

SKRIPSI

OPTIMASI ALOKASI AIR UNTUK IRIGASI SAWAH

(Studi Kasus : Daerah Irigasi Desa Pangkalan Indarung)

Diajukan Kepada Universitas Islam Kuantan Singingi
Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana
Strata 1 (S-1) Teknik Sipil



Disusun Oleh :

DWI PRAYOGA

NPM : 170204005

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM KUANTAN SINGINGI
TELUK KUANTAN**

2022

LEMBAR PERSETUJUAN

OPTIMASI KEBUTUHAN AIR UNTUK IRIGASI SAWAH

(STUDI KASUS : DAERAH IRIGASI DESA PANGKALAN INDARUNG)

Yang Dipersiapkan Dan Disusun Oleh

DWI PRAYOGA

NPM. 170204005

Skripsi ini telah disetujui untuk dilaksanakan ujian pada tanggal 09 Juni 2022.

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II

CHITRA HERMAWAN, S.T., M.T.

NIDN. 1022068901

JOKO TRIYANTO, S.T., M.T

NIDN. 1007078803

LEMBAR PENGESAHAN

SKRIPSI

OPTIMASI KEBUTUHAN AIR UNTUK IRIGASI SAWAH

(STUDI KASUS : DAERAH IRIGASI DESA PANGKALAN INDARUNG)

Diajukan Kepada Universitas Islam Kuantan Singingi

Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana

Strata 1 (S-1) Teknik Sipil

Disusun Oleh :

DWI PRAYOGA

NPM : 170204005

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

CHITRA HERMWAN, S.T, M.T.

Dosen Pembimbing I

Tanggal : 09 Juni 2022

JOKO TRIYANTO, S.T, M.T.

Dosen Pembimbing II

Tanggal : 09 Juni 2022

LEMBAR TIM PENGUJI

SKRIPSI

**OPTIMASI KEBUTUHAN AIR UNTUK IRIGASI SAWAH
(STUDI KASUS : DAERAH IRIGASI DESA PANGKALAN INDARUNG)**

Disusun Oleh :

DWI PRAYOGA

NPM : 170204005

**Telah Dipertahankan Di Depan Dosen Penguji
Pada Hari Kamis, Tanggal 09 Juni 2022 Pada Program Studi
Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Islam Kuantan Singingi**

Ketua : GUSMULYANI,S.T.,M.T. : ()

Pembimbing I : CHITRA HERMAWAN,S.T.,M.T. : ()

Pembimbing II : JOKO TRIYANTO,S.T.,M.T. : ()

Penguji I : ADE IRAWAN,S.T.,M.T. : ()

Penguji II : SURYA ADINATA,S.T.,M.T. : ()

HALAMAN PENGESAHAN

JUDUL : OPTIMASI KEBUTUHAN AIR UNTUK IRIGASI SAWAH
(STUDI KASUS : DAERAH IRIGASI DESA PANGKALAN
INDARUNG)
NAMA : DWI PRAYOGA
NPM : 170204005

Skripsi ini telah diujikan dan dipertahankan di depan Dewan Penguji pada sidang skripsi tanggal 09 Juni 2022. Menurut pandangan kami, skripsi ini memadai dari segi kualitas untuk tujuan penganugerahan gelar Sarjana Teknik (S.T)

Teluk Kuantan, 09 Juni 2022

Disahkan oleh Dewan Penguji :

Jabatan dalam Sidang	Nama Dewan Penguji	Tanda Tangan
Ketua Sidang	Gusmulyani, S.T.,M.T.	
Pembimbing I	Chitra Hermawan, S.T.,M.T.	
Pembimbing II	Joko Triyanto, S.T.,M.T.	
Penguji Utama	Ade Irawan, S.T.,M.T.	
Penguji Anggota	Surya Adinata, S.T.,M.T.	

Dekan
Fakultas Teknik

Ketua,
Program Studi Teknik Sipil

Chitra Hermawan, S.T., M.T
NIDN. 1022068901

Ade Irawan, S.T.,M.T.
NIDN. 1027117901

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini, Saya:

Nama : Dwi prayoga

NPM : 170204005

Program Studi : Teknik Sipil

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul :

“Optimasi Kebutuhan Air Untuk Irigasi Sawah (Studi Kasus : Daerah Irigasi Desa Pangkalan Indarung)”.

Apabila suatu saat nanti terbukti melakukan tindakan plagiat, maka saya akan menerima sanksi yang telah ditetapkan berupa pencabutan gelar akademik, serta sanksi lainnya sesuai norma yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Teluk Kuantan, 11 Oktober 2022

Penulis

DWI PRAYOGA

NPM : 170204005

MOTTO

”boleh jadi keterlambatanmu dari suatu perjalanan adalah keselamatan bagimu,boleh jadi tertundanya pernikahanmu adalah suatu keberkahan”

(Quraish shihab)

“Air adalah sumber utama kehidupan”

“Sedekah terbaik adalah memberi air”

(HR. Abu Daud)

“Apabila anda berbuat kebaikan kepada orang lain, maka anda telah berbuat baik terhadap diri sendiri”

(Benyamin Franklin)

OPTIMASI KEBUTUHAN AIR UNTUK IRIGASI SAWAH

(Studi Kasus : Daerah Irigasi Desa Pangkalan Indarung)

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mendapatkan pola tanam yang terbaik, sehingga pembagian debit air irigasi yang tersedia di daerah irigasi khususnya Daerah Irigasi Desa pangkalan indarung dapat dilakukan secara optimal. Sehingga memperoleh keuntungan yang optimum bagi tanaman padi dan jagung. Metode yang dapat menyelesaikan distribusi air secara optimal salah satunya yaitu dengan menggunakan Program Linier. Dimulai membuat model matematis yaitu fungsi tujuan dengan menggunakan bentuk persamaan, fungsi kendala dan didapat variabel keputusan untuk dimasukan ke program Lingo mendapatkan objective value sebagai variabel keuntungan yang didapat. Penjelasan optimasi disini ditekankan tentang bagaimana cara mengoptimalkan debit irigasi dengan mencoba tiga alternatif pola tanam (penentuan luas tanam optimum) dan keuntungan yang didapat dari hasil optimasi ketersediaan debit irigasi. Didapatlah hasil optimasi debit air di daerah irigasi Desa pangkalan indarung dengan cara membagi luas lahan dengan 3 (tiga) alternatif pola tata tanam I, II dan III pada tanaman padi dan jagung dengan luas tanah optimum 70ha mendapatkan keuntungan terbesar sebesar Rp. 13.372.245,-, yaitu pada pola tanam alternatif I. Dengan demikian, sebaiknya untuk tiap-tiap daerah irigasi selayaknya dilakukan optimasi supaya dapat mengoptimalkan debit air yang tersedia dengan alternatif pola tanam terbaik atau juga luas tanah yang optimum

Kata Kunci : Air, Irigasi, Kebutuhan

OPTIMIZATION OF IRRIGATION WATER NEEDS OF RICE FIELDS

(Case Study :The Irrigation Area of Pangkalan indarung)

ABSTRACT

The purpose of this study is to obtain the best cropping pattern, so that the distribution of available irrigation water flow in irrigation areas, especially the Pangkalan indarung Regional Irrigation can be performed optimally. So as to obtain optimum benefits for rice and corn. One of the method that can finished the distributing of the water optimally, by using Linier Program. It is started to make a mathematic model, that is an aim function by using similarity form, hindrance function, and obtained decisions variable to Insert to Lingo program and obtained objective value as a profit variable. The optimasi explanation here, concern about how to optimize irrigation debit by trying three alternative of plant pattern(the determination of optimum wide plant) and profit that obtained from the result of optimasi readiness of irrigation debit. The discharge water optimization in area Pangkalan indarung by dividing the width of land area with three alternative of plant pattern show that, in irrigation area of pangkalan indarung plant season I, II, and III, in rice and corn the width of optimum ground 70 ha, obtain the biggest profit as Rp. 13.372.245,-. that is in plant pattern in alternative I. So, it is better to each area of irrigation, properly undertaken optimasi in order to optimize debit water provided with alternative the best plant pattern or also the width of optimum ground

Keywords: water, irrigation, needs

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr.Wb

Puji syukur kita ucapkan kehadiran ALLAH SWT, yang telah memberikan rahmat dan hidayahnya kepada kita semua, sehingga dapat menyelesaikan Skripsi ini.

Skripsi ini merupakan salah satu syarat dalam sistem akademik terutama Jurusan Teknik Sipil untuk memenuhi kewajiban dalam meraih gelar sarjana Strata 1 dalam bentuk tulisan ilmiah.

Skripsi ini berjudul “**Optimasi Alokasi Air untuk Irigasi Sawah** (Studi Kasus : Daerah irigasi Desa Pangkalan Indarung)”.

Dengan selesainya Skripsi ini, atas peran serta dari semua pihak-pihak yang mendukung dan berkompeten dalam membantu kami, untuk itu diucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. H. NOPRIADI, S.K.M., M.Kes., Sebagai Rektor Universitas Islam Kuantan Singingi.
2. Bapak CHITRA HERMAWAN, S.T., M.T., Sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Kuantan Singingi Dan Dosen Pembimbing I
3. Bapak ADE IRAWAN, S.T., M.T., Sebagai Ketua Program Studi Teknik Sipil.
4. Bapak JOKO TRIYANTO, S.T., M.T., Sebagai Dosen Pembimbing II.
5. Bapak dan Ibu Dosen serta Staf pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Kuantan Singingi.
6. Kedua orang tua yang selalu memberikan dukungan moril dan materil
7. Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Kuantan Singingi.
8. Semua pihak yang terlibat dalam pembuatan skripsi ini.

Saya menyadari dalam penulisan skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan, untuk itu saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan untuk kesempurnaan penelitian ini. Kami mohon maaf apabila dalam penulisan skripsi ini terdapat

kesalahan, mengingat keterbatasan pengetahuan penulis. Saya berharap semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pihak – pihak yang berkepentingan.

