

**STUDI OPTIMASI LAHAN PADA DAERAH IRIGASI
MERANCANG KABUPATEN BERAU KALIMANTAN TIMUR
UNTUK PENINGKATAN EFISIENSI PERTANIAN**

SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Salah Satu Persyaratan Akhir
Untuk Meraih Gelar Sarjana Teknik**

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Disusun Oleh :

CRISTINA DWI YULININGTYAS

NIM. 0510640014

DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS TEKNIK

JURUSAN PENGAIRAN

MALANG

2009

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan rasa syukur Alhamdulillah keridhoan Allah SWT, karena atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“STUDI OPTIMASI LAHAN PADA DAERAH IRIGASI MERANCANG KABUPATEN BERAU KALIMANTAN TIMUR UNTUK PENINGKATAN EFISIENSI PERTANIAN”**.

Sehubungan dengan telah terselesaikannya skripsi ini, penyusun menyampaikan rasa hormat dan mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Ir. Rini Wahyu Sayekti, MS. Selaku Ketua Jurusan Teknik Pengairan.
2. Ibu Dr. Ir. Lily Montarcih., M.Sc. Selaku dosen pembimbing yang telah berkenan membimbing, memudahkan dan memberikan masukan-masukan yang sangat bermanfaat dalam penyelesaian skripsi ini.
3. Bapak Ir. M. Janu Ismoyo, MT. Selaku dosen pembimbing yang telah berkenan membimbing dan memberikan masukan-masukan yang sangat bermanfaat dalam penyelesaian skripsi ini.
4. Ibu Ir. Ussy Andawayanti, MS dan Bapak Runi Asmaranto, ST, MT. Selaku dosen penguji, terimakasih atas bimbingan dan masukan yang bermanfaat.
5. Bapak Ir. M. Taufik, MT dan senior-senior di Perumahan Bukit Cemara Tujuh, terima kasih untuk kesediaannya membantu proses skripsi Titin.
6. Bapak dan mama di rumah, yang pasti tiada henti mendoakan Titin. Syukur terbesar di dunia ini hanyalah dititipkannya Titin ke Bapak dan Mama. Akhirnya kami berdua sama-sama Sarjana. I love you.
7. Teman-teman Pengairan 2005 terima kasih sudah membantu proses skripsi Titin..
8. Serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, yang telah membantu terselesaikannya skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna sehingga penulis sangat mengharapkan kritik serta saran yang dapat penyempurnaan skripsi ini.

Akhirnya penyusun berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat untuk menambah pengetahuan bagi penyusun khususnya dan pembaca pada umumnya.

Malang, Januari 2009

Penyusun

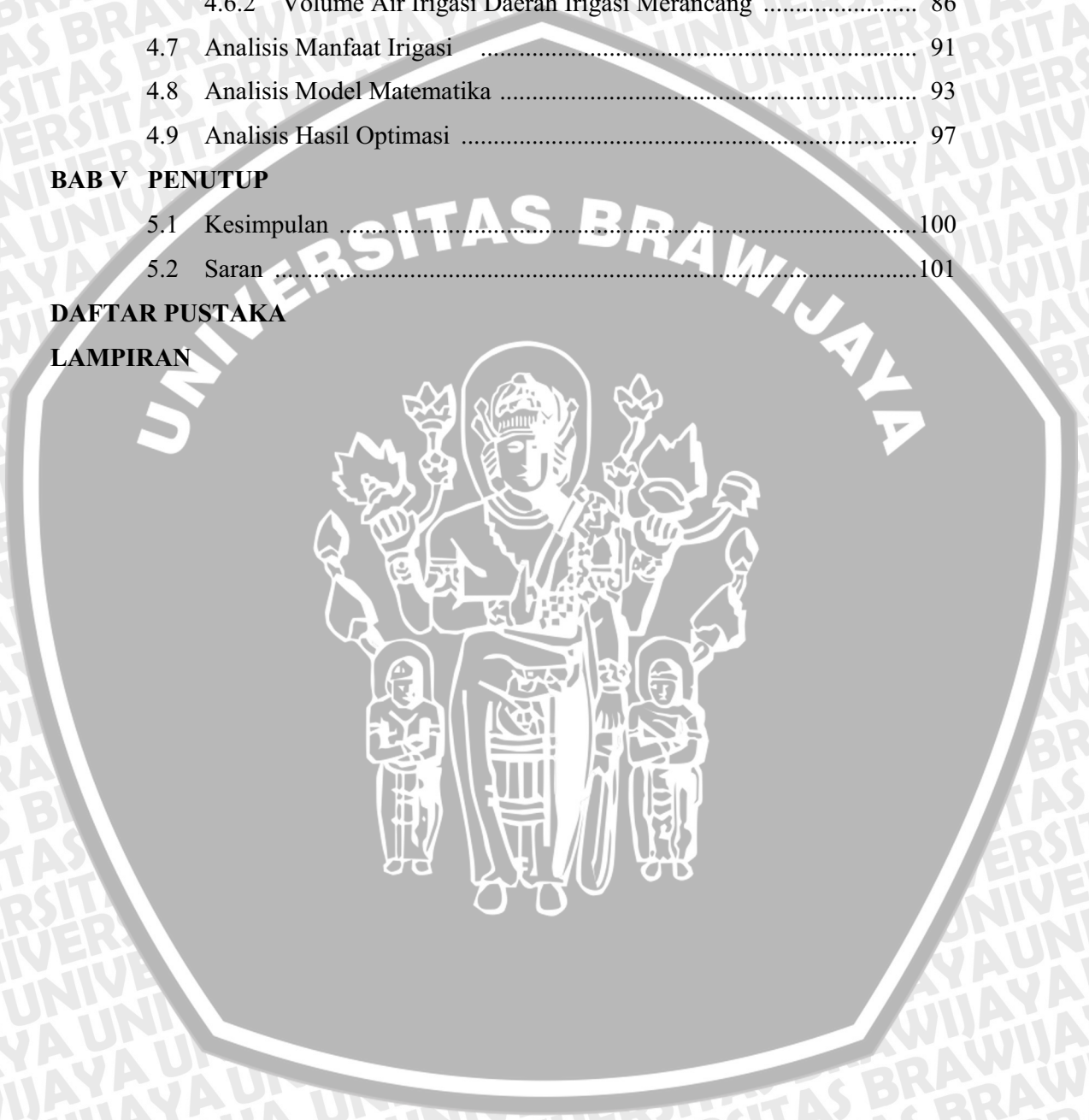


DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
ABSTRAK	ix
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Rumusan Masalah	3
1.5 Tujuan dan Manfaat	3
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1 Umum	4
2.2 Faktor yang Mempengaruhi Besar Kebutuhan Air	4
2.2.1 Pola Tanam	5
2.2.2 Analisis Curah Hujan	5
2.2.2.1 Uji Konsistensi Data	5
2.2.2.2 Curah Hujan Efektif	7
2.2.3 Evapotranspirasi	9
2.2.3.1 Evaporasi	9
2.2.3.2 Transpirasi	10
2.2.3.3 Evapotranspirasi	10
2.2.4 Kebutuhan Air Irigasi	12
2.2.4.1 Kebutuhan Bersih Air di Sawah (NFR)	12
2.2.4.2 Kebutuhan Air di Bangunan Pengambilan	13
2.2.4.3 Kebutuhan Air untuk Tanaman	14
2.2.4.4 Kebutuhan Air untuk Penyiapan Lahan	15
2.2.4.5 Pembibitan atau Persemaian	16
2.2.5 Perkolasi	16
2.2.6 Penggantian Lapisan Air (WLR)	17



2.2.7	Koefisien Tanaman	17
2.3	Faktor Palawija Relatif dan Luas Palawija Relatif	17
2.4	Efisiensi Irigasi	19
2.5	Debit Andalan	21
2.5.1	Pembangkitan Data Debit Model NRECA	22
2.5.2	Parameter Model NRECA	25
2.5.3	Simulasi Model NRECA	26
2.6	Neraca Air	27
BAB III METODOLOGI		
3.1	Deskripsi Daerah Studi	29
3.1.1	Umum	29
3.1.2	Daerah Irigasi Merancang	30
3.2	Data-Data yang Diperlukan	31
3.3	Langkah-Langkah Pengolahan Data	32
3.4	Diagram Alir Pengerjaan Studi	33
BAB IV PEMBAHASAN		
4.1	Gambaran Daerah Studi	35
4.2	Analisa Curah Hujan	35
4.2.1	Perhitungan Uji Konsistensi Data Curah Hujan	35
4.2.2	Perhitungan Curah Hujan Daerah	46
4.2.3	Perhitungan Curah Hujan Andalan dan Curah Hujan Efektif	48
4.3	Kebutuhan Air Irigasi	51
4.3.1	Perhitungan Evapotranspirasi Potensial	51
4.3.2	Penentuan Nilai Perkolasi	58
4.3.3	Pergantian Lapisan Air (WLR)	58
4.3.4	Perhitungan Kebutuhan Air untuk Pengolahan Tanah	58
4.3.5	Penentuan Nilai Efisiensi Irigasi	61
4.4	Debit Andalan	61
4.4.1	Parameter Model NRECA	61
4.4.2	Analisis Model NRECA	62
4.5	Kebutuhan Air Irigasi Daerah Irigasi Merancang	79
4.5.1	Kebutuhan Air Irigasi Berdasarkan Data Pola Tanam Eksisting	79



4.5.2 Kebutuhan Air Irigasi Berdasarkan Data Pola Tanam

Alternatif	79
4.6 Analisis Ketersediaan Air Irigasi Daerah Irigasi Merancang	86
4.6.1 Neraca Air Daerah Irigasi Merancang	86
4.6.2 Volume Air Irigasi Daerah Irigasi Merancang	86
4.7 Analisis Manfaat Irigasi	91
4.8 Analisis Model Matematika	93
4.9 Analisis Hasil Optimasi	97

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan	100
5.2 Saran	101

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

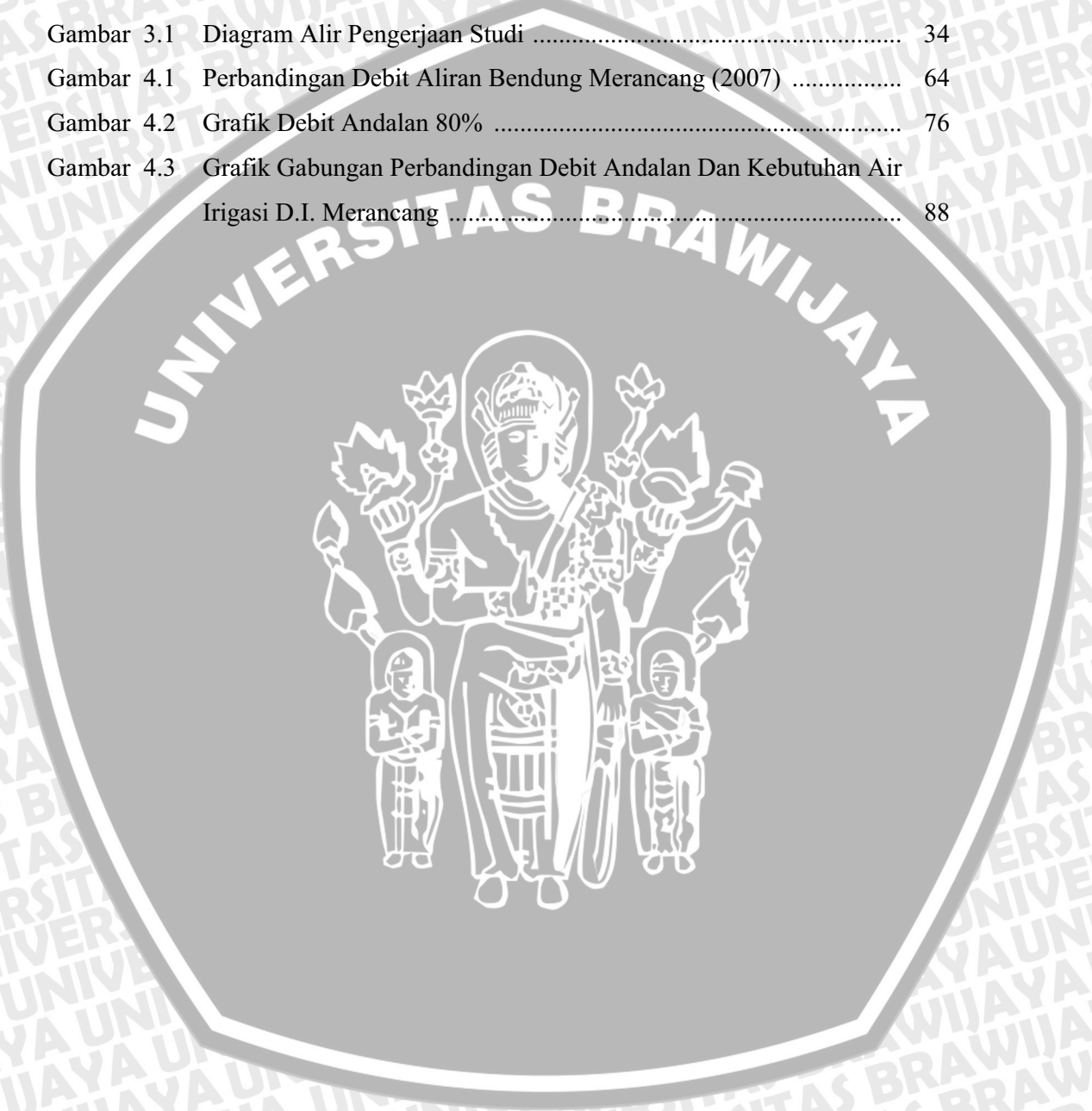
Tabel 2.1	Nilai $Q/(n0,5)$ dan $R/(n0,5)$	7
Tabel 2.2	Laju perkolasi untuk berbagai tekstur tanah	16
Tabel 2.3	Kriteria LPR.....	18
Tabel 2.4	Kriteria FPR.....	18
Tabel 2.5	Besarnya debit untuk penyelesaian optimum	21
Tabel 4.1	Curah Hujan Rerata Bulanan D.I. Merancang.....	35
Tabel 4.2	Uji Konsistensi Data Bulanan dengan Metode RAPS Tahun 1998.....	36
Tabel 4.3	Uji Konsistensi Data Bulanan dengan Metode RAPS Tahun 1999.....	37
Tabel 4.4	Uji Konsistensi Data Bulanan dengan Metode RAPS Tahun 2000.....	38
Tabel 4.5	Uji Konsistensi Data Bulanan dengan Metode RAPS Tahun 2001.....	39
Tabel 4.6	Uji Konsistensi Data Bulanan dengan Metode RAPS Tahun 2002.....	40
Tabel 4.7	Uji Konsistensi Data Bulanan dengan Metode RAPS Tahun 2003.....	41
Tabel 4.8	Uji Konsistensi Data Bulanan dengan Metode RAPS Tahun 2004.....	42
Tabel 4.9	Uji Konsistensi Data Bulanan dengan Metode RAPS Tahun 2005.....	43
Tabel 4.10	Uji Konsistensi Data Bulanan dengan Metode RAPS Tahun 2006.....	44
Tabel 4.11	Uji Konsistensi Data Bulanan dengan Metode RAPS Tahun 2007.....	45
Tabel 4.12	Nilai $Q/n^{0.5}$ dan $R/n^{0.5}$	46
Tabel 4.13	Curah Hujan Rerata Daerah 10 Harian D.I. Merancang.....	47
Tabel 4.14	Perhitungan Curah Hujan Andalan	49
Tabel 4.15	Curah Hujan Andalan dan Curah Hujan Efektif.....	50
Tabel 4.16	Perhitungan Evapotranspirasi Potensial Metode Penman-Monteith	56
Tabel 4.17	Perbandingan Metode Penman Modifikasi dan Metode Penman-Monteith dalam Perhitungan Evapotranspirasi Potensial	57
Tabel 4.18	Perhitungan Kebutuhan Air Untuk Penyiapan Lahan.....	60
Tabel 4.19	Debit Aktual D.I.Merancang tahun 2007.....	62
Tabel 4.20	Analisis Model Nreca Tahun 2007	64
Tabel 4.21	Analisis Model Nreca Tahun 2006	65
Tabel 4.22	Analisis Model Nreca Tahun 2005	66
Tabel 4.23	Analisis Model Nreca Tahun 2004	67
Tabel 4.24	Analisis Model Nreca Tahun 2003	68
Tabel 4.25	Analisis Model Nreca Tahun 2002	69

Tabel 4.26	Analisis Model Nreca Tahun 2001	70
Tabel 4.27	Analisis Model Nreca Tahun 2000	71
Tabel 4.28	Analisis Model Nreca Tahun 1999	72
Tabel 4.29	Analisis Model Nreca Tahun 1998	73
Tabel 4.30	Rekapitulasi Debit Rerata Bulanan Metode Nreca	74
Tabel 4.31	Urutan Debit Rerata Tahunan Daerah Irigasi Merancang dari Besar ke Kecil	75
Tabel 4.32	Perhitungan Debit Andalan D.I. Merancang	76
Tabel 4.33	Debit Rancangan (Log Pearson Tipe III).....	77
Tabel 4.34	Uji Smirnov Kolmogorof.....	78
Tabel 4.35	Perhitungan Kebutuhan Air Irigasi Daerah Irigasi Merancang (Eksisting)	80
Tabel 4.36	Perhitungan Kebutuhan Air Irigasi Daerah Irigasi Merancang Alternatif I	81
Tabel 4.37	Perhitungan Kebutuhan Air Irigasi Daerah Irigasi Merancang Alternatif II	82
Tabel 4.38	Perhitungan Kebutuhan Air Irigasi Daerah Irigasi Merancang Alternatif III	83
Tabel 4.39	Perhitungan Kebutuhan Air Irigasi Daerah Irigasi Merancang Alternatif IV	84
Tabel 4.40	Perhitungan Kebutuhan Air Irigasi Daerah Irigasi Merancang Alternatif V	85
Tabel 4.41	Neraca Air Daerah Irigasi Merancang.....	87
Tabel 4.42	Perhitungan Volume Air Daerah Irigasi Merancang	89
Tabel 4.43	Perhitungan Kebutuhan Air Irigasi PTT Terpilih Alternatif II D.I. Merancang	90
Tabel 4.44	Biaya Produksi Irigasi Sawah per Ha	92
Tabel 4.45	Manfaat Bersih Irigasi Sawah Per Ha.....	92
Tabel 4.46	Data Luas Lahan D.I. Merancang	95
Tabel 4.47	Fungsi Kendala Berdasarkan Luas Tanam	96
Tabel 4.48	Output Program Solver	98
Tabel 5.1	Debit Andalan Daerah Irigasi Merancang	100
Tabel 5.2	Perhitungan Volume Air dari Debit Andalan D.I. Merancang	101



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Struktur Model NRECA	24
Gambar 3.1	Diagram Alir Pengerjaan Studi	34
Gambar 4.1	Perbandingan Debit Aliran Bendung Merancang (2007)	64
Gambar 4.2	Grafik Debit Andalan 80%	76
Gambar 4.3	Grafik Gabungan Perbandingan Debit Andalan Dan Kebutuhan Air Irigasi D.I. Merancang	88



ABSTRAK

CRISTINA DWI YULININGTYAS, Jurusan Pengairan, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Januari 2009, *Studi Optimasi Lahan Pada Daerah Irigasi Merancang Kabupaten Berau Kalimantan Timur Untuk Peningkatan Efisiensi Pertanian*, Dosen Pembimbing Dr. Ir. Lily Montarchih., M.Sc. dan Ir. M. Janu Ismoyo, MT.

Meningkatnya pertumbuhan penduduk di Indonesia menuntut adanya peningkatan produksi pangan untuk memenuhi kebutuhan sehari-sehari. Salah satu cara peningkatan produksi pangan tersebut adalah sapa usaha tani, diantaranya ekstensifikasi pertanian.

Pada daerah studi ini, yaitu di Daerah Irigasi Merancang Kabupaten Berau Kalimantan Timur berusaha meningkatkan produksi pangan dengan meningkatkan lahan pertanian yang sebelumnya 1200 Ha menjadi 1500 Ha karena masih terdapatnya lahan pertanian yang belum dimanfaatkan sebesar 300 Ha. Tentunya usaha tersebut disesuaikan dengan ketersediaan air yang ada terhadap pola tata tanamnya.

Dari penggunaan data hidrologi, klimatologi, luas lahan, dan data ekonomi yang diambil dari Daerah Irigasi Merancang Kabupaten Berau Kalimantan Timur, sehingga didapat hasil pengolahan data yang dibutuhkan seperti evapotranspirasi potensial yang menggunakan metode Penman Monteith, kebutuhan air irigasi, debit andalan, volume air irigasi, serta manfaat ekonomi. Hasil akhir yang ingin diperoleh dari studi ini adalah berapa besar keuntungan maksimum yang dapat diperoleh berdasarkan pada luas lahan yang ditanami dengan memanfaatkan ketersediaan air irigasi yang ada.

Pada analisa studi ini, perhitungan debit dihitung dengan menggunakan metode NRECA yang kemudian ketersediaan air irigasi dilakukan dengan analisa debit Q andalan 80%. Data debit andalan 80% itu digunakan sebagai pembanding terhadap kebutuhan air untuk alternatif pola tata tanam. Setelah dilakukan optimasi dari alternatif I – V ternyata alternatif II (palawija – padi/palawija – palawija) yang paling memenuhi ketersediaan airnya. Dari PTT terpilih tersebut diketahui kebutuhan air untuk periode I = 0,161 m³/dtk, periode II = 0,715 m³/dtk, periode III = 0,220 m³/dtk. Sedangkan nilai keuntungan maksimum berdasarkan program linier terhadap pola tata tanam terpilih pada Musim tanam I = Rp. 2.625.037.500,00, Musim tanam II = Rp. 7.624.425.000,00, Musim tanam III = Rp. 7.624.425.000,00.

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN

DAFTAR ISI

i

DAFTAR TABEL

iii

DAFTAR GAMBAR

iv

BAB I PENDAHULUAN

1.1	Latar Belakang	1
1.2	Identifikasi Masalah	2
1.3	Batasan Masalah	2
1.4	Rumusan Masalah	3
1.5	Tujuan Dan Manfaat	3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1	Umum	4
2.2	Kebutuhan Air Irigasi	4
2.2.1	Pola Tanam	5
2.2.2	Analisis Curah Hujan	5
2.2.2.1	Curah Hujan Efektif	5
2.2.3	Evapotranspirasi	7
2.2.3.1	Evaporasi	7
2.2.3.2	Transpirasi	8
2.2.3.3	Evapotranspirasi	8
2.2.4	Kebutuhan Air Tanaman	10
2.2.5	Koefisien Tanaman	11
2.2.6	Perkolasi	11
2.2.7	Penggantian Lapisan Air (WLR)	12
2.2.8	Kebutuhan Air untuk Pengolahan Tanah dan Persemaian	12
2.2.9	Efisiensi Irigasi	13
2.2.10	Kebutuhan Air di Sawah	15
2.2.11	Kebutuhan Air Irigasi	16
2.2.12	Debit Andalan	17
2.2.13	Pembangkitan Data Debit Metode NRECA	19
2.2.13.1	Parameter Model NRECA	21



2.2.13.2	Simulasi Model NRECA	22
2.3	Model Optimasi	24
2.3.1	Formulasi Model Optimasi	24
2.4	Optimasi dengan Program Linier	25
2.4.1	Formulasi Program Linier	26
2.4.2	Penyelesaian Program Linier	27
2.5	Fasilitas Solver Pada Microsoft Excel	28
2.5.1	Penyelesaian Fasilitas Solver	28
2.6	Rencana Pembagian Air Irigasi	30
2.6.1	Tujuan Pengaturan Pemberian	30
2.7	Sistem Pemberian Air Irigasi	31
2.7.1	Sistem Pemberian Air Secara Terus menerus	31
2.7.2	Sistem Pemberian Air Secara Giliran	31

BAB III METODOLOGI

3.1	Deskripsi Daerah Studi	32
3.1.1	Umum	32
3.1.2	Daerah Irigasi Merancang	33
3.2	Data-data yang Diperlukan	40
3.3	Langkah-langkah Pengolahan Data	41
3.4	Diagram Alir Pengerjaan Studi	41

DAFTAR PUSTAKA	iv
-----------------------	-----------



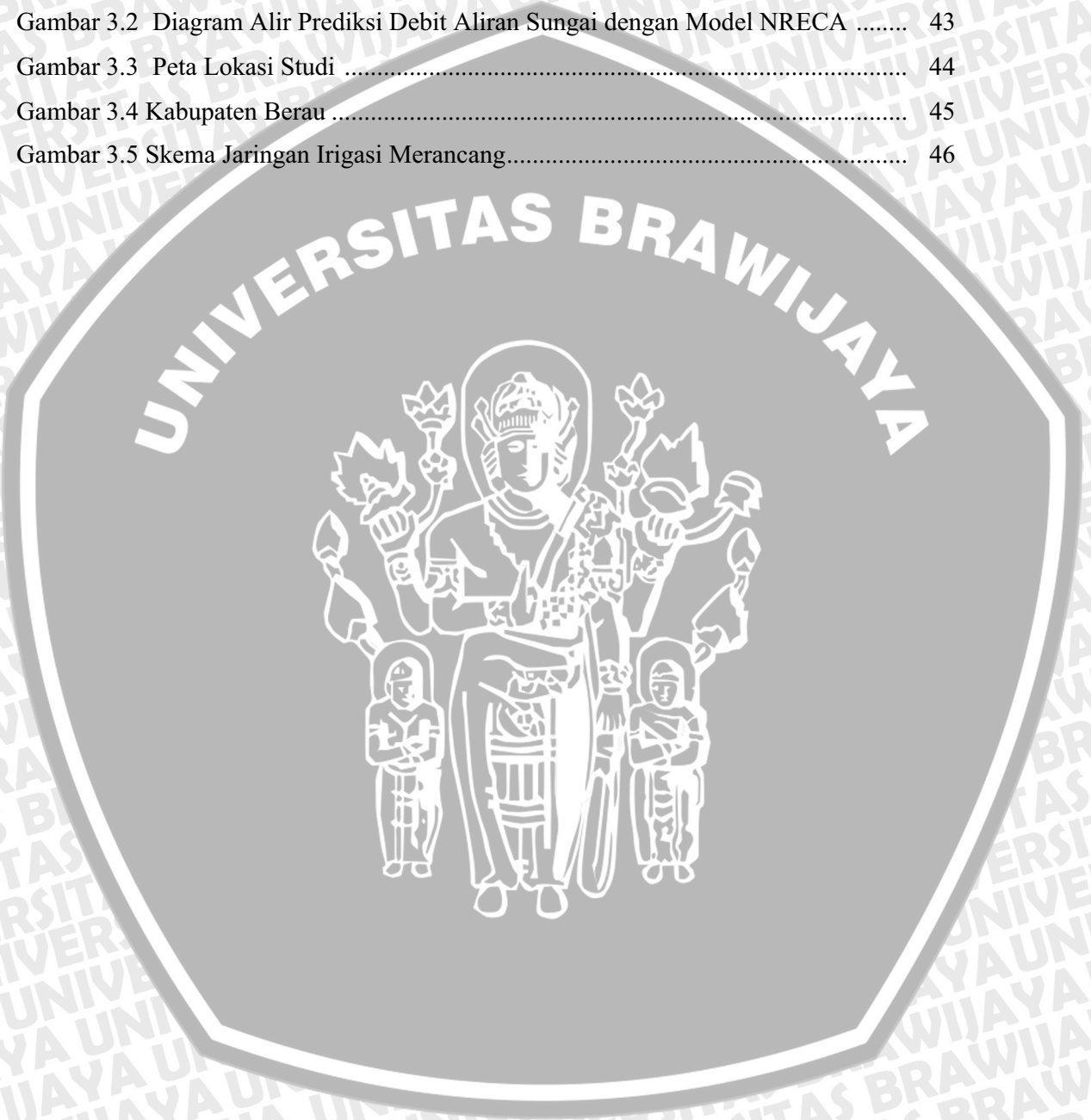
DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Nilai Koefisien Tanaman	11
Tabel 2.2	Laju perkolasi untuk berbagai tekstur tanah	12
Tabel 2.3	Besarnya debit untuk penyelesaian optimum	17
Tabel 3.1	Struktur Umur Penduduk Desa Melati Jaya Kec. Gunung Tabur Berdasarkan Umur dan Jenis Kelamin	34
Tabel 3.2	Struktur Penduduk Desa Merancang Ulu Kec. Gunung Tabur Berdasarkan Umur dan Jenis Kelamin	35
Tabel 3.3	Struktur Penduduk Desa Merancang Ilir Kec. Gunung Tabur Berdasarkan Umur dan Jenis Kelamin	36
Tabel 3.4	Sarana dan Prasarana Perekonomian Yang Ada di Desa Merancang Ulu, Desa Merancang Ilir dan Desa Melati Jaya	37
Tabel 3.5	Sarana Pendidikan di Desa Merancang Ulu, Desa Merancang Ilir dan Desa Melati Jaya.....	38
Tabel 3.6	Sarana dan Prasarana Kesehatan Yang Tersedia DiDesa Merancang Ulu, Desa Merancang Ilir dan Desa Melati Jaya	39



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur Model NRECA	20
Gambar 3.1 Diagram Alir Pengerjaan Skripsi	42
Gambar 3.2 Diagram Alir Prediksi Debit Aliran Sungai dengan Model NRECA	43
Gambar 3.3 Peta Lokasi Studi	44
Gambar 3.4 Kabupaten Berau	45
Gambar 3.5 Skema Jaringan Irigasi Merancang.....	46



BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Telah beralih fungsinya lahan pertanian di pulau Jawa menjadi lahan industri, perumahan, perkantoran serta untuk pertokoan, secara tidak langsung akan menurunkan jumlah hasil produksi pertanian. Maka dari itu program Sapta Usaha Tani merupakan salah satu alternatif untuk meningkatkan kembali produksi pertanian. Sapta Usaha Tani tersebut antara lain :

1. Pemakaian bibit unggul.
2. Pemberian pupuk yang sesuai.
3. Pengairan yang baik.
4. Pengolahan tanah yang baik.
5. Pencegahan atau pemberantasan hama penyakit.
6. Pengolahan hasil panen.
7. Pemasaran hasil panen.

Pada program Sapta Usaha Tani disebutkan sistem pengairan yang baik. Pengairan yang baik akan menunjang usaha peningkatan produksi hasil pertanian. Sistem pengairan yang baik akan sangat berpengaruh pada usaha-usaha yang akan ditempuh selanjutnya dari tahapan dalam Sapta Usaha Tani. Salah satu diantaranya adalah pemberian air yang tepat, dan akan sangat berhubungan dengan jaringan irigasi yang ada, baik berupa bangunan ukur, bangunan bagi dan sadapnya. Selain program diatas, pemerintah juga berupaya lainnya untuk meningkatkan hasil pangannya yaitu pembukaan lahan pertanian di luar Pulau Jawa, misalnya adalah Pulau Kalimantan. Lahan yang belum termanfaatkan di Pulau Kalimantan masih terbilang luas, hal tersebut juga dikarenakan jenis tanah yang mendominasi daerah tersebut sehingga berpengaruh terhadap jenis tanaman yang bisa ditanam di Pulau Kalimantan itu.

Dengan memandang kebutuhan penduduk akan makanan pokok, maka lahan pertanian merupakan salah satu media sebagai sumber produksi pangan. Dengan demikian air merupakan hal pokok yang harus ditangani secara serius guna menunjang produksi pangan.

Berbagai cara dapat dilakukan untuk meningkatkan hasil produksi, salah satunya adalah dengan cara optimasi. Studi ini berusaha menyajikan suatu alternatif optimasi

peningkatan lahan pertanian yang disesuaikan dengan ketersediaan debit yang ada atas pola tata tanamnya dengan program optimasi yaitu program linier.

Pada studi ini akan dibahas pengoptimalan lahan yang ada pada Daerah Irigasi Merancang Kabupaten Berau Kalimantan Timur dengan melihat kebutuhan dengan ketersediaan airnya karena masih terdapat lahan yang belum dimanfaatkan yang diharapkan mampu meningkatkan hasil produksi pangan.

1.2. Identifikasi Masalah

Daerah irigasi Merancang Kabupaten Berau Kalimantan Timur mendapat pasokan air dari Sungai Selubuk yang mempunyai luas areal baku sawah untuk tahun 2008 adalah 1200 Ha dengan jumlah produksi padi sebesar 3.047 ton. Rencananya pada tahun 2009 akan mencoba dioptimalkan menjadi 1500 Ha atau paling tidak mendekati karena pada D.I. Merancang masih mempunyai lahan sebesar 300 Ha yang belum dimanfaatkan, sehingga diperlukan rencana pola tata tanam yang tepat dan tentunya disesuaikan dengan ketersediaan airnya.

Untuk mengetahui kebutuhan air irigasi di masing-masing petak terlebih dahulu harus diketahui kebutuhan air tanaman untuk masing-masing kondisi tanaman yang akan ditanam pada lahan tersebut pada jangka waktu tertentu. Langkah utama yang perlu dilakukan adalah perencanaan pola tata tanam yang tepat pada area pertanian tersebut sehingga dapat ditentukan kebutuhan air yang diperlukan sesuai dengan air baku yang tersedia.

1.3. Batasan Masalah

Untuk lebih memfokuskan pada kajian yang dilakukan dan untuk menghindari terjadinya pembahasan yang keluar dari pokok kajian maka dilakukan pembatasan masalah sebagai berikut:

1. Studi ini dikhususkan pada Daerah Irigasi Merancang Kabupaten Berau Kalimantan Timur.
2. Optimasi lahan pada saluran sekunder dari 1200 Ha menjadi 1500 Ha.
3. Data debit yang dianalisa terbatas pada data debit sungai Daerah Irigasi Merancang selama 10 tahun terakhir, yaitu mulai 1998-2007.
4. Analisa perhitungan Pola Tata Tanam pada Daerah Irigasi Merancang Kabupaten Berau Kalimantan Timur sesuai dengan debit yang tersedia.

5. Tidak membahas pola operasi pintu di Daerah Irigasi Merancang Kabupaten Berau Kalimantan Timur.
6. Tidak membahas detail desain konstruksi.
7. Tidak membahas sistem pembagian airnya.
8. Perhitungan hanya sampai pada hasil keuntungan maksimal berdasarkan hasil optimasi.

1.4. Rumusan Masalah

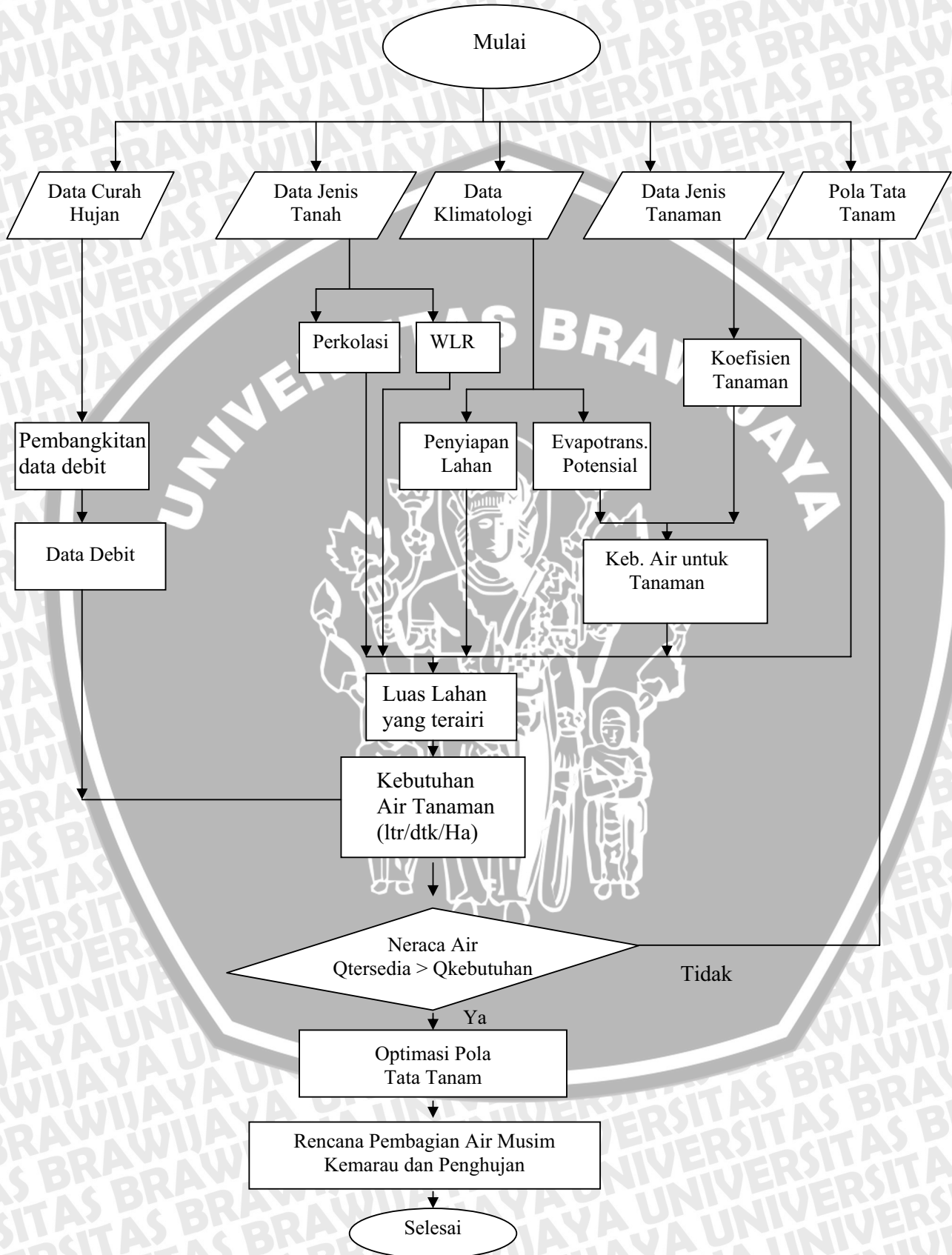
Berdasarkan latar belakang masalah, identifikasi masalah dan batasan masalah diatas, permasalahan dalam studi ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimanakah ketersediaan debit andalan terhadap kebutuhan air oleh PTT existing di Daerah Irigasi Merancang Kabupaten Berau Kalimantan Timur dengan luas baku sawah 1200 Ha?
2. Bagaimanakah pola tata tanam yang digunakan agar debit yang ada dapat dimanfaatkan secara optimal untuk memenuhi kebutuhan air irigasi?
3. Berapakah volume air yang dapat dipasok berdasarkan hasil simulasi PTT terpilih?
4. Berapakah keuntungan maksimum hasil pertanian yang diperoleh berdasarkan PTT terpilih?

