



**OPTIMASI SALURAN SEKUNDER BENDUNGAN SAMPEAN
BARU KABUPATEN BONDOWOSO
MENGUNAKAN PROGRAM DINAMIK**

SKRIPSI

Oleh

BANI SURAHMAN

NIM 131910301001

PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK SIPIL

JURUSAN TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS JEMBER

2019



**OPTIMASI SALURAN SEKUNDER BENDUNGAN SAMPEAN
BARU KABUPATEN BONDOWOSO
MENGUNAKAN PROGRAM DINAMIK**

(Secondary Canals of Sampean Baru Dam Optimization Bondowoso with Dynamic Program)

SKRIPSI

Diajukan guna melengkapi tugas-tugas dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Strata 1 Teknik Sipil dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh:

BANI SURAHMAN

NIM 131910301001

PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK SIPIL

JURUSAN TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS JEMBER

2019

PERSEMBAHAN

Syukur Alhamdulillah saya panjatkan pada-Mu ya Allah, Tuhan pencipta alam semesta, serta sholawat dan salam yang selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.

Skripsi ini saya persembahkan kepada:

1. Kedua orang tuaku, Bpk. Hartono dan Bu. Imroatus Sholihah yang telah membesarkan, mendidik, mendoakan dengan segala kasih sayang dan pengorbanan yang tak terhingga, serta tidak pernah lelah memberi semangat sekaligus dukungan baik secara moral maupun material sehingga saya mampu mewujudkan suatu kebanggaan ini.
2. Saudaraku Arif Firmanto dan Luqman Afandi yang telah memberi semangat, dukungan dan doanya.
3. Terima Kasih kepada Ibu Indra Nurtjahjaningtyas, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Utama dan Ibu Wiwik Yunarni W, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah banyak meluangkan waktu, pikiran dan perhatiannya sehingga terselesaikannya skripsi ini.
4. Guru-guruku sejak TK hingga SMA, dan semua dosen Jurusan Teknik Sipil Universitas Jember yang telah memberikan ilmu kepadaku.
5. Teman-teman Teknik Sipil 2013 yang mendoakan dan memberi semangat.
6. Almamater Fakultas Teknik Universitas Jember.
7. Dan semua pihak yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu.

PRAKATA

Puji Syukur ke hadirat Allah SWT. atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Optimasi Saluran Sekunder Bendungan Sampean Baru Kabupaten Bondowoso Menggunakan Program Dinamik". Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Dr. Ir. Entin Hidayah, M.U.M. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember.
2. Ir. Henu Suyoso. M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.
3. Indra Nurtjahjaningtyas, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Utama dan Wiwik Yunarni W, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah banyak meluangkan waktu, pikiran dan perhatiannya guna terselesaikannya skripsi ini.
4. Ir. Henu Suyoso, M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan kepada penulis.
5. Orang tua yang telah memberikan dukungan penuh baik secara moral maupun materil, hingga terselesaikannya skripsi ini.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, 11 Juli 2019

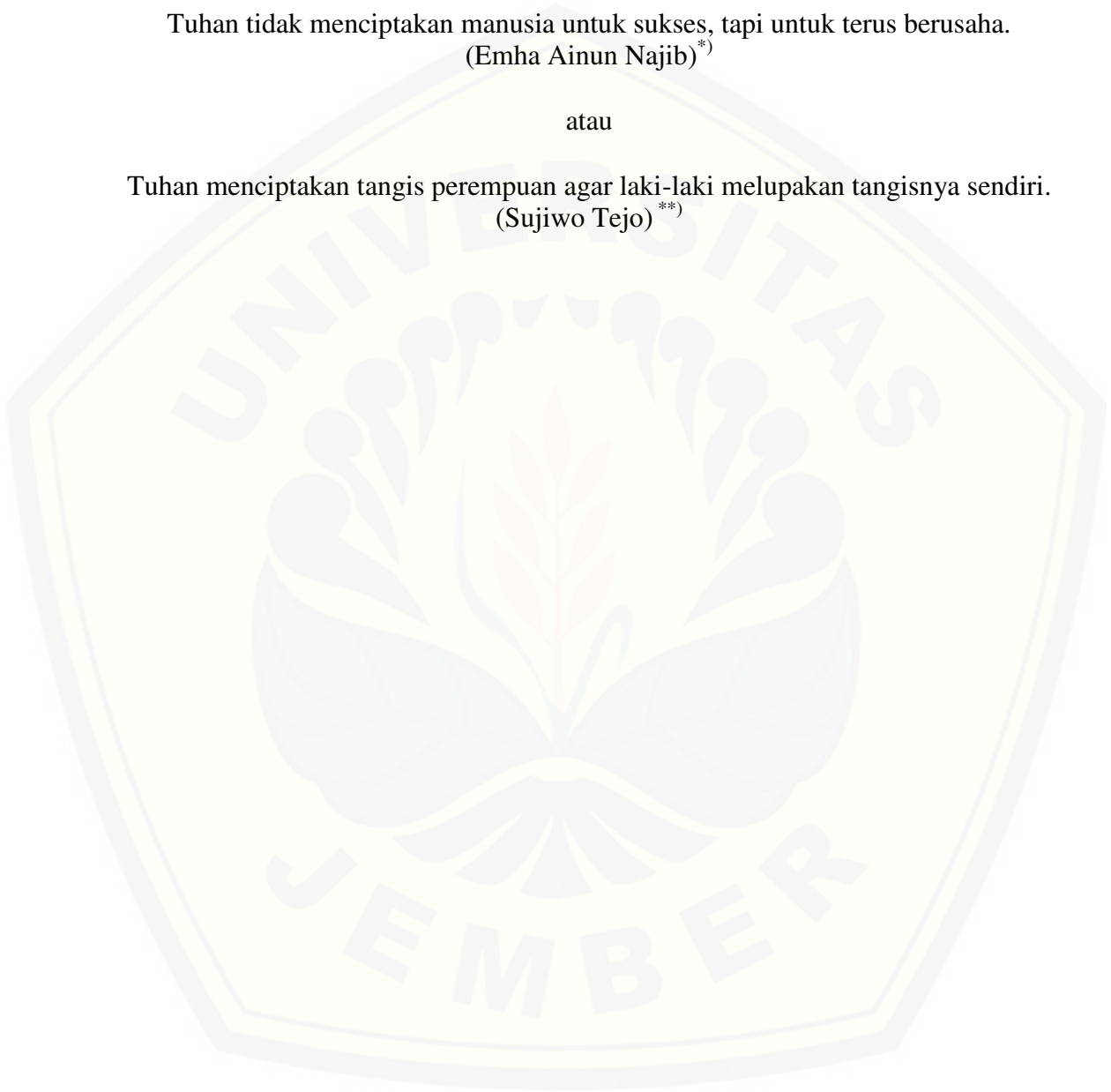
Penulis

MOTTO

Tuhan tidak menciptakan manusia untuk sukses, tapi untuk terus berusaha.
(Emha Ainun Najib)^{*)}

atau

Tuhan menciptakan tangis perempuan agar laki-laki melupakan tangisnya sendiri.
(Sujiwo Tejo)^{**)}



PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

nama : Bani Surahman

NIM : 1311910301001

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul : **“Optimasi Saluran Sekunder Bendungan Sampean Baru Kabupaten Bondowoso Menggunakan Program Dinamik”** adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 11 Juli 2019
Yang menyatakan,

Bani Surahman
NIM 1311910301001

PENGESAHAN

Skripsi berjudul "Optimasi Saluran Sekunder Bendungan Sampean Baru Kabupaten Bondowoso" karya Bani Surahman telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal : Senin, 08 Juli 2019

tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Penguji:

Pembimbing Utama,

Pembimbing Anggota,



Indra Nurtjahjaningtyas, S.T., M.T
NIP 19701024 199803 2 001



Wiwik Yunarni W., S.T., M.T
NIP 19700613 199802 2 001

Penguji I,

Penguji II,

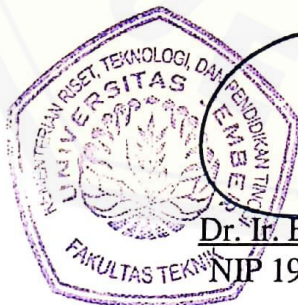


Dr. Gusfan Halik, S.T., M.T
NIP 19710804 199803 1 002



Akhmad Hasanuddin, S.T., M.T
NIP 19710327 199803 1 003

Mengesahkan
Dekan,



Dr. Ir. Entin Hidayah, M.,U.M
NIP 19661215 199503 2 001

RINGKASAN

Optimasi Saluran Sekunder Bendungan Sampean Baru Kabupaten Bondowoso Menggunakan Program Dinamik; Bani Surahman, 131910301001; 2019: 75 halaman; Jurusan Teknik Sipil; Fakultas Teknik Universitas Jember.

Daerah irigasi Bendungan Sampean Baru terletak di dua Kabupaten, yakni Kabupaten Bondowoso dan Kabupaten Situbondo. Daerah irigasi Bendungan Sampean Baru merupakan bangunan irigasi dengan luasan baku sawah 8160 ha. Pada saat musim kemarau, ketersediaan air irigasi pada lokasi tersebut mengalami kekurangan. Oleh karena itu, dilakukan upaya optimasi menggunakan program dinamik untuk mengetahui kebutuhan air untuk masing-masing tanaman, pola tata tanam yang optimum, luas lahan yang bisa ditanami dan keuntungan yang maksimum.

Langkah awal yang dilakukan dalam studi ini adalah menganalisa data curah hujan. Data curah hujan yang berpengaruh pada daerah studi selama 10 tahun terakhir selanjutnya dilakukan uji konsistensinya. Curah hujan adalah dihitung dengan tingkat keandalan 97% untuk tahun kering, 75% untuk tahun rendah, 51% untuk tahun normal, dan 26% untuk tahun cukup, dan selanjutnya dilakukan perhitungan curah hujan efektif. Evapotranspirasi potensial dihitung dengan memasukkan data klimatologi selama 10 tahun terakhir. Hasil analisa sebelumnya, dilakukan perhitungan kebutuhan air tanaman tiap keadaan. Debit intake yang tersedia di Sampean Baru dianalisa setiap keandalan menggunakan rumus Weibull. Kemudian dilanjutkan dengan membandingkan data ketersediaan air dan kebutuhan air. Berdasarkan perhitungan neraca air didapatkan bahwa kekurangan air irigasi terjadi saat MK II pada tahun kering, rendah, normal, dan cukup. Perhitungan optimasi selanjutnya dilakukan pada periode tersebut.

Perhitungan volume air yang tersedia berdasarkan besarnya debit yang tersedia pada saat MK II dengan interval debit dipilih sebesar $0,001 \text{ m}^3/\text{s}$. Berdasarkan hasil perhitungan volume air yang dibutuhkan dan volume air yang tersedia dihitung luas lahan yang dapat ditanami dan debit yang dialokasikan biaya produksi dihitung berdasarkan keuntungan penjualan padi, palawija, dan tebu. Biaya produksi dihitung berdasarkan keuntungan penjualan tanaman tersebut dikurangi dengan biaya proses produksi. Dengan diketahui luas lahan yang dapat ditanami dan besarnya biaya produksi per hektar, maka dapat dihitung besarnya keuntungan dari debit yang dialirkan yang selanjutnya diperlukan perhitungan program dinamik. Perhitungan program dinamik dalam studi ini menggunakan metode perhitungan dari depan.

Dengan penerapan optimasi program dinamik maka diperoleh kebutuhan air tanaman, yaitu tahun cukup MH = $4,787 \text{ m}^3/\text{s}$, MK I = $5,031 \text{ m}^3/\text{s}$, dan MK II = $6,103 \text{ m}^3/\text{s}$, tahun normal MH = $5,271 \text{ m}^3/\text{s}$, MK I = $5,106 \text{ m}^3/\text{s}$, dan MK II = $6,100 \text{ m}^3/\text{s}$, tahun rendah MH = $5,545 \text{ m}^3/\text{s}$, MK I = $4,996 \text{ m}^3/\text{s}$, dan MK II = $6,106 \text{ m}^3/\text{s}$, tahun

kering MH = 5,570 m³/s, MK I = 5,176 m³/s, dan MK II = 6,109 m³/s. Luas lahan optimal yang dapat terairi pada masing-masing bangunan bagi, sadap, dan bagi sadap sesudah diterapkan program dinamik mencapai 100% pada tahun cukup untuk padi 2873 ha dan palawija 1105 ha, tahun normal untuk padi 2602 ha dan palawija 1376 ha, tahun rendah untuk padi 2531 ha dan palawija 1447 ha dan tahun kering untuk padi 2394 ha dan palawija 1584 ha. Keuntungan yang diperoleh dari debit yang dialirkan pada daerah irigasi Bendungan Sampean Baru pada tahun cukup adalah sebesar Rp. 42.682.067.703, sesudah optimasi menjadi sebesar Rp. 58.117.517.680, dengan selisih sebesar Rp. 15.435.449.977, sehingga prosentase peningkatan keuntungan sebesar 36,16%, tahun normal sebelum optimasi adalah sebesar Rp. 42.682.067.703, sesudah optimasi menjadi sebesar Rp. 56.018.856.501, dengan selisih sebesar Rp. 13.336.788.797, sehingga prosentase peningkatan keuntungan sebesar 31,25%, tahun rendah sebelum optimasi adalah sebesar Rp. 42.682.067.703, sesudah optimasi menjadi sebesar Rp. 54.358.104.937, dengan selisih sebesar Rp. 11.676.037.234, sehingga prosentase peningkatan keuntungan sebesar 27,36%, tahun kering sebelum optimasi adalah sebesar Rp. 42.682.067.703, sesudah optimasi menjadi sebesar Rp. 53.808.652.306, dengan selisih sebesar Rp. 11.126.584.602, sehingga prosentase peningkatan keuntungan sebesar 26,07%, tahun 2014 (antara cukup dan normal) sebelum optimasi adalah sebesar Rp. 42.682.067.703, sesudah optimasi menjadi sebesar Rp. 57.068.187.090, dengan selisih sebesar Rp. 14.386.119.387, sehingga prosentase peningkatan keuntungan sebesar 33,71%, tahun 2017 (antara normal dan rendah) sebelum optimasi adalah sebesar Rp. 42.682.067.703, sesudah optimasi menjadi sebesar Rp. 54.777.686.947, dengan selisih sebesar Rp. 12.095.619.244, sehingga prosentase peningkatan keuntungan sebesar 28,34%, tahun 2016 (antara rendah dan kering) sebelum optimasi adalah sebesar Rp. 42.682.067.703, sesudah optimasi menjadi sebesar Rp. 54.293.169.626, dengan selisih sebesar Rp. 11.611.101.923, sehingga prosentase peningkatan keuntungan sebesar 27,20%, tahun 2009 (antara rendah dan kering) sebelum optimasi adalah sebesar Rp. 42.682.067.703, sesudah optimasi menjadi sebesar Rp. 54.050.910.966, dengan selisih sebesar Rp. 11.368.843.263, sehingga prosentase peningkatan keuntungan sebesar 26,64%.

SUMMARY

The Secondary Canals Optimization of Sampean Baru Dam by Conducting Dynamic Program at Bondowoso Regency; Bani Surahman, 131910301001; 2019: 75 pages; Civil Engineering, Faculty of Technique, Jember University.

The irrigation field of Sampean Baru Dam is located between two regencies, that is Bondowoso regency and Situbondo regency. Then, Sampean Baru Dam's field is the irrigation building which has 8160 ha width. In summer, the water availability was decreasing. Therefore, it needs to be fixed by using a dynamic program in order to know the water necessity for each plan, the maximum model of plant, the field width in use and the maximum advantages.

The significant action that must be done in this study was analyzing the rainfall. Sure, it needed an authentic data. Thus, the data rainfall which influenced in irrigation field for ten years will be tested its consistency. The characteristic of rainfall was divided into 4 categorizes. Those are: the reliability 97% for dry period, 75% for low period, 51% for normal period and 26% for sufficient period, and then will be counted the effectiveness of rainfall. Potential evapotranspiration was calculated by entering climatological data over the past 10 years. The results of the previous analysis, carried out the calculation of plant water requirements for each situation. The intake debits available in Sampean Baru were analyzed for each reliability using the Weibull formula. Then, proceed by comparing data on water availability and water requirements. Based on the calculation of the water balance, it was found that a shortage of irrigation water occurred when MK II was dry, low, normal and sufficient. The optimization calculation will be carried on in that period.

Calculation of the volume of available water based on the amount of discharge available at the time of MK II with a chosen discharge interval of 0.001 m³/s. Based on the calculation of the volume of water needed and the volume of available water, the area of arable land was calculated and the debit allocated for production costs was calculated based on the profits from the sale of rice, pulses and sugar cane. Production costs were calculated based on the sales profit of the plant reduced by the cost of the production process. Therefore, by knowing the area of land that can be planted and the amount of production costs per hectare, it can be calculated the amount of profit from the flow of debit which was required to calculate the dynamic program. Dynamic program calculations in this study used from calculation method in front.

By applying the dynamic program optimization, plant water requirements were obtained, namely sufficient period MH = 4,787 m³ / s, MK I = 5,031 m³ / s, and MK II = 6,103 m³ / s, normal period MH = 5,271 m³ / s, MK I = 5,106 m³ / s, and MK II = 6,100 m³ / s, low year MH = 5.545 m³ / s, MK I = 4,996 m³ / s, and MK II = 6,106 m³ / s, dry year MH = 5,570 m³ / s, MK I = 5,176 m³ / s, and MK II = 6,109 m³ / s. The optimal area of land that can be irrigated for each building for, tapping,

and for tapping after being applied for a dynamic program reaches 100% in enough years for paddy 2873 ha and secondary crops 1105 ha, normal year for rice 2602 ha and secondary crops 1376 ha, low year for rice 2531 ha and secondary crops 1447 ha and dry years for rice 2394 ha and secondary crops 1584 ha. The benefits obtained from the discharge flowed in the irrigation area of the Sampean Baru Dam in sufficient period were Rp. 42,682,067,703, after optimization became Rp. 58,117,517,680, by a difference up to Rp. 15,435,449,977, so the percentage increase in profits was 36.16%. Moreover, in the normal period, the result was known that before optimization was Rp. 42,682,067,703, after optimization became Rp. 56,018,856,501, due to the difference up to Rp. 13,336,788,797, so the percentage increase in profits was 31.25%. Thus, in low period, known that the optimization was Rp. 42,682,067,703, after optimization, it became Rp. 54,358,104,937, by a difference up to Rp. 11,676,037,234, so the percentage increase in profits is 27.36%. Then, in dry period, known that before optimization was Rp. 42,682,067,703, after optimization became Rp. 53,808,652,306, by a difference up to Rp. 11,126,584,602, so that the percentage increase in profits was 26.07%. In 2014, (between sufficient and normal) before optimization was Rp. 42,682,067,703, after optimization became Rp. 57,068,187,090, by a difference up to Rp. 14,386,119,387, so the percentage increase in profits was 33.71%, in 2017 (between normal and low) before optimization was Rp. 42,682,067,703, after optimization became Rp. 54,777,686,947, by a difference of Rp. 12,095,619,244, so the percentage increase in profits was 28.34%. In 2016, (between low and dry) before optimization was Rp. 42,682,067,703, after optimization became Rp. 54,293,169,626, by a difference up to Rp. 11,611,101,923, so that the percentage increase in profits was 27.20%. In addition, in 2009 (between low and dry) before optimization was Rp. 42,682,067,703, after optimization became Rp. 54,050,910,966, by a difference up to Rp. 11,368,843,263, so the percentage increase in profits was 26.64%.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
RINGKASAN/SUMMARY	vi
PRAKATA	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Curah Hujan	4
2.1.1 Curah Hujan Andalan	4
2.1.2 Curah Hujan Efektif.....	5
2.2 Debit Andalan	5
2.3 Analisa Klimatologi	6
2.3.1 Temperatur	6
2.3.2 Kelembaban Relatif	6
2.3.3 Kecepatan Angin.....	7
2.3.4 Radiasi Matahari	7
2.3.5 Evapotranspirasi.....	7
2.4 Analisa Kebutuhan Air untuk Irigasi	8
2.4.1 Pola Tata Tanam... ..	8
2.4.2 Koefisien Tanaman	9
2.4.3 Perkolasi.....	9
2.4.4 Kebutuhan Penyiapan Lahan	10
2.4.5 Penggantian Lapisan Air.....	10
2.5 Optimasi	11
2.6 Program Dinamik	12
2.6.1 Konsep Dasar Program Dinamik	12
2.6.2 Elemen-Elemen Model Program Dinamik	13
2.6.3 Prosedur Perhitungan	14

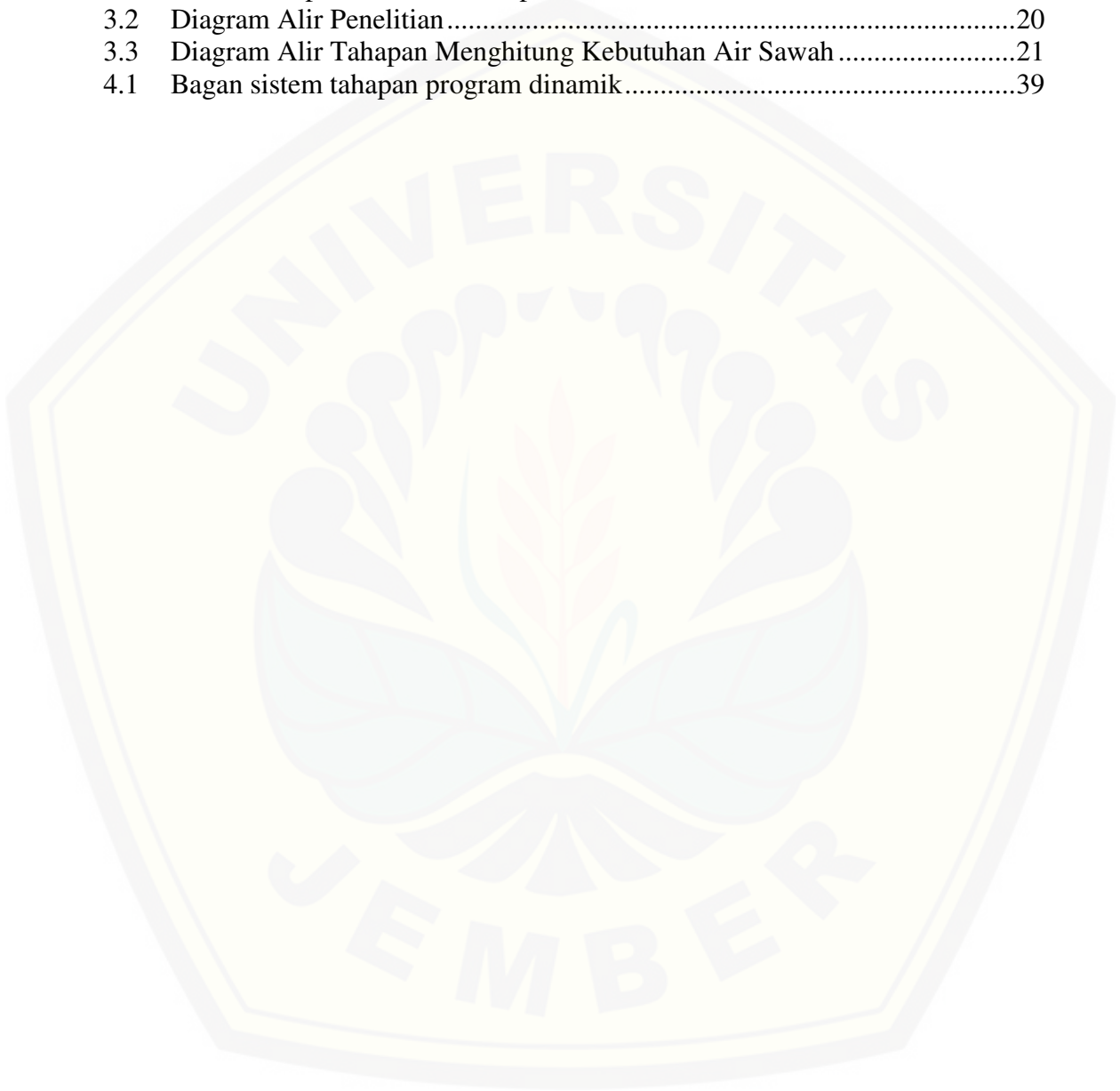
BAB 3 METODE PENELITIAN	15
3.1 Lokasi Penelitian	15
3.2 Studi Kepustakaan	16
3.3 Pekerjaan Persiapan	16
3.4 Pengumpulan Data	16
3.5 Langkah-langkah Pengolahan Data	17
3.6 Tahapan Perhitungan Program Dinamik	18
3.7 Diagram Alir Tahapan	19
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	22
4.1 Analisa Curah Hujan	22
4.1.1 Uji Konsistensi Data Curah Hujan	22
4.1.2 Curah Hujan Andalan dan Curah Hujan Efektif	23
4.2 Evapotranspirasi Potensial	25
4.3 Kebutuhan Air Tanaman	27
4.3.1 Koefisien Tanaman	28
4.3.2 Perkolasi	28
4.3.3 Kebutuhan Air untuk Penyiapan Lahan	29
4.3.4 Kebutuhan Air untuk Penggunaan Konsumtif	30
4.3.5 Penggantian Lapisan Air	30
4.3.6 Kebutuhan Air Bersih di Sawah	31
4.4 Efisiensi Irigasi	31
4.5 Kebutuhan Air Irigasi	32
4.6 Debit yang Tersedia di Bendungan Sampean Baru	32
4.7 Neraca Air	34
4.8 Volume Air Irigasi	34
4.8.1 Volume Air yang Dibutuhkan	34
4.8.2 Volume Air yang Tersedia	35
4.9 Luas Lahan yang Ditanami	35
4.10 Analisa Optimasi	36
4.11 Analisa Manfaat	37
4.12 Keuntungan sebagai Fungsi Debit	37
4.13 Optimasi dengan Program Dinamik	38
4.9.1 Optimasi dengan Program Dinamik	38
4.9.2 Optimasi Alokasi Air	38
4.9.3 Hasil Optimasi	41
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	42
5.1 Kesimpulan	42
5.2 Saran	44
DAFTAR PUSTAKA	45
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Penentuan Pola Tata Tanam Berdasarkan Ketersediaan Air Irigasi.....	8
2.2 Koefisien Tanaman.....	9
2.3 Laju Perkolasi Berdasarkan jenis Tanah.....	9
4.1 Nama Stasiun Hujan yang Diuji.....	22
4.2 Nilai rerata koefisien determinasi pada 9 stasiun hujan.....	23
4.3 Hasil Perhitungan Curah Hujan Andalan.....	24
4.4 Koefisien Tanaman.....	28
4.5 Perhitungan debit andalan dengan rumus Weibull.....	33
4.6 Manfaat bersih tanaman per hektar.....	37

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
3.1 Lokasi Sampean Baru di Kabupaten Bondowoso	15
3.2 Diagram Alir Penelitian	20
3.3 Diagram Alir Tahapan Menghitung Kebutuhan Air Sawah	21
4.1 Bagan sistem tahapan program dinamik	39