Wassalamualaikum Wr.Wb

Teluk Kuantan, 27 januari 2022

Penulis,

DWI PRAYOGA

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN DEPAN	
LEMBAR PERSETUJUAN	
LEMBAR PENGESAHAN	
LEMBAR TIM PENGUJI.....	
HALAMAN PENGESAHAN.....	
LEMBAR PERNYATAAN	
MOTTO	
ABSTRAK	
KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR.....	v
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah	4
BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1 Penelitian Sebelumnya	5
2.2 Neraca Air	5
2.3 Alokasi Air	6
2.4 Irigasi	7
2.5 Maksud Dan Tujuan Irigasi.....	7

2.6	Ketersediaan Air (Debit)	8
2.6.1	FJ. Mock	9
2.7	Kebutuhan Air	12
2.7.1	Kebutuhan Air Irigasi	12
2.7.2	Kebutuhan Air Konsumtif	12
2.7.3	Kebutuhan Air Untuk Penyiapan Lahan	13
2.7.4	Kebutuhan Air Untuk Mengganti Lapisan Air (WLR)	13
2.7.5	Perkolasi.....	14
2.7.6	Curah Hujan Efektif	15
2.8	Optimasi... ..	15
2.9	Program Linier	16
2.9.1	Penentuan Model Alternatif Pola Tanam	17
2.9.2	Pembentukan Model Matematik	17
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	19
3.1	Lokasi Penelitian	19
3.2	Metodologi Penelitian	20
3.3	Metodologi Pengumpulan Data.....	20
3.4	Analisis Model Matematik.....	23
3.4.1	Fungsi Tujuan.....	24
3.4.2	Fungsi Kendala.....	24
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	27
4.1	Analisis Model Matematik.....	27
4.1.1	Fungsi Tujuan.....	29
4.1.2	Fungsi Kendala.....	29
4.2	Analisis Hasil Optimasi	31
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	34
5.1	Kesimpulan	34

5.2	Saran	35
-----	-------------	----

DAFTAR PUSTAKA	36
-----------------------------	-----------

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Lokasi Penelitian	21
Gambar 3.2	<i>Flowchart</i> penyusunan penelitian	22
Gambar 4.1	Grafik Hasil Optimasi Program LINGO	32

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Kebutuhan Air Irigasi	26
Tabel 4.1	Curah Hujan Efektif.....	28
Tabel 4.2	Volume Kebutuhan Air Irigasi	30
Tabel 4.3	Hasil Optimasi Program LINGO	32

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	tabel harga prduksi padi dan palawija
Lampiran 2	tabel debit,harga koofisien tanaman dan penyiapan lahan
Lampiran 3	curah hujan efektif
Lampiran 4	hasil lingo
Lampiran 5	kebutuhan air untuk padi dan jagung
Lampiran 6	table Eto
Lampiran 7	lampiran dokumentasi

DAFTAR NOTASI

P	= Probabilitas
M	= No urut data
N	= Jumlah data
R	= Curah hujan Daerah
R80	= Curah hujan kemungkinan terjadi sebesar 80%
Re	= Curah hujan efektif
C	= Faktor koreksi
W	= Bobot factor yang berhubungan dengan suhu dan elevasi
Rn	= net radiasi equivalen evaporasi
F(u)	= fungsi angin
Ea	= tekanan uap jenuh pada suhu
Ed	= tekanan uap udara
Ra	= Besaran angka angot
c	= Besaran angka korelasi
Kc	= Koefisien tanaman
Et0	= Evaporasi potensial
Etc	= Evaporasi tanaman
NFR	= Kebutuhan air untuk persiapan lahan
IR	= Kebutuhan air untuk konsumsi tanah

WLR	= Kebutuhan air untuk pergantian lapisan tanah
P	= Perkolasi
MOR	= <i>Main Off-Take water Requiement</i> , kebutuhan air pada pintu sadap utama
SOR	= <i>Seconday Off-Take water Requiement</i> , kebutuhan air pada pintu sadap sekunder
TOR	= <i>Tersier Off-Take water Requiement</i> , kebutuhan air pada pintu sadap tersier
E primer	= Efesien tingkat pimer
E sekunder	= Efesien tingkat sekunder
E tersier	= Efesien tingkat tersier
M	= Kebutuhan air untuk mengganti kehilangan air akibat evaporasi dan perkolasi
E0	= Evaporasi air terbuka
T	= Jangka waktu penyiapan lahan
S	= Kebutuhan air (untuk penjenuhan ditambah dengan lapisan air 50mm
DR	= Kebutuhan pengambilan air pada sumbernya
Etc	= Penggunaan Komsumtif

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penyimpangan dalam pelaksanaan tanam yang diterapkan seringkali tidak sesuai dengan pola tata tanam rencana atau rencana tata tanam detail yang diusulkan. Kasus ini umumnya sering terjadi disaat musim kemarau petani lebih banyak menanam jagung dari pada tanaman padi, sehingga tanaman jagung yang ditanam melebihi dari luas yang direncanakan. Kondisi semacam ini tentunya akan berpengaruh terhadap pertumbuhan dari tanaman padi itu sendiri yang pada akhirnya akan menyebabkan hasil produksi yang kurang maksimal. Hal ini akan menyebabkan debit air yang tersedia tidak dapat mencukupi kebutuhan air irigasi dan berakibat pemberian air tidak merata (Soetopo, 2009).

Indonesia merupakan negara agraris sehingga sangat wajar dilakukan pembangunan di bidang pertanian yang menjadi prioritas utama dalam agenda pembangunan nasional dan memberikan komitmen tinggi terhadap pembangunan ketahanan pangan. Hal itu sesuai dengan tuntutan UU No.7 tahun 1996 tentang pangan yaitu ketahanan pangan merupakan kewajiban pemerintah bersama masyarakat (Partowijoto, 2003).

Ketahanan pangan diartikan sebagai kondisi terpenuhinya pangan bagi rumah tangga yang tercermin dari tersedianya pangan yang cukup, baik dalam jumlah maupun mutunya, aman dan merata, serta terjangkau. Upaya yang dilakukan dalam rangka pembangunan di bidang pertanian untuk dapat meningkatkan produksi pangan di Indonesia yaitu usaha peningkatan produksi pangan dengan meluaskan areal tanam dan usaha peningkatan produksi pangan dengan cara-cara yang intensif pada lahan yang sudah ada antara lain dengan penggunaan bibit unggul, pemberian pupuk yang tepat serta dengan adanya jaringan irigasi yang baik guna mendapatkan pendistribusian air secara merata kesetiap saluran petak-petak sawah yang ada.

Pembangunan saluran irigasi untuk menunjang penyediaan bahan pangan nasional sangat diperlukan, sehingga ketersediaan air di lahan akan terpenuhi

walaupun lahan tersebut berada jauh dari sumber air permukaan (sungai). Hal tersebut tidak terlepas dari usaha teknik irigasi yaitu memberikan air dengan kondisi tepat mutu, tepat ruang dan tepat waktu dengan cara yang efektif dan ekonomis (Sudjarwadi, 1987).

Kontribusi prasarana dan sarana irigasi terhadap ketahanan pangan selama ini cukup besar yaitu sebanyak 84 persen produksi beras nasional bersumber dari daerah irigasi (Hasan, 2005).

Irigasi bagi tanaman padi diberikan dengan cara penggenangan bertujuan sebagai penyedia air yang cukup dan stabil untuk menjamin produksi padi. Luas tanah atau sawah di dalam daerah pengairan di bagi-bagi sedemikian rupa sehingga memudahkan pembagian airnya. Akan tetapi berbagai sistem alokasi air yang ada saat ini perlu ditinjau ulang. Karena debit air yang masuk ke bendung irigasi semakin lama semakin berkurang, sedangkan kebutuhan air semakin meningkat (Rini, 2005).

Faktor-faktor yang mempengaruhi pemberian air yang berlebihan, yaitu salah satunya adalah kurang tepatnya perencanaan penentuan pola tanam (jenis tanaman dan saat tanam) di daerah irigasi tersebut. Dalam rangka pengalokasian dan distribusi air tersebut diperlukan optimasi alokasi air irigasi, baik secara spasial (antar petak) maupun temporal (penjadwalan/ *scheduling*). Salah satu program yang dapat menyelesaikan distribusi air secara optimal adalah dengan Program Linier (Rini, 2005).

Program linier merupakan fungsi matematika yang sederhana, tetapi hasilnya cukup akurat, efektif jika seluruh variabel dapat diasumsi deterministic (dapat diprediksi secara tepat). Keterbatasan dari program linier, antara lain tidak dapat menganalisa sistem daerah irigasi yang kompleks, memiliki kesulitan terhadap waktu dan fungsi tak linier (Rini, 2005).

Kondisi tersebut dapat dilihat di daerah irigasi Desa Pangkalan Indarung yang merupakan daerah irigasi yang terletak di Provinsi Riau. Karena berkurang fungsi lahan yang disebabkan kekurangan air pada musim kemarau dan seharusnya lahan digunakan untuk menanam padi dan tanaman jagung sekarang serta keuntungan panen tiap musim tanam yang didapat belum Optimum

Salah satu daerah irigasi yang mengalami masalah adalah daerah irigasi desa pangkalan indarung yang berada di kecamatan singingi kabupaten kuantan singingi dengan luas daerah irigasi 70 Ha.(<http://sig.pertanian.go.id>)

Mengingat air merupakan kunci utama keberhasilan sistem irigasi maka penelitian tentang **“Optimsasi Alokasi Air Untuk Irigasi Sawah Studi Kasus Daerah Irigasi Desa Pangkalan Indarung”** perlu untuk dilakukan.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Berapakah kebutuhan air irigasi Daerah Irigasi Desa pangkalan Indarung yang diperlukan untuk masing-masing jenis tanaman yang dibudidayakan ?
2. Berapa luas tanam dan keuntungan yang didapat dari hasil neraca air pada kondisi eksisting ?
3. Berapa keuntungan maksimum yang didapat dari hasil optimasi ?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah

1. membuat model optimasi dengan program linier untuk untuk tanaman padi dan jagung di Daerah Irigasi desa Pangkalan Indarung
2. mendapatkan keuntungan maksimum untuk setiap musim panen.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Memberi masukan kepada Dinas Pengairan dan Dinas Pertanian dalam pengelolaan saluran air irigasi agar menjadi lebih baik.
2. Untuk meningkatkan produksi pangan terutama beras disamping itu juga meningkatkan taraf hidup petani pada lokasi lahan pertanian.
3. Sebagai bahan acuan pembelajaran ilmu tentang optimasi alokasi air untuk daerah irigasi.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah ini hanya membahas seputar masalah :

1. data debit dianggap valid dengan hitungan metode `fj.mock`
2. Optimasi hanya dilakukan untuk distribusi air Daerah Irigasi Desa Pangkalan Indarung
3. Optimasi dirancang untuk menjamin kebutuhan air untuk tanaman padi dan jagung saja.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Penelitian Sebelumnya

Penelitian sebelumnya mengenai optimalisasi air irigasi sebagai tinjauan pustaka adalah :

1. RICKY YULIANRI (2014)

“optimalisasi alokasi air untuk irigasi dengan menggunakan program linier (study kasus daerah irigasi air majunto kiri kabupaten muko muko)”

Dari penelitian Ricky Yulianri dapat diambil kesimpulan:

1. Berdasarkan perhitungan kebutuhan air irigasi di dapat kebutuhan air untuk luas lahan 6411 ha sebesar 88519,88 liter/detik atau 13,81 liter/detik/ha atau 0,01381 m³/detik/ha
2. Berdasarkan kondisi eksisting luas tanam untuk tanaman padi dan jagung adalah sebagai berikut :
 - a. Musim tanam I seluas 4194 ha tanaman padi dan 2217 ha untuk tanaman jagung dengan keuntungan Rp. 91.141.680.000,-
 - b. Musim tanam II seluas 3509 ha tanaman padi dan 2902 ha untuk tanaman jagung dengan keuntungan Rp. 89.776.220.000,- dan
 - c. Musim tanam III seluas 0 ha tanaman padi dan 2512 ha untuk tanaman jagung dengan keuntungan Rp. 1.450.980.000,-.

2.2 Neraca Air

Neraca air (*water balance*) merupakan neraca masukan dan keluaran air disuatu tempat pada periode tertentu, sehingga dapat untuk mengetahui jumlah air tersebut kelebihan (surplus) ataupun kekurangan (defisit). Kegunaan mengetahui kondisi air pada surplus dan defisit dapat mengantisipasi bencana yang kemungkinan terjadi, serta dapat pula untuk mendayagunakan air sebaik – baiknya (Sri Harto, 2000).