1.5. Maksud dan Tujuan

Maksud diadakannya kajian ini adalah untuk mengetahui bagaimana pelaksanaan Pola Tata Tanam pada Daerah Irigasi Merancang Kabupaten Berau Kalimantan Timur sehubungan dengan ketersediaan air yang ada sehingga luasan yang sebelumnya sebesar 1200 Ha bisa dioptimalkan menjadi 1500 Ha atau paling tidak mendekati.

Tujuan dari pelaksanaan kajian ini adalah supaya bisa dijadikan bahan evaluasi dalam melaksanakan pola tata tanam sehingga bisa meningkatkan produksi pangan dan keuntungan finansial dari lahan yang dioptimalkan.



Gambar 1.1 Diagram Alur Penyelesaian Skripsi

BAB II LANDASAN TEORI

2.1 Umum

Penggunaan air irigasi telah ditetapkan dalam peraturan pemerintah No.23 pasal 4 dan 7 tahun 1982 tentang irigasi, yaitu air irigasi digunakan untuk mengairi tanaman. Untuk memperoleh hasil produksi yang optimal pemberian air harus sesuai dengan jumlah dan waktu yang diperlukan oleh tanaman.

Dalam pembangunan proyek irigasi, banyaknya air yang diperlukan untuk pertanian harus diketahui dengan tepat sehingga pemberian air irigasi dapat diatur seefisien mungkin. Besar kebutuhan air irigasi ditentukan oleh banyak faktor terutama tergantung pada macam tanaman dan masa pertumbuhan tanaman sampai produksi.

Faktor-faktor yang mempengaruhi banyaknya pemakaian air irigasi adalah:

- Jenis tanaman
- Cara pemberian air
- Jenis tanah
- Cara pemeliharaan saluran dan bangunan (dengan memperhitungkan kehilangan air yang berkisar antara 30% - 40%)
- Waktu tanam berurutan yang berselang lebih dari 2 minggu sehingga memudahkan pergiliran air
- Pengolahan tanah
- Iklim dan keadaan cuaca yang meliputi curah hujan, angin, letak lintang, kelembaban dan suhu udara

2.2 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Besar Kebutuhan Air

Irigasi merupakan salah satu aspek yang menonjol dalam aspek-aspek pengembangan wilayah sungai. Jadi sebagai aspek yang penting, irigasi memegang peranan yang cukup besar bagi keberhasilan pertanian di negara kita. Irigasi pada hakekatnya adalah upaya pemberian air kepada tanaman dalam bentuk lengas tanah sebanyak keperluan untuk tumbuh dan berkembang. Tanaman bila kekurangan air akan sulit tumbuh dan berkembang hingga mati. Oleh karena itu upaya yang dilakukan dalam irigasi modern adalah mengendalikan lengas tanah sedemikian rupa sehingga cukup untuk keperluan tanah. Irigasi sebagai bagian dari suatu pengembangan wilayah sungai juga tidak terlepas dari upaya peningkatan efisiensi kerja. Apabila kita simak perkembangan irigasi di Indonesia sudah menyeluruh, serbaguna dan terpadu.

Fungsi jaringan irigasi adalah menyalurkan dan mendistribusikan air ke sawah untuk mencukupi budidaya pertanian pada musim kemarau dan musim penghujan. Oleh sebab itu dalam pengelolaan jaringan irigasi perlu diperhatikan pengaturan air dan pembagian air serta pemeliharaan dari sumber air sampai ke petak tersier.

2.2.1 Pola Tanam

Pola tanam ialah susunan rencana penanaman sebagai jenis tanaman selama satu tahun yang umumnya di Indonesia dikelompokkan ke dalam tiga jenis tanaman yaitu padi, palawija, dan tebu. Umumnya pola tanam mengikuti debit andalan yang tersedia untuk mendapatkan luas tanam yang seluas-luasnya. Perencanaan dan persiapan pola tanam serta jadwal suatu jaringan irigasi bervariasi sesuai dengan kebiasaan petani terhadap jenis tanaman yang akan dibudidayakan dan jadwal tanamnya.

Dalam pengembangan pola dan jadwal tanam pada suatu daerah irigasi dengan skala besar yang mencakup beberapa kabupaten. Perlu dipertimbangkan antara lain bulan terjadinya banjir, hama, ketersediaan benih, ketersediaan tenaga kerja dan jadwal pengeringan saluran untuk pemeliharaan.

2.2.2 Analisis Curah Hujan

Curah hujan daerah atau wilayah harus berdasarkan dari perkiraan beberapa titik pengamatan curah hujan. Untuk menghitung curah hujan daerah berdasarkan luas daerah jangkauan dapat digunakan pedoman sebagai berikut (Sosrodarsono, 1978:51):

1. Daerah dengan luas 250 ha yang mempunyai variasi topografi yang kecil, dapat diwakili oleh sebuah alat ukur hujan.
2. Luas 250-50.000 ha dengan 2 atau 3 titik pengamat dapat digunakan cara rata-rata aljabar.
3. Luas 120.000-500.000 ha yang mempunyai titik pengamatan yang tersebar cukup merata dan curah hujannya tidak terlalu dipengaruhi kondisi topografi, dapat digunakan cara rerata aljabar. Jika titik pengamatan tidak tersebar merata maka digunakan cara Thiessen.
4. Daerah dengan luas > 500.000 ha digunakan cara Isohiet.

2.2.2.1 Uji konsistensi data

Perubahan lingkungan tempat dimana penakar hujan dipasang dapat mengakibatkan penyimpangan data hujan yang diukur. Perubahan ini biasanya terjadi karena beberapa hal, misalnya : terlindung oleh pohon, terletak berdekatan dengan gedung yang tinggi, perubahan cara penakaran dan pencatatannya, pemindahan letak penakar dan sebagainya. Sehingga data hujan menjadi tidak konsisten (Soemarto, 1986: 38).

Uji konsistensi data dilakukan terhadap data curah hujan tahunan dengan tujuan untuk mengetahui adanya penyimpangan data hujan. Metode yang digunakan adalah metode RAPS (Rescaled Adjusted Partial Sums) (Buishand,1982). Pengujian konsistensi dengan menggunakan data dan stasiun itu sendiri yaitu pengujian dengan kumulatif penyimpangan terhadap nilai rata-rata dibagi dengan akar kumulatif rerata penyimpangan kuadrat terhadap nilai reratanya, lebih jelas lagi bisa dilihat pada rumus dibawah:

$$Q = \max |Sk^{**}| \text{ untuk } 0 \leq k \leq n \quad (2.1)$$

$$R = \max Sk^{**} - \min Sk^{**} \quad (2.2)$$

$$Sk^* = [X - \bar{X}] \quad (2.3)$$

$$Dy^2 = \frac{Sk^2}{n} \quad (2.4)$$

$$Dy = \sqrt{Dy^2} \quad (2.5)$$

$$Sk^{**} = \frac{Sk^*}{Dy} \quad (2.6)$$

Dalam hal ini :

Q = atribut dari besarnya sebuah nilai statistik, didapat dari perhitungan dengan rumus.

R = atribut dari besarnya sebuah nilai statistik, didapat dari perhitungan dengan rumus.

Sk* = data hujan (Y_i) – data hujan rata-rata (\bar{Y}).

Dy² = nilai kuadrat dari Sk* dibagi dengan jumlah data.

Dy = hasil akar dari nilai Dy².

Sk** = nilai Sk* dibagi dengan Dy.

n = jumlah data.

Langkah-langkah perhitungannya adalah sebagai berikut :

1. Data hujan yang diperoleh diurutkan berdasarkan tahun.
2. Menghitung rata-rata data hujan.
3. Menghitung nilai sk*, yaitu tiap data hujan dikurangi data hujan rata-rata.
4. Menghitung nilai absolut dari sk*.
5. Menghitung nilai Dy², yaitu (Sk*)² dibagi jumlah data.
6. Menghitung jumlah kumulatif Dy².
7. Menghitung Dy, yaitu akar dari Dy².

8. Menghitung nilai Sk^{**} , yaitu Sk^* dibagi Dy .
9. Menghitung nilai absolut dari Sk^{**} .
10. Menentukan nilai Sk^{**} max.
11. Menentukan nilai Sk^{**} min.
12. Menghitung nilai $Q/(n^{0.5})$.
13. Menghitung nilai $R/(n^{0.5})$.

Dengan melihat nilai statistik diatas maka dapat dicari nilai $Q/(n^{0.5})$ dan $R/(n^{0.5})$. Hasil yang di dapat dibandingkan dengan nilai $Q/(n^{0.5})$ dan $R/(n^{0.5})$ tabel, syarat analisis diterima (masih dalam batasan konsisten) jika nilai $Q/(n^{0.5})$ dan $R/(n^{0.5})$ hitung lebih kecil dari $Q/(n^{0.5})$ dan $R/(n^{0.5})$ tabel.

Tabel 2.1. Nilai $Q/(n^{0.5})$ dan $R/(n^{0.5})$

n	$Q/n^{0.5}$			$R/n^{0.5}$		
	90%	95%	99%	90%	95%	99%
10	1,05	1,14	1,29	1,21	1,28	1,38
20	1,10	1,22	1,42	1,34	1,43	1,60
30	1,12	1,24	1,48	1,40	1,50	1,70
40	1,31	1,27	1,52	1,44	1,55	1,78
100	1,17	1,29	1,55	1,50	1,62	1,85

Sumber: Sri Harto, 18; 1983

2.2.2.2 Curah Hujan Efektif

Curah hujan efektif adalah curah hujan yang secara efektif dan secara langsung dapat dipergunakan untuk memenuhi kebutuhan air tanaman untuk pertumbuhan. Besarnya curah hujan efektif berbeda untuk setiap tanaman dan kondisi daerah yang berbeda. Perbedaan tersebut disebabkan oleh kondisi tanah yang mempunyai kadar air yang tidak sama. Apabila curah hujan yang jatuh intensitasnya rendah, maka air akan habis menguap dan tidak dapat dipergunakan untuk pertumbuhan tanaman. Jadi curah hujan efektif merupakan sebagian dari curah hujan yang jatuh pada suatu daerah pada kurun waktu tertentu.

Beberapa proyek irigasi di Indonesia menentukan curah hujan efektif untuk perencanaan kebutuhan air irigasi dengan menggunakan persamaan kemungkinan ulangan terjadinya curah hujan tertentu dan berdasarkan curah hujan harian dari tahun perencanaan dan dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$R_{80} = \frac{n}{5} + 1 \quad (2.7)$$

dengan:

R_{80} = urutan data curah hujan dengan kemungkinan terjadi 80%

R = curah hujan bulanan
 n = jumlah data curah hujan bulanan

Langkah-langkah perhitungannya adalah sebagai berikut:

1. Curah hujan tahunan selama n tahun diurutkan dari kecil ke besar
2. Dengan persamaan 2.3 didapatkan urutan curah hujan yang diambil sebagai curah hujan efektif
3. R_{80} yang didapat merupakan tahun dasar perencanaan

1. Curah hujan efektif tanaman padi

Besarnya curah hujan efektif untuk tanaman padi sawah ditentukan dengan berdasarkan 70% dari hujan andalan 80% dengan peluang kegagalan sebesar 20%. Sedangkan besarnya R_{80} diperoleh dengan menggunakan Metode *Basic Year*. Curah hujan efektif diperoleh dari $70\% \times R_{80}$ per periode pengamat sehingga persamaannya adalah sebagai berikut (Anonim (KP-01), 1986:106):

$$R_{\text{eff}} = R_{80} \times 0,7 \quad (2.8)$$

dengan:

R_{eff} = Curah hujan efektif tanaman padi (mm)

R_{80} = Curah hujan dengan probabilitas 80% (mm)

2. Curah hujan efektif tanaman palawija dan tebu

Besarnya curah hujan efektif untuk tanaman padi sawah ditentukan dengan berdasarkan pada hujan andalan 50% dengan peluang kegagalan sebesar 20%. Sedangkan besarnya R_{50} diperoleh dengan menggunakan Metode *Basic Year*. Curah hujan efektif diperoleh dari R_{50} per periode pengamat sehingga persamaannya adalah sebagai berikut (Anonim (KP-01), 1986:106):

$$R_{\text{eff}} = R_{50} \quad (2.9)$$

dengan:

R_{eff} = Curah hujan efektif tanaman palawija dan Tebu (mm)

R_{50} = Curah hujan dengan probabilitas 50% (mm)

2.2.3 Evapotranspirasi

2.2.3.1 Evaporasi

Evaporasi adalah berubahnya air menjadi uap dan bergerak dari permukaan air ke udara. Evaporasi merupakan faktor yang penting dalam studi tentang pengembangan

sumber-sumber daya air. Evaporasi sangat mempengaruhi debit sungai, besarnya kapasitas waduk, besarnya kapasitas pompa untuk irigasi, penggunaan konsumtif (*consumptive use*) untuk tanaman dan lain-lain.

Air akan menguap dari tanah baik tanah gundul atau yang tertutup oleh tanaman bebas mengalir. Laju evaporasi atau penguapan akan berubah-ubah menurut warna dan sifat pemantulan permukaan (*albedo*) dan hal lain juga akan berbeda untuk permukaan yang langsung tersinari oleh matahari dan yang terlindungi dari sinar matahari.

Besarnya faktor meteorologi yang mempengaruhi besarnya evaporasi adalah sebagai berikut (Soemarto, 1986:43):

1. Radiasi matahari

Evaporasi berjalan terus hampir tanpa berhenti di siang hari dan kerap kali juga di malam hari. Perubahan dari keadaan cair menjadi gas ini memerlukan energi berupa panas *latent* untuk evaporasi. Proses evaporasi akan sangat aktif jika ada penyinaran matahari langsung.

2. Angin

Jika menguap ke atmosfer maka lapisan di atas antara permukaan tanah dan udara menjadi jenuh oleh uap air sehingga proses penguapan berhenti. Agar proses tersebut berjalan terus lapisan jenuh harus diganti dengan udara kering. Pergantian itu hanya mungkin kalau angin yang menggeser komponen uap air. Jadi, kecepatan angin memegang peranan penting dalam proses evaporasi.

3. Kelembaban (*humiditas*) relatif

Faktor lain yang mempengaruhi evaporasi adalah kelembaban relatif udara. Jika kelembaban relatif naik, maka kemampuan udara untuk menyerap air akan berkurang sehingga laju evaporasinya menurun. Penggantian lapisan udara pada batas tanah dan udara dengan udara yang sama kelembaban relatifnya tidak akan menolong dalam memperbesar laju evaporasinya.

4. Suhu (temperatur)

Energi sangat diperlukan agar evaporasi berjalan terus. Jika suhu udara dan tanah cukup tinggi, proses evaporasi berjalan lebih cepat dibandingkan dengan jika suhu udara dan tanah rendah dengan adanya energi panas yang tersedia.

2.2.3.2 Transpirasi

Semua jenis tanaman memerlukan air untuk kelangsungan hidupnya, dan masing-masing jenis tanaman berbeda-beda kebutuhannya. Hanya sebagian kecil air yang tinggal di dalam tubuh tumbuh-tumbuhan, sebagian besar dari padanya setelah

diserap lewat akar-akar dan dahan-dahan akan ditranspirasikan lewat bagian tumbuh-tumbuhan yang berdaun (Soemarto, 1986:44).

Transpirasi adalah suatu proses air di dalam tumbuhan dilimpahkan ke dalam atmosfer sebagai uap air (Subarkah, 1980:39).

Dalam kondisi lapangan tidaklah mungkin untuk membedakan antara evaporasi dan transpirasi jika tanahnya tertutup tumbuh-tumbuhan. Kedua proses tersebut (evaporasi dan transpirasi) saling berkaitan sehingga dinamakan evapotranspirasi. Proses Transpirasi berjalan terus hampir sepanjang hari di bawah pengaruh sinar matahari. (Soemarto, 1986:44).

2.2.3.3 Evapotranspirasi

Evapotranspirasi adalah gabungan dari proses penguapan air bebas (evaporasi) dan penguapan air melalui tanaman (transpirasi) (Suhardjono, 1994:11). Evapotranspirasi merupakan faktor dasar untuk menentukan kebutuhan air dalam rencana irigasi dan merupakan proses yang penting dalam siklus hidrologi.

Jumlah kadar air yang hilang dari tanah oleh evapotranspirasi tergantung pada:

1. Adanya persediaan air yang cukup (hujan dan lain-lain).
2. Faktor-faktor iklim seperti suhu, kelembaban dan lain-lain.
3. Tipe dan cara *kultivasi* tumbuh-tumbuhan tersebut.

Data-data yang diperoleh dari stasiun klimatologi adalah letak lintang, temperatur rata-rata (t), kecepatan angin rata-rata (u), kecerahan matahari (n/N) dan kelembaban relatif (R_h). Yang dapat dijelaskan sebagai berikut (Suhardjono, 1994:30):

1. Temperatur rata-rata (t)

Rata-rata temperatur udara bulanan di Indonesia berkisar antara $24-29^{\circ}$ C dan tidak terlalu berbeda dari bulan satu dengan yang lain.

2. Kecepatan angin rata-rata (u)

Data kecepatan angin diukur berdasarkan tiupan angin pada ketinggian 200 m di atas permukaan tanah. Dari data pengukuran kecepatan angin di Indonesia menunjukkan bahwa besarnya kecepatan angin bulanan rata-rata berkisar antara 0,5-4,5 m/dt atau sekitar 2-15 km/jam.

3. Kecerahan matahari rata-rata (n/N)

Kecerahan matahari adalah perbandingan antara n dengan N atau disebut rasio keawanan. Nilai n merupakan jumlah jam nyata matahari bersinar dalam sehari sedangkan nilai N merupakan jumlah jam potensial matahari yang bersinar dalam

sehari. Untuk daerah khatulistiwa besarnya N adalah sekitar 12 jam setiap harinya, dan tidak jauh berbeda antara bulan yang satu dengan yang lainnya. Besar n berhubungan erat dengan keadaan awan, makin banyak awan makin kecil nilai n. Harga rata-rata bulanan kecerahan matahari (n/N) di beberapa daerah di Indonesia berkisar antara 30-88 %. Di musim kemarau harga (n/N) lebih tinggi dibandingkan musim penghujan. (Soemarto, CD.1987).

4. Kelembaban relatif rata-rata (Rh)

Kelembaban relatif atau *relative humidity* (Rh) yang dinyatakan dengan prosentase (%) merupakan perbandingan tekanan uap air dengan tekanan uap air jenuh. Data pengukuran di Indonesia menunjukkan besarnya kelembaban relatif rata-rata berkisar antara 65-84%. Hal ini menunjukkan bahwa Indonesia memiliki daerah dengan kelembaban relatif yang tinggi. Pada musim penghujan (Oktober-Maret) kelembaban relatif lebih tinggi daripada musim kemarau (April-September).

Dalam menghitung besarnya evapotranspirasi kita dapat menggunakan beberapa rumus empiris seperti *Penman*, *Penman-Monteith*, *Thornwaite*, *Blaney-Criddle*, *Ture-Langbein-Wunt*. Dalam penyelesaian studi ini menghitung besarnya evapotranspirasi digunakan rumus *Penman-Monteith*. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut (<http://en.yahoo.com/Penman-Monteith>):

$$ET_o = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0.34u_2)} \tag{2.10}$$

dengan:

- ET_o = evapotranspirasi potensial (mm/hari)
- R_n = radiasi bersih gelombang panjang (MJ/m²/hari)
- G = aliran panas dari dan ke tanah (MJ/m²/hari)
- T = temperatur rata-rata (°C)
- u₂ = kecepatan angin pada ketinggian 2 m (m/s)
- e_s = tekanan uap air jenuh (kPa)
- e_a = tekanan uap air atmosfer (kPa)
- e_s - e_a = laju perubahan tekanan uap jenuh (kPa)
- Δ = tekanan uap (kPa/°C)
- γ = tetapan psikrometrik (kPa/°C)

2.2.4 Kebutuhan Air Irigasi

Irigasi adalah penambahan kekurangan kadar air tanah secara buatan, yaitu dengan memberikan air yang perlu untuk pertumbuhan tanaman ke tanah yang diolah dan mendistribusikannya secara sistematis. Pemberian air irigasi yang berlebihan pada tanah yang diolah dapat merusak tanaman (Sosrodarsono, 1978:216).

Keseimbangan jumlah air yang masuk dan keluar dan suatu lahan pertanian adalah sebagai berikut (Suhardjono, 1994:6)

- Jumlah air yang masuk pada lahan pertanian berupa air irigasi (IR) dan air hujan (R). Air irigasi adalah sejumlah air yang umumnya diambil dari sungai atau waduk dan dialirkan melalui sistem jaringan irigasi, guna menaai keseimbangan air di dalam pertanian.
- Sedangkan air yang keluar merupakan sejumlah air yang dibutuhkan bagi pertumbuhan tanaman (ET), air bagi persemaian dan pengolahan tanah (Pd), maupun sejumlah air yang merembes karena perkolasi dan infiltrasi.

2.2.4.1. Kebutuhan Bersih Air di Sawah (Netto Farm Requirement/NFR)

Tanaman membutuhkan air agar dapat tumbuh dan berproduksi dengan baik. Air tersebut dapat berasal dari air hujan maupun dari air irigasi. Air irigasi adalah sejumlah air yang umumnya diambil dari sungai atau waduk dan dialirkan melalui sistem jaringan irigasi, guna menjaga keseimbangan jumlah air di lahan pertanian.

Besarnya kebutuhan air di sawah dipengaruhi oleh berbagai faktor sebagai berikut (Anonim (KP-01), 1986:157)

- Penyiapan lahan
- Penggunaan konsumtif
- Perkolasi
- Pergantian lokasi air
- Curah hujan efektif

Pendugaan kebutuhan di sawah dilakukan berdasarkan jenis tanaman, persamaan *netto* kebutuhan air (*Net Field Requirement* = NFR) dengan Metode Standar Perencanaan Irigasi adalah sebagai berikut:

$$\text{NFR}_{\text{padi}} = \text{IR} + \text{Et} + \text{WLR} + \text{P} - \text{Re}_{\text{padi}} \quad (2.11)$$

$$\text{NFR}_{\text{plw}} = \text{Et} + \text{P} - \text{Re}_{\text{plw}} \quad (2.12)$$

dengan:

NFR_{padi} = *netto* kebutuhan air padi sawah (mm/hari)

NFR_{plw} = *netto* kebutuhan air palawija (mm/hari)

IR = kebutuhan air untuk persiapan lahan (mm/hari)

E_t	= kebutuhan air untuk tanaman (mm/hari)
WLR	= kebutuhan air untuk penggantian lapisan air (mm/hari)
P	= perkolasi (mm/hari)
Re_{padi}	= curah hujan efektif untuk padi sawah (mm/hari)
Re_{plw}	= curah hujan efektif untuk palawija (mm/hari)

2.2.4.2. Kebutuhan Air di Bangunan Pengambilan

Sebelum air ke petak sawah, air melewati saluran-saluran distribusi seperti saluran induk, sekunder, dan tersier. Dalam melewati saluran tersebut akan mengalami kehilangan. Oleh karena itu, dalam perhitungan harus memperhitungkan banyaknya air yang hilang selama dalam perjalanan. Kebutuhan air total irigasi yang diukur dan pintu pengambilan adalah hasil dan pembagian antara kebutuhan air irigasi di sawah dengan faktor efisiensi.

Besarnya kebutuhan air irigasi harus disesuaikan dengan besarnya masukan (*inflow*). Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi besarnya kebutuhan air di bangunan pengambilan air irigasi adalah:

1. Luas daerah irigasi
2. Pola tata tanam yang direncanakan
3. Evapotranspirasi potensial
4. Koefisien tanaman
5. Teknik pengolahan lahan
6. Perkolasi
7. Curah hujan efektif
8. Efisiensi irigasi

Kebutuhan air irigasi pada setiap bangunan sadap dan bangunan utama untuk masing-masing petak tersier dan saluran dihitung berdasarkan persamaan sebagai berikut (Anonim (KP-Penunjang), 1986:6)

$$TOR = \frac{A \times NFR}{e} \quad (2.13)$$

Untuk menghitung besarnya kebutuhan air irigasi pada bangunan utama menggunakan rumus sebagai berikut:

$$DR = \frac{\sum TOR}{e} \quad (2.14)$$

dengan:

TOR = (*Tersierry Offtake Requirement*) kebutuhan air irigasi petak tersier (lt/detik)

DR = kebutuhan air irigasi bangunan utama (lt/dt)

A = luas layanan petak tersier (Ha)

NFR = kebutuhan air *netto* (lt/dt)

e = efisiensi petak tersier (%)

2.2.4.3. Kebutuhan Air Untuk Tanaman

Banyak air yang diperlukan untuk berbagai tanaman, masing-masing daerah dan masing-masing musim adalah berlainan, oleh karena di tiap daerah diadakan peraturan-peraturan pengairan sendiri. Dalam peraturan-peraturan tersebut antara lain ditentukan tanaman-tanaman yang berhak menerima air irigasi dan peraturan waktu tanam serta peraturan pemberian air irigasi.

Kebutuhan air untuk tanaman adalah sejumlah air yang dibutuhkan untuk mengganti sejumlah air yang hilang akibat penguapan (Suhardjono, 1994:11).

Faktor-faktor yang mempengaruhi besarnya kebutuhan air tanaman adalah sebagai berikut (Suhardjono, 1994:13):

b. Faktor iklim

- Suhu udara
- Kelembaban udara
- Kecepatan angin
- Kecerahan matahari

c. Faktor tanaman

- Jenis tanaman
- Varietas tanaman
- Umur tanaman

Kebutuhan air untuk tanaman tergantung dari besarnya evapotranspirasi dikalikan dengan faktor koefisien tanaman, dan dapat dihitung dengan menggunakan rumus (Suhardjono, 1994:12)

$$Et = k \cdot \lambda Ec \quad (2.15)$$

dengan:

Et = kebutuhan air untuk tanaman, bisa dinyatakan dalam Cu (mm/hari)

λEc = evapotranspirasi potensial (mm/hari)

k = koefisien tanaman yang besarnya tergantung pada jenis, macam dan umur tanaman

2.2.4.4 Kebutuhan Air Untuk Penyiapan Lahan

Lamanya pekerjaan pengolahan tanah dipengaruhi oleh jumlah tenaga kerja atau peralatan yang digunakan serta faktor-faktor sosial setempat. Persemaian dilakukan bersamaan dengan pengolahan tanah selama 20-30 hari sebelum masa tanam padi. Luas daerah persemaian yang dilakukan adalah 3% - 5% dari luas total sawah yang akan ditanami padi. Kebutuhan air selama persemaian ± 5 mm/hari.

Besar air untuk pengolahan tanah mempengaruhi besarnya air irigasi yang diperlukan. Pengolahan tanah untuk tanaman padi di sawah membutuhkan air lebih banyak daripada pengolahan tanah untuk tanaman palawija.

Pekerjaan pengolahan tanah dilakukan dalam dua tahap yaitu pekerjaan membajak dan menggaru. Tujuan dari membajak lahan adalah:

1. Membuat tanah menjadi gembur sehingga tanaman dapat tumbuh dengan subur serta dapat diperbaiki

2. Memperbaiki sirkulasi udara dalam tanah

Sedangkan tujuan dari menggaru adalah:

1. Menyempurnakan tanah dari hasil bajakan

2. Meratakan tanah pertanian

3. Memberantas gulma yang masih hidup

Untuk perhitungan air irigasi selama masa penyiapan lahan digunakan metode yang didasarkan pada laju irigasi yang konstan selama masa penyiapan lahan dengan persamaan berikut (Anonim (KP-01), 1986:160):

$$IR = Mx \frac{e^k}{(e^k - 1)} \quad (2.16)$$

$$M = Eo + P \quad (2.17)$$

$$K = Mx \left(\frac{T}{S} \right) \quad (2.18)$$

dengan:

IR = Kebutuhan air irigasi selama masa penyiapan lahan (mm/hari)

M = Kebutuhan air pengganti kehilangan akibat evaporasi dan perkolasi di sawah yang telah dijenuhkan (mm/hari)

Eo = Evaporasi air terbuka (diambil 1,1 x ETo) selama masa penyiapan lahan (mm/hari)

P = Perkolasi (mm/hari)

T = Jangka waktu penyiapan lahan (hari)

S = Kebutuhan air untuk penjenuhan ditambah dengan 50 mm (mm)

$$= 250 + 50 = 300 \text{ mm}$$

2.2.4.5. Pembibitan atau Persemaian

Air untuk persemaian diberikan bersama dengan air untuk pengolahan lahan selama 20-30 hari. Luas lahan persemaian berkisar antara 3% - 5% luas total sawah yang akan diairi dengan kebutuhan air 50 mm.

Tanah untuk persemaian dibajak, digaru kemudian dicangkul sampai menjadi gembur. Pada umur 25 hari bibit siap untuk dipindahkan ke petak-petak sawah.

2.2.5. Perkolasi

Perkolasi adalah peristiwa Bergeraknya air ke sawah dari zona tidak jenuh (antara permukaan sampai ke bawah permukaan tanah) ke dalam daerah jenuh (berada dibawah permukaan air tanah). Faktor-faktor yang mempengaruhi besarnya perkolasi antara lain:

1. Tekstur tanah

- Tekstur tanah yang halus, daya perkolasi kecil
- Tekstur tanah yang kasar, daya perkolasi besar

2. Permeabilitas tanah

Permeabilitas tanah adalah gaya yang merembes lewat ruang antar butir tanah. Pada tanah lempung berat dengan karakteristik pengolahan yang baik, laju perkolasi dapat mencapai 1-3 mm/hari (Anonim (KP-01), 1986:165). Semakin besar permeabilitas tanah, semakin kecil daya perkolasinya.

3. Tebal lapisan tanah bagian atas

Semakin tipis lapisan tanah bagian atas, semakin kecil daya perkolasinya.

4. Tanaman penutup

Lindungan tumbuhan-tumbuhan yang padat menyebabkan daya infiltrasi semakin besar sehingga daya perkolasinya juga besar. Infiltrasi adalah peristiwa perpindahan air dari permukaan tanah ke dalam tanah.

Tabel 2.2. Laju perkolasi untuk berbagai tekstur tanah

Tekstur Tanah	Perkolasi vertikal (mm/hari)
1. <i>Sandy Loam</i>	3 - 6
2. <i>Loam</i>	2 - 3
3. <i>Clay</i>	1 - 2

Sumber : Fukuda dan Hikaru Tsutsui, *Rice Irrigation In Japan*, 1973:22

2.2.6. Pergantian Lapisan Air (WLR)

Penggantian lapisan air erat hubungannya dengan kesuburan tanah. Beberapa saat setelah penanaman, air yang digunakan dipermukaan sawah kotor mengandung zat-

zat yang tidak lagi diperlukan oleh tanaman karena dapat merusak tanaman. Air genangan ini harus dibuang agar tidak merusak tanaman dilahan. Saat pembuangan lapisan genangan, sampah-sampah yang ada dipermukaan air akan tertinggal, demikian pula lumpur yang terbawa dari saluran. Air genangan yang dibuang perlu diganti dengan air yang bersih. Jadi, tujuan dari penggantian lapisan air adalah untuk memenuhi kebutuhan air yang terputus akibat kegiatan disawah dengan ketentuan sebagai berikut (Anonim (KP-01), 1986:165):

1. WLR diperlukan saat terjadi pemupukan maupun penyiangan, yaitu 1-2 bulan dari transplantasi (pemindahan bibit dari persemaian ke sawah)
2. WLR = 50 mm (diperlukan penggantian lapisan air, diasumsikan = 50 mm)
3. Jangka waktu WLR = 1,5 bulan (selama 1,5 bulan air digunakan untuk WLR sebesar 50 mm)

2.2.7. Koefisien Tanaman

Besarnya koefisien tanaman untuk setiap tanaman akan berbeda-beda yang besarnya berubah setiap periode pertumbuhan tanaman itu sendiri. Koefisien tanaman merupakan angka pengali untuk menjadikan evapotranspirasi potensial menjadi kebutuhan air tanaman. Besarnya koefisien tanaman sangat dipengaruhi oleh jenis tanaman, varietas tanaman dan umur tanaman.

Usaha memperkecil kebutuhan air tanaman tidak dapat dilakukan dengan memperkecil nilai evapotranspirasi potensial karena nilai ini berhubungan dengan iklim, tetapi dilakukan dengan memperkecil nilai koefisien tanaman. Mengubah nilai koefisien tanaman berarti mengubah jenis, varietas dan umur tanaman.

2.3. Faktor Palawija Relatif dan Luas Palawija Relatif

Luas palawija relatif (LPR) adalah perbandingan kebutuhan air antara jenis tanaman dengan jenis tanaman yang lainnya. Sesuai dengan namanya tanaman perbandingan yang digunakan adalah palawija yang mempunyai nilai koefisien satu.

Semua kebutuhan air tanaman yang akan dicari terlebih dahulu dikonversikan dengan kebutuhan air palawija yang akhirnya didapatkan angka satu sebagai faktor konversi untuk setiap jenis tanaman.

Debit yang dibutuhkan pada pintu tersier adalah Luas Palawija Relatif pada petak tersier tersebut dikalikan dengan Faktor Palawija Relatif ($ltJdtlha\ pal$), yaitu kebutuhan air Untuk tanaman palawija.

$$Q = LPR \times FPR \quad (2.19)$$

Dengan:

LPR = Luas Palawija Relatif jenis tanaman (halpol)

Q = Debit di pintu saluran (lt/dt)

FPR = Faktor Palawija Relatif (ltJdt/ha pol)

Tabel 2.3. Kriteria LPR

Tanaman	Kebutuhan (x palawija)
- Padi	1
- Padi Rendeng	
a. Untuk pembibitan, penggarapan lahan dan tanaman	20
b. Untuk padi, penggarapan lahannya	6
c. Untuk padi, tanamannya	4
- Padi Gadu Ijin	sama dengan padi rendeng
- Padi Gadu Tak Ijin untuk taraf apapun	1
- Tebu	
a. Bibit	1,5
b. Muda	1,5
c. Tua	0
- Tembakau/Rosela	1

Sumber : DPU Tingkat I Jawa Timur, 1977 :1

Faktor palawija relatif merupakan debit air yang dibutuhkan di bangunan sadap tersier oleh tanaman palawija seluas satu hektar. Besarnya kebutuhan air untuk palawija (FPR) tergantung kepada jenis dan sifat tanah setempat.

Tabel 2.4. Kriteria FPR

Jenis Tanah	FPR (lt / dt / Ha Pol)		
	Air kurang	Air cukup	Air memadai
Alluvial	0,18	0,18 – 0,36	0,36
Latosol	0,12	0,12 – 0,23	0,23
Grumosol	0,06	0,06 – 0,12	0,12
Giliran	ya	mungkin	tidak

Sumber : DPU Tingkat I Jawa Timur, 1977 :1

Besarnya nilai Faktor Palawija Relatif menunjukkan besarnya kekurangan air. Makin kecil Faktor Palawija Relatif (FPR), makin besar kekurangan airnya. Perhitungan Kebutuhan Air Total (pada intake) Saluran Primer dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$Q_{pmr} = \frac{FPR \times LPR}{EI} \quad (2.20)$$

Dengan:

Q_{pmr} = debit air pada intake saluran (lt/dt)

FPR = faktor palawija relatif yang diperhitungkan pada pintu sadap tersier (lt/dt/ha pol)

LPR = luas palawija relatif total satu daerah irigasi (ha/palawija)

EI = efisiensi irigasi (%)

2.4. Efisiensi Irigasi

Efisiensi irigasi adalah perbandingan antara debit air yang sampai di pintu tersier lahan pertanian dengan debit air irigasi yang keluar dari pintu pengambilan. Perbedaan debit tersebut disebabkan adanya kehilangan-kehilangan dalam saluran yang disebabkan oleh berbagai faktor antara lain adanya penguapan, kebocoran, dan rembesan.