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A.1	Kumulatif rerata curah hujan sta 1 terhadap 9 sta 48
A.2	Kumulatif rerata curah hujan sta 2 terhadap 9 sta 48
A.3	Kumulatif rerata curah hujan sta 3 terhadap 9 sta 49
A.4	Kumulatif rerata curah hujan sta 4 terhadap 9 sta 49
A.5	Kumulatif rerata curah hujan sta 5 terhadap 9 sta 50
A.6	Kumulatif rerata curah hujan sta 6 terhadap 9 sta 50
A.7	Kumulatif rerata curah hujan sta 7 terhadap 9 sta 51
A.8	Kumulatif rerata curah hujan sta 8 terhadap 9 sta 51
A.9	Kumulatif rerata curah hujan sta 9 terhadap 9 sta 52
A.10	Tabel perhitungan curah hujan efektif..... 52
B	Perhitungan Evapotranspirasi..... 53
C	Perhitungan Penyiapan Lahan 53
D.1	Perhitungan kebutuhan air tahun cukup 54
D.2	Perhitungan kebutuhan air tahun normal 54
D.3	Perhitungan kebutuhan air tahun rendah 55
D.4	Perhitungan kebutuhan air tahun kering..... 55
E.1	Debit Intake 56
E.2	Debit Andalan 57
F.1	Neraca Air untuk Tahun Cukup 58
F.2	Neraca Air untuk Tahun Normal..... 59
F.3	Neraca Air untuk Tahun Rendah..... 60
F.4	Neraca Air untuk Tahun Kering 61
F.5	Grafik Neraca Air untuk Tahun Cukup..... 62
F.6	Grafik Neraca Air untuk Tahun Normal 62
F.7	Grafik Neraca Air untuk Tahun Rendah 63
F.8	Grafik Neraca Air untuk Tahun Kering 63
G.1	Volume Air yang Tersedia Tahun Cukup 64
G.2	Volume Air yang Tersedia Tahun Normal..... 65
G.3	Volume Air yang Tersedia Tahun Rendah..... 66
G.4	Volume Air yang Tersedia Tahun Kering..... 67
H	Volume Air yang Dibutuhkan 68
I.1	Luas Lahan yang Ditanami Tahun Cukup..... 69
I.2	Luas Lahan yang Ditanami Tahun Normal 69
I.3	Luas Lahan yang Ditanami Tahun Rendah 69
I.4	Luas Lahan yang Ditanami Tahun Kering..... 69
J.1	Biaya Produksi Padi MK 2..... 70
J.2	Biaya Produksi Palawija MK 2 71
J.3	Manfaat Bersih Tanaman per hektar Periode Tanam MK 2 71
K.1	Keuntungan Sebagai Fungsi Debit Tahun Cukup 72
K.2	Keuntungan Sebagai Fungsi Debit Tahun Normal..... 72

K.3	Keuntungan Sebagai Fungsi Debit Tahun Rendah.....	72
K.4	Keuntungan Sebagai Fungsi Debit Tahun Kering.....	72
L.1	Hasil Coba-coba per Bangunan Bagi Tahun Cukup.....	73
L.2	Hasil Coba-coba per Bangunan Bagi Tahun Normal	73
L.3	Hasil Coba-coba per Bangunan Bagi Tahun Rendah	73
L.4	Hasil Coba-coba per Bangunan Bagi Tahun Kering	73
M.1	Rekap Optimasi Tahun Cukup	74
M.2	Rekap Optimasi Tahun Normal.....	74
M.3	Rekap Optimasi Tahun Rendah.....	74
M.4	Rekap Optimasi Tahun Kering.....	74
N.1	Hasil Optimasi tahun Cukup	75
N.2	Hasil Optimasi tahun Normal.....	75
N.3	Hasil Optimasi tahun Rendah.....	76
N.4	Hasil Optimasi tahun Kering.....	76

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penduduk Indonesia pada umumnya bekerja dalam sektor pertanian, sehingga ketersediaan air menjadi penting sebagai bagian dari proses pertumbuhan tanaman yang disebut kebutuhan air tanaman. Kebutuhan air tanaman dipengaruhi karena pengolahan tanah, pengaturan pola tanam, curah hujan, pemberian air, dan saluran bangunan yang ada. Kebutuhan air bisa mengalami peningkatan, namun dalam kenyataannya ketersediaan air tergantung dari faktor alam. Begitu juga yang terjadi pada Bendungan Sampean Baru.

Bendungan Sampean Baru terletak di Kabupaten Bondowoso dan Kabupaten Situbondo dengan luasan baku sawah 8160 Ha. Pada daerah irigasi Bendungan Sampean Baru terdapat bangunan bagi yang berfungsi membagi air dari saluran kedua buah saluran lebih kecil, dan bangunan sadap yang berfungsi untuk mengambil air dari saluran. Pada daerah irigasi Bendungan Sampean Baru mempunyai permasalahan yaitu saat musim kemarau ketersediaan air di intake bendungan menurun, namun kebutuhan air di sawah meningkat. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian dengan perhitungan optimasi agar ketersediaan air di intake Bendungan Sampean Baru lebih efisien.

Menurut Subagyo, P. dkk (1983) metode perhitungan optimasi ada beberapa cara, yaitu Optimasi Pendarap Lagrange, Program Linier, Program Kuadratik, Program Geometrik, dan Program Dinamik. Pada lokasi penelitian ini, yaitu pada saluran irigasi Bendungan Sampean Baru, perhitungan optimasi yang sesuai adalah dengan menggunakan metode program dinamik karena sesuai dengan kriteria pada saluran irigasi yang terdiri dari beberapa bangunan yang berurutan dan saling tergantung antara satu bangunan dengan bangunan yang lain sepanjang saluran pada jaringan irigasi.

Dalam melakukan penelitian pada skripsi ini ada beberapa penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya menggunakan program dinamik untuk penyelesaian diantaranya adalah Riani (2015) menggunakan program dinamik, dengan pengambilan keputusan yang terpisah menjadi suatu sub masalah (*multistage*) berurutan dan saling berhubungan yang memungkinkan untuk mendapatkan hasil yang lebih efisien.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka perlu dilakukan penelitian yang berjudul Optimasi Saluran Sekunder Bendungan Sampean Baru Kabupaten Bondowoso menggunakan program dinamik.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang dan dengan adanya permasalahan yang terjadi pada Bendungan Sampean Baru, maka rumusan masalah yang ingin diselesaikan adalah:

1. Berapa besar kebutuhan air irigasi masing-masing untuk jenis tanaman yang akan direncanakan?
2. Bagaimana pola tata tanam optimum untuk daerah irigasi Bendungan Sampean Baru?
3. Berapa besar luas tanam yang optimum dan keuntungan yang diperoleh (Rp) hasil produksi dari pola tata tanam menggunakan program dinamik?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang akan diperoleh dengan dilakukannya penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui kebutuhan air irigasi masing-masing untuk jenis tanaman yang direncanakan.
2. Untuk memperoleh pola tata tanam optimum di daerah irigasi Bendungan Sampean Baru.
3. Untuk luas tanam optimum dan keuntungan (Rp) dari hasil produksi pola tata tanam menggunakan program dinamik.

1.4 Batasan Masalah

Untuk membatasi permasalahan yang terlalu luas maka diperlukan batasan permasalahan sebagai berikut:

1. Debit yang dipakai mulai tahun 2008 – 2017.
2. Awal penanaman yang digunakan untuk tiap jenis tanaman sesuai dengan Jadwal Rencana Tata Tanam Global (RTTG) pada daerah irigasi.
3. Menggunakan model program dinamik dengan pendekatan debit dengan Grid $0,001 \text{ m}^3/\text{s}$.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Memberikan gambaran pembagian air untuk masing-masing jenis tanaman pada masing-masing periode dengan penerapan program dinamik kepada instansi pemerintah terkait.
2. Menambah pengetahuan bagi masyarakat tentang pola tata tanam yang optimal untuk daerah irigasi Bendungan Sampean Baru.
3. Untuk mengetahui luas lahan optimal dan meningkatkan hasil produksi pertanian, sehingga menambah pemasukan masyarakat di sekitar daerah irigasi baru wilayah pelayanan Bangorejo Kabupaten Banyuwangi.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Curah Hujan

Curah hujan adalah besar air selama periode tertentu yang jatuh di permukaan tanah yang diukur dengan satuan tinggi milimeter di atas permukaan horizontal. Curah hujan 1 milimeter, artinya pada luasan 1 meter persegi pada wadah yang datar tertampung air setinggi 1 millimeter atau tertampung air setinggi 1 liter (Arifin, 2010).

2.1.1 Curah Hujan Andalan

Dalam studi ini, probabilitas keandalan curah hujan disesuaikan dengan probabilitas keandalan debit sehingga dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$R_x = \frac{n/100}{100-X} + 1 \dots\dots\dots(2.1)$$

- Keterangan :
- R_x = Curah hujan keandalan tertentu (mm)
 - n = Periode lamanya pengamatan curah hujan (tahun)
 - X = Tingkat keandalan yang dikehendaki (%)

Langkah-langkah menghitung curah hujan andalan sebagai berikut:

- a. Curah hujan tahunan periode n tahun diurutkan dari kecil ke besar.
- b. Dengan persamaan diatas didapatkan urutan curah hujan yang akan diambil sebagai curah hujan andalan.
- c. Curah hujan andalan yang diperoleh merupakan tahun dasar perencanaan.

Probabilitas keandalan yang digunakan dalam perhitungan curah hujan andalan untuk studi ini (Sosrodarsono, 1976) adalah sebagai berikut:

- a. Debit air musim kering: debit yang dilalui oleh debit-debit sebanyak 355 hari dalam setahun. Probabilitas keandalan = $355/365 = 97,26\% = 97\%$
- b. Debit air musim rendah: debit yang dilalui oleh debit-debit sebanyak 275 hari dalam setahun. Probabilitas keandalan = $275/365 = 97,26\% = 75\%$
- c. Debit air musim normal: debit yang dilalui oleh debit-debit sebanyak 185 hari dalam setahun. Probabilitas keandalan = $185/365 = 50,68\% = 51\%$

- d. Debit air musim cukup (affluent): debit yang dilalui oleh debit-debit sebanyak 95 hari dalam setahun. Probabilitas keandalan = $95/365 = 26,03\% = 26\%$

2.1.2 Curah Hujan Efektif

Curah hujan efektif adalah jumlah hujan yang jatuh selama periode pertumbuhan tanaman dan hujan yang berguna untuk memenuhi kebutuhan air tanaman. Jumlah curah hujan efektif pada daerah tanaman tergantung pada intensitas hujan, topografi lahan, sistem pengolahan tanah serta tingkat pertumbuhan tanaman (Oldeman dan Syarifuddin, 1977 dalam Sari, N, Y, 2004) sebagai tahun dasar perencanaan. Dalam studi ini, probabilitas keandalan curah hujan disesuaikan dengan probabilitas keandalan debit sehingga dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$Re = c (0.82X - 30) \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan: Re = Curah hujan efektif (mm/hari)
 c = Konstanta tanaman
 X = Curah hujan rata-rata (mm/bulan)

2.2 Debit Andalan

Debit andalan (dependable flow) adalah debit minimum sungai untuk kemungkinan tercukupi yang sudah ditentukan yang dapat dipakai untuk irigasi. Kemungkinan terpenuhi ditetapkan 80% (kemungkinan bahwa debit sungai lebih rendah dari debit andalan adalah 20%). Debit andalan ditentukan untuk periode tengah – pertengahan bulan. Debit minimum sungai dianalisa atas dasar data debit harian sungai (KP-01, 2013).

Ada beberapa cara dalam menentukan debit andalan, salah satunya metode tahun dasar (*basic year*). Metode ini menentukan suatu tahun tertentu untuk dasar perencanaan. Perhitungan debit andalan menggunakan metode ini yaitu mengambil suatu pola debit pada tahun tertentu. Peluang terjadinya dihitung dengan persamaan Weibull (Subarkah, 1980).

$$P = \frac{m}{n+1} \times 100\% \dots\dots\dots(2.3)$$

Keterangan : P = Probabilitas (%)
m = Nomor urut data debit
n = Banyaknya data debit

Tahun dasar yang akan digunakan adalah tahun yang mempunyai keandalan debit 80% (Q_{80}), artinya resiko yang akan dihadapi yaitu debit lebih kecil dari keandalan sebesar 20% banyaknya pengamatan (Soemarto, 1986).

Metode perhitungan debit andalan sebagai berikut:

- a. Menghitung jumlah debit dalam satu tahun untuk tiap tahun pada data yang diketahui.
- b. Meranking data yang didapat mulai dari yang terbesar hingga terkecil.
- c. Menghitung probabilitas masing-masing data menggunakan persamaan Weibull.

2.3 Analisa Klimatologi

Hidrologi suatu wilayah bergantung pada iklim, topografi dan geologinya. Faktor iklim yang penting adalah suhu, kelembaban udara, kecepatan angin dan radiasi matahari, dimana faktor-faktor tersebut mempengaruhi langsung evaporasi dan transpirasi.

2.3.1 Temperatur

Suhu udara diperlukan untuk evapotranspirasi terus berjalan. Jika suhu udara dan tanah memungkinkan maka evapotranspirasi berjalan dengan baik, begitu juga sebaliknya (Soemarto, 1995). Kemampuan suhu udara untuk menyerap uap air meningkat dengan naiknya suhu, maka suhu mempunyai dua pengaruh terhadap tingginya penguapan yang terjadi, sedangkan suhu tanah dan suhu air hanya memiliki pengaruh tunggal.

2.3.2 Kelembaban Relatif

Salah satu faktor yang mempengaruhi proses evapotranspirasi adalah kelembaban udara. Jika kelembaban naik, maka kemampuan suhu udara untuk dapat menyerap air akan berkurang sehingga kecepatan evaporasi menurun (Soemarto, 1995).

Pergantian lapisan tiap batas udara yang sudah jenuh oleh udara dengan kelembaban yang sama tidak dapat mempertahankan kecepatan penguapan itu, kejadian ini hanya terjadi jika udara yang datang akan lebih sering daripada yang pergi.

2.3.3 Kecepatan Angin

Apabila air menguap ke atmosfer maka batas lapisan antara permukaan tanah dan udara menjadi jenuh dari uap air sehingga penguapan berhenti. Agar proses tersebut dapat terus berjalan, lapisan jenuh harus berganti dengan udara kering. Suatu pergantian itu hanya akan terjadi dengan adanya angin yang dapat menggeser partikel uap air tersebut. Jadi, kecepatan angin mempunyai peranan penting pada proses evaporasi (Soemarto, 1995)

2.3.4 Radiasi Matahari

Evaporasi merupakan proses konversi air menjadi uap. Proses ini terus berjalan hampir tanpa henti pada siang hari dan sesekali juga terjadi pada malam hari. Perubahan dari benda cair menjadi benda gas memerlukan energi berupa panas untuk evaporasi. Proses tersebut akan menjadi aktif ketika terjadi penyinaran matahari secara langsung. Awan merupakan penghalang terjadinya radiasi matahari dan menghambat terjadinya proses evaporasi (Soemarto, 1995)

2.3.5 Evapotranspirasi

Evapotranspirasi adalah proses terjadinya perpindahan air dari dalam tanah yang naik ke udara melalui tanaman. Ketika evaporasi dan transpirasi terjadi secara bersamaan maka disebut evapotranspirasi (Sosrodarsono, S. 1987). Evapotranspirasi dapat dihitung melalui rumus perhitungan teoritis-empiris dengan mempertimbangkan faktor cuaca seperti sinar matahari, angin, kelembaban relatif dan suhu.

Evapotranspirasi tanaman adalah kebutuhan air tanaman yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman, yang merupakan hasil kali dengan koefisien tanaman, berikut adalah rumus dari evapotranspirasi tanaman:

$$ET_c = k_c \times E_{to} \dots \dots \dots (2.4)$$

- Keterangan : E_{Tc} = Evapotranspirasi tanaman (mm/hari)
 kc = Koefisien tanaman
 E_{to} = Acuan evapotranspirasi tanaman (mm/hari)

Berdasarkan SPI KP – 01 (1986, 78) dengan data-data iklim tersebut dapat menggunakan metode Penman untuk mendapatkan nilai evapotranspirasi tanaman acuan (E_{to}), dengan rumus:

$$E_{To} = c \times E_{to} * \dots\dots\dots(2.5)$$

- Keterangan : c = Angka koreksi Penman
 E_{to} * = Evapotranspirasi tanaman (mm/hari)

2.4 Analisa Kebutuhan Air untuk Irigasi

2.4.1 Pola Tata Tanam

Pola tata tanam adalah jadwal rencana penanaman pada waktu tertentu, penetapan pola tata tanam yang baik dibutuhkan untuk meningkatkan hasil produksi pertanian. Pola tata tanam yang ditetapkan pada suatu tempat berbeda dengan tempat yang lain, hal ini dikarenakan perbedaan karakteristik yang terjadi.

Untuk memenuhi kebutuhan air pada tanaman, perlu mempertimbangkan penentuan pola tata tanam. Pada tabel 2.1, ditentukan jenis dan jumlah air yang tersedia yang dihubungkan dengan pola tata tanam.

Tabel 2.1 Penentuan Pola Tata Tanam Berdasarkan Ketersediaan Air untuk Irigasi

Ketersediaan Air	Pola Tanam
Jaringan Irigasi	Satu Tahun
Ketersediaan air banyak	Padi – padi – palawija
Ketersediaan air cukup	Padi – palawija – palawija
Ketersediaan air kurang	Padi – palawija – bera

Sumber: Direktorat Jenderal Pengairan, 1986

2.4.2 Koefisien Tanaman

Koefisien tanaman dibutuhkan untuk perhitungan evapotranspirasi potensial (ET_o) yang digunakan dalam rumus Penman. Koefisien yang digunakan harus berdasarkan pada kejadian yang terus menerus dialami pada daerah studi (SPI KP – 01, 1986).

Tabel 2.2 Koefisien Tanaman

Padi (Varietas Unggul)		Palawaija (Jagung)	
Umur (hari)	K	Umur (hari)	K
10	20	30	40
50	60	70	80
90	1.1	1.1	1.1
1.05	1.05	1.05	0.95
0.95	0	10	20
30	40	50	60
70	80	90	0.5
0.65	0.75	1.00	1.00
1.00	0.82	0.72	0.45

Sumber: SPI KP-01, 1986

2.4.3 Perkolasi

Perkolasi merupakan pergerakan air dari bawah zona tidak jenuh menuju ke dalam zona jenuh (Soermarto, 1986).

Laju perkolasi bergantung pada sifat tanah. Data mengenai perkolasi diperoleh dari penelitian kemampuan tanah. Laju perkolasi normal pada tanah lempung setelah melakukan penggenangan diperoleh antara 1-3 mm/hr (SPI KP – 01, 1986).

Tabel 2.3 Laju Perkolasi Berdasarkan Jenis Tanah

No	Jenis Tanah	Perkolasi (mm/hr)
1	Lempung Berpasir	3 – 6
2	Lempung	2 – 3
3	Liat Lempung	1 – 2

Sumber : Wirosedarmo , 1985

2.4.4 Kebutuhan untuk Penyiapan Lahan

Kebutuhan air untuk penyiapan lahan biasanya ditentukan dari kebutuhan air irigasi maksimum. Faktor-faktor yang berpengaruh dalam menentukan besar kebutuhan air untuk penyiapan lahan adalah:

- a. Waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan penyiapan lahan
- b. Besar air yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan penyiapan lahan.

Untuk tekstur tanah berat tanpa retak-retak kebutuhan air untuk penyiapan lahan diambil sebesar 200 mm, hal ini termasuk air penjenuhan dan pengolahan lahan. Pada permulaan transplantasi tidak akan ada lapisan air yang akan tersisa. Setelah transplantasi selesai, lapisan air di sawah akan bertambah 50 mm. Secara menyeluruh lapisan air yang diperlukan menjadi 250 mm untuk pekerjaan penyiapan lahan dan untuk lapisan air awal setelah transplantasi selesai. Untuk tanah ringan dengan kecepatan perkolasi yang lebih tinggi, harga kebutuhan air untuk pengolahan lahan bisa dapat diambil lebih besar lagi.

2.4.5 Penggantian Lapisan Air

Pergantian lapisan air dilakukan guna mencukupi kebutuhan air yang terputus karena kegiatan di sawah (Dirjen Pengairan, 1986) dengan ketentuan sebagai berikut:

- a. WLR diperlukan saat melakukan kegiatan pemupukan, yaitu 1-2 bulan dari transplanting.
- b. WLR = 50 mm (dibutuhkan penggantian lapisan air, diasumsikan 50 mm).
- c. Periode WLR = 1,5 bulan (selama 1,5 bulan air dibutuhkan untuk WLR sebesar 50 mm).

2.5 Optimasi

Air adalah kebutuhan pokok untuk makhluk hidup di bumi. Seiring meningkatnya keadaan sosial ekonomi masyarakat, maka kebutuhan air semakin beraneka ragam jenisnya, jumlahnya juga semakin meningkat, selain tuntutan keberadaannya pada waktu dan tempat yang berbeda pula. Maka dari itu perlu adanya pembagian air demi tercapainya tujuan tersebut, maka diperlukan suatu model sehingga bisa dilakukan perhitungan optimasi.

Model perhitungan optimasi adalah penyusunan suatu sistem yang disesuaikan dengan kondisi lapangan, yang selanjutnya dapat dikonversi secara matematis dengan memisahkan elemen pokok agar dapat menyelesaikan suatu permasalahan sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai.

Optimasi penggunaan air irigasi bertujuan untuk mengatur debit air di daerah irigasi sehingga pada waktu tertentu dapat dimanfaatkan dengan sebesar-besarnya. Manfaat yang diperoleh berupa hasil produksi pertanian yang dihasilkan dengan ketersediaan air irigasi tersebut. Mengatur debit air bertujuan untuk membagi debit air yang sudah tersedia guna dibagikan kepada tiap daerah yang membutuhkan pengairan. Macam-macam teknik optimasi adalah sebagai berikut:

a. *Langrange Multipliers* (Pendarap Langrange)

Pendarap Langrange adalah penyelesaian optimasi yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan model persamaan majemuk.

b. *Linier Programming* (Programasi Linier)

Programasi Linier adalah penyelesaian optimasi yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan model persamaan linier.

c. *Quadratic Programming* (Programasi Kuadratik)

Programasi Kuadratik adalah penyelesaian optimasi yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan model persamaan linier dan non linier.

d. *Geometric Programming* (Programasi Geometrik)

Programasi Geometrik adalah penyelesaian optimasi yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan model persamaan geometri.

e. *Dynamic Programming* (Programasi Dinamik)

Programasi Dinamik adalah penyelesaian optimasi yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan model persamaan yang terdiri dari banyak tahap.

2.6 Program Dinamik

Program dinamik merupakan suatu kumpulan teknik programisasi model matematis yang digunakan untuk pengambilan keputusan yang terdiri dari berbagai tahap. Suatu pengambilan keputusan yang terdiri dari berbagai masalah akan dipisah menjadi suatu submasalah yang berurutan dan saling terhubung. Programisasi dinamik pertama kali dikembangkan oleh Richard E. Bellman pada tahun 1957 (Subagyo, 1984).

Tujuan akhir dari program dinamik adalah untuk memudahkan penyelesaian permasalahan optimasi yang memiliki karakteristik tertentu. Ide dasar program dinamik adalah untuk membagi permasalahan menjadi bagian yang lebih kecil sehingga dapat mempermudah penyelesaiannya. Akan tetapi, berbeda dari program linier, dalam persamaan program dinamik tidak menggunakan formulasi matematis yang tetap. Maka dari itu, persamaan terpilih memerlukan pengembangan agar dapat memenuhi kondisi lapangan yang akan. Oleh sebab itu, permasalahan satu dengan permasalahan yang lain memiliki struktur penyelesaian permasalahan yang berbeda.

2.6.1 Konsep Dasar Program Dinamik

Program dinamik yang digunakan dalam studi ini adalah program dinamik stokastik. Program dinamik stokastik merupakan program dinamik dengan suatu distribusi probabilitas untuk ketetapan tahap dalam keputusan yang berurutan (Subagyo, 1984). Program dinamik stokastik menangani situasi dimana sebagian atau semua parameter-parameter dari problem dinyatakan dalam bentuk variabel-variabel acak. Situasi demikian kelihatannya memang merupakan realitas dimana-mana, termasuk juga di dalam sistem keairan (*hydrosystem*), dimana adalah sulit untuk menentukan nilai-nilai dari parameter-parameter secara eksak.

Cara analisa sensitivitas memang dapat digunakan untuk mempelajari efek dari perubahan-perubahan nilai-nilai dari parameter-parameter problem pada solusi optimal. Analisa pada studi ini memakai program dinamik karena beberapa alasan sebagai berikut:

- a. Pada permasalahan program dinamik tidak ada formulasi matematis yang tetap sehingga persamaan-persamaan yang terpilih untuk digunakan disesuaikan dengan masing-masing situasi yang dihadapi.
- b. Optimasi yang dilakukan adalah pada setiap bangunan bagi, sadap, dan bagi sadap dimana di setiap bangunan itu lahannya ditanami tanaman yang tidak sejenis sehingga variabelnya bersifat acak.

2.6.2 Elemen-elemen Model Program Dinamik

Elemen-elemen model program dinamik adalah sebagai berikut:

- a. Tahap/*Stage* (n)

Merupakan bagian dari problem dimana keputusan (decision) diambil. Jika suatu problem dapat dipecah menjadi N subproblem, maka ada N tahap dalam formulasi DP tersebut. Tahapan pada multistage problem yang dimaksudkan dalam studi ini adalah tahapan tempat yaitu antara bangunan bagi, sadap, dan bagi sadap yang satu dengan yang lain pada daerah irigasi Sampean Baru.

- b. Variabel Keputusan/*Decision Variable* (dn)

Merupakan besaran dari keputusan (decision) yang diambil pada setiap tahap. Variabel keputusan dalam studi ini adalah besarnya debit yang dialokasikan pada tiap bangunan irigasi serta keuntungan bersih yang diperoleh. Keputusan yang akan diambil setiap tahap kemudian dikoneksikan dari keputusan yang bersangkutan ke keputusan berikutnya, sehingga didapat optimum secara keseluruhan.

- c. Variabel Status/*State Variable* (Sn)

Merupakan variabel yang mewakili/menjelaskan status (state) dari sistem yang berhubungan dengan tahap ke- n . Fungsi dari variabel status adalah untuk menghubungkan tahap-tahap secara berurutan sedemikian sehingga, apabila setiap tahap dioptimasi secara terpisah, maka keputusan yang dihasilkan adalah layak (feasible) untuk seluruh problem. Lebih lanjut, keputusan-keputusan optimal

dapat diambil untuk tahap tersisa tanpa harus melakukan cek pada akibat dari keputusan berikutnya terhadap keputusan yang telah diambil terdahulu. Untuk tahap ke- n , variabel status di belakangnya (S_n) disebut sebagai variabel status input, sedangkan variabel status di depannya (S_{n+1}) disebut sebagai variabel status output. Akibat Tahap/Stage Return (r_n) merupakan ukuran skalar dari hasil keputusan yang diambil pada setiap tahap.

d. Akibat Tahap (*stage return*)

Merupakan fungsi dari variabel-variabel S_n (status input), S_{n+1} (state output), dan d_n (keputusan), sehingga dapat dinyatakan sebagai fungsi berikut:

$$r_n = r(S_n, S_{n+1}, d_n) \dots \dots \dots (2.5)$$

e. Transformasi Tahap/Stage

Transformation atau Transisi Status/State Transition merupakan suatu transformasi nilai tunggal yang menyatakan hubungan antara variabel-variabel S_n (status input), S_{n+1} (status output), dan d_n (keputusan).

f. Stage Transformation

Stage Transformation adalah perubahan air tersedia sampai air yang terdistribusikan pada tiap bangunan irigasi Sampean Baru.

