

SKRIPSI

**OPTIMALISASI ALOKASI AIR UNTUK IRIGASI
DENGAN MENGGUNAKAN PROGRAM LINIER
(Studi Kasus Daerah Irigasi Air Manjunto Kiri Kabupaten Mukomuko)**

**Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan dalam Menyelesaikan Pendidikan
Tingkat Sarjana (S-1) pada Program Studi Teknik Sipil Universitas Bengkulu**



Disusun Oleh :

RICKY YULIANRI

G1B009066

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BENGKULU
2014**

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Dengan ini saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

**OPTIMALISASI ALOKASI AIR UNTUK IRIGASI DENGAN MENGGUNAKAN
PROGRAM LINIER
(Studi Kasus Daerah Irigasi Air Manjunto Kiri Kabupaten Mukomuko)**

Sejauh yang saya ketahui bukan merupakan hasil duplikasi dari skripsi dan/atau karya ilmiah lainnya yang pernah dipublikasikan dan/atau pernah dipergunakan untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di perguruan tinggi atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Bengkulu, Juni 2014



RICKY YUDIANRI
G1B009066

MOTTO



*Bertakwalahpada Allah maka Allah akanmengajarimu. Sesungguhnya Allah
MahaMengetahuisegalasesuatu.
(QSAI-Baqarahayat: 282)*

*Sesungguhnya Allah mencintai orang-orang yang bertawakkal.
(QS. Ali Imran: 159)*

*Barangsiapabersungguh-sungguh, sesungguhnyakesungguhannyaituadalahuntuk
dirinyasendiri.
(QS Al-Ankabut: 6)*

*Jikakamuberbuatbaik (berarti) kamuberbuatbaikbagidirimusendiri, danjikakamuberbuatjahat,
makakejahatanituuntukdirimusendiri.
(QS. Al-Isra': 7)*

*Ampunilah kami ya Robb kami dankepadaEngkau-lahtempatkembali
(QS Al-Baqarah: 285)*

*Janganla mengundur-undurkan waktu bila ingin sukses.
(Ricky Yulianri)*

PERSEMBAHAN



Skripsi ini kupersembahkan untuk :

Agama Islam, bangsa dan negara Indonesia.

Ayahanda tercinta "JASRUL." dan mama tercinta "MARDIANI" yang selalu memberikan kasih sayang luar biasa, pengorbanan, dan pengertian yang tiada tara dalam hidupku.

Saudara-saudariku tersayang, ayukku YETI MARINA dan adik-adikku REFI RAHMADI, INTAN dan Dedek GHAFIN serta kakak ipar RUDIANTO.

Sahabat-sahabatku di Teknik Sipil 2009 Try Atmojo, Yoki, Yuda, Dafid W, Koko, Amos, Rebi, Boem, Ongki, Arga, David F, Tio, , Wahyu, Hot, Putri, Anik dll yang ikut serta menjadi bagian dalam perjalanan hidupku.

Semua Angkatan Teknik Sipil UNIB

Almamaterku Universitas Bengkulu.

KATA PENGANTAR



Assalamualaikum wr.wb

Alhamdulillahirobbil'alamin, penulis ucapkan puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayahNya penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul "Optimalisasi Alokasi Air Untuk Irigasi Dengan Menggunakan Program Linier", guna melengkapi syarat untuk mencapai gelar Sarjana Strata-1 (S-1) pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Bengkulu.

Proses penyelesaian skripsi ini tidak lepas dari adanya bantuan dan bimbingan baik moril maupun materil dari beberapa pihak, oleh karena itu dengan segala kerendahan hati perkenankanlah penulis menyampaikan ucapan terima-kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Khairul Amri, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Bengkulu sekaligus selaku dosen penguji skripsi.
2. Bapak Muhammad Fauzi, S.T.,M.T., selaku Wakil Dekan Bidang Akademik sekaligus dosen penguji skripsi.
3. Ibu Fepy Supriani, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Bengkulu.
4. Dr. Gusta Gunawan, S.T.,M.T., selaku dosen pembimbing skripsi yang telah banyak memberikan dorongan, arahan, dan bimbingan dalam penyusunan skripsi ini.
5. Bapak Besperi, S.T.,M.T., selaku dosen pembimbing skripsi yang telah banyak memberikan dorongan, arahan, dan bimbingan dalam penyusunan skripsi ini.
6. Ibu Elhusna, S.T.,M.T., selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberi banyak bimbingan dan arahan dalam menjalani kuliah di Universitas Bengkulu.