Kehilangan air secara umum dibagi dalam 2 (dua) kategori seperti berikut (Anonim, 1997:IV-21):

1. Kehilangan akibat fisik, yang disebabkan rembesan air di saluran dan perkolasi ditingkat lahan usaha tani (sawah)
2. Kehilangan akibat operasional, yang disebabkan pelimpasan dan kelebihan air pembuangan dan pada waktu pengoperasian saluran dan pemborosan penggunaan air oleh petani.

Kehilangan air akibat fisik, relatif lebih mudah untuk diperkirakan dan dikendalikan secara teliti. Sedangkan kehilangan akibat operasional lebih sulit diperkirakan dan dikendalikan karena tergantung pada faktor yang sulit diketahui sejak awal datangnya hujan, sikap tanggap petugas operasi dan tingkat keterlibatannya.

Faktor-faktor yang mempengaruhi kehilangan air di tingkat tersier dan sawah yang meliputi:

- a. Kebocoran pematang
- b. Kehilangan karena pemakaian:
 - Kerjasama tingkat pemakaian air
 - Tingkat pengawasan pemakaian air
- c. Pemberian air tidak dilaksanakan
- d. Tidak sempurnanya bangunan pelimpah dan pintu
- e. Rembesan pada saluran tersier dan kuarter

- Tekstur tanah
 - Permeabilitas tanah
 - Kepadatan tanggul
- f. Kebocoran pada saluran tersier dan kuartier
- Tingkat pemeliharaan saluran
 - Penyesuaian-penyesuaian liat

Selain faktor-faktor di atas, kehilangan air juga dipengaruhi oleh faktor:

1. Panjang saluran yaitu makin panjang saluran kemungkinan kehilangan air semakin besar
2. Keliling basah saluran yaitu semakin besar keliling basah saluran makin besar pula kehilangan airnya
3. Lapisan saluran yaitu saluran yang tidak dilining lapisan perkerasan maka akan terjadi penggenangan air
4. Kedudukan air tanah yaitu makin tinggi kedudukan air tanah makin kecil peresapan yang terjadi
5. Luas permukaan pada saluran yaitu makin luas permukaan makin besar kehilangan air akibat penguapan

Pengoperasian pengaliran air melalui suatu jaringan irigasi dibagi atas 3 (tiga) macam operasi yaitu pada jaringan utama, jaringan tersier, dan pada tingkat usaha tani. Efisiensi dari penggunaan air selain pada masing-masing operasi tersebut, juga efisiensi gabungan antara jaringan tersier ditingkat usaha tani / lahan dan efisiensi daerah irigasi / seluruh jaringan.

Efisiensi berkisar antara 35% pada musim hujan sampai 60% pada musim kemarau, penyebab rendahnya efisiensi pada musim hujan karena ketidak mampuan memberikan air secara pasti sesuai yang dibutuhkan, akibat pertimbangan curah hujan efektif.

Dalam studi ini besarnya efisiensi irigasi pada saluran adalah sebagai berikut (Anonim (KP-Penunjang), 1986:10):

1. Efisiensi saluran primer sebesar 90%
2. Efisiensi saluran sekunder sebesar 90%
3. Efisiensi saluran tersier sebesar 80%

Jadi besar efisiensi secara keseluruhan adalah $90\% \times 90\% \times 80\% = 64,5\%$ atau 0,645.

2.5. Debit Andalan

Dalam perencanaan proyek pemanfaatan sumber daya air terlebih dahulu harus dicari debit andalan. Hal tersebut dilakukan untuk menentukan debit perencanaan yang diharapkan tersedia di sungai.

Debit andalan adalah banyaknya air yang tersedia sepanjang tahun dengan resiko kegagalan yang telah diperhitungkan. Probabilitas keandalan yang digunakan sebesar 80%, hal ini berarti akan dihadapi resiko adanya debit-debit lebih kecil dari debit andalan sebesar 20% dari banyaknya pengamatan (Anonim (KP-01), 1986:79).

Besarnya debit andalan yang diambil untuk penyelesaian optimum penggunaan air adalah:

Tabel 2.5. Besarnya debit untuk penyelesaian optimum

Kebutuhan	Peluang Andalan (%)
Air Minum	99
Air Industri	95 - 98
Air Irigasi :	
- daerah beriklim setengah lembab	75 - 85
- daerah beriklim kering	80 - 95
PLTA	85 - 90

Sumber : Soemarto, 1986:214

Ada beberapa cara dalam menentukan debit andalan yang mana masing-masing cara mempunyai ciri khas sendiri-sendiri. Pemilihan metode yang sesuai umumnya didasarkan atas pertimbangan data yang tersedia, jenis kepentingan dan pengalaman. Metode tersebut adalah sebagai berikut:

1. Metode Q rerata minimum

Metode ini berdasar pada debit rata-rata bulanan yang minimum dari tiap-tiap tahun data yang tersedia.. metode ini biasanya digunakan untuk:

- Fluktuasi debit maksimum atau minimum tidak terlalu besar pertahunnya.
- Kebutuhan relatif konstan sepanjang tahun.

2. Metode karakteristik aliran (*flow charactersitic*)

Metode ini memakai data yang didapat berdasar karakteristik alirannya. Metode ini pada umumnya dipakai untuk:

- a. Fluktuasi debit maksimum atau minimum terlalu besar pertahunnya.
- b. Kebutuhan relatif tidak konstan sepanjang tahun.
- c. Data yang tersedia relatif panjang.

3. Metode bulan dasar (*basic month*)

Metode ini seperti pada metode karakteristik aliran tetapi hanya dipilih bulan tertentu sebagai dasar perencanaan.

4. Metode tahun dasar (*basic year*)

Metode ini menentukan suatu tahun tertentu sebagai dasar perencanaan.

Dalam studi ini perhitungan debit andalan dilakukan dengan metode tahun dasar (*basic year*). Peluang kejadian dihitung dengan rumus probabilitas dari persamaan *weibull*.

Tahun dasar yang dipakai dalam studi ini adalah tahun yang data debitnya mempunyai keandalan 80% (Q_{80}) artinya resiko yang akan dihadapi karena terjadi debit lebih kecil dari debit andalan sebesar 20% sebanyak pengamatan.

Prosedur perhitungan debit andalan adalah sebagai berikut:

1. Menghitung total debit dalam satu tahun untuk tiap tahun data yang diketahui.
2. Merangkum data mulai dari yang besar ke kecil.
3. Menghitung probabilitas untuk masing-masing data dengan menggunakan persamaan *weibull*.

(Subarkah, 1980:111)

$$P = \frac{m}{n+1} \times 100\% \quad (2.21)$$

dengan:

P = probabilitas (%)

m = nomor urut data debit

n = jumlah data debit

2.5.1 Pembangkitan Data Debit Metode NRECA

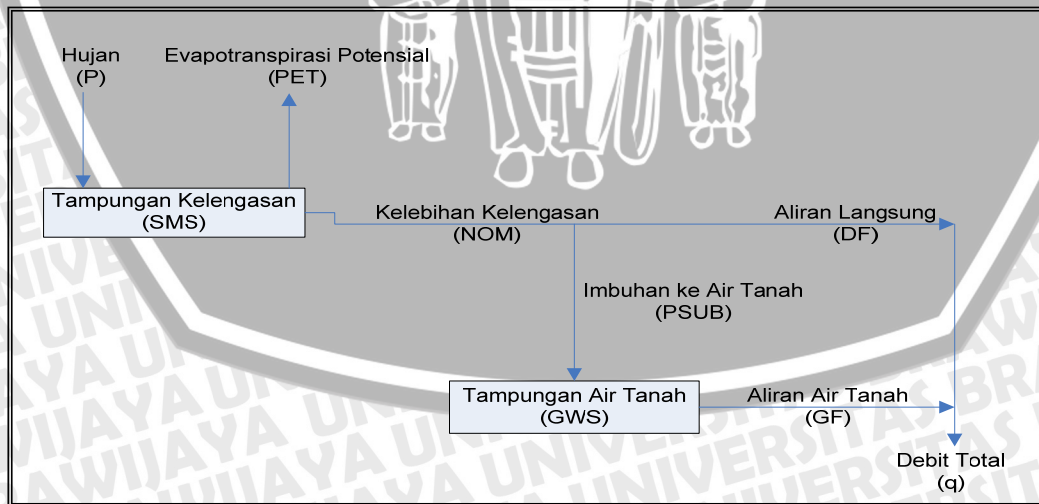
Model NRECA (*National Rural Electric Cooperative Association*) diperkenalkan oleh Norman H. Crawford pada tahun 1985. Model ini merupakan model konsepsi yang bersifat deterministik. Disebut model konsepsi karena basisnya didasari oleh teori. Untuk menginterpretasikan fenomena proses fisiknya digunakan persamaan dan rumus semi empiris. Sebagai model deterministik, pola masukan (*input*) yang diketahui dan keluarannya (*output*) bersifat tertentu, dan parameter-parameternya dianggap merupakan harga reratanya.

Model NRECA yang dikembangkan oleh Crawford (USA) dengan menerapkan persamaan keseimbangan air sebagai berikut. (Adidarma, Martawati, dan Mulyantari, 1996).

$$\text{Hujan} - \text{Evapotranspirasi} + \text{Perubahan Tampungannya} = \text{Limpasan} \quad (2.22)$$

Debit limpasan yang masuk berasal dari hujan yang turun di daerah tangkapan air pada sistem. Sebagian dari hujan tersebut menguap dan sebagian lagi turun melewati permukaan tanah. Hujan yang turun ke permukaan tanah terbagi lagi. Sebagian air tersebut mengalir di atas permukaan tanah (aliran permukaan), sebagian mengalir menuju sungai dalam bentuk aliran bawah permukaan, dan sebagian lainnya masuk ke dalam tanah mengisi pori tanah. Jika pori tanah sudah mengalami kejenuhan, air akan mengalami perkolasi untuk mengisi tampungan air tanah.

Struktur model NRECA membagi aliran bulanan menjadi dua, yaitu limpasan langsung (limpasan permukaan dan bawah permukaan) dan aliran dasar. Tampungan dibagi dua, yaitu tampungan kelengasan (*soil moisture storage*) dan tampungan air tanah (*groundwater storage*). Perubahan tampungan diperhitungkan sebagai selisih dari tampungan akhir dan awal. Tampungan kelengasan ditentukan oleh hujan, evapotranspirasi, dan kelebihan kelengasan yang menjadi limpasan langsung dan imbuhan air tanah. Tampungan air tanah ditentukan oleh imbuhan air tanah yang masuk dan aliran air tanah yang keluar. (Adidarma, Martawati, dan Mulyantari, 1996).



Gambar 2.1 Struktur Model NRECA (Sumber : Adidarma dan Mulyantari, 2003)

Sisa dari curah hujan yang mengalir di atas permukaan bersama aliran dasar bergerak masuk menuju alur sungai. Aliran total yang ada kemudian dikalikan dengan luas DAS. Hasil dari perkalian tersebut merupakan keluaran (*output*) dari model NRECA yang berupa debit aliran sungai sesuai periode rencana. (Rivani, 2005).

Total debit aliran sungai dihitung dengan persamaan berikut. (Adidarma dan Mulyantari, 2003).

$$Q = (GF + DRF)A \quad (m^3 / s) \quad (2.23)$$

dengan:

- A = luas DAS (km²)
- DRF = limpasan langsung (mm)
- = excm (1-PSUB), dengan excm = kelebihan kelengasan
- excm = exrat x (P – AET)
- GF = limpasan air tanah (mm)
- = GWF x (PSUB x excm = GWS)
- exrat = rasio kelebihan kelengasan
- = 0,5 x (1 + tgh ((Sr – 1) / 0,52)), bila Sr > 0
- = 0, bila Sr < 0
- Sr = angka tampungan
- = SMS / NOM
- SMS = tampungan kelengasan tanah
- NOM = kapasitas tampungan kelengasan
- = 100 + 0,2 X Ra, Ra = hujan rerata tahunan (mm)
- P = hujan bulanan (mm)
- AET = evapotranspirasi aktual
- = CROPF x PET, bila P/PET > 1 atau Sr > 2
- = (kl x PET) x CROPF, bila P/PET < 1 atau Sr < 2
- kl = (P/PET) x (1 – 0,5 Sr) + 0,5 Sr
- CROPF = faktor tanaman

2.5.2 Parameter Model NRECA

Parameter yang digunakan dalam model NRECA adalah *Percent Sub Surface* (PSUB), *Ground Water Flow* (GWF), *Nominal* (NOM), *Soil Moisture Storage* (SMS), *Crop Factor* (CROPF), dan *Ground Water Storage* (GWS). PSUB merupakan parameter rmodel yang menggambarkan bagian dari kelebihan air yang menjadi

imbuhan. Sisanya mengalir sebagai aliran langsung yang terdiri dari aliran permukaan dan aliran bawah permukaan. Tampungannya air tanah menampung imbuhan tersebut yang dikeluarkan menjadi aliran dasar di sungai. Besarnya aliran dasar yang dikeluarkan adalah GWF kali jumlah tampungan. Dengan demikian GWF nilainya kurang dari satu. Makin besar GWF menandakan makin banyak air yang dikeluarkan dari tampungan, sehingga air tampungan akan cepat habis, begitu pula sebaliknya. Sehingga dapat didefinisikan bahwa GWF adalah persentase limpasan tampungan air tanah yang menuju ke sungai.

NOM merupakan indeks atau petunjuk dari kapasitas tampungan kelengasan tanah (SMS) pada DAS. SMS merupakan nilai awal dari tampungan kelengasan tanah. Sedangkan GWS merupakan merupakan nilai awal dari tampungan air tanah. (Rivani, 2005).

Batasan – batasan untuk parameter model NRECA adalah sebagai berikut. (Adidarma dan Mulyantari, 2003).

1. PSUB : $0,3 \leq PSUB \leq 1,0$
2. GWF : $0,1 \leq GWF \leq 0,8$
3. SMS : tidak ada batasan
4. GWS : tidak ada batasan
5. CROPF : $0,5 \leq CROPF \leq 1,4$

Kombinasi parameter PSUB dan GWF memegang peranan penting dalam menentukan hidrograf aliran di sungai yang merupakan penjumlahan antara debit limpasan langsung dan aliran dasar. Diagram model NRECA ini dapat dilihat pada gambar 2.4. (Adidarma dan Mulyantari, 2003).

2.5.3 Simulasi Model NRECA

Simulasi ini dilakukan langkah demi langkah dengan waktu tenggang bulanan. Untuk bulan pertama faktor GWS dan SMS merupakan nilai awal iterasi untuk tampungan air tanah dan tampungan kelengasan. Langkah perhitungan limpasan dapat disusun dalam persamaan-persamaan berikut. (Adidarma dan Mulyantari, 2003).

Bulan 1 (n-1) : merupakan awal iterasi

$$q_{n-1} = (GF)_{n-1} + (DRF)_{n-1} \quad (2.24)$$

$$q_{n-1} = [GWF \times \{PSUB \times f(WB)_{n-1} + GWS\}] + [(1 - PSUB)\{f(WB)_{n-1}\}] \quad (2.25)$$

Bulan 2 (n) :

$$q_n = (GF)_n + (DRF)_n \quad (2.26)$$

$$q_n = \left[GWF \times \left\{ PSUB \times f(WB)_n + (1 - GWF) \frac{(GF)_{n-1}}{GWF} \right\} \right] + \left[\{(1 - PSUB)\} \{f(WB)_n\} \right] \quad (2.27)$$

Bulan 3 (n+1):

$$q_{n+1} = (GF)_{n+1} + (DRF)_{n+1} \quad (2.28)$$

$$q_{n+1} = \left[GWF \times \left\{ PSUB \times f(WB)_{n+1} + (1 - GWF) \frac{(GF)_n}{GWF} \right\} \right] + \left[\{(1 - PSUB)\} \{f(WB)_{n+1}\} \right] \quad (2.29)$$

dengan:

q_{n-1} = limpasan pada bulan awal simulasi

q_n = limpasan bulan ke-n

$$f(WB)_{n-1} = (WB)_{n-1} \times \exp[f(exrat)_{n-1}] \quad (2.30)$$

$$(WB)_{n-1} = P_{n-1} - (PET)_{n-1} \times \left(\frac{AET}{PET} \right)_{n-1} \times CROPF \quad (2.31)$$

$$f(exrat)_{n-1} = f(Sr)_{n-1} = f \left(\frac{SMS - 1}{NOM - 0,52} \right) \quad (2.32)$$

$$f(WB)_n = (WB)_n \times \exp[f(exrat)_n] \quad (2.33)$$

$$(WB)_n = P_n - (PET)_n \times \left(\frac{AET}{PET} \right)_n \times CROPF \quad (2.34)$$

$$f(exrat)_n = f(Sr)_n = f \left(\frac{SMS + (WB)_{n-1} - f(WB)_{n-1} - 1}{NOM - 0,52} \right) \quad (2.35)$$

$$f(WB)_{n+1} = (WB)_{n+1} \times \exp[f(exrat)_{n+1}] \quad (2.36)$$

$$(WB)_{n+1} = P_{n+1} - (PET)_{n+1} \times \left(\frac{AET}{PET} \right)_{n+1} \times CROPF \quad (2.37)$$

$$f(exrat)_{n+1} = f(Sr)_{n+1} = f \left(\frac{SMS + (WB)_n - f(WB)_n - 1}{NOM - 0,52} \right) \quad (2.38)$$



Perhitungan simulasi dengan rumus di atas berhenti dengan tolok ukur berikut.

- ⊗ KAR (Kesalahan Absolut Rerata) tidak bisa lebih kecil lagi
- ⊗ Jumlah titik (bulan) yang mempunyai KAR > 25% paling sedikit
- ⊗ Kesalahan Absolut Maksimum paling kecil
- ⊗ Kedekatan gambar debit antara perhitungan (Q_{com}) dan pengamatan (Q_{obs})

Kesalahan Absolut Rerata dirumuskan pada persamaan berikut. (Adidarma dan Mulyantari, 2003).

$$KAR = \left(\frac{1}{n} \right) \times \sum_{i=1}^n \frac{|Q_{obs} - Q_{com}|}{Q_{obs}} \quad (2.39)$$

dengan:

KAR = kesalahan absolut rerata

n = jumlah data (bulan)

i = bulan ke-i

Q_{obs} = debit pengamatan

Q_{com} = debit perhitungan

2.6. Neraca Air

Untuk mengetahui kebutuhan air irigasi untuk tanaman dan debit andalan yang tersedia di intake maka dibuat neraca air untuk satu daerah irigasi. Sehingga kekurangan dan kelebihan air dapat dipantau dan dievaluasi pada perencanaan selanjutnya.

Dalam perhitungan neraca air, kebutuhan pengambilan yang dihasilkannya untuk pola tata tanam yang dipakai akan dibandingkan dengan debit andalan untuk tiap setengah bulan dan luas daerah yang bisa dialiri. Apabila debit sungai melimpah, maka luas daerah proyek irigasi adalah tetap karena luas maksimum daerah layanan dan proyek akan direncanakan sesuai dengan pola tanam yang dipakai. Bila debit sungai tidak berlimpah dan kadang-kadang terjadi kekurangan debit, maka ada 3 pilihan yang bisa dipertimbangkan (Anonim, 1986:108)

1. Luas daerah irigasi di kurangi.
2. Melakukan modifikasi dalam pola tata tanam.
3. Rotasi teknis atau golongan.

BAB III METODOLOGI

3.1 Deskripsi Daerah Studi

3.1.1 Umum

Kalimantan Timur merupakan Propinsi terluas kedua setelah Irian Jaya, dengan luas wilayah 211.440 km² atau sekitar satu setengah kali Pulau Jawa dan Madura atau 11 % dari total luas wilayah Indonesia. Propinsi ini berbatasan langsung dengan negara tetangga, yaitu Negara Sabah dan Sarawak, Malaysia.

Berdasarkan wilayah pemerintahan, propinsi ini dibagi menjadi empat pemerintahan Kota, dan sembilan pemerintahan Kabupaten Wilayah ini merupakan daerah yang paling kaya di Kalimantan dari segi sumber daya alam seperti minyak, batu bara, emas, kayu dan gas alam. Kekayaan alam Kalimantan Timur sebagian besar diekspor dan memberikan kontribusi yang besar bagi pendapatan negara.

Kabupaten Berau adalah merupakan bagian dari wilayah Propinsi Kalimantan Timur yang terletak di bagian Utara. Secara geografis Kabupaten Berau berada pada posisi 116° - 119° BT. dan 1° LT. - 2° 33' LU. Secara keseluruhan luas wilayah Kabupaten Berau adalah 34.127 Km² (3.412.700 Ha.) yang terdiri dari 13 (tiga belas) kecamatan diantaranya adalah Desa Merancang Ulu, Desa Merancang Ilir dan Desa Melati Jaya yang termasuk dalam Daerah Irigasi Merancang. Luas penggunaan lahan di Kabupaten Berau untuk wilayah hutan yaitu kawasan lindung dengan luas areal 353.775 ha, hutan produksi tetap 752.925 ha, hutan produksi terbatas 786.975 ha serta hutan yang dapat dikonversi seluas 334.025 ha. Keadaan iklim rata-rata di kabupaten ini yaitu suhu 27 ° C, kelembaban udara 86%, curah hujan 218 mm/th dan dengan kecepatan angin 8 km/jam.

Secara umum kondisi topografi Kabupaten Berau berbukit-bukit, dengan ketinggian 0 s/d 1500 m dpl. Di Kabupaten Berau terdapat banyak sungai, diantaranya sungai yang terdapat di lokasi adalah Sungai Berau (292 km), Sungai Lati (43 km), Sungai Birang (58 km) dan Sungai Sambarata (39 km). Adapun sungai yang masuk ke Bendung Merancang adalah Sungai Selubuk.

Jumlah pertumbuhan penduduk di Kabupaten Berau setiap tahunnya mengalami peningkatan yang sangat pesat, pada tahun 2005 jumlah penduduk laki-laki sebanyak 80.521 orang dan jumlah penduduk perempuan berjumlah 63.930 orang. Ditinjau dari segi komposisi penduduk menurut jenis kelamin menunjukkan bahwa

jumlah penduduk laki-laki lebih banyak dari penduduk perempuan. Sedangkan laju pertumbuhan penduduk sebesar 6,85 %/th.

3.1.2 Daerah Irigasi Merancang

Daerah Irigasi Merancang dibangun pada tahun 1991 dan mendapat suplai air irigasi dari Bendung Merancang yang dialiri sungai Selubuk terletak di Desa Merancang. Daerah Irigasi Merancang memiliki luas baku sawah 1201,5 Ha dengan luas DAS 13,53 km² dan memiliki kondisi hidrologi yang cukup potensial untuk dikembangkan menjadi 1500 Ha. Dari data hari hujan di Kecamatan Gunung Tabur rata-rata adalah 18,58 hari/bulan dan curah hujan rata-rata sebesar 191,09 mm/th. Stasiun hujan yang dapat dikumpulkan dan yang paling mendekati lokasi pekerjaan adalah Stasiun Meteorologi Tanjung Redeb Kab. Berau.

a. Rona Lingkungan Wilayah Studi

Lokasi pekerjaan Studi Optimalisasi D.I. Merancang berada di Desa Merancang Ulu, Desa Merancang Ilir dan Desa Melati Jaya Kecamatan Gunung Tabur Kabupaten Berau Propinsi Kalimantan Timur. Kecamatan Gunung Tabur sebagai Ibu Kota Kecamatan berada pada posisi 0° 49' 09,73 LU dan 116° 04' 56,76" BT.

Adapun batas-batas wilayah Kecamatan Gunung Tabur adalah :

- a. Sebelah Timur : Selat Makasar
- b. Sebelah Selatan : Kec. Tanjung Redeb dan Kec. Sambaliung
- c. Sebelah Barat : Kec. Sengah
- d. Sebelah Utara : Kec. Tanjung Selor Kab. Bulungan

b. Klimatologi

Sungai yang terdapat di lokasi adalah Sungai Berau (292 km), Sungai Lati (43 km), Sungai Birang (58 km) dan Sungai Sambarata (39 km). Adapun sungai yang masuk ke Bendung Merancang adalah Sungai Selubuk.

Kabupaten Berau merupakan daerah dengan kondisi hidrologi yang cukup potensial untuk dikembangkan sebagai daerah pertanian. Dari data hari hujan di Kecamatan Gunung Tabur rata-rata adalah 18,58 hari/bulan dan curah hujan rata-rata sebesar 191,09 mm/th. (sumber Berau Dalam Angka Tahun 2007). Stasiun hujan yang dapat dikumpulkan dan yang paling mendekati lokasi pekerjaan adalah Stasiun Meteorologi Tanjung Redeb Kab. Berau.

c. Luas Wilayah dan Jumlah Penduduk

Dari Kabupaten Berau Dalam Angka 2007 diperoleh informasi, luas wilayah Kecamatan Gunung Tabur adalah 1.987,02 km² yang mempunyai ketinggian > 1500 m dpl dengan jumlah penduduk sebanyak 14.085 jiwa. Data penduduk lokasi data survai yang meliputi Desa Merancang Ulu, Desa Merancang Ilir dan Desa Melati Jaya. Luas wilayah 21,50 km² dengan jumlah penduduk sebanyak 1.275 jiwa.

3.2 Data-data yang Diperlukan

Data-data yang diperlukan dalam studi ini meliputi data-data sekunder yang didapat dari BMG Wilayah III Tanjung Redeb, adapun jenis data yang diperlukan adalah :

1. Data Curah Hujan

Data curah hujan yang digunakan adalah data curah hujan hanya didapat dari 1 stasiun hujan yaitu stasiun tanjung redeb. Hal ini dikarenakan keberadaannya yang jarang ditemukan dan letak stasiun hujan yang sangat jauh dari lokasi studi. Data curah hujan yang digunakan yaitu selama 10 tahun pengamatan dari 1998 sampai dengan tahun 2007.

2. Data Debit

Dalam hal ini, data debit yang digunakan berasal dari pembangkitan data debit. Metode pembangkitan data debit yang digunakan adalah metode NRECA melalui data curah hujan yang ada sehingga diperoleh debit andalan pada Daerah Irigasi Merancang Kabupaten Berau yang dikalibrasikan dengan debit yang ada yaitu pada tahun 2007.

3. Data Irigasi

Data ini meliputi luas baku sawah, jenis tanaman, dan pola tata tanam yang umum dipakai pada Daerah Irigasi Merancang yaitu padi-padi-berro.

4. Data Klimatologi

Data yang dipakai adalah data suhu, data kelembaban relatif, data kecepatan angin dan data kecerahan matahari dari tahun 2002-2007. Data tersebut digunakan untuk menghitung besarnya evapotranspirasi potensial.

5. Data Jenis Tanah

Data jenis tanah digunakan untuk menentukan nilai perkolasi. Berdasarkan data yang didapat, jenis tanah untuk daerah Kabupaten Berau khususnya Daerah Irigasi

Merancang mempunyai tekstur *loam*, maka nilai perkolasi ditentukan sebesar 2 mm/hari.

3.3 Langkah-langkah Pengolahan Data

Untuk melakukan perhitungan dalam studi diperlukan tahapan-tahapan dalam pengolahan data sebagai berikut:

1. Pengolahan Data Curah Hujan

a. Uji Konsistensi Data

Perlu dipastikan tentang keandalan data sebelum dilakukan perhitungan dan analisis. Untuk itu dilakukan pengujian-pengujian secara statistik. Pengujian dilakukan untuk memastikan ketepatannya agar hasil perhitungan itu dapat digunakan untuk proses lebih lanjut. Salah satu analisa variansi yang digunakan disini dengan metode RAPS (Rescaled Adjusted Partial Sums).

b. Perhitungan curah hujan andalan dengan menggunakan metode tahun penentu.

c. Perhitungan curah hujan efektif, setelah melakukan perhitungan curah hujan andalan maka hasilnya digunakan untuk menghitung besar curah hujan efektif.

2. Pengolahan Data Debit Sungai

Dalam hal ini, data debit yang digunakan didapat melalui pembangkitan data debit. Metode pembangkitan data debit yang digunakan adalah metode NRECA melalui data curah hujan yang ada sehingga diperoleh debit andalan pada Daerah Irigasi Merancang Kabupaten Berau. Kemudian penentuan debit andalan untuk irigasi dilakukan dengan menggunakan metode tahun penentu.

3. Pengolahan Data Klimatologi

a. Pengolahan data klimatologi sehubungan dengan penyiapan lahan digunakan metode Van de Goor dan Zijlstra (1968).

b. Data klimatologi diperlukan juga untuk menghitung nilai evapotranspirasi dengan Metode Penman-Monteith.

4. Perhitungan kebutuhan air tanaman.

Perhitungan kebutuhan air tanaman dapat dilakukan setelah nilai evapotranspirasi diketahui.

5. Perhitungan kebutuhan air di sawah.

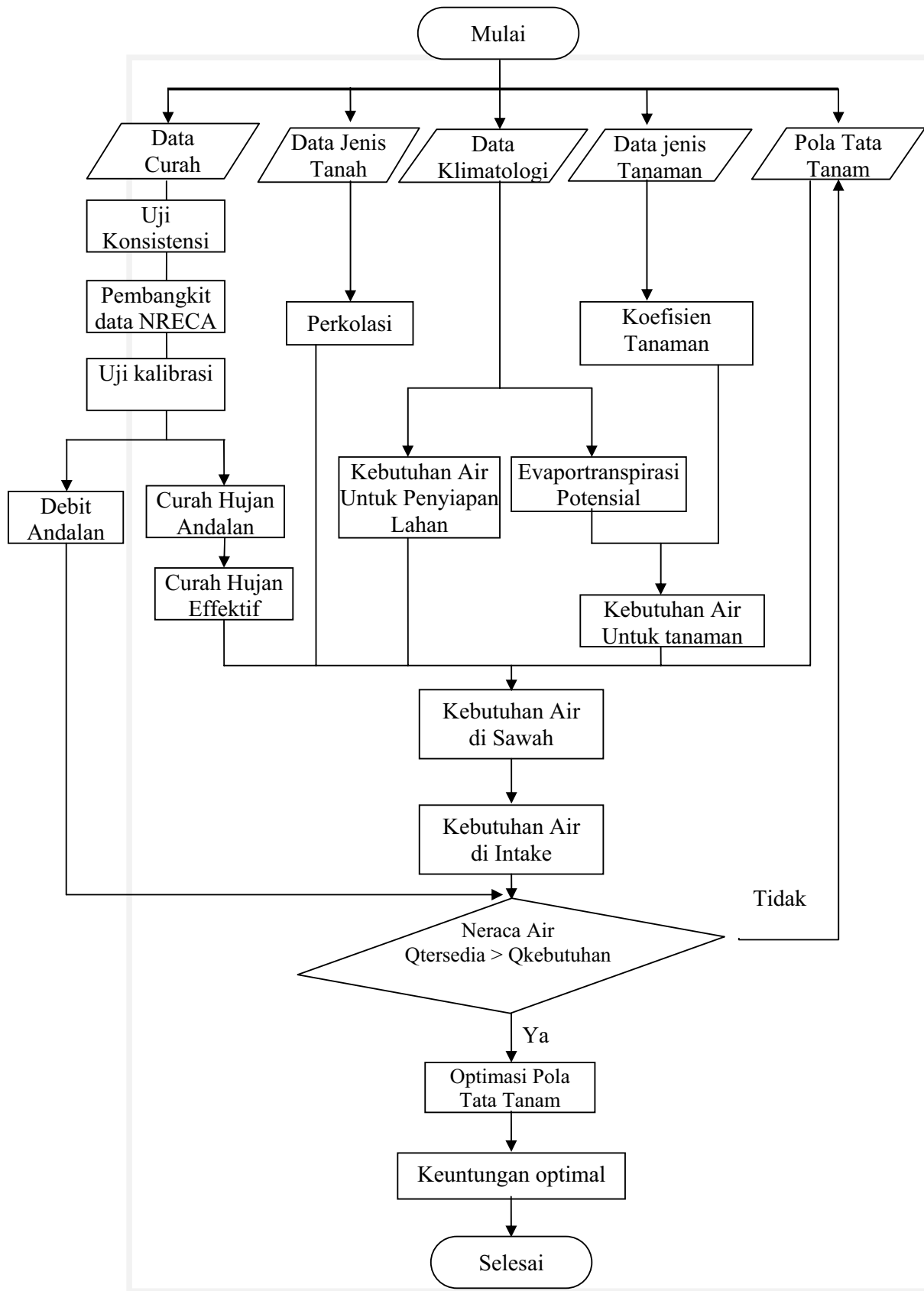
6. Perhitungan air di intake berdasarkan existing dan rencana.

7. Perhitungan neraca air untuk menentukan apakah debit yang tersedia dapat mencukupi debit yang dibutuhkan.

8. Perumusan model optimasi dengan program linier dengan menggunakan fasilitas solver pada Ms-Excel.

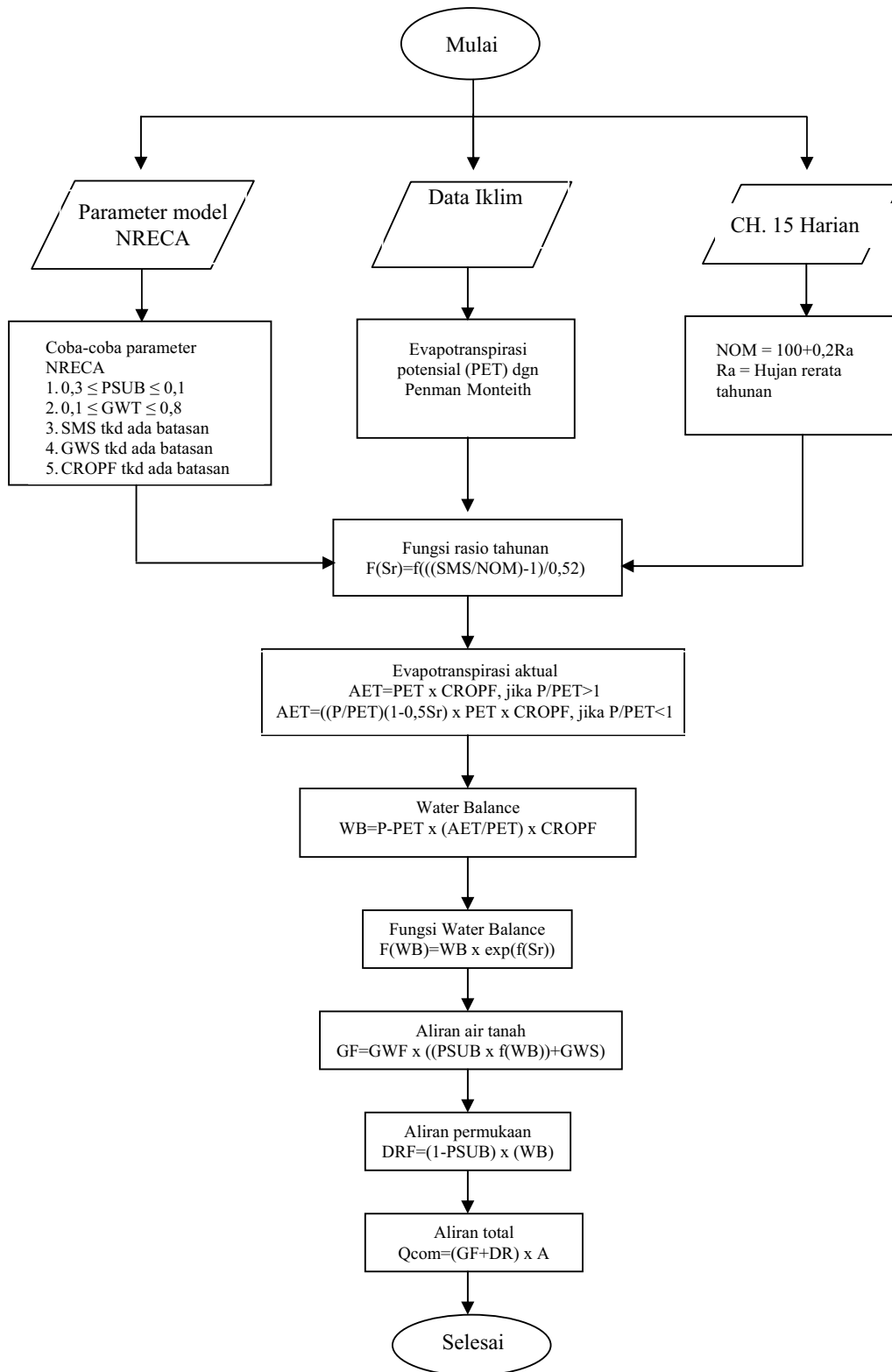
3.4 Diagram Alir Pengerjaan Studi

Untuk mempermudah proses dan urutan analisa perhitungan dalam penyelesaian skripsi ini diperlukan adanya suatu gambaran yang sistematis dan menyeluruh yaitu bagan alir yang disajikan pada gambar 3.1.