2.6.3 Prosedur Perhitungan

Penyelesaian perhitungan programisasi dinamik didasarkan dari prinsip optimasi *recursive* yang menjadi prinsip optimalisasi. Prinsip ini dapat diartikan jika dibuat model keputusan *multistage* mulai dari tahap tertentu, kebijakan yang optimal dari tahap selanjutnya bergantung dari ketetapan tahap awal tanpa memperhatikan bagaimana didapatkan ketetapan tersebut (Subagyo, 1984).

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian adalah lahan pertanian dengan luas 8160 Ha yang dialiri oleh saluran irigasi sekunder Bendungan Sampean Baru pada Kabupaten Bondowoso. Bendungan tersebut dibangun di hulu sungai Sampean yang mengalir dari Kabupaten Bondowoso menuju ke hilir Situbondo. Bendungan Sampean Baru membentang 81,5 m dan mulai beroperasi pada tahun 1982. Bendungan Sampean Baru terletak pada koordinat $7^{\circ}48'$ - $7^{\circ}58'$ LS dan $114^{\circ}40'$ - $114^{\circ}48'$ BT, sedangkan batas-batas wilayah lokasi studi disajikan pada Gambar 3.1 berikut:

- 1) Bagian Utara berbatasan dengan Kabupaten Situbondo
- 2) Bagian Timur berbatasan dengan Kabupaten Situbondo dan Kabupaten Banyuwangi
- 3) Bagian Selatan berbatasan Kabupaten Jember
- 4) Bagian Barat berbatasan dengan Kabupaten Situbondo dan Kabupaten Probolinggo



Gambar 3.1 Lokasi Sampean Baru di Kabupaten Bondowoso

(sumber : maps picture)

3.2 Studi Kepustakaan

Melaksanakan studi kepustakaan bertujuan untuk mendapatkan bahan acuan yang akan digunakan dalam penelitian tugas akhir ini. Studi kepustakaan berisi tentang informasi-informasi yang diperoleh dari buku-buku ilmiah, laporan penelitian, thesis atau disertasi, ketetapan-ketetapan, peraturan-peraturan baik tercetak maupun elektronik.

3.3 Pekerjaan Persiapan

Pekerjaan yang perlu disiapkan adalah: persiapan pengumpulan data-data sekunder, yaitu persiapan pembuatan surat-surat berperihal tentang permintaan data sekunder yang dibutuhkan dalam penelitian di Dinas Pengairan Kabupaten Bondowoso dan Dinas Pertanian Kabupaten Bondowoso.

3.4 Pengumpulan Data

Dalam studi ini diperlukan data yang akan diperoleh dari berbagai instansi terkait. Data sekunder adalah data yang didapatkan dari berbagai sumber yang dapat dipertanggung jawabkan kebenarannya. Berikut adalah data sekunder yang diperlukan:

a. Data Curah Hujan

Data curah hujan diperlukan untuk mengetahui curah hujan andalan dan curah hujan efektif yang akan digunakan untuk penentuan kebutuhan air tanaman di daerah irigasi tersebut. Data curah hujan yang akan digunakan adalah pada tahun 2008–2017. Data curah hujan diperoleh dari Dinas Pengairan Kabupaten Bondowoso.

b. Data Debit

Data debit diperlukan untuk mengetahui debit yang ada pada intake di daerah irigasi tersebut. Data debit yang digunakan tahun 2008–2017. Data debit diperoleh dari Dinas Pengairan Kabupaten Bondowoso.

c. Data Klimatologi

Data klimatologi yang digunakan adalah data temperatur, kecepatan angin, kelembaban udara, radiasi matahari dan evapotranspirasi. Data klimatologi yang digunakan tahun 2008–2017. Data klimatologi diperoleh dari Pusat Penelitian Kopi dan Kakao, Jenggawah, Jember.

d. Data Rencana Tata Tanam Global (RTTG)

Data RTTG meliputi gambaran luas area studi, pola tata tanam yang digunakan, dan jadwal tanam setiap musim selama satu tahun. Data RTTG diperoleh dari Dinas Pengairan Kabupaten Bondowoso.

e. Skema Jaringan

Data skema jaringan untuk mengetahui letak bangunan-bangunan bagi, sadap maupun bagi sadap, mengetahui debit yang dialirkan dan mengetahui luas petak sawah tersebut.

3.5 Langkah-langkah Pengolahan Data

Semua data sudah terkumpul tahap berikutnya adalah mengolah data. Langkah-langkah pengolahan data pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Mengolah data curah hujan
- b. Mengolah data debit
- c. Mengolah data klimatologi
- d. Menghitung besarnya kebutuhan air tanaman
- e. Menghitung kebutuhan air di sawah
- f. Menghitung kebutuhan air di intake
- g. Menghitung neraca air untuk melihat debit yang tersedia dapat mencukupi debit yang pada kebutuhan
- h. Optimasi pola tata tanam

Optimasi alokasi air pada petak tersier dilakukan dengan menggunakan program dinamik dengan fungsi tujuan memaksimalkan hasil produksi dengan kendala ketersediaan air, kebutuhan air irigasi dan luas lahan pertanian.

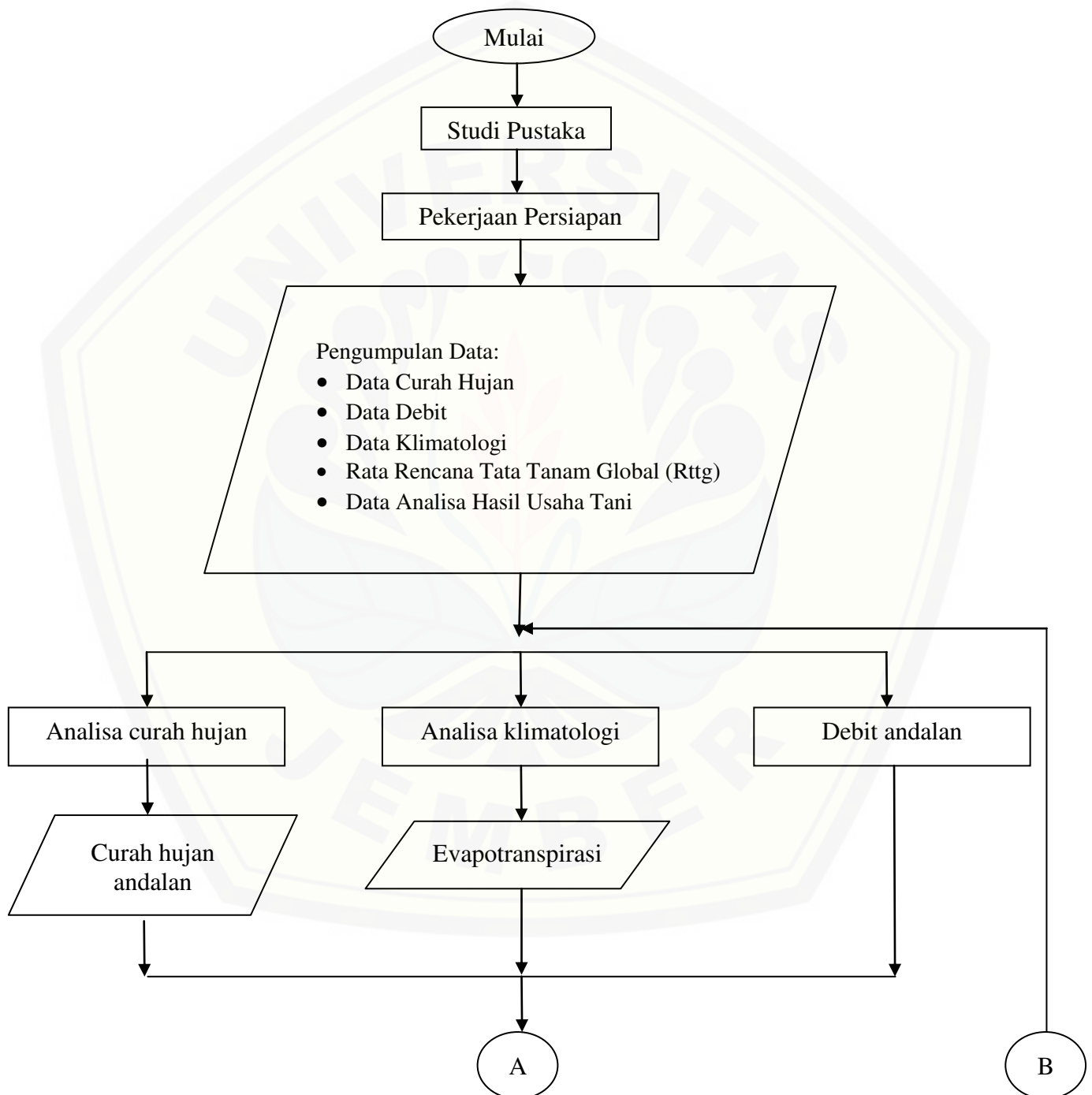
3.6 Tahapan Perhitungan Program Dinamik

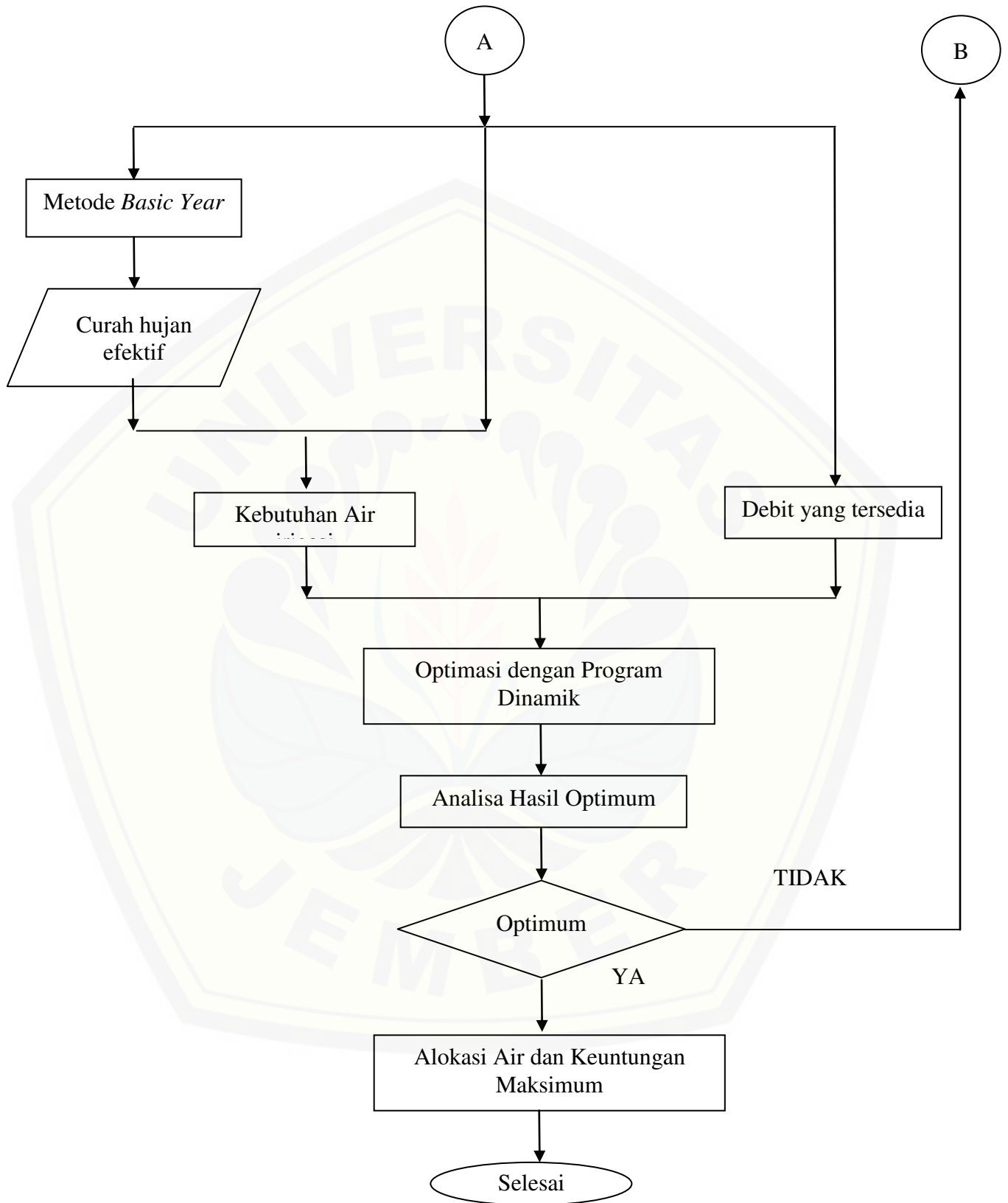
Prosedur penyelesaian untuk permasalahan optimasi penentuan alokasi air dengan menggunakan program dinamik pada daerah irigasi Sampean Baru dilakukan adalah sebagai berikut:

- a. Menghitung jumlah volume air yang dibutuhkan tiap bangunan bagi, sadap dan bagi sadap yang akan dilakukan penelitian.
- b. Menghitung jumlah volume air yang tersedia dari debit andalan yang secara terus menerus dialirkan.
- c. Volume air yang dibutuhkan dan volume air yang tersedia, dapat dihitung luas lahan yang teraliri oleh debit yang ada pada tiap waktu tanam dari masing-masing bangunan bagi, sadap dan bagi sadap.
- d. Menentukan keuntungan sebagai fungsi debit didapatkan dari keuntungan bersih dari debit yang akan dialirkan pada tiap bangunan bagi, sadap dan bagi sadap.
- e. Membuat tabel yang memuat unsur-unsur:
 1. Debit awal (tersedia) untuk dialokasikan
 2. Debit akhir (setelah debit tersedia dialokasikan)
 3. Besar debit yang dialokasikan untuk tahap tersebut (yaitu debit awal sampai debit akhir)
 4. Keuntungan dari besarnya debit yang dialokasikan untuk masing-masing tahap
 5. Didapatkan keuntungan maksimum dari masing-masing tahap
 6. Didapatkan variabel keputusan yaitu debit guna maksimum yang dialirkan pada tiap bangunan bagi, sadap dan bagi sadap
- f. Hasil dari tahap awal akan ditransformasikan menuju tahap berikutnya, demikian hingga akhir
- g. keuntungan maksimum pada tahap terakhir merupakan kebijakan total secara keseluruhan.

3.7 Diagram Alir Tahapan Penelitian

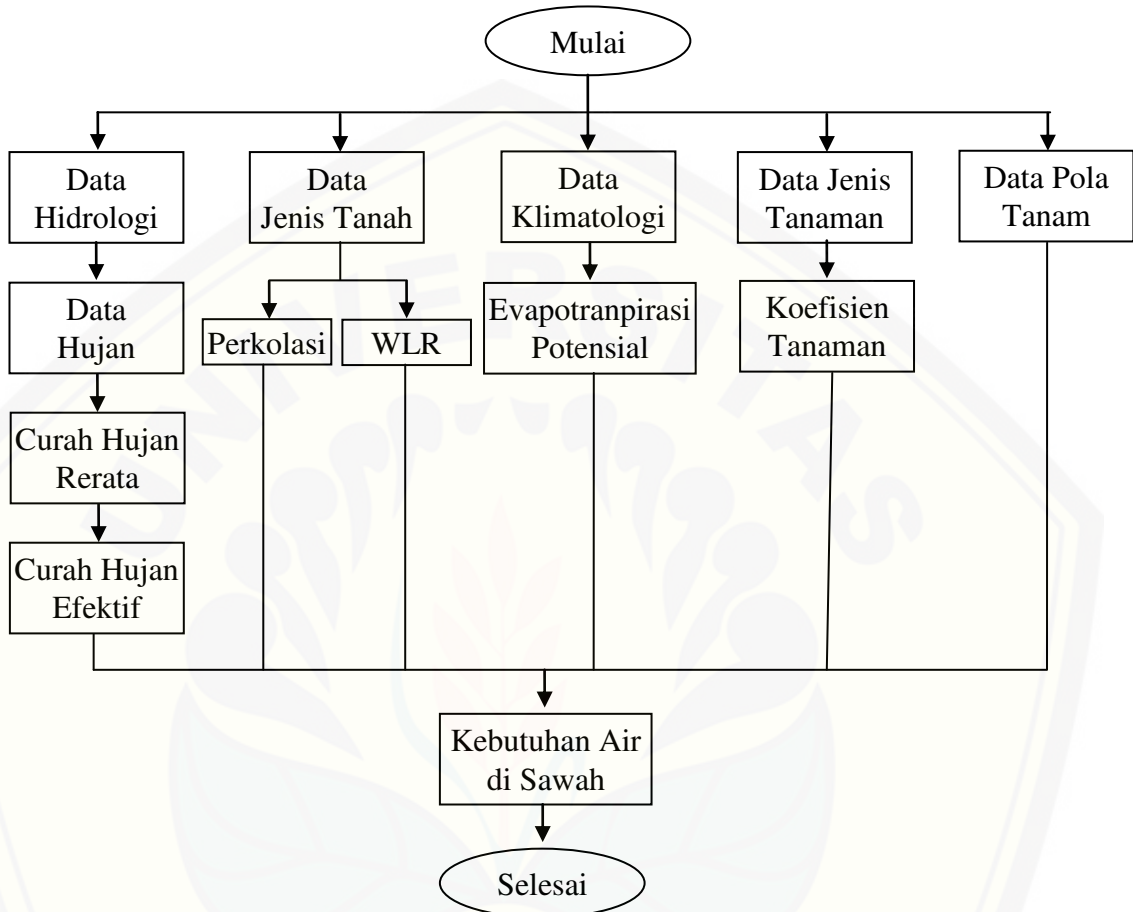
Berikut adalah diagram alir yang menjelaskan kegiatan studi yang dilakukan guna mengetahui penyelesaian optimasi. Selengkapnya dapat dilihat pada gambar 3.2.





Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian

Kemudian pada penghitungan kebutuhan air di sawah, diagram alir yang menjelaskan kegiatan studi yang dilakukan dapat dilihat pada gambar 3.3.



Gambar 3.3 Diagram Alir Tahapan Menghitung Kebutuhan Air Sawah

BAB.4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa Curah Hujan

Analisa data curah hujan meliputi pengujian konsistensi data curah hujan, perhitungan curah hujan andalan dan perhitungan curah hujan efektif. Pengolahan dan perhitungan data adalah sebagai berikut:

4.1.1 Uji Konsistensi Data Curah Hujan

Data curah hujan harus diuji konsistensinya terlebih dahulu sebelum digunakan dalam analisa. Tujuannya untuk mengetahui seberapa besar pengaruh curah hujan pada suatu stasiun hujan terhadap stasiun hujan lainnya. Uji konsistensi data curah hujan akan menggunakan metode kurva massa ganda (*double mass curve*). Data yang akan diuji adalah data curah hujan selama 10 tahun dari 2008 sampai tahun 2017 pada 9 stasiun hujan yang mewakili daerah irigasi Sampean Baru. Stasiun hujan yang akan dilakukan uji konsistensi seperti terlihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Nama Stasiun Hujan yang Diuji

No	Stasiun Hujan
1	Cerme
2	Ramban Wetan
3	Glendengan
4	Pringduri
5	Pandan
6	Suling Wetan
7	Sopet
8	Sumberejo
9	Lamongan

Sumber: Dinas Pengairan Kab. Bondowoso

Dari hasil pengujian konsistensi data curah hujan maka diperoleh rerata koefisien determinasi (R^2) dari seluruh stasiun hujan sebesar 99,28% (Lihat Tabel 4.2). Hal ini membuktikan bahwa uji konsistensi terhadap data curah hujan

tersebut saling mempengaruhi dan dianggap baik dikarenakan nilai koefisien determinasi 1 (satu) atau mendekati 100%. Untuk nilai uji konsistensi data curah hujan tiap Sta dan grafik dapat dilihat pada lampiran A.1-A.9.

Tabel 4.2 Nilai rerata koefisien determinasi pada 9 stasiun hujan

Nama	Stasiun	Nilai Determinasi (R^2)
Cerme	Sta. 1	0,999
Ramban Wetan	Sta. 2	0,999
Glendengan	Sta. 3	0,993
Pringduri	Sta. 4	0,995
Pandan	Sta. 5	0,994
Suling Wetan	Sta. 6	0,989
Sopet	Sta. 7	0,994
Sumberejo	Sta. 8	0,989
Lamongan	Sta. 9	0,993
Rerata		0,994

Sumber : Hasil Perhitungan

4.1.2 Perhitungan Curah Hujan Andalan dan Curah Hujan Efektif

Data curah hujan yang digunakan untuk analisa curah hujan pada daerah irigasi Sampean Baru diambil dari 9 stasiun hujan terdekat. Dari kesembilan stasiun hujan akan dihitung nilai curah hujan rerata suatu daerah. Perhitungan curah hujan rerata daerah dengan menggunakan rerata aljabar.

Dasar perhitungan yang digunakan untuk mendapatkan curah hujan andalan dan curah hujan efektif adalah dari perhitungan data curah hujan rata-rata 10 harian dari kesembilan stasiun selama 10 tahun (2008-2017). Perhitungan curah hujan efektif untuk tanaman padi dengan berdasarkan 70% dari curah hujan andalan dengan tingkat keandalan yang sudah ditentukan dan disesuaikan dengan probabilitas keandalan. Sedangkan perhitungan curah hujan efektif pada tanaman palawija dan tebu akan ditentukan berdasarkan evapotranspirasi potensial yang terjadi, curah hujan rata-rata dan ketersediaan air tanah yang siap digunakan (D) melalui pendekatan kedalaman perakaran.

Nilai faktor kedalaman air tanah yang dapat digunakan oleh tanaman palawija dan tebu adalah sebagai berikut:

$$D_{\text{palawija}} = 80 \text{ mm}$$

$$FD = 0,53 + 0,0116.D - 8,94.10^{-5}.D^2 + 2,32.10^{-7}.D^3$$

$$FD = 0,53 + 0,0116 \times 80 - 8,94.10^{-5} \times 80^2 + 2,32.10^{-7} \times 80^3$$

$$FD = 1,005$$

$$D_{\text{tebu}} = 90 \text{ mm}$$

$$FD = 0,53 + 0,0116.D - 8,94.10^{-5}.D^2 + 2,32.10^{-7}.D^3$$

$$FD = 0,53 + 0,0116 \times 90 - 8,94.10^{-5} \times 90^2 + 2,32.10^{-7} \times 90^3$$

$$FD = 1,019$$

Hasil dari perhitungan curah hujan andalan dan curah hujan efektif untuk tanaman padi, palawija dan tebu pada tahun kering, tahun rendah, tahun normal, dan tahun cukup bisa dilihat pada tabel 4.3 dan lampiran A10.

Tabel 4.3 Hasil Perhitungan Curah Hujan Andalan

No	Data Hujan (mm)		Rangking Data		Keterangan
	Tahun	R	Tahun	R	
1	2008	1948	2015	739	R97 (Kering)
2	2009	939	2014	834	
3	2010	1314	2009	939	
4	2011	940	2011	940	R75 (Rendah)
5	2012	944	2012	944	
6	2013	1919	2016	1053	R51 (Normal)
7	2014	834	2010	1314	
8	2015	739	2017	1474	R26 (Cukup)
9	2016	1053	2013	1919	
10	2017	1474	2008	1948	

Sumber : Hasil Perhitungan

Keterangan:

$$R(X) = (n/(100/(100-X))) + 1$$

n = jumlah data

X = tingkat keandalan yang diinginkan (97, 75, 51, 26)

$$R 97 = (10/33,333) + 1 = 1,33 \approx 1$$

$$R 75 = (10/4) + 1 = 3,5$$

$$R 51 = (10/2,041) + 1 = 5,88 \approx 6$$

$$R 26 = (10/1,351) + 1 = 8,4 \approx 8$$

4.2 Evapotranspirasi Potensial (Eto)

Proses perhitungan evapotranspirasi potensial menggunakan cara Penman Modifikasi. Data klimatologi yang digunakan adalah selama 10 tahun terakhir yaitu tahun 2008-2017. Langkah-langkah berikut merupakan contoh perhitungan dalam menentukan nilai evapotranspirasi potensial dengan Penman Modifikasi (pada bulan Januari):

1. Suhu rerata ($^{\circ}\text{C}$) = $26,90^{\circ}\text{C}$
2. Kecepatan angin (u) = $0,56\text{ m/s}$
3. Kelembaban relatif (RH) = $86,4\%$
4. Penyinaran matahari (n/N) = $49,57\%$
5. Nilai radiasi matahari yang telah mencapai atmosfer (R_a), pada lokasi studi $8^{\circ} 23'$, $R_a = 16,1\text{ mm/hari}$
6. Nilai tekan uap rerata nyata (e_a) untuk temperatur rerata $t = 26,90^{\circ}\text{C}$ diperoleh $35,41\text{ mbar}$
7. Tekanan uap jenuh rerata (e_d) = $e_a \cdot (\text{RH rerata} / 100)$
 $= 35,41 \cdot (86,40 / 100)$
 $= 30,61\text{ mbar}$
8. Nilai $t = 26,90^{\circ}\text{C}$ maka diperoleh nilai $w = 0,76$
9. Nilai $1-w$ dengan $t = 26,90^{\circ}\text{C}$ maka dengan interpolasi diperoleh nilai $1 - w = 0,24$
10. Dari lampiran diperoleh nilai $f(t)$, dengan $t = 26,90^{\circ}\text{C}$ maka nilai $f(t) = 16,07$
11. Radiasi gelombang pendek (R_s) = $(0,25 + 0,54 * n/N) * R_a$

$$\begin{aligned}
 &= (0,25 + 0,54 * 0,4957) * 16,10 \\
 &= 8,33 \text{ mm/hari} \\
 12. \text{ Nilai netto gelombang } R_{ns} &= (1-a)*R_s ; a=0,25 \\
 &= (1-0,25)*8,33 \\
 &= 6,25 \\
 13. \text{ Nilai } f(ed) &= 0,34 - 0,044 * ed^{0,5} \\
 &= 0,34 - 0,044 * 30,61^{0,5} \\
 &= 0,10 \text{ mbar} \\
 14. \text{ Nilai } f(n/N) &= 0,1 + 0,9(n/N / 100) \\
 &= 0,1 + 0,9 (49,57 / 100) \\
 &= 0,55 \\
 15. \text{ Fungsi angin } f(u) &= 0,27 (1 + u*0,864) \\
 &= 0,27 (1 + 0,56*0,864) \\
 &= 0,40 \text{ m/s} \\
 16. \text{ Nilai } R_{n1} &= f(t) * f(ed) * f(n/N) \\
 &= 16,07 * 0,10 * 0,55 \\
 &= 0,85 \text{ mm/hari} \\
 17. \text{ Nilai radius netto } (R_n) &= R_{ns} - R_{n1} \\
 &= 6,25 - 0,85 \\
 &= 5,40 \text{ mm/hari} \\
 18. \text{ Nilai } E_{to}^* &= w * (0,75 * R_n) + (1-w) * f(u) * (e_a - e_d) \\
 &= 0,76 * (0,75 * 5,40 + (0,24) * 0,40 * \\
 &\quad (35,41 - 30,61)) \\
 &= 4,56 \text{ mm/hari} \\
 19. \text{ Faktor koreksi dapat diperoleh dari table c untuk bulan Januari adalah } 1,1 \\
 20. \text{ Evapotranspirasi potensial } (E_{to}) &= c * E_{to}^* \\
 &= 1,1 * 4,56 \\
 &= 5,02 \text{ mm/hari}
 \end{aligned}$$

Perhitungan evapotranspirasi potensial dengan menggunakan Penman Modifikasi selanjutnya dapat dilihat pada lampiran B.