Manfaat secara umum yang dapat diperoleh dari analisis neraca air antara lain:

1. Digunakan sebagai dasar pembuatan bangunan penyimpanan dan pembagi air serta saluran-salurannya. Hal ini terjadi jika hasil analisis neraca air didapat banyak bulan-bulan yang defisit air.
2. Sebagai dasar pembuatan saluran drainase dan teknik pengendalian banjir. Hal ini terjadi jika hasil analisis neraca air didapat banyak bulan-bulan yang surplus air.
3. Sebagai dasar pemanfaatan air alam untuk berbagai keperluan pertanian seperti tanaman pangan hortikultura, perkebunan, kehutanan hingga perikanan.

2.3 Alokasi Air

Alokasi air sebagai upaya pengaturan air untuk berbagai keperluan dari waktu ke waktu dengan memperhatikan jumlah dan mutu air pada lokasi tertentu, yang meliputi kegiatan perencanaan, pelaksanaan, monitoring dan evaluasi (Rancangan Peraturan Menteri PU, 2009).

Menurut Asian Development Bank (ADB) (2009) sistem alokasi air adalah :

- a. Pemberian hak atas air secara otomatis, untuk kebutuhan pokok sehari-hari dan sosial guna pemeliharaan aliran sungai.
- b. Melalui proses administratif atau birokratis oleh suatu otoritas, baik berupa pemerintah pusat atau pemerintah daerah, maupun kelompok pemakai air, misalnya petani pemakai air, hal ini merupakan bentuk formal yang paling umum dari proses alokasi air.
- c. Melalui proses komunal atau tradisional dan bukan berdasarkan hukum.
- d. Melalui alokasi pasar, pada beberapa bagian dunia hak atas air dialokasikan kembali berdasarkan perdagangan.
- e. Berdasarkan kepemilikan lahan, perubahan kepemilikan atas lahan memberikan implikasi perubahan hak atas air.

2.4 Irigasi

Irigasi ialah usaha untuk memperoleh air yang menggunakan bangunan dan saluran buatan untuk keperluan penunjang produksi pertanian. Kata irigasi berasal dari kata irrigate dalam bahasa Belanda dan irrigation dalam bahasa Inggris. Menurut Abdullah Angoedi (1984) dalam Sejarah Irigasi di Indonesia dalam laporan Pemerintah Belanda irigasi ialah secara teknis menyalurkan air melalui saluran-saluran pembawa ke tanah pertanian dan setelah air tersebut diambil manfaat sebesar-besarnya menyalurkannya ke saluran-saluran pembuangan terus ke sungai.

Sejarah irigasi di Indonesia telah cukup panjang yang dimulai sejak zaman Hindu. Sebagai contoh pertanian padi system subak di Bali dan system Tuo Banda di Sumatera Barat. Selanjutnya tercatat bahwa bangunan irigasi pertama Indonesia dibangun di Jawa Timur yang dibuktikan dengan prasasti Harinjing yang sekarang disimpan di Museum Jakarta. Pembuatan bendung pertama di Indonesia yaitu bendung Sampean pada tahun 1852 terletak di Kali Sampean, Jawa Timur dibuat oleh Ir. Van Thiel yang diutus Pemerintah Belanda Situbondo terbuat dari kayu jati diisi dengan batu kali.

Menurut Peraturan Pemerintah No. 23 / 1998 tentang irigasi, bahwa Irigasi ialah usaha untuk penyediaan dan pengaturan air untuk menunjang pertanian. Menurut PP No. 22 / 1998 irigasi juga termasuk dalam pengertian drainase yaitu mengatur air berlebih dari media tumbuh tanaman atau petak agar tidak mengganggu pertumbuhan maupun produksi tanaman. Sedangkan Small dan Svendsen (1990) menyebutkan bahwa irigasi ialah tindakan intervensi manusia untuk mengubah aliran air dari sumbernya menurut ruang dan waktu serta mengolah sebagian atau seluruh jumlah tersebut menaikkan produksi pertanian.

2.5 Maksud dan Tujuan Irigasi

Menurut Gandakoesomah (1975) maksud dan tujuan dari irigasi yaitu :

1. Membasahi tanah Maksud membasahi tanah adalah memberi air pada waktu tidak atau kurang turun hujan supaya tanaman mendapat air yang dibutuhkan.

2. Merabuk Maksud merabuk disini ialah mengalirkan air yang mengandung zat-zat dan lumpur yang baik bagi rabuk guna tanaman.
3. Mengatur suhu (temperatur) tanah Yang dimaksud di sini ialah temperature air jangan terlalu panas atau terlalu dingin supaya tanaman dapat tumbuh dengan baik.
4. Menghindarkan gangguan dalam tanah Maksud ini antara lain membasmi hama-hama yang ada dalam tanah.
5. Kolmatase Maksud kolmatase ialah mengalirkan air yang banyak lumpurnya ke tanah yang rendah supaya terisi oleh lumpur dan menjadi tinggi.
6. Membersihkan air kotoran Maksudnya ialah air yang kotor, misalnya pembuangan air dari kota, digenangkan supaya mendapat pembersihan alam agar airnya tidak berbahaya lagi bagi kesehatan umum.
7. Mempertinggi air tanah Pekerjaan irigasi yang semata-mata dibuat untuk keperluan pertanian seringkali membawa pengaruh yang baik terhadap mempertinggi air tanah di sekitar tempat-tempat yang dilalui oleh salurah-saluran irigasi sehingga dengan sendirinya air tanah menjadi tinggi.
8. Irigasi Irigasi dipergunakan untuk penanaman padi, penanaman palawija, dan lain-lain.

a. Penanaman Padi

Padi yang lazim ditanam di sawah itu bukan tanaman yang hidup di air, melainkan untuk hidupnya ia memerlukan banyak air. Padi huma kebiasaan ditanam di tanah pengunungan dan padi ketan dapat tumbuh di sawah dan juga di ladang. Jenis padi menurut lamanya di sawah, di Jawa dibagi dalam 2 (dua) golongan :

- 1) Padi dalam lamanya di sawah 5 sampai 7 bulan
- 2) Padi genjah lamanya di sawah 3 sampai 5 bulan

2.6 Ketersediaan Air (Debit)

Ketersediaan air adalah jumlah air (debit) yang diperkirakan terus-menerus ada di suatu lokasi (bendung atau bangunan air lainnya) disungai dengan jumlah tertentu

dan dalam jangka waktu (periode) tertentu (Anonim, 1986). Ketersediaan air dalam pengertian sumberdaya air pada dasarnya berasal dari air hujan (atmosferik), air permukaan dan air tanah. Hujan yang jatuh di atas permukaan pada suatu Daerah Aliran Sungai (DAS) atau Wilayah Sungai (WS) sebagian akan menguap kembali sesuai dengan proses iklimnya, sebagian akan mengalir melalui permukaan dan sub permukaan masuk ke dalam saluran, sungai atau danau dan sebagian lagi akan meresap jatuh ke tanah sebagai pengisian kembali (*recharge*) pada kandungan air tanah yang ada (Anonim, 2006).

Secara keseluruhan jumlah air di planet bumi ini relatif tetap dari masa ke masa (Suripin, 2002). Ketersediaan air yang merupakan bagian dari fenomena alam, sering sulit untuk diatur dan diprediksi dengan akurat. Hal ini karena ketersediaan air mengandung unsur variabilitas ruang (*spatial variability*) dan variabilitas waktu (*temporal variability*) yang sangat tinggi. Konsep siklus hidrologi adalah bahwa jumlah air di suatu luasan tertentu di hamparan bumi dipengaruhi oleh masukan (input) dan keluaran (output) yang terjadi. Kebutuhan air di kehidupan kita sangat luas dan selalu diinginkan dalam jumlah yang cukup pada saat yang tepat.

Oleh karena itu, analisis kuantitatif dan kualitatif harus dilakukan secermat mungkin agar dapat dihasilkan informasi yang akurat untuk perencanaan dan pengelolaan sumber daya air. Untuk pemanfaatan air, perlu diketahui informasi ketersediaan air andalan (debit air dan hujan). Debit andalan adalah debit minimum sungai dengan besaran tertentu yang mempunyai kemungkinan terpenuhi yang dapat digunakan untuk berbagai keperluan (Triatmodjo, 2010).

2.6.1 Fj.Mock

Dr. FJ .mock dalam makalahnya *land capability and water availability appraisal*, Indonesia,, FAO, Bogor, 1973, memperkenalkan cara perhitungan simulasi aliran sungai dari data hujan , evapotranpirasi, dan karakteristik hidrologi daerah aliran sungai. Model ini dihasilkan dari penelitian empiris dengan masukan data hujan bulanan , evapotranspirasi potensial, dan parameter parameter fisik lainnya yang sifatnya juga bulan, sehinga menghasilkan debit aliran simulasi bulanan. Dalam

aplikasinya hasil perhitungan simulasi hujan aliran sungai model Fj.mock, perlu dilakukan dengan kalibrasi dengan data pengamatan debit jangka pendek minimal 1 tahun untuk mengetahui ketepatan nilai parameter sebagai *input* pada model.

Data – data yang di perlukan untuk metode fj.mock adalah :

1. Data Curah Hujan

Data curah hujan yang digunakan adalah curah hujan 10 harian. Stasiun curah hujan yang dipakai adalah stasiun yang dianggap mewakili kondisi hujan di daerah tersebut.

2. Evapotranspirasi Terbatas

Evapotranspirasi terbatas adalah evapotranspirasi actual dengan mempertimbangkan kondisi vegetasi dan permukaan tanah serta frekuensi curah hujan.

Untuk menghitung evapotranspirasi terbatas diperlukan data:

- Curah hujan 10 harian (P)
- Jumlah hari hujan (n)
- Jumlah permukaan kering 10 harian (d) dihitung dengan asumsi bahwa tanah dalam suatu hari hanya mampu menahan air 12 mm dan selalu menguap sebesar 4 mm.
- Exposed surface (m%) ditaksir berdasarkan peta tata guna lahan atau dengan asumsi:
 - m = 0% untuk lahan dengan hutan lebat
 - m = 0% pada akhir musim hujan dan bertambah 10% setiap bulan kering untuk lahan sekunder.
 - m = 10% - 40% untuk lahan yang tererosi.
 - m = 20% - 50% untuk lahan pertanian yang diolah.

Secara matematis evapotranspirasi dirumuskan sebagai berikut:

$$\Delta E = E_{pm} \frac{m}{20} (18 - n)$$

$$E_{actual} = E_{pm} - \Delta E$$

Dengan:

Delta E = Beda antara evapotranspirasi potensial dengan evapotranspirasi terbatas (mm)

Eactual = Evapotranspirasi terbatas (mm)

Epm = Evapotranspirasi potensial (mm)

m = singkapan lahan (Exposed surface)

n = jumlah hari hujan

3. Faktor Karakteristik Hidrologi

Faktor Bukaannya Lahan

m = 0% untuk lahan dengan hutan lebat

m = 10 – 40% untuk lahan tererosi

m = 30 – 50% untuk lahan pertanian yang diolah.

Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan untuk seluruh daerah studi yang merupakan daerah lahan pertanian yang diolah dan lahan tererosi maka dapat diasumsikan untuk faktor m diambil 30%.

4. Luas Daerah Pengaliran

Semakin besar daerah pengaliran dari suatu aliran kemungkinan akan semakin besar pula ketersediaan debitnya.

5. Water Surplus

Water Surplus didefinisikan sebagai curah hujan yang telah mengalami evapotranspirasi dan mengisi soil storage (SS). Water Surplus secara langsung berpengaruh pada infiltrasi / perkolasi dan total run – off yang merupakan komponen dari debit .

Persamaan Water Surplus (WS) adalah sebagai berikut :

$$WS = (P - Ea) + SS$$

Water Surplus adalah air permukaan run – off dan infiltrasi. Soil moisture storage (SMS) terdiri dari soil moisture capacity (SMC), zona dari infiltrasi, limpasan permukaan dan soil storage.

Besarnya Soil moisture storage (SMS) untuk masing – masing wilayah tergantung pada jenis tanaman, tutupan lahan (land cover) dan jenis tanah. Dalam Mock, SMS dihitung sebagai berikut :

$$SMS = ISMS + (P - Ea)$$

6. Kapasitas Kelembaban Tanah (SMC)

Soil Moisture Capacity adalah kapasitas kandungan air pada lapisan tanah permukaan (surface soil) per m². Besarnya SMC untuk perhitungan ketersediaan air

ini diperkirakan berdasarkan kondisi porositas lapisan tanah permukaan dari DPS. Semakin besar porositas tanah akan semakin besar pula SMC yang ada. Dalam perhitungan ini nilai SMC diambil antara 50 mm sampai dengan 200 mm.

$$SMS = ISMS + P - E_{actual}$$

$$WS = ISMS + P - E_{actual} - SMS$$

Persamaan yang digunakan untuk besarnya kapasitas kelembaban tanah adalah:

Dengan:

- Eactual = evapotranspirasi aktual, mm/bulan;
- SMS = simpanan kelembaban tanah, mm/bulan;
- ISMS = kelembaban tanah awal, mm/bulan;
- P = curah hujan bulanan, mm/bulan;
- WS = kelebihan air, mm/bulan

2.7 Kebutuhan Air

2.7.1 Kebutuhan Air Irigasi

Kebutuhan air irigasi sebagian besar dicukupi dari air permukaan. Kebutuhan air irigasi ditentukan oleh berbagai faktor seperti cara penyiapan lahan, kebutuhan air untuk tanaman, perkolasi dan rembesan, pergantian lapisan air dan curah hujan efektif. Kebutuhan air irigasi dihitung dengan persamaan (Triatmodjo, 2010) :

$$KAI = \frac{(ETC+WLR+P-Re)}{65\%} \times A \dots\dots\dots(1)$$

Dengan :

- KAI : Kebutuhan air irigasi, dalam liter/detik
- Etc : Kebutuhan air konsumtif, dalam mm/hari
- WLR : Kebutuhan air untuk mengganti lapisan air, dalam mm/hari
- P : Perkolasi, dalam mm/hari
- Re : Hujan efektif, dalam mm/hari
- A : Luas areal irigasi (ha)

2.7.2 Kebutuhan Air Konsumtif

Kebutuhan air untuk tanaman di lahan diartikan sebagai kebutuhan air konsumtif dengan memasukkan faktor koefisien tanaman (kc). Persamaan rumus umum yang digunakan adalah (Triatmodjo, 2010) :

$$Etc = Eto \times kc \dots\dots\dots(2)$$

Dengan:

Etc : Kebutuhan air konsumtif, dalam mm/hari

Eto : Evapotranspirasi, dalam mm/hari

Kc : Koefisien tanaman

2.7.3 Kebutuhan Air Untuk Penyiapan Lahan

Kebutuhan air pada waktu persiapan lahan dipengaruhi oleh faktor-faktor antara lain waktu yang diperlukan untuk penyiapan lahan (Perhitungan kebutuhan air selama penyiapan lahan (T) dan lapisan air yang dibutuhkan untuk persiapan lahan (S). Perhitungan kebutuhan air selama penyiapan lahan, digunakan metode yang dikembangkan oleh Van de Goor dan Zijlstra (Anonim, 1986), yaitu persamaan sebagai berikut :

$$IR = M \left(\frac{e^k}{e^k - 1} \right) \dots\dots\dots (3)$$

Dengan :

IR : Kebutuhan air untuk penyiapan lahan, dalam mm/hari.

M : Kebutuhan air untuk mengganti kehilangan air akibat evaporasi dan perkolasi di sawah yang telah dijenuhkan. = $E_o + P$ (mm/hari)

P : Perkolasi, dalam mm/hari.

E_o : Evaporasi air terbuka = $(1,1 \times Eto)$, dalam mm/hari.

k : $= M (T/S)$.

E : Koefisien

2.7.4 Kebutuhan Air Untuk Mengganti Lapisan Air (WLR)

Kebutuhan air untuk mengganti lapisan air / *Water Layer Requirement* (WLR) ditetapkan berdasarkan Standar Perencanaan Irigasi 1986, KP-01. Besar kebutuhan

air untuk penggantian lapisan air adalah 50 mm/bulan (atau 3,3 mm/hari selama $\frac{1}{2}$ bulan) selama satu dan dua bulan setelah transplatasi..

Penggantian lapisan air mempunyai tujuan untuk memenuhi kebutuhan air yang terputus akibat kegiatan di sawah. Ketentuan yang berlaku antara lain (Anonim,1986) :

1. WLR diperlukan saat terjadi pemupukan maupun penyiangan, yaitu 1–2 bulan dari transplantasi.
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).

2.7.5 Perkolasi (P)

Perkolasi adalah proses Bergeraknya air melalui profil tanah karena tenaga gravitasi. Air bergerak ke dalam tanah melalui celah-celah dan poro-pori tanah dan batuan menuju muka air tanah. Air dapat bergerak akibat aksi kapiler atau air dapat bergerak secara vertikal atau horisontal dibawah permukaan tanah hingga air tersebut memasuki kembali sistem air permukaan.

Daya perkolasi adalah laju perkolasi maksimum yang dimungkinkan dengan besar yang dipengaruhi oleh kondisi tanah dalam daerah tak jenuh. Perkolasi tidak mungkin terjadi sebelum daerah tak jenuh mencapai daerah medan. Istilah daya perkolasi tidak mempunyai arti penting pada kondisi alam karena adanya stagnasi dalam perkolasi sebagai akibat adanya lapisan-lapisan semi kedap air yang menyebabkan tambahan tampungan sementara di daerah tak jenuh.

Dan juga perkolasi merupakan gerakan air kebawah dari zona tidak jenuh yang terletak diantara permukaan tanah sampai kepermukaan air tanah (zona jenuh). Laju perkolasi sangat tergantung pada sifat tanah, dan sifat tanah umumnya tergantung pada kegiatan pemanfaatan lahan atau pengolahan tanah berkisar antara 1-3 mm/hari. Guna menentukan laju perkolasi, tinggi muka air tanah juga harus diperhitungkan. Perembesan terjadi akibat meresapnya air melalui tanggul sawah. Perkolasi dan

rembesan di sawah berdasarkan Direktorat Jenderal Pengairan (1986), yaitu sebesar 2 mm/hari.

2.7.6 Curah Hujan Efektif

Curah hujan efektif adalah hujan andalan yang jatuh di suatu daerah dan digunakan tanaman untuk pertumbuhan. Curah hujan tersebut merupakan curah hujan wilayah yang harus diperkirakan dari titik pengamatan yang dinyatakan dalam millimeter (Sosrodarsono, 1980).

Penentuan curah hujan efektif didasarkan atas curah hujan bulanan, yaitu menggunakan R_{80} yang berarti kemungkinan tidak terjadinya 20%. Besarnya curah hujan efektif untuk tanaman padi diambil 70% dari curah hujan minimum tengah bulanan dengan periode ulang 5 tahun (Anonim, 1986), dengan persamaan sebagai berikut :

$$Re = 0,7 \times \frac{1}{2} (R_{80}) \dots\dots\dots(4)$$

Dengan :

Re : Curah hujan efektif, dalam mm/hari

R_{80} : Curah hujan yang memungkinkan tidak terpenuhi sebesar 20%, dalam mm R_{80} didapat dari urutan data dengan rumus (Triatmodjo, 2010) :

$$M = \frac{N}{10} + 1 \dots\dots\dots(5)$$

Dimana:

m : Rangkaing dari urutan terkecil

n : Jumlah tahun pengamatan

2.8 Optimasi

Optimasi irigasi telah menjadi pokok dari penelitian selama paling sedikit empat dekade, tetapi sejauh ini belum ada prosedur optimasi yang sesuai dan sistimatis yang digunakan dalam rangka produksi pertanian. Analisa menyeluruh di wilayah pertanian umumnya menerapkan teknik-teknik program matematika (*mathematical programing*) seperti program linier dan program dinamik yaitu pada daerah yang banyak petak dan jenis tanaman, sedangkan jumlah airnya terbatas

(Kumar, D.N., et al. 2006). Dalam hal ini dengan model optimasi, penyusunan model suatu sistem yang sesuai dengan keadaan nyata, yang nantinya dapat diubah ke model matematik dengan pemisahan elemen-elemen pokok agar suatu penyelesaian yang sesuai dengan sasaran atau tujuan pengambilan keputusan dapat tercapai.

2.9 Program Linier

Program Linier (*Linier Programming*) adalah salah satu metode untuk penyelesaian model - model optimasi dengan masalah-masalah tertentu dimana semua hubungan antara variabelnya adalah linier (Nurnawaty, 2009). Program ini mempunyai dua fungsi utama yaitu fungsi tujuan dan fungsi kendala. Tujuan program linier adalah untuk mencapai nilai optimum (maksimum atau minimum) dari suatu fungsi tujuan dengan semua perubahan keputusan atau nilai-nilai variabel tidak negatif dalam kendala. Program linier sangat efektif untuk menyelesaikan masalah linier, fungsi tujuan dan fungsi kendala adalah linier dan semua fungsi dalam bentuk aljabar.

Program linier merupakan metode matematik dalam mengalokasikan sumber daya yang terbatas untuk mencapai suatu tujuan seperti memaksimalkan keuntungan dan menimbulkan biaya. Program linier banyak diterapkan dalam masalah ekonomi, industri, militer, sosial dan lain-lain. Program linier berkaitan dengan penjelasan suatu kasus dalam dunia nyata sebagai suatu model matematik yang terdiri dari sebuah fungsi tujuan linier dengan beberapa kendala linier (Siringoringo, 2005).

Penggunaan program linier memiliki keuntungan sebagai berikut :

- a. Metode ini dapat dipakai untuk menyelesaikan sistem dengan perubah fungsi kendala yang cukup.
- b. Penggunaan ini mudah dan akurat.
- c. Fungsi matematikanya sederhana.
- d. Hasilnya cukup baik.