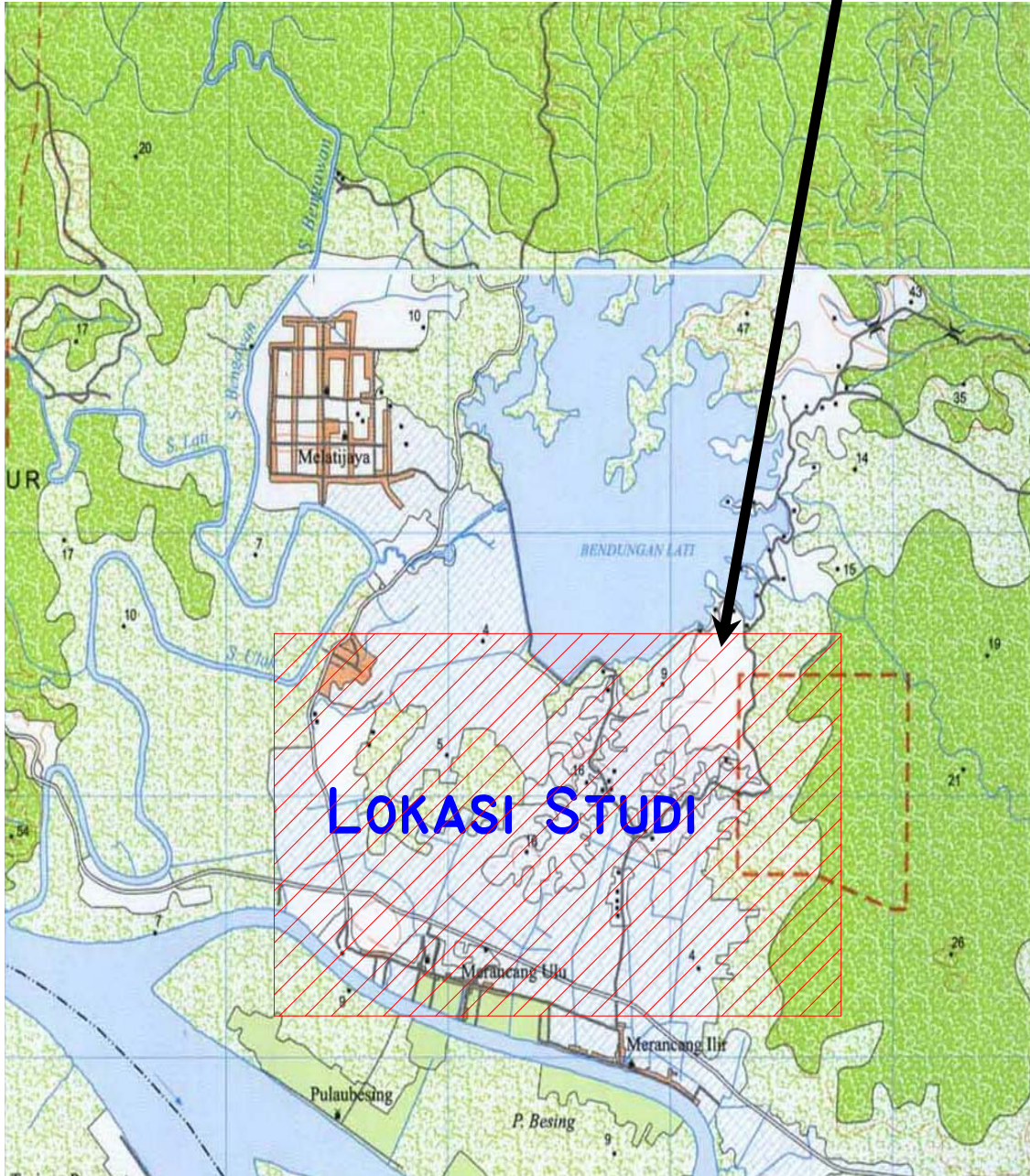
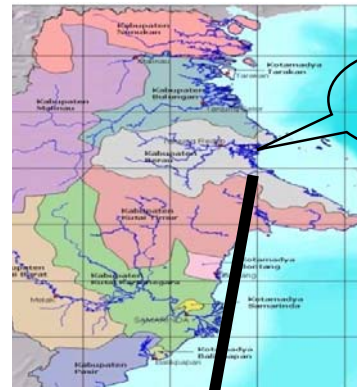
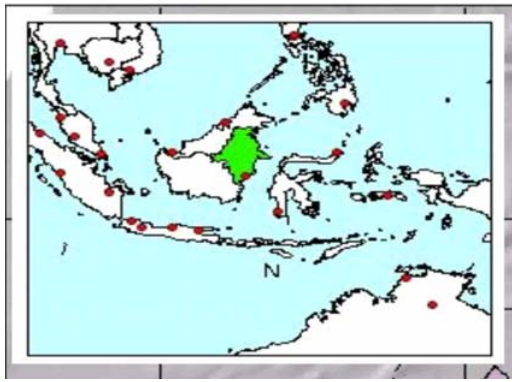


Gambar 3.1. Diagram Alir Pengerjaan Skripsi





Gambar 3.2 Diagram Alir Prediksi Debit Aliran Sungai dengan Model NRECA



Gambar Peta Lokasi Studi



BAB IV PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Daerah Studi

Daerah Irigasi Merancang terletak di Kecamatan Gunung Tabur, Kabupaten Berau Propinsi Kalimantan Timur. Daerah studi ini mempunyai letak geografis $0^{\circ} 49' 09,73$ LU dan $116^{\circ} 04' 56,76''$ BT.

Sumber air yang digunakan pada Daerah Irigasi Merancang berasal dari Sungai Selubuk pada Bendung Merancang dan dialirkan melalui saluran primer dan saluran sekunder sepanjang 11.939 m dengan luas lahan existing 1.201,5 Ha yang ditingkatkan menjadi 1500 Ha.

4.2 Analisa Curah Hujan

4.2.1 Perhitungan Uji Konsistensi Data Curah Hujan

Sebelum melakukan analisa curah hujan rerata rerata maupun curah hujan efektif terlebih dahulu dilakukan uji konsistensi data untuk mengetahui apakah data yang digunakan konsisten. Perhitungan uji konsistensi ini dilakukan dengan metode RAPS (Rescaled Adjusted Partial Sums). Pengujian konsistensi dengan menggunakan data curah hujan rerata bulanan dari stasiun itu sendiri yaitu pengujian dengan komulatif penyimpangan terhadap nilai rata-rata dibagi dengan akar komulatif rerata penyimpangan kuadrat terhadap nilai. Curah hujan bulanan dapat dilihat pada tabel 4.1 Untuk perhitungan uji konsistensi data dapat dilihat pada tabel 4.2 sampai dengan tabel 4.9.

Tabel 4.1 Curah Hujan Rerata Bulanan D.J. Merancang

No.	Bulan	Tahun									
		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
1	Jan	218,227	321,860	199,294	81,711	319,867	95,661	217,230	145,485	166,410	67,760
2	Feb	99,647	260,079	235,167	198,297	213,245	73,739	74,735	140,502	117,583	80,714
3	Maret	39,859	271,040	226,199	97,654	232,177	184,347	269,047	114,594	212,248	94,665
4	April	145,485	320,863	248,121	235,167	134,523	174,382	126,552	158,439	135,520	91,675
5	Mei	259,082	95,661	292,962	308,906	162,425	158,439	108,615	238,156	38,862	83,703
6	Juni	116,587	298,941	237,160	262,072	111,605	121,569	136,516	76,728	162,425	262,072
7	Juli	117,583	175,379	146,481	146,481	39,859	37,866	105,626	61,781	132,530	0,000
8	Agust	146,481	159,435	78,721	66,763	90,679	1,993	0,000	37,866	181,357	50,820
9	Sept	212,248	146,481	78,721	261,075	130,538	98,650	247,124	69,753	95,661	62,778
10	Okt	364,708	103,633	267,054	298,941	20,926	140,502	203,280	123,562	86,693	101,640
11	Nop	193,315	435,457	253,103	253,103	81,711	53,809	115,590	254,100	127,548	243,139
12	Des	191,322	175,379	269,047	344,779	123,562	130,538	151,463	295,951	168,403	167,407

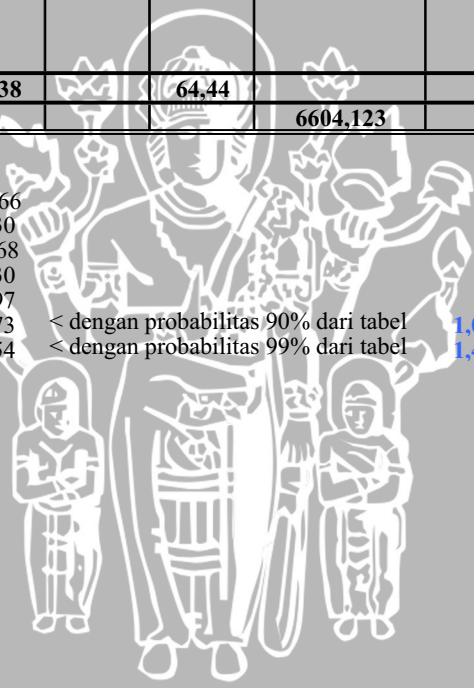
Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.2 Uji Konsistensi Data Bulanan dengan Metode RAPS Tahun 1998

No	Bulan	C.H.	Sk*	[Sk*]	Dy ²	Dy	Sk**	[Sk**]
1	Jan	218,23	42,85	42,85	152,997		0,5273	0,5273
2	Feb	99,65	-75,73	75,73	477,941		-0,9319	0,9319
3	Mar	39,86	-135,52	135,52	1530,470		-1,6676	1,6676
4	Apr	145,48	-29,89	29,89	74,471		-0,3679	0,3679
5	Mei	259,08	83,70	83,70	583,856		1,0300	1,0300
6	Jun	116,59	-58,79	58,79	288,039		-0,7235	0,7235
7	Jul	117,58	-57,80	57,80	278,357		-0,7112	0,7112
8	agust	146,48	-28,90	28,90	69,589		-0,3556	0,3556
9	Sep	212,25	36,87	36,87	113,279	81,266	0,4537	0,4537
10	Okt	364,71	189,33	189,33	2987,130		2,3298	2,3298
11	Nop	193,32	17,94	17,94	26,810		0,2207	0,2207
12	Des	191,32	15,94	15,94	21,183		0,1962	0,1962
Rerata		175,38		64,44				
Jumlah					6604,123			

Sumber : Hasil Perhitungan

- n = 12
- Dy = 81,266
- Sk**max = 2,330
- Sk**min = -1,668
- Q = [Sk**maks] = 2,330
- R = Sk**maks - Sk**min = 3,997
- Q/n^{0.5} = 0,673 < dengan probabilitas 90% dari tabel **1,060** ---> OK
- R/n^{0.5} = 1,154 < dengan probabilitas 99% dari tabel **1,424** ---> OK

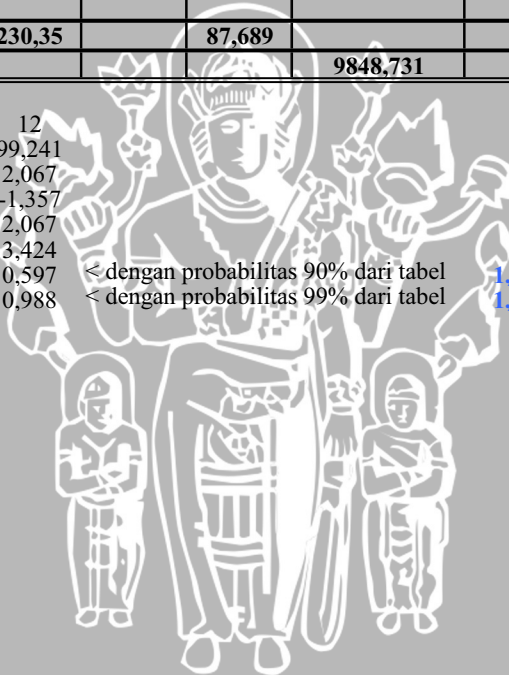


Tabel 4.3 Uji Konsistensi Data Bulanan dengan Metode RAPS Tahun 1999

No	Bulan	C.H.	Sk*	[Sk*]	Dy ²	Dy	Sk**	[Sk**]
1	Jan	321,86	91,51	91,51	697,8268		0,9221	0,9221
2	Feb	260,08	29,73	29,73	73,6462		0,2996	0,2996
3	Mar	271,04	40,69	40,69	137,9674		0,4100	0,4100
4	Apr	320,86	90,51	90,51	682,7118		0,9121	0,9121
5	Mei	95,66	-134,69	134,69	1511,7714		-1,3572	1,3572
6	Jun	298,94	68,59	68,59	392,0528		0,6912	0,6912
7	Jul	175,38	-54,97	54,97	251,8259		-0,5539	0,5539
8	Agust	159,44	-70,92	70,92	419,0831		-0,7146	0,7146
9	Sep	146,48	-83,87	83,87	586,1749		-0,8451	0,8451
10	Okt	103,63	-126,72	126,72	1338,1152	99,241	-1,2769	1,2769
11	Nop	435,46	205,11	205,11	3505,7290		2,0668	2,0668
12	Des	175,38	-54,97	54,97	251,8259		-0,5539	0,5539
Rerata		230,35		87,689				
Jumlah					9848,731			

Sumber : Hasil Perhitungan

n	=	12		
Dy	=	99,241		
Sk**max	=	2,067		
Sk**min	=	-1,357		
Q = [Sk**maks]	=	2,067		
R = Sk**maks - Sk**min	=	3,424		
Q/n ^{0.5}	=	0,597	< dengan probabilitas 90% dari tabel	1,060 ---> OK
R/n ^{0.5}	=	0,988	< dengan probabilitas 99% dari tabel	1,424 ---> OK



Tabel 4.4 Uji Konsistensi Data Bulanan dengan Metode RAPS Tahun 2000

No	Bulan	C.H.	Sk*	[Sk*]	Dy ²	Dy	Sk**	[Sk**]
1	Jan	199,29	-11,71	11,71	11,424		-0,1696	0,1696
2	Feb	235,17	24,16	24,16	48,660		0,3501	0,3501
3	Mar	226,20	15,20	15,20	19,244		0,2202	0,2202
4	Apr	248,12	37,12	37,12	114,815		0,5377	0,5377
5	Mei	292,96	81,96	81,96	559,782		1,1874	1,1874
6	Jun	237,16	26,16	26,16	57,017		0,3790	0,3790
7	Jul	146,48	-64,52	64,52	346,918		-0,9347	0,9347
8	Agust	78,72	-132,28	132,28	1458,196		-1,9164	1,9164
9	Sep	78,72	-132,28	132,28	1458,196	69,026	-1,9164	1,9164
10	Okt	267,05	56,05	56,05	261,813		0,8120	0,8120
11	Nop	253,10	42,10	42,10	147,707		0,6099	0,6099
12	Des	269,05	58,04	58,04	280,762		0,8409	0,8409
Rerata		211,00		56,80				
Jumlah					4764,535			

Sumber : Hasil Perhitungan

n	=	12		
Dy	=	69,026		
Sk**max	=	1,187		
Sk**min	=	-1,916		
Q = [Sk**maks]	=	1,916		
R = Sk**maks - Sk**min	=	3,104		
Q/n ^{0.5}	=	0,553	< dengan probabilitas 90% dari tabel	1,060 ---> OK
R/n ^{0.5}	=	0,896	< dengan probabilitas 99% dari tabel	1,424 ---> OK

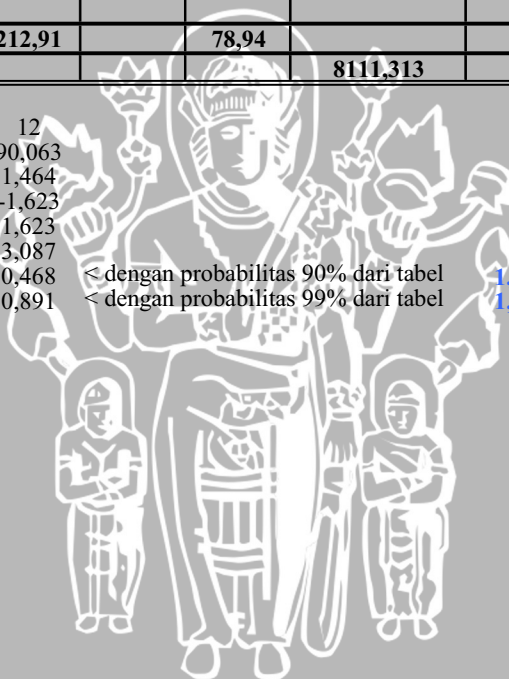


Tabel 4.5 Uji Konsistensi Data Bulanan dengan Metode RAPS Tahun 2001

No	Bulan	C.H.	Sk*	[Sk*]	Dy ²	Dy	Sk**	[Sk**]
1	Jan	81,71	-131,20	131,20	1434,494		-1,4568	1,4568
2	Feb	198,30	-14,61	14,61	17,800		-0,1623	0,1623
3	Mar	97,65	-115,26	115,26	1107,040		-1,2798	1,2798
4	Apr	235,17	22,25	22,25	41,272		0,2471	0,2471
5	Mei	308,91	95,99	95,99	767,892		1,0658	1,0658
6	Jun	262,07	49,16	49,16	201,385		0,5458	0,5458
7	Jul	146,48	-66,43	66,43	367,760		-0,7376	0,7376
8	Agust	66,76	-146,15	146,15	1779,958		-1,6227	1,6227
9	Sep	261,08	48,16	48,16	193,304	90,063	0,5348	0,5348
10	Okt	298,94	86,03	86,03	616,743		0,9552	0,9552
11	Nop	253,10	40,19	40,19	134,609		0,4463	0,4463
12	Des	344,78	131,87	131,87	1449,057		1,4642	1,4642
Rerata		212,91		78,94				
Jumlah					8111,313			

Sumber : Hasil Perhitungan

n	=	12		
Dy	=	90,063		
Sk**max	=	1,464		
Sk**min	=	-1,623		
Q = [Sk**maks]	=	1,623		
R = Sk**maks - Sk**min	=	3,087		
Q/n ^{0.5}	=	0,468	< dengan probabilitas 90% dari tabel	1,060 ---> OK
R/n ^{0.5}	=	0,891	< dengan probabilitas 99% dari tabel	1,424 ---> OK

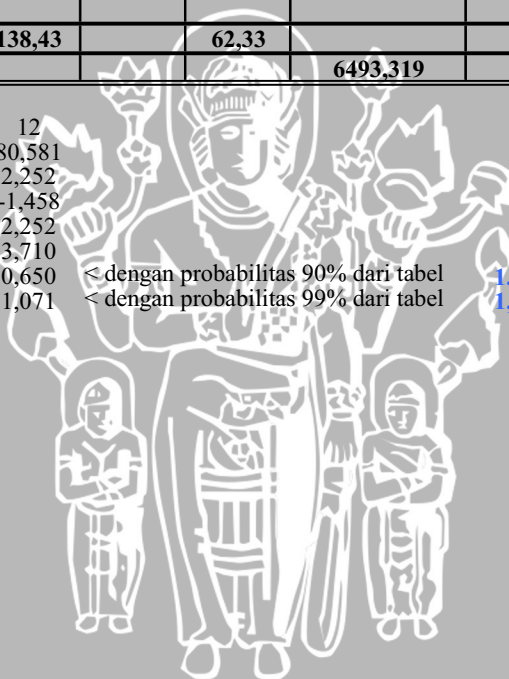


Tabel 4.6 Uji Konsistensi Data Bulanan dengan Metode RAPS Tahun 2002

No	Bulan	C.H.	Sk*	[Sk*]	Dy ²	Dy	Sk**	[Sk**]
1	Jan	319,87	181,44	181,44	2743,389		2,2517	2,2517
2	Feb	213,24	74,82	74,82	466,481		0,9285	0,9285
3	Mar	232,18	93,75	93,75	732,440		1,1634	1,1634
4	Apr	134,52	-3,90	3,90	1,269		-0,0484	0,0484
5	Mei	162,42	24,00	24,00	47,993		0,2978	0,2978
6	Jun	111,60	-26,82	26,82	59,950		-0,3329	0,3329
7	Jul	39,86	-98,57	98,57	809,629		-1,2232	1,2232
8	Agust	90,68	-47,75	47,75	189,985		-0,5925	0,5925
9	Sep	130,54	-7,89	7,89	5,186	80,581	-0,0979	0,0979
10	Okt	20,93	-117,50	117,50	1150,528		-1,4582	1,4582
11	Nop	81,71	-56,72	56,72	268,056		-0,7038	0,7038
12	Des	123,56	-14,86	14,86	18,412		-0,1845	0,1845
Rerata		138,43		62,33				
Jumlah					6493,319			

Sumber : Hasil Perhitungan

n	=	12		
Dy	=	80,581		
Sk**max	=	2,252		
Sk**min	=	-1,458		
Q = [Sk**maks]	=	2,252		
R = Sk**maks - Sk**min	=	3,710		
Q/n ^{0.5}	=	0,650	< dengan probabilitas 90% dari tabel	1,060 ---> OK
R/n ^{0.5}	=	1,071	< dengan probabilitas 99% dari tabel	1,424 ---> OK

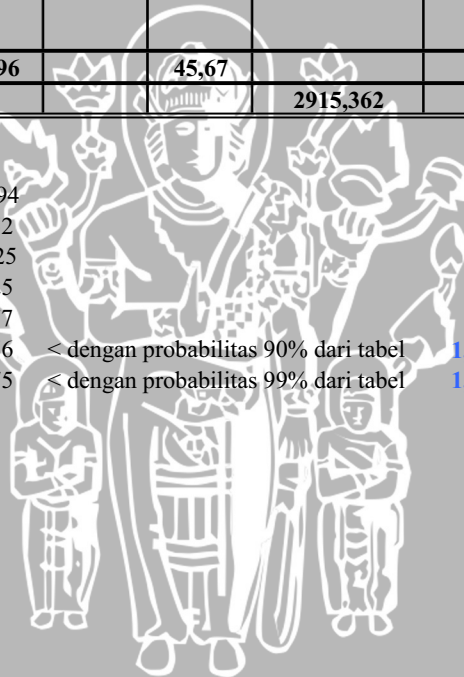


Tabel 4.7 Uji Konsistensi Data Bulanan dengan Metode RAPS Tahun 2003

No	Bulan	C.H.	Sk*	[Sk*]	Dy ²	Dy	Sk**	[Sk**]
1	Jan	95,66	-10,30	10,30	8,835		-0,1907	0,1907
2	Feb	73,74	-32,22	32,22	86,506		-0,5967	0,5967
3	Mar	184,35	78,39	78,39	512,069		1,4518	1,4518
4	Apr	174,38	68,42	68,42	390,157		1,2673	1,2673
5	Mei	158,44	52,48	52,48	229,519		0,9720	0,9720
6	Jun	121,57	15,61	15,61	20,310		0,2891	0,2891
7	Jul	37,87	-68,09	68,09	386,378		-1,2611	1,2611
8	agust	1,99	-103,97	103,97	900,727		-1,9255	1,9255
9	Sep	98,65	-7,31	7,31	4,450	53,994	-0,1353	0,1353
10	Okt	140,50	34,54	34,54	99,442		0,6398	0,6398
11	Nop	53,81	-52,15	52,15	226,623		-0,9658	0,9658
12	Des	130,54	24,58	24,58	50,346		0,4552	0,4552
Rerata		105,96		45,67				
Jumlah					2915,362			

Sumber : Hasil Perhitungan

n	=	12		
Dy	=	53,994		
Sk**max	=	1,452		
Sk**min	=	-1,925		
Q = [Sk**maks]	=	1,925		
R = Sk**maks - Sk**min	=	3,377		
Q/n ^{0.5}	=	0,556	< dengan probabilitas 90% dari tabel	1,060 ---> OK
R/n ^{0.5}	=	0,975	< dengan probabilitas 99% dari tabel	1,424 ---> OK

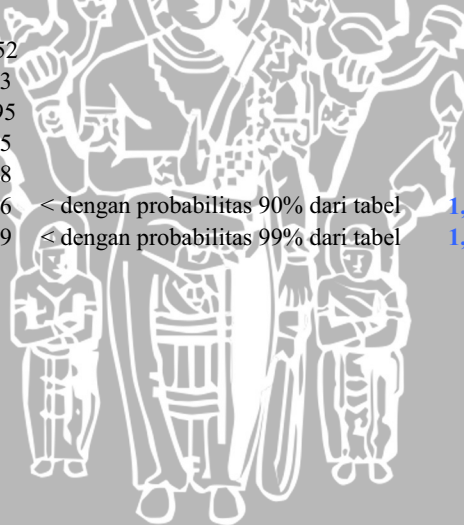


Tabel 4.8 Uji Konsistensi Data Bulanan dengan Metode RAPS Tahun 2004

No	Bulan	C.H.	Sk*	[Sk*]	Dy ²	Dy	Sk**	[Sk**]
1	Jan	217,23	70,92	70,92	419,0831		0,9668	0,9668
2	Feb	74,74	-71,58	71,58	426,9716		-0,9758	0,9758
3	Mar	269,05	122,73	122,73	1255,2589		1,6732	1,6732
4	Apr	126,55	-19,76	19,76	32,5491		-0,2694	0,2694
5	Mei	108,62	-37,70	37,70	118,4394		-0,5140	0,5140
6	Jun	136,52	-9,80	9,80	8,0011		-0,1336	0,1336
7	Jul	105,63	-40,69	40,69	137,9674		-0,5547	0,5547
8	Agust	0,00	-146,31	146,31	1784,0057		-1,9947	1,9947
9	Sep	247,12	100,81	100,81	846,8799	73,352	1,3743	1,3743
10	Okt	203,28	56,96	56,96	270,4162		0,7766	0,7766
11	Nop	115,59	-30,72	30,72	78,6661		-0,4189	0,4189
12	Des	151,46	5,15	5,15	2,2089		0,0702	0,0702
Rerata		146,31		59,428				
Jumlah					5380,447			

Sumber : Hasil Perhitungan

n	=	12		
Dy	=	73,352		
Sk**max	=	1,673		
Sk**min	=	-1,995		
Q = [Sk**maks]	=	1,995		
R = Sk**maks - Sk**min	=	3,668		
Q/n ^{0.5}	=	0,576	< dengan probabilitas 90% dari tabel	1,060 ---> OK
R/n ^{0.5}	=	1,059	< dengan probabilitas 99% dari tabel	1,424 ---> OK

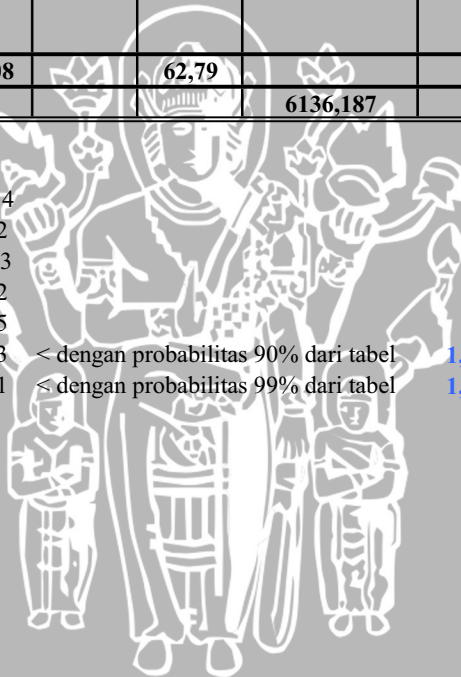


Tabel 4.9 Uji Konsistensi Data Bulanan dengan Metode RAPS Tahun 2005

No	Bulan	C.H.	Sk*	[Sk*]	Dy ²	Dy	Sk**	[Sk**]
1	Jan	145,48	2,41	2,41	0,483		0,0307	0,0307
2	Feb	140,50	-2,57	2,57	0,552		-0,0329	0,0329
3	Mar	114,59	-28,48	28,48	67,604		-0,3636	0,3636
4	Apr	158,44	15,36	15,36	19,667		0,1961	0,1961
5	Mei	238,16	95,08	95,08	753,348		1,2138	1,2138
6	Jun	76,73	-66,35	66,35	366,841		-0,8470	0,8470
7	Jul	61,78	-81,30	81,30	550,744		-1,0378	1,0378
8	Agust	37,87	-105,21	105,21	922,439		-1,3431	1,3431
9	Sep	69,75	-73,32	73,32	448,029	78,334	-0,9360	0,9360
10	Okt	123,56	-19,51	19,51	31,734		-0,2491	0,2491
11	Nop	254,10	111,02	111,02	1027,182		1,4173	1,4173
12	Des	295,95	152,88	152,88	1947,565		1,9516	1,9516
Rerata		143,08		62,79				
Jumlah					6136,187			

Sumber : Hasil Perhitungan

n	=	12		
Dy	=	78,334		
Sk**max	=	1,952		
Sk**min	=	-1,343		
Q = [Sk**maks]	=	1,952		
R = Sk**maks - Sk**min	=	3,295		
Q/n ^{0.5}	=	0,563	< dengan probabilitas 90% dari tabel	1,060 ---> OK
R/n ^{0.5}	=	0,951	< dengan probabilitas 99% dari tabel	1,424 ---> OK

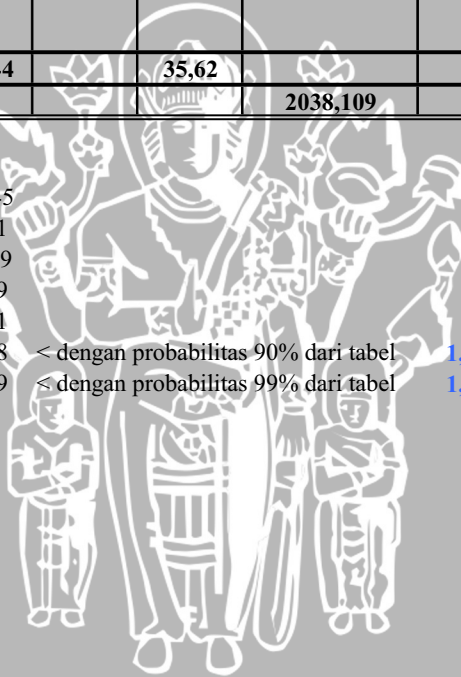


Tabel 4.10 Uji Konsistensi Data Bulanan dengan Metode RAPS Tahun 2006

No	Bulan	C.H.	Sk*	[Sk*]	Dy ²	Dy	Sk**	[Sk**]
1	Jan	166,41	30,97	30,97	79,947		0,6861	0,6861
2	Feb	117,58	-17,85	17,85	26,562		-0,3955	0,3955
3	Mar	212,25	76,81	76,81	491,663		1,7014	1,7014
4	Apr	135,52	0,08	0,08	0,001		0,0018	0,0018
5	Mei	38,86	-96,57	96,57	777,220		-2,1392	2,1392
6	Jun	162,42	26,99	26,99	60,695		0,5978	0,5978
7	Jul	132,53	-2,91	2,91	0,704		-0,0644	0,0644
8	Agust	181,36	45,92	45,92	175,725		1,0172	1,0172
9	Sep	95,66	-39,78	39,78	131,843	45,145	-0,8811	0,8811
10	Okt	86,69	-48,74	48,74	197,998		-1,0797	1,0797
11	Nop	127,55	-7,89	7,89	5,186		-0,1747	0,1747
12	Des	168,40	32,97	32,97	90,566		0,7302	0,7302
Rerata		135,44		35,62				
Jumlah					2038,109			

Sumber : Hasil Perhitungan

n = 12
 Dy = 45,145
 Sk**max = 1,701
 Sk**min = -2,139
 Q = [Sk**maks] = 2,139
 R = Sk**maks - Sk**min = 3,841
 Q/n^{0.5} = 0,618 < dengan probabilitas 90% dari tabel **1,060** ---> OK
 R/n^{0.5} = 1,109 < dengan probabilitas 99% dari tabel **1,424** ---> OK



Tabel 4.11 Uji Konsistensi Data Bulanan dengan Metode RAPS Tahun 2007

No	Bulan	C.H.	Sk*	[Sk*]	Dy ²	Dy	Sk**	[Sk**]
1	Jan	67,76	-41,10	41,10	140,797		-0,5545	0,5545
2	Feb	80,71	-28,15	28,15	66,036		-0,3798	0,3798
3	Mar	94,66	-14,20	14,20	16,803		-0,1916	0,1916
4	Apr	91,68	-17,19	17,19	24,622		-0,2319	0,2319
5	Mei	83,70	-25,16	25,16	52,756		-0,3394	0,3394
6	Jun	262,07	153,21	153,21	1956,038		2,0668	2,0668
7	Jul	0,00	-108,86	108,86	987,620		-1,4686	1,4686
8	Agust	50,82	-58,04	58,04	280,762		-0,7830	0,7830
9	Sep	62,78	-46,09	46,09	176,999	74,127	-0,6217	0,6217
10	Okt	101,64	-7,22	7,22	4,349		-0,0975	0,0975
11	Nop	243,14	134,27	134,27	1502,465		1,8114	1,8114
12	Des	167,41	58,54	58,54	285,603		0,7898	0,7898
Rerata		108,86		57,67				
Jumlah					5494,851			

Sumber : Hasil Perhitungan

n	=	12		
Dy	=	74,127		
Sk**max	=	2,067		
Sk**min	=	-1,469		
Q = [Sk**maks]	=	2,067		
R = Sk**maks - Sk**min	=	3,535		
Q/n ^{0.5}	=	0,597	< dengan probabilitas 90% dari tabel	1,060 ---> OK
R/n ^{0.5}	=	1,021	< dengan probabilitas 99% dari tabel	1,424 ---> OK

Berdasarkan perhitungan uji konsistensi dengan menggunakan metode RAPS dapat diketahui bahwa nilai $Q/(n^{0.5})$ dan $R/(n^{0.5})$ perhitungan lebih kecil dari $Q/(n^{0.5})$ dan $R/(n^{0.5})$ tabel. Nilai $Q/(n^{0.5})$ dan $R/(n^{0.5})$ berdasarkan tabel dapat dilihat pada tabel 4.12 di bawah ini.

Tabel 4.12 Nilai $Q/n^{0.5}$ dan $R/n^{0.5}$

n	Q/n ^{0.5}			R/n ^{0.5}		
	90%	95%	99%	90%	95%	99%
10	1,05	1,14	1,29	1,21	1,28	1,38
20	1,1	1,22	1,42	1,34	1,43	1,6
30	1,12	1,24	1,48	1,4	1,5	1,7
40	1,14	1,27	1,52	1,44	1,55	1,78
100	1,17	1,29	1,55	1,5	1,62	1,85
500	1,22	1,36	1,63	1,62	1,75	2

(Sumber: Sri Harto, 1993: 168)

Dari perhitungan uji konsistensi diperoleh nilai $Q/(n^{0.5})$ dan $R/(n^{0.5})$ mempunyai kesesuaian pada nilai 90% dan 99% yang mendekati nilai 100% dan berarti masing-masing data curah hujan tersebut memiliki hubungan dan telah memenuhi syarat sehingga dapat digunakan untuk analisa.

4.2.2 Perhitungan Curah Hujan Daerah

Setelah perhitungan Uji Konsistensi maka langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan curah hujan daerah. Karena pada daerah studi ini hanya terdapat satu stasiun maka dari data yang tersedia langsung dikelompokkan sesuai periode yaitu menggunakan perhitungan 10 harian. Untuk perhitungan curah hujan daerah dapat dilihat pada tabel 4.13.