4.3 Kebutuhan Air Tanaman

Kebutuhan air tanaman adalah besar air yang dibutuhkan untuk tanaman pada saat pertumbuhan yang optimum tanpa adanya kekurangan air yang dinyatakan dalam netto kebutuhan air di sawah (Netto from Requirement, NFR), nilai netto kebutuhan air di sawah didekati dengan pendekatan agroklimatologi berdasarkan pada jenis dan pada tahap pertumbuhan tanaman, karakteristik tanah dan faktor klimatologi.

Pada lokasi studi daerah irigasi Sampean Baru budidaya pertanian yang diterapkan adalah padi, palawija, dan tebu. Kebutuhan air tanaman dilihat berdasarkan neraca air yang bergantung dari parameter sebagai berikut:

- a. Perkolasi
- b. Penyiapan lahan
- c. Penggunaan air konsumtif tanaman
- d. Pergantian lapisan air
- e. Curah hujan efektif

4.3.1 Koefisien Tanaman

Besarnya koefisien tanaman (k) untuk setiap jenis tanaman berbeda – beda yang besarnya berubah setiap periode pertumbuhan tanaman itu sendiri. Dalam studi ini nilai koefisien yang digunakan disesuaikan dengan ketentuan dari NEDECO Prosida Study seperti pada Tabel 4.4 sebagai berikut.

Tabel 4.4 Koefisien Tanaman

Padi		Palawija		Tebu	
Umur (hari)	K	Umur (bulan)	K	Umur (bulan)	K
10	1,1	10	0,5	0-1	0,55
20	1,1	20	0,65	1-2	0,8
30	1,1	30	0,75	2-2,5	0,9
40	1,05	40	1,00	2,5-4	1,00
50	1,05	50	1,00	4-10	1,05
60	1,05	60	1,00	10-11	0,8
70	0,95	70	0,82	11-12	0,9
80	0,95	80	0,72		
90	0	90	0,45		

Sumber: KP-01, 1986:164

4.3.2 Perkolasi

Proses perkolasi terjadi saat lahan ditanami padi. Pada saat lahan digenangi air secara terus-menerus maka kondisi tanah menjadi jenuh. Pada kondisi tanah jenuh, pergerakan air pada lapisan tanah terjadi secara vertikal dan horizontal. Pergerakan air secara vertikal disebut perkolasi dan secara horizontal disebut rembesan. Rembesan terjadi akibat meresapnya air melewati tanggul sawah.

Pada daerah irigasi Sampean Baru terdapat jenis tanah liat lempung yang berwarna hitam dan mempunyai tampilan bongkah-bongkah yang pecah (retakan-retakan) dengan nilai perkolasi sebesar 1,8 mm/hr.

4.3.3 Kebutuhan Air pada Penyiapan Lahan

Penyiapan lahan adalah pengolahan lahan pada tahap persiapan tanah untuk keperluan tanaman agar sesuai dengan pertumbuhannya, kebutuhan air pada penyiapan lahan umumnya menentukan kebutuhan maksimum air irigasi untuk perencanaan pemberian air irigasi. Dalam perhitungan kebutuhan air irigasi selama proses penyiapan lahan akan menggunakan metode yang pernah dikembangkan oleh Van de Goor dan Zijlstra (1986) metode ini didasarkan pada kecepatan air konstan dalam lt/s selama proses penyiapan lahan.

Contoh perhitungan kebutuhan air untuk penyiapan lahan untuk bulan Januari adalah sebagai berikut:

1. E_{to} = 5,02 mm/ hari
2. E_o = 1,1 * E_{to}
= 1,1 * 5,02
= 5,522 mm/ hari
3. P = 1,8 mm/hari
4. M = $E_o + P$
= 5,522 + 1,8
= 7,322
5. T = 31 hari
6. S = 300 mm
7. k = MT / S
= 7,322 * 31 / 300 = 0,757
8. LP = $(Me^k) / (e^k - 1)$
= $(7,322 * 2,71828^{0,757}) / (2,71828^{0,757} - 1)$
= 13,796 mm/hari

Perhitungan kebutuhan air pada penyiapan lahan selanjutnya bisa dilihat pada lampiran C

4.3.4 Kebutuhan Penggunaan Air Konsumtif

Kebutuhan penggunaan air konsumtif untuk tanaman merupakan kedalaman air yang diperlukan untuk mencukupi evapotranspirasi tanaman yang bebas penyakit, tumbuh di areal pertanian untuk kondisi yang cukup air, memiliki kesuburan tanah dengan potensi yang baik bagi tanaman dan tingkat yang lebih baik untuk pertumbuhan.

Kebutuhan air pada tanaman dipengaruhi dari besarnya evapotranspirasi dikalikan dengan faktor koefisien tanaman. Perhitungannya adalah sebagai berikut:

Contoh perhitungan kebutuhan penggunaan air konsumtif tanaman di bulan Januari periode 2 tahun cukup adalah sebagai berikut:

$$k = 0,950$$

$$E_{to} = 6,154 \text{ mm/hari}$$

$$E_t = k \cdot E_{to}$$

$$= 0,951 * 6,154$$

$$= 5,846 \text{ mm/hari}$$

4.3.5 Penggantian Lapisan Air (WLR)

Penggenangan air irigasi bisa dilaksanakan secara terus-menerus dengan ketinggian yang sama sepanjang masa pertumbuhan tanaman. Kondisi seperti ini bisa dilaksanakan apabila besar air yang tersedia mencukupi. Tinggi genangan yang paling baik adalah kurang dari atau sama dengan 5 cm, karena akan didapatkan produksi dan penggunaan air lebih efisien. Penggantian lapisan air hanya dibutuhkan pada tanaman padi, sedangkan untuk tanaman palawija, proses ini tidak dibutuhkan.

Penggantian lapisan air dilakukan satu kali, yaitu saat periode tanam umur 20-30 hari sesudah pemindahan tanaman. Tinggi lapisan air yang diinginkan adalah 50 mm sampai 30 hari. Proses perhitungan penggantian lapisan air adalah sebagai berikut:

$$WLR = \frac{50\text{mm}}{30\text{hari}} = 1,67\text{mm/hari}$$

4.3.6 Kebutuhan Air Bersih di Sawah

Contoh perhitungan kebutuhan bersih air di sawah (NFR) bulan November periode ke 2 pada tahun cukup untuk tanaman padi adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 PL &= 7,445 \text{ mm/hari setelah dikalikan dengan rasio luas} \\
 Et &= 5,846 \text{ mm/hari} \\
 WLR &= 0 \text{ mm setelah dikalikan dengan rasio luas WLR} \\
 P &= 1,8 \text{ mm} \\
 \text{Repadi} &= 0,674 \text{ mm/hari} \\
 \text{NFRpadi} &= PL + Et + WLR + P - \text{Repadi} \\
 \text{NFRpadi} &= 14,618 \text{ mm/hari}
 \end{aligned}$$

Contoh perhitungan kebutuhan air bersih di sawah (NFR) pada bulan November periode ke 2 tahun cukup untuk tanaman palawija adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 Et &= 5,846 \text{ mm/hari} \\
 \text{Repalawija} &= 0,148 \text{ mm/hari} \\
 \text{NFRplw} &= Et - \text{Replw} \\
 \text{NFRplw} &= 3,391 \text{ mm/hari}
 \end{aligned}$$

Contoh perhitungan kebutuhan air bersih di sawah (NFR) pada bulan November periode ke 2 tahun cukup untuk tanaman tebu adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 Et &= 5,846 \text{ mm/hari} \\
 \text{Retebu} &= 3,365 \text{ mm/hari} \\
 \text{NFRtebu} &= Et - \text{Re tebu} \\
 \text{NFRtebu} &= 3,365 \text{ mm/hari}
 \end{aligned}$$

4.4 Efisiensi Irigasi

Efisiensi air irigasi adalah pembagian antara debit air yang masuk di lahan pertanian sampai dengan debit air yang keluar dari pintu *intake*. Agar sampai pada petak sawah yang diinginkan, air dialirkan melalui saluran primer, saluran sekunder dan saluran tersier. Pada sistem saluran tersebut, akan terjadi kehilangan debit akibat evaporasi, perkolasi, kebocoran saluran yang sudah diperhitungkan sebelumnya. Oleh karena itu air yang masuk ke petak sawah menjadi lebih sedikit

dibandingkan air yang baru keluar dari pintu *intake*. Besar efisiensi air pada daerah irigasi Sampean Baru didapatkan dari menginventarisasikan data sekunder dari Dinas Pengairan Kabupaten Bondowoso sehingga tidak memperhitungkan lagi kehilangan yang terjadi di tiap saluran air. Efisiensi Irigasi untuk daerah irigasi Sampean Baru sebesar 65%.

4.5 Kebutuhan Air Irigasi

Kebutuhan air irigasi adalah kebutuhan bersih air irigasi pada lahan sawah seluas layanan petak tersier yang dibagi dengan besar nilai efisiensi pada saluran irigasi. Proses perhitungan pada kebutuhan air irigasi selengkapnya akan disajikan pada lampiran D.1 sampai Lampiran D.4.

4.6 Debit yang Tersedia di bendungan Sampean Baru

Air yang tersedia diartikan sebagai air yang bisa dimanfaatkan untuk keperluan bercocok tanam di areal Sampean Baru. Sesuai dengan prosedur perhitungan, air yang tersedia ada 2 macam sumber:

1. Air hujan (hujan efektif) yang turun langsung di areal sawah yang bersangkutan.
2. Air yang berasal dari intake Bendungan Sampean Baru. Untuk menentukan besarnya air yang berasal dari intake bendungan tersebut digunakan analisa debit andalan.

Ketersediaan air berubah-ubah seiring waktu, oleh karena itu dibutuhkan penentuan besar air yang tersedia yang bisa diandalkan agar secara pasti bisa digunakan sebagai landasan perencanaan dalam menyusun rencana tata tanam. Dalam kenyataannya air yang tersedia dan yang diperhitungkan tidaklah sama, bisa kelebihan atau kekurangan. Namun dengan perencanaan yang baik kelebihan maupun kekurangannya tidaklah terlalu besar sehingga antara air yang tersedia dengan air yang dibutuhkan menjadi seimbang.

Debit yang tersedia di bendungan diartikan sebagai debit yang diharapkan tersedia di bendungan yang bisa dibagi maupun disadap oleh pintu pengambilan. Untuk perhitungannya digunakan analisa debit andalan metode *basic year* dengan keandalan debit air pada musim kering, debit air musim rendah, debit air musim normal, dan debit air musim cukup.

Untuk menganalisa debit andalan tersebut digunakan data-data debit pengamatan terakhir di *intake* Bendungan Sampean Baru selama periode 10 tahun mulai dari tahun 2008 sampai pada tahun 2017.

Tahapan perhitungan debit andalan adalah sebagai berikut:

1. Menghitung jumlah debit pada setiap tahun untuk tiap tahun data yang diketahui.
2. Merangking data terkait dari yang terbesar sampai kecil.
3. Menghitung probabilitas untuk masing-masing data dengan menggunakan persamaan Weibull.

Perhitungan debit andalan di *intake* dan perbandingan antara debit tersedia dengan debit kebutuhan selengkapnya bisa dilihat pada Tabel 4.5 dan pada lampiran E.1. sampai E.2.

Tabel 4.5 Perhitungan debit andalan dengan rumus Weibull

No	Data Debit		Rangking Data		Keterangan
	Tahun	Q(m ³ /s)	Tahun	Q(m ³ /s)	
1	2008	223,629	2011	349,421	
2	2009	228,898	2012	288,351	
3	2010	247,644	2013	287,646	Q cukup
4	2011	349,421	2014	274,694	
5	2012	288,351	2015	264,463	Q normal
6	2013	287,646	2017	251,589	
7	2014	274,694	2010	247,644	Q rendah
8	2015	264,463	2016	243,560	
9	2016	243,560	2009	228,898	
10	2017	251,589	2008	223,629	Q kering

Sumber : Hasil Perhitungan

Keterangan:

$$P = (m/(x+1)) \times 100\%$$

$$n = \text{Jumlah data}$$

$$Q (97\%) = (10/33,33) + 1 = 1,33 \approx 1$$

$$Q (75\%) = (10/4) + 1 = 3,5$$

$$Q (51\%) = (10/2,041) + 1 = 5,88 \approx 6$$

$$Q (26\%) = (10/1,351) + 1 = 8,4 \approx 8$$

4.7 Neraca Air

Berdasarkan hasil analisa neraca air, perhitungan debit kebutuhan air irigasi dibandingkan dengan debit ketersediaan air pada intake Sampean Baru diperoleh pada periode MK II yang mengalami kekurangan air pada tahun cukup, tahun normal, tahun rendah, tahun kering. Hasil perhitungan neraca air dan grafik bisa dilihat pada Lampiran F.1. sampai F.8.

4.8 Volume Air Irigasi

Perhitungan volume air irigasi dilaksanakan untuk mengetahui luasan lahan yang dapat ditanami dari ketersediaan air irigasi. Volume air irigasi mencakup volume air yang dibutuhkan dari proses perhitungan kebutuhan air irigasi dan volume air tersedia dari setiap perubahan debit pada periode MK II tahun kering, rendah, normal, dan cukup.

4.8.1 Volume Air yang Dibutuhkan

Proses perhitungan volume air yang dibutuhkan pada bangunan bagi, sadap dan bagi sadap yaitu 1-49 pada daerah irigasi Sampean Baru dalam satu periode tanam perlu mengetahui volume air yang dibutuhkan untuk setiap 10 harian dalam satu periode. Berikut persamaan yang digunakan:

$$V = \frac{q \times 10 \times 24 \times 60 \times 60}{1000}$$

Keterangan:

V = Volume air irigasi setiap 10 harian (m^3/ha)

Q = Kebutuhan air irigasi setiap 10 harian ($lt/s/ha$)

Pada perhitungan volume air yang dibutuhkan untuk satu periode tanam dilakukan dengan cara menambahkan volume tiap 10 harian selama satu periode tanam tersebut. Dalam penelitian ini, jumlah volume air yang dibutuhkan pada setiap bangunan bagi, sadap, dan bagi sadap 1-49 pada Bendungan Sampean Baru adalah sama karena proses perhitungan kebutuhan air irigasi dilakukan secara global dengan dasar waktu tanam yang sama untuk keseluruhan lahan dalam Daerah Bendungan Sampean Baru tersebut. Perhitungan volume air yang dibutuhkan selanjutnya dapat dilihat pada lampiran H.

4.8.2 Volume Air yang Tersedia

Volume air yang tersedia dihitung dengan menggunakan debit yang ada selama satu periode tanam telah digolongkan menjadi debit air musim kering (97%), musim rendah (75%), musim normal (51%), dan musim cukup (26%).

Untuk menghitung air yang tersedia dapat menggunakan persamaan dibawah ini:

$$V = q \times 10 \times 24 \times 60 \times 60$$

Keterangan:

V = Volume air yang tersedia (m^3)

Q = Debit andalan

Dalam studi ini, debit andalan dipilih dengan interval $0,001 m^3/s$ dengan besar maksimal $2,000 m^3/s$. Sedangkan umur tanam untuk tanaman padi dan palawija adalah sama yaitu 90 hari. Perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran G.1. sampai G.4.

4.9 Luas Lahan yang Ditanami

Luasan lahan yang dapat ditanami dari debit yang tersedia dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$L = \frac{\text{Volume air yang tersedia}}{\text{Volume air yang dibutuhkan}}$$

Keterangan:

L = Luasan lahan yang dapat ditanam (ha)

Perhitungan luasan lahan yang bisa ditanami berdasarkan volume tersedia dengan volume yang dibutuhkan dengan sebaran debit yang ada dapat dilihat pada lampiran I.1.sampai I.4.

4.10 Analisa Optimasi

Analisa optimasi ini bertujuan sebagai pada saat melakukan pola tata tanam yang sesuai dengan ketersediaan air. Apabila seluruh baku sawah dilakukan dengan pola tata tanam yang sama, maka debit kebutuhan pada tahun tertentu kurang dari debit yang tersedia. Ketersediaan air dapat digunakan dengan optimal, perlu mengubah pola luasan tanaman dan jenis tanaman pada saat musim tanam yang kekurangan air irigasi.

Berdasarkan perhitungan neraca air, pada studi ini terjadi kekurangan air irigasi saat periode tanam MK II tahun cukup, tahun normal, tahun rendah, dan tahun kering. Jadi yang akan dioptimasi sebagai berikut:

- a) Padi, palawija dan tebu MK II saat tahun cukup
- b) Padi, palawija dan tebu MK II saat tahun normal
- c) Padi, palawija dan tebu MK II saat tahun rendah
- d) Padi, palawija dan tebu MK II saat tahun kering

4.11 Analisa Manfaat

Manfaat penggunaan penyediaan air untuk irigasi pada masing-masing bangunan bagi, sadap dan bagi sadap pada daerah irigasi Sampean Baru bisa dihitung keuntungan yang didapatkan dari penjualan produk yang dihasilkan dikurangi biaya produksi yang dikeluarkan. Perhitungan biaya produksi menurut luasan lahan tiap bangunan bisa dilihat pada tabel 4.6.

Tabel 4.6 Manfaat bersih tanaman per hektar

Tanaman	Produksi kg/ha	Harga Rp/ton	Total Harga Rp/kg	Biaya Produksi Rp/ha	Manfaat Irigasi Rp/ha
Padi MK II (Tahun Cukup)	6,509	Rp. 5.000.000	Rp. 32.545.000	Rp. 15.460.000	Rp. 17.085.000
Palawija MK II (Tahun Cukup)	6,7	Rp. 3.500.000	Rp. 23.245.000	Rp. 14.005.000	Rp. 9.445.000

Sumber : Hasil Perhitungan

4.12 Keuntungan sebagai Fungsi Debit

Dengan diketahui luas lahan potensial tiap bangunan dan besarnya biaya per hektar, maka dapat dihitung besarnya keuntungan irigasi dari debit yang dialirkan tiap bangunan bagi, sadap dan bagi sadap. Terdiri dari BS.1 – BS.49 pada daerah irigasi Sampean Baru yang selanjutnya dinyatakan sebagai keuntungan sebagai fungsi debit. Besarnya keuntungan sebagai fungsi debit pada suatu periode tanam seperti pada studi ini saat MK II tahun cukup, tahun normal, tahun rendah, dan tahun kering pada setiap bangunan bagi, sadap dan bagi sadap BS.1 – BS.49.

Besar keuntungan irigasi sebagai fungsi debit tergantung pada alternatif besarnya debit yang dialirkan dengan batasan bila debit yang dialirkan untuk tiap bangunan bagi, sadap, dan bagi sadap yang dianalisis sudah mampu memenuhi luas maksimal yang ada, maka untuk alokasi debit selebihnya akan menghasilkan keuntungan irigasi yang sama dengan luas lahan maksimal.

4.13 Optimasi dengan Program Dinamik

Dalam menerapkan program dinamik dalam optimasi air irigasi pada daerah Bendungan Sampean Baru, perlu diketahui terlebih dahulu yang menjadi dasar perhitungannya.

4.13.1 Optimasi dengan Program Dinamik

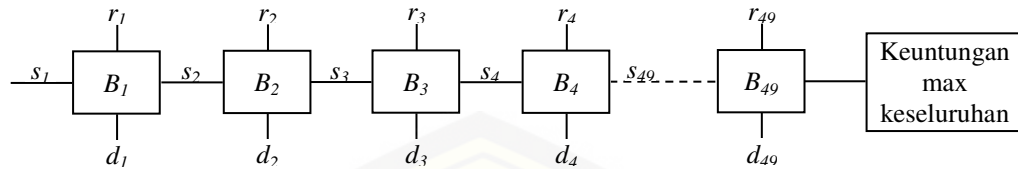
Berdasarkan perhitungan-perhitungan sebelumnya maka dapat diketahui dasar perhitungan menggunakan program dinamik adalah sebagai berikut:

1. Luas lahan yang akan dikaji adalah sebesar 8160 ha dengan pola tanam Padi-Palawija-Tebu yang ditanam setiap periode tanam MH, MK 1, dan MK 2. Akan tetapi, berdasarkan pada hasil perhitungan neraca air didapatkan bahwa optimasi terbatas pada periode tanam MK 2 untuk tanaman Padi dan Palawija dengan luasan sebesar 4851 ha, karena sebesar 3309 ha lahan ditanami Tebu yang masa tanamnya selama 1 tahun.
2. Bangunan bagi, sadap, dan bagi sadap yang dikaji sebanyak 49 bangunan yaitu BS.1, BS.2, BS.3 sampai BS.49.
3. Bila debit yang diberikan untuk tiap bangunan bagi, sadap, dan bagi sadap yang dikaji sudah mampu memenuhi luas maksimal yang ada, maka untuk penjatahan debit selebihnya akan menghasilkan keuntungan yang sama dengan yang dihasilkan saat luas lahan maksimal.
4. Debit yang tersedia merupakan debit tersedia minimal dalam satu periode tanam MK 2 dan harus dialokasikan seluruhnya untuk semua bangunan bagi, sadap, dan bagi sadap yang dikaji. Pada studi ini periode tanam MK 2 yang akan dioptimasi adalah pada saat tahun cukup, tahun normal, tahun rendah, dan tahun kering.
5. *State variable* merupakan debit air yang tersedia dengan grid $0,001 \text{ m}^3/\text{s}$.
6. Hasil optimasi berupa keuntungan bersih dari luas lahan yang mampu diairi bagi masing-masing tanaman.

4.13.2 Optimasi Alokasi Air

Sistem tahapan program dinamik dalam studi ini menggunakan metode *forward recursive*, yakni dimulai dari tahap awal bergerak menuju tahap akhir.

Tahapan tersebut dimulai dari BS.1 – BS.2 – BS.3 - - - BS.49. Lebih jelasnya dapat dilihat pada bagan sistem tahapan program dinamik sebagai berikut:



Gambar 4.1 Bagan sistem tahapan program dinamik.

Keterangan:

- $B_1, B_2, B_3, \dots, B_{49}$ = Stage yaitu BS.1, BS.2, BS.3, BS.4, BS.5, dst
- $s_1, s_2, s_3, \dots, s_{49}$ = Debit andalan maksimal dalam satu periode tanam MK II
debit *inflow* dan *outflow* penerapan program dinamik
- $r_1, r_2, r_3, \dots, r_{49}$ = Stage *return* yaitu keuntungan fungsi debit selama satu periode tanam MK II
- $d_1, d_2, d_3, \dots, d_{49}$ = *Decision variable* yaitu debit guna optimum untuk tiap bangunan bagi, sadap, dan bagi sadap

Langkah-langkah perhitungan optimasi alokasi air menggunakan program dinamik metode *forward recursive* adalah sebagai berikut:

1. Menentukan kegiatan sebagai tahap yaitu penjatahan debit untuk tiap bangunan bagi, sadap, dan bagi sadap pada Induk Saluran Sampean Baru berdasarkan keuntungan dari keseluruhan proses optimasi alokasi air.
2. Membuat tabel yang memuat unsur-unsur sebagai berikut:
 - a. Debit *inflow* untuk dialokasikan dan debit *outflow* (setelah debit tersedia dialokasikan) ke seluruh bangunan bagi, sadap, dan bagi sadap 1-49 pada Sampean Baru. Dalam studi ini, debit *inflow* dan *outflow* dimulai dari $0 \text{ m}^3/\text{s}$, $0,001 \text{ m}^3/\text{s}$, $0,002 \text{ m}^3/\text{s}$, dan seterusnya hingga $4,973 \text{ m}^3/\text{s}$ untuk tahun cukup, $4,465 \text{ m}^3/\text{s}$ untuk tahun normal, $4,063 \text{ m}^3/\text{s}$ untuk tahun rendah dan $3,930 \text{ m}^3/\text{s}$ untuk tahun kering, dimana angka tersebut merupakan debit tersedia maksimal dalam periode tanam MK II untuk tahun cukup, normal, rendah, dan tahun kering dengan grid $0,001 \text{ m}^3/\text{s}$.

- b. Keuntungan dari besarnya debit yang dialokasikan berdasarkan keuntungan irigasi sebagai fungsi debit pada masing-masing bangunan bagi, sadap, dan bagi sadap 1-49 pada Sampean Baru.
 - c. Pada tahap (n), BS.1 dimulai dengan hanya satu *state* debit *inflow* maksimal karena untuk *state* yang lebih kecil dari debit *inflow* maksimal, nilai keuntungan maksimumnya adalah sama dengan keuntungan pada debit *inflow* maksimal dan tahap (n) BS. 49, diakhiri dengan hanya satu *state* debit *inflow* minimal karena sudah menghasilkan keuntungan maksimum secara keseluruhan untuk semua tahap.
 - d. Nilai keuntungan dari masing-masing tahap untuk tiap debit merupakan *return* dari semua tahap.
- 4 Nilai *return* pada langkah awal dipindahkan ke langkah berikutnya, demikian sampai langkah akhir sehingga menghasilkan keuntungan maksimum.
 - 5 Keuntungan maksimum pada tahap akhir merupakan kebijakan total secara keseluruhan.

Contoh perhitungan optimasi alokasi air dengan menggunakan program dinamik pada tahun cukup sebagai berikut:

1. Pada tahap 1 di BS. 1 dengan debit *outflow* sebesar $0 \text{ m}^3/\text{s}$, maka debit guna adalah $4,973 \text{ m}^3/\text{s}$ sehingga diperoleh keuntungan irigasi sebagai fungsi debit sebesar Rp 329.247.214 debit *outflow* sebesar $0,034 \text{ m}^3/\text{s}$, maka debit guna adalah $4.939 \text{ m}^3/\text{s}$ diperoleh keuntungan irigasi sebagai fungsi debit sebesar Rp 1.033.225.877, dan seterusnya hingga debit *outflow* sama dengan $4,973 \text{ m}^3/\text{s}$.
2. Dari keseluruhan debit *outflow* dan debit guna, diperoleh keuntungan maksimum dari tahap 1 pada BS.1.
3. Nilai keuntungan maksimum dari tahap 1 tersebut lalu ditransformasikan ke tahap selanjutnya yaitu untuk BS. 2.
4. Dari semua keuntungan maksimum akhir tahap untuk satu *state* dipilih keuntungan yang maksimum dan debit *inflow* maksimum akhir tahap yang berhubungan dengan nilai keuntungan maksimum.

5. Jika semua *cell* pada tabel optimasi telah terisi, lakukan kembali prosedur yang sama (dimulai dari langkah nomor 2) untuk tahap berikutnya hingga tahap akhir.

