang, perkebunan)

3). Keseimbangan air dipermukaan tanah

Keseimbangan air dipermukaan tanah dihitung berdasarkan besarnya curah hujan bulanan dikurangi nilai evapotranspirasi terbatas rata – rata bulanan sehingga diperoleh persamaan:

$$Ds = P_1 - Ea \quad (3)$$

dimana:

DS : air hujan yang mencapai permukaan air tanah (mm)

P_1 : curah hujan (mm)

Ea : evapotranspirasi terbatas

DS nilainya positif apabila $P_1 > Et$, air masuk kedalam tanah.

DS nilainya negatif apabila $P_1 < Et$, sebagian air tanah akan keluar sehingga terjadi deficit

Aliran permukaan (hujan lebat) : PF (Faktor aliran hujan lebat) \times Curah hujan

Soil storage (Perubahan kandungan air tanah) tergantung dari harga Ds . Bila harga Ds negatif maka kapasitas kelembaban tanah akan berkurang dan bila Ds positif akan menambah kekurangan kapasitas kelembaban tanah bulan sebelumnya.

Soil moisture capacity (SMC) adalah volume air yang diperlukan untuk mencapai kapasitas kelengasan tanah. Biasanya diambil 50 s/d 250 mm.

Water surplus adalah volume air yang akan masuk kepermukaan tanah, yaitu water surplus = $(P_1 - Ea) - \text{soil storage}$, dan 0 jika $(P_1 - Ea) < \text{soil storage}$

Simpanan awal (initial storage) didefinisikan sebagai besarnya volume pada saat permulaan mulainya perhitungan. Ditaksir sesuai dengan keadaan musim, untuk musim hujan nilainya bisa sama dengan *Soil moisture capacity*, tetapi untuk musim kemarau pada umumnya dipakai data kadar air tanah.

4). Simpanan air tanah

Nilai run off dan ground water besarnya tergantung dari keseimbangan air dan kondisi tanahnya. Data yang diperlukan adalah:

Koefisien infiltrasi (i) = 0 - 1

Faktor resesi aliran air tanah (k) = 0 - 1

Persamaan:

$$I_n = \text{water surplus} \times I \quad (5)$$

$$V_n = k.V(n-1) + 0,5(1+k)I_n \quad (5)$$

$$DV_n = V_n - V(n-1) \quad (6)$$

dimana:

I_n : infiltrasi volume air yang masuk kedalam tanah
 V_n : volume air tanah
 A_2 : volume tampungan perbulan
 $V_{(n-1)}$: volume air tanah bulan ke n-1
 I : koefisien infiltrasi
 DV_n : perubahan volume air tanam

5). Aliran sungai

Aliran dasar
 = infiltrasi - volume air tanah (mm) (7)

Limpasan langsung
 = water surplus - infiltrasi (mm) (8)

Limpasan
 = aliran dasar
 + limpasan langsung (mm) (9)

Debit Andalan

Debit andalan adalah debit yang diharapkan selalu tersedia sepanjang tahun dengan resiko kegagalan yang diperhitungkan sekecil mungkin. Untuk keperluan irigasi, debit minimum sungai untuk kemungkinan terpenuhi ditetapkan 80 %. Agar mendapatkan perhitungan debit andalan yang baik, untuk itu diperlukan data pencatatan debit dengan jangka waktu panjang, hal ini untuk mengurangi terjadinya penyimpangan data yang terlalu besar.

Tingkat keandalan debit dapat terjadi berdasarkan probabilitas kejadian, mengikuti rumus Weibull (Sri Harto, 1993):

$$P\% = \frac{m_2}{(n_2 + 1)} \times 100 \% \quad (10)$$

dimana :

$P\%$: probabilitas (%)

m_2 : nomor urut data

n_2 : jumlah data

Kebutuhan Air Irigasi

Kebutuhan air irigasi sebagian besar dicakupi dari air permukaan. Kebutuhan air irigasi dipengaruhi berbagai faktor seperti klimatologi, kondisi tanah, koefisien tanaman, pola tanam, pasokan air yang diberikan, luas daerah irigasi, efisiensi irigasi, penggunaan kembali air drainase untuk irigasi, sistem golongan, jadwal tanam dan lain-lain. Kebutuhan air irigasi dihitung dengan persamaan:

$$KAI = \frac{(Etc + IR + WLR + P_2 - Re)}{IE} \times A_1 \quad (11)$$

dimana:

KAI : kebutuhan air irigasi (liter/detik)

Etc : kebutuhan air konsumtif (mm/hari)

IR : kebutuhan air irigasi ditingkat persawahan (mm/hari)

WLR : kebutuhan air untuk mengganti lapisan air (mm/hari)

P_2 : perkolasi (mm/hari)

Re : hujan efektif (mm/hari)

IE : efisiensi irigasi (%)

A_1 : luas areal irigasi (ha)

Kebutuhan air konsumtif

Kebutuhan air untuk tanaman dilahan diartikan sebagai kebutuhan air konsumtif dengan memasukan faktor koefisien tanaman (kc). Persamaan yang umum digunakan:

$$Etc = E_t \times kc \quad (12)$$

dimana:

Etc : kebutuhan air konsumtif

E_t : evapotranspirasi

Kc : koefisien tanaman

Nilai koefisien pertumbuhan tanaman tergantung jenis tanaman yang ditanam. Untuk tanaman yang jenisnya sama juga berbeda menurut varietasnya pada tabel 1 disajikan harga-harga koefisien tanaman padi dengan varietas unggul dan varietas biasa menurut Nedeco/Prosida dan FAO.

Tabel 1 Harga Koefisien tanaman padi

Periode 15 hari ke	Nedeco/Prosida		FAO	
	Varitas Biasa	Varitas Unggul	Varitas Biasa	Varitas Unggul
1	1,20	1,20	1,10	1,10
2	1,20	1,27	1,10	1,10
3	1,32	1,33	1,10	1,05
4	1,40	1,30	1,10	1,05
5	1,35	1,30	1,10	0,95
6	1,25	0	1,05	0
7	1,12	-	0,95	0
8	0	-	0	-

Sumber: standar Perencanaan Irigasi, Perencanaan Jaringan Irigasi KP-01, 1986

Kebutuhan air untuk penyiapan lahan

Kebutuhan air pada waktu persiapan lahan dipengaruhi oleh faktor – faktor antara lain waktu yang diperlukan untuk penyiapan lahan (T) dan lapisan air yang dibutuhkan untuk persiapan lahan (S). perhitungan kebutuhan air selama penyiapan lahan, digunakan metode yang dikembangkan oleh Van de Goor dan Zijlstra (Standar perencanaan Irigasi KP-01, 1986) yaitu persamaan:

$$IR = M \frac{e^k}{e^k - 1} \quad (13)$$

dimana:

IR : kebutuhan air irigasi ditingkat persawahan, (mm/hari)

- M : kebutuhan air untuk mengganti kehilangan air akibat evaporasi dan perkolasi disawah yang telah dijenhkan = $E_o + P_2(mm/hari)$
- P_2 : perkolasi ($mm/hari$)
- E_o : evaporasi air terbuka ($1,1 \times E_{to}$) ($mm/hari$)
- k : M (T/S)
- e : bilangan eksponen: 2,7182

Kebutuhan air untuk mengganti lapisan air

Ditetapkan berdasarkan standar Perencanaan Irigasi 1986, KP – 01. Besar kebutuhan air untuk penggantian lapisan air adalah 50 mm/bulan (atau 3,3 mm/hari selama ½ bulan) selama sebulan dan dua bulan setelah transplantasi.

Perkolasi (P_2)

Laju perkolasi sangat tergantung pada sifat tanah, dan sifat tanah umumnya tergantung pada kegiatan pemanfaatan lahan atau pengolahan tanah berkisar antara 1 – 3 mm/hari.