7. Segenap Bapak dan Ibu dosen pengajar di Program Studi Teknik Sipil yang telah memberikan dorongan kepada penulis dalam penyelesaian proposal ini.
8. Keluargaku tercinta, ayah, mama, ayuk dan adekku yang telah banyak membantu baik doa, moral dan material dalam menjalani kuliah di Program Studi Teknik Sipil ini.
9. Seluruh teman-teman Teknik Sipil angkatan 2009 yang telah banyak membantu dan memberikan dukungan dan doa dalam penulisan skripsi ini.
10. Semua pihak yang telah membantu dan memberikan informasi dalam penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa didalam penulisan skripsi ini masih ada kesalahan dan kekeliruan. Untuk semua itu, kritik dan saran pembaca sangat penulis harapkan untuk menjadi dorongan dan motivasi bagi penulis. Semoga skripsi ini dapat disetujui dan penulis bisa melanjutkan skripsinya.

Bengkulu, Juni 2014

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iii
MOTTO	iv
PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
INTISARI.....	xiii
ABSTRACT	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	I-1
1.2 Rumusan Masalah.....	I-4
1.3 Tujuan Penelitian.....	I-4
1.4 Manfaat Penelitian.....	I-4
1.5 Batasan Masalah.....	I-5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Neraca Air	II-1
2.2 Alokasi Air	II-1
2.3 Irigasi	II-2
2.4 Maksud dan Tujuan Irigasi	II-3
2.5 Ketersediaan Air	II-4
2.6 Kebutuhan Air	II-5
2.6.1 Kebutuhan Air Irigasi	II-5
2.6.2 Kebutuhan Air Konsumtif.....	II-5
2.6.3 Kebutuhan Air untuk Penyiapan Lahan.....	II-6

2.6.4 Kebutuhan Air untuk Mengganti lapisan air (WLR).....	II-6
2.6.5 Perkolasi.....	II-7
2.6.6 Curah Hujan Efektif.....	II-7
2.6.7 Efisiensi Irigasi.....	II-8
2.7 Optimasi.....	II-9
2.8 Program Linier	II-9
2.8.1 Penentuan Model Alternatif Pola Tanam.....	II-10
2.8.2 Pembentukan Model Matematika.....	II-11

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian	III-1
3.2 Metodologi Penelitian.....	III-2
3.3 Metodologi Pengumpulan Data	III-3
3.4 Analisis Model Matematika.....	III-4
3.4.1 Fungsi Tujuan	III-5
3.4.2 Fungsi Kendala	III-5

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Model Matematika	IV-1
4.1.1 Fungsi Tujuan	IV-2
4.1.2 Fungsi Kendala	IV-2
4.2 Analisis Hasil Optimasi	IV-5

BAB V DAFTAR PUSTAKA

5.1 Kesimpulan	V-1
5.2 Saran	V-3

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Peta Lokasi Penelitian	III-1
Gambar 3.2 <i>Flowchart</i> penyusunan Penelitian.....	III-2
Gambar 3.3 <i>Flowchart</i> pengumpulan data	III-4
Gambar 4.1 Grafik <i>Objective Value</i>	IV-6

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Fungsi Kendala Pola Tanam	III-6
Tabel 4.1 Hasil Perhitungan Curah Hujan.....	IV-1
Tabel 4.2 Hasil Perhitungan Debit Eksisting.....	IV-2
Tabel 4.3 Volume Kebutuhan Air irigasi Air Manjuntto	IV-3
Tabel 4.4 Hasil Optimasi dengan Program Lingo	IV-5