Hasil optimasi alokasi air menggunakan program dinamik dapat dilihat pada Lampiran N.1 sampai N.4.

4.13.3 Hasil Optimasi

Dari keseluruhan hasil optimasi menggunakan program dinamik pada daerah irigasi Sampean Baru, jika dilakukan pelacakan balik akan didapatkan jalur optimal berupa pengalokasian debit yang menyebabkan keuntungan produksi maksimal. Jalur optimal yang didapat pada bangunan bagi, sadap, dan bagi sadap 1-49 untuk tahun cukup adalah $0,034 \text{ m}^3/\text{s}$ - $0,040 \text{ m}^3/\text{s}$ - $0,031 \text{ m}^3/\text{s}$ dan seterusnya.

Hasil yang dicapai dalam optimasi alokasi air dengan program dinamik dan bagan sistem tahapan program dinamik pada tahun rendah, kering, normal, dan cukup dapat dilihat pada lampiran M.1. sampai M.4.

Keuntungan terbesar didapatkan pada saat nilai debit tertinggi bisa dilihat pada lampiran K.1 sampai pada lampiran K.4. Pada tahun kering debit tertinggi adalah $0,595 \text{ m}^3/\text{s}$, pada tahun rendah debit tertinggi adalah $0,595 \text{ m}^3/\text{s}$, pada tahun normal debit tertinggi adalah $0,666 \text{ m}^3/\text{s}$, dan pada tahun cukup debit tertinggi adalah $0,700 \text{ m}^3/\text{s}$. Dari debit tertinggi menghasilkan keuntungan total terbesar yaitu pada tahun kering Rp 53.808.652.306, pada tahun rendah sebesar Rp 54.358.104.937, pada tahun normal sebesar Rp 56.018.856.501, dan pada tahun cukup sebesar Rp 58.117.517.680.

Sedangkan untuk keuntungan tebu tidak ditampilkan karena dalam studi ini tidak dilakukan analisa optimasi pada tanaman tebu karena tebu ditanam selama 1 tahun periode tanam, sementara dalam studi ini yang mengalami optimasi terbatas hanya pada saat periode tanam MK 2. Hasil perhitungan kebutuhan air irigasi setelah dilakukan optimasi dengan program dinamik dapat dilihat pada lampiran N.1. sampai N.4.

BAB.5 KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan proses analisa dan perhitungan pada pembahasan sebelumnya maka didapatkan kesimpulan hasil sebagai berikut:

1. Kebutuhan air irigasi untuk tanaman padi, palawija, dan tebu pada masing-masing musim tanam adalah:
 - a. Tahun cukup pada saat MH = 4,787 m³/s, MK I = 5,031 m³/s, dan MK II = 6,103 m³/s
 - b. Tahun normal pada saat MH = 5,271 m³/s, MK I = 5,106 m³/s, dan MK II = 6,100 m³/s
 - c. Tahun rendah pada saat MH = 5,545 m³/s, MK I = 4,996 m³/s, dan MK II = 6,106 m³/s
 - d. Tahun kering pada saat MH = 5,570 m³/s, MK I = 5,176 m³/s, dan MK II = 6,109 m³/s
 - e. Tahun 2014 (antara cukup dan normal) pada saat MH = 5,029 m³/s, MK I = 5,068 m³/s, dan MK II = 6,102 m³/s
 - f. Tahun 2017 (antara normal dan rendah) pada saat MH = 5,526 m³/s, MK I = 4,859 m³/s, dan MK II = 6,105 m³/s
 - g. Tahun 2016 (antara rendah dan kering) pada saat MH = 5,548 m³/s, MK I = 5,017 m³/s, dan MK II = 6,107 m³/s
 - h. Tahun 2009 (antara rendah dan kering) pada saat MH = 5,559 m³/s, MK I = 5,096 m³/s, dan MK II = 6,108 m³/s
2. Dengan penerapan program dinamik di daerah irigasi Bendungan Sampean Baru pola tata tanam optimum sebagai berikut:
 - a. Musim Hujan : Padi/Palawija/Tebu
 - b. Musim Kering I : Padi/Palawija/Tebu
 - c. Musim Kering II : Padi/Palawija/Tebu

3. Luas lahan optimum yang bisa ditanami untuk masing-masing bangunan bagi, sadap, dan bagi sadap setelah diterapkan program dinamik mencapai 100% dengan kombinasi luasan total:
 - a. Tahun keandalan cukup tanaman padi 2873 ha dan palawija 1105 ha
 - b. Tahun keandalan normal tanaman padi 2602 ha dan palawija 1376 ha
 - c. Tahun keandalan rendah tanaman padi 2531 ha dan palawija 1447 ha
 - d. Tahun keandalan kering tanaman padi 2394 ha dan palawija 1584 ha

Dengan menggunakan program dinamik, keuntungan yang didapatkan dari debit yang mengalir pada daerah irigasi Sampean Baru sebagai berikut:

- a. Tahun cukup sebelum optimasi adalah sebesar Rp 42.682.067.703, sesudah optimasi menjadi sebesar Rp. 58.117.517.680, dengan selisih sebesar Rp. 15.435.449.977, sehingga prosentase peningkatan keuntungan sebesar 36,16%.
- b. Tahun normal sebelum optimasi adalah sebesar Rp 42.682.067.703, sesudah optimasi menjadi sebesar Rp. 56.018.856.501, dengan selisih sebesar Rp. 13.336.788.797, sehingga prosentase peningkatan keuntungan sebesar 31,25%.
- c. Tahun rendah sebelum optimasi adalah sebesar Rp 42.682.067.703, sesudah optimasi menjadi sebesar Rp. 54.358.104.937, dengan selisih sebesar Rp. 11.676.037.234, sehingga prosentase peningkatan keuntungan sebesar 27,36%.
- d. Tahun kering sebelum optimasi adalah sebesar Rp 42.682.067.703, sesudah optimasi menjadi sebesar Rp. 53.808.652.306, dengan selisih sebesar Rp. 11.126.584.602, sehingga prosentase peningkatan keuntungan sebesar 26,07%.
- e. Tahun 2014 (antara cukup dan normal) sebelum optimasi adalah sebesar Rp 42.682.067.703, sesudah optimasi menjadi sebesar Rp. 57.068.187.090, dengan selisih sebesar Rp. 14.386.119.387, sehingga prosentase peningkatan keuntungan sebesar 33,71%.

- f. Tahun 2017 (antara normal dan rendah) sebelum optimasi adalah sebesar Rp 42.682.067.703, sesudah optimasi menjadi sebesar Rp. 54.777.686.947, dengan selisih sebesar Rp. 12.095.619.244, sehingga prosentase peningkatan keuntungan sebesar 28,34%.
- g. Tahun 2016 (antara rendah dan kering) sebelum optimasi adalah sebesar Rp 42.682.067.703, sesudah optimasi menjadi sebesar Rp. 54.293.169.626, dengan selisih sebesar Rp. 11.611.101.923, sehingga prosentase peningkatan keuntungan sebesar 27,20%.
- h. Tahun 2009 (antara rendah dan kering) sebelum optimasi adalah sebesar Rp 42.682.067.703, sesudah optimasi menjadi sebesar Rp. 54.050.910.966, dengan selisih sebesar Rp. 11.368.843.263, sehingga prosentase peningkatan keuntungan sebesar 26,64%.

5.2 Saran

1. Setelah memperhatikan hasil analisis yang dilakukan, pola tata tanam yang ada di lapangan yaitu padi/palawija/tebu dapat terpenuhi kebutuhan air irigasinya namun alokasi airnya kurang optimal sehingga berdampak pada keuntungan yang didapatkan. Disarankan kepada instansi terkait untuk selanjutnya agar di lapangan sebaiknya diterapkan pola tata tanam yang sama tetapi dengan komposisi luas untuk tiap jenis tanaman pada tiap bangunan bagi, sadap, dan bagi sadap sehingga seluruh lahan irigasi dapat digunakan secara optimal.
2. Untuk mendapatkan pendistribusian debit optimal pada bangunan bagi sadap, bagi, dan sadap dengan cara memanfaatkan air tanah atau pompa air guna untuk mengalir semua lahan pertanian.
3. Untuk mendapatkan hasil yang lebih optimal, bisa digunakan model program dinamik dengan Grid yang lebih kecil lagi sehingga didapatkan hasil yang lebih mendekati kondisi di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

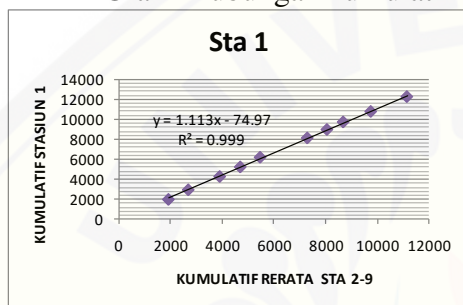
- Arifin, dkk. 2010. *Modul Praktikum Klimatologi*. Malang: Universitas Brawijaya.
- Ari, Risa. 2006. *Optimasi Pemanfaatan Air DAM Sampean Baru Kabupaten Bondowoso Menggunakan Program Linier*. Jember: Universitas Jember.
- Dimiyati. 1989. *Operation Research*. Bandung: Sinar Baru.
- Direktorat Jendral Pengairan. 2013. *Standar Perencanaan Irigasi KP*. Bandung: Subdit Perencanaan Teknis Dirjen Pengairan.
- Montarcih, L & Soetopo, W. 2009. *Menejemen Air Lanjut*. Malang: CV. Citra Malang.
- Peraturan Pemerintah No. 37 Pasal 1 Tahun 2010 *tentang ketersediaan air*
- Riani, Suliantika. 2015. *Optimasi Pola Tata Tanam Pada Daerah Irigasi Wonosari Kabupaten Bondowoso Menggunakan Program Dinamik*. Jember: Universitas Jember.
- Sari, N. Y. 2004. *Optimasi Pola Tanam berdasarkan Ketersediaan Debit Air Irigasi di Daerah Irigasi Situbala Kabupaten Bogor*. Skripsi. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Soemarto, CD. 1987. *Hidrologi Teknik*. Jakarta: Penerbit Usaha Nasional.
- Sosrodarsono, Suyono. 1985. *Hidrologi Untuk Pengairan*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- Subagyo, Pangestu. 2010. *Statiska Terapan*. Yogyakarta: BPFE Yogyakarta.
- Subarkah, Imam. 1980. *Hidrologi untuk Perencanaan Bangunan Air*. Bandung.
- Talitha, Juan. 2010. *Studi Optimasi Pola Tata Tanam Pda Daerah Irigasi Jatiroto Menggunakan Program Linier*. Jember: Universitas Jember.
- Triatmodjo, Bambang. 2009. *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset.
- Widodo, Prayogo. 1989. *Optimasi Sistem Pengolahan Air Irigasi di Daerah Irigasi Bd. Singomerto Kabupaten Banjarnegara*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.

Lampiran

A.1. Tabel perhitungan kumulatif rerata curah hujan sta 1 terhadap 9 sta

Tahun	Sta 1	Kumulatif Sta 1	Curah Hujan Stasiun (mm)								Rerata	umulatif Re
			Sta 2	Sta 3	Sta 4	Sta 5	Sta 6	Sta 7	Sta 8	Sta 9		
2008	1922	1922	2033	1770	1835	2054	2048	2054	2048	1770	1952	1952
2009	768	2690	866	1072	1178	1005	747	999	740	1072	959,9	2911
2010	1217	3907	1483	1302	1581	1165	1304	1165	1304	1302	1326	4237
2011	796	4703	1198	1052	1192	806	780	803	783	1047	957,6	5195
2012	768	5471	866	1072	1178	1005	766	1016	748	1075	965,8	6161
2013	1826	7297	1976	2188	2350	1604	1769	1604	1769	2188	1931	8092
2014	761	8058	811	1018	1256	698	624	698	624	1018	843,4	8935
2015	629	8687	753	1017	1115	379	681	379	681	1017	752,8	9688
2016	1067	9754	997	1824	1898	653	279	653	279	1824	1051	10739
2017	1398	11152	1599	1884	1920	1321	966	1324	966	1891	1484	12222

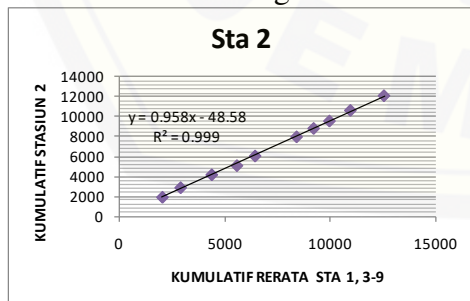
Grafik hubungan kumulatif hujan tahunan sta 1 terhadap 9 sta



A.2. Tabel perhitungan uji konsistensi curah hujan sta 2 terhadap 9 sta

Tahun	Sta 2	Kumulatif Sta 2	Curah Hujan Stasiun (mm)								Rerata	umulatif Re
			Sta 1	Sta 3	Sta 4	Sta 5	Sta 6	Sta 7	Sta 8	Sta 9		
2008	2033	2033	1922	1770	1835	2054	2048	2054	2048	1770	1938	1938
2009	866	2899	768	1072	1178	1005	747	999	740	1072	947,6	2885
2010	1483	4382	1217	1302	1581	1165	1304	1165	1304	1302	1293	4178
2011	1198	5580	796	1052	1192	806	780	803	783	1047	907,4	5085
2012	866	6446	768	1072	1178	1005	766	1016	748	1075	953,5	6039
2013	1976	8422	1826	2188	2350	1604	1769	1604	1769	2188	1912	7951
2014	811	9233	761	1018	1256	698	624	698	624	1018	837,1	8788
2015	753	9986	629	1017	1115	379	681	379	681	1017	737,3	9525
2016	997	10983	1067	1824	1898	653	279	653	279	1824	1060	10585
2017	1599	12582	1398	1884	1920	1321	966	1324	966	1891	1459	12044

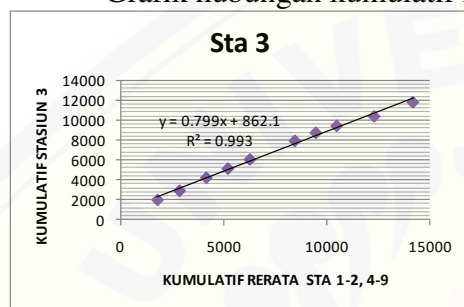
Grafik hubungan kumulatif hujan tahunan sta 2 terhadap 9 sta



A.3. Tabel perhitungan uji konsistensi curah hujan sta 3 terhadap 9 sta

Tahun	Sta 3	Kumulatif Sta 3	Curah Hujan Stasiun (mm)								Rerata	ulatif Re
			Sta 1	Sta 2	Sta 4	Sta 5	Sta 6	Sta 7	Sta 8	Sta 9		
2008	1770	1770	1922	2033	1835	2054	2048	2054	2048	1770	1971	1971
2009	1072	2842	768	866	1178	1005	747	999	740	1072	921,9	2892
2010	1302	4144	1217	1483	1581	1165	1304	1165	1304	1302	1315	4208
2011	1052	5196	796	1198	1192	806	780	803	783	1047	925,6	5133
2012	1072	6268	768	866	1178	1005	766	1016	748	1075	927,8	6061
2013	2188	8456	1826	1976	2350	1604	1769	1604	1769	2188	1886	7947
2014	1018	9474	761	811	1256	698	624	698	624	1018	811,3	8758
2015	1017	10491	629	753	1115	379	681	379	681	1017	704,3	9462
2016	1824	12315	1067	997	1898	653	279	653	279	1824	956,3	10418
2017	1884	14199	1398	1599	1920	1321	966	1324	966	1891	1423	11842

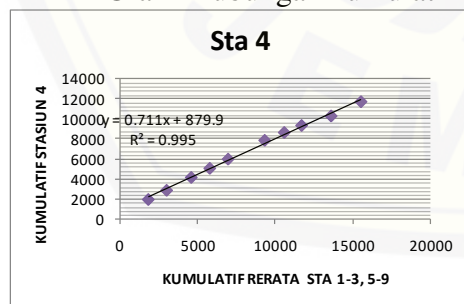
Grafik hubungan kumulatif hujan tahunan sta 3 terhadap 9 sta



A.4. Tabel perhitungan uji konsistensi curah hujan sta 4 terhadap 9 sta

Tahun	Sta 4	Kumulatif Sta 4	Curah Hujan Stasiun (mm)								Rerata	ulatif Re
			Sta 1	Sta 2	Sta 3	Sta 5	Sta 6	Sta 7	Sta 8	Sta 9		
2008	1835	1835	1922	2033	1770	2054	2048	2054	2048	1770	1962	1962
2009	1178	3013	768	866	1072	1005	747	999	740	1072	908,6	2871
2010	1581	4594	1217	1483	1302	1165	1304	1165	1304	1302	1280	4151
2011	1192	5786	796	1198	1052	806	780	803	783	1047	908,1	5059
2012	1178	6964	768	866	1072	1005	766	1016	748	1075	914,5	5974
2013	2350	9314	1826	1976	2188	1604	1769	1604	1769	2188	1866	7839
2014	1256	10570	761	811	1018	698	624	698	624	1018	781,5	8621
2015	1115	11685	629	753	1017	379	681	379	681	1017	692	9313
2016	1898	13583	1067	997	1824	653	279	653	279	1824	947	10260
2017	1920	15503	1398	1599	1884	1321	966	1324	966	1891	1419	11679

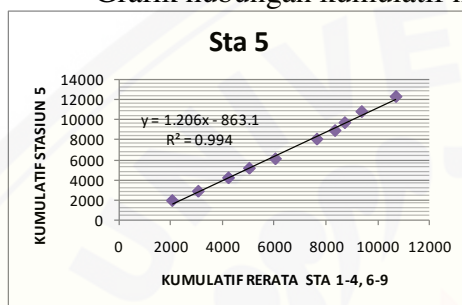
Grafik hubungan kumulatif hujan tahunan sta 4 terhadap 9 sta



A.5. Tabel perhitungan uji konsistensi curah hujan sta 5 terhadap 9 sta

Tahun	Sta 5	Kumulatif Sta 5	Curah Hujan Stasiun (mm)								Rerata	ulatif Re
			Sta 1	Sta 2	Sta 3	Sta 4	Sta 6	Sta 7	Sta 8	Sta 9		
2008	2054	2054	1922	2033	1770	1835	2048	2054	2048	1770	1935	1935
2009	1005	3059	768	866	1072	1178	747	999	740	1072	930,3	2865
2010	1165	4224	1217	1483	1302	1581	1304	1165	1304	1302	1332	4198
2011	806	5030	796	1198	1052	1192	780	803	783	1047	956,4	5154
2012	1005	6035	768	866	1072	1178	766	1016	748	1075	936,1	6090
2013	1604	7639	1826	1976	2188	2350	1769	1604	1769	2188	1959	8049
2014	698	8337	761	811	1018	1256	624	698	624	1018	851,3	8900
2015	379	8716	629	753	1017	1115	681	379	681	1017	784	9684
2016	653	9369	1067	997	1824	1898	279	653	279	1824	1103	10787
2017	1321	10690	1398	1599	1884	1920	966	1324	966	1891	1494	12280

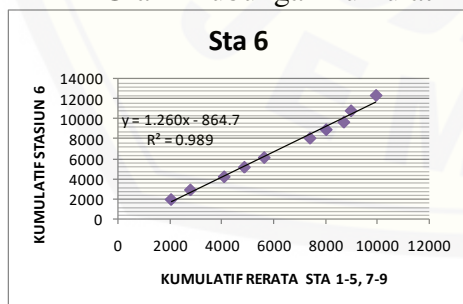
Grafik hubungan kumulatif hujan tahunan sta 5 terhadap 9 sta



A.6. Tabel perhitungan uji konsistensi curah hujan sta 6 terhadap 9 sta

Tahun	Sta 6	Kumulatif Sta 6	Curah Hujan Stasiun (mm)								Rerata	ulatif Re
			Sta 1	Sta 2	Sta 3	Sta 4	Sta 5	Sta 7	Sta 8	Sta 9		
2008	2048	2048	1922	2033	1770	1835	2054	2054	2048	1770	1936	1936
2009	747	2795	768	866	1072	1178	1005	999	740	1072	962,5	2898
2010	1304	4099	1217	1483	1302	1581	1165	1165	1304	1302	1315	4213
2011	780	4879	796	1198	1052	1192	806	803	783	1047	959,6	5173
2012	766	5645	768	866	1072	1178	1005	1016	748	1075	966	6139
2013	1769	7414	1826	1976	2188	2350	1604	1604	1769	2188	1938	8077
2014	624	8038	761	811	1018	1256	698	698	624	1018	860,5	8937
2015	681	8719	629	753	1017	1115	379	379	681	1017	746,3	9684
2016	279	8998	1067	997	1824	1898	653	653	279	1824	1149	10833
2017	966	9964	1398	1599	1884	1920	1321	1324	966	1891	1538	12371

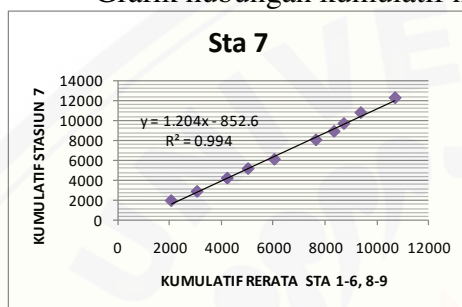
Grafik hubungan kumulatif hujan tahunan sta 6 terhadap 9 sta



A.7. Tabel perhitungan uji konsistensi curah hujan sta 7 terhadap 9 sta

Tahun	Sta 7	Kumulatif Sta 7	Curah Hujan Stasiun (mm)								Rerata	ulatif Re
			Sta 1	Sta 2	Sta 3	Sta 4	Sta 5	Sta 6	Sta 8	Sta 9		
2008	2054	2054	1922	2033	1770	1835	2054	2048	2048	1770	1935	1935
2009	999	3053	768	866	1072	1178	1005	747	740	1072	931	2866
2010	1165	4218	1217	1483	1302	1581	1165	1304	1304	1302	1332	4198
2011	803	5021	796	1198	1052	1192	806	780	783	1047	956,8	5155
2012	1016	6037	768	866	1072	1178	1005	766	748	1075	934,8	6090
2013	1604	7641	1826	1976	2188	2350	1604	1769	1769	2188	1959	8049
2014	698	8339	761	811	1018	1256	698	624	624	1018	851,3	8900
2015	379	8718	629	753	1017	1115	379	681	681	1017	784	9684
2016	653	9371	1067	997	1824	1898	653	279	279	1824	1103	10786
2017	1324	10695	1398	1599	1884	1920	1321	966	966	1891	1493	12280

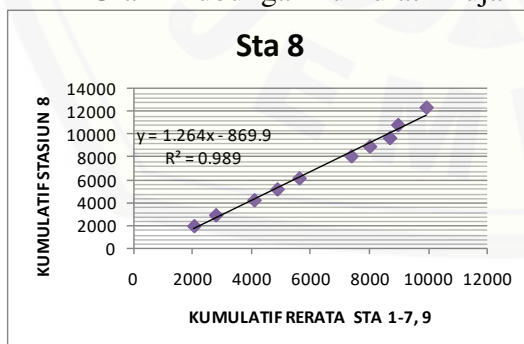
Grafik hubungan kumulatif hujan tahunan sta 7 terhadap 9 sta



A.8. Tabel perhitungan uji konsistensi curah hujan sta 7 terhadap 9 sta

Tahun	Sta 8	Kumulatif Sta 8	Curah Hujan Stasiun (mm)								Rerata	ulatif Re
			Sta 1	Sta 2	Sta 3	Sta 4	Sta 5	Sta 6	Sta 7	Sta 9		
2008	2048	2048	1922	2033	1770	1835	2054	2048	2054	1770	1936	1936
2009	740	2788	768	866	1072	1178	1005	747	999	1072	963,4	2899
2010	1304	4092	1217	1483	1302	1581	1165	1304	1165	1302	1315	4214
2011	783	4875	796	1198	1052	1192	806	780	803	1047	959,3	5173
2012	748	5623	768	866	1072	1178	1005	766	1016	1075	968,3	6142
2013	1769	7392	1826	1976	2188	2350	1604	1769	1604	2188	1938	8080
2014	624	8016	761	811	1018	1256	698	624	698	1018	860,5	8940
2015	681	8697	629	753	1017	1115	379	681	379	1017	746,3	9686
2016	279	8976	1067	997	1824	1898	653	279	653	1824	1149	10836
2017	966	9942	1398	1599	1884	1920	1321	966	1324	1891	1538	12374

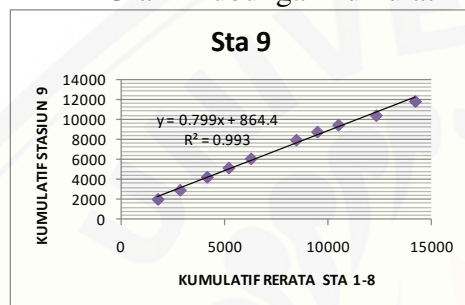
Grafik hubungan kumulatif hujan tahunan sta 8 terhadap 8 sta



A.9. Tabel perhitungan uji konsistensi curah hujan sta 9 terhadap 9 sta

Tahun	Sta 9	Kumulatif Sta 9	Curah Hujan Stasiun (mm)								Rerata	Kumulatif Rerata
			Sta 1	Sta 2	Sta 3	Sta 4	Sta 5	Sta 6	Sta 7	Sta 8		
2008	1770	1770	1922	2033	1770	1835	2054	2048	2054	2048	1971	1971
2009	1072	2842	768	866	1072	1178	1005	747	999	740	921,9	2892
2010	1302	4144	1217	1483	1302	1581	1165	1304	1165	1304	1315	4208
2011	1047	5191	796	1198	1052	1192	806	780	803	783	926,3	5134
2012	1075	6266	768	866	1072	1178	1005	766	1016	748	927,4	6061
2013	2188	8454	1826	1976	2188	2350	1604	1769	1604	1769	1886	7947
2014	1018	9472	761	811	1018	1256	698	624	698	624	811,3	8758
2015	1017	10489	629	753	1017	1115	379	681	379	681	704,3	9462
2016	1824	12313	1067	997	1824	1898	653	279	653	279	956,3	10419
2017	1891	14204	1398	1599	1884	1920	1321	966	1324	966	1422	11841