Sedangkan keterbatasan program ini adalah tidak dapat menganalisa sistem daerah irigasi yang kompleks dan memiliki kesulitan terhadap aspek stokastik, waktu dan fungsi tak linier. Penyelesaian masalah optimasi dengan program linier dimulai

dengan menentukan variabel-variabel keputusan yang hendak dicari nilai optimumnya, yang kemudian dibentuk fungsi tujuannya. Kemudian diidentifikasi kendala-kendala yang dihadapi dan dinyatakan secara fungsional, berupa persamaan atau pertidaksamaan. Sesudah pemodelan selesai barulah dilakukan perhitungan atau iterasi untuk mencapai kondisi optimum.

2.9.1 Penentuan Model Alternatif Pola Tanam

Terdapat 3 alternatif pola tanam yaitu :

Alternatif I :

Padi (80%luas lahan x KAI) / Jagung (20%luas lahan x KAI) - Padi (70%luas lahan x KAI) / Jagung (30%luas lahan x KAI) - Padi (60%luas lahan x KAI) / Jagung (40%luas lahan x KAI).

Alternatif II :

Padi (60%luas lahan x KAI) / Jagung (40%luas lahan x KAI) - Padi (50%luas lahan x KAI) / Jagung (50%luas lahan x KAI) - Padi (40%luas lahan x KAI) / Jagung (60%luas lahan x KAI).

Alternatif III :

Padi (75%luas lahan x KAI) / Jagung (25%luas lahan x KAI) - Padi (55%luas lahan x KAI) / Jagung (45%luas lahan x KAI) - Padi (45%luas lahan x KAI) / Jagung (55%luas lahan x KAI).

2.9.2 Pembentukan Model Matematik

Model matematika dalam permasalahan optimasi ini terdiri dari dua bagian yaitu :

- a. Memodelkan tujuan optimasi.

Model matematik tujuan selalu menggunakan bentuk persamaan. Bentuk persamaan digunakan karena kita ingin mendapatkan solusi optimum pada satu titik. Fungsi tujuan yang akan dioptimalkan hanya satu. Bukan berarti bahwa

permasalahan optimasi hanya dihadapkan pada satu tujuan, Tujuan dari suatu usaha bisa lebih dari satu. Tetapi pada bagian ini kita hanya akan tertarik dengan permasalahan optimasi dengan satu tujuan.

b. Model matematik yang mempresentasikan sumber data yang membatasi.

Fungsi pembatas bias berbentuk persamaan (=) atau pertidaksamaan ($\leq$ atau $\geq$). Fungsi pembatas disebut juga sebagai konstrain. Konstanta (baik sebagai koefisien maupun nilai kanan) dalam fungsi pembatas maupun pada tujuan dikatakan sebagai parameter model. Model matematik mempunyai beberapa keuntungan dibandingkan pendeskripsian permasalahan secara verbal. Salah satu keuntungan yang paling jelas adalah model matematik menggambarkan permasalahan secara lebih ringkas. Hal ini cenderung membuat struktur keseluruhan permasalahan lebih mudah dipahami dan membantu mengungkapkan relasi sebab akibat penting. Model matematik juga memfasilitasi yang berhubungan dengan permasalahan dan keseluruhannya serta mempertimbangkan semua keterhubungannya secara simultan. Terakhir setelah dapat model matematiknya dibantu computer untuk menganalisis permasalahannya. Model Matematis yang digunakan untuk mengemukakan suatu permasalahan pemograman linier dengan menggunakan persamaan berikut (Anonim, 2000) :

1. Fungsi Tujuan Persamaan untuk fungsi tujuan adalah sebagai berikut :

$$Z = C_1X_1 + C_2X_2 + C_3X_3 + \dots + C_nX_n \dots \dots \dots (6)$$

Terdapat 3 (tiga) fungsi tujuan yaitu :

1. Fungsi tujuan musim tanam I
2. Fungsi tujuan musim tanam II
3. Fungsi tujuan musim tanam III

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

1. $a_{11}X_{11} + a_{12}X_2 + a_{13}X_3 \dots + a_nX_n \leq b_1$
2. $a_{21}X_{11} + a_{22}X_2 + a_{23}X_3 \dots + a_nX_n \leq b_2$
3. $a_{31}X_{11} + a_{32}X_2 + a_{33}X_3 \dots + a_nX_n \leq b_3$

$$4. a_{41}X_{11} + a_{42}X_2 + a_{43}X_3 \dots + a_nX_n \leq b_n$$

$$5. \text{Dan } X_1 \geq 0 ; X_2 \geq 0 ; \dots ; X_n \geq 0$$

Simbol $x_1, x_2, \dots, x_n$ (x_i) menunjukkan b = variabel keputusan. Jumlah variabel keputusan (x_i) oleh karenanya tergantung dari jumlah kegiatan atau aktivitas yang dilakukan untuk mencapai tujuan. Simbol $c_1, c_2, c_3, \dots, c_n$ merupakan konstribusi masing-masing variabel keputusan terhadap tujuan, disebut juga koefisien fungsi tujuan pada model matematiknya. Simbol $a_{11}, \dots, a_{1n}, \dots, a_{mn}$ merupakan penggunaan perunit variabel keputusan akan sumber daya yang ada. Jumlah fungsi kendala akan tergantung dari banyaknya sumber daya yang terbatas.

Pertidaksamaan terakhir ($x_1, x_2, \dots, x_n \geq 0$) menunjukkan batasan non negative. Membuat model matematik dari suatu permasalahan bukan hanya menuntut kemampuan matematik tapi juga menuntut seni permodelan. Menggunakan seni akan membuat permodelan lebih mudah dan menarik. Kasus pemograman linier sangat beragam. Dalam setiap kasus, hal yang penting adalah memahami setiap kasus dan memahami konsep permodelannya. Meskipun fungsi tujuan misalnya hanya mempunyai kemungkinan bentuk maksimisasi atau minimisasi, keputusan untuk memilih salah satunya bukan pekerjaan mudah. Tujuan pada suatu kasus biasa menjadi batasan pada kasus yang lain. Harus hati-hati dalam menentukan tujuan, koefisien fungsi tujuan, batasan dan koefisien pada fungsi pembatas (Rini, 2005). Dalam studi ini tujuan yang akan dicapai adalah untuk memperoleh keuntungan yang sebesar-besarnya dalam kaitannya dengan usaha pertanian untuk setiap periode musim tanam.

Dimana :

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

C_n = Keuntungan / manfaat bersih irigasi sawah (Rp/ha)

X_n = Luas areal irigasi (ha)

m = 1,2,3,...,m

n = 1,2,3,...,n

a_{mn} = Volume kebutuhan air irigasi (m/ha)

b_m = Volume ketersediaan air (m³)

m = jumlah kendala

n = jumlah variabel keputusan

Penyelesaian program linier yang memiliki jumlah variabel keputusan kurang dari samadengan dua ($n \leq 2$) maka dapat dipakai secara grafis. Sedangkan untuk persamaan yang memiliki jumlah variabel keputusan lebih dari samadengan dua ($n \geq 2$), maka penyelesaian yang tepat adalah dengan cara matematis/analitis (Rini, 2005).

- c. Variabel Keputusan Variabel keputusan berisi jumlah air yang akan dialokasikan ke setiap Tanaman yang di budidayakan.

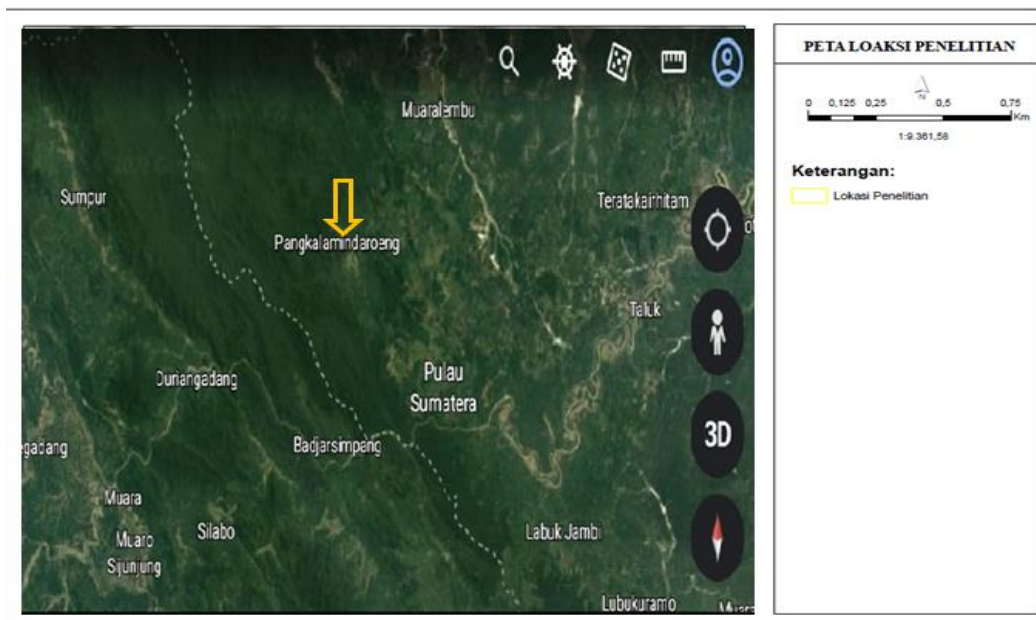
Saat ini sudah banyak program-program aplikasi komputer yang dikembangkan berdasarkan metode simpleks yang dapat digunakan, Untuk menyelesaikan permasalahan linier dalam studi ini menggunakan perangkat lunak Lingo 1.5.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