DAFTAR LAMPIRAN

Tabel 1	Volume Air yang tersedia (Qandalan 80%).....	L-1
Tabel 2	Kebutuhan Air Irigasi selama penyiapan lahan.....	L-2
Tabel 3	Fungsi Tujuan.....	L-3
Tabel 4	Fungsi Kendala.....	L-5
Tabel 5	Input Eksisting Musim Tanam I.....	L-17
Tabel 6	Output Eksisting Musim Tanam I	L-20
Tabel 7	Input Eksisting Musim Tanam II.....	L-26
Tabel 8	Output Eksisting Musim Tanam II	L-29
Tabel 9	Input Eksisting Musim Tanam III	L-35
Tabel 10	Output Eksisting Musim Tanam III.....	L-38
Tabel 11	Input Alternatif I Musim Tanam I	L-44
Tabel 12	Output Alternatif I Musim Tanam I	L-47
Tabel 13	Input Alternatif I Musim Tanam II.....	L-53
Tabel 14	Output Alternatif I Musim Tanam II	L-55
Tabel 15	Input Alternatif I Musim Tanam III	L-61
Tabel 16	Output Alternatif I Musim Tanam III.....	L-64
Tabel 17	Input Alternatif II Musim Tanam I.....	L-70
Tabel 18	Output Alternatif II Musim Tanam I	L-73
Tabel 19	Input Alternatif II Musim Tanam II	L-79
Tabel 20	Output Alternatif II Musim Tanam II.....	L-82
Tabel 21	Input Alternatif II Musim Tanam III	L-88
Tabel 22	Output Alternatif II Musim Tanam III.....	L-92
Tabel 23	Input Alternatif III Musim Tanam I	L-98
Tabel 24	Output Alternatif III Musim Tanam I.....	L-101
Tabel 25	Input Alternatif III Musim Tanam II	L-107
Tabel 26	Output Alternatif III Musim Tanam II.....	L-110
Tabel 27	Input Alternatif III Musim Tanam III.....	L-116
Tabel 28	Output Alternatif III Musim Tanam III	L-120
Tabel 29	Keuntungan tanaman padi tiap tahun	L-126
Tabel 30	Keuntungan tanaman jagung tiap tahun.....	L-127
Tabel 31	Peta Skema Jaringan	L-128
Tabel 32	Kebutuhan Air untuk tanaman padi dan jagung.....	L-129
Tabel 33	Curah hujan rata-rata	L-130
Tabel 34	Perhitungan Curah Hujan Efektif	L-131
Tabel 35	Tabel Eto	L-134
Tabel 36	Lampiran Gambar.....	L-135

OPTIMALISASI ALOKASI AIR UNTUK IRIGASI DENGAN MENGUNAKAN PROGRAM LINIER

(Studi Kasus Daerah Irigasi Air Manjunt0 Kiri Kabupaten Mukomuko)

INTISARI

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mendapatkan pola tanam yang terbaik, sehingga pembagian debit air irigasi yang tersedia di daerah irigasi khususnya Daerah Irigasi Air Manjunt0 kiri 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 Air Manjunt0 kiri 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 6411 ha mendapatkan keuntungan terbesar sebesar Rp. 214.962.160.000,- yaitu pada pola tanam alternatif II. 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.

THE OPTIMALIZATION OF WATER ALLOCATION FOR IRRIGATION BY USING LINIER PROGRAM

(A Study Case In Irrigation Area Air Manjuntio Kiri District of Muko Muko)

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 left Manjuntio 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 Air Manjuntio kiri by dividing the width of land area with three alternative of plant pattern show that, in irrigation area of Air Manjuntio plant season I, II, and III, in rice and corn the width of optimum ground 6411 ha, obtain the biggest profit as Rp. 214.962.160.000 that is in plant pattern in alternative II. 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.

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 diasumsikan deterministik (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 Air Manjuntio yang merupakan daerah irigasi yang terbesar di Provinsi Bengkulu. Karena berkurang fungsi lahan yang disebabkan kekurangan air pada musim kemarau dan seharusnya lahan digunakan untuk menanam padi dan tanaman jagung sekarang

ditanami sawit serta keuntungan panen tiap musim tanam yang didapat belum optimum.

Daerah irigasi Mukomuko terbagi atas daerah irigasi Mukomuko kiri (6.411 Ha) yang telah diresmikan penggunaannya pada tanggal 1 Juli 1989 oleh Presiden Republik Indonesia Soeharto dan daerah irigasi Mukomuko kanan (5.568 Ha) yang pembangunannya telah dimulai sejak tahun 1997. Daerah irigasi Mukomuko melayani areal potensial seluas 11.979 Ha yang meliputi areal persawahan padi. Jumlah penduduk yang telah memanfaatkan fungsi jaringan irigasi ini adalah sebanyak 8.646 KK. Daerah Irigasi Mukomuko secara geografis terletak pada 100°52' 101°16' BT dan 2°16' 2°32' LS dan secara administratif terletak di Kec. Mukomuko dan Kec. Lubuk Pinang. Kabupaten Mukomuko dengan jarak tempuh 290 Km dari Kota Bengkulu (DPU Balai Wilayah Sungai Sumatera VII, 2013).

Sumber air irigasi berasal dari Sungai Manjunt, luas Daerah Aliran Sungai 407 km² tipe bendung ini adalah *Vlugter* dan *upturned bucket* (bendung tetap). Daerah Irigasi Air Manjunt dengan total luas areal irigasi 11.979 Ha dengan debit rencana intake 10.13 m³/detik. Akibat alih fungsi lahan maka debit intake tidak sesuai dengan yang direncanakan, akibatnya ada beberapa petak sawah bagian ujung terancam tidak mendapatkan air sehingga bisa menimbulkan kegagalan panen (DPU Balai Wilayah Sungai Sumatera VII, 2013).