Grafik hubungan kumulatif hujan tahunan sta 9 terhadap 9 sta



A.10. Tabel perhitungan curah hujan efektif

Bulan	Periode	R 97	R 75	R 51	R 26	Re padi (kering)		Re padi (rendah)		Re padi (normal)		Re padi (cukup)		sar kedalaman perakaran			
						(mm)	(mm/hr)	(mm)	(mm/hr)	(mm)	(mm/hr)	(mm)	(mm/hr)	Pol (mm)	Pol (mm/hr)	Tebu (mm)	Tebu (mm/hr)
Jan	1	1,44	8,73	7,10	4,48	1,01	0,10	6,11	0,61	4,97	0,50	3,13	0,31	5,60	0,56	5,11	0,51
	2	12,81	8,32	0,00	9,50	8,97	0,90	5,83	0,58	0,00	0,00	6,65	0,67	4,37	0,44	3,98	0,40
	3	3,89	3,31	6,28	13,46	2,72	0,27	2,32	0,23	4,40	0,44	9,43	0,94	3,77	0,38	3,44	0,34
Feb	1	3,48	1,10	11,13	10,62	2,43	0,24	0,77	0,08	7,79	0,78	7,44	0,74	8,32	0,83	7,60	0,76
	2	9,10	0,59	10,34	3,02	6,37	0,64	0,41	0,04	7,24	0,72	2,12	0,21	2,82	0,28	2,57	0,26
	3	4,28	3,78	9,50	2,31	3,00	0,30	2,64	0,26	6,65	0,67	1,61	0,16	4,70	0,47	4,29	0,43
Mar	1	12,60	10,21	3,93	1,78	8,82	0,88	7,15	0,71	2,75	0,28	1,24	0,12	3,87	0,39	3,59	0,36
	2	6,34	2,29	3,21	3,74	4,44	0,44	1,60	0,16	2,25	0,22	2,62	0,26	2,08	0,21	1,93	0,19
	3	1,97	9,26	0,20	6,33	1,38	0,14	6,48	0,65	0,14	0,01	4,43	0,44	0,21	0,02	0,19	0,02
Apr	1	0,00	5,70	3,11	8,93	0,00	0,00	3,99	0,40	2,18	0,22	6,25	0,63	1,16	0,12	1,07	0,11
	2	0,00	6,24	4,21	1,58	0,00	0,00	4,37	0,44	2,95	0,29	1,10	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00
	3	0,00	0,00	1,48	0,45	0,00	0,00	0,00	0,00	1,04	0,10	0,32	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00
Mei	1	1,72	7,38	0,19	6,94	1,21	0,12	5,16	0,52	0,13	0,01	4,86	0,49	0,06	0,01	0,06	0,01
	2	0,00	1,58	1,03	0,00	0,00	0,00	1,10	0,11	0,72	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	3	0,00	0,00	4,29	0,49	0,00	0,00	0,00	0,00	3,01	0,30	0,35	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00
Jun	1	0,19	0,00	0,00	6,94	0,13	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	4,86	0,49	0,00	0,00	0,00	0,00
	2	0,00	0,00	2,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,42	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	3	0,00	5,13	4,29	0,54	0,00	0,00	3,59	0,36	3,00	0,30	0,38	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00
Jul	1	0,00	0,00	0,00	2,99	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,09	0,21	0,00	0,00	0,00	0,00
	2	0,00	0,00	2,34	2,14	0,00	0,00	0,00	0,00	1,64	0,16	1,50	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00
	3	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
Ags	1	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
	2	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
	3	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
Sep	1	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
	2	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
	3	0,00	0,20	4,81	0,00	0,00	0,00	0,14	0,01	3,37	0,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Okt	1	0,00	0,00	4,06	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	2,84	0,28	0,05	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
	2	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	3	0,00	0,00	2,30	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	1,61	0,16	0,09	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Nov	1	0,00	5,87	2,19	0,00	0,00	0,00	4,11	0,41	1,53	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2	0,00	3,31	1,02	9,62	0,00	0,00	2,32	0,23	0,72	0,07	6,74	0,67	0,22	0,02	0,20	0,02
	3	0,16	5,13	2,50	9,15	0,11	0,01	3,59	0,36	1,75	0,18	6,41	0,64	1,48	0,15	1,32	0,13
Des	1	3,46	2,17	4,09	3,59	2,42	0,24	1,52	0,15	2,86	0,29	2,51	0,25	0,92	0,09	0,84	0,08
	2	6,43	1,06	4,68	22,88	4,50	0,45	0,74	0,07	3,27	0,33	16,01	1,60	6,54	0,65	5,92	0,59
	3	5,49	1,64	3,68	11,80	3,85	0,38	1,15	0,11	2,57	0,26	8,26	0,83	3,18	0,32	2,88	0,29
Jumlah		73,37	93,00	104,02	143,57	51,36	5,14	65,10	6,51	72,81	7,28	100,50	10,05	49,32	4,93	44,99	4,50

B. Perhitungan Evapotranspirasi dengan Metode Penman Modifikasi

No	URAIAN	SATUAN	KET.	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOV	DES
1	Temperatur Udara	°C	Data	26,9	26,7	26,9	26,8	26,5	26,0	24,9	24,9	26,0	27,3	27,4	27,2
2	Ea (ea)	mbar	Tabel	35,41	35,03	35,56	35,35	34,63	33,68	31,24	31,27	33,61	36,24	36,54	36,17
3	W		Tabel	0,76	0,76	0,76	0,76	0,75	0,75	0,74	0,74	0,75	0,76	0,76	0,76
4	1-W		Hitungan	0,24	0,24	0,24	0,24	0,25	0,25	0,26	0,26	0,25	0,24	0,24	0,24
5	f(t)		Tabel	16,07	16,04	16,09	16,07	16,00	15,91	15,68	15,68	15,90	16,15	16,18	16,15
6	Kelembaban Relatif (RH)	%	Data	86,4	87,0	85,2	85,9	85,3	85,4	85,5	85,7	83,5	83,5	85,1	87,0
7	ed = ea x RH		Hitungan	30,61	30,49	30,30	30,38	29,55	28,76	26,71	26,80	28,06	30,27	31,11	31,48
8	f(ed) = 0,34 - 0,044 (ed*0,5)		Hitungan	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,11	0,11	0,11	0,10	0,09	0,09
9	Letak Lintang Daerah	8.23°LS	Data	8.23°LS	8.23°LS	8.23°LS	8.23°LS	8.23°LS	8.23°LS	8.23°LS	8.23°LS	8.23°LS	8.23°LS	8.23°LS	8.23°LS
10	Ra	mm/hari	Tabel	16,10	16,09	15,48	14,35	13,16	12,42	12,60	13,53	14,72	15,66	15,95	16,00
11	Penyinaran Matahari, n/N	%	Data	49,57	51,88	59,63	67,05	64,85	62,48	66,56	77,89	84,06	82,83	67,69	55,24
12	Rs = (0,25 + 0,54 n/N) Ra		Hitungan	8,33	8,53	8,85	8,79	7,90	7,30	7,68	9,07	10,36	10,92	9,82	8,77
13	Rns = (1-a)Rs, a=0,25		Hitungan	6,25	6,40	6,64	6,59	5,92	5,47	5,76	6,80	7,77	8,19	7,37	6,58
14	f(n/N) = 0,1 + 0,9 n/N		Hitungan	0,55	0,57	0,63666	0,70	0,68	0,66	0,70	0,80	0,86	0,85	0,71	0,60
15	Kecepatan Angin, u	m/det	Data	0,56	0,49	0,51	0,57	0,45	0,58	0,67	0,81	0,88	0,93	0,70	0,57
16	f(u) = 0,27 [1+(u x 0,864)]		Hitungan	0,40	0,38	0,39	0,40	0,37	0,40	0,43	0,46	0,47	0,49	0,43	0,40
17	Rn1 = f(t) x f(ed) x f(n/N)		Hitungan	0,85	0,88	1,00	1,10	1,10	1,10	1,23	1,41	1,46	1,34	1,09	0,90
18	Rn = Rns - Rn1	mm/hari	Hitungan	5,40	5,51	5,64	5,49	4,82	4,38	4,52	5,39	6,31	6,85	6,28	5,68
19	Angka Koreksi (c)		Data	1,10	1,10	1,00	1,00	0,95	0,95	1,00	1,00	1,10	1,10	1,15	1,15
20	Eto*	mm/hari	Hitungan	4,56	4,60	4,77	4,64	4,11	3,78	3,85	4,52	5,39	5,92	5,35	4,78
21	Eto = c x Eto*	mm/hari	Hitungan	5,02	5,06	4,77	4,64	3,90	3,59	3,85	4,52	5,93	6,51	6,15	5,50
22	Jumlah hari dalam satu bulan	hari	hari	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
23	Eto	mm	mm	155,63	141,58	147,97	139,33	120,90	107,75	119,24	140,19	177,97	201,75	184,62	170,38

C. Perhitungan Kebutuhan Air untuk Penyiapan Lahan

No	Parameter	Satuan	Bulan											
			Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	AgS	Sep	Okt	Nov	Des
1	ETo	(mm/hr)	5,0203	5,0565	4,773	4,644	3,900	3,592	3,847	4,522	5,932	6,508	6,154	5,496
2	Eo = ETo x 1.10	(mm/hr)	5,522	5,562	5,250	5,109	4,290	3,951	4,231	4,974	6,526	7,159	6,770	6,046
3	P	(mm/hr)	1,800	1,800	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80
4	M = Eo + P	(mm/hr)	7,32	7,36	7,050	6,909	6,090	5,751	6,031	6,774	8,326	8,959	8,570	7,846
5	T	hari	31,000	28,000	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
6	S	mm	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
7	k = (M x T) / S	-	0,7566	0,6871	0,729	0,691	0,629	0,575	0,623	0,700	0,833	0,926	0,857	0,811
8	LP = M e ^k / (e ^k - 1)	(mm/hr)	13,796	14,814	13,627	13,849	13,040	13,150	13,004	13,457	14,734	14,838	14,889	14,125
		(lt/dt/ha)	1,597	1,715	1,577	1,603	1,509	1,522	1,505	1,557	1,705	1,717	1,723	1,635

D.3. Tabel perhitungan kebutuhan air untuk tahun keandalan rendah

No	Main Tamam	Uraian	Bn Periode	Musim Hujan (MH)												Musim Kemarau (MK.1)											
				November			Desember			Januari			Februari			Maret			April			Maret			April		
				I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III			
1	PTT																										
2	Koefisien Tanaman	Padi																									
3	Reinta Koefisien Tanaman	Padi																									
4	Evapotranspirasi Potensial	mm/hr																									
5	Penggunaan Air Konsumsi (Ca)	mm/hr																									
6	Rasio Laju PAK	Padi																									
7	Kebutuhan Air Tanaman	mm/hr																									
8	Penyipapan Lahan	mm/hr																									
9	Rasio Laju PL	mm/hr																									
10	Kebutuhan Air Unk. PL	mm/hr																									
11	Perkolasi	mm/hr																									
12	Perkolasi dengan Rasio Laju	mm/hr																									
13	Rasio Laju Total	Padi																									
14	WLR	mm/hr																									
15	Rasio Laju WLR	mm/hr																									
16	Kebutuhan Air Unk. WLR	mm/hr																									
17	Kebutuhan Air Koor	mm/hr																									
18	Carah Hujan Efektif	mm/hr																									
19	Kebutuhan Air Bersih di Sawah (N)	Padi																									
20	Kebutuhan Air Bersih di Sawah (N)	Padu																									
21	Kebutuhan Air Bersih di Sawah (N)	bidha																									
22	Efikensi Saluran	%																									
23	Kebutuhan Air Irigasi	bidha																									
24	Kebutuhan Air Irigasi	bid																									
25	Total Kebutuhan Air Irigasi	mm/30h																									
26	Total Kebutuhan Air Irigasi	mm/30h																									

D.4. Tabel perhitungan kebutuhan air untuk tahun keandalan kering

No	Main Tamam	Uraian	Bn Periode	Musim Hujan (MH)												Musim Kemarau (MK.2)											
				November			Desember			Januari			Februari			Maret			April			Maret			April		
				I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III			
1	PTT																										
2	Koefisien Tanaman	Padi																									
3	Reinta Koefisien Tanaman	Padi																									
4	Evapotranspirasi Potensial	mm/hr																									
5	Penggunaan Air Konsumsi (Ca)	mm/hr																									
6	Rasio Laju PAK	Padi																									
7	Kebutuhan Air Tanaman	mm/hr																									
8	Penyipapan Lahan	mm/hr																									
9	Rasio Laju PL	mm/hr																									
10	Kebutuhan Air Unk. PL	mm/hr																									
11	Perkolasi	mm/hr																									
12	Perkolasi dengan Rasio Laju	mm/hr																									
13	Rasio Laju Total	Padi																									
14	WLR	mm/hr																									
15	Rasio Laju WLR	mm/hr																									
16	Kebutuhan Air Unk. WLR	mm/hr																									
17	Kebutuhan Air Koor	mm/hr																									
18	Carah Hujan Efektif	mm/hr																									
19	Kebutuhan Air Bersih di Sawah (N)	Padi																									
20	Kebutuhan Air Bersih di Sawah (N)	Padu																									
21	Kebutuhan Air Bersih di Sawah (N)	bidha																									
22	Efikensi Saluran	%																									
23	Kebutuhan Air Irigasi	bidha																									
24	Kebutuhan Air Irigasi	bid																									
25	Total Kebutuhan Air Irigasi	mm/30h																									
26	Total Kebutuhan Air Irigasi	mm/30h																									

E.1. Debit Intake (Metode basic year)

Bulan	Periode	97			75			Tahun		26		51	
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017		
Jan	1	7.073	5,872	6,131	8,063	11,987	11,987	9,347	9,347	8,003	7,146		
	2	4,063	6,920	6,828	5,151	11,987	11,987	9,347	9,347	8,003	7,146		
	3	5,096	8,779	6,937	5,151	11,987	11,987	9,347	9,347	8,003	7,146		
Feb	1	6,131	7,998	8,389	5,151	11,987	11,987	9,347	9,347	8,003	7,570		
	2	6,828	8,551	8,507	5,151	11,987	11,987	9,347	9,347	8,003	7,570		
	3	6,937	8,239	9,119	5,151	11,987	11,987	10,282	9,347	8,003	7,570		
Mar	1	8,001	8,389	11,245	11,987	11,987	11,987	9,578	9,578	8,892	8,003		
	2	9,119	8,507	11,245	11,987	11,987	11,987	9,578	9,578	8,892	8,003		
	3	9,515	9,119	11,245	11,987	11,987	11,987	9,578	9,578	8,892	8,003		
Apr	1	9,578	9,119	7,865	11,987	10,520	10,520	9,578	9,578	8,892	7,570		
	2	9,134	9,119	7,600	11,987	10,520	8,443	9,578	9,578	8,892	7,570		
	3	9,578	9,119	7,860	11,987	10,520	8,443	9,578	9,578	8,892	7,570		
Mei	1	9,184	9,119	11,245	8,590	9,578	8,443	9,578	9,578	8,666	8,443		
	2	8,003	8,909	11,245	7,192	9,578	8,443	9,578	9,578	8,666	8,443		
	3	8,070	8,471	11,336	11,987	9,578	8,443	9,578	9,578	8,666	8,443		
Jun	1	5,923	8,443	8,003	11,987	8,003	8,003	9,578	9,578	8,003	8,443		
	2	5,923	8,443	11,245	11,987	8,003	8,003	9,578	9,578	7,570	8,443		
	3	8,236	8,443	11,245	11,987	8,003	8,003	9,578	9,578	7,570	8,443		
Jul	1	5,923	5,923	5,532	11,987	6,525	6,941	7,357	5,923	5,532	5,532		
	2	5,485	5,485	5,532	11,987	6,525	6,126	7,357	5,923	5,532	5,532		
	3	4,986	4,986	5,532	11,987	6,525	5,726	7,357	5,923	5,532	5,532		
Ags	1	4,063	4,063	5,532	11,987	4,596	5,726	5,726	4,596	4,596	5,532		
	2	4,063	4,063	5,532	11,987	4,596	5,726	5,726	4,596	4,596	4,650		
	3	4,063	4,063	5,532	11,987	4,596	5,726	5,726	4,596	4,596	4,650		
Sept	1	4,063	4,063	4,147	11,987	4,596	4,596	3,890	4,596	4,596	4,650		
	2	4,063	4,063	3,224	11,987	4,596	4,596	3,890	4,063	4,596	4,650		
	3	4,063	4,063	3,224	11,987	4,596	4,596	3,890	3,552	4,596	4,650		
Okt	1	4,063	4,063	4,063	6,525	4,596	4,596	4,596	4,596	4,063	7,367		
	2	4,063	4,063	4,063	6,525	4,596	4,596	4,596	4,596	4,063	7,367		
	3	4,063	4,063	4,063	6,525	4,596	4,596	4,596	4,596	4,063	7,367		
Nov	1	4,063	4,063	4,063	6,525	4,596	4,596	5,532	4,596	4,063	7,367		
	2	4,063	4,063	4,063	6,525	4,596	4,596	5,532	4,596	6,525	7,367		
	3	6,828	4,063	4,063	7,883	4,596	7,570	5,532	4,596	6,525	7,367		
Des	1	6,828	4,063	4,063	10,520	7,146	7,570	7,146	7,367	6,525	6,828		
	2	6,828	4,063	4,063	10,520	7,146	7,570	7,146	7,367	6,525	6,828		
	3	5,666	4,063	4,063	10,520	7,146	7,570	7,146	7,367	6,525	6,828		
Rerata		6,212	6,358	6,879	9,706	8,010	7,990	7,630	7,346	6,766	6,989		

E.2. Debit Andalan

Cukup

Normal

Bulan	Periode	Debit Andalan (m ³ /dt)	Q min	Bulan	Periode	Debit Andalan (m ³ /dt)	Q min
Jan	1	11,987	11,987	Jan	1	9,347	9,347
	2	11,987			2	9,347	
	3	11,987			3	9,347	
Feb	1	11,987	11,987	Feb	1	9,347	9,347
	2	11,987			2	9,347	
	3	11,987			3	9,347	
Mar	1	11,987	11,987	Mar	1	9,578	9,578
	2	11,987			2	9,578	
	3	11,987			3	9,578	
Apr	1	10,520	8,443	Apr	1	9,578	9,578
	2	8,443			2	9,578	
	3	8,443			3	9,578	
Sept	1	4,596	4,596	Sept	1	4,596	3,552
	2	4,596			2	4,063	
	3	4,596			3	3,552	
Okt	1	4,596	4,596	Okt	1	4,596	4,596
	2	4,596			2	4,596	
	3	4,596			3	4,596	
Nov	1	4,596	4,596	Nov	1	4,596	4,596
	2	4,596			2	4,596	
	3	7,570			3	4,596	
Des	1	7,570	7,570	Des	1	7,367	7,367
	2	7,570			2	7,367	
	3	7,570			3	7,367	

Rendah

Kering

Bulan	Periode	Debit Andalan (m ³ /dt)	Q min	Bulan	Periode	Debit Andalan (m ³ /dt)	Q min
Jan	1	6,131	6,131	Jan	1	7,073	4,063
	2	6,828			2	4,063	
	3	6,937			3	5,096	
Feb	1	8,389	8,389	Feb	1	6,131	6,131
	2	8,507			2	6,828	
	3	9,119			3	6,937	
Mar	1	11,245	11,245	Mar	1	8,001	8,001
	2	11,245			2	9,119	
	3	11,245			3	9,515	
Apr	1	7,865	7,600	Apr	1	9,578	9,134
	2	7,600			2	9,134	
	3	7,860			3	9,578	
Sept	1	4,147	3,224	Sept	1	4,063	4,063
	2	3,224			2	4,063	
	3	3,224			3	4,063	
Okt	1	4,063	4,063	Okt	1	4,063	4,063
	2	4,063			2	4,063	
	3	4,063			3	4,063	
Nov	1	4,063	4,063	Nov	1	4,063	4,063
	2	4,063			2	4,063	
	3	4,063			3	6,828	
Des	1	4,063	4,063	Des	1	6,828	5,666
	2	4,063			2	6,828	
	3	4,063			3	5,666	

F.1. Neraca Air berdasarkan Data RTTG untuk Tahun Cukup

Bulan	Pola Tata tanam			Q Kebutuhan (m ³ /dt)	Q Tersedia (m ³ /dt)	Kelebihan (+) / Kekurangan (-)	Keterangan
	Musim Tanam	Jenis Tanaman	Luas yang Ditanami		Q Andalan di Intake (m ³ /dt)		
Jan-1	MH	Padi	3224	7,490	11,987	4,497	lebih
Jan-2	MH	Palawija	2221	7,238	11,987	4,749	lebih
Jan-3	MH	Tebu	2401	6,720	11,987	5,267	lebih
Feb-1	MH	Padi	3224	6,752	11,987	5,235	lebih
Feb-2	MH	Palawija	2221	7,023	11,987	4,964	lebih
Feb-3	MH	Tebu	2401	6,723	11,987	5,264	lebih
Mar-1	MK 1	Padi	1790	6,195	11,987	5,792	lebih
Mar-2	MK 1	Palawija	3417	8,036	11,987	3,951	lebih
Mar-3	MK 1	Tebu	2639	9,648	11,987	2,339	lebih
Apr-1	MK 1	Padi	1790	10,033	10,520	0,487	lebih
Apr-2	MK 1	Palawija	3417	9,131	8,443	-0,688	kurang
Apr-3	MK 1	Tebu	2639	7,928	8,443	0,515	lebih
Mei-1	MK 1	Padi	1790	6,084	8,443	2,359	lebih
Mei-2	MK 1	Palawija	3417	6,060	8,443	2,383	lebih
Mei-3	MK 1	Tebu	2639	5,707	8,443	2,736	lebih
Jun-1	MK 1	Padi	1790	4,940	8,003	3,063	lebih
Jun-2	MK 1	Palawija	3417	4,895	8,003	3,108	lebih
Jun-3	MK 1	Tebu	2639	4,559	8,003	3,444	lebih
Jul-1	MK 2	Padi	643	4,892	6,941	2,049	lebih
Jul-2	MK 2	Palawija	4021	4,598	6,126	1,528	lebih
Jul-3	MK 2	Tebu	3182	4,839	5,726	0,887	lebih
Ags-1	MK 2	Padi	643	5,995	5,726	-0,269	kurang
Ags-2	MK 2	Palawija	4021	6,337	5,726	-0,611	kurang
Ags-3	MK 2	Tebu	3182	6,556	5,726	-0,830	kurang
Sep-1	MK 2	Padi	643	8,343	4,596	-3,747	kurang
Sep-2	MK 2	Palawija	4021	7,827	4,596	-3,231	kurang
Sep-3	MK 2	Tebu	3182	7,025	4,596	-2,429	kurang
Okt-1	MK 2	Padi	643	6,849	4,596	-2,253	kurang
Okt-2	MK 2	Palawija	4021	6,281	4,596	-1,685	kurang
Okt-3	MK 2	Tebu	3182	5,448	4,596	-0,852	kurang
Nov-1	MH	Padi	3224	8,584	4,596	-3,988	kurang
Nov-2	MH	Palawija	2221	11,171	4,596	-6,575	kurang
Nov-3	MH	Tebu	2401	14,155	7,570	-6,585	kurang
Des-1	MH	Padi	3224	13,952	7,570	-6,382	kurang
Des-2	MH	Palawija	2221	10,808	7,570	-3,238	kurang
Des-3	MH	Tebu	2401	7,193	7,570	0,377	lebih

F.2 Neraca Air berdasarkan Data RTTG untuk Tahun Normal

Bulan	Pola Tata tanam			Q Kebutuhan (m ³ /dt)	Q Tersedia (m ³ /dt)	Kelebihan (+) / Kekurangan (-)	Keterangan
	Musim Tanam	Jenis Tanaman	Luas yang Ditanami		Q Andalan di Intake (m ³ /dt)		
Jan-1	MH	Padi	3224	7,384	9,347	1,963	lebih
Jan-2	MH	Palawija	2221	7,620	9,347	1,727	lebih
Jan-3	MH	Tebu	2401	7,009	9,347	2,338	lebih
Feb-1	MH	Padi	3224	6,732	9,347	2,615	lebih
Feb-2	MH	Palawija	2221	6,729	9,347	2,618	lebih
Feb-3	MH	Tebu	2401	6,433	9,347	2,914	lebih
Mar-1	MK 1	Padi	1790	6,146	9,578	3,432	lebih
Mar-2	MK 1	Palawija	3417	8,048	9,578	1,530	lebih
Mar-3	MK 1	Tebu	2639	9,784	9,578	-0,206	kurang
Apr-1	MK 1	Padi	1790	10,163	9,578	-0,585	lebih
Apr-2	MK 1	Palawija	3417	9,072	9,578	0,506	lebih
Apr-3	MK 1	Tebu	2639	7,905	9,578	1,673	lebih
Mei-1	MK 1	Padi	1790	6,235	9,578	3,343	lebih
Mei-2	MK 1	Palawija	3417	6,037	9,578	3,541	lebih
Mei-3	MK 1	Tebu	2639	5,623	9,578	3,955	lebih
Jun-1	MK 1	Padi	1790	5,095	9,578	4,483	lebih
Jun-2	MK 1	Palawija	3417	4,850	9,578	4,728	lebih
Jun-3	MK 1	Tebu	2639	4,476	9,578	5,102	lebih
Jul-1	MK 2	Padi	643	4,959	5,923	0,964	lebih
Jul-2	MK 2	Palawija	4021	4,596	5,923	1,327	lebih
Jul-3	MK 2	Tebu	3182	4,839	5,923	1,084	lebih
Ags-1	MK 2	Padi	643	5,995	4,596	-1,399	kurang
Ags-2	MK 2	Palawija	4021	6,337	4,596	-1,741	kurang
Ags-3	MK 2	Tebu	3182	6,556	4,596	-1,960	kurang
Sep-1	MK 2	Padi	643	8,343	4,596	-3,747	kurang
Sep-2	MK 2	Palawija	4021	7,827	4,063	-3,764	kurang
Sep-3	MK 2	Tebu	3182	6,986	3,552	-3,434	kurang
Okt-1	MK 2	Padi	643	6,817	4,596	-2,221	kurang
Okt-2	MK 2	Palawija	4021	6,281	4,596	-1,685	kurang
Okt-3	MK 2	Tebu	3182	5,431	4,596	-0,835	kurang
Nov-1	MH	Padi	3224	8,496	4,596	-3,900	kurang
Nov-2	MH	Palawija	2221	11,517	4,596	-6,921	kurang
Nov-3	MH	Tebu	2401	14,423	4,596	-9,827	kurang
Des-1	MH	Padi	3224	13,932	7,367	-6,565	kurang
Des-2	MH	Palawija	2221	11,540	7,367	-4,173	kurang
Des-3	MH	Tebu	2401	7,520	7,367	-0,153	kurang

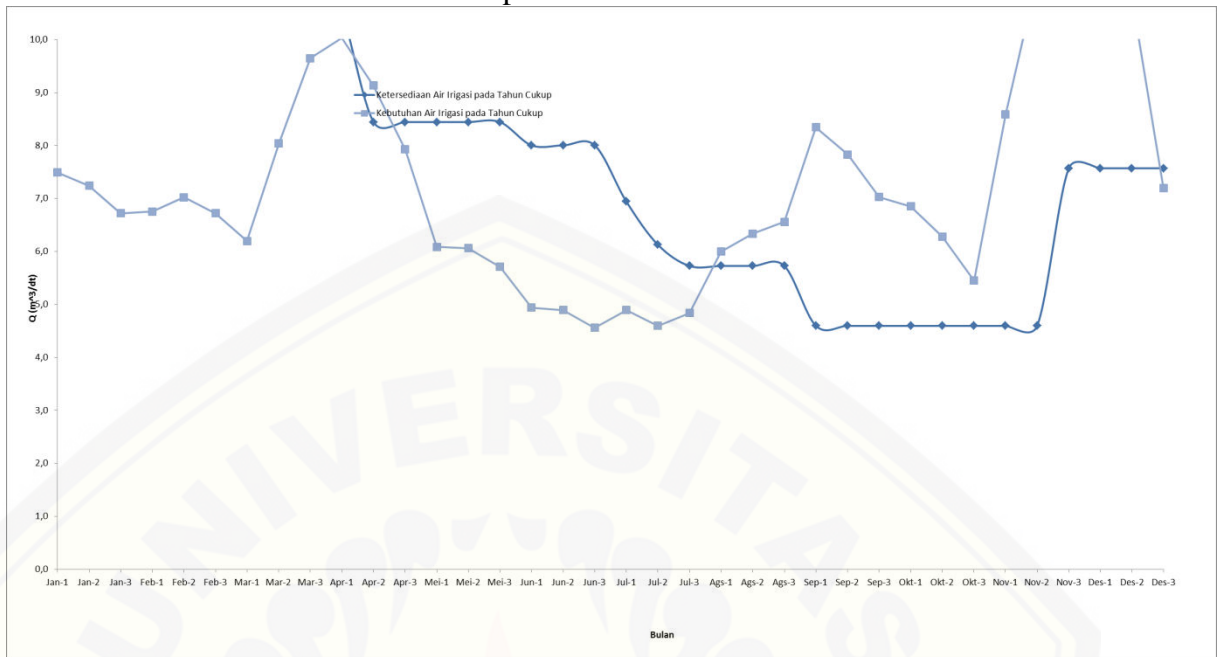
F.3 Neraca Air berdasarkan Data RTTG untuk Tahun Rendah