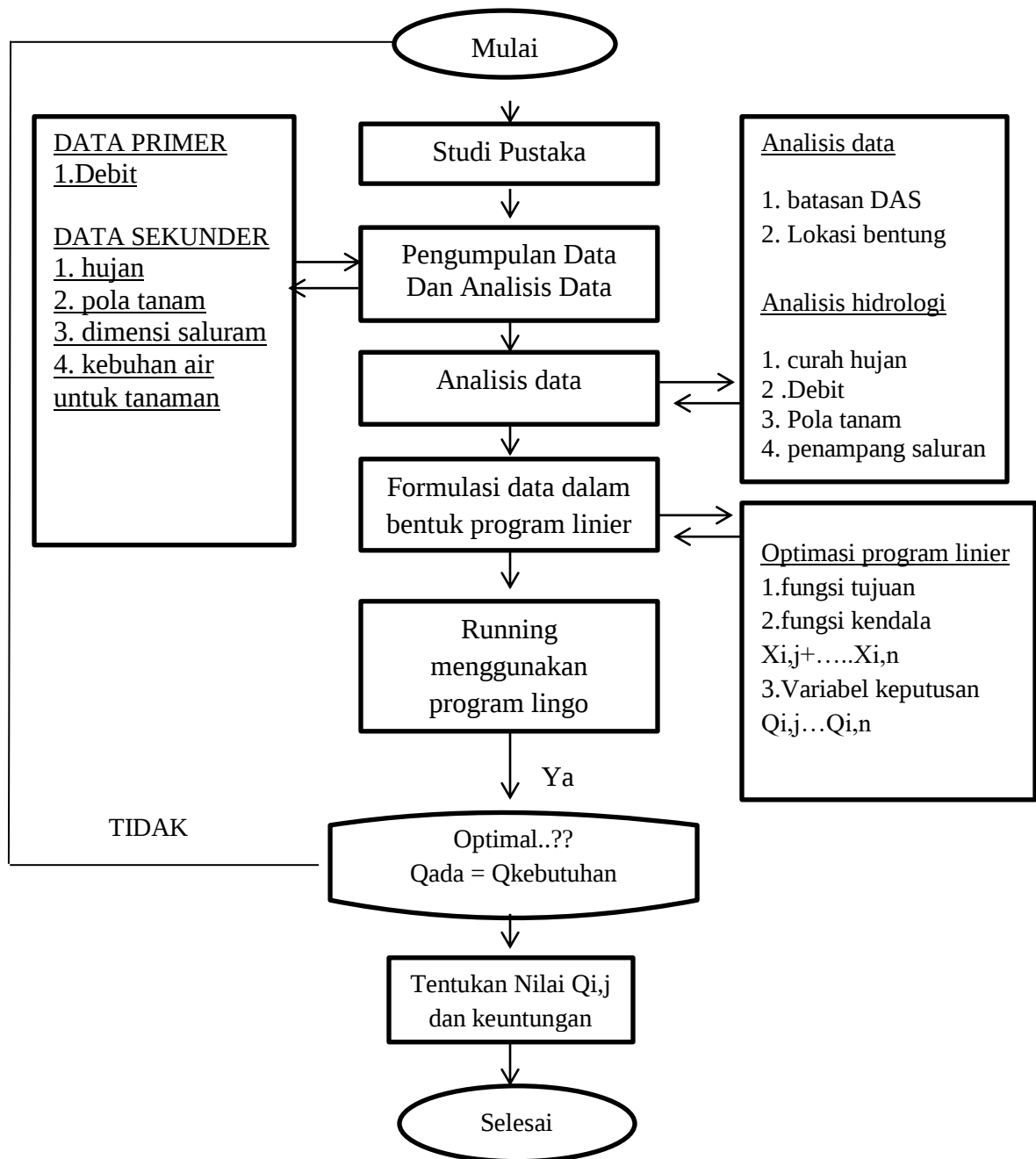
Kegiatan penelitian ini dilaksanakan di daerah irigasi desa pangkalan indarung. Secara geografis daerah itigasi desa pangkalan ibdarung terletak pada **0°29'43.0"LS** Dan **101°13'43.6 BT**, dan secara administratif terletak di Kecamatan Singingi, Kabupaten Kuantan Singingi dengan jarak tempuh 65 Km dari kota taluk kuantan, lokasi dapat di liat pada gambar 3.1



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian

3.2 Metodologi penelitian

Dalam penyusunan skripsi ini terdapat beberapa tahapan untuk menyelesaikannya, dapat dilihat pada *Flowchart* berikut dan penjelasan masing – masing tahapan pada sub bab dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 3.2 *Flowchart* penyusunan penelitian

3.3 Metodologi pengumpulan data

Dalam pengumpulan data, dilakukan survey lapangan terlebih dahulu untuk mengetahui lokasi studi dan permasalahannya. Setelah itu melakukan pengukuran kecepatan aliran lalu dilakukan untuk pemecahan masalah dan disesuaikan dengan kajian pustaka yang digunakan.

Dari hasil tersebut kemudian dilakukan pengambilan data yang dibutuhkan berupa dokumen atau arsip – arsip dan hasil pengukuran di lapangan dari Dinas Pertanian. Badan Meteorology Dan Geofisika yaitu berupa curah hujan, data kelembaban, data penyinaran matahari, data suhu udara dan luas areal sawah di Pangkalan Indarung Kabupaten Kuantan Singingi . jenis data digunakan untuk memperoleh hasil perhitungan evapotranspirasi, hujan efektif, dan debit dalam bentuk angka.

Adapun data yang dibutuhkan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Data debit

Dengan mengetahui data debit kita dapat mengetahui berapa debit, Data ini di dapat dari hitungan dengan metode fj.mock

b. Data curah hujan

Data diperoleh dari pertanian kabupaten kuantan singingi. Data curah hujan ini digunakan untuk analisis hidrologi.

c. Data Klimatologi

Data ini diperoleh Badan Meteorologi Klimatologi Dan Geofisika Provinsi Riau. Data evaporasi, kelembaban, suhu, kecepatan angin digunakan untuk menganalisis hidrologi.

3.4 Analisis model matematika

Dalam studi ini akan dianalisa pemecahan dasar dalam program linear untuk mencari kombinasi yang terbaik antara sumber daya serta kendala – kendala yang ada sampai didapatkan manfaat yang sebesar – besarnya.

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

3.4.1 Fungsi tujuan

Fungsi tujuan yang akan dicapai adalah untuk memperoleh keuntungan yang sebesar – besarnya dalam kaitannya dengan usaha pertanian untuk setiap periode musim tanam. Fungsi tujuan ini merupakan persamaan yang berisi variabel bebas akan dioptimumkan dan bentuk fungsinya adalah memaksimumkan keuntungan. Persamaan untuk fungsi tujuan adalah sebagai berikut:

Musim tanam I:

$$Z = KP(X1) + KJ(X2)$$

Musim tanam II :

$$Z = KP(X1) + KJ(X2)$$

Musim Tanam III :

$$Z = KP(X2) + KJ(X2)$$

Nilai KP yaitu keuntungan bersih hasil panen untuk tanaman padi pertahunnya dalam bentuk rupiah dan KJ yaitu keuntungan bersih panen jagung pertahun dalam bentuk rupiah.

3.4.2 Fungsi Kendala

Fungsi kendala ini merupakan persamaan yang membatasi kegunaan utama dan bentuk fungsi kendala ini adalah kebutuhan air tiap luas lahan tanaman padi dan jagung..

Pola tanam eksisting

$$MT1 = (0,1184(X1)) + (0 (X2)) \leq 2,265$$

$$MT2 = (0,1317(X1)) + (0 x (X2)) \leq 1,466$$

Pola tanam alternative I

$$MT1 = (0,09464(X1)) + (0,00502(X2)) \leq 2,265$$

$$MT2 = (0,09219(X1)) + (0,02362(X2)) \leq 1,466$$

$$MT3 = (0,13039(X1)) + (0,032274(X2)) \leq 1,797$$

Pola tanam alternative II

$$MT1 = (0,07098(X1)) + (0,01004 (X2)) \leq 2,265$$

$$MT2 = (0,06585(X1)) + (0,03974 (X2)) \leq 1,466$$

$$MT3 = (0,08693(X1)) + (0,04841x (X2)) \leq 1,797$$

Pola tanam alternative III

$$MT1 = (0,08872(X1)) + (0,013806 (X2)) \leq 2,265$$

$$MT2 = (0,07243(X1)) + (0,02543 (X2)) \leq 1,466$$

$$MT3 = (0,09779(X1)) + (0,04437 (X2)) \leq 1,797$$

kebutuhan air irigasi eksisting dapat kita buat dengan tiga alternative dengan pembagian kebutuhan air yang berbeda yaitu sebagai berikut:

Alternatif I :

Padi (80% luas lahan x KAI) / Jagung (20% luas lahan X KAI) – Padi (70% luas lahan x KAI) / Jagung (30% luas lahan x KAI) – Padi (60% luas lahan x KAI)/ Jagung (40% luas lahan x KAI).

Alternatif II:

Padi (60% luas lahan x KAI) / Jagung (40% luas lahan X KAI) – Padi (50% luas lahan x KAI) / Jagung (50% luas lahan x KAI) – Padi (40% luas lahan x KAI)/ Jagung (60% luas lahan x KAI).

Alternatif III:

Padi (75% luas lahan x KAI) / Jagung (25% luas lahan X KAI) – Padi (55% luas lahan x KAI) / Jagung (45% luas lahan x KAI) – Padi (45% luas lahan x KAI)/ Jagung (55% luas lahan x KAI).

Tabel 3.1 Kebutuhan Air Irigasi

NO	pola tata tanam (PTT)	MUSIM	LUAS LAHAN (ha)		Kebutuhan Air Irigasi (M3/dt)	
	D.I Desa Pangkalan Indarung	TANAM	padi	jagung	padi	jagung
1	PPT EKSISTING	I	70	0	0,118306548	0
		II	70	0	0,131705772	0
		III	0	0	0	0
2	PTT ALTERNATIF I	I	56	14	0,094645238	0,005020677
		II	49	21	0,09219404	0,02362455
		III	42	28	0,130395962	0,032274679
4	PTT ALTERNATIF II	I	42	28	0,070983929	0,010041354
		II	35	35	0,065852886	0,03937425
		II	28	42	0,086930641	0,048412018
4	PPT ALTERNATIF III	I	52,5	17,5	0,088729911	0,006275846
		II	38,5	31,5	0,072438175	0,035436825
		II	31,5	38,5	0,097796972	0,044377683

Sumber : Hasil Analisa

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Model Matematika

Kebutuhan air irigasi ditentukan oleh berbagai faktor seperti cara penyiapan lahan, kebutuhan air tanaman, perkolasi dan rembesan, pergantian lapisan air dan curah hujan efektif. Didalam skripsi ini kebutuhan air irigasi dibutuhkan untuk menentukan kebutuhan air irigasi tiap luas lahan untuk tanaman padi dan jagung. Setelah didapat kebutuhan air irigasinya kita kalikan dengan luas lahan yang ada. Hasil kebutuhan air irigasi di Pangkalan Indarung Kab. Kuantan Singingi didapat:

$$KAI = \frac{(5,86+3+1,67-1,03)}{65\%} \times 70 = 1023,07 \text{ mm/detik} = 14,61 \text{ mm/detik/ha}$$

$$= 0,017 \text{ m}^3/\text{detik/ha}$$

$$\text{Etc} = 4,453 \times 1,315 = 5,86 \text{ mm/hari}$$

Kebutuhan air tanaman $E_t = 3,72$ dapat dilihat dilampiran 35 dan nilai $K_c = 1,315$ diambil dari harga-harga koefisien tanaman padi pada 2,5 bulan untuk vatietas unggul (varietas padi jangka waktu tumbuhnya pendek).

Untuk kebutuhan air untuk penyiapan lahan T (penyiapan lahan) = 30 hari, S (persiapan lahan) = 300 mm dan $E_o = 4,90$ $P = 3$. Maka diperoleh $IR = 13,84$ mm/hari dapat dilihat pada lampiran 2.