Curah hujan Andalan (R_{80})

R_{80} didapat dari urutan data dengan rumus Harza:

$$m_3 = \frac{n_1}{5} + 1 \quad (14)$$

dimana:

m_3 : rangking dari urutan terkecil

n_1 : jumlah tahun pengamatan

Curah hujan efektif

Adalah curah hujan andalan yang jatuh disuatu daerah dan digunakan tanaman untuk pertumbuhan. Curah hujan tersebut merupakan curah hujan wilayah yang harus diperkirakan dari titik pengamatan (mm) (Sosodarsono, 1980). Penentuan curah hujan efektif didasarkan atas curah hujan bulanan, yaitu menggunakan R_{80} yang berarti kemungkinan tidak terjadinya 20%. Besarnya curah hujan efektif untuk tanaman padi diambil 70% dari curah hujan minimum tengah bulanan dengan periode ulang 5 tahunan., dengan persamaan:

$$R_e = 0,7 \times \frac{1}{15} (R_{80}) \quad (15)$$

dimana:

R_e : curah hujan efektif, ($mm/hari$)

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

Efisiensi Irigasi (EI)

Efisiensi irigasi merupakan faktor penentu utama dari unjuk kerja suatu sistem jaringan irigasi. Efisiensi irigasi terdiri atas efisiensi pengaliran pada umumnya terjadi di jaringan utama dan efisiensi di jaringan sekunder. Efisiensi irigasi didasarkan asumsi bahwa sebagian dari jumlah air yang diambil akan hilang baik disaluran maupun dipetak sawah. Kehilangan ini disebabkan oleh kegiatan eksploitasi, evaporasi dan

rembesan. Kehilangan air akibat evaporasi dan rembesan pada umumnya relative kecil jika dibandingkan dengan kehilangan air akibat eksploitasi, sehingga pemberian air dibangun pengambilan harus lebih besar dari kebutuhan air disawah.

Luas daerah irigasi

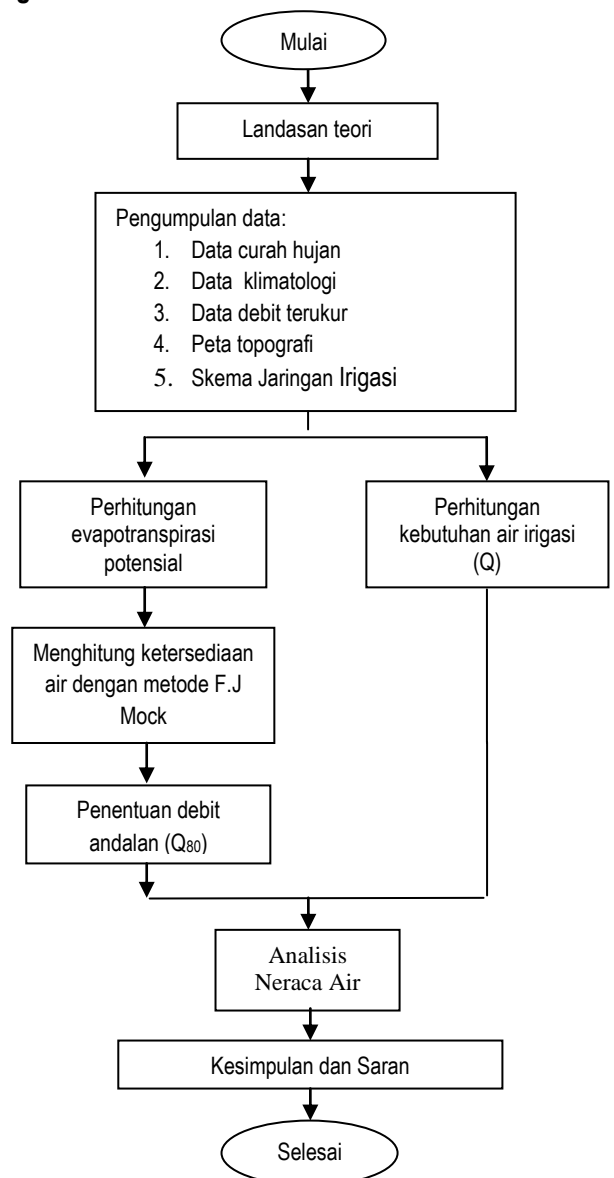
Adalah luas sawah yang akan diiri. Data ini dapat diperoleh dari dinas pengairan berupa peta dan luasan daerah

Gambaran umum lokasi penelitian

Talawaan merupakan salah satu desa yang berada dikecamatan Talawaan, kabupaten minahasa utara provinsi sulawesi utara. Didesa Talawaan terdapat Daerah Irigasi Talawaan Meras & Atas dengan 9 jumlah bendung. Dalam penelitian ini ditinjau pada bendung Talawaan dengan 6 bangunan bagi yang mengalirkan air ke 10 petak tersier.