Mengingat air merupakan kunci utama keberhasilan sistem irigasi maka penelitian tentang “Optimalisasi Alokasi Air Untuk Irigasi Menggunakan Program Linier Studi Kasus Daerah Irigasi Air Manjunt Kiri Kab.Mukomuko” sangat penting untuk dilakukan.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Berapakah kebutuhan air irigasi Daerah Irigasi Air Manjunt 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. Bagaimana cara mendapatkan keuntungan maksimum pada setiap musim panen?
4. Berapa keuntungan maksimum yang didapat dari hasil optimasi ?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah membuat model optimasi dengan program linier untuk menjamin ketersediaan air untuk tanaman padi dan jagung di DAS Air Manjuntio serta 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. Semua data debit, hujan dan data sekunder lainnya dianggap sudah valid sehingga tidak dilakukan pengujian ulang.
2. Optimasi hanya dilakukan untuk distribusi air Daerah Irigasi Manjuntio kiri.
3. Hasil optimasi keluaran Lingo dianggap sudah valid.
4. Alat ukur debit dianggap sudah akurat sehingga tidak dilakukan kalibrasi.
5. Optimasi dirancang untuk menjamin kebutuhan air untuk tanaman padi dan jagung saja. Sehingga kebutuhan air untuk tanaman lain diabaikan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 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.

2.2 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.

2.3 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.

2.4 Maksud dan Tujuan Irigasi

Menurut Gandakoesomah (1975) maksud dari irigasi itu dapat dibagi dalam :

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 kotor

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, penanaman buah-buahan, penanaman rumput.

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

b. Kolam Ikan

Selain untuk tanaman padi, palawija dan lain-lainnya irigasi juga digunakan dalam pembuatan kolam ikan.

2.5 Ketersediaan Air

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 Kebutuhan Air

2.6.1 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) :

$$KAI = \frac{(Etc + IR + WLR + P - Re)}{IE} \times A \dots \dots \dots (2.1)$$

Dengan :

KAI : Kebutuhan air irigasi, dalam liter/detik

Etc : Kebutuhan air konsumtif, dalam mm/hari

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

WLR : Kebutuhan air untuk mengganti lapisan air, dalam mm/hari

P : Perkolasi, dalam mm/hari

Re : Hujan efektif, dalam mm/hari

IE : Efisiensi irigasi, dalam %

A : Luas areal irigasi, dalam ha

2.6.2 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) :

$$Etc = Eto \times kc \dots \dots \dots (2.2)$$

Dengan:

Etc : Kebutuhan air konsumtif, dalam mm/hari

Eto : Evapotranspirasi, dalam mm/hari

kc : Koefisien tanaman

2.6.3 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 :

$$IR = M \left(\frac{e^k}{e^k - 1} \right) \dots \dots \dots (2.3)$$

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.

$$= E_o + P \text{ (mm/hari)}$$

P : Perkolasi, dalam mm/hari.

Eo : Evaporasi air terbuka (= 1,1 x Eto), dalam mm/hari.

k : = M (T/S).

e : Koefisien.

2.6.4 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 ½ 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).

2.6.5 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.

2.6.6 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 :

$$Re = 0,7 \times \frac{1}{15} (R_{80}) \dots \dots \dots (2.4)$$

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) :

$$m = \frac{n}{5} + 1 \dots \dots \dots (2.5)$$

Dimana:

m : Rangking dari urutan terkecil

n : Jumlah tahun pengamatan

2.6.7 Efisiensi Irigasi (EI)

Efisiensi irigasi merupakan faktor penentu utama dari unjuk kerja suatu sistem jaringan irigasi. Efisiensi irigasi terdiri atas efisiensi pengaliran yang pada umumnya terjadi di jaringan utama dan efisiensi di jaringan sekunder (dari bangunan pembagi sampai petak sawah).

Pengertian EI timbul karena terjadi kehilangan air selama proses penyaluran dan pemakaian air irigasi di petak sawah. Jadi EI dapat didefinisikan perbandingan antara jumlah air yg diberikan dikurangi kehilangan air dg jumlah yang diberikan. EI dibedakan Efisiensi Distribusi (ED) dan Efisiensi Pemakaian (EP) air di petakan.

Kehilangan air irigasi saat distribusi terjadi karena :

- a. Seepage di penampang basah saluran,
- b. EV umumnya kecil dan
- c. Kehilangan operasional tergantung sistem pengelolaan air irigasi.

Kehilangan a dan b umumnya disebut sbg Efisiensi Distribusi atau Efisiensi penyaluran. Kehilangan untuk menggambarkan kehilangan air yg ke 3 (operasional) digunakan kriteria *Management Performance Ratio* (MPR) sama dengan perbandingan antara debit aktual dengan debit yang direncanakan di berbagai pintu sadap selama periode operasional irigasi.