No	BULAN																							
	Januari		Februari		Maret		April		Mei		Juni		Juli		Agustus		September		Oktober		November		Desember	
Tahun	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	148,06	157,94	188,00	201,43	199,11	212,39	261,50	269,94	197,90	211,10	96,50	102,93	102,58	109,42	171,29	182,71	192,00	204,80	201,77	215,23	308,00	328,53	167,42	178,58
2	109,35	116,65	181,00	193,93	181,45	193,55	224,00	231,23	189,68	202,32	88,00	93,87	98,71	105,29	155,32	165,68	152,00	162,13	178,55	190,45	225,50	240,53	163,55	174,45
3	107,90	115,10	154,50	165,54	85,16	90,84	211,00	217,81	147,58	157,42	78,50	83,73	70,16	74,84	131,13	139,87	139,00	148,27	168,39	179,61	211,50	225,60	123,39	131,61
4	106,94	114,06	147,00	157,50	81,77	87,23	179,00	184,77	122,90	131,10	70,50	75,20	64,35	68,65	112,74	120,26	135,50	144,53	163,06	173,94	160,00	170,67	122,42	130,58
5	104,76	111,74	138,50	148,39	65,81	70,19	154,50	159,48	118,55	126,45	63,00	67,20	51,29	54,71	60,48	64,52	107,50	114,67	123,87	132,13	157,50	168,00	117,58	125,42
6	76,94	82,06	111,00	118,93	56,13	59,87	151,00	155,87	89,52	95,48	44,00	46,93	51,29	54,71	45,00	48,00	90,00	96,00	107,42	114,58	148,00	157,87	114,68	122,32
7	68,71	73,29	78,50	84,11	0,00	0,00	131,50	135,74	88,55	94,45	38,50	41,07	38,71	41,29	36,77	39,23	53,00	56,53	91,45	97,55	120,50	128,53	90,00	96,00
8	43,06	45,94	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	81,77	87,23	30,00	32,00	31,45	33,55	32,42	34,58	17,50	18,67	37,74	40,26	110,50	117,87	41,61	44,39
9	21,77	23,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	81,77	87,23	0,00	0,00	15,48	16,52	26,13	27,87	0,00	0,00	7,74	8,26	0,00	0,00	0,00	0,00
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	71,61	76,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
R80	43,06	45,94	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	81,77	87,23	30,00	32,00	31,45	33,55	32,42	34,58	17,50	18,67	37,74	40,26	110,50	117,87	41,61	44,39
R 50	21,53	22,97	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	40,89	43,61	15,00	16,00	15,73	16,77	16,21	17,29	8,75	9,33	18,87	20,13	55,25	58,93	20,81	22,19
Re-padi	2,010	2,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	3,816	3,816	1,400	1,493	1,468	1,468	1,513	1,513	0,817	0,871	1,761	1,761	5,157	5,500	1,942	1,942
Re-palwiiija	1,005	1,005	0	0	0	0	0	0	1,908	1,908	0,7	0,747	0,734	0,734	0,756	0,756	0,408	0,436	0,881	0,881	2,578	2,75	0,971	0,971

Sumber: Hasil Analisa

Perhitungan curah hujan efektif didapat menggunakan rumus:

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

Rumus ini digunakan pada setiap tahun, disini penulis menganalisa curah hujan dalam waktu 10 tahun terakhir yaitu dimulai pada tahun 2011 sampai dengan 2020. curah hujan efektif selengkapnya dapat dilihat pada tabel 4.1

4.1.1 Fungsi Tujuan

Tujuan yang akan dicapai dalam studi ini adalah untuk memperoleh keuntungan yang sebesar-besarnya dalam kaitannya dengan usaha pertanian untuk setiap periode musim tanam. Fungsi tujuan ini merupakan persamaan yang berisi variabel bebas yang akan dioptimumkan dan bentuk fungsinya adalah memaksimumkan keuntungan. Fungsi tujuan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 4.

MAX 9.537.740X1 (Padi) + 6.813.170X2 (Jagung)

4.1.2 Fungsi Kendala

Fungsi kendala ini merupakan persamaan yang membatasi kegunaan utama dan bentuk fungsi kendala ini adalah besar debit dan luas lahan. Besaran debit andalan (Q80%) didapat dari perhitungan

Persamaan untuk fungsi kendala berdasarkan:

1. Volume air tersedia (Q andalan 80%) adalah sebagai berikut:

Musim Tanam I : 2,265 (m³)

Musim Tanam II : 1,466 (m³)

Musim Tanam III : 1,797 (m³)

2. Volume kebutuhan air irigasi adalah sebagai berikut:

Tabel 4.2 Volume Kebutuhan Air Irigasi di Pangkalan Indarung

No	Pola Tata Tanam (PTT) D.I Pangkalan Indarung	Musim Tanam	Kebutuhan Air Irigasi (m ³ /detik)	
			Padi	Jagung
1.	PTT Eksisting	I	0,1183	0,00
		II	0,1317	0,00
		III	0,00	0,00
2.	PTT Alternatif I	I	0,09460	0,0050
		II	0,0921	0,0236
		III	0,1309	0,03227
3.	PTT Alternatif II	I	0,0709	0,0138
		II	0,0658	0,0354
		III	0,0869	0,0484
4.	PTT Alternatif III	I	0,0887	0,0138
		II	0,0724	0,0354
		III	0,0977	0,0443

Sumber: Hasil Analisa

3. Fungsi Kendala debit air Q_{80} (Q andalan 80%)

Analisa optimasi yang dilakukan dalam studi ini adalah menggunakan debit andalan 80% yang merupakan fungsi kendala.

Pola Tanam Eksisting

$$MT1 = (0,1184(X1)) + (0 (X2)) \leq 2,265$$

$$MT2 = (0,1317(X1)) + (0 x (X2)) \leq 1,466$$

Pola Tanam Alternatif I

$$MT1 = (0,09464(X1)) + (0,00502(X2)) \leq 2,265$$

$$MT2 = (0,09219(X1)) + (0,02362(X2)) \leq 1,466$$

$$MT3 = (0,13039(X1)) + (0,032274(X2)) \leq 1,797$$

Pola Tanam Alternatif II

$$MT1 = (0,07098(X1)) + (0,01004 (X2)) \leq 2,265$$

$$MT2 = (0,06585(X1)) + (0,03974 (X2)) \leq 1,466$$

$$MT3 = (0,08693(X1)) + (0,04841x (X2)) \leq 1,797$$

Pola Tanam Alternatif III

$$MT1 = (0,08872(X1)) + (0,013806 (X2)) \leq 2,265$$

$$MT2 = (0,07243(X1)) + (0,02543 (X2)) \leq 1,466$$

$$MT3 = (0,09779(X1)) + (0,04437 (X2)) \leq 1,797$$

Fungsi Kendala Luas Tanaman

$X1 \leq$ Luas lahan tersedia

$X2 \leq$ Luas lahan tersedia

4.2 Analisis Hasil Optimasi

Optimasi dilakukan dengan bantuan program komputer yaitu LINGO. Sebagai data input yang digunakan adalah data dari skema jaringan irigasi di daerah air irigasi Pangkalan Indarung. Dengan memasukkan fungsi tujuan untuk mencari keuntungan (objective value) yang biasa diperoleh dalam rupiah.

Resume dari hasil keluaran program tersebut dapat disajikan pada tabel 4.3 sebagai berikut:

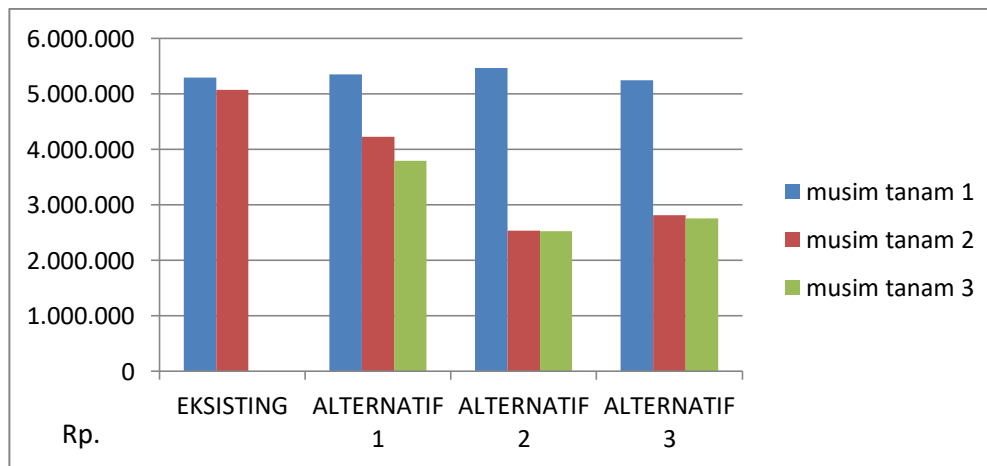
Tabel 4.3 Hasil Optimasi dengan program LINGO

No	Pola Tata Tanam (PTT) D.I Pangkalan Indarung	Musim Tanam	Objective Value (Rp)
1.	PTT Eksisting	I	5.290.843
		II	5.072.487
		III	<u>0,00</u> +
			10.363.330
2.	PTT Alternatif I	I	5.350.935

		II	4.227.851
		III	<u>3.793.459+</u>
			13.372.245
3.	PTT Aternatif II	I	5.467.592
		II	2.536.710
		III	<u>2.528.973 +</u>
			10.533.275
4.	PTT Aternatif III	I	5.241.425
		II	2.818.567
		III	<u>2.758.879+</u>
			10.818.871

Sumber: Hasil Analisa

Gambar 4.1 Grafik Hasil Optimasi dengan Program LINGO



Sumber : Hasil Analisa

Berdasarkan dari tabel 4.3 didapat hasil optimasi dengan menggunakan lingo didapat luas tanam optimum dan keuntungan maksimum untuk tiap musim tanam adalah sebagai berikut:

- a. Pada pola tata tanam (PTT) Eksisting luas lahan untuk musim tanam I,II dan III mendapatkan keuntungan maksimum dari PTT Eksisting sebesar Rp. 10.363.330,- pertahun
- b. Pada pola tata tanam (PTT) Alternatif I luas lahan untuk musim tanam I,II dan III mendapatkan keuntungan maksimum dari PTT Eksisting sebesar Rp. 13.372.245,- pertahun
- c. Pada pola tata tanam (PTT) Alternatif II luas lahan untuk musim tanam I,II, dan III mendapatkan keuntungan maksimum dari PTT Eksisting sebesar Rp. 10.533.275,- pertahun
- d. Pola tanam tata tanam (PTT) Alternatif III luas lahan untuk musim tanam I,II dan III mendapatkan keuntungan maksimum dari PTT Eksisting sebesar Rp. 10.818.871,- pertahun

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian melalui analisis data dari studi kasus di Daerah Irigasi Desa Pangkalan Indarung dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan kondisi eksisting luas tanam untuk tanaman padi dan jagung adalah sebagai berikut :
 - a. Musim tanam I seluas 70 ha tanaman padi dan 0 ha untuk tanaman jagung dengan keuntungan Rp. 5.290.843,-
 - b. Musim tanam II seluas 70 ha tanaman padi dan 0 ha untuk tanaman jagung dengan keuntungan Rp. 5.072.487,-
 - c. Musim tanam III seluas 0 ha tanaman padi dan 0 ha untuk tanaman jagung dengan keuntungan Rp. 0,00,-.
2. Dengan melakukan pembagian kebutuhan air pada Pola Tata Tanam Alternatif I, II dan III untuk tiap musim tanamnya, didapatlah keuntungan maksimum pada setiap musim panen.
3. Berdasarkan hasil optimasi didapat luas tanah optimum dan keuntungan maksimum untuk tiap musim tanam adalah sebagai berikut :
 - a. Pada Pola Tata Tanam (PTT) Eksisting luas lahan untuk musim tanam I, II dan III mendapatkan keuntungan maksimum dari PTT Eksisting sebesar Rp 10.363.330,-.
 - b. Pada Pola Tata Tanam (PTT) Alternatif I luas lahan untuk musim tanam I, II dan III mendapatkan keuntungan maksimum dari PTT Eksisting sebesar Rp 13.372.245,-.
 - c. Pada Pola Tata Tanam (PTT) Alternatif II luas lahan untuk musim tanam I, II dan III mendapatkan keuntungan maksimum dari PTT Eksisting sebesar Rp 10.533.275,- pertahun. Pada PTT alternatif II didapat keuntungan yang optimum.