METODOLOGI PENELITIAN

Bagan Alir Penelitian



ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Analisis debit Metode Mock

Digunakan Metode Mock untuk menghitung ketersediaan air di Sungai Talawaan Meras dan Talawaan Atas untuk tiap tahunnya selama 10 tahun. Langkah-langkah perhitungan adalah sebagai berikut:

Untuk bulan Januari I tahun 2004:

I. Data Hujan

Nilai hujan bulanan (P_1) : 374,5 mm/15hari
jumlah hari hujan (n_3) : 15 hari

II. Evapotranspirasi potensial (E_t)

Evapotranspirasi potensial (E_t) : 55,42 mm/15hari

1. m_1 (permukaan lahan terbuka) : Diasumsi 30 %

$$2. \left(\frac{m_1}{20}\right) \times (18 - n)$$

$$3. \Delta E = E_t \times \left(\frac{m_1}{20}\right) \times (18 - n)$$

$$\Delta E = 55,42 \times \left(\frac{0,3}{20}\right) \times (18 - 15) \\ = 2,493 \text{ mm/15hari}$$

4. Evapotranspirasi terbatas/aktual $E_a = E_t - \Delta E$
 $E_a = 55,42 - 2,493 = 52,927 \text{ mm/15hari}$

III. Keseimbangan Air

Keseimbangan air dipermukaan tanah (D_s)

$$D_s = P_1 - E_a \rightarrow P_1 : \text{curah hujan}$$

E_a : Evapotranspirasi terbatas

$$D_s = 374,5 - 52,927 = 321,573 \text{ mm/15hari}$$

→ nilainya positif : air masuk ke dalam tanah

Aliran permukaan (hujan lebat) :

$PF \times P_1 \rightarrow PF$: Faktor aliran hujan lebat yaitu diambil 65 %

P_1 : Curah hujan

$$0,65 \times 374,5 = 243,425 \text{ mm/15hari}$$

Kandungan Air Tanah (SS)

Jika $D_s - \text{Aliran permukaan} \geq 0$, maka $SS = D_s - \text{Aliran permukaan}$

Jika $D_s - \text{Aliran permukaan} < 0$, maka $SS = 0$

Didapat : $SS = D_s - \text{Aliran permukaan}$

$$SS = 321,573 - 243,425$$

$$SS = 78,148 \text{ mm/15hari}$$

Diambil SMC (Soil Moisture capacity) : 100 mm

$$SMC = SMC + SS$$

$$SMC = 100 + 78,148$$

$$SMC = 178,148$$

Menghitung kelebihan air (W_s)

Jika $D_s - SS \geq 0$, maka $W_s = D_s - SS$

Jika $D_s - SS < 0$, maka $W_s = 0$

Didapat : $W_s = D_s - SS$

$$W_s = 321,573 - 78,148 = 243,425$$

IV. Aliran dan Penyimpanan Air Tanah

Asumsi Koefisien infiltrasi (i) diambil 0,793

Faktor resesi aliran air tanah = k , diambil 0,969

1. Simpanan air tanah dihitung dengan persamaan

$$I_n = \text{water surplus} \times i \quad (16)$$

$$I_n = 243,43 \times 0,793 = 193,03 \text{ mm/15hari}$$

$$0,5 (1 + k) I_n = 0,5 (1 + 0,969) 193,03 = 190,03$$

k. $V_{(n-1)} = 0,969 \cdot 100 = 96,9 \rightarrow$ karena belum ada nilai penyimpanan sebelumnya, maka diasumsi $IS = 100 \text{ mm}$, sehingga $V_{(n-1)} : 100 \text{ mm}$