2.7 Optimasi

Optimasi irigasi telah menjadi pokok dari penelitian selama paling sedikit empat decade, 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.

2.8 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).

Analisis pada studi ini menggunakan program linier karena 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 komplek 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.

2.8.1 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).

2.8.2 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 bias 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 pemrograman linier dengan menggunakan persamaan berikut (Anonim, 2000) :

a. Fungsi Tujuan

Persamaan untuk fungsi tujuan adalah sebagai berikut :

$$Z = C_1X_1 + C_2X_2 + C_3X_3 + \dots + C_nX_n \dots \dots \dots (2.6)$$

Terdapat 3 (tiga) fungsi tujuan yaitu :

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

b. Fungsi Kendala

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

$$1. a_{11}X_{11} + a_{12}X_2 + a_{13}X_3 \dots + a_nX_n \leq b1 \dots \dots \dots (2.7)$$

$$2. a_{21}X_{11} + a_{22}X_2 + a_{23}X_3 \dots + a_nX_n \leq b2 \dots \dots \dots (2.8)$$

$$3. a_{31}X_{11} + a_{32}X_2 + a_{33}X_3 \dots + a_nX_n \leq b3 \dots \dots \dots (2.9)$$

$$4. a_{41}X_{11} + a_{42}X_2 + a_{43}X_3 \dots + a_nX_n \leq bn \dots \dots \dots (2.10)$$

$$\text{Dan } X_1 \geq 0 ; X_2 \geq 0 ; \dots ; X_n \geq 0 \dots \dots \dots (2.11)$$

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 kontribusi 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 petak-petak sawah.

$X_{i,j}$

Dimana : i = Bulan, 1-12

j = Jumlah petakan sawah, 1-109

Saat ini sudah banyak program-program aplikasi komputer yang dikembangkan berdasarkan metode simpleks yang dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan linier diantaranya yaitu TORA, QS, QSB dan lain sebagainya. Untuk menyelesaikan permasalahan linier dalam studi ini menggunakan perangkat lunak Lingo11.

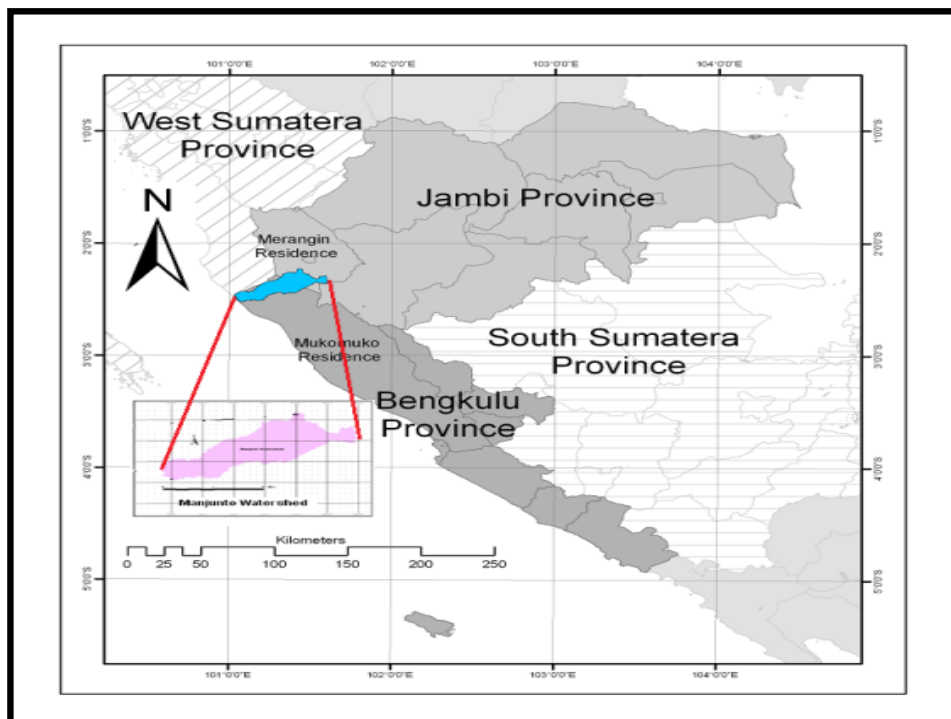
BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Kegiatan Penelitian ini dilaksanakan di Daerah Irigasi Air Manjuntio Kiri Kabupaten Mukomuko Provinsi Bengkulu.

Secara geografis Daerah Irigasi Air Manjuntio terletak pada $100^{\circ}52'$ $101^{\circ}16'$ BT dan $2^{\circ}16'$ $2^{\circ}32'$ LS dan secara administratif terletak di Kec. Mukomuko dan Kec. Lubuk Pinang Kabupaten Mukomuko dengan jarak tempuh + 290 Km dari Kota Bengkulu. Lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1.