Tabel 4.13. Curah Hujan Rerata Daerah 10 Harian D.I. Merancang

No.	Bulan	Periode	Tahun									
			1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
1	Jan	I	50,820	82,707	78,721	81,711	79,718	7,972	71,746	67,760	115,590	22,919
		II	39,859	66,763	66,763	0,000	119,576	65,767	48,827	48,827	50,820	41,852
		III	127,548	172,389	53,809	0,000	120,573	21,922	96,658	28,898	0,000	2,989
2	Feb	I	58,792	161,428	101,640	80,714	59,788	35,873	26,905	32,883	85,696	54,806
		II	16,940	38,862	51,816	52,813	92,672	0,996	32,883	80,714	31,887	25,908
		III	23,915	59,788	81,711	64,771	60,785	36,869	14,947	26,905	0,000	0,000
3	Maret	I	11,958	62,778	114,594	52,813	112,601	86,693	62,778	47,831	47,831	29,894
		II	11,958	75,732	77,725	28,898	49,823	50,820	159,435	12,954	115,590	29,894
		III	15,944	132,530	33,880	15,944	69,753	46,834	46,834	53,809	48,827	34,876
4	April	I	12,954	172,389	57,795	87,689	51,816	27,901	15,944	11,958	3,986	54,806
		II	39,859	96,658	114,594	124,559	10,961	90,679	61,781	120,573	86,693	24,912
		III	92,672	51,816	75,732	22,919	71,746	55,802	48,827	25,908	44,841	11,958
5	Mei	I	91,675	15,944	119,576	55,802	39,859	80,714	27,901	72,742	12,954	57,795
		II	104,629	34,876	38,862	96,658	50,820	60,785	39,859	123,562	0,000	25,908
		III	62,778	44,841	134,523	156,446	71,746	16,940	40,855	41,852	25,908	0,000
6	Juni	I	17,936	5,979	59,788	42,848	0,000	43,845	61,781	16,940	0,000	65,767
		II	16,940	238,156	35,873	50,820	20,926	26,905	65,767	1,993	79,718	119,576
		III	81,711	54,806	141,499	168,403	90,679	50,820	8,968	57,795	82,707	76,728
7	Juli	I	32,883	51,816	21,922	0,000	19,929	2,989	19,929	18,933	0,000	0,000
		II	42,848	4,982	30,891	15,944	0,000	1,993	15,944	42,848	55,802	0,000
		III	41,852	118,580	93,668	130,538	19,929	32,883	69,753	0,000	76,728	0,000
8	Agust	I	36,869	11,958	21,922	0,000	39,859	0,000	0,000	12,954	65,767	4,982
		II	53,809	40,855	12,954	63,774	10,961	0,996	0,000	8,968	65,767	17,936
		III	55,802	106,622	43,845	2,989	39,859	0,996	0,000	15,944	49,823	27,901
9	Sept	I	60,785	45,838	20,926	97,654	109,612	35,873	47,831	59,788	30,891	15,944
		II	36,869	54,806	22,919	91,675	9,965	47,831	57,795	0,000	64,771	34,876
		III	114,594	45,838	34,876	71,746	10,961	14,947	141,499	9,965	0,000	11,958
10	Okt	I	154,453	57,795	63,774	108,615	0,000	1,993	50,820	0,000	2,989	23,915
		II	154,453	21,922	123,562	91,675	0,000	47,831	119,576	93,668	39,859	49,823
		III	55,802	23,915	79,718	98,650	20,926	90,679	32,883	29,894	43,845	27,901
11	Nop	I	44,841	106,622	94,665	68,756	0,000	14,947	21,922	124,559	26,905	48,827
		II	97,654	191,322	23,915	133,527	19,929	30,891	84,700	59,788	63,774	88,686
		III	50,820	137,513	134,523	50,820	61,781	7,972	8,968	69,753	36,869	105,626
12	Des	I	37,866	7,972	23,915	251,110	0,000	48,827	32,883	62,778	38,862	23,915
		II	116,587	156,446	66,763	41,852	83,703	0,000	82,707	79,718	29,894	42,848
		III	36,869	10,961	178,368	51,816	39,859	81,711	35,873	153,456	99,647	100,643
Jumlah			2104,544	2764,207	2532,029	2554,948	1661,115	1271,495	1755,780	1716,917	1625,242	1306,372

Sumber : Hasil Perhitungan



4.2.3 Perhitungan Curah Hujan Andalan dan Curah Hujan Efektif

Salah satu dasar untuk perhitungan kebutuhan air di sawah selain penyiapan lahan, penggunaan konsumtif tanaman, perkolasi, dan pergantian lapisan air (WLR) adalah perhitungan curah hujan andalan dan curah hujan efektif. Untuk mendapatkan nilai curah hujan andalan dan curah hujan efektif adalah dari masing-masing data curah hujan rerata bulanan 10 harian yang diambil selama 10 tahun yaitu tahun 1998 - tahun 2007. Curah hujan efektif untuk tanaman padi dihitung berdasarkan 70% dari nilai curah hujan andalan 80% sedangkan untuk curah hujan efektif pada tanaman palawija dan tebu dihitung berdasarkan nilai curah hujan andalan 50%.

Langkah-langkah perhitungan curah hujan efektif adalah sebagai berikut:

1. Curah hujan tahunan selama n tahun diurutkan dari kecil ke besar.
2. Menghitung nilai curah hujan andalan 80 % (R_{80}) dan curah hujan andalan 50 % (R_{50}) sebagai acuan untuk menentukan curah hujan efektif dengan rumus:

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

$$R_{50} = \frac{n}{2} + 1$$

dengan:

R_{80} = curah hujan dengan kemungkinan terjadi 80 %

R_{50} = curah hujan dengan kemungkinan terjadi 50 %

Berdasarkan perhitungan dengan periode pengamatan curah hujan selama 10 tahun didapat nilai:

$$R_{80} = \frac{10}{5} + 1 = 3$$

$$R_{50} = \frac{10}{2} + 1 = 6$$

Nilai diatas digunakan sebagai dasar perencanaan dalam penentuan nilai curah hujan efektif untuk padi, palawija, dan tebu dari curah hujan tahunan yang telah diurutkan yaitu urutan ke-3 untuk R_{80} dan urutan ke-6 untuk R_{50} . Untuk perhitungan curah hujan andalan dan curah hujan efektif dapat dilihat pada tabel 4.14 sampai dengan tabel 4.15.

Tabel 4.14. Perhitungan Curah Hujan Andalan

No.	Tahun	CH Tahunan (mm)	Data Terurut	
			Tahun	CH Tahunan (mm)
1	1998	2105	2003	1271
2	1999	2764	2007	1306
3	2000	2532	2006	1625
4	2001	2555	2002	1661
5	2002	1661	2005	1717
6	2003	1271	2004	1756
7	2004	1756	1998	2105
8	2005	1717	2000	2532
9	2006	1625	2001	2555
10	2007	1306	1999	2764

Sumber : Hasil Perhitungan



Tabel 4.15. Curah Hujan Andalan dan Curah Hujan Efektif

Bulan	Periode	R80 (mm)	Reff Padi		R50 (mm)	Reff Palawija	Reff Tebu
			0,7 x R80			R50	R50
			(mm)	(mm/hr)		(mm/hr)	(mm/hr)
Jan	I	115,59	80,91	8,09	71,75	7,17	7,17
	II	50,82	35,57	3,56	48,83	4,88	4,88
	III	0,00	0,00	0,00	96,66	8,79	8,79
Feb	I	85,70	59,99	6,00	26,90	2,69	2,69
	II	31,89	22,32	2,23	32,88	3,29	3,29
	III	0,00	0,00	0,00	14,95	1,49	1,49
Mar	I	47,83	33,48	3,35	62,78	6,28	6,28
	II	115,59	80,91	8,09	159,44	15,94	15,94
	III	48,83	34,18	3,11	46,83	4,26	4,26
Apr	I	3,99	2,79	0,28	15,94	1,59	1,59
	II	86,69	60,69	6,07	61,78	6,18	6,18
	III	44,84	31,39	3,14	48,83	4,88	4,88
May	I	12,95	9,07	0,91	27,90	2,79	2,79
	II	0,00	0,00	0,00	39,86	3,99	3,99
	III	25,91	18,14	1,65	40,86	3,71	3,71
Jun	I	0,00	0,00	0,00	61,78	6,18	6,18
	II	79,72	55,80	5,58	65,77	6,58	6,58
	III	82,71	57,89	5,79	8,97	0,90	0,90
Jul	I	0,00	0,00	0,00	19,93	1,99	1,99
	II	55,80	39,06	3,91	15,94	1,59	1,59
	III	76,73	53,71	4,88	69,75	6,34	6,34
Aug	I	65,77	46,04	4,60	0,00	0,00	0,00
	II	65,77	46,04	4,60	0,00	0,00	0,00
	III	49,82	34,88	3,17	0,00	0,00	0,00
Sep	I	30,89	21,62	2,16	47,83	4,78	4,78
	II	64,77	45,34	4,53	57,80	5,78	5,78
	III	0,00	0,00	0,00	141,50	14,15	14,15
Oct	I	2,99	2,09	0,21	50,82	5,08	5,08
	II	39,86	27,90	2,79	119,58	11,96	11,96
	III	43,84	30,69	2,79	32,88	2,99	2,99
Nov	I	26,90	18,83	1,88	21,92	2,19	2,19
	II	63,77	44,64	4,46	84,70	8,47	8,47
	III	36,87	25,81	2,58	8,97	0,90	0,90
Dec	I	38,86	27,20	2,72	32,88	3,29	3,29
	II	29,89	20,93	2,09	82,71	8,27	8,27
	III	99,65	69,75	6,34	35,87	3,26	3,26

Sumber : Hasil Perhitungan

4.3 Kebutuhan Air Irigasi

Air irigasi adalah sejumlah air yang umumnya diambil dari sungai atau waduk dan dialirkan melalui sistem jaringan irigasi guna menjaga keseimbangan jumlah air dilahan pertanian. Jumlah kebutuhan air guna memenuhi air irigasi dapat dicari dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Menghitung evapotranspirasi potensial.
2. Menghitung penggunaan konsumtif tanaman atau kebutuhan air tanaman.
3. Memperkirakan laju perkolasi lahan yang dipakai.
4. Memperkirakan kebutuhan air untuk pengolahan tanah dan persemaian.
5. Menghitung kebutuhan air di sawah.
6. Menentukan efisiensi irigasi.
7. Menghitung kebutuhan air di bangunan pengambilan.

4.3.1 Perhitungan Evapotranspirasi Potensial

Dalam perhitungan evapotranspirasi potensial dengan menggunakan Metode Penman-Monteith, data-data yang dibutuhkan adalah sebagai berikut:

1. LL, Letak lintang daerah studi yang ditinjau adalah $0^{\circ} 49' 09,73$ LU dan $116^{\circ} 04' 56,76''$ BT.
2. Data klimatologi yang meliputi:
 - a. T, suhu rerata bulanan ($^{\circ}\text{C}$)
 - b. Rh, kelembaban relatif bulanan rerata (%)
 - c. n/N, penyinaran matahari bulanan rerata (%)
 - d. u, kecepatan angin bulanan rerata (m/s).
3. Tabel-tabel yang digunakan dalam perhitungan metode penman-monteith.

Langkah-langkah perhitungan dalam menentukan besarnya nilai evapotranspirasi potensial dengan menggunakan Metode Penman-Monteith, dengan mengambil contoh data pada bulan Januari adalah sebagai berikut:

1. Suhu rerata bulanan (T) = $26,870^{\circ}\text{C}$
 - a. Suhu maksimum bulanan (T_{\max}) = $30,770^{\circ}\text{C}$
 - b. Suhu minimum bulanan (T_{\min}) = $22,970^{\circ}\text{C}$
2. Kelembaban relatif bulanan rerata (Rh) = $89,667\%$
3. Penyinaran matahari bulanan (n/N) = $28,400\%$
4. Kecepatan angin bulanan rerata (u) = $2,26$ m/s
5. Radiasi gelombang pendek, Ra :
 - Koordinat derajat dalam desimal = $0^{\circ} 49' 09,73''$ LU

$$= 0,819$$

- Radians, $\phi = \left(\frac{\pi}{180}\right) \times \text{derajat desimal}$
 $= \left(\frac{\pi}{180}\right) \times (0,819) = 0,014 \text{ rad}$

- Nomor hari dalam tahun, $J = 29$, didapat dari tabel PM.5

- Jarak relatif matahari dan bumi, $d_r = 1 + 0,033 \cos\left(\frac{2\pi}{365} J\right)$
 $= 1 + 0,033 \cos\left(\frac{2\pi}{365} \times 29\right)$
 $= 1,029 \text{ rad}$

- Deklinasi matahari, $\delta = 0,409 \sin\left(\frac{2\pi}{365} J - 1,39\right)$
 $= 0,409 \sin\left(\frac{2\pi}{365} \times 29 - 1,39\right)$
 $= -0,318 \text{ rad}$

- Radiasi matahari, R_a :

- $\omega_s = \arccos[-\tan(\phi) \tan(\delta)]$
 $= \arccos[-\tan(0,014) \tan(-0,318)]$
 $= 1,566 \text{ rad}$

- Konstanta matahari, $G_{sc} = 0,0820 \text{ MJ/m}^2/\text{min}$

- $R_a = \frac{24(60)}{\pi} G_{sc} d_r [\omega_s \sin(\phi) \sin(\delta) + \cos(\phi) \cos(\delta) \sin(\omega_s)]$
 $= \frac{24(60)}{\pi} 0,0820 \times 1,029 [1,566 \sin(0,014) \sin(-0,318) +$
 $\cos(0,014) \cos(-0,318) \sin(1,566)]$
 $= 36,457 \text{ MJ/m}^2/\text{hari}$

6. Suhu rerata, $T = \frac{T_{\max} + T_{\min}}{2}$
 $= \frac{30,770 + 22,970}{2} = 26,867 \text{ }^\circ\text{C}$

7. Konstanta psikometrik, $\gamma = 0,064 \text{ Kpa/}^\circ\text{C}$, didapat dari tabel PM.2 dengan nilai $z = 1500 \text{ m dpl}$

8. Kurva tekanan uap, $\Delta = 0,208 \text{ Kpa/}^\circ\text{C}$, didapat dari tabel PM.4

9. Kecepatan angin dengan ketinggian 2,26 m di atas permukaan tanah, u_2 :

$$z = 1500 \text{ m}$$

$$u_2 = u_z \frac{4,87}{\ln(67,8z - 5,42)}$$

$$= 2,26 \frac{4,87}{\ln(67,8 \times 30 - 5,42)} = 0,956 \text{ m/s}$$

10. Tekanan uap jenuh, $e^\circ(T)$:

Tekanan uap jenuh maksimum $e^\circ(T_{\max})$:

$$T_{\max} = 30,770 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$e^\circ(T_{\max}) = 4,434 \text{ KPa, didapat dari tabel PM.3}$$

11. Tekanan uap jenuh minimum $e^\circ(T_{\min})$

$$T_{\min} = 22,970 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$e^\circ(T_{\min}) = 0,170 \text{ KPa, didapat dari tabel PM.3}$$

12. Rerata tekanan uap jenuh (maksimum dan minimum), e_s :

$$\begin{aligned} e_s &= \frac{e^\circ(T_{\max}) + e^\circ(T_{\min})}{2} \\ &= \frac{4,434 + 0,170}{2} = 2,302 \text{ KPa} \end{aligned}$$

13. Tekanan uap sebenarnya, $e_a = e_s \times \frac{Rh}{100}$

$$= 2,302 \times \frac{89,667}{100} = 2,064 \text{ KPa}$$

14. laju perubahan tekanan uap jenuh, $s = e_s - e_a$

$$= 2,302 - 2,064 = 0,238 \text{ KPa}$$

15. Radiasi matahari gelombang pendek, $R_s = \left(a_s + b_s \frac{n}{N} \right) R_a$

$$= (0,25 + 0,50 \times 28,40\%) \times 36,457$$

$$= 14,291 \text{ MJ/m}^2/\text{hari}$$

16. Radiasi matahari (cuaca terang), $R_{so} = (a_s + b_s) R_a$

$$= (0,25 + 0,50) \times 36,457$$

$$= 27,343 \text{ MJ/m}^2/\text{hari}$$

16. Radiasi gelombang matahari, $R_{ns} = (1 - 0,23) R_s$

$$= (1 - 0,23) \times 14,291$$

$$= 11,004 \text{ MJ/m}^2/\text{hari}$$

17. Radiasi gelombang panjang, R_{nl} :

Konstanta Stefan-Boltzmann, $\sigma = 4,903 \cdot 10^{-9} \text{ MJ/K}^4/\text{m}^2/\text{hari}$

$$T_{\max} = 30,770 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_{\max, K}^4 = (30,770 + 273,16)^4 = 8,53 \times 10^{09} \text{ }^\circ\text{K}$$

$$T_{\min} = 22,970 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_{\min,K}^4 = (22,970 + 273,16)^4 = 7,69 \times 10^{09} \text{ } ^\circ\text{K}$$

$$\begin{aligned} \text{RnI} &= \sigma \left[\frac{T_{\max,K^4} + T_{\min,K^4}}{2} \right] \left(0,34 - 0,14\sqrt{e_a} \right) \left(1,35 \frac{R_s}{R_{so}} - 0,35 \right) \\ &= 4,903.10^{-9} \left[\frac{8,53.10^9 + 7,69^9}{2} \right] \left(0,34 - 0,14\sqrt{2,064} \right) \left(1,35 \frac{14,291}{27,343} - 0,35 \right) \\ &= 1,964 \text{ MJ/m}^2/\text{hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 18. \text{ Radiasi gelombang, Rn} &= \text{Rns} - \text{RnI} \\ &= 11,004 - 1,964 \\ &= 9,040 \text{ MJ/m}^2/\text{hari} \end{aligned}$$

$$19. \text{ Gelombang panas tanah, G} = 0,14 (T_{\text{rerata } i} - T_{\text{rerata } i-1})$$

$$\begin{aligned} T_{\text{rerata } i} &= \text{Temperatur udara pada Bulan Januari} \\ &= 26,870 \text{ } ^\circ\text{C} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_{\text{rerata } i-1} &= \text{Temperatur udara pada Bulan Desember (bulan sebelumnya)} \\ &= 27,670 \text{ } ^\circ\text{C} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} G &= 0,14 |T_{\text{rerata } i} - T_{\text{rerata } i-1}| \\ &= 0,14 |26,870 - 27,670| \\ &= 0,112 \text{ MJ/m}^2/\text{hari} \end{aligned}$$

$$20. \text{ Evapotranspirasi Potensial Metode Penman-Monteith, ET_o} :$$

$$\text{ET}_o = \frac{0,408 \Delta (R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0,34 u_2)}$$

$$\begin{aligned} \bullet \quad \Delta / [\Delta + \gamma (1 + 0,34 u_2)] &= 0,208 / [0,208 + 0,064 (1 + 0,34 \times 1,448)] \\ &= \mathbf{0,710} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \quad \gamma / [\Delta + \gamma (1 + 0,34 u_2)] &= 0,078 / [0,208 + 0,078 (1 + 0,34 \times 1,448)] \\ &= \mathbf{0,219} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \quad 900 u_2 / (T_{\text{mean}} + 273) &= 900 \times 0,956 / (26,867 + 273) \\ &= \mathbf{2,870} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \quad &= 0,408 (R_n - G) \Delta / [\Delta + \gamma (1 + 0,34 u_2)] \\ &= 0,408 (8,928) \times 0,710 \\ &= \mathbf{2,587} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \quad &= 900 u_2 / (T_{\text{rerata}} + 273) (e_s - e_a) \gamma / [\Delta + \gamma (1 + 0,34 u_2)] \\ &= \mathbf{2,870} \times 0,238 \times 0,219 \\ &= \mathbf{0,149} \end{aligned}$$

- $= 2,587 + 0,149$
 $= 2,736 \text{ mm/hari}$

Untuk perhitungan evapotranspirasi potensial pada bulan selanjutnya dapat dilihat pada tabel 4.16.



4.16 Perhitungan Evapotranspirasi Potensial Metode Penman-Monteith

No.	URAIAN	RUMUS	SATUAN											
			JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
1	Suhu, T	Data Klimatologi	26,81	27,39	27,53	28,04	28,04	28,48	28,01	28,08	27,87	27,97	27,83	27,67
la	T max	Data Klimatologi	30,83	31,78	31,92	32,67	32,67	33,75	32,75	33,12	32,95	32,70	32,85	32,28
lb	T min	Data Klimatologi	22,40	22,48	23,00	23,43	23,43	23,20	23,27	23,03	22,76	22,73	22,80	23,05
3	Kecambah relatif, Rh	$\frac{e}{e_s}$	88,333	88,000	86,833	85,533	85,533	86,500	85,667	83,500	80,167	81,833	85,167	88,833
4	Kecapan uap air, n	$\frac{e}{e_s}$	30,000	30,000	28,500	28,500	28,500	28,500	28,500	28,500	28,500	28,500	28,500	28,500
5	Kecapan uap air, n	$\frac{e}{e_s}$	8,15	8,89	8,03	7,72	10,00	8,52	8,03	10,19	9,88	8,64	6,79	6,80
6	Reduksi matahari, Ra	$\frac{Ra}{(1+0,074n)}$	36,457	37,702	37,642	36,002	34,271	33,721	34,832	36,612	37,419	36,729	35,538	35,341
7a	Reduksi matahari, Ra	$\frac{Ra}{(1+0,074n)}$	0,819	0,819	0,819	0,819	0,819	0,819	0,819	0,819	0,819	0,819	0,819	0,819
7b	Reduksi matahari, Ra	$\frac{Ra}{(1+0,074n)}$	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	
8	Reduksi matahari, Ra	$\frac{Ra}{(1+0,074n)}$	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	
9	Reduksi matahari, Ra	$\frac{Ra}{(1+0,074n)}$	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	
10	Reduksi matahari, Ra	$\frac{Ra}{(1+0,074n)}$	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	
11	Reduksi matahari, Ra	$\frac{Ra}{(1+0,074n)}$	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	
12	Reduksi matahari, Ra	$\frac{Ra}{(1+0,074n)}$	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	
13	Reduksi matahari, Ra	$\frac{Ra}{(1+0,074n)}$	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	
14	Reduksi matahari, Ra	$\frac{Ra}{(1+0,074n)}$	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	
15	Reduksi matahari, Ra	$\frac{Ra}{(1+0,074n)}$	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	
16	Reduksi matahari, Ra	$\frac{Ra}{(1+0,074n)}$	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	
17	Reduksi matahari, Ra	$\frac{Ra}{(1+0,074n)}$	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	
18	Reduksi matahari, Ra	$\frac{Ra}{(1+0,074n)}$	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	
19	Reduksi matahari, Ra	$\frac{Ra}{(1+0,074n)}$	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	
20	Reduksi matahari, Ra	$\frac{Ra}{(1+0,074n)}$	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	
21	Reduksi matahari, Ra	$\frac{Ra}{(1+0,074n)}$	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	
22	Reduksi matahari, Ra	$\frac{Ra}{(1+0,074n)}$	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	
23	Reduksi matahari, Ra	$\frac{Ra}{(1+0,074n)}$	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	
24	Reduksi matahari, Ra	$\frac{Ra}{(1+0,074n)}$	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	
25	Reduksi matahari, Ra	$\frac{Ra}{(1+0,074n)}$	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	
26	Reduksi matahari, Ra	$\frac{Ra}{(1+0,074n)}$	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	
27	Reduksi matahari, Ra	$\frac{Ra}{(1+0,074n)}$	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	
28	Reduksi matahari, Ra	$\frac{Ra}{(1+0,074n)}$	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	
29	Reduksi matahari, Ra	$\frac{Ra}{(1+0,074n)}$	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	

Sumber: Hasil Perhitungan

WIJAYA

Pada perhitungan Evapotranspirasi Potensial terdapat beberapa metode empiris, metode empiris yang masih sering digunakan dalam perhitungan Evapotranspirasi Potensial adalah Metode Penman Modifikasi. Dalam studi ini metode yang digunakan dalam perhitungan Evapotranspirasi Potensial adalah dengan menggunakan Metode Penman-Monteith, untuk mengetahui perbandingan antara Metode Penman dengan Metode Penman-Monteith dalam perhitungan Evapotranspirasi Potensial dapat dilihat pada tabel 4.17.

Tabel 4.17. Perbandingan Metode Penman Modifikasi dan Metode Penman-Monteith Dalam Perhitungan Evapotranspirasi Potensial

No	Parameter	Metode Evapotranspirasi Potensial	
		Penman Modifikasi	Penman-Monteith
1	Suhu, T	√	√
2	T max	√	√
3	T min	√	√
4	Kelembaban relatif, Rh	√	√
5	Lama penyinaran, n/N	√	√
6	Kecepatan angin, u	√	√
7	Radiasi matahari, Ra	√	√
8	Letak Lintang	√	√
9	radians, ϕ	—	√
10	Nomor hari dalam tahun, J	—	√
11	Jarak relatif matahari dan bumi, dr	—	√
12	Deklinasi matahari, δ	—	√
13	Radiasi matahari, Ra	—	√
14	Tetapan psikometrik, γ	—	√
15	Tekanan uap, Δ	√	√
16	Kecepatan angin, u2	√	√
17	Tekanan uap jenuh rerata, es	√	√
18	Tekanan uap nyata, ae	√	√
19	laju perubahan tekanan uap jenuh, s	√	√
20	Radiasi matahari gelombang pendek, Rs	—	√
21	Radiasi matahari, Rso	√	√
22	Radiasi gelombang matahari, Rns	—	√
23	Radiasi gelombang panjang, Rni	√	√
24	Radiasi gelombang, Rn	√	√
25	Gelombang panas tanah, G	—	√

Berdasarkan perbandingan-perbandingan dalam perhitungan Evapotranspirasi Potensial antara Metode Penman Modifikasi dan Metode Penman-Monteith seperti pada tabel 4.17, maka dalam perhitungan Evapotranspirasi Potensial yang digunakan adalah dengan menggunakan Metode Penman-Monteith karena memiliki tambahan dalam

parameter atau pengaruh matahari yang merupakan salah satu faktor pengaruh dalam evapotranspirasi.

4.3.2 Penentuan Nilai Perkolasi

Perkolasi merupakan peristiwa pergerakan air ke sawah dari zona tidak jenuh menuju zona jenuh dimana pada kondisi jenuh pergerakan air tanah terjadi secara vertikal dan horizontal. Pergerakan air secara vertikal merupakan peristiwa perkolasi, sedangkan pergerakan air secara horizontal merupakan peristiwa rembesan.

Nilai perkolasi pada Daerah Irigasi Merancang adalah sebesar 2,00 mm/hari dengan jenis tanah Loam.

4.3.3 Pergantian Lapisan Air (WLR)

Untuk dapat menjaga dan mempertahankan tingkat kesuburan tanah karena terputusnya kebutuhan air akibat kegiatan disawah perlu dilakukan pergantian lapisan air (WLR). Pergantian lapisan air dilakukan satu kali yaitu pada saat tanaman berumur 1 bulan setelah pemindahan tanaman dan dilakukan secara terus menerus dengan ketinggian yang sama sepanjang pertumbuhan tanaman dengan asumsi 50 mm dan dilakukan selama 30 hari. Perhitungan pergantian lapisan air (WLR) adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{WLR} &= 50 \text{ mm} / 30 \text{ hari} \\ &= 1,667 \text{ mm/hari} \end{aligned}$$

4.3.4 Perhitungan Kebutuhan Air untuk Pengolahan Tanah

Pengolahan tanah dilakukan agar memperoleh tanah yang cukup lembab untuk digunakan sebagai proses persemaian yang dilakukan bersamaan dengan pengolahan tanah selama 20-30 hari sebelum masa tanam padi dengan kebutuhan air sebesar ± 5 mm/hari dengan penggenangan sebesar 300 mm. Perhitungan kebutuhan air untuk pengolahan tanah ini menggunakan persamaan 2.16 sampai dengan 2.18. Berikut ini adalah contoh perhitungan kebutuhan pengolahan tanah dengan mengambil contoh data pada Bulan Januari:

1. Evapotranspirasi potensial, $E_{To} = 2,736$ mm/hari
2. Evaporasi air terbuka, $E_o = 1,10 \times E_T$
 $= 1,10 \times 2,736$
 $= 3,009$ mm/hari

3. Perkolasi, $P = 2,00$ mm/hari

4. Kebutuhan air pengganti kehilangan akibat evaporasi dan perkolasi, M :

$$\begin{aligned} M &= E_o + P \\ &= 3,009 + 2,00 \end{aligned}$$

$$= 5,009 \text{ mm/hari}$$

5. Jangka waktu pengolahan tanah, $T = 31$ hari

6. Kebutuhan air untuk penjemuran, $S = 300$ mm

7. Konstanta, $K = M x \left(\frac{T}{S} \right)$

$$= 5,009 x \left(\frac{31}{300} \right) = 0,518$$

8. Kebutuhan air irigasi selama pengolahan lahan, $IR :$

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

$$= 5,009 x \frac{e^{0,712}}{(e^{0,713} - 1)} = 12,397 \text{ mm/hari}$$

Untuk perhitungan kebutuhan air untuk pengolahan tanah pada bulan selanjutnya dapat dilihat pada tabel 4.18.



4.18. Perhitungan Kebutuhan Air Untuk Penyediaan Lahan

No.	Parameter	Satuan	Bulan											
			Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agust	Sep	Okt	Nop	Des
1	E_{To}	(mm/hari)	2,736	2,929	3,396	3,692	3,185	3,269	3,449	3,904	3,628	3,481	3,278	2,971
2	$E_o = E_{To} \times 1,10$	(mm/hari)	3,009	3,222	3,736	4,062	3,503	3,596	3,794	4,294	3,991	3,830	3,605	3,268
3	P	(mm/hari)	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
4	$M = E_o + P$	(mm/hari)	5,009	5,222	5,736	6,062	5,503	5,596	5,794	6,294	5,991	5,830	5,605	5,268
5	T	(hari)	31	28	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	$k = MT / S$	-	0,518	0,487	0,593	0,606	0,569	0,560	0,599	0,650	0,599	0,602	0,561	0,544
8	$IR = M \times \frac{e^k}{(e^k - 1)}$	(mm/hari)	12,397	13,536	12,827	13,335	12,688	13,058	12,862	13,163	13,293	12,883	13,063	12,549

Sumber : Hasil Perhitungan



4.3.5 Penentuan Nilai Efisiensi Irigasi

Efisiensi irigasi merupakan perbandingan antara debit yang keluar dari pintu pengambilan dengan debit yang sampai pada pintu tersier atau dapat dikatakan hilangnya air pada saluran irigasi oleh beberapa faktor seperti penguapan, kebocoran, dan rembesan dimana terjadi pada saluran primer, sekunder, dan tersier dengan nilai efisiensi sebagai berikut:

1. Efisiensi saluran primer sebesar 90%
2. Efisiensi saluran sekunder sebesar 90%
3. Efisiensi saluran tersier sebesar 80%

Jadi besarnya efisiensi secara keseluruhan adalah $90\% \times 90\% \times 80\% = 64,5\%$ atau 0,645.

4.4 Debit Andalan

Debit andalan adalah banyaknya air yang tersedia sepanjang tahun dengan resiko kegagalan yang telah diperhitungkan. Dalam perhitungan debit andalan dalam studi ini diperhitungkan menggunakan metode nreca karena debit yang ada (aktual) hanya terbatas pada 1 tahun, sehingga diperlukan pembangkitan data debit.

Tabel 4.19 Debit Aktual D.I.Merancang tahun 2007

Bulan	Q(m ³ /dt)
Januari	2,737
Februari	1,751
Maret	1,266
April	1,176
Mei	1,015
Juni	0,985
Juli	0,705
Agustus	0,572
September	0,647
Oktober	0,843
Nopember	0,908
Desember	1,050

4.4.1 Parameter Model Nreca

Dalam analisis Model NRECA, data masukan yang harus tersedia terlebih dahulu adalah data curah hujan rerata daerah bulanan (P), evapotranspirasi potensial bulanan (PET) dan hujan rerata tahunan (Ra).

Parameter yang digunakan dalam model NRECA adalah *Percent Sub Surface* (PSUB), *Ground Water Flow* (GWF), *Nominal* (NOM), *Soil Moisture Storage* (SMS),

Crop Factor (CROPF), dan *Ground Water Storage* (GWS). Nilai parameter tersebut dimasukkan sesuai dengan batasan-batasannya hingga mendapatkan nilai debit perhitungan (Q_{com}) yang mendekati nilai debit pengamatan (Q_{obs}).

Telah terlampir pada bab II, batasan-batasan untuk parameter model NRECA adalah sebagai berikut. (Adidarma dan Mulyantari, 2003).

1. $PSUB : 0,3 \leq PSUB \leq 1,0$
2. $GWF : 0,1 \leq GWF \leq 0,8$
3. SMS : tidak ada batasan
4. GWS : tidak ada batasan
5. $CROPF : 0,5 \leq CROPF \leq 1,4$

4.4.2 Analisis Model Nreca

Berikut adalah contoh perhitungan debit metode Nreca pada bulan Januari.

1. Tahun
2. Bulan
3. Jumlah hari dalam 1 bulan = 31 hari
4. Evapotranspirasi potensial (PET) = 2,736 mm/hari
 $= 2,736 \times 31$
 $= 84,812 \text{ mm}$
5. *Soil Moisture Storage* (SMS) = 830 (coba-coba)
6. Nominal (NOM) = $100 + (0,2 * Ra)$
 $= 100 + (0,2 * 115,590)$
 $= 361,27$
7. $f(Sr) = [(SMS/NOM) - 1] / 0,52$
 $= [(830/361,27) - 1] / 0,52$
 $= 2,495$
8. $Sr = SMS/NOM$
 $= 830/361,27$
 $= 2,297$
9. $P/PET = 67,76/84,812$
 $= 0,799$
10. $kl = P/PET * (1 - (0,5 * Sr)) + (0,5 * Sr)$
 $= 0,799 * (1 - (0,5 * 2,297)) + (0,5 * 2,297)$
 $= 1,030$

$$\begin{aligned}
 11. \text{ AET} &= \text{CROPF} * \text{kl} * \text{PET} \\
 &= 0,5 * 1,030 * 84,812 \\
 &= 43,674 \text{ mm} \\
 12. \text{ AET/PET} &= 43,674 / 84,812 \\
 &= 0,515 \\
 13. \text{ WB} &= P - (\text{PET} * \text{AET/PET} * \text{CROPF}) \\
 &= 67,76 - (84,812 * 0,515 * 0,5) \\
 &= 45,923
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 14. f(\text{WB}) &= \text{WB} * \text{EXP}(f(\text{Sr})) \\
 &= 45,923 * \text{EXP}(2,495) \\
 &= 556,692
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 15. \text{ GF}_{(n)} &= \text{GWF} * ((\text{PSUB} * f(\text{WB})) + \text{GWS}) \\
 &= 0,2 * ((1 * 556,692) + 1340) \\
 &= 379,338 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Untuk $\text{GF}_{(n+1)} = \text{GWF} * ((\text{PSUB} * f(\text{WB})) + ((1 - \text{GWF}) * (\text{GF}_{(n)} / \text{GWF})))$

$$\begin{aligned}
 16. \text{ q-com}_{(n)} &= \text{GWF} * ((\text{PSUB} * f(\text{WB})) + \text{GWS}) + (1 - \text{PSUB}) \\
 &= 0,2 * ((1 * 556,692) + 1340) + (1 - 1) \\
 &= 379,338 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\text{q-com}_{(n+1)} = \text{GF} + ((1 - \text{PSUB}) * f(\text{WB}))$$

$$\begin{aligned}
 17. \text{ Q-com}_{(n)} &= ((\text{q-com}_{(n)} / 1000) * A) / (\sum_{\text{hari}} * 24 * 60 * 60) \\
 &= ((379,338 / 1000) * 13530000) / (31 * 24 * 60 * 60) \\
 &= 1,916 \text{ m}^3/\text{dtk}
 \end{aligned}$$

$$18. \text{ Q-obs} = \text{data} = 2,737 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

$$\begin{aligned}
 19. \text{ Qo-Qc} &= |2,737 - 1,916| \\
 &= 0,821
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 20. \text{ KAR} (\%) &= \text{Q-obs} / \text{Qo-Qc} \\
 &= 2,737 / 0,821
 \end{aligned}$$

Untuk nilai pada bulan dan tahun berikutnya dapat dilihat pada tabel 4.20 – 4.29.