$$V_n = k \cdot V_{(n-1)} + 0,5 (1 + k) I_n$$

$$V_n = 0,969 \cdot 100 + 0,5 (1 + 0,793) 193,03 = 287,07 \text{ mm/15hari}$$

$$DV_n = V_n - V_{(n-1)}$$

$$DV_n = 287,07 - 100 = 187,07 \text{ mm/15hari}$$

2. Menghitung aliran dasar dengan persamaan

$$BF = I_n - DV_n \quad (17)$$

$$BF = 193,03 - 187,07 = 6,04 \text{ mm/15hari}$$

3. Menghitung limpasan langsung dengan persamaan

$$DR = WS - I_n \quad (18)$$

$$DR = 243,43 - 193,03 = 50,32 \text{ mm/15hari}$$

4. Menghitung total limpasan dengan persamaan $R = BF + DR$ (19)

$$R = 6,04 + 50,32 = 56,36 \text{ mm/15hari}$$

V. Debit Aliran Sungai

Jumlah hari : 31 hari

Menghitung debit aliran sungai

Jumlah hari = 15 hari

Luas DAS (A_3) = 42,5 km² = 42.500.000 m²

$$R = 56,36 \text{ mm/15hari} = 4,348765432 \times 10^{-8} \text{ m/detik}$$

$$\text{Sehingga debit (Q)} = R \times A_3 \\ = 4,348765432 \times 10^{-8} \\ \times 42.500.000 \\ = 1,848 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Debit Andalan

Menetapkan debit andalan (80%) dengan menggunakan rumus Weibull. Diambil dalam bentuk tabel yaitu simulasi debit setengah bulanan diurutkan dari nilai terbesar sampai nilai terkecil, diberikan dalam tabel 2.

Tabel 2. Debit Analisis Setengah bulan Tahun 2004-2013

No urut	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
$P = \frac{P}{(n+1)} \times 100\%$	9%	18%	27%	36%	45%	55%	64%	73%	82%	91%	
Debit Analisis yang diurutkan (m ³ /det)	Jan I	2,156	1,848	1,551	1,252	1,014	0,904	0,881	0,47	0,251	0,182
	Jan II	1,995	1,595	1,554	1,499	1,406	1,396	1,326	1,221	0,772	0,18
	Feb I	2,797	1,803	1,709	1,41	1,185	1,145	1,132	0,852	0,623	0,243
	Feb II	1,918	1,836	1,696	0,928	0,775	0,659	0,446	0,42	0,376	0,146
	Mar I	3,927	1,302	1,16	0,851	0,719	0,679	0,486	0,407	0,338	0,252
	Mar II	3,233	1,913	1,401	1,414	1,125	0,742	0,602	0,549	0,328	0,149
	Apr I	3,082	1,724	1,642	1,256	0,987	0,812	0,717	0,602	0,595	0,318
	Apr II	3,215	1,805	1,535	1,467	1,133	1,083	1,059	0,523	0,308	0,226
	Mei I	2,918	2,022	1,631	1,595	1,503	1,246	0,845	0,757	0,299	0,199
	Mei II	2,272	1,982	1,875	1,813	1,441	1,06	0,981	0,806	0,29	0,193
	Jun I	2,992	2,269	2,217	1,644	1,335	1,322	0,902	0,756	0,485	0,281
	Jun II	2,044	1,853	1,564	1,521	1,111	1,073	0,992	0,949	0,822	0,637
	Jul I	2,748	2,18	1,365	1,264	1,145	1,054	1,011	0,907	0,866	0,338
	Jul II	2,091	2,109	2,055	2,147	1,048	1,24	1,072	1,022	0,501	0,431
	Agst I	1,61	1,63	1,527	1,38	1,088	0,99	0,918	0,825	0,417	0,336
	Agst II	2,153	1,73	1,417	1,148	0,96	0,888	0,8	0,795	0,465	0,326
	Sep I	1,587	1,53	1,473	1,362	1,063	0,931	0,861	0,775	0,619	0,316
	Sep II	1,518	1,229	1,229	0,956	0,942	0,902	0,835	0,762	0,752	0,306
	Okt I	1,582	1,284	1,099	0,958	0,927	0,897	0,874	0,809	0,728	0,337
	Okt II	2,085	2,067	2,061	1,695	1,176	1,033	1,001	0,847	0,79	0,377
	Nov I	2,137	2,131	2,127	1,934	1,591	1,543	1,384	1,319	1,029	0,66
	Nov II	2,365	2,412	2,262	2,151	2,073	1,8	1,797	1,626	1,449	1,303
	Des I	3,187	2,405	2,14	2,049	1,697	1,685	1,329	1,252	0,887	0,421
	Des II	4,769	2,515	2,298	2,13	2,052	2,027	1,673	1,67	1,314	1,144