Bulan	Pola Tata tanam			Q Kebutuhan (m ³ /dt)	Q Tersedia (m ³ /dt)		Kelebihan (+) / Kekurangan (-)	Keterangan
	Musim Tanam	Jenis Tanaman	Luas yang Ditanami		Q Andalan di Intake (m ³ /dt)			
Jan-1	MH	Padi	3224	7,319	6,131		-1,188	kurang
Jan-2	MH	Palawija	2221	7,285	6,828		-0,457	kurang
Jan-3	MH	Tebu	2401	7,128	6,937		-0,191	kurang
Feb-1	MH	Padi	3224	7,135	8,389		1,254	lebih
Feb-2	MH	Palawija	2221	7,121	8,507		1,386	lebih
Feb-3	MH	Tebu	2401	6,663	9,119		2,456	lebih
Mar-1	MK 1	Padi	1790	6,006	11,245		5,239	lebih
Mar-2	MK 1	Palawija	3417	8,069	11,245		3,176	lebih
Mar-3	MK 1	Tebu	2639	9,582	11,245		1,663	lebih
Apr-1	MK 1	Padi	1790	10,105	7,865		-2,240	kurang
Apr-2	MK 1	Palawija	3417	9,027	7,600		-1,427	kurang
Apr-3	MK 1	Tebu	2639	7,938	7,860		-0,078	kurang
Mei-1	MK 1	Padi	1790	6,074	11,245		5,171	lebih
Mei-2	MK 1	Palawija	3417	6,025	11,245		5,220	lebih
Mei-3	MK 1	Tebu	2639	5,718	11,336		5,618	lebih
Jun-1	MK 1	Padi	1790	5,095	8,003		2,908	lebih
Jun-2	MK 1	Palawija	3417	4,895	11,245		6,350	lebih
Jun-3	MK 1	Tebu	2639	4,457	11,245		6,788	lebih
Jul-1	MK 2	Padi	643	4,959	5,532		0,573	lebih
Jul-2	MK 2	Palawija	4021	4,615	5,532		0,917	lebih
Jul-3	MK 2	Tebu	3182	4,839	5,532		0,693	lebih
Ags-1	MK 2	Padi	643	5,995	5,532		-0,463	kurang
Ags-2	MK 2	Palawija	4021	6,337	5,532		-0,805	kurang
Ags-3	MK 2	Tebu	3182	6,556	5,532		-1,024	kurang
Sep-1	MK 2	Padi	643	8,343	4,147		-4,196	kurang
Sep-2	MK 2	Palawija	4021	7,827	3,224		-4,603	kurang
Sep-3	MK 2	Tebu	3182	7,023	3,224		-3,799	kurang
Okt-1	MK 2	Padi	643	6,849	4,063		-2,786	kurang
Okt-2	MK 2	Palawija	4021	6,281	4,063		-2,218	kurang
Okt-3	MK 2	Tebu	3182	5,449	4,063		-1,386	kurang
Nov-1	MH	Padi	3224	8,348	4,063		-4,285	kurang
Nov-2	MH	Palawija	2221	11,425	4,063		-7,362	kurang
Nov-3	MH	Tebu	2401	14,317	4,063		-10,254	kurang
Des-1	MH	Padi	3224	14,009	4,063		-9,946	kurang
Des-2	MH	Palawija	2221	11,685	4,063		-7,622	kurang
Des-3	MH	Tebu	2401	7,602	4,063		-3,539	kurang

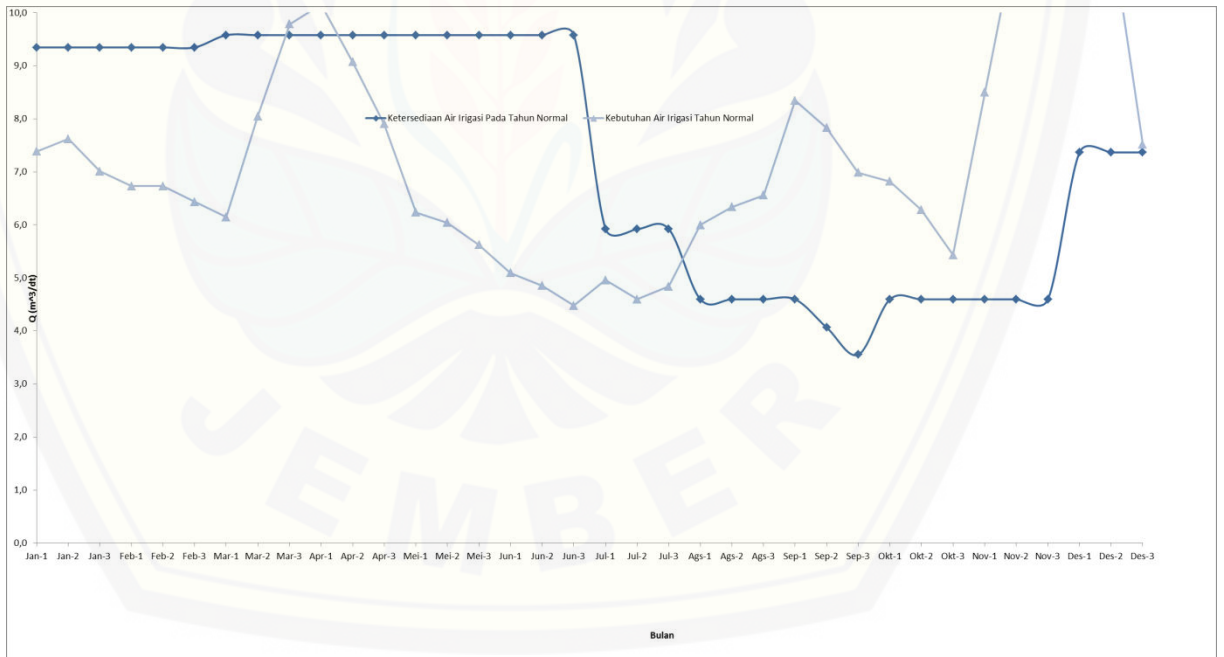
F.4 Neraca Air berdasarkan Data RTTG untuk Tahun Kering

Bulan	Pola Tata tanam			Q Kebutuhan (m ³ /dt)	Q Tersedia (m ³ /dt)	Kelebihan (+) / Kekurangan (-)	Keterangan
	Musim Tanam	Jenis Tanaman	Luas yang Ditanami				
Jan-1	MH	Padi	3224	7,612	7,073	-0,539	kurang
Jan-2	MH	Palawija	2221	7,105	4,063	-3,042	kurang
Jan-3	MH	Tebu	2401	7,105	5,096	-2,009	kurang
Feb-1	MH	Padi	3224	7,039	6,131	-0,908	kurang
Feb-2	MH	Palawija	2221	6,779	6,828	0,049	lebih
Feb-3	MH	Tebu	2401	6,643	6,937	0,294	lebih
Mar-1	MK 1	Padi	1790	5,953	8,001	2,048	lebih
Mar-2	MK 1	Palawija	3417	7,978	9,119	1,141	lebih
Mar-3	MK 1	Tebu	2639	9,745	9,515	-0,230	kurang
Apr-1	MK 1	Padi	1790	10,233	9,578	-0,655	kurang
Apr-2	MK 1	Palawija	3417	9,166	9,134	-0,032	kurang
Apr-3	MK 1	Tebu	2639	7,938	9,578	1,640	lebih
Mei-1	MK 1	Padi	1790	6,201	9,184	2,983	lebih
Mei-2	MK 1	Palawija	3417	6,060	8,003	1,943	lebih
Mei-3	MK 1	Tebu	2639	5,718	8,070	2,352	lebih
Jun-1	MK 1	Padi	1790	5,091	5,923	0,832	lebih
Jun-2	MK 1	Palawija	3417	4,895	5,923	1,028	lebih
Jun-3	MK 1	Tebu	2639	4,571	8,236	3,665	lebih
Jul-1	MK 2	Padi	643	4,959	5,923	0,964	lebih
Jul-2	MK 2	Palawija	4021	4,615	5,485	0,870	lebih
Jul-3	MK 2	Tebu	3182	4,839	4,986	0,147	lebih
Ags-1	MK 2	Padi	643	5,995	4,063	-1,932	kurang
Ags-2	MK 2	Palawija	4021	6,337	4,063	-2,274	kurang
Ags-3	MK 2	Tebu	3182	6,556	4,063	-2,493	kurang
Sep-1	MK 2	Padi	643	8,343	4,063	-4,280	kurang
Sep-2	MK 2	Palawija	4021	7,827	4,063	-3,764	kurang
Sep-3	MK 2	Tebu	3182	7,025	4,063	-2,962	kurang
Okt-1	MK 2	Padi	643	6,849	4,063	-2,786	kurang
Okt-2	MK 2	Palawija	4021	6,281	4,063	-2,218	kurang
Okt-3	MK 2	Tebu	3182	5,449	4,063	-1,386	kurang
Nov-1	MH	Padi	3224	8,584	4,063	-4,521	kurang
Nov-2	MH	Palawija	2221	11,558	4,063	-7,495	kurang
Nov-3	MH	Tebu	2401	14,517	6,828	-7,689	kurang
Des-1	MH	Padi	3224	13,958	6,828	-7,130	kurang
Des-2	MH	Palawija	2221	11,469	6,828	-4,641	kurang
Des-3	MH	Tebu	2401	7,446	5,666	-1,780	kurang

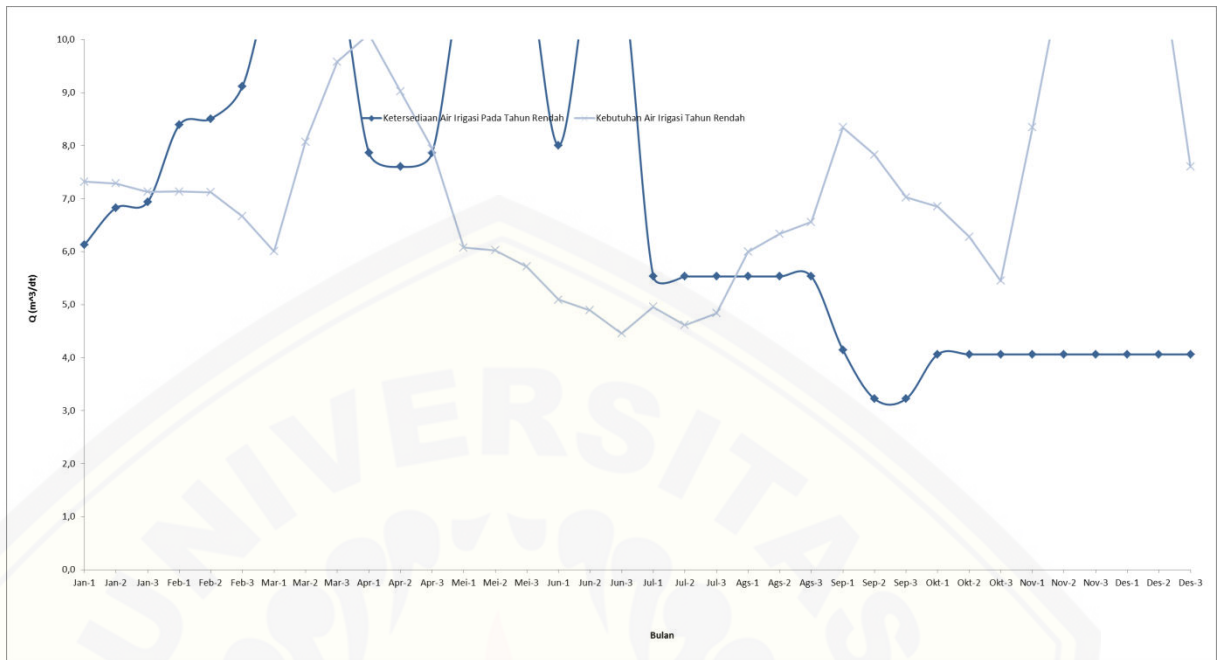
F.5 Grafik Neraca Air Tahun Cukup



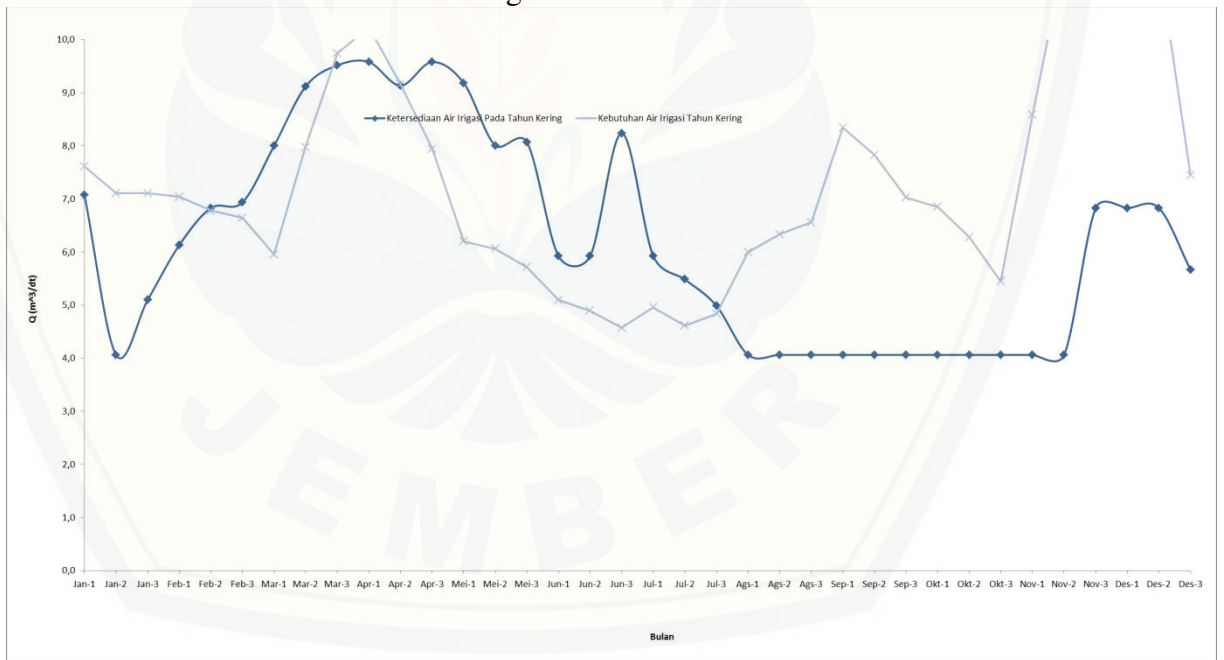
F.6 Grafik Neraca Air Tahun Normal



F.7 Grafik Neraca Air Tahun Rendah



F.8 Grafik Neraca Air Tahun Kering



G.1 Volume Air yang Tersedia Tahun Cukup

Tanaman MK 2	Q (lt/det/ha)	Volume per Ha (m ³ /ha)
Padi	1,019117	880,517
	1,128487	975,013
	1,254061	1083,509
	1,489145	1286,621
	1,3903	1201,219
	1,291456	1115,818
	1,504869	1300,207
	1,491666	1288,799
	1,478462	1277,391
	1,542969	1333,125
	1,514413	1308,453
	1,484359	1282,486
	Jumlah	14333,158
	Palawija	0,342461
0,39383		340,269
0,433784		374,789
0,583796		504,400
0,684451		591,365
0,754909		652,241
1,008782		871,588
0,93484		807,702
0,789597		682,211
0,768698		664,155
0,677922		585,725
0,521479		450,558
Jumlah		6820,890

G.2 Volume Air yang Tersedia Tahun Normal

Tanaman MK 2	Q	Volume per Ha
	(lt/det/ha)	(m ³ /ha)
Padi	1,056372	912,705
	1,125994	972,859
	1,254061	1083,509
	1,489145	1286,621
	1,3903	1201,219
	1,291456	1115,818
	1,504869	1300,207
	1,491666	1288,799
	1,418532	1225,611
	1,493388	1290,287
	1,514967	1308,931
	1,45729	1259,099
	Jumlah	14245,666
	Palawija	0,342
0,394		340,269
0,434		374,789
0,584		504,400
0,684		591,365
0,755		652,241
1,009		871,588
0,935		807,702
0,790		682,211
0,769		664,155
0,678		585,725
0,521		450,558
Jumlah		6820,890

G.3. Volume Air yang Tersedia Tahun Rendah

Tanaman MK 2	Q	Volume per Ha
	(lt/det/ha)	(m ³ /ha)
Padi	1,056371688	912,705
	1,155216239	998,107
	1,25406079	1083,509
	1,489144816	1286,621
	1,390300265	1201,219
	1,291455713	1115,818
	1,504869481	1300,207
	1,491665526	1288,799
	1,475943512	1275,215
	1,543937982	1333,962
	1,514966942	1308,931
	1,485995902	1283,900
	Jumlah	14388,995
	Palawija	0,342
0,394		340,269
0,434		374,789
0,584		504,400
0,684		591,365
0,755		652,241
1,009		871,588
0,935		807,702
0,790		682,211
0,769		664,155
0,678		585,725
0,521		450,558
Jumlah		6820,890

G.4. Volume Air yang Tersedia Tahun Kering

Tanaman MK 2	Q	Volume per Ha
	(lt/det/ha)	(m ³ /ha)
Padi	1,056372	912,705
	1,155216	998,107
	1,254061	1083,509
	1,489145	1286,621
	1,3903	1201,219
	1,291456	1115,818
	1,504869	1300,207
	1,491666	1288,799
	1,478462	1277,391
	1,543938	1333,962
	1,514967	1308,931
	1,485996	1283,900
	Jumlah	14391,170
	Palawija	0,342
0,394		340,269
0,434		374,789
0,584		504,400
0,684		591,365
0,755		652,241
1,009		871,588
0,935		807,702
0,790		682,211
0,769		664,155
0,678		585,725
0,521		450,558
Jumlah		6820,890

H. Volume Air yang Dibutuhkan

Debit (m ³ /det)	V Padi (90 hari)	V Tebu (120 hari)	V Palawija (90 hari)
0,001	7776	10368	7776
0,002	15552	20736	15552
0,003	23328	31104	23328
0,004	31104	41472	31104
0,005	38880	51840	38880
1,996	15520896	20694528	15520896
1,997	15528672	20704896	15528672
1,998	15536448	20715264	15536448
1,999	15544224	20725632	15544224
2,000	15552000	20736000	15552000

I.1. Luas Lahan yang Ditanami Tahun Cukup

Bangunan	Luas (ha)		Debit (m ³ /det)		Volume yg dibutuhkan (m ³)		Volume yg Tersedia (m ³ /ha)		Luas lahan yg diairi (ha)	
	Total	Padi	Palawija	Padi	Palawija	Padi	Palawija	Padi	Palawija	
B 1	41	0,075	0,035	583200	272160	14333	6821	40,69	39,90	
B 2	117	0,215	0,102	1671840	793152	14333	6821	116,64	116,28	
B 3	95	0,175	0,083	1360800	645408	14333	6821	94,94	94,62	
B 4	21	0,038	0,018	295488	139968	14333	6821	20,62	20,52	
B 5	54	0,099	0,047	769824	365472	14333	6821	53,71	53,58	
B 49	222	0,409	0,194	3180384	1508544	14333	6821	221,89	221,17	

I.2. Luas Lahan yang Ditanami Tahun Normal

Bangunan	Luas (ha)		Debit (m ³ /det)		Volume yg dibutuhkan (m ³)		Volume yg Tersedia (m ³ /ha)		Luas lahan yg diairi (ha)	
	Total	Padi	Palawija	Padi	Palawija	Padi	Palawija	Padi	Palawija	
B 1	41	0,075	0,035	583200	272160	14246	6821	40,94	39,90	
B 2	117	0,214	0,102	1664064	793152	14246	6821	116,81	116,28	
B 3	95	0,174	0,083	1353024	645408	14246	6821	94,98	94,62	
B 4	21	0,038	0,018	295488	136858	14246	6821	20,74	20,06	
B 5	54	0,098	0,047	762048	365472	14246	6821	53,49	53,58	
B 49	222	0,406	0,194	3157056	1508544	14246	6821	221,62	221,17	

I.3. Luas Lahan yang Ditanami Tahun Rendah

Bangunan	Luas (ha)		Debit (m ³ /det)		Volume yg dibutuhkan (m ³)		Volume yg Tersedia (m ³ /ha)		Luas lahan yg diairi (ha)	
	Total	Padi	Palawija	Padi	Palawija	Padi	Palawija	Padi	Palawija	
B 1	41	0,075	0,035	583200	272160	14389	6821	40,53	39,90	
B 2	117	0,216	0,102	1679616	793152	14389	6821	116,73	116,28	
B 3	95	0,175	0,083	1360800	645408	14389	6821	94,57	94,62	
B 4	21	0,038	0,018	295488	136858	14389	6821	20,54	20,06	
B 5	54	0,099	0,047	769824	365472	14389	6821	53,50	53,58	
B 49	222	0,410	0,194	3188160	1508544	14389	6821	221,57	221,17	

I.4. Luas Lahan yang Ditanami Tahun Kering

Bangunan	Luas (ha)		Debit (m ³ /det)		Volume yg dibutuhkan (m ³)		Volume yg Tersedia (m ³ /ha)		Luas lahan yg diairi (ha)	
	Total	Padi	Palawija	Padi	Palawija	Padi	Palawija	Padi	Palawija	
B 1	41	0,075	0,035	583200	272160	14389	6821	40,53	39,90	
B 2	117	0,216	0,102	1679616	793152	14389	6821	116,73	116,28	
B 3	95	0,175	0,083	1360800	645408	14389	6821	94,57	94,62	
B 4	21	0,038	0,018	295488	136858	14389	6821	20,54	20,06	
B 5	54	0,099	0,047	769824	365472	14389	6821	53,50	53,58	
B 49	222	0,410	0,194	3188160	1508544	14389	6821	221,57	221,17	

J.1. Biaya Produksi Padi per-ha Periode Tanam MK 2

No	Komponen		Satuan	Volume	Harga Satuan	Total
					(Rp)	(Rp)
1	Sewa lahan		Ha	1	5.000.000,00	5.000.000,00
2	Pajak		thn	1	150.000,00	150.000,00
3	Benih		Kg	40	10.000,00	400.000,00
4	Pupuk	Urea	Kg	200	1.800,00	360.000,00
		SP-36	Kg	100	2.000,00	200.000,00
		Phonska	Kg	300	2.300,00	690.000,00
		Pupuk kandang	Kg	1.000	500,00	500.000,00
		Pestisida	Lt	5	150.000,00	750.000,00
		Lain-lain				
5	Insektisida	Cair	l	2	75.000,00	150.000,00
		Tepung	Kg		0,00	0,00
6	Fungisida	Cair	l	2	75.000,00	150.000,00
		Tepung	Kg		0,00	0,00
7	Tenaga Kerja:					0,00
	Penyiapan Lahan		Ha	1	1.250.000,00	1.250.000,00
	Tanam	perempuan	HOK	20	40.000,00	800.000,00
	Pemupukan	laki	HOK	6	70.000,00	420.000,00
	Penyiangan	laki	HOK	20	70.000,00	1.400.000,00
	Penyemprotan	laki	HOK	7	70.000,00	490.000,00
	Panen	laki	HOK	30	70.000,00	2.100.000,00
	Pengangkutan	laki	kg	65	10.000,00	650.000,00
Total Biaya Produksi						15.460.000,00

J.2. Biaya Produksi Palawija per-ha Periode Tanam MK 2

No	Komponen		Satuan	Volume	Harga Satuan	Total	
					(Rp)	(Rp)	
1	Sewa lahan		Ha	1	4.000.000,00	4.000.000,00	
	Pajak		thn	1	150.000,00	150.000,00	
2	Benih		Kg	15	65.000,00	975.000,00	
3	Pupuk	Urea	Kg	400	1.800,00	720.000,00	
		SP-36	Kg	0	2.000,00	0,00	
		KCL	Kg	0	2.200,00	0,00	
		Phonska	Kg	200	2.300,00	460.000,00	
		Pupuk Kandang	Kg	1.000	500,00	500.000,00	
		Pestisida	lt	2	75.000,00	150.000,00	
4	Insektisida	Cair	lt	0	75.000,00	0,00	
		Tepung	Kg		0,00	0,00	
5	Fungisida	Cair	l	0,0	75.000,00	0,00	
		Tepung	Kg		0,00	0,00	
6	Tenaga Kerja:					0,00	
	Penyiapan Lahan		Ha	1	1.000.000,00	1.000.000,00	
	Tanam	laki	HOK	10	70.000,00	700.000,00	
	Pemupukan	laki	HOK	10	70.000,00	700.000,00	
	Penyiangan	laki	HOK	5	70.000,00	350.000,00	
	Penyemprotan	laki	HOK	3	70.000,00	210.000,00	
	Pengairan			6	450.000,00	2.700.000,00	
	Panen	laki	HOK	10	70.000,00	700.000,00	
	Pemipil		Ton	6	30.000,00	180.000,00	
	Pengeringan		HOK	3	70.000,00	210.000,00	
	Lain-lain					300.000,00	
	Total Biaya Produksi						14.005.000,00

J.3. Manfaat Irigasi Tanaman per hektar Periode Tanam MK 2

Tanaman	Produksi	Harga	Total Harga	Biaya Produksi	Manfaat Irigasi
	Kg/ha	Rp/kg	Rp/ha	Rp/ha	Rp/ha
	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]
Padi (tahun cukup)	6,509	5000000	32545000	15.460.000,00	17085000
Palawija (tahun cukup)	6,7	3500000	23450000	14.005.000,00	9445000