Tabel 4.20 Analisis Model Nreca Tahun 2007

TAHUN	BULAN	HARI	HUJAN (mm)	PET (mm/hari)	SMS (mm)	NOM	f(Sr)	Sr	P/PET	kl	AET (mm)	AET/PET	WB	f(WB)	GF (mm)	q-com (mm)	Qcom (m ³ /s)	Qobs (m ³ /s)	ABS(Qo-Qc) (%)	KAR (%)	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
	Jan	31	67,760	2,736	84,812	830,000	361,274	2,495	2,297	0,799	1,030	43,674	0,515	45,923	556,692	379,338	379,338	1,916	2,737	0,821	0,300
	Feb	28	80,714	2,929	82,006	319,231	361,274	-0,224	0,884	0,984	0,991	40,642	0,496	60,393	48,283	313,127	1,751	1,751	0,000	0,000	
	Mar	31	94,665	3,396	105,282	331,341	361,274	-0,159	0,917	0,899	0,945	49,767	0,473	69,781	59,503	262,402	1,326	1,266	0,340	0,345	
	Apr	30	91,675	3,692	110,768	341,619	361,274	-0,105	0,946	0,828	0,909	50,351	0,455	66,500	59,894	221,901	1,158	1,176	0,018	0,060	
	Mei	31	83,703	3,185	98,729	348,225	361,274	-0,069	0,964	0,848	0,921	45,473	0,461	60,967	56,876	188,896	0,954	1,015	0,061	0,060	
	Jun	30	262,072	3,269	98,070	352,316	361,274	-0,048	0,975	2,672	1,857	49,035	0,500	237,554	226,492	196,415	1,025	0,985	0,241	0,190	
	Jul	31	0,000	3,449	106,932	363,378	361,274	0,011	1,006	0,000	0,503	26,889	0,251	-13,444	-13,596	154,413	0,780	0,705	0,075	0,106	
	Agust	31	50,820	3,904	121,020	363,529	361,274	0,012	1,006	0,420	0,712	43,069	0,356	29,285	29,639	129,458	0,654	0,572	0,082	0,144	
	Sep	30	62,778	3,628	108,839	363,176	361,274	0,010	1,005	0,577	0,790	42,965	0,395	41,295	41,715	111,910	0,584	0,647	0,063	0,097	
	Oket	31	101,640	3,481	107,923	362,756	361,274	0,008	1,004	0,942	0,971	52,397	0,486	75,441	76,039	104,735	0,529	0,843	0,314	0,372	
	Nop	30	243,139	3,278	98,331	362,158	361,274	0,005	1,002	2,473	1,735	49,166	0,500	218,556	219,587	127,706	0,667	0,908	0,241	0,266	
	Des	31	167,407	2,971	92,104	361,127	361,274	-0,001	1,000	1,818	1,409	46,052	0,500	144,381	144,268	131,018	0,662	1,050	0,388	0,370	

Sumber: Hasil Perhitungan

Keterangan:

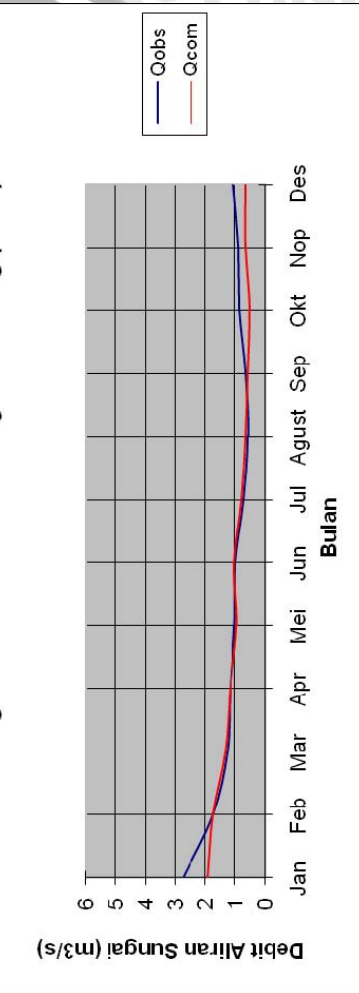
- [1] = tahun kalibrasi
- [2] = bulan
- [3] = jumlah hari
- [4] = data hujan bulanan
- [5] = data evapotranspirasi potensial
- [6] = [5] x [3]
- [7]n = SMS coba-coba

- [7]n+1 = [7]n + [15]n - [16]n
- [8] = 100 + 0,2 x Ra
- Ra = hujan rerata tahunan
- [9] = (([7] / [8]) - 1) / 0,52
- [10] = [7] / [8]
- [11] = [4] / [16]
- [12] = [11] x (1 - 0,5 x [10]) + (0,5 x [10])
- [13] = [6] x CROPF, jika [11] > 1
- [13] = ([12] x [6]) x CROPF, jika [11] < 1
- [14] = [13] / [6]
- [15] = [4] - ([6] x [14] x CROPF)
- [16] = [15] x exp[9]
- [17]n = GWF x (PSUB x [16]) + GWS
- [17]n+1 = GWF x (PSUB x [16]) + ((1-GWF)([17]n / GWF))

Kesalahan Absolut Kerata = 0,1888

- [18] = [17] + ((1-PSUB) [16])
- [19] = (([18] / 1000) x A) / ([3] x 24 x 60 x 60)
- [20] = Data debit pengukuran lapangan
- [21] = ABS ([20] - [19])
- [22] = [21] / [20]

Perbandingan Debit Aliran Bendung Merancang (2007)



Tabel 4.21 Analisis Model Nreca Tahun 2006

TAHUN	BULAN	HARI	HUJAN (mm)	PET (mm/hari)	SMS	NOM	f(Sr)	Sr	P/PET	kl (mm)	AET (mm)	AET/PET	WB	f(WB)	GF (mm)	q-com (mm)	Qcom (m3/s)	
2006	Jan	31	166,410	2,736	830,000	425,048	1,832	1,953	1,962	1,023	42,406	0,500	145,208	907,157	449,431	449,431	2,270	
	Feb	28	117,583	2,929	68,051	425,048	-1,615	1,160	1,434	1,399	41,003	0,500	97,082	19,305	363,406	363,406	2,032	
	Mar	31	212,248	3,396	105,282	425,048	-1,263	0,343	2,016	1,842	52,641	0,500	185,928	52,565	301,238	301,238	1,522	
	Apr	30	135,520	3,692	110,768	425,048	-0,660	0,657	1,223	1,150	55,384	0,500	107,828	55,735	252,137	252,137	1,316	
	Mai	31	38,862	3,185	98,729	425,048	-0,424	0,779	0,394	0,630	31,096	0,315	23,314	15,254	204,761	204,761	1,034	
	Jun	30	162,425	3,269	98,070	425,048	-0,388	0,798	1,656	1,394	49,035	0,500	137,907	93,580	182,525	182,525	0,953	
	Jul	31	132,530	3,449	106,932	425,048	-0,187	0,903	1,239	1,131	53,466	0,500	105,797	87,734	163,567	163,567	0,826	
	Agust	31	181,357	3,904	121,020	425,048	-0,105	0,945	1,499	1,263	60,510	0,500	151,103	135,975	158,048	158,048	0,798	
	Sep	30	95,661	3,628	108,839	425,048	-0,037	0,981	0,879	0,938	51,061	0,469	70,130	67,580	139,955	139,955	0,731	
	Okt	31	86,693	3,481	107,923	425,048	-0,026	0,987	0,803	0,900	48,584	0,450	62,401	60,830	124,130	124,130	0,624	
	Nop	30	127,548	3,278	98,331	420,982	425,048	-0,018	0,990	1,297	1,150	49,166	0,500	102,965	101,088	119,521	119,521	0,624
	Des	31	168,403	2,971	92,104	422,859	425,048	-0,010	0,995	1,828	1,416	46,052	0,500	145,377	143,945	124,406	124,406	0,628

sumber : Hasil Perhitungan

Keterangan:

- [1] = tahun kalibrasi
- [2] = bulan
- [3] = jumlah hari
- [4] = data hujan bulanan
- [5] = data evapotranspirasi potensial
- [6] = [5] x [3]
- [7]n = SMS coba-coba
- [7]n+1 = [7]n + [15]n - [16]n
- [8] = $100 + 0,2 \times Ra$
- Ra = hujan rencana tahunan
- [9] = $(([7] / [8]) - 1) / 0,52$
- [10] = [7] / [8]
- [11] = [4] / [6]
- [12] = $[11] \times (1 - (0,5 \times [10])) + (0,5 \times [10])$
- [13] = [6] x CROPF, jika [11] > 1
- [13] = ([12] x [6]) x CROPF, jika [11] < 1
- [14] = [13] / [6]
- [15] = [4] - ([6] x [14] x CROPF)
- [16] = [15] x exp[9]
- [17]n = GWF x ((PSUB x [16]) + GWS)
- [17]n+1 = GWF x ((PSUB x [16]) + ((1-GWF)([17]n / GWF)))
- [18] = [17] + ((1-PSUB) [16])
- [19] = (([18] / 1000) x A) / ([3] x 24 x 60 x 60)

Tabel 4.24 Analisis Model Nreca Tahun 2003

TAHUN	BULAN	HARI	HUJAN (mm)	PET (mm/hari)		SMS	NOM	f(Sr)	Sr	P/PET	kl	AET (mm)	AET/PET	WB	f(WB)	GF (mm)	q-com (mm)	Qcom (m ³ /s)
				5	6													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	Jan	31	95,66	2,736	84,812	830,000	354,299	2,582	2,343	1,128	0,978	42,406	0,500	74,458	984,628	464,926	2,349	2,349
	Feb	28	73,74	2,929	82,006	-80,170	354,299	-2,358	-0,226	0,899	0,888	36,402	0,444	55,538	5,253	372,991	372,991	2,086
	Mar	31	184,35	3,396	105,282	-29,885	354,299	-2,085	-0,084	1,751	1,783	52,641	0,500	158,027	19,638	302,321	302,321	1,527
	Apr	30	174,38	3,692	110,768	108,503	354,299	-1,334	0,306	1,574	1,486	55,384	0,500	146,690	38,636	249,584	249,584	1,303
	Mei	31	158,44	3,185	98,729	216,557	354,299	-0,748	0,611	1,605	1,420	49,365	0,500	133,756	63,331	212,333	212,333	1,073
	Jun	30	121,57	3,269	98,070	286,982	354,299	-0,365	0,810	1,240	1,143	49,035	0,500	97,052	67,347	183,336	183,336	0,957
	Jul	31	37,87	3,449	106,932	316,687	354,299	-0,204	0,894	0,354	0,643	34,367	0,321	20,683	16,863	150,041	150,041	0,758
	Agust	31	1,99	3,904	121,020	320,506	354,299	-0,183	0,905	0,016	0,461	27,915	0,231	-11,965	-9,959	118,041	118,041	0,596
	Sep	30	98,65	3,628	108,839	318,501	354,299	-0,194	0,899	0,906	0,948	51,615	0,474	72,843	59,979	106,429	106,429	0,556
	Okt	31	140,50	3,481	107,923	331,365	354,299	-0,124	0,935	1,302	1,161	53,962	0,500	113,521	100,234	105,190	105,190	0,531
	Nop	30	53,81	3,278	98,331	344,652	354,299	-0,052	0,973	0,547	0,767	37,732	0,384	34,943	33,161	90,784	90,784	0,474
	Des	31	130,54	2,971	92,104	346,435	354,299	-0,043	0,978	1,417	1,213	46,052	0,500	107,511	103,019	93,231	93,231	0,471

sumber : Hasil Perhitungan

Keterangan:

- [1] = tahun kalibrasi
- [2] = bulan
- [3] = jumlah hari
- [4] = data hujan bulanan
- [5] = data evapotranspirasi potensial
- [6] = [5] x [3]
- [7]n = SMS coba-coba
- [7]n+1 = [7]n + [15]n - [16]n

$$[8] = 100 + 0,2 \times Ra$$

Ra = hujan rerata tahunan

$$[9] = (([7] / [8]) - 1) / 0,52$$

$$[10] = [7] / [8]$$

$$[11] = [4] / [6]$$

$$[12] = [11] \times (1 - (0,5 \times [10])) + (0,5 \times [10])$$

$$[13] = [6] \times CROPE, \text{ jika } [11] > 1$$

$$[13] = ([12] \times [6]) \times CROPE, \text{ jika } [11] < 1$$

$$[14] = [13] / [6]$$

$$[15] = [4] - ([6] \times [14] \times CROPE)$$

$$[16] = [15] \times \exp[9]$$

$$[17]n = GWF \times ((PSUB \times [16]) + GWS)$$

$$[17]n+1 = GWF \times ((PSUB \times [16]) + ((1-GWF) \times ([17]n / GWF)))$$

$$[18] = [17] + ((1-PSUB) \times [16])$$

$$[19] = (([18] / 1000) \times A) / ([3] \times 24 \times 60 \times 60)$$

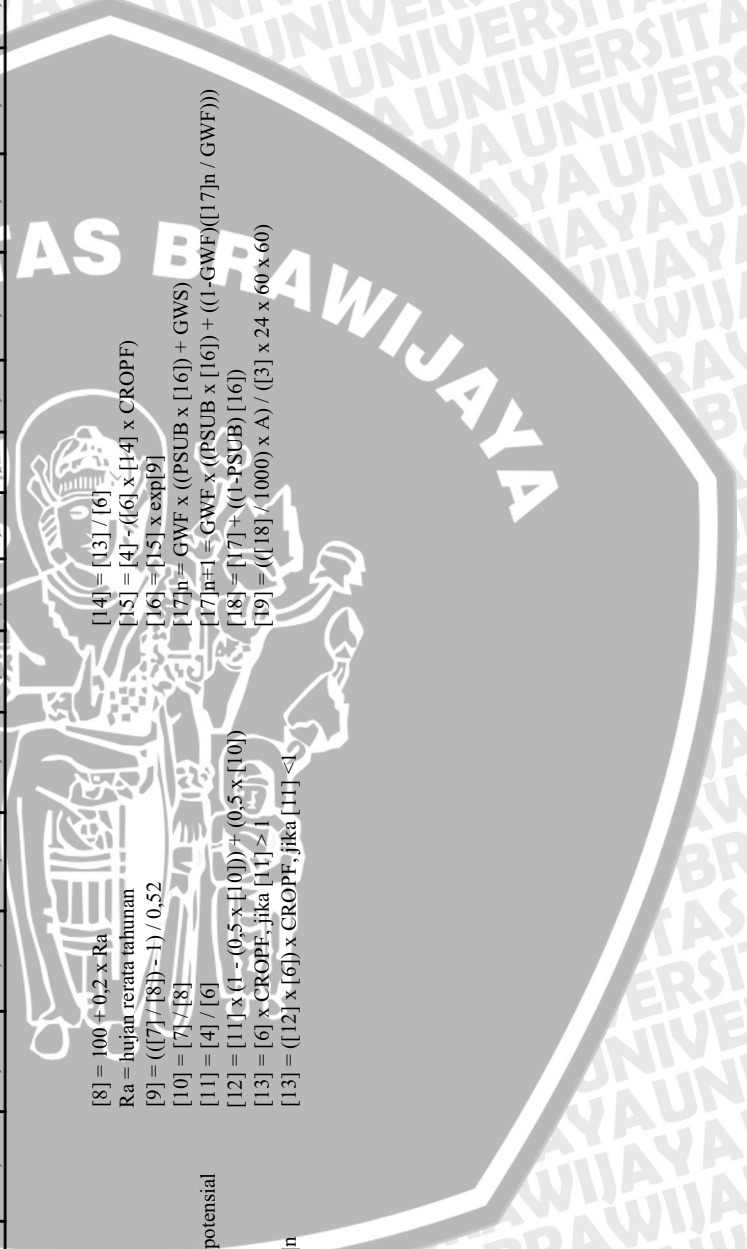
Tabel 4.25 Analisis Model Nreca Tahun 2002

TAHUN	BULAN	HARI	HUJAN (mm)	PET (mm/hari)	SMS	NOM	f(Sf)	Sr	P/PET	kl	AET (mm)	AET/PET	WB	f(WB)	GF (mm)	q-com (mm)	Qcom (m3/s)	
			CROPF = 0,5						PSUB = 0,3-1									
			A (km2) = 13,53						GWFF = 0,7-8									
			A (m2) = 13530000						CROPF = 0,5-1,4									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	Jan	31	319,867	2,736	84,812	830,000	432,223	1,770	1,920	3,771	1,110	42,406	0,500	298,664	1753,092	618,618	618,618	3,125
	Feb	28	213,245	2,929	82,006	-624,428	432,223	-4,701	-1,445	2,600	3,756	41,003	0,500	192,743	1,751	495,245	495,245	2,770
	Mar	31	232,177	3,396	105,282	-433,435	432,223	-3,852	-1,003	2,205	2,810	52,641	0,500	205,857	4,374	397,071	397,071	2,006
	Apr	30	134,523	3,692	110,768	-231,952	432,223	-2,955	-0,537	1,214	1,272	55,384	0,500	106,831	5,563	318,769	318,769	1,664
	Mei	31	162,425	3,185	98,729	-130,684	432,223	-2,505	-0,302	1,645	1,743	49,365	0,500	137,742	11,256	257,266	257,266	1,300
	Jun	30	111,605	3,269	98,070	-4,197	432,223	-1,942	-0,010	1,138	1,139	49,035	0,500	87,087	12,493	208,312	208,312	1,087
	Jul	31	39,859	3,449	106,932	70,397	432,223	-1,610	0,163	0,373	0,424	22,660	0,212	28,529	5,703	167,790	167,790	0,848
	Agust	31	90,679	3,904	121,020	93,222	432,223	-1,508	0,216	0,749	0,776	46,975	0,388	67,191	14,868	137,206	137,206	0,693
	Sep	30	130,538	3,628	108,839	145,545	432,223	-1,276	0,337	1,199	1,166	54,419	0,500	103,328	28,858	115,536	115,536	0,603
	Okt	31	20,926	3,481	107,923	220,014	432,223	-0,944	0,509	0,194	0,399	21,534	0,200	10,159	3,952	93,219	93,219	0,471
	Nop	30	81,711	3,278	98,331	226,222	432,223	-0,917	0,523	0,831	0,875	43,030	0,438	60,195	24,072	79,390	79,390	0,414
	Des	31	123,562	2,971	92,104	262,345	432,223	-0,756	0,607	1,342	1,238	46,052	0,500	100,536	47,214	72,955	72,955	0,369

sumber : Hasil Perhitungan

Keterangan:

- [1] = tahun kalibrasi
- [2] = bulan
- [3] = jumlah hari
- [4] = data hujan bulanan
- [5] = data evapotranspirasi potensial
- [6] = [5] x [3]
- [7]n = SMS coba-coba
- [7]n+1 = [7]n + [15]n - [16]n
- [8] = $100 + 0,2 \times Ra$
- Ra = hujan rerata tahunan
- [9] = $(([7] / [8]) - 1) / 0,52$
- [10] = [7] / [8]
- [11] = [4] / [6]
- [12] = $[11] \times (1 - (0,5 \times [10])) + (0,5 \times [10])$
- [13] = [6] x CROPF, jika [11] > 1
- [13] = $([12] \times [6]) \times CROPF$, jika [11] < 1
- [14] = $[13] / [6]$
- [15] = $[4] - ([6] \times [14] \times CROPF)$
- [16] = $[15] \times \exp[9]$
- [17]n = $GWFF \times (PSUB \times [16]) + GWS$
- [17]n+1 = $GWFF \times (PSUB \times [16]) + ((1 - GWFF) \times ([17]n / GWFF))$
- [18] = [17] + ((1 - PSUB) [16])
- [19] = $(([18] / 1000) \times A) / ([3] \times 24 \times 60 \times 60)$



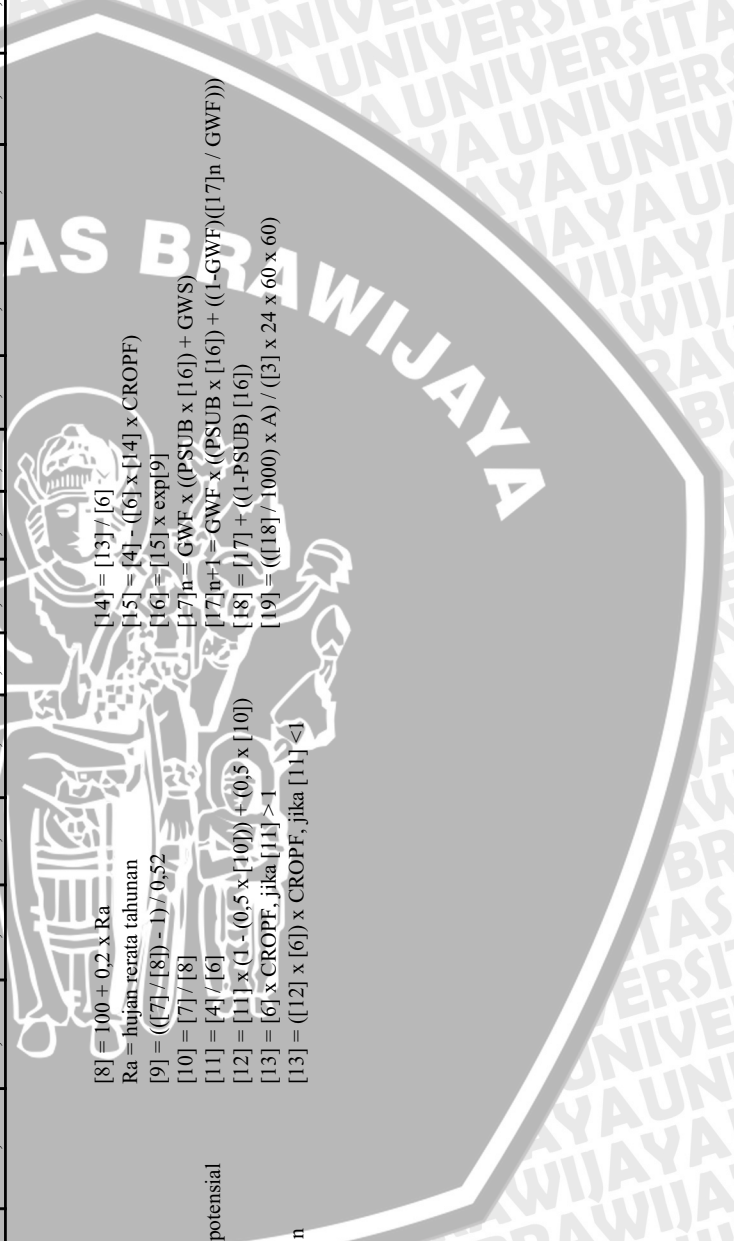
Tabel 4.26 Analisis Model Nreca Tahun 2001

TAHUN	BULAN	HARI	HUJAN (mm)	PET (mm/hari)	SMS (mm)	NOM	f(Sr)	Sr	P/PET	kl	AET (mm)	AET/PET	WB	f(WB)	GF (mm)	q-com (mm)	Qcom (m ³ /s)	
																		PSUB
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	Jan	31	81,711	2,736	84,812	830,000	610,990	0,689	1,358	0,963	41,908	0,494	60,756	121,050	292,210	292,210	1,476	
	Feb	28	198,297	2,929	82,006	769,707	610,990	0,500	1,260	2,418	41,003	0,500	177,796	293,007	292,369	292,369	1,635	
	Mar	31	97,654	3,396	105,282	654,496	610,990	0,137	1,071	0,928	50,870	0,483	72,219	82,818	250,459	250,459	1,265	
	Apr	30	235,167	3,692	110,768	643,898	610,990	0,104	1,054	2,123	55,384	0,500	207,475	230,117	246,390	246,390	1,286	
	Mei	31	308,906	3,185	98,729	621,256	610,990	0,032	1,017	3,129	2,047	0,500	284,223	293,557	255,824	255,824	1,292	
	Jun	30	262,072	3,269	98,070	611,922	610,990	0,003	1,002	2,672	49,035	0,500	237,554	238,252	252,309	252,309	1,317	
	Jul	31	146,481	3,449	106,932	611,224	610,990	0,001	1,000	1,370	1,185	0,500	119,748	119,836	225,815	225,815	1,141	
	Agust	31	66,763	3,904	121,020	611,136	610,990	0,000	1,000	0,552	0,776	0,388	43,289	43,309	189,314	189,314	0,956	
	Sep	30	261,075	3,628	108,839	611,116	610,990	0,000	1,000	2,399	54,419	0,500	233,865	233,958	198,243	198,243	1,035	
	Okt	31	298,941	3,481	107,923	611,023	610,990	0,000	1,000	2,770	1,885	0,500	271,960	271,989	212,992	212,992	1,076	
	Nop	30	253,103	3,278	98,331	610,994	610,990	0,000	1,000	2,574	1,787	0,500	228,521	228,524	216,098	216,098	1,128	
	Des	31	344,779	2,971	92,104	610,991	610,990	0,000	1,000	3,743	2,372	0,500	321,752	321,754	237,229	237,229	1,198	

sumber : Hasil Perhitungan

Keterangan:

- [1] = tahun kalibrasi
- [2] = bulan
- [3] = jumlah hari
- [4] = data hujan bulanan
- [5] = data evapotranspirasi potensial
- [6] = [5] x [3]
- [7]n = SMS coba-coba
- [7]n+1 = [7]n + [15]n - [16]n
- [8] = $100 + 0,2 \times Ra$
- Ra = hujan rerata tahunan
- [9] = $([7] / [8]) - 1 / 0,52$
- [10] = [7] / [8]
- [11] = [4] / [6]
- [12] = $[11] \times (1 - (0,5 \times [10])) + (0,5 \times [10])$
- [13] = [6] x CROPF, jika [11] > 1
- [13] = $([12] \times [6]) \times CROPF$, jika [11] < 1
- [14] = $[13] / [6]$
- [15] = [4] - ([6] x [14] x CROPF)
- [16] = $[15] \times \exp[9]$
- [17]n = GWF x (P x SUB x [16]) + GWS
- [17]n+1 = GWF x ((PSUB x [16]) + ((1-GWF) x ([17]n / GWF)))
- [18] = [17] + ((1-PSUB) x [16])
- [19] = $([18] / 1000) \times A / ([3] \times 24 \times 60 \times 60)$



Tabel 4.27 Analisis Model Nreca Tahun 2000

TAHUN	BULAN	HARI	HUJAN (mm)	PET (mm/hari)	SMS (mm)	NOM	f(St)	Sr	P/PET	kl (mm)	AET (mm)	AET/PET	WB	f(WB)	GF (mm)	q-com (mm)	Qcom (m3/s)
2000	1	2	4	5	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	Jan	31	199,294	2,736	84,812	830,000	0,709	1,369	2,350	1,426	42,406	0,500	178,091	361,901	340,380	340,380	1,719
	Feb	28	235,167	2,929	82,006	646,190	0,126	1,066	2,868	1,873	41,003	0,500	214,665	243,531	321,010	321,010	1,795
	Mar	31	226,199	3,396	105,282	617,324	0,035	1,018	2,149	1,564	52,641	0,500	199,878	206,920	298,192	298,192	1,506
	Apr	30	248,121	3,692	110,768	610,282	0,012	1,006	2,240	1,616	55,384	0,500	220,429	223,155	283,185	283,185	1,478
	Mei	31	292,962	3,185	98,729	607,556	0,004	1,002	2,967	1,982	49,365	0,500	268,280	269,260	280,400	280,400	1,416
	Jun	30	237,160	3,269	98,070	606,576	0,001	1,000	2,418	1,709	49,035	0,500	212,642	212,757	266,871	266,871	1,393
	Jul	31	146,481	3,449	106,932	606,461	0,000	1,000	1,370	1,185	53,466	0,500	119,748	119,769	237,451	237,451	1,199
	Agust	31	78,721	3,904	121,020	606,440	0,000	1,000	0,650	0,825	49,936	0,413	53,753	53,759	200,712	200,712	1,014
	Sep	30	78,721	3,628	108,839	606,434	0,000	1,000	0,723	0,862	46,890	0,431	55,276	55,281	171,626	171,626	0,896
	Okt	31	267,054	3,481	107,923	606,429	0,000	1,000	2,474	1,737	53,962	0,500	240,073	240,091	185,319	185,319	0,936
	Nop	30	253,103	3,278	98,331	606,411	0,000	1,000	2,574	1,787	49,166	0,500	228,521	228,525	193,960	193,960	1,012
Des	31	269,047	2,971	92,104	606,407	0,000	1,000	2,921	1,961	46,052	0,500	246,021	246,022	204,373	204,373	1,032	

sumber : Hasil Perhitungan

Keterangan:

[1] = tahun kalibrasi

[2] = bulan

[3] = jumlah hari

[4] = data hujan bulanan

[5] = data evapotranspirasi potensial

[6] = [5] x [3]

[7]n = SMS coba-coba

[7]n+1 = [7]n + [15]n - [16]n

[8] = $100 + 0,2 \times Ra$

Ra = hujan rerata tahunan

[9] = $([7] / [8]) - 1 / 0,52$

[10] = [7] / [8]

[11] = [4] / [6]

[12] = $[11] \times (1 - (0,5 \times [10])) + (0,5 \times [10])$

[13] = [6] x CROPF, jika [11] > 1

[13] = $([12] \times [6]) \times CROPF$, jika [11] < 1

[14] = [13] / [6]

[15] = [4] - ([6] x [14] x CROPF)

[16] = [15] x exp[9]

[17]n = GWF x ((PSUB x [16]) + GWS)

[17]n+1 = GWF x ((PSUB x [16]) + ((1-GWF)([17]n / GWF)))

[18] = [17] + (1-PSUB) [16]

[19] = $([18] / 1000) \times A / ([3] \times 24 \times 60 \times 60)$



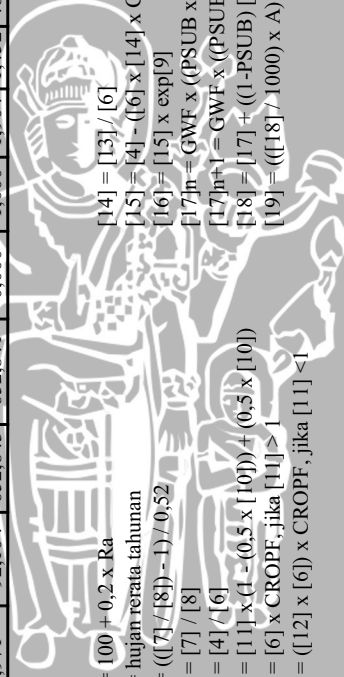
Tabel 4.28 Analisis Model Nreca Tahun 1999

TAHUN	BULAN	HARI	HUJAN (mm)	PET (mm/hari)	SMS (mm)	NOM	f(Sr)	Sr	PSUB GWF			CROPPF = 0,5-1,0			GF (mm)	q-com (mm)	Qcom (m ³ /s)
									P/PET	kl	AET (mm)	AET/PET	WB	f(WB)			
1999	1	2	4	5	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	Jan	31	321,860	2,736	84,812	830,000	0,522	1,271	3,795	2,018	42,406	0,500	300,657	506,653	369,331	369,331	1,866
	Feb	28	260,079	2,929	82,006	624,004	-0,085	0,956	3,171	2,134	41,003	0,500	239,577	220,066	339,478	339,478	1,899
	Mar	31	271,040	3,396	105,282	643,515	-0,027	0,986	2,574	1,798	52,641	0,500	244,719	238,088	319,200	319,200	1,612
	Apr	30	320,863	3,692	110,768	650,147	-0,008	0,996	2,897	1,952	55,384	0,500	293,171	290,853	313,530	313,530	1,637
	Mei	31	95,661	3,185	98,729	652,465	-0,001	0,999	0,969	0,984	48,597	0,492	71,362	71,283	265,081	265,081	1,339
	Jun	30	298,941	3,269	98,070	652,544	-0,001	1,000	3,048	2,025	49,035	0,500	274,423	274,183	266,901	266,901	1,393
	Jul	31	175,379	3,449	106,932	652,784	0,000	1,000	1,640	1,320	53,466	0,500	148,646	148,621	243,245	243,245	1,229
	Agust	31	159,435	3,904	121,020	652,809	0,000	1,000	1,317	1,159	60,510	0,500	129,180	129,168	220,430	220,430	1,114
	Sep	30	146,481	3,628	108,839	652,821	0,000	1,000	1,346	1,173	54,419	0,500	119,271	119,264	200,197	200,197	1,045
	Okt	31	103,633	3,481	107,923	652,841	0,000	1,000	0,960	0,980	52,889	0,490	77,188	77,185	175,594	175,594	0,887
	Nop	30	435,457	3,278	98,331	652,831	-0,000	1,000	4,428	2,714	49,166	0,500	410,874	410,862	222,648	222,648	1,162
	Des	31	175,379	2,971	92,104	652,843	0,000	1,000	1,904	1,452	46,052	0,500	152,353	152,354	208,589	208,589	1,054

sumber : Hasil Perhitungan

Keterangan:

- [1] = tahun kalibrasi
- [2] = bulan
- [3] = jumlah hari
- [4] = data hujan bulanan
- [5] = data evaporanspirasi potensial
- [6] = [5] x [3]
- [7]n = SMS coba-coba
- [7]n+1 = [7]n + [15]n - [16]n
- [8] = $100 + 0,2 \times Ra$
- Ra = hujan rerata tahunan
- [9] = $(([7] / [8]) - 1) / 0,52$
- [10] = [7] / [8]
- [11] = [4] / [6]
- [12] = $[11] \times (1 - (0,5 \times [10])) + (0,5 \times [10])$
- [13] = [6] x CROPPF, jika [11] > 1
- [13] = ([12] x [6]) x CROPPF, jika [11] < 1
- [14] = [13] / [6]
- [15] = [4] - ([6] x [14] x CROPPF)
- [16] = [15] x exp[9]
- [17]n = GWF x (PSUB x [16]) + GWS
- [17]n+1 = GWF x (PSUB x [16]) + ((1-GWF)([17]n / GWF))
- [18] = [17] + ((1-PSUB) [16])
- [19] = $(([18] / 1000) \times A) / ([3] \times 24 \times 60 \times 60)$



Dari pembangkitan data debit tersebut, berikut adalah rekapitulasi debit perbulan tiap tahunnya.

Tabel 4.30 Rekapitulasi Debit Rerata Bulanan Metode Nreca

Tahun	Debit Rerata Bulanan									
Bulan	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Januari	1,977	1,866	1,719	1,476	3,125	2,349	2,349	2,025	2,270	1,916
Februari	1,810	1,899	1,795	1,635	2,770	2,086	2,092	1,863	2,032	1,751
Maret	1,325	1,612	1,506	1,265	2,006	1,527	1,563	1,405	1,522	1,326
April	1,187	1,637	1,478	1,286	1,664	1,303	1,342	1,264	1,316	1,158
Mei	1,117	1,339	1,416	1,292	1,300	1,073	1,089	1,166	1,034	0,954
Juni	1,016	1,393	1,393	1,317	1,087	0,957	0,981	1,020	0,953	1,025
Juli	0,876	1,229	1,199	1,141	0,848	0,758	0,823	0,830	0,826	0,780
Agustus	0,817	1,114	1,014	0,956	0,693	0,596	0,647	0,682	0,798	0,654
September	0,866	1,045	0,896	1,035	0,603	0,556	0,729	0,613	0,731	0,584
Oktober	1,011	0,887	0,936	1,076	0,471	0,531	0,739	0,571	0,627	0,529
Nopember	1,012	1,162	1,012	1,128	0,414	0,474	0,705	0,710	0,624	0,667
Desember	0,954	1,054	1,032	1,198	0,369	0,471	0,675	0,826	0,628	0,662
Rerata	1,164	1,353	1,283	1,234	1,279	1,057	1,145	1,081	1,114	1,001
Jumlah	13,968	16,236	15,399	14,806	15,349	12,680	13,735	12,975	13,362	12,006

Sumber : Hasil Perhitungan

Dalam analisa debit andalan data yang digunakan adalah data debit dengan pengamatan selama 10 tahun dari Daerah Irigasi Merancang. Berikut adalah prosedur dalam perhitungan debit andalan:

1. Urutkan data debit tahunan rerata harian dalam setahun dari besar ke kecil.
2. Menghitung nilai probabilitas dengan menggunakan rumus Weibull, berikut adalah contoh perhitungan untuk tahun pertama yaitu tahun 1999:

$$m = 1$$

$$n = 10$$

$$P = \frac{m}{n+1} \times 100\%$$

$$= \frac{1}{10+1} \times 100\% = 9,091 \%$$

3. Menghitung nilai probabilitas dengan menggunakan rumus Weibull:

$$p = 80 \%$$

$$n = 10$$

$$80 \% = \frac{m}{10+1} \times 100 \%$$

$$m = 0,80 \times 11$$

$$\approx 9$$

4. Menganalisa data debit andalan Q80 dengan uji kecocokan metode smirnov-kolmogorof berdasarkan perhitungan Log Person Tipe III.

Untuk perhitungan debit andalan dapat dilihat pada tabel 4.31 – 4.32 sedangkan uji kecocokannya dapat dilihat pada tabel 4.33 – 4.34.