Untuk debit 80%, diinterpolasi:
Bulan Jan I

0,47	73%
x	80%
0,251	82%

$$\frac{80 - 73}{x - 0,47} = \frac{82 - 73}{0,251 - 0,47}$$

$$\frac{7}{x - 0,47} = \frac{9}{-0,219}$$

$$9x - 4,23 = -1,533$$

$$x = 0,299 \text{ m}^3/\text{det}$$

Jadi untuk debit andalan (Q₈₀) bulan Januari – Desember diberikan dalam tabel 3.

Tabel 3 Debit Andalan (Q₈₀)

Bulan	Q ₈₀ (m ³ /det)
Jan I	0,299
Jan II	0,871
Feb I	0,674
Feb II	0,386
Mar I	0,353
Mar II	0,377
Apr I	0,597
Apr II	0,356
Mei I	0,401
Mei II	0,405
Jun I	0,454
Jun II	0,85
Jul I	0,875
Jul II	0,617
Agst I	0,508
Agst II	0,538
Sep I	0,654
Sep II	0,754
Okt I	0,746
Okt II	0,803
Nov I	1,093
Nov II	1,488
Des I	0,968
Des II	1,393

Kebutuhan Air Irigasi

Dalam menghitung kebutuhan air irigasi, diperlukan waktu 1 pola tanam. Untuk padi varietas unggul dibutuhkan waktu 3 bulan untuk masa tanam dan 1 bulan persiapan lahan. Sehingga diambil 1 pola tanam dengan 3 musim tanam yang diberikan dalam tabel 4

Tabel 4 Skema Pola Tanam 1

JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGU	SEP	OKT	NOV	DES
1 2	1 2	1 2	1 2	1 2	1 2	1 2	1 2	1 2	1 2	1 2	1 2
LP	LP	C	C	C	C	C	C	C	LP	LP	C

Keterangan:

LP = (Persiapan Lahan)

C = Crop (Masa Tanam)

Pembagian 1 dan 2 adalah waktu persiapan dan masa tanam per setengah bulan

Evapotranspirasi (E_t)

Nilai evapotranspirasi (E_t) yang digunakan dengan menggunakan metode Penman dalam perhitungan sebelumnya.

Masa Tanam I (bulan Jan I – Apr II)

Masa Tanam II (bulan Mei I – Agst II)

Masa Tanam III (bulan Sep I – Des II)

Curah Hujan Andalan (R₈₀)

Data curah hujan yang digunakan adalah curah hujan setengah bulanan, kemudian diurutkan dari nilai terkecil sampai nilai terbesar dan dihitung curah hujan andalan (R₈₀) diberikan dalam tabel 5