- d. Pada Pola Tata Tanam (PTT) Alternatif III luas lahan untuk musim tanam I , II dan III mendapatkan keuntungan maksimum dari PTT Eksisting sebesar Rp 10.818.871,-.
4. Program linier cukup baik digunakan pada metode optimasi seperti pada permasalahan di skripsi ini dan untuk penyelesaian dibantu Lingo untuk memperoleh keuntungan terbesar.

5.2 Saran

1. Metode optimasi tidak hanya dilakukan dengan alternatif pola tanam tetapi dapat juga dikembangkan dengan alternatif ketersediaan debit yang terbatas.
2. Diperlukan ketelitian yang tinggi dalam memasukan nilai-nilai ke dalam program Lingo.
3. Untuk aplikasi di lapangan hendaknya berhati hati karena dari hasil optimasi memang diperoleh keuntungan yang maksimal dibandingkam dengan sebelum optimasi, namun bila ditinjau dari luas lahan yang dapat di tanami terjadi pengurangan sehingga jika pengaturan pemberian airnya tidak merata dikhawatirkan akan timbul konflik dari pemilik lahan yang tidak dapat ditanami.
4. Perlu ditanamkan kesadaran petani untuk tidak merubah pola tata tanam yang telah ditetapkan

DAFTAR PUSTAKA

- Harto, Sri (2000), *“Hidrologi”*, Yogyakarta, Jawa Tengah.
- Soemarto (1987), *“Hidrologi Teknik”*, Surabaya, Jawa Timur.
- Sidharta (1997), *“Iragasi dan Bangunan Air”*, DKI Jakarta..
- Rini Wahyu Sayekti, 2005, Model Optimasi Alternatif Pola Tanam Untuk Mendapatkan Luas Tanam dan Keuntungan Yang Optimum, Dosen Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Malang Jawa Timur.
- Triatmodjo B, 2010, Hidrologi Terapan, Yogyakarta : beta offset
- Hadisusanto N, 2010, Aplikasi Hidrologi, Malang : Jogja Mediautama
- Suripin, 2002, Pelestarian Sumber Daya Tanah dan Air, Yogyakarta : Andi.
- Soetopo, W. dan Limantara, L. M, 2009, Manajemen Air Lanjut, Malang: CV Citra
- Sudjarwadi, 1987, Dasar-dasar teknik Irigasi, Biro Penerbit Keluarga Mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Hasan, M., 2005, Bangun Irigasi Dukung Ketahanan Pangan, Majalah Air, Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta
- DPU, 2009, Rancangan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Gandakoesoemah, R. 1975, Irigasi, Bandung : Sumur.
- Sosrodarsono, S. dan K. Takeda, 1980, Hidrologi untuk Pengairan, PT.Pradnya Paramita, Jakarta.
- Yuliari, R 2014. Optimasi alokasi air untuk irigasi menggunakan program linier (studi kasus Daerah itigasi air majunto kirikabupaten muko muko). Tugas akhir program sarjana (S1), Jurusan Teknik Sipil, fakultas teknik universitas bengkulu

Lampiran 1

tabel harga produksi padi dan palawija								
Uraian	Padi Sawah		Padi Ladang		Jagung		Kedelai	
	Nilai (000 Rupiah)	%	Nilai (000 Rupiah)	%	Nilai (000 Rupiah)	%	Nilai (000 Rupiah)	%
A. Produksi	18.514,840	100,00	10.739,790	100,00	14.385,530	100,00	10.274,310	100,00
1. Utama	18.437,650	99,58	10.600,490	98,70	14.259,290	99,12	10.123,900	98,54
2. Ikutan	77,190	0,42	139,300	1,30	126,240	0,88	150,410	1,46
B. Ongkos Produksi	8.977,100	100,00	6.483,450	100,00	7.572,360	100,00	5.675,840	100,00
1. Bibit/Benih	514,360	5,73	401,960	6,20	899,120	11,87	591,020	10,41
2. Pupuk	1.278,000	14,24	710,590	10,96	1.370,090	18,09	449,180	7,91
3. Pestisida	569,550	6,34	296,590	4,57	352,020	4,65	363,570	6,41
4. Tenaga kerja dan Jasa Pertanian	6.615,190	73,69	5.074,310	78,27	4.951,130	65,38	4.272,070	75,27
a. Tenaga kerja dibayar	2.282,090	25,42	1.701,360	26,24	1.663,090	21,96	1.456,440	25,66
b. Tenaga kerja tidak dibayar	1.946,970	21,69	2.776,710	42,83	2.497,370	32,98	2.274,250	40,07
c. Jasa Pertanian	2.386,130	26,58	596,240	9,20	790,670	10,44	541,380	9,54
C. Pendapatan (RP)	9.537,740	100	4.256,340	100	6.813,170	100	4.598,470	100
Sumber : badan pusat statistik								

Lampiran 2

Tabel Q 80

Q 80	(m ³ /dt)
MUSIM TANAM I	2,265
MUSIM TANAM II	1,466
MUSIM TANAM III	1,797

Harga koefisien tanaman padi dan palawija					
periode	PADI				PALAWIJA
	nedeco/prosida		FAO		FAO
	biasa	unggul	biasa	unggul	jagung
1	1,20	1,20	1,1	1,1	0,5
2	1,20	1,27	1,1	1,1	0,59
3	1,32	1,33	1,1	1,05	0,96
4	1,40	1,30	1,1	1,05	1,05
5	1,35	0	1,1	1,05	1,02
6	1,25		1,05	0,95	0,95
7	1,12		0,95	0	0
8	0,00		0		

Tabel Rekapitulasi Perhitungan Penyiapan Lahan												
Bulan	Jan	Feb	Mar	Apl	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nov	Des
Evapotranspirasi (Et0)	4,50	2,96	4,53	4,30	4,14	3,98	4,23	4,69	4,68	4,70	4,45	4,16
Evaporasi Terbuka (E0)	4,96	3,25	4,98	4,73	4,56	4,38	4,66	5,16	5,15	5,17	4,90	4,58
Perkolasi(P)	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Kehilangan Air (M)	6,96	5,25	6,98	6,73	6,56	6,38	6,66	7,16	7,15	7,17	6,90	6,58
Lama Penyiapan(T)	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Kebutuhan Penjenuhan(S)	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
Konstanta(K)	0,70	0,53	0,70	0,67	0,66	0,64	0,67	0,72	0,72	0,72	0,69	0,66
Kebutuhan Irigasi (IR)	13,88	12,86	13,89	13,74	13,63	13,53	13,69	14,00	14,00	14,01	13,84	13,65

lampiran 3

lampiran 5

kebutuhan air untuk padi dan jagung

NO	pola tata tanam (PTT)	MUSIM	LUAS LAHAN (ha)		Kebutuhan Air Irigasi (M3/dt)	
	D.I Desa Pangkalan Indarung	TANAM	padi	jagung	padi	jagung
1	PPT EKSISTING	I	70	0	0,118306548	0
		II	70	0	0,131705772	0
		III	0	0	0	0
2	PTT ALTERNATIF I	I	56	14	0,094645238	0,005020677
		II	49	21	0,09219404	0,02362455
		III	42	28	0,130395962	0,032274679
4	PTT ALTERNATIF II	I	42	28	0,070983929	0,010041354
		II	35	35	0,065852886	0,03937425
		II	28	42	0,086930641	0,048412018
4	PPT ALTERNATIF III	I	52,5	17,5	0,088729911	0,006275846
		II	38,5	31,5	0,072438175	0,035436825
		II	31,5	38,5	0,097796972	0,044377683

lampiran 6

Tabel Perhitungan Evapotranspirasi Metode Panman Modifikasi														
No	Parameter	Satuan	Jan	Feb	Mar	April	Mei	Juni	Juli	Agus	Sep	Okt	Nov	Des
1	Suhu	°C	26,54	26,74	27,00	27,27	27,48	27,37	27,13	27,13	26,87	26,82	26,54	26,70
2	Sinar Matahari (n/N)	%	41,78	43,60	49,00	57,30	62,20	61,00	67,10	57,90	42,40	43,80	43,60	34,00
3	Kelembaban Relatif (Rh)	%	85,10	84,00	84,00	85,40	85,70	83,70	82,40	82,00	82,20	85,40	86,50	86,33
4	Kecepatan Angin (u)	m/dt	0,72	0,36	0,38	0,60	0,38	0,40	0,44	0,58	0,56	0,63	0,34	0,86
5	w		0,76	0,24	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,76	0,76	0,76	0,76
6	Ra	mm/hari	15,0	15,5	15,7	15,3	14,4	13,9	14,1	14,8	15,3	15,4	15,1	14,8
7	Rs = (0,258+0,54(n/N)Ra	mm/hari	7,254	7,648	8,205	8,682	8,552	8,165	8,747	8,446	7,450	7,616	7,451	6,536
8	f(t)		16,01	16,05	16,10	16,15	16,20	16,17	16,13	16,13	16,07	16,06	16,01	16,04
9	ea	mbar	34,71	35,12	35,66	36,23	36,68	36,44	35,94	35,94	35,39	35,29	34,71	35,04
10	ed = ea x Rh	mbar	29,536	29,5042	29,9544	30,9434	31,4313	30,499	29,6141	29,4704	29,0935	30,1385	30,0216	30,2512
11	f(ed) = 0,34-0,044(ed)⁰,5	mbar	0,101	0,101	0,099	0,095	0,093	0,097	0,101	0,101	0,103	0,098	0,099	0,098
12	f(n/N) = 0,1+0,9n/N		0,476	0,492	0,541	0,616	0,660	0,649	0,704	0,621	0,482	0,494	0,492	0,406
13	f(u) = 0,27(1+0,864 x u)	m/dt	0,438	0,354	0,359	0,410	0,359	0,363	0,373	0,405	0,401	0,418	0,349	0,471
14	Rn1 = f(t) x f(ed) x f(n/N)	mm/hari	0,769	0,798	0,864	0,947	0,997	1,018	1,141	1,013	0,795	0,782	0,780	0,638
15	ea - ed	mbar	5,17	5,62	5,71	5,29	5,24	5,94	6,33	6,47	6,30	5,15	4,69	4,79
16	ET* = w(0,75Rs - Rn1) + ((1-w)(f(u))(ea-ed)	mm/hari	4,095	2,690	4,528	4,775	4,603	4,424	4,703	4,690	4,257	4,272	4,049	3,785
17	c		1,1	1,1	1	0,9	0,9	0,9	0,9	1	1,1	1,1	1,1	1,1
18	Eto = c x ET	mm/hari	4,505	2,959	4,528	4,298	4,142	3,981	4,233	4,690	4,683	4,700	4,453	4,164
Rata-rata		mm/hari	4,278											

lampiran 7