4.31 Urutan Debit Rerata Tahunan Daerah Irigasi Merancang dari Besar ke Kecil

No.	Data Debit		Debit Terurut		Probabilitas	Q Andalan
	Tahun	Q (m3/dt)	Tahun	Q (m3/dt)	(%)	Q (m3/dt)
1	1998	1,164	1999	1,353	9,091	
2	1999	1,353	2000	1,283	18,182	
3	2000	1,283	2001	1,234	27,273	1,234
4	2001	1,234	1998	1,164	36,364	
5	2002	1,279	2002	1,279	45,455	
6	2003	1,057	2004	1,145	54,545	1,145
7	2004	1,145	2006	1,114	63,636	
8	2005	1,081	2005	1,081	72,727	
9	2006	1,114	2003	1,057	81,818	1,057
10	2007	1,001	2007	1,001	90,909	1,001

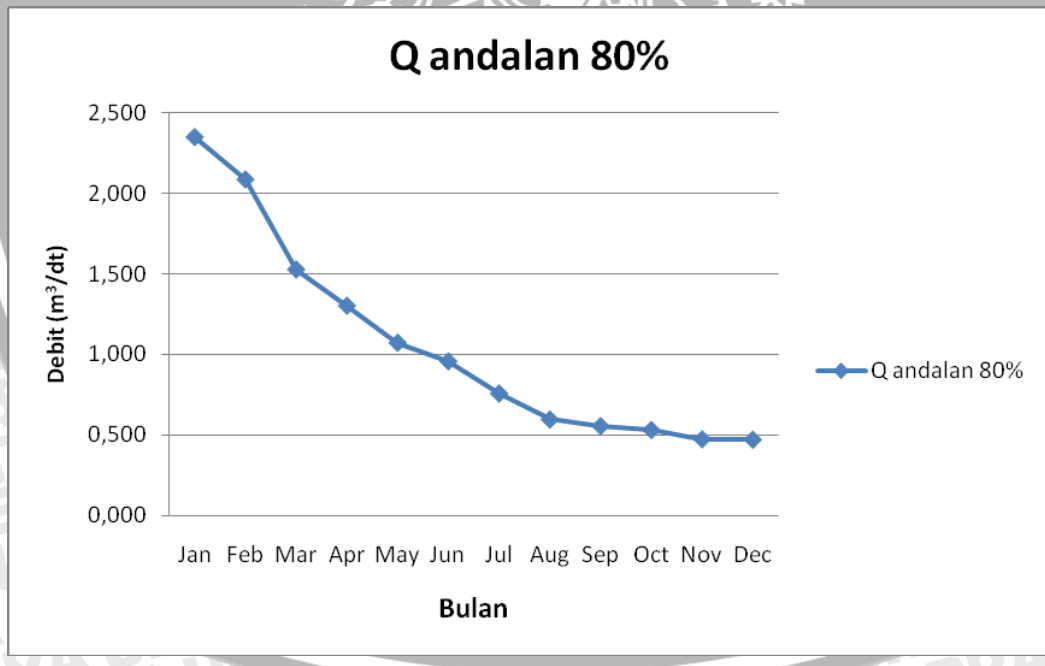
Sumber : Hasil Perhitungan



4.32 Perhitungan Debit Andalan D.I. Merancang

No.	Bulan	Q andalan 80%
		(m ³ /dt)
		2003
1	Jan	2,349
2	Feb	2,086
3	Mar	1,527
4	Apr	1,303
5	May	1,073
6	Jun	0,957
7	Jul	0,758
8	Aug	0,596
9	Sep	0,556
10	Oct	0,531
11	Nov	0,474
12	Dec	0,471

Sumber : Hasil Perhitungan



Gambar 4.2 Grafik Debit Andalan Q 80%

Tabel 4.33 Debit Rancangan (Log Pearson Tipe III)

No	Bulan	Q (m ³ /dtk)	P (%)	Log		(Log Hs - Log Hs) 0,415	(Log Hs - Log Hs) ² 0,17191775	(Log Hs - Log Hs) ³ 0,071282196130
				Hs	Hs			
1	Jan	2,349	7,692	0,371	0,371	0,415	0,17191775	0,071282196130
2	Feb	2,086	15,385	0,319	0,319	0,363	0,13187672	0,047890815198
3	Mar	1,527	23,077	0,184	0,184	0,228	0,05183359	0,011807780251
4	Apr	1,303	30,769	0,115	0,115	0,159	0,02518665	0,003997173659
5	May	1,073	38,462	0,030	0,030	0,074	0,00551515	0,000409577160
6	Jun	0,957	46,154	-0,019	-0,019	0,025	0,00061179	0,000015132116
7	Jul	0,758	53,846	-0,120	-0,120	-0,077	0,00585877	-0,000448445309
8	Aug	0,596	61,538	-0,225	-0,225	-0,181	0,03265972	-0,005902264136
9	Sep	0,556	69,231	-0,255	-0,255	-0,211	0,04471271	-0,009454673750
10	Oct	0,531	76,923	-0,275	-0,275	-0,231	0,05325923	-0,012291142940
11	Nov	0,474	84,615	-0,324	-0,324	-0,281	0,07868227	-0,0222070661487
12	Dec	0,471	92,308	-0,327	-0,327	-0,283	0,08019844	-0,0222711660856
Sumber : Hasil Perhitungan				Jumlah	-0,526		0,68233269	0,062523826037

$$\overline{\text{Log Hs}} = -0,044$$

$$S_i = 0,249$$

$$C_s = 0,441$$

Tabel 3.34 Uji Smirnov Kolmogorof

No.	Q (m ³ /dt)	Sn(x)	K	Yt	Tr (tahun)	Pr	Px	D
1	0,471	0,077	-0,913	-0,394	1,294	0,773	0,227	0,150
2	0,474	0,154	-0,908	-0,389	1,296	0,771	0,229	0,075
3	0,531	0,231	-0,818	-0,301	1,349	0,741	0,259	0,028
4	0,556	0,308	-0,781	-0,264	1,373	0,728	0,272	0,036
5	0,596	0,385	-0,717	-0,202	1,417	0,706	0,294	0,090
6	0,758	0,462	-0,465	0,046	1,625	0,615	0,385	0,077
7	0,957	0,538	-0,155	0,351	1,978	0,505	0,495	0,044
8	1,073	0,615	0,025	0,528	2,244	0,446	0,554	0,061
9	1,303	0,692	0,383	0,881	2,947	0,339	0,661	0,032
10	1,527	0,769	0,733	1,224	3,926	0,255	0,745	0,024
11	2,086	0,846	1,604	2,080	8,518	0,117	0,883	0,036
12	2,349	0,923	2,013	2,483	12,480	0,080	0,920	0,003
D Max								0,150

Sumber : Hasil Perhitungan

Keterangan:

Qrer = 1,057 m³/dt

SD = 0,642

Yn = 0,504

Sn = 0,983

----> Dikutib dari buku Hidrologi Teknik oleh Ir. CD Soemarto, B.I.E., Dipl. H

----> Dikutib dari buku Hidrologi Teknik oleh Ir. CD Soemarto, B.I.E., Dipl. H

Sn (x) = n/(m+1)

K = (Q-Q_{rer})/SD

Yt = (K.Sn)+Yn

Tr = 1-(e(-e(-Yt)))

Pr = 1/Tr

Px = 1-Pr

D = |Px(x)-Sn(x)|

Dari tabel Nilai Kritis untuk uji smirnov kolmogorof,

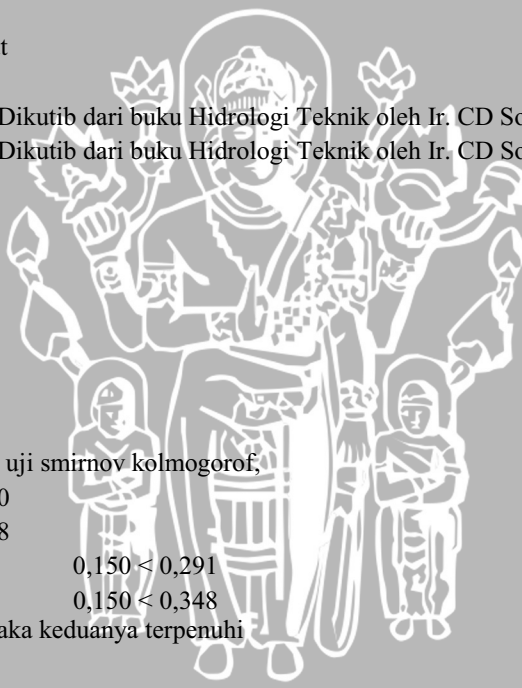
untuk a = 5% ; Dcr = 0,290

untuk a = 1% ; Dcr = 0,348

Derhitung < Dcrtabel => 0,150 < 0,291

=> 0,150 < 0,348

Karena Dcr_{hitung} < Dcr_{tabel} maka keduanya terpenuhi



4.5 Kebutuhan Air Irigasi Daerah Irigasi Merancang

4.5.1 Kebutuhan Air Irigasi Berdasarkan Data Pola Tanam Eksisting

- Musim Tanam I (MT I)

Awal tanam untuk musim tanam I pada Bulan September Periode I dengan perincian sebagai berikut:

- Padi = 1201,5 ha

- Musim Tanam II (MT II)

Awal tanam untuk musim tanam II pada Bulan Maret Periode I dengan perincian sebagai berikut:

- Padi = 1201,5 ha

Pola tanam eksisting untuk Daerah Irigasi Merancang adalah Padi - Berro – Padi – Berro.

Berdasarkan pola tanam diatas dapat diketahui kebutuhan air irigasi di pintu pengambilan tiap periodenya. Untuk perhitungan kebutuhan air irigasi Daerah Irigasi Merancang berdasarkan pola tanam eksisting dapat dilihat pada tabel 4.35.

4.5.2 Kebutuhan Air Irigasi Berdasarkan Pola Tanam Alternatif

Untuk mendapatkan kebutuhan air irigasi yang tepat dengan memperhatikan adanya debit air irigasi yang tersedia, perlu dilakukan suatu alternatif dalam menentukan pola tanam. Pada penentuan pola tanam alternatif ini dibuat 5 alternatif, yaitu :

1. Alternatif I = Padi/Palawija - Palawija – Palawija
2. Alternatif II = Palawija – Padi/Palawija - Palawija
3. Alternatif III = Palawija – Padi/Palawija - Palawija
4. Alternatif IV = Palawija - Padi/Palawija – Palawija
5. Alternatif V = Palawija - Palawija – Palawija

Dari tiap-tiap penentuan pola tanam dengan alternatif tersebut dapat diketahui kebutuhan air irigasi. Untuk perhitungan kebutuhan air irigasi Daerah Irigasi Merancang dengan pola tanam menggunakan 5 alternatif dapat dilihat pada tabel 4.36 sampai tabel 4.40.

Tabel 4.0 Perhitungan Kebutuhan Air Ripad Daerah Irigasi Merancang
 Unit's tahun 1980 Ha
 PPT : Alturanti V (Palawija - Rajawali)

No.	Bahan Peralatan	AGUNG			KACAKKACANGUN			MANGING			MANGING																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
		I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
1	Pipa 1/2" Iron	0,300	0,470	0,640	0,810	0,970	1,140	0,970	1,140	1,310	1,470	1,630	1,790	1,950	2,110	2,270	2,430	2,590	2,750	2,910	3,070	3,230	3,390	3,550	3,710	3,870	4,030	4,190	4,350	4,510	4,670	4,830	4,990	5,150	5,310	5,470	5,630	5,790	5,950	6,110	6,270	6,430	6,590	6,750	6,910	7,070	7,230	7,390	7,550	7,710	7,870	8,030	8,190	8,350	8,510	8,670	8,830	8,990	9,150	9,310	9,470	9,630	9,790	9,950	10,110	10,270	10,430	10,590	10,750	10,910	11,070	11,230	11,390	11,550	11,710	11,870	12,030	12,190	12,350	12,510	12,670	12,830	12,990	13,150	13,310	13,470	13,630	13,790	13,950	14,110	14,270	14,430	14,590	14,750	14,910	15,070	15,230	15,390	15,550	15,710	15,870	16,030	16,190	16,350	16,510	16,670	16,830	16,990	17,150	17,310	17,470	17,630	17,790	17,950	18,110	18,270	18,430	18,590	18,750	18,910	19,070	19,230	19,390	19,550	19,710	19,870	20,030	20,190	20,350	20,510	20,670	20,830	20,990	21,150	21,310	21,470	21,630	21,790	21,950	22,110	22,270	22,430	22,590	22,750	22,910	23,070	23,230	23,390	23,550	23,710	23,870	24,030	24,190	24,350	24,510	24,670	24,830	24,990	25,150	25,310	25,470	25,630	25,790	25,950	26,110	26,270	26,430	26,590	26,750	26,910	27,070	27,230	27,390	27,550	27,710	27,870	28,030	28,190	28,350	28,510	28,670	28,830	28,990	29,150	29,310	29,470	29,630	29,790	29,950	30,110	30,270	30,430	30,590	30,750	30,910	31,070	31,230	31,390	31,550	31,710	31,870	32,030	32,190	32,350	32,510	32,670	32,830	32,990	33,150	33,310	33,470	33,630	33,790	33,950	34,110	34,270	34,430	34,590	34,750	34,910	35,070	35,230	35,390	35,550	35,710	35,870	36,030	36,190	36,350	36,510	36,670	36,830	36,990	37,150	37,310	37,470	37,630	37,790	37,950	38,110	38,270	38,430	38,590	38,750	38,910	39,070	39,230	39,390	39,550	39,710	39,870	40,030	40,190	40,350	40,510	40,670	40,830	40,990	41,150	41,310	41,470	41,630	41,790	41,950	42,110	42,270	42,430	42,590	42,750	42,910	43,070	43,230	43,390	43,550	43,710	43,870	44,030	44,190	44,350	44,510	44,670	44,830	44,990	45,150	45,310	45,470	45,630	45,790	45,950	46,110	46,270	46,430	46,590	46,750	46,910	47,070	47,230	47,390	47,550	47,710	47,870	48,030	48,190	48,350	48,510	48,670	48,830	48,990	49,150	49,310	49,470	49,630	49,790	49,950	50,110	50,270	50,430	50,590	50,750	50,910	51,070	51,230	51,390	51,550	51,710	51,870	52,030	52,190	52,350	52,510	52,670	52,830	52,990	53,150	53,310	53,470	53,630	53,790	53,950	54,110	54,270	54,430	54,590	54,750	54,910	55,070	55,230	55,390	55,550	55,710	55,870	56,030	56,190	56,350	56,510	56,670	56,830	56,990	57,150	57,310	57,470	57,630	57,790	57,950	58,110	58,270	58,430	58,590	58,750	58,910	59,070	59,230	59,390	59,550	59,710	59,870	60,030	60,190	60,350	60,510	60,670	60,830	60,990	61,150	61,310	61,470	61,630	61,790	61,950	62,110	62,270	62,430	62,590	62,750	62,910	63,070	63,230	63,390	63,550	63,710	63,870	64,030	64,190	64,350	64,510	64,670	64,830	64,990	65,150	65,310	65,470	65,630	65,790	65,950	66,110	66,270	66,430	66,590	66,750	66,910	67,070	67,230	67,390	67,550	67,710	67,870	68,030	68,190	68,350	68,510	68,670	68,830	68,990	69,150	69,310	69,470	69,630	69,790	69,950	70,110	70,270	70,430	70,590	70,750	70,910	71,070	71,230	71,390	71,550	71,710	71,870	72,030	72,190	72,350	72,510	72,670	72,830	72,990	73,150	73,310	73,470	73,630	73,790	73,950	74,110	74,270	74,430	74,590	74,750	74,910	75,070	75,230	75,390	75,550	75,710	75,870	76,030	76,190	76,350	76,510	76,670	76,830	76,990	77,150	77,310	77,470	77,630	77,790	77,950	78,110	78,270	78,430	78,590	78,750	78,910	79,070	79,230	79,390	79,550	79,710	79,870	80,030	80,190	80,350	80,510	80,670	80,830	80,990	81,150	81,310	81,470	81,630	81,790	81,950	82,110	82,270	82,430	82,590	82,750	82,910	83,070	83,230	83,390	83,550	83,710	83,870	84,030	84,190	84,350	84,510	84,670	84,830	84,990	85,150	85,310	85,470	85,630	85,790	85,950	86,110	86,270	86,430	86,590	86,750	86,910	87,070	87,230	87,390	87,550	87,710	87,870	88,030	88,190	88,350	88,510	88,670	88,830	88,990	89,150	89,310	89,470	89,630	89,790	89,950	90,110	90,270	90,430	90,590	90,750	90,910	91,070	91,230	91,390	91,550	91,710	91,870	92,030	92,190	92,350	92,510	92,670	92,830	92,990	93,150	93,310	93,470	93,630	93,790	93,950	94,110	94,270	94,430	94,590	94,750	94,910	95,070	95,230	95,390	95,550	95,710	95,870	96,030	96,190	96,350	96,510	96,670	96,830	96,990	97,150	97,310	97,470	97,630	97,790	97,950	98,110	98,270	98,430	98,590	98,750	98,910	99,070	99,230	99,390	99,550	99,710	99,870	100,030	100,190	100,350	100,510	100,670	100,830	100,990	101,150	101,310	101,470	101,630	101,790	101,950	102,110	102,270	102,430	102,590	102,750	102,910	103,070	103,230	103,390	103,550	103,710	103,870	104,030	104,190	104,350	104,510	104,670	104,830	104,990	105,150	105,310	105,470	105,630	105,790	105,950	106,110	106,270	106,430	106,590	106,750	106,910	107,070	107,230	107,390	107,550	107,710	107,870	108,030	108,190	108,350	108,510	108,670	108,830	108,990	109,150	109,310	109,470	109,630	109,790	109,950	110,110	110,270	110,430	110,590	110,750	110,910	111,070	111,230	111,390	111,550	111,710	111,870	112,030	112,190	112,350	112,510	112,670	112,830	112,990	113,150	113,310	113,470	113,630	113,790	113,950	114,110	114,270	114,430	114,590	114,750	114,910	115,070	115,230	115,390	115,550	115,710	115,870	116,030	116,190	116,350	116,510	116,670	116,830	116,990	117,150	117,310	117,470	117,630	117,790	117,950	118,110	118,270	118,430	118,590	118,750	118,910	119,070	119,230	119,390	119,550	119,710	119,870	120,030	120,190	120,350	120,510	120,670	120,830	120,990	121,150	121,310	121,470	121,630	121,790	121,950	122,110	122,270	122,430	122,590	122,750	122,910	123,070	123,230	123,390	123,550	123,710	123,870	124,030	124,190	124,350	124,510	124,670	124,830	124,990	125,150	125,310	125,470	125,630	125,790	125,950	126,110	126,270	126,430	126,590	126,750	126,910	127,070	127,230	127,390	127,550	127,710	127,870	128,030	128,190	128,350	128,510	128,670	128,830	128,990	129,150	129,310	129,470	129,630	129,790	129,950	130,110	130,270	130,430	130,590	130,750	130,910	131,070	131,230	131,390	131,550	131,710	131,870	132,030	132,190	132,350	132,510	132,670	132,830	132,990	133,150	133,310	133,470	133,630	133,790	133,950	134,110	134,270	134,430	134,590	134,750	134,910	135,070	135,230	135,390	135,550	135,710	135,870	136,030	136,190	136,350	136,510	136,670	136,830	136,990	137,150	137,310	137,470	137,630	137,790	137,950	138,110	138,270	138,430	138,590	138,750	138,910	139,070	139,230	139,390	139,550	139,710	139,870	140,030	140,190	140,350	140,510	140,670	140,830	140,990	141,150	141,310	141,470	141,630	141,790	141,950	142,110	142,270	142,430	142,590	142,750	142,910	143,070	143,230	143,390	143,550	143,710	143,870	144,030	144,190	144,350	144,510	144,670	144,830	144,990	145,150	145,310	145,470	145,630	145,790	145,950	146,110	146,270	146,430	146,590	146,750	146,910	147,070	147,230	147,390	147,550	147,710	147,870	148,030	148,190	148,350	148,510	148,670	148,830	148,990	149,150	149,310	149,470	149,630	149,790	149,950	150,110	150,270	150,430	150,590	150,750	150,910	151,070	151,230	151,390	151,550	151,710	151,870	152,030	152,190	152,350	152,510	152,670	152,830	152,990	153,150	153,310	153,470	153,630	153,790	153,950	154,110	154,270	154,430	154,590	154,750	154,910	155,070	155,230	155,390	155,550	155,710	

4.6 Analisis Ketersediaan Air Irigasi Daerah Irigasi Merancang

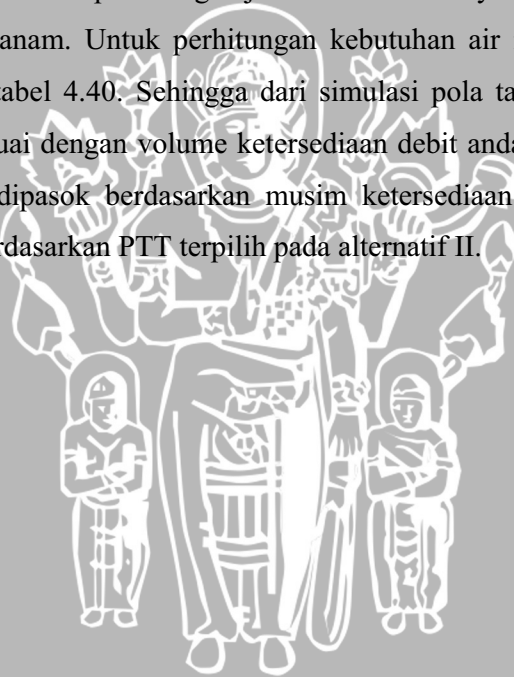
4.6.1 Neraca Air Daerah Irigasi Merancang

Perhitungan neraca air ditentukan berdasarkan debit air yang tersedia dan debit air kebutuhan tiap periode dalam satu tahun. Untuk perhitungan neraca air dapat dilihat pada tabel 4.41.

4.6.2 Volume Air Irigasi Daerah Irigasi Merancang

Dari perhitungan debit andalan pada Daerah Irigasi Merancang untuk tiap periode dalam satu tahun akan dihasilkan besar volume air dari debit andalan untuk masing-masing musim tanam. Untuk perhitungan volume air irigasi yang tersedia dapat dilihat pada tabel 4.42.

Perhitungan volume kebutuhan air irigasi didapatkan dari hasil perhitungan kebutuhan air di sawah dalam tiap satuan luas untuk tiap jenis tanaman sesuai dengan pola tanam, kemudian dilakukan perhitungan jumlah volume air yang dibutuhkan untuk masing-masing periode tanam. Untuk perhitungan kebutuhan air irigasi dapat dilihat pada tabel 4.36 sampai tabel 4.40. Sehingga dari simulasi pola tanamnya didapatkan pola tata tanam yang sesuai dengan volume ketersediaan debit andalan. Berikut adalah volume air yang dapat dipasok berdasarkan musim ketersediaan airnya yang dapat dilihat pada tabel 4.42 berdasarkan PTT terpilih pada alternatif II.



Tabel 4.41 Neraca Air Daerah Irigasi Merancang

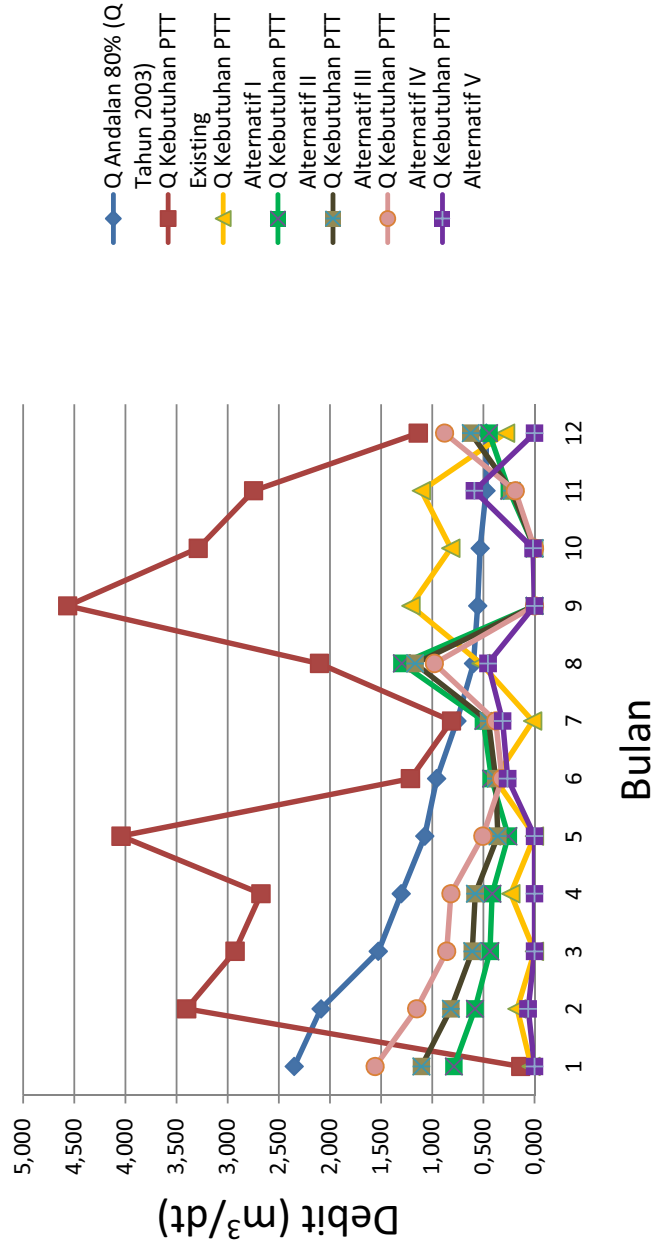
Bulan	Q andalan	PTT Eksisting		PTT Alternatif I		PTT Alternatif II		PTT Alternatif III		PTT Alternatif IV		PTT Alternatif V	
		Q keb	Lebih (+) Kurang (-)	Q keb	Lebih (+) Kurang (-)	Q keb	Lebih (+) Kurang (-)	Q keb	Lebih (+) Kurang (-)	Q keb	Lebih (+) Kurang (-)	Q keb	Lebih (+) Kurang (-)
Jan	2,349	0,134	2,215	0,033	2,315	0,788	1,561	1,105	1,244	1,558	0,791	0,000	2,349
Feb	2,086	3,401	-1,315	0,172	1,914	0,582	1,504	0,817	1,269	1,152	0,935	0,063	2,023
Mar	1,527	2,927	-1,400	0,000	1,527	0,433	1,094	0,608	0,919	0,857	0,670	0,000	1,527
Apr	1,303	2,674	-1,371	0,231	1,071	0,413	0,890	0,579	0,723	0,817	0,486	0,000	1,303
May	1,073	4,043	-2,970	0,000	1,073	0,256	0,817	0,359	0,714	0,506	0,567	0,000	1,073
Jun	0,957	1,212	-0,255	0,388	0,569	0,421	0,536	0,379	0,578	0,318	0,639	0,263	0,694
Jul	0,758	0,809	-0,052	0,018	0,740	0,499	0,259	0,449	0,309	0,378	0,380	0,312	0,446
Aug	0,596	2,102	-1,506	0,523	0,073	1,295	-0,699	1,165	-0,569	0,980	-0,384	0,454	0,142
Sep	0,556	4,564	-4,009	1,208	-0,652	0,000	0,556	0,000	0,556	0,000	0,556	0,000	0,556
Oct	0,531	3,287	-2,756	0,818	-0,287	0,000	0,531	0,000	0,531	0,000	0,531	0,014	0,518
Nov	0,474	2,746	-2,272	1,106	-0,632	0,247	0,227	0,222	0,251	0,187	0,287	0,588	-0,114
Dec	0,471	1,135	-0,664	0,283	0,188	0,444	0,027	0,623	-0,152	0,878	-0,407	0,000	0,471
Rerata Kekurangan													
Debit (m³/dt)			-1,363		-0,524		-0,699		-0,152		-0,407		-0,114
Volume (m³)		117.746,61		45.238,1				13.126,25		35.191,89			-

Sumber : Hasil Perhitungan

Keterangan:

Berdasarkan perbandingan debit andalan dan kebutuhan air masing-masing pola tanam tersebut, yang memiliki debit untuk mencukupi kebutuhan air irigasi adalah PTT Alternatif II karena waktu tanam (misal: padi) disesuaikan dengan musim tanamnya yaitu penghujan. Kekurangan debit pada bulan Agustus bisa dipengaruhi dari surplus pada bulan sebelumnya, karena nilai negatif (kekurangan air) hanya terhitung pada bulan ke-n saja.

Grafik Gabungan Perbandingan Debit Andalan 80% (Q Tahun 2003) dan Kebutuhan Air Irigasi D.I. Merancang



UNIVERSITAS
BRAWIJAYA

**Tabel 4.42 Perhitungan Volume Air Daerah Irigasi Merancang
(Berdasarkan PTT Terpilih yaitu Alternatif II)**

No.	Bulan	Q Andalan 80% (m ³ /dt)	Volume Air dari Q andalan x 10 ⁶ (m ³)		
			MT I	MT II	MT III
1	Januari	2,349		0,203	
2	Februari	2,086		0,180	
3	Maret	1,527		0,132	
4	April	1,303		0,113	
5	Mei	1,073		0,046	0,046
6	Juni	0,957			0,083
7	Juli	0,758			0,065
8	Agustus	0,596	0,026		0,026
9	September	0,556	0,048		
10	Oktober	0,531	0,046		
11	Nopember	0,474	0,041		
12	Desember	0,471		0,041	
Jumlah			0,161	0,715	0,220

Sumber : Hasil Perhitungan



Tabel 4.43 Perhitungan Kebutuhan Air Irigasi PTT Terpilih Alternatif II D.I. Merancang

Bulan	Periode	MT I		MT II		MT III	
		Padi	Palawija	Padi	Palawija	Padi	Palawija
Jan	I			0,164	0,000		
	II			0,278	0,000		
	III			0,345	0,000		
Feb	I			0,000	0,000		
	II			0,215	0,000		
	III			0,367	0,000		
Mar	I			0,243			
	II			0,000			
	III			0,190			
Apr	I			0,310			
	II			0,000			
	III			0,103			
May	I			0,144		0,144	0,000
	II			0,111		0,111	0,000
	III			0,000		0,000	0,000
Jun	I						0,062
	II						0,186
	III						0,000
Jul	I						0,000
	II						0,000
	III						0,000
Aug	I		0,000				0,000
	II		0,000				0,000
	III		0,000				0,000
Sep	I		0,000				
	II		0,000				
	III		0,000				
Oct	I		0,000				
	II		0,000				
	III		0,000				
Nov	I		0,000		0,000		
	II		0,000		0,000		
	III		0,000		0,000		
Dec	I			0,000	0,000		
	II			0,224	0,000		
	III			0,220	0,000		
Total	lt/dt/ha	-	0,000	2,916	0,000	0,256	0,248
	m ³ /dt/ha	-	0,0000	0,0029	0,0000	0,0003	0,0002
Volume	m³/ha	-	0,000	251,926	0,000	22,099	21,442

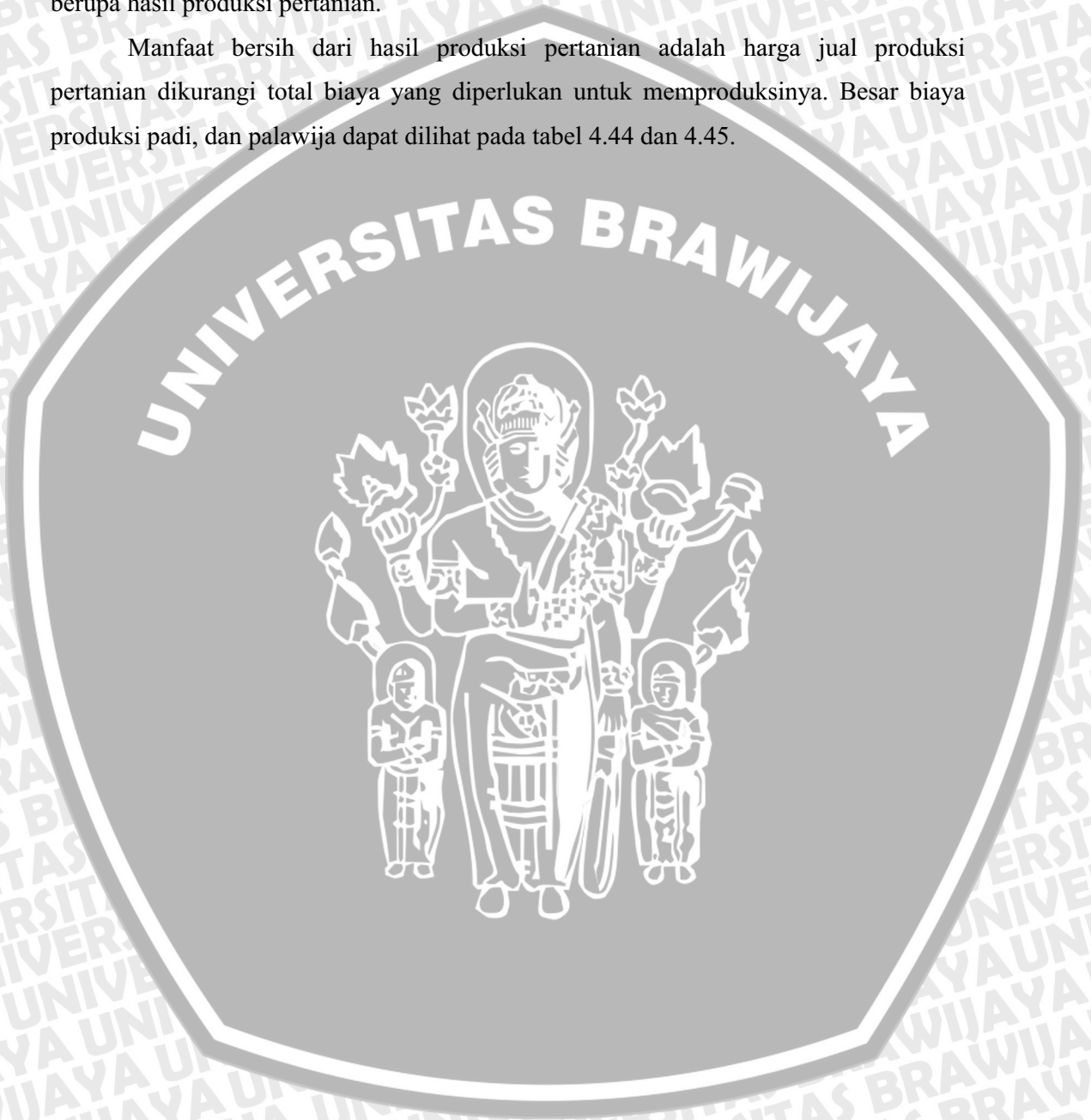
Sumber : Hasil Perhitungan



4.7 Analisis Manfaat Irigasi

Operasi pemanfaatan potensi air untuk irigasi dapat diartikan sebagai suatu pengaturan debit air guna dibagikan kepada masing-masing petak. Dengan optimasi pemanfaatan potensi air pada suatu periode waktu tertentu akan dapat diperoleh manfaat berupa hasil produksi pertanian.

Manfaat bersih dari hasil produksi pertanian adalah harga jual produksi pertanian dikurangi total biaya yang diperlukan untuk memproduksinya. Besar biaya produksi padi, dan palawija dapat dilihat pada tabel 4.44 dan 4.45.



4.44 Biaya Produksi Irigasi Sawah per Ha

No.	Keterangan	Padi			Palawija		
		Kebutuhan	Harga (Rp)	Total (Rp)	Kebutuhan	Harga (Rp)	Total (Rp)
1	Benih / Bibit	85 kg	4.850	412.250	75 kg	7.033	527.475
2	Pupuk Urea	250 kg	1.500	375.000	120 kg	1.500	180.000
	TSP	75 kg	2.000	150.000	70 kg	2.000	140.000
	KCL	75 kg	2.600	195.000	70 kg	2.600	182.000
3	Obat-obatan Insektisida	6 lt	25.000	150.000	4 lt	17.000	68.000
4	Tenaga	220 org	45.000	9.900.000	150 org	45.000	6.750.000
5	Hewan	15 ekor	25.000	375.000	6 ekor	25.000	150.000
	Jumlah Total			11.557.250			7.997.475

Sumber : Hasil Perhitungan

4.45 Manfaat Bersih Irigasi Sawah Per Ha

No	Jenis Tanaman	Hasil Prod (ton/ha)	Harga Jual (Rp/ton)	Total (Rp/ha)	Biaya Prod (Rp/ha)	Manfaat (Rp/ha)
1	Padi	2,87	5.800.000	16.640.200	11.557.250	5.082.950
2	Palawija	2,79	3.500.000	9.747.500	7.997.475	1.750.025

Sumber : Hasil Perhitungan

4.8 Analisis Model Matematika

Dalam studi ini akan dianalisa pemecahan dasar dalam program linier untuk mencari kombinasi yang terbaik antara sumber daya serta kendala-kendala yang ada sampai didapatkan manfaat yang sebesar-besarnya. Tetapi dalam analisa model matematik ini disesuaikan berdasarkan PTT terpilih yaitu PTT alternatif II.

Model matematika dalam program linier ini dibuat sesuai dengan fungsi sasaran yang ingin dicapai. Perumusan dalam analisa optimasi terdiri atas:

1. Fungsi sasaran

Dalam studi ini sasaran yang akan dicapai adalah untuk memperoleh keuntungan yang sebesar-besarnya dalam kaitannya dengan usaha pertanian untuk setiap periode musim tanam. Fungsi sasaran ini merupakan persamaan yang berisi variabel bebas yang akan dioptimumkan dan bentuk fungsinya adalah memaksimalkan keuntungan.

Persamaan untuk fungsi sasaran adalah sebagai berikut:

$$Z = \sum_{j=1}^n c_n x_n$$

Dengan:

Z = fungsi tujuan (keuntungan maksimum hasil pertanian) (Rp)

c_n = keuntungan / manfaat bersih irigasi sawah (Rp/Ha)

x_n = variabel sasaran irigasi (luas areal irigasi) (Ha)

Persamaan untuk fungsi sasaran dalam tiap-tiap periode dapat ditulis sebagai berikut:

Fungsi sasaran untuk MT I :

$$0 \left(\sum_{n=1}^{26} X_n \right) \leq 0,161 \times 10^6$$

Fungsi sasaran untuk MT II :

$$0 \left(\sum_{n=27}^{26} X_n \right) + 251,926 \left(\sum_{n=53}^{26} X_n \right) \leq 0,715 \times 10^6$$

Fungsi sasaran untuk periode III :

$$21,442 \left(\sum_{n=79}^{26} X_n \right) + 22,099 \left(\sum_{n=105}^{26} X_n \right) \leq 0,220 \times 10^6$$

2. Fungsi Kendala

Dalam suatu analisa optimasi, sumber daya yang akan dianalisa harus dalam keadaan terbatas. Keterbatasan sumber daya tersebut dinamakan sebagai syarat

ikatan atau kendala. Fungsi kendala ini merupakan persamaan yang membatasi kegunaan utama dan bentuk fungsi kendala ini adalah besar debit dan luas lahan.