Tabel 5 Curah hujan setengah bulanan dengan tingkat keandalan

No Urut	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Jan I	57,5	77,5	99,9	167	172	195,5	246,5	310,5	374,5	440
Jan II	58,4	116,5	180,5	236	246	259	293,5	298	299	365,5
Feb I	70	93	106,5	127,5	165	183,5	247	266	308,5	525
Feb II	4	23,6	45	56	60,5	66	111,4	189,5	264	283
Mar I	0	8	17	33	70,1	71	90	170	170,5	450
Mar II	0	29,4	30	88	105,5	145,5	149	159	193	285,5
Apr I	0	56,5	72	56,5	117	119,5	134	135	265	266
Apr II	0	52	53	87,5	127	133	161	181,5	190,5	256,5
Mei I	0	32,2	81	91	112,5	123	159	187,5	208,5	303,5
Mei II	0	25,5	66	71,5	83,5	122	149	225	249,5	277
Jun I	45	64,4	88,5	87	120,5	130	192,5	203	278	290
Jun II	0	0	33,5	60	81	99	118	145	231,5	289
Jul I	0	0	12	46	82,5	117	160	169	187	282
Jul II	21	38	74,5	80	85,5	86	110	230	302	317
Agst I	0	0	8	11	31	71	94,5	122,5	138	145,5
Agst II	0	16	24	26	59	71,5	94	106	169	195
Sept I	0	8	19	24	31	73,5	91,5	95	159,5	164
Sept II	0	9	23,3	24	25	52	72,5	79,5	112	152
Okt I	0	3	15	41,5	50	55	66	92	152	152
Okt II	40	67,5	80	82	84	123,5	169	218,5	274,5	335
Nov I	53	109,5	114	116	121,5	173	251	262,5	274,5	276
Nov II	134,5	135,5	187	190	209,5	214	236,5	250,5	278,5	343
Des I	34,2	39,5	78	85	112,5	136	248	248,5	261,5	324
Des II	91	110,3	135	194	196	219	225,5	270,5	326,5	442

R_{80} dihitung dengan persamaan (20)

$$m_3 = \frac{n_1}{5} + 1$$

$$m_3 = \frac{10}{5} + 1 = 2$$

Jadi hujan andalan (R_{80}) adalah No urut 2

Curah Hujan Efektif

Dihitung dengan menggunakan persamaan (21)

Bulan Jan I:

$$Re = 0,7 \times \frac{1}{15} (R_{80})$$

$$Re = 0,7 \times \frac{1}{15} (93) = 4,34 \text{ mm}$$

Perkolasi (P_2)

Pada daerah irigasi Talawaan Meras dan Talawaan Atas, umumnya bertanah lempung sehingga digunakan $P_2 = 2 \text{ mm/hari}$

Kebutuhan Air Untuk Penyiapan Lahan

Menghitung evaporasi air terbuka (E_o) dan kebutuhan air untuk mengganti kehilangan air akibat evaporasi dan perkolasi disawah yang telah dijenuhkan (M).

Musim Tanam I (Jan I)

Evaporasi air terbuka (E_o) = $1,1 \times E_t$

Evaporasi air terbuka (E_o) = $1,1 \times 3,822 = 4,204 \text{ mm/hari}$

$M = E_o + P_2$

$M = 4,204 + 2 = 6,204 \text{ mm/hari}$

Menghitung nilai k. Jangka waktu penyiapan lahan (tidak termasuk penjenuhan lahan) diambil 30 hari.

Kebutuhan air untuk persiapan lahan diambil 250 mm.

Untuk penjenuhan lahan diambil tambahan air 50 mm.

Sehingga total lapisan air untuk persiapan lahan adalah 300 mm.

Musim Tanam I (Jan I)

$k = M (T_1/S) \rightarrow T_1 = 30 \text{ hari}$

$k = 0,620$

Bulan	E_t	Kc	Etc (mm/hari)
Feb I	42,124	1,1	463,364
Feb II	42,124	1,1	483,923
Mar I	43,993	1,05	4,619,265
Mar II	43,993	1,05	446,313
Apr I	42,506	0,95	403,807
Apr II	42,506	0	0

Kebutuhan air konsumtif

Dihitung dengan persamaan (22)

$Etc = E_t \times kc \rightarrow Kc$: koefisien tanaman, diambil dari FAO Varietas Unggul

Kebutuhan untuk mengganti lapisan air (WLR)

Berdasar standart Perencanaan Irigasi

1986, KP-01. Besar kebutuhan air untuk penggantian lapisan air adalah 3,3 mm/hari

Kebutuhan bersih air disawah (KAI)

Dihitung dengan persamaan (17), tetapi dalam contoh perhitungan ini akan dihitung tanpa mengalikan luas daerah layan (A) dan tanpa dibagi dengan nilai efisiensi saluran, dikarenakan nantinya akan dihitung debit per petak tersier dengan luas yang berbeda-beda pada bagian berikutnya.