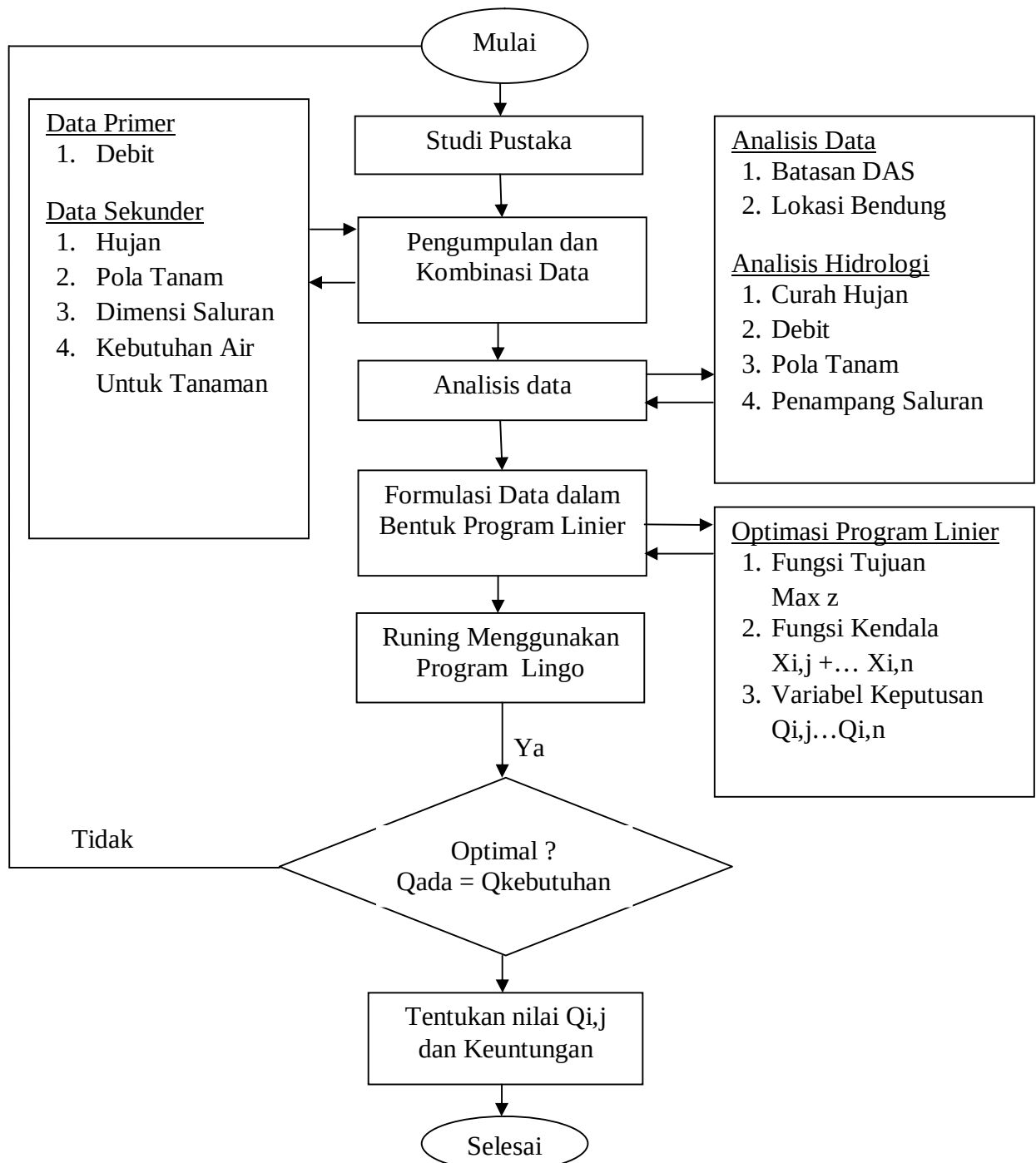


Sumber : Gunawan dalam Elvi, 2013.

Gambar 3.1 Peta 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 berikutnya 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 dengan menggunakan alat *currentmeter* 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 Meteorologi dan Geofisika dan PPK Irigasi & Rawa I Balai Wilayah Sungai Sumatera VII Provinsi Bengkulu yaitu berupa data curah hujan, data kelembaban, data penyinaran matahari, data suhu udara dan luas areal sawah di Air manjuntjo Kabupaten Mukomuko. Jenis data di gunakan untuk memperoleh hasil perhitungan evapotranspirasi, hujan efektif dan debit saluran dalam bentuk angka.