K.1. Keuntungan Sebagai Fungsi Debit Tahun Cukup

Debit (m³/det)	Keuntungan Per musim (Rp)					
	Bangunan	Bangunan	Bangunan	Bangunan	Bangunan	Bangunan
	1	2	3	4	5	49
0,001	20.036.482	20.036.482	20.036.482	20.036.482	20.036.482	20.036.482
0,002	40.072.964	40.072.964	40.072.964	40.072.964	40.072.964	40.072.964
0,003	60.109.446	60.109.446	60.109.446	60.109.446	60.109.446	60.109.446
0,004	80.145.928	80.145.928	80.145.928	80.145.928	80.145.928	80.145.928
0,005	100.182.409	100.182.409	100.182.409	100.182.409	100.182.409	100.182.409
1,996	1.072.033.856	3.111.146.131	2.535.805.556	566.071.651	1.443.735.218	5.899.932.789
1,997	1.072.033.856	3.111.146.131	2.535.805.556	566.071.651	1.443.735.218	5.899.932.789
1,998	1.072.033.856	3.111.146.131	2.535.805.556	566.071.651	1.443.735.218	5.899.932.789
1,999	1.072.033.856	3.111.146.131	2.535.805.556	566.071.651	1.443.735.218	5.899.932.789
2,000	1.072.033.856	3.111.146.131	2.535.805.556	566.071.651	1.443.735.218	5.899.932.789

K.2. Keuntungan Sebagai Fungsi Debit Tahun Normal

Debit (m³/det)	Keuntungan Per musim (Rp)					
	Bangunan	Bangunan	Bangunan	Bangunan	Bangunan	Bangunan
	1	2	3	4	5	49
0,001	19.914.176	19.914.176	19.914.176	19.914.176	19.914.176	19.914.176
0,002	39.828.352	39.828.352	39.828.352	39.828.352	39.828.352	39.828.352
0,003	59.742.528	59.742.528	59.742.528	59.742.528	59.742.528	59.742.528
0,004	79.656.704	79.656.704	79.656.704	79.656.704	79.656.704	79.656.704
0,005	99.570.880	99.570.880	99.570.880	99.570.880	99.570.880	99.570.880
1,996	1.065.489.993	3.092.155.207	2.520.326.601	562.616.261	1.434.922.431	5.863.918.675
1,997	1.065.489.993	3.092.155.207	2.520.326.601	562.616.261	1.434.922.431	5.863.918.675
1,998	1.065.489.993	3.092.155.207	2.520.326.601	562.616.261	1.434.922.431	5.863.918.675
1,999	1.065.489.993	3.092.155.207	2.520.326.601	562.616.261	1.434.922.431	5.863.918.675
2,000	1.065.489.993	3.092.155.207	2.520.326.601	562.616.261	1.434.922.431	5.863.918.675

K.3. Keuntungan Sebagai Fungsi Debit Tahun Rendah

Debit (m³/det)	Keuntungan Per musim (Rp)					
	Bangunan	Bangunan	Bangunan	Bangunan	Bangunan	Bangunan
	1	2	3	4	5	49
0,001	20.114.537	20.114.537	20.114.537	20.114.537	20.114.537	20.114.537
0,002	40.229.074	40.229.074	40.229.074	40.229.074	40.229.074	40.229.074
0,003	60.343.610	60.343.610	60.343.610	60.343.610	60.343.610	60.343.610
0,004	80.458.147	80.458.147	80.458.147	80.458.147	80.458.147	80.458.147
0,005	100.572.684	100.572.684	100.572.684	100.572.684	100.572.684	100.572.684
1,996	1.076.210.115	3.123.266.038	2.545.684.142	568.276.863	1.449.359.491	5.922.916.806
1,997	1.076.210.115	3.123.266.038	2.545.684.142	568.276.863	1.449.359.491	5.922.916.806
1,998	1.076.210.115	3.123.266.038	2.545.684.142	568.276.863	1.449.359.491	5.922.916.806
1,999	1.076.210.115	3.123.266.038	2.545.684.142	568.276.863	1.449.359.491	5.922.916.806
2,000	1.076.210.115	3.123.266.038	2.545.684.142	568.276.863	1.449.359.491	5.922.916.806

K.4. Keuntungan Sebagai Fungsi Debit Tahun Kering

Debit (m³/det)	Keuntungan Per musim (Rp)					
	Bangunan	Bangunan	Bangunan	Bangunan	Bangunan	Bangunan
	1	2	3	4	5	49
0,001	6.985.270	6.985.270	6.985.270	6.985.270	6.985.270	6.985.270
0,002	13.970.540	13.970.540	13.970.540	13.970.540	13.970.540	13.970.540
0,003	20.955.811	20.955.811	20.955.811	20.955.811	20.955.811	20.955.811
0,004	27.941.081	27.941.081	27.941.081	27.941.081	27.941.081	27.941.081
0,005	34.926.351	34.926.351	34.926.351	34.926.351	34.926.351	34.926.351
1,996	373.740.568	1.084.631.345	884.051.753	197.348.189	503.325.914	2.056.879.287
1,997	373.740.568	1.084.631.345	884.051.753	197.348.189	503.325.914	2.056.879.287
1,998	373.740.568	1.084.631.345	884.051.753	197.348.189	503.325.914	2.056.879.287
1,999	373.740.568	1.084.631.345	884.051.753	197.348.189	503.325.914	2.056.879.287
2,000	373.740.568	1.084.631.345	884.051.753	197.348.189	503.325.914	2.056.879.287

L.1. Hasil coba-coba debit per Bangunan bagi tahun Cukup

B	Debit terpakai (m ³ /det)	Luas baku (ha)	Volume diirigasi (m ³)		Volume tersedia (m ³ /ha)		Luas setelah optimasi (ha)		Persentase terairi (%)		Manfaat irigasi (Rp/ha)		Keuntungan (Rp)	
			Paadi	Palawija	Paadi	Palawija	Paadi	Palawija	Paadi	Palawija	Paadi	Palawija	Paadi	Palawija
1	0,035	41	14333	6821	272160	272160	18,99	39,90	46,31	97,32	17.085.000	9.445.000	324.412.366	376.864.501
2	0,100	117	14333	6821	777600	777600	54,25	54,25	46,37	46,37	17.085.000	9.445.000	926.892.474	512.408.511
3	0,080	95	14333	6821	622080	622080	43,40	43,40	45,69	45,69	17.085.000	9.445.000	741.513.979	409.926.809
4	0,010	21	14333	6821	77760	77760	5,43	5,43	25,83	25,83	17.085.000	9.445.000	92.689.247	51.240.851
5	0,040	54	14333	6821	311040	311040	21,70	21,70	40,19	40,19	17.085.000	9.445.000	370.756.990	204.963.405
49	0,190	222	14333	6821	1477440	1477440	103,08	103,08	46,43	46,43	17.085.000	9.445.000	1.761.095.700	973.576.171

L.2. Hasil coba-coba debit per Bangunan bagi tahun Normal

B	Debit terpakai (m ³ /det)	Luas baku (ha)	Volume diirigasi (m ³)		Volume tersedia (m ³ /ha)		Luas setelah optimasi (ha)		Persentase terairi (%)		Manfaat irigasi (Rp/ha)		Keuntungan (Rp)	
			Paadi	Palawija	Paadi	Palawija	Paadi	Palawija	Paadi	Palawija	Paadi	Palawija	Paadi	Palawija
1	0,035	41	14333	6821	272160	272160	18,99	39,90	46,31	97,32	17.085.000	9.445.000	324.412.366	376.864.501
2	0,100	117	14333	6821	777600	777600	54,25	54,25	46,37	46,37	17.085.000	9.445.000	926.892.474	512.408.511
3	0,080	95	14333	6821	622080	622080	43,40	43,40	45,69	45,69	17.085.000	9.445.000	741.513.979	409.926.809
4	0,017	21	14333	6821	132192	132192	9,22	9,22	43,92	43,92	17.085.000	9.445.000	157.571.721	87.109.447
5	0,040	54	14333	6821	311040	311040	21,70	21,70	40,19	40,19	17.085.000	9.445.000	370.756.990	204.963.405
49	0,150	222	14333	6821	1166400	1166400	81,38	81,38	36,66	36,66	17.085.000	9.445.000	1.390.338.711	768.612.767

L.3. Hasil coba-coba debit per Bangunan bagi tahun Rendah

B	Debit terpakai (m ³ /det)	Luas baku (ha)	Volume diirigasi (m ³)		Volume tersedia (m ³ /ha)		Luas setelah optimasi (ha)		Persentase terairi (%)		Manfaat irigasi (Rp/ha)		Keuntungan (Rp)	
			Paadi	Palawija	Paadi	Palawija	Paadi	Palawija	Paadi	Palawija	Paadi	Palawija	Paadi	Palawija
1	0,035	41	14333	6821	272160	272160	18,99	39,90	46,31	97,32	17.085.000	9.445.000	324.412.366	376.864.501
2	0,100	117	14333	6821	777600	777600	54,25	54,25	46,37	46,37	17.085.000	9.445.000	926.892.474	512.408.511
3	0,080	95	14333	6821	622080	622080	43,40	43,40	45,69	45,69	17.085.000	9.445.000	741.513.979	409.926.809
4	0,017	21	14333	6821	132192	132192	9,22	9,22	43,92	43,92	17.085.000	9.445.000	157.571.721	87.109.447
5	0,040	54	14333	6821	311040	311040	21,70	21,70	40,19	40,19	17.085.000	9.445.000	370.756.990	204.963.405
49	0,150	222	14333	6821	1166400	1166400	81,38	81,38	36,66	36,66	17.085.000	9.445.000	1.390.338.711	768.612.767

L.4. Hasil coba-coba debit per Bangunan bagi tahun Kering

B	Debit terpakai (m ³ /det)	Luas baku (ha)	Volume diirigasi (m ³)		Volume tersedia (m ³ /ha)		Luas setelah optimasi (ha)		Persentase terairi (%)		Manfaat irigasi (Rp/ha)		Keuntungan (Rp)	
			Paadi	Palawija	Paadi	Palawija	Paadi	Palawija	Paadi	Palawija	Paadi	Palawija	Paadi	Palawija
1	0,035	41	14333	6821	272160	272160	18,99	39,90	46,31	97,32	17.085.000	9.445.000	324.412.366	376.864.501
2	0,100	117	14333	6821	777600	777600	54,25	54,25	46,37	46,37	17.085.000	9.445.000	926.892.474	512.408.511
3	0,080	95	14333	6821	622080	622080	43,40	43,40	45,69	45,69	17.085.000	9.445.000	741.513.979	409.926.809
4	0,017	21	14333	6821	132192	132192	9,22	9,22	43,92	43,92	17.085.000	9.445.000	157.571.721	87.109.447
5	0,040	54	14333	6821	311040	311040	21,70	21,70	40,19	40,19	17.085.000	9.445.000	370.756.990	204.963.405
49	0,190	222	14333	6821	1477440	1477440	103,08	103,08	46,43	46,43	17.085.000	9.445.000	1.761.095.700	973.576.171

M.1. Rekap Optimasi tahun cukup

BB/BS/BBS	Potensial	Lans (ha)							Intensitas Tanaman (%)						Keuntungan (Rp)						
		Sebelum Optimasi			Setelah Optimasi				Lans		Total Sebelum		Total Setelah		Sebelum Optimasi			Setelah Optimasi			
		Pañi	Palawija	Tebu	Pañi	Palawija	Tebu	%	Optimasi	Optimasi	Pañi	Palawija	Tebu	Pañi	Palawija	Tebu	Pañi	Palawija	Pañi	Palawija	
1	41	3.36	16.63	21.01	18.99	1.00	21.01	0.50	0.027	0.035	8.195	40.556	51.249	46.313	2.438	51.249	57.406558	157.049.910	324.412.366	9.442.660	
2	117	9.59	47.45	59.96	54.25	2.79	59.96	1.43	0.076	0.100	8.195	40.556	51.249	46.369	2.382	51.249	163.818.715	448.186.815	926.892.474	26.321.240	
3	95	7.79	38.53	48.69	43.40	2.91	48.69	1.16	0.062	0.080	8.195	40.556	51.249	45.686	3.065	51.249	133.015.196	363.896.132	741.513.979	27.503.331	
4	21	1.72	8.52	10.76	5.43	4.81	10.76	0.26	0.014	0.010	8.195	40.556	51.249	25.834	22.917	51.249	29.403.359	80.440.198	92.689.247	45.454.232	
5	54	4.43	21.90	27.67	21.70	4.62	27.67	0.66	0.035	0.040	8.195	40.556	51.249	40.187	8.564	51.249	75.608.638	206.846.222	370.756.990	43.681.096	
49	222	18.19	90.03	113.77	103.08	5.15	113.77	2.72	0.144	0.190	8.195	40.556	51.249	46.432	2.319	51.249	310.835.510	850.367.803	1.761.095.700	48.628.997	
Total	8160	669	3309	4182	2873	1105	4182		5.296	5.296							11425305226	31256762478	49088225414	10435791967	
		8160																42682067703		59524017381	

M.2. Rekap Optimasi tahun normal

BB/BS/BBS	Potensial	Lans (ha)							Intensitas Tanaman (%)						Keuntungan (Rp)						
		Sebelum Optimasi			Setelah Optimasi				Lans		Total Sebelum		Total Setelah		Sebelum Optimasi			Setelah Optimasi			
		Pañi	Palawija	Tebu	Pañi	Palawija	Tebu	%	Optimasi	Optimasi	Pañi	Palawija	Tebu	Pañi	Palawija	Tebu	Pañi	Palawija	Pañi	Palawija	
1	41	3.36	16.63	21.01	18.99	1.00	21.01	0.50	0.024	0.035	8.195	40.556	51.249	46.313	2.438	51.249	57.406558	157.049.910	324.412.366	9.442.660	
2	117	9.59	47.45	59.96	54.25	2.79	59.96	1.43	0.069	0.100	8.195	40.556	51.249	46.369	2.382	51.249	163.818.715	448.186.815	926.892.474	26.321.240	
3	95	7.79	38.53	48.69	43.40	2.91	48.69	1.16	0.056	0.080	8.195	40.556	51.249	45.686	3.065	51.249	133.015.196	363.896.132	741.513.979	27.503.331	
4	21	1.72	8.52	10.76	9.22	1.01	10.76	0.26	0.012	0.017	8.195	40.556	51.249	43.918	4.833	51.249	29.403.359	80.440.198	157.571.721	95.856.37	
5	54	4.43	21.90	27.67	21.70	4.62	27.67	0.66	0.032	0.040	8.195	40.556	51.249	40.187	8.564	51.249	75.608.638	206.846.222	370.756.990	43.681.096	
49	222	18.19	90.03	113.77	81.38	26.85	113.77	2.72	0.130	0.150	8.195	40.556	51.249	36.657	12.094	51.249	310.835.510	850.367.803	1.761.095.700	48.628.997	
Total	8160	669	3309	4182	2602	1376	4182		4.796	4.796							11425305226	31256762478	44453763045	12997834523	
		8160																42682067703		57451597568	

M.3. Rekap Optimasi tahun rendah

BB/BS/BBS	Potensial	Lans (ha)							Intensitas Tanaman (%)						Keuntungan (Rp)						
		Sebelum Optimasi			Setelah Optimasi				Lans		Total Sebelum		Total Setelah		Sebelum Optimasi			Setelah Optimasi			
		Pañi	Palawija	Tebu	Pañi	Palawija	Tebu	%	Optimasi	Optimasi	Pañi	Palawija	Tebu	Pañi	Palawija	Tebu	Pañi	Palawija	Pañi	Palawija	
1	41	3.36	16.63	21.01	18.99	1.00	21.01	0.50	0.023	0.035	8.195	40.556	51.249	46.313	2.438	51.249	57.406558	157.049.910	324.412.366	9.442.660	
2	117	9.59	47.45	59.96	54.25	2.79	59.96	1.43	0.067	0.100	8.195	40.556	51.249	46.369	2.382	51.249	163.818.715	448.186.815	926.892.474	26.321.240	
3	95	7.79	38.53	48.69	43.40	2.91	48.69	1.16	0.054	0.080	8.195	40.556	51.249	45.686	3.065	51.249	133.015.196	363.896.132	741.513.979	27.503.331	
4	21	1.72	8.52	10.76	9.22	1.01	10.76	0.26	0.012	0.017	8.195	40.556	51.249	43.918	4.833	51.249	29.403.359	80.440.198	157.571.721	95.856.37	
5	54	4.43	21.90	27.67	21.70	4.62	27.67	0.66	0.031	0.040	8.195	40.556	51.249	40.187	8.564	51.249	75.608.638	206.846.222	370.756.990	43.681.096	
49	222	18.19	90.03	113.77	81.38	26.85	113.77	2.72	0.127	0.150	8.195	40.556	51.249	36.657	12.094	51.249	310.835.510	850.367.803	1.761.095.700	48.628.997	
Total	8160	669	3309	4182	2531	1447	4182		4.665	4.665							11425305226	31256762478	43239533904	13660809673	
		8160																42682067703		56908623577	

M.4. Rekap Optimasi tahun kering

BB/BS/BBS	Potensial	Lans (ha)							Intensitas Tanaman (%)						Keuntungan (Rp)						
		Sebelum Optimasi			Setelah Optimasi				Lans		Total Sebelum		Total Setelah		Sebelum Optimasi			Setelah Optimasi			
		Pañi	Palawija	Tebu	Pañi	Palawija	Tebu	%	Optimasi	Optimasi	Pañi	Palawija	Tebu	Pañi	Palawija	Tebu	Pañi	Palawija	Pañi	Palawija	
1	41	3.36	16.63	21.01	18.99	1.00	21.01	0.50	0.022	0.035	8.195	40.556	51.249	46.313	2.438	51.249	57.406558	157.049.910	324.412.366	9.442.660	
2	117	9.59	47.45	59.96	54.25	2.79	59.96	1.43	0.063	0.100	8.195	40.556	51.249	46.369	2.382	51.249	163.818.715	448.186.815	926.892.474	26.321.240	
3	95	7.79	38.53	48.69	43.40	2.91	48.69	1.16	0.051	0.080	8.195	40.556	51.249	45.686	3.065	51.249	133.015.196	363.896.132	741.513.979	27.503.331	
4	21	1.72	8.52	10.76	9.22	1.01	10.76	0.26	0.011	0.017	8.195	40.556	51.249	43.918	4.833	51.249	29.403.359	80.440.198	157.571.721	95.856.37	
5	54	4.43	21.90	27.67	21.70	4.62	27.67	0.66	0.029	0.040	8.195	40.556	51.249	40.187	8.564	51.249	75.608.638	206.846.222	370.756.990	43.681.096	
49	222	18.19	90.03	113.77	103.08	5.15	113.77	2.72	0.120	0.190	8.195	40.556	51.249	46.432	2.319	51.249	310.835.510	850.367.803	1.761.095.700	48.628.997	
Total	8160	669	3309	4182	2394	1584	4182		4.413	4.413							11425305226	31256762478	40903764870	14960359121	
		8160																42682067703		53864123992	

N.1. Hasil Optimasi tahun cukup

	BS 1		BS 2		BS 3		BB 9		BS 10	
	5,296		5,261		5,161		4,881		4,701	
Total debit terpakai	0,035	5,261	0,100	5,161	0,080	5,081	0,180	4,701	0,040	4,661
Keuntungan irigasi	333.855.026	333.855.026	953.213.713	1.287.068.739	769.017.310	2.056.086.049	1.777.485.356	5.841.298.443	391.415.446	6.232.713.890
	BS 11		BB 12		BB 13		BS 19		BS 20	
	4,661		4,651		4,611		3,161		3,061	
Total debit terpakai	0,010	4,651	0,040	4,611	0,400	4,211	0,100	3,061	0,006	3,055
Keuntungan irigasi	4.287.144.154	6.343.230.203	396.019.974	6.739.250.177	4.821.246.438	11.560.496.616	948.609.186	23.238.458.390	57.100.732	23.295.559.122
	BS 21		BB 22		BS 23		BB 29		BS 30	
	3,055		3,035		2,735		2,478		1,978	
Total debit terpakai	0,020	3,035	0,300	2,735	0,070	2,665	0,500	1,978	0,020	1,958
Keuntungan irigasi	11.960.699.660	23.521.196.276	3.338.512.030	26.859.708.306	663.105.524	27.522.813.830	6.082.963.513	35.439.903.744	225.637.154	35.665.540.898
	BS 31		BS 32		BS 33		BS 39		BS 40	
	1,958		1,858		1,658		1,394		1,354	
Total debit terpakai	0,100	1,858	0,200	1,658	0,004	1,654	0,040	1,354	0,060	1,294
Keuntungan irigasi	9.155.799.642	36.678.613.472	2.307.021.344	38.985.634.816	39.601.997	39.025.236.814	409.833.558	42.446.630.344	594.029.961	43.040.660.305
	BS 41		BS 42		BB 43		BS 49			
	1,294		1,214		1,184		0,190			
Total debit terpakai	0,080	1,214	0,030	1,184	0,400	0,784	0,190	0,000		
Keuntungan irigasi	4.802.858.912	43.828.095.726	322.339.884	44.150.435.609	5.732.942.940	49.883.378.549	1.809.724.697	59.524.017.381		

N.2. Hasil Optimasi tahun normal

	BS 1		BS 2		BS 3		BB 9		BS 10	
	4,796		4,761		4,661		4,374		4,274	
Total debit terpakai	0,035	4,761	0,100	4,661	0,080	4,581	0,100	4,274	0,040	4,234
Keuntungan irigasi	333.855.026	333.855.026	953.213.713	1.287.068.739	769.017.310	2.056.086.049	1.445.898.186	5.538.725.151	391.415.446	5.930.140.597
	BS 11		BB 12		BB 13		BS 19		BS 20	
	4,234		4,224		4,184		3,034		2,934	
Total debit terpakai	0,010	4,224	0,040	4,184	0,200	3,984	0,100	2,934	0,006	2,928
Keuntungan irigasi	3.984.570.861	6.040.656.910	396.019.974	6.436.676.885	3.992.278.513	10.428.955.398	948.609.186	21.692.433.210	57.100.732	21.749.533.942
	BS 21		BB 22		BS 23		BB 29		BS 30	
	2,928		2,908		2,698		2,444		2,144	
Total debit terpakai	0,020	2,908	0,210	2,698	0,070	2,628	0,300	2,144	0,020	2,124
Keuntungan irigasi	11.546.215.698	21.975.171.096	2.965.476.463	24.940.647.559	663.105.524	25.603.753.084	5.253.995.588	32.679.440.553	225.637.154	32.905.077.707
	BS 31		BS 32		BS 33		BS 39		BS 40	
	2,124		2,014		1,814		1,490		1,450	
Total debit terpakai	0,110	2,014	0,200	1,814	0,004	1,810	0,040	1,450	0,060	1,390
Keuntungan irigasi	8.355.845.595	33.959.598.678	2.307.021.344	36.266.620.022	39.601.997	36.306.222.020	409.833.558	39.976.305.927	594.029.961	40.570.335.888
	BS 41		BS 42		BB 43		BS 49			
	1,390		1,310		1,280		0,150			
Total debit terpakai	0,080	1,310	0,030	1,280	0,450	0,830	0,150	0,000		
Keuntungan irigasi	5.051.549.290	41.357.771.309	322.339.884	41.680.111.193	5.940.184.921	47.620.296.114	1.643.931.112	57.451.597.568		

N.3. Hasil Optimasi tahun rendah

	BS 1		BS 2		BS 3		BB 9		BS 10	
	4,665		4,630		4,530		4,243		4,143	
Total debit terpakai	0,035	4,630	0,100	4,530	0,080	4,450	0,100	4,143	0,040	4,103
Keuntungan irigasi	333.855.026	333.855.026	953.213.713	1.287.068.739	769.017.310	2.056.086.049	1.445.898.186	5.538.725.151	391.415.446	5.930.140.597
	BS 11		BB 12		BB 13		BS 19		BS 20	
	4,103		4,093		4,053		3,123		3,023	
Total debit terpakai	0,010	4,093	0,040	4,053	0,200	3,853	0,100	3,023	0,003	3,020
Keuntungan irigasi	3.984.570.861	6.040.656.910	396.019.974	6.436.676.885	3.992.278.513	10.428.955.398	948.609.186	20.780.568.492	44.666.213	20.825.234.705
	BS 21		BB 22		BS 23		BB 29		BS 30	
	3,020		3,000		2,770		2,514		2,114	
Total debit terpakai	0,020	3,000	0,230	2,770	0,070	2,700	0,400	2,114	0,020	2,094
Keuntungan irigasi	10.621.916.461	21.050.871.859	3.048.373.256	24.099.245.115	663.105.524	24.762.350.640	5.668.479.551	32.260.811.751	225.637.154	32.486.448.905
	BS 31		BS 32		BS 33		BS 39		BS 40	
	2,094		1,984		1,784		1,440		1,400	
Total debit terpakai	0,110	1,984	0,200	1,784	0,004	1,780	0,040	1,400	0,060	1,340
Keuntungan irigasi	8.778.619.236	33.540.969.876	2.307.021.344	35.847.991.220	39.601.997	35.887.593.217	409.833.558	39.640.573.917	594.029.961	40.234.603.879
	BS 41		BS 42		BB 43		BS 49			
	1,340		1,260		1,230		0,150			
Total debit terpakai	0,080	1,260	0,030	1,230	0,400	0,830	0,150	0,000		
Keuntungan irigasi	5.134.446.082	41.022.039.299	322.339.884	41.344.379.183	5.732.942.940	47.077.322.123	1.643.931.112	56.908.623.577		

N.4. Hasil Optimasi tahun kering

	BS 1		BS 2		BS 3		BB 9		BS 10	
	4,413		4,378		4,278		3,991		3,891	
Total debit terpakai	0,035	4,378	0,100	4,278	0,080	4,198	0,100	3,891	0,040	3,851
Keuntungan irigasi	333.855.026	333.855.026	953.213.713	1.287.068.739	769.017.310	2.056.086.049	1.445.898.186	5.538.725.151	391.415.446	5.930.140.597
	BS 11		BB 12		BB 13		BS 19		BS 20	
	3,851		3,841		3,801		2,911		2,811	
Total debit terpakai	0,010	3,841	0,040	3,801	0,200	3,601	0,100	2,811	0,001	2,810
Keuntungan irigasi	3.984.570.861	6.040.656.910	396.019.974	6.436.676.885	3.992.278.513	10.428.955.398	948.609.186	20.614.774.907	36.376.534	20.651.151.441
	BS 21		BB 22		BS 23		BB 29		BS 30	
	2,810		2,790		2,590		2,343		1,953	
Total debit terpakai	0,020	2,790	0,200	2,590	0,070	2,520	0,390	1,953	0,020	1,933
Keuntungan irigasi	10.447.833.197	20.876.788.595	2.924.028.067	23.800.816.662	663.105.524	24.463.922.187	5.627.031.155	31.883.631.345	225.637.154	32.109.268.499
	BS 31		BS 32		BS 33		BS 39		BS 40	
	1,933		1,823		1,623		1,280		1,240	
Total debit terpakai	0,110	1,823	0,200	1,623	0,003	1,620	0,040	1,240	0,060	1,180
Keuntungan irigasi	8.699.867.283	33.163.789.470	2.307.021.344	35.470.810.814	35.457.158	35.506.267.972	409.833.558	39.259.248.672	594.029.961	39.853.278.633
	BS 41		BS 42		BB 43		BS 49			
	1,180		1,100		1,070		0,190			
Total debit terpakai	0,080	1,100	0,030	1,070	0,300	0,770	0,190	0,000		
Keuntungan irigasi	5.134.446.082	40.640.714.054	322.339.884	40.963.053.937	5.318.458.977	46.281.512.915	1.809.724.697	55.864.123.992		