$$KAI = \frac{(Etc + IR + WLR + P - Re)}{EI} \times A_1$$

$$KAI = 0 + 13421 + 0 + 2 - 3,617 = 11,805 \text{ mm/hari}$$

Debit Saluran Tersier untuk Saluran T.Kn.6.Kn dan TKn.6.Kr Jan I:

Luas Layan (A) \rightarrow TKn.6.Kn = 50 Ha
TKn.6.Kr = 25 Ha

c (koefisien rotasi) = 1

Efisiensi Irigasi = 0,8

$$Q_{T.Kn.6Kn} = 1 \cdot \frac{\left(\frac{11,805}{1000}\right) \cdot (50 \cdot 10000)}{0,8 \cdot 24 \cdot 3600}$$

$$Q_{T.Kn.6Kn} = 0,085 \text{ m}^3/\text{det}$$

Debit Saluran Sekunder untuk saluran BTKN6 – BTKN 5 Jan I:

Efisiensi Irigasi : 0,9

$$Q_{BTKN6-BTKN5} = \frac{TKn.6.Kn+TKn.6.Kr}{EI} Q_{T.Kn.6Kn} = \frac{0,085+0,043}{0,9}$$

$$Q_{T.Kn.6Kn} = 0,142 \text{ m}^3/\text{det}$$

Debit Saluran Primer untuk Saluran BT0 Jan I:

Efisiensi Irigasi : 0,8

$$Q_{BT0} = \frac{TKn.1.Kr+(BT Kn.2-BT Kn.1)}{EI}$$

$$Q_{BT0} = \frac{0,014 + (1,142)}{0,8}$$

$$Q_{BT0} = 1,291 \text{ m}^3/\text{det}$$

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Ketersediaan air sungai Talawaan tidak cukup untuk memenuhi kebutuhan air irigasi pada daerah irigasi Talawaan Meras dan Talawaan Atas dengan sistem pola tanam 1 yaitu variasi 3 musim tanam, 1 golongan dan koefisien rotasi = 1
2. Penyebab kekurangan air didaerah hilir diantaranya adalah variasi pola tanam dengan sistem pembagian air dan golongan yang kurang tepat.
3. Akibat kekurangan air ini, maka dicoba beberapa variasi pola tanam dengan mengubah koefisien rotasi petak tersier agar didapat variasi pola tanam yang terbaik. Dan dalam penelitian ini didapat 1 variasi pola tanam yang terbaik yaitu: variasi 1 musim tanam, 3 golongan dan koefisien rotasi = 0,5

Saran

Untuk pengelola pengairan daerah irigasi yang dilayani Bendung Talawaan, perlu dipikirkan cara serupa/lainnya untuk mengatasi kekurangan air agar sistem tanam di daerah ini dapat lebih optimal. Dan perlunya mensosialisasikan kepada warga sekitar, untuk pemanfaatan air dan pengelolaan daerah irigasi ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Bambang Triatmodjo, 2008. *Hidrologi Terapan*. Betta Offset. Yogyakarta.
- Ingerid Kuhu, 2005. *Analisa Potensi Sumber Sungai Likupang dan Kebutuhan Air di DAS Likupang*, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Mokodongan, C. N., 2006. *Pengelolaan Sungai Moayat Untuk Kebutuhan Air Irigasi di Daerah Irigasi Moayat-Pawak Kabupaten Bolaang Mangodow*, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Montarjih Limantara, 2010. *Hidrologi Praktis*. CV. Lubuk Agung. Bandung.
- Nash, J. E. and J. V. Sutcliffe, 1970. *River flow forecasting through conceptual models part I – A discussion of principles*, *Journal of Hydrology*, 10 (3), 282-290.
- Rompies, W.C., 2013. *Analisis Potensi Sumber Daya Air Sungai Kayuwatu Wangko untuk Perencanaan PLTA di Desa Karus Jr Kecamatan Lembean Timur Kabupaten Minahasa*, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Sri Harto, 1993. *Analisis Hidrologi*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.