Adapun data yang dibutuhkan pada penelitian kali ini adalah sebagai berikut:

a. Peta Skema Jaringan

Berdasarkan peta skema jaringan dapat menentukan berapa debit rencana yang digunakan oleh petak-petak sawah. Sumber peta skema jaringan ini di dapat dari PPK Irigasi & Rawa I Balai Wilayah Sungai Sumatera VII Provinsi Bengkulu.

b. Data Tata Guna Lahan

Dengan data ini dapat diketahui pemanfaatan dari lahan yang ada. Data ini di dapat dari Dinas Pertanian Provinsi Bengkulu.

c. Data Pola Tanam

Dengan data ini dapat diketahui bagaimana waktu tanam yang ada. Data ini dapat di ambil dari Dinas Pertanian Provinsi Bengkulu.

d. Data Debit

Dengan mengetahui data debit kita dapat menngetahui berapa debit andalan dan berapa debit rencana yang ada. Data ini di dapat dari PPK Irigasi & Rawa I Balai Wilayah Sungai Sumatera VII Provinsi Bengkulu.

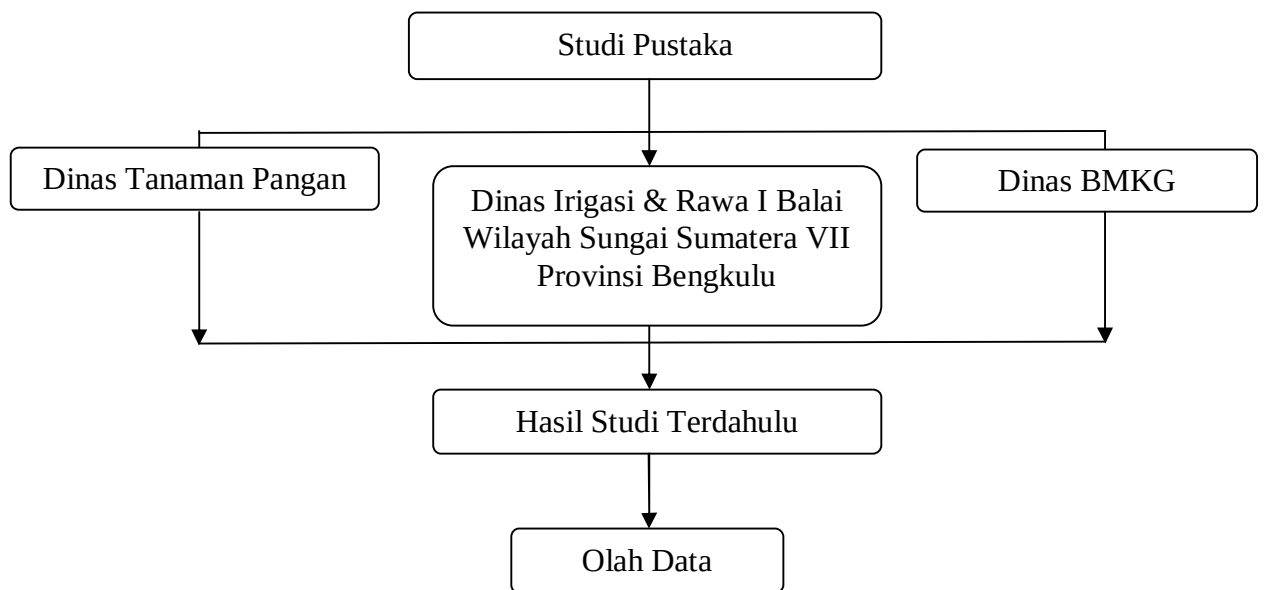
e. Data Curah hujan

Data diperoleh dari Kantor Dinas BMKG Provinsi Bengkulu. Data curah hujan ini digunakan untuk analisis hidrologi.

f. Data Evaporasi

Data ini diperoleh Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Provinsi Bengkulu. Data evaporasi, kelembaban, suhu, digunakan untuk analisis hidrologi.

Selain data mentah yang dipakai, diambil juga hasil studi pengukuran terdahulu yang telah dilakukan PPK Irigasi & Rawa I Balai Wilayah Sungai Sumatera VII Provinsi Bengkulu sebagai perbandingan alternative data. Berikut *flowchart* tentang pengumpulan data yang dibutuhkan dapat dilihat pada Gambar 3.3 di bawah ini :



Gambar 3.3 *Flowchart* Pengumpulan Data

3.4 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.