Persamaan untuk fungsi kendala yaitu:

a. Volume air yang tersedia adalah sebagai berikut:

No	Debit andalan D.I. Merancang	Vol. Air dari Qandalan $\times 10^6$ (m ³)		
		Musim Tanam		
		I	II	III
1	Debit Andalan 80%	0,161	0,715	0,220

Sumber : Hasil Perhitungan

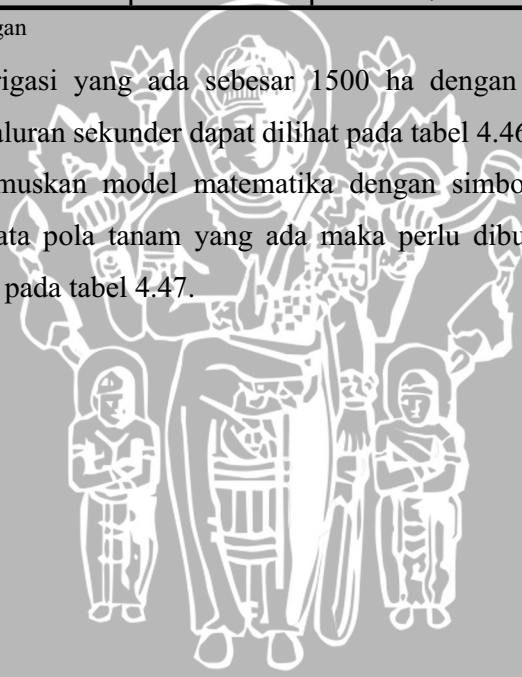
b. Kebutuhan air irigasi adalah sebagai berikut:

No	Pola Tanam D.I Merancang	Musim Tanam	Kebutuhan Air Irigasi (m ³ /ha)	
			Padi	Palawija
1	PTT Alternatif II	I	-	0,000
		II	251,926	0,000
		III	22,099	21,442

Sumber : Hasil Perhitungan

c. Luas areal irigasi yang ada sebesar 1500 ha dengan rincian luas untuk masing-masing saluran sekunder dapat dilihat pada tabel 4.46.

Untuk merumuskan model matematika dengan simbol-simbol matematis dengan menggunakan data pola tanam yang ada maka perlu dibuat suatu komponen model yang dapat dilihat pada tabel 4.47.



Tabel 4.46 Data Luas Lahan D.I. Merancang

No.	Saluran Daerah Irigasi	Nomenklatur	Luas	Keterangan
		Bangunan	Ha	
1	Saluran Induk Merancang	MR 1 Ka 1	92,8	Bangunan bagi sadap
		MR 1 Ka 2	45,3	Bangunan bagi sadap
		MR 2 Ka	30,3	Bangunan bagi sadap
		MR 2 Ki	10,3	Bangunan bagi sadap
		Mhi 0.1 Ki	24,7	Bangunan bagi sadap
2	Saluran Sekunder Ulak	UI 1 Ka	52,2	Bangunan sadap
		UI 1 Ki	54,7	Bangunan sadap
		UI 2 Ki 1	40,2	Bangunan sadap
		UI 2 Ki 2	61,6	Bangunan sadap
		UI 3 Ki	69,3	Bangunan sadap
		UI 4 Ka	73,9	Bangunan sadap
		UI 5 Ka	50,3	Bangunan sadap
		UI 5 Ki	70,5	Bangunan sadap
3	Saluran Sekunder Merancang Hulu	MHu 1 Ka	55,3	Bangunan sadap
		MHu 1 Ki	3	Bangunan sadap
		MHu 2 Ka	90,2	Bangunan sadap
		MHu 2 Ki	4,6	Bangunan sadap
		MHu 2 Tgh	315,8	Bangunan sadap
4	Saluran Sekunder Merancang Hilir	MHi 1 Ka	21	Bangunan sadap
		MHi 1 Ki	30,4	Bangunan sadap
		MHi 2 Ki 1	59,6	Bangunan sadap
		MHi 2 Ka 2	57,2	Bangunan sadap
		MHi 3 Ki	6,7	Bangunan sadap
		Mhi 4 Ka 1	45,2	Bangunan sadap
		Mhi 4 Ka 2	62,2	Bangunan sadap
		Mhi 4 Ka 3	72,7	Bangunan sadap
Total Luas Lahan			1500	

Sumber : Departemen Pekerjaan Umum, 1990

Tabel 4.47 Fungsi Kendala Berdasarkan Luas Tanam

MT I			MT II			MT III				
K4	= X_1	$\leq 92,8$	K30	= X_{27}	+ X_{53}	$\leq 92,8$	K56	= X_{79}	+ X_{105}	$\leq 92,8$
K5	= X_2	$\leq 45,3$	K31	= X_{28}	+ X_{54}	$\leq 45,3$	K57	= X_{80}	+ X_{106}	$\leq 45,3$
K6	= X_3	$\leq 30,3$	K32	= X_{29}	+ X_{55}	$\leq 30,3$	K58	= X_{81}	+ X_{107}	$\leq 30,3$
K7	= X_4	$\leq 10,3$	K33	= X_{30}	+ X_{56}	$\leq 10,3$	K59	= X_{82}	+ X_{108}	$\leq 10,3$
K8	= X_5	$\leq 24,7$	K34	= X_{31}	+ X_{57}	$\leq 24,7$	K60	= X_{83}	+ X_{109}	$\leq 24,7$
K9	= X_6	$\leq 52,2$	K35	= X_{32}	+ X_{58}	$\leq 52,2$	K61	= X_{84}	+ X_{110}	$\leq 52,2$
K10	= X_7	$\leq 54,7$	K36	= X_{33}	+ X_{59}	$\leq 54,7$	K62	= X_{85}	+ X_{111}	$\leq 54,7$
K11	= X_8	$\leq 40,2$	K37	= X_{34}	+ X_{60}	$\leq 40,2$	K63	= X_{86}	+ X_{112}	$\leq 40,2$
K12	= X_9	$\leq 61,6$	K38	= X_{35}	+ X_{61}	$\leq 61,6$	K64	= X_{87}	+ X_{113}	$\leq 61,6$
K13	= X_{10}	$\leq 69,3$	K39	= X_{36}	+ X_{62}	$\leq 69,3$	K65	= X_{88}	+ X_{114}	$\leq 69,3$
K14	= X_{11}	$\leq 73,9$	K40	= X_{37}	+ X_{63}	$\leq 73,9$	K66	= X_{89}	+ X_{115}	$\leq 73,9$
K15	= X_{12}	$\leq 50,3$	K41	= X_{38}	+ X_{64}	$\leq 50,3$	K67	= X_{90}	+ X_{116}	$\leq 50,3$
K16	= X_{13}	$\leq 70,5$	K42	= X_{39}	+ X_{65}	$\leq 70,5$	K68	= X_{91}	+ X_{117}	$\leq 70,5$
K17	= X_{14}	$\leq 55,3$	K43	= X_{40}	+ X_{66}	$\leq 55,3$	K69	= X_{92}	+ X_{118}	$\leq 55,3$
K18	= X_{15}	≤ 3	K44	= X_{41}	+ X_{67}	≤ 3	K70	= X_{93}	+ X_{119}	≤ 3
K19	= X_{16}	$\leq 90,2$	K45	= X_{42}	+ X_{68}	$\leq 90,2$	K71	= X_{94}	+ X_{120}	$\leq 90,2$
K20	= X_{17}	$\leq 4,6$	K46	= X_{43}	+ X_{69}	$\leq 4,6$	K72	= X_{95}	+ X_{121}	$\leq 4,6$
K21	= X_{18}	$\leq 315,8$	K47	= X_{44}	+ X_{70}	≤ 316	K73	= X_{96}	+ X_{122}	$\leq 315,8$
K22	= X_{19}	≤ 21	K48	= X_{45}	+ X_{71}	≤ 21	K74	= X_{97}	+ X_{123}	≤ 21
K23	= X_{20}	$\leq 30,4$	K49	= X_{46}	+ X_{72}	$\leq 30,4$	K75	= X_{98}	+ X_{124}	$\leq 30,4$
K24	= X_{21}	$\leq 59,6$	K50	= X_{47}	+ X_{73}	$\leq 59,6$	K76	= X_{99}	+ X_{125}	$\leq 59,6$
K25	= X_{22}	$\leq 57,2$	K51	= X_{48}	+ X_{74}	$\leq 57,2$	K77	= X_{100}	+ X_{126}	$\leq 57,2$
K26	= X_{23}	$\leq 6,7$	K52	= X_{49}	+ X_{75}	$\leq 6,7$	K78	= X_{101}	+ X_{127}	$\leq 6,7$
K27	= X_{24}	$\leq 45,2$	K53	= X_{50}	+ X_{76}	$\leq 45,2$	K79	= X_{102}	+ X_{128}	$\leq 45,2$
K28	= X_{25}	$\leq 62,2$	K54	= X_{51}	+ X_{77}	$\leq 62,2$	K80	= X_{103}	+ X_{129}	$\leq 62,2$
K29	= X_{26}	$\leq 72,7$	K55	= X_{52}	+ X_{78}	$\leq 72,7$	K81	= X_{104}	+ X_{130}	$\leq 72,7$



4.9 Analisis Hasil Optimasi

Proses analisis optimasi dalam studi ini menggunakan program linear dengan bantuan fasilitas solver dalam Microsoft Excel. Analisis ini dilakukan dengan memasukkan nilai-nilai parameter fungsi sasaran dan fungsi kendala akan diperoleh hasil atau keluaran dari komponen-komponen variabel serta harga dari fungsi sasaran dari hasil optimasi yang dilakukan sesuai PTT terpilih (alternatif II). Hasil running luasan dan keuntungan maksimum dengan menggunakan fasilitas solver dapat dilihat pada tabel 4.48 – 4.49.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Tabel 4.48 Output Program Solver

MT I		Luas		MT III		Kendala		Kontrol	
Var	Nilai	Var	Nilai	Var	Nilai	Var	Nilai	Var	Nilai
X ₁	92,800	X ₂₇	92,800	X ₅₃	92,800	K1	0,00	V1	160,613,013
X ₂	45,300	X ₂₈	45,300	X ₈₀	45,300	K2	0,00	V2	714,690,027
X ₃	30,300	X ₂₉	30,300	X ₈₁	30,300	K3	32,163,71	V3	220,266,560
X ₄	10,300	X ₃₀	10,300	X ₈₂	10,300	K4	92,800	V4	92,800
X ₅	24,700	X ₃₁	24,700	X ₈₃	24,700	K5	45,300	V5	45,300
X ₆	52,200	X ₃₂	52,200	X ₈₄	52,200	K6	30,300	V6	30,300
X ₇	54,700	X ₃₃	54,700	X ₈₅	54,700	K7	10,300	V7	10,300
X ₈	40,200	X ₃₄	40,200	X ₈₆	40,200	K8	24,700	V8	24,700
X ₉	61,600	X ₃₅	61,600	X ₈₇	61,600	K9	52,200	V9	52,200
X ₁₀	69,300	X ₃₆	69,300	X ₈₈	69,300	K10	54,700	V10	54,700
X ₁₁	73,900	X ₃₇	73,900	X ₈₉	73,900	K11	40,200	V11	40,200
X ₁₂	50,300	X ₃₈	50,300	X ₉₀	50,300	K12	61,600	V12	61,600
X ₁₃	70,500	X ₃₉	70,500	X ₉₁	70,500	K13	69,300	V13	69,300
X ₁₄	55,300	X ₄₀	55,300	X ₉₂	55,300	K14	73,900	V14	73,900
X ₁₅	3,000	X ₄₁	3,000	X ₉₃	3,000	K15	50,300	V15	50,300
X ₁₆	90,200	X ₄₂	90,200	X ₉₄	90,200	K16	70,500	V16	70,500
X ₁₇	4,600	X ₄₃	4,600	X ₉₅	4,600	K17	55,300	V17	55,300
X ₁₈	315,800	X ₄₄	315,800	X ₉₆	315,800	K18	3,000	V18	3,000
X ₁₉	21,000	X ₄₅	21,000	X ₉₇	21,000	K19	90,200	V19	90,200
X ₂₀	30,400	X ₄₆	30,400	X ₉₈	30,400	K20	4,600	V20	4,600
X ₂₁	59,600	X ₄₇	59,600	X ₉₉	59,600	K21	315,800	V21	315,800
X ₂₂	57,200	X ₄₈	57,200	X ₁₀₀	57,200	K22	21,000	V22	21,000
X ₂₃	6,700	X ₄₉	6,700	X ₁₀₁	6,700	K23	30,400	V23	30,400
X ₂₄	45,200	X ₅₀	45,200	X ₁₀₂	45,200	K24	59,600	V24	59,600
X ₂₅	62,200	X ₅₁	62,200	X ₁₀₃	62,200	K25	57,200	V25	57,200
X ₂₆	72,700	X ₅₂	72,700	X ₁₀₄	72,700	K26	6,700	V26	6,700
X ₂₇	0,000	X ₁₀₅	0,000	X ₁₀₅	0,000	K27	45,200	V27	45,200
X ₂₈	0,000	X ₁₀₆	0,000	X ₁₀₆	0,000	K28	62,200	V28	62,200
X ₂₉	0,000	X ₁₀₇	0,000	X ₁₀₇	0,000	K29	72,700	V29	72,700
X ₃₀	0,000	X ₁₀₈	0,000	X ₁₀₈	0,000	K30	92,800	V30	92,800
X ₃₁	0,000	X ₁₀₉	0,000	X ₁₀₉	0,000	K31	45,300	V31	45,300
X ₃₂	0,000	X ₁₁₀	0,000	X ₁₁₀	0,000	K32	30,300	V32	30,300
X ₃₃	0,000	X ₁₁₁	0,000	X ₁₁₁	0,000	K33	10,300	V33	10,300
X ₃₄	0,000	X ₁₁₂	0,000	X ₁₁₂	0,000	K34	24,700	V34	24,700
X ₃₅	0,000	X ₁₁₃	0,000	X ₁₁₃	0,000	K35	52,200	V35	52,200
X ₃₆	0,000	X ₁₁₄	0,000	X ₁₁₄	0,000	K36	54,700	V36	54,700
X ₃₇	0,000	X ₁₁₅	0,000	X ₁₁₅	0,000	K37	40,200	V37	40,200
X ₃₈	0,000	X ₁₁₆	0,000	X ₁₁₆	0,000	K38	61,600	V38	61,600
X ₃₉	0,000	X ₁₁₇	0,000	X ₁₁₇	0,000	K39	69,300	V39	69,300
X ₄₀	0,000	X ₁₁₈	0,000	X ₁₁₈	0,000	K40	73,900	V40	73,900
X ₄₁	0,000	X ₁₁₉	0,000	X ₁₁₉	0,000	K41	50,300	V41	50,300
X ₄₂	0,000	X ₁₂₀	0,000	X ₁₂₀	0,000	K42	70,500	V42	70,500
X ₄₃	0,000	X ₁₂₁	0,000	X ₁₂₁	0,000	K43	55,300	V43	55,300
X ₄₄	0,000	X ₁₂₂	0,000	X ₁₂₂	0,000	K44	3,000	V44	3,000
X ₄₅	0,000	X ₁₂₃	0,000	X ₁₂₃	0,000	K45	90,200	V45	90,200
X ₄₆	0,000	X ₁₂₄	0,000	X ₁₂₄	0,000	K46	4,600	V46	4,600
X ₄₇	0,000	X ₁₂₅	0,000	X ₁₂₅	0,000	K47	315,800	V47	315,800
X ₄₈	0,000	X ₁₂₆	0,000	X ₁₂₆	0,000	K48	21,000	V48	21,000
X ₄₉	0,000	X ₁₂₇	0,000	X ₁₂₇	0,000	K49	30,400	V49	30,400
X ₅₀	0,000	X ₁₂₈	0,000	X ₁₂₈	0,000	K50	59,600	V50	59,600
X ₅₁	0,000	X ₁₂₉	0,000	X ₁₂₉	0,000	K51	57,200	V51	57,200
X ₅₂	0,000	X ₁₃₀	0,000	X ₁₃₀	0,000	K52	6,700	V52	6,700
X ₅₃	45,200					K53	45,200	V53	45,200
X ₅₄	62,200					K54	62,200	V54	62,200
X ₅₅	72,700					K55	72,700	V55	72,700
X ₅₆	92,800					K56	92,800	V56	92,800
X ₅₇	45,300					K57	45,300	V57	45,300
X ₅₈	30,300					K58	30,300	V58	30,300
X ₅₉	10,300					K59	10,300	V59	10,300
X ₆₀	24,700					K60	24,700	V60	24,700
X ₆₁	52,200					K61	52,200	V61	52,200
X ₆₂	54,700					K62	54,700	V62	54,700
X ₆₃	40,200					K63	40,200	V63	40,200
X ₆₄	61,600					K64	61,600	V64	61,600
X ₆₅	69,300					K65	69,300	V65	69,300
X ₆₆	73,900					K66	73,900	V66	73,900
X ₆₇	50,300					K67	50,300	V67	50,300
X ₆₈	70,500					K68	70,500	V68	70,500
X ₆₉	55,300					K69	55,300	V69	55,300
X ₇₀	3,000					K70	3,000	V70	3,000
X ₇₁	90,200					K71	90,200	V71	90,200
X ₇₂	4,600					K72	4,600	V72	4,600
X ₇₃	315,800					K73	315,800	V73	315,800
X ₇₄	21,000					K74	21,000	V74	21,000
X ₇₅	30,400					K75	30,400	V75	30,400
X ₇₆	59,600					K76	59,600	V76	59,600
X ₇₇	57,200					K77	57,200	V77	57,200
X ₇₈	6,700					K78	6,700	V78	6,700
X ₇₉	45,200					K79	45,200	V79	45,200
X ₈₀	62,200					K80	62,200	V80	62,200
X ₈₁	72,700					K81	72,700	V81	72,700
variabel "X" tiap MT									
Rumus f(kendala)						luasan petak			





Hasil Optimasi		
MT I	Σ Luas Padi	0,000
(Ha)	Σ Luas Palawija	1500,000
MT II	Σ Luas Padi	1500,000
(Ha)	Σ Luas Palawija	0,000
MT III	Σ Luas Padi	1500,000
(Ha)	Σ Luas Palawija	0,000
Z	MT I	2.625.037.500,00
(Rp)	MT II	7.624.425.000,00
	MT III	7.624.425.000,00

Sehingga berdasarkan Pola Tata Tanam terpilih yang disesuaikan dengan ketersediaan debit atas luasan maksimumnya, didapatkan keuntungan maksimum :

MT I = Rp. 2.625.037.500,00

MT II = Rp. 7.624.425.000,00

MT III = Rp. 7.624.425.000,00

Atau pada 1 tahun didapatkan keuntungan sebesar = Rp. 17.873.887.500,00



BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Studi optimasi di Daerah Irigasi Merancang Kabupaten Berau Kalimantan Timur ini dimaksudkan untuk mendapatkan keuntungan maksimum hasil produksi pertanian yang ada berdasarkan Pola Tata Tanam terpilih dengan menggunakan debit air irigasi yang tersedia.

Dengan ditunjang analisa data-data serta program yang telah disiapkan, berdasarkan rumusan masalah, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Besar debit andalan yang ada di Daerah Irigasi Merancang adalah sebagai berikut:

Tabel 5.1 Debit Andalan Daerah Irigasi Merancang

No.	Bulan	Q andalan 80%
		(m ³ /dt) 2003
1	Jan	2,349
2	Feb	2,086
3	Mar	1,527
4	Apr	1,303
5	May	1,073
6	Jun	0,957
7	Jul	0,758
8	Aug	0,596
9	Sep	0,556
10	Oct	0,531
11	Nov	0,474
12	Dec	0,471

Sumber : Hasil Perhitungan

2. Dari hasil optimasi Pola tersebut diperoleh alternatif II dengan pola palawija – padi/palawija(jagung) – palawija yang memenuhi atas ketersediaan air terhadap kebutuhan air irigasinya.
3. Dari hasil PTT tersebut, maka volume air yang dapat dipasok untuk kebutuhan irigasinya ditabelkan sebagai berikut :

Tabel 5.2 Perhitungan Volume Air dari Debit Andalan D.I. Merancang

No	Debit andalan D.I. Merancang	Vol. Air dari Qandalan x10 ⁶ (m ³ /dtk)		
		Musim Tanam		
		I	II	III
1	Debit Andalan 80%	0,161	0,715	0,220

Sumber : Hasil Perhitungan

4. Dari hasil PTT terpilih, maka keuntungan maksimum yang didapat berdasarkan program solver adalah :

Hasil Optimasi		
MT I	Σ Luas Padi	0,000
(Ha)	Σ Luas Palawija	1500,000
MT II	Σ Luas Padi	1500,000
(Ha)	Σ Luas Palawija	0,000
MT III	Σ Luas Padi	1500,000
(Ha)	Σ Luas Palawija	0,000
Z	MT I	2.625.037.500,00
(Rp)	MT II	7.624.425.000,00
	MT III	7.624.425.000,00

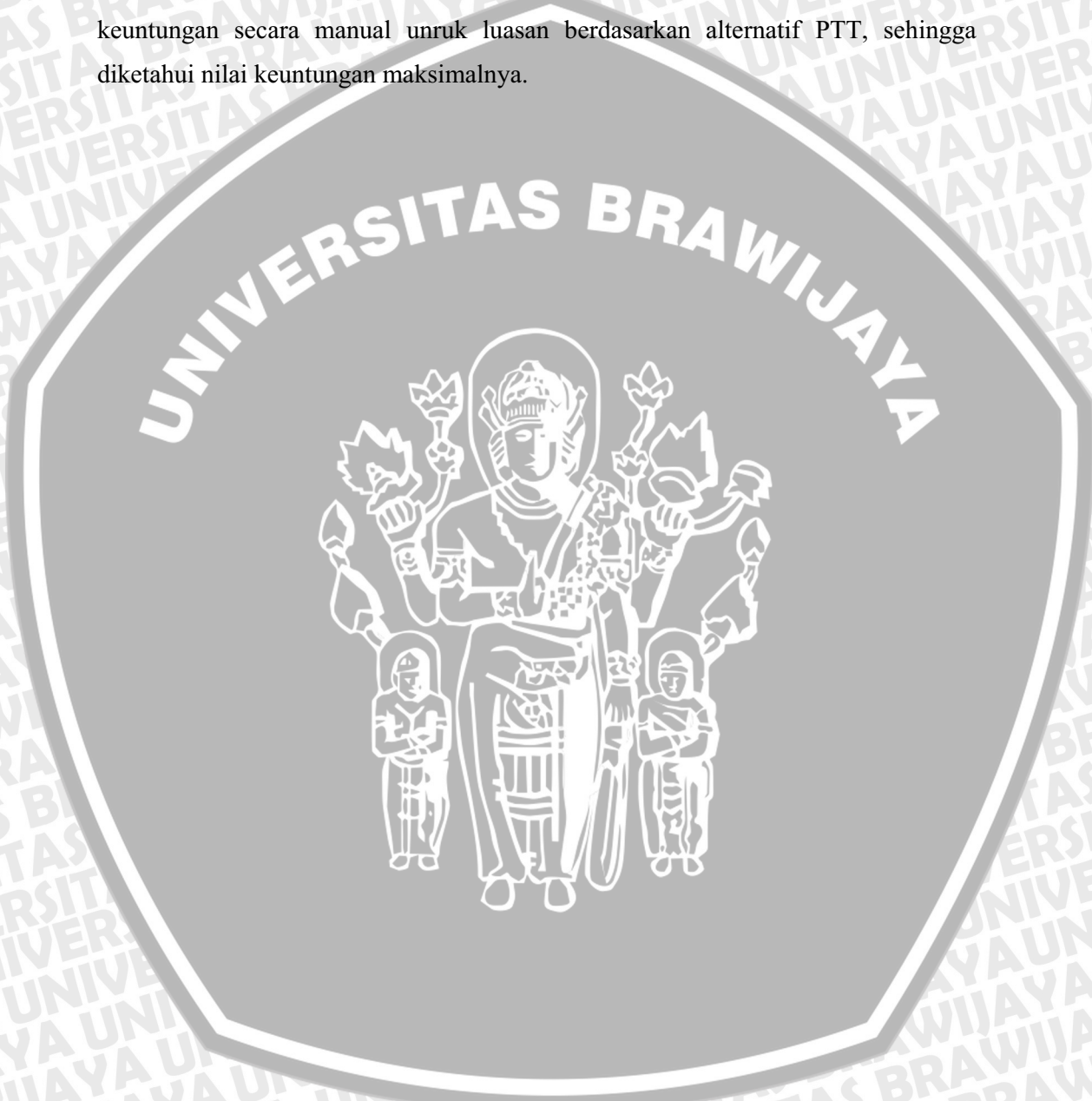
Sehingga dalam 1 tahun, keuntungan yang didapat sebesar Rp. 17.873.887.500,00.

5.2 Saran

Dari kajian yang telah dilakukan, maka untuk memudahkan dalam pelaksanaan di lapangan maka penulis mengusulkan saran sebagai berikut :

1. Dalam melaksanakan pola tanam, petani (HIPPA) seharusnya memperhatikan ketersediaan debit yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan air irigasi tersebut.
2. Untuk petani jika pada tahun berikutnya terjadi ketersediaan debit lebih kecil dari hasil analisa studi ini maka pola tanamnya bisa diganti dengan palawija untuk semua musim tanamnya. Sehingga luasan yang baru sebesar 1500 bisa tetap dimanfaatkan.
3. Perlunya pengawasan secara serius mengenai operasional kebutuhan air karena kecilnya ketersediaan debit di Bendung Merancang, sehingga diperlukan pengawasan terhadap pencurian air oleh petugas yang terkait.

4. Bagi penulis berikutnya, hasil keluaran optimasi dengan menggunakan Metode Program Linier sebaiknya dibandingkan dengan metode lainnya sehingga dapat diketahui selisih hasil keluaran dari masing-masing metode.
5. Karena perhitungan luas lahan dengan menggunakan program linier dan hasil alternatif PTT berbeda, untuk petani atau dinas terkait perlu dilakukan perhitungan keuntungan secara manual unruk luasan berdasarkan alternatif PTT, sehingga diketahui nilai keuntungan maksimalnya.



DAFTAR PUSTAKA

- Aftriana, Varin. 2008. *Analisa Distribusi Air Irigasi Jepun Wilayah UPTD Lenteng Kabupaten Sumenep*. Skripsi. Malang : Jurusan Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
- Anonim. 1986. *Standar Perencanaan Irigasi (Kriteria Perencanaan 01)*. Bandung: CV Galang Persada.
- Anonim. 1986. *Standar Perencanaan Irigasi (Kriteria Perencanaan Penunjang)*. Bandung: CV Galang Persada
- Anonim. 1997. *Pedoman Operasi dan Pemeliharaan Jaringan Irigasi Edisi-IV*. Direktorat Jenderal Pengairan: Departemen Pekerjaan Umum
- Penman Monteith. 1998. *Penman Monteith Equation*. <http://en.yahoo.com/Penman-Monteith>.
- Prabowo, Setya Hadi. 2008. *Studi Optimasi Pemanfaatan Air Irigasi Pada Daerah Irigasi Kedungkandang Kabupaten Malang*. Skripsi. Malang : Jurusan Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
- Radityo, Permadi. 2008. *Aplikasi Model Nreca untuk Memprediksi Debit Aliran Sungai (Studi Kasus Daerah Tangkapan Air Bendung Mergan)*. PKN. Malang : Jurusan Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
- S, Chrisnawan. 1994. *Kriteria Desain Embung Kecil untuk Daerah Semi Kering di Indonesia*. Bandung : Badan Litbang Departemen Pekerjaan Umum.
- Sayekti, Rini Wahyu. 2006. *Diktat Perkuliahan Irigasi Dasar 2006*. Jurusan Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
- Soemarto, C.D. 1986. *Hidrologi Teknik Edisi 1*. Surabaya: Usaha Nasional.
- Soeyanto, Agoes. 1990. *Kajian Optimasi Lahan pada Daerah Irigasi Barugbug guna Peningkatan Efisiensi Pertanian*. Skripsi. Malang : Jurusan Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
- Sosrodarsono, S dan Takeda, K. 1978. *Hidrologi Untuk Pengairan*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Subarkah, Iman. 1980. *Hidrologi untuk Perencanaan Bangunan Air*. Bandung: Idea Dharma.
- Suhardjono. 1994. *Kebutuhan Air Tanaman*. Malang: Institut Teknologi Nasional

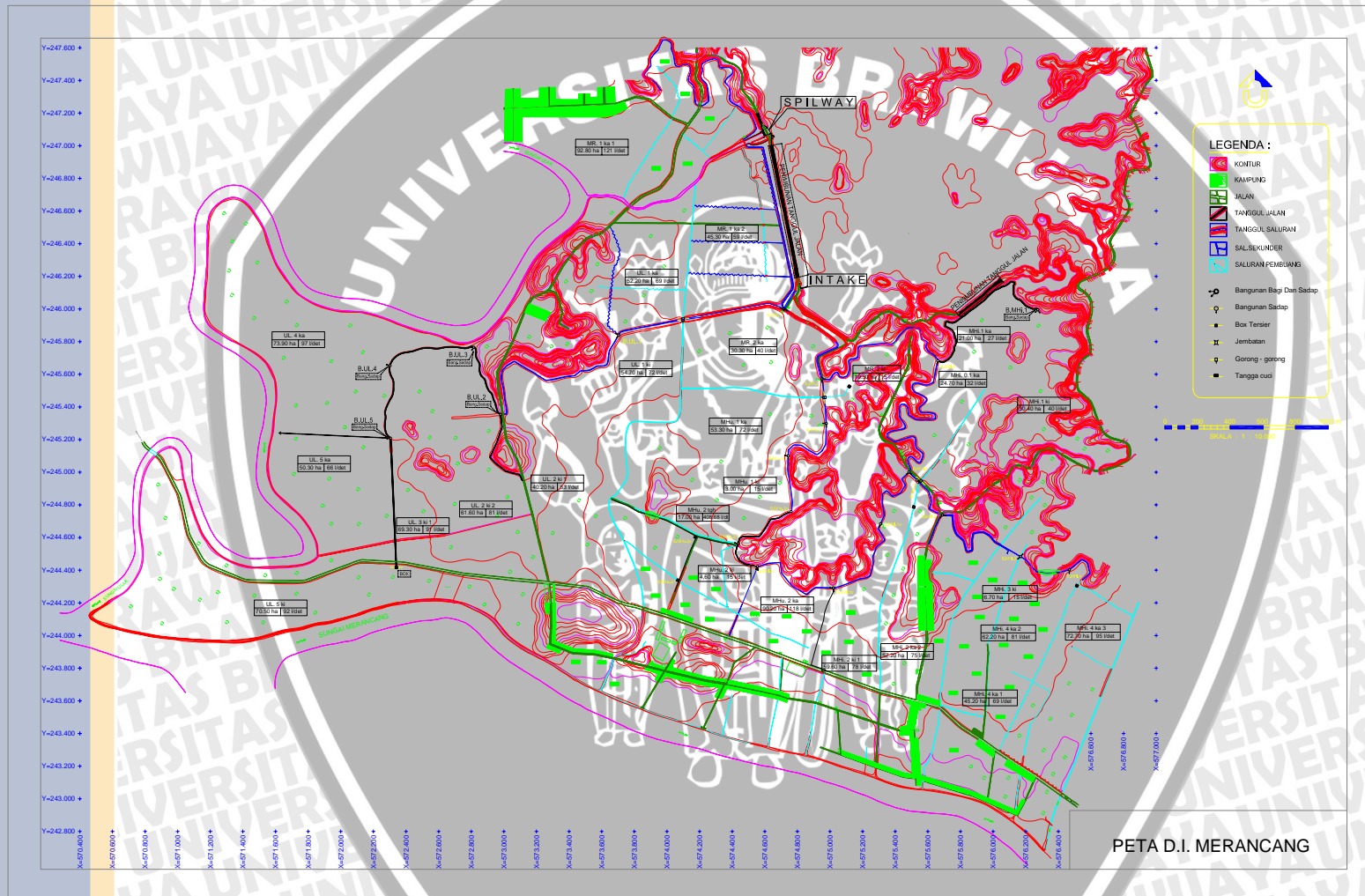
Yuliningtyas, Cristina Dwi. 2006. *Tugas Besar Irigasi Dasar*. Malang : Jurusan Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.

Yuliningtyas, Cristina Dwi. 2008. *Inventarisasi Daerah Irigasi Segaran (Dam Segaran) Kecamatan Pakisaji Kabupaten Malang*. PKN. Malang : Jurusan Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.

www.bakosurtanal.co.id/KabupatenBerau.

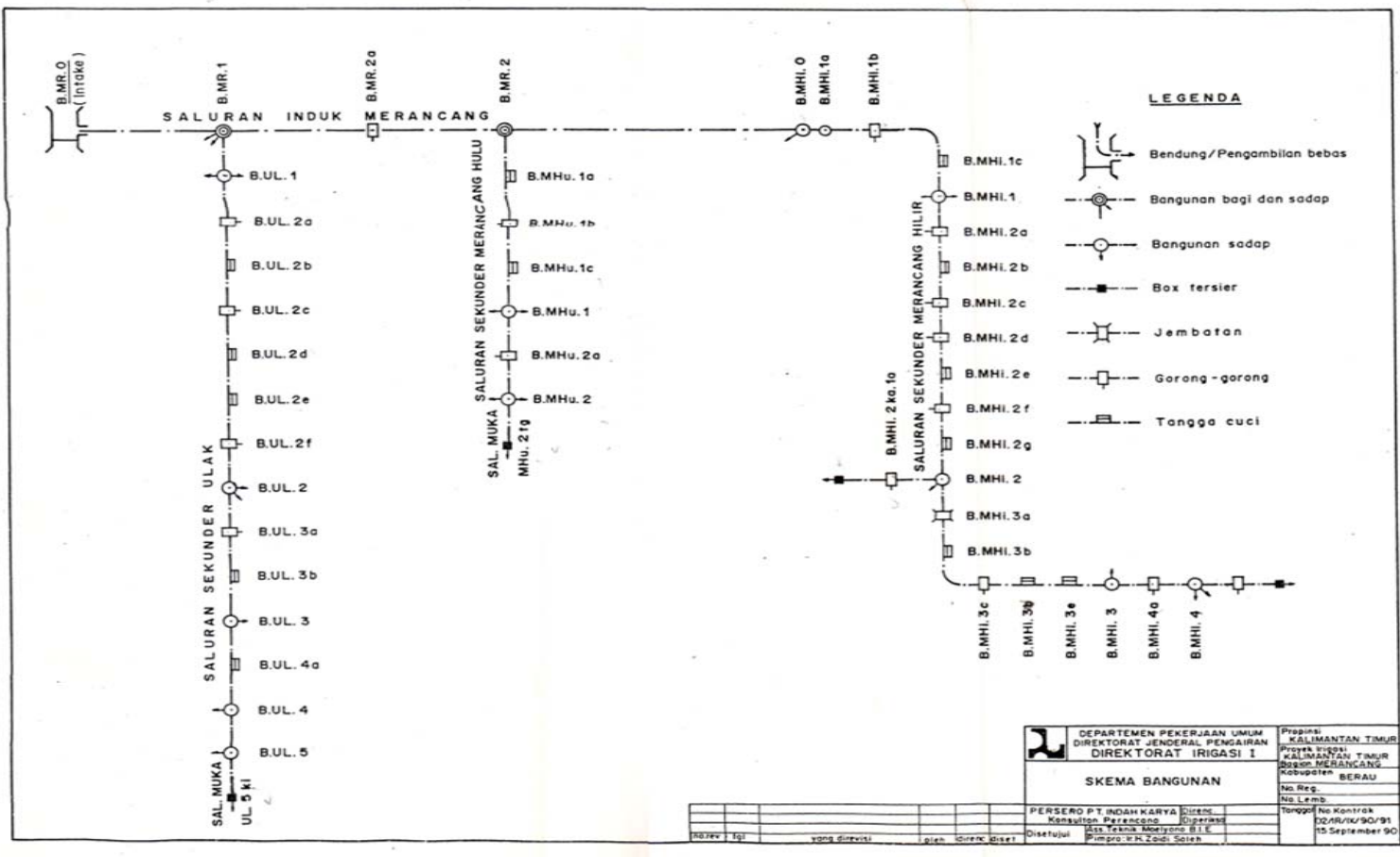
www.google.com/KabupatenBeraudalamAngka2007.







Gambar Peta DAS Bendung Merancang



DEPARTEMEN PEKERJAAN UMUM DIREKTORAT JENDERAL PENGAIRAN DIREKTORAT IRIGASI I	Propinsi KALIMANTAN TIMUR
	Proyek Irigasi KALIMANTAN TIMUR DASIR MERANCANG Kabupaten BERAU
SKEMA BANGUNAN	
PERSERO PT INDAH KARYA Kabupaten Perantas Disetujui	No. Reg. No. Lemb. Tanggal No. Kontrak 02/08/90/90/91 15 September 90