Model matematika dalam program linier 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 :

$$Z = 25.147.720,45 \left(\sum_{n=1}^{109} X_n \right) + 18.182.053,28 \left(\sum_{n=110}^{218} X_n \right)$$

Musim Tanam II :

$$Z = 25.147.720,45 \left(\sum_{n=219}^{327} X_n \right) + 18.182.053,28 \left(\sum_{n=328}^{436} X_n \right)$$

Musim Tanam III :

$$Z = 25.147.720,45 \left(\sum_{n=329}^{545} X_n \right) + 18.182.053,28 \left(\sum_{n=546}^{654} X_n \right)$$

Nilai 25.147.720,45 yaitu keuntungan bersih panen untuk tanaman padi pertahunnya dalam bentuk rupiah dan 18.182.053,28 yaitu keuntungan bersih panen jagung pertahun dalam bentuk rupiah. Nilai 1-109 yaitu jumlah petak sawah.

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 dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Pola Tanam Eksisting

$$K1 = (57.92 + \sum_{n=1}^{109} Xn) + (30.62 \times \sum_{n=110}^{218} Xn) \leq 0,2027 \times 10^6$$

$$K2 = (48.46 + \sum_{n=219}^{327} Xn) + (40.08 \times \sum_{n=328}^{436} Xn) \leq 0,1730 \times 10^6$$

$$K3 = (0.00 + \sum_{n=437}^{545} Xn) + (34.69 \times \sum_{n=546}^{654} Xn) \leq 0,2785 \times 10^6$$

Pola Tanam Alternatif I

$$K4 = (70.82 + \sum_{n=1}^{109} Xn) + (17.72 \times \sum_{n=110}^{218} Xn) \leq 0,2027 \times 10^6$$

$$K5 = (61.97 + \sum_{n=219}^{327} Xn) + (26.57 \times \sum_{n=328}^{436} Xn) \leq 0,1730 \times 10^6$$

$$K6 = (53.11 + \sum_{n=437}^{545} Xn) + (35.42 \times \sum_{n=546}^{654} Xn) \leq 0,2785 \times 10^6$$

Pola Tanam Alternatif II

$$K7 = (53.11 + \sum_{n=1}^{109} Xn) + (35.42 \times \sum_{n=110}^{218} Xn) \leq 0,2027 \times 10^6$$

$$K8 = (44.26 + \sum_{n=219}^{327} Xn) + (44.27 \times \sum_{n=328}^{436} Xn) \leq 0,1730 \times 10^6$$

$$K9 = (35.41 + \sum_{n=437}^{545} Xn) + (53.13 \times \sum_{n=546}^{654} Xn) \leq 0,2785 \times 10^6$$

Pola Tanam Alternatif III

$$K10 = (66.40 + \sum_{n=1}^{109} Xn) + (22.14 \times \sum_{n=110}^{218} Xn) \leq 0,2027 \times 10^6$$

$$K11 = (48.69 + \sum_{n=219}^{327} Xn) + (39.84 \times \sum_{n=328}^{436} Xn) \leq 0,1730 \times 10^6$$

$$K12 = (39.84 + \sum_{n=437}^{545} Xn) + (48.69 \times \sum_{n=546}^{654} Xn) \leq 0,2785 \times 10^6$$

Fungsi kendala pada pola tanam eksisting nilainya dapat di lihat pada lampiran Tabel 30 kebutuhan air irigasi untuk tanaman padi dan jagung. Pola tanam dapat dilihat pada Tabel 3.1 yaitu sebagai berikut :

Tabel 3.1 Fungsi Kendala Pola Tanam

No.	Pola Tata Tanam (PTT) D.I Air Manjuntio	Musim Tanam	Luas Lahan (ha)		Kebutuhan air irigasi (LLx0,01381KAI)(m ³ /s)	
			Padi	jagung	Padi	Jagung
1	PTT Eksisting	I	4194	2217	57.92	30.62
		II	3509	2902	48.46	40.08
		III	0.00	2512	0.00	34.69
2	PTT Aternatif I	I	5128	1282	70.82	17.72
		II	4488	1923	61.97	26.57
		III	3845	2565	53.11	35.42
3	PTT Aternatif II	I	3845	2565	53.11	35.42
		II	3204	3205	44.26	44.27
		III	2564	3847	35.41	53.13
4	PTT Aternatif III	I	4808	1603	66.40	22.14
		II	3525	2884	48.69	39.84
		III	2884	3525	39.84	48.69

Dari Tabel 3.1 kebutuhan air irigasi eksisting dapat kita buat dengan tiga alternatif 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).

Pada fungsi kendala musim tanam III setiap Pola Tata Tanam Eksisting dan Pola Tata Tanam Alternatif I, II dan III luas tanam yang digunakan hanya 90% dikarenakan pada musim tersebut unsur kesuburan tanah menurun bagi tanaman padi dan tanaman jagung.