

627.52
TR1
a cr



ANALISIS IMBANGAN AIR PADA LAHAN IRIGASI

TESIS

Disusun Dalam Rangka Memenuhi Salah Satu Persyaratan
Program Magister Teknik Sipil

Oleh :

AWLIYA TRIBHUWANA
L4A.098.007

PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG

2002

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS IMBANGAN AIR PADA LAHAN IRIGASI

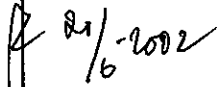
Tesis ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan untuk
memperoleh gelar Magister Teknik Sipil

Disusun oleh :

AWLIYA TRIBHUWANA

L4A.098.007

Pembimbing Utama



Prof. Ir. J. Petata Hadihardaja

Pembimbing Pendamping



Ir. Sri Sangkawati, MS

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS IMBANGAN AIR PADA LAHAN IRIGASI

Diajukan Oleh :

AWLIYA TRIBHUWANA
L4A.098.007

Dipertahankan di depan Tim Penguji pada tanggal :
14 Mei 2002

Tesis ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan untuk
memperoleh gelar Magister Teknik Sipil

Semarang, 14 Mei 2002

Tim penguji :

Ketua :

Dr. Ir. Suripin, M. Eng



Universitas Diponegoro

Program Pasca Sarjana

Magister Teknik Sipil

Anggota :

1. **Prof. Ir. Joetata Hadihardaja**

2. **Ir. Sri Sangkawati, Ms**

3. **Ir. Suharyanto, M.Sc**

4. **Ir. Sumbogo Pranoto, MS**



ABSTRAKSI

Pemberian air irigasi dan hujan akan mempengaruhi imbangan air di lahan, sehingga penggunaan air di suatu daerah irigasi (DI) menjadi hal yang sangat penting, agar sumber daya air yang ada dapat dialokasikan ke semua daerah irigasi secara efisien dan efektif. Apabila diketahui ada kelebihan ketersediaan air terhadap kebutuhan air irigasi yang ada, diharapkan dapat dilakukan penghematan air agar dapat dimanfaatkan kembali untuk berbagai kepentingan lainnya.

Komponen imbangan air di lahan irigasi meliputi hujan, suplai air, kebutuhan air untuk tanaman dan kelebihan air atau air buangan. Penggunaan air untuk irigasi merupakan penggunaan air yang terbesar, lebih kurang 90 % dari jumlah air yang dikelola digunakan untuk keperluan irigasi. Berdasarkan komponen imbangan air di lahan diharapkan akan mendapatkan besaran pada masing-masing komponen imbangan air, sehingga akan mendapatkan cara pemberian air irigasi yang tepat. Pada umumnya di daerah penelitian pemberian air dilakukan dengan cara kontinyu, dengan pemberian air yang ada di teliti dengan dikembangkan cara pemberian air, sehingga akan mendapatkan cara pemberian air irigasi yang tepat.

Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui besaran parameter-parameter dalam imbangan air di lahan irigasi dengan menerapkan pemberian air cara kontinyu, terjadwal dan terkontrol, dimana parameter imbangan air meliputi hujan efektif, pemberian air irigasi, kebutuhan air, limpasan, aliran bawah permukaan dan kelebihan air atau air buangan sehingga dapat dimanfaatkan kembali

Model simulasi disusun berdasarkan konsep imbangan air di sawah. Beberapa parameter yang diperhitungkan dalam penyusunan model imbangan air di sawah adalah hujan efektif, pemberian air irigasi, evapotranspirasi, perkolasi, tinggi genangan, dan kelengasan tanah.

Besaran komponen imbangan air di lahan selama satu musim tanam satu (MT1) untuk pemberian air secara kontinyu adalah masukan berupa hujan sebesar 619,50 mm dan pemberian air irigasi sebesar 475,00 mm, kebutuhan air tanaman sebesar 770,46 mm dan debit drainase sebesar 324,04 mm, pemberian air secara terjadwal adalah masukan berupa hujan sebesar 619,50 mm dan pemberian air irigasi sebesar 369,50 mm, kebutuhan air tanaman sebesar 767,46 mm dan debit drainase sebesar 221,54 mm, pemberian air secara terkontrol adalah masukan berupa hujan sebesar 619,50 mm dan pemberian air irigasi sebesar 435,28 mm, kebutuhan air tanaman sebesar 767,46 mm dan debit drainase sebesar 287,32 mm.

Hasil simulasi menunjukkan kebutuhan air irigasi dengan cara pemberian air secara terjadwal adalah yang paling sedikit yaitu sebesar 369,50 mm, diikuti pemberian air terkontrol 435,28 mm, selanjutnya pemberian air kontinyu sebesar 475,00 mm, debit drainase yang terbesar adalah pemberian air secara kontinyu sebesar 324,04 mm. Keseimbangan di lahan irigasi akan tercapai bila antara masukan dan keluaran tidak terdapat selisih. Perbedaan cara pemberian air akan berpengaruh pada suplai air dan perbedaan pada tinggi genangan sehingga akan berpengaruh pada kelengasan tanah yang mengakibatkan perubahan pada besaran drainase.

ABSTRACT

Water balance in the irrigation area is influenced by rainfall and water irrigation. Due to this condition the distribution of water in the irrigation area is categorized critical important. The role of water distribution is aimed to allocate water to the whole irrigation area efficiently and effectively. By knowing the excess of water, can be use for other needs.

Water components of balance include; rainfall, irrigation water, water consumption of plants and the water residue of irrigation. The water consumption of irrigation is the biggest, comparing other demand. It is about 90% of manased water is allocated for irrigation. Based on the water balance of the irrigation area, the water consumption of plants can be satisfied. Generally in the irrigation area water is supplied continually. The study observes the existing condition and two other methods to conclude the best one.

The study aimed to know the magnitude of the water balance parameters of the irrigation area supplied continually, scheduled, and controlled manner. In this area the components of water balance include; effective rainfall, irrigation water, water consumption, run off, sub surface flow and irrigation water residue.

Simulation models developed based on the water balance concept. The parameter of the model development includes effective rainfall, water irrigation, evapotranspiration, percolation, water level and soil humidity.

The Magnitude of water consumption in the area for one planting season (MT1) which is supplied continually are: 619,50 mm rainfall, 475,00mm water irrigation, 770,46 mm plant water irrigation, and 324,04 mm drainage discharge. Based on scheduled water supply; those are 619,50 mm rainfall, 767,46 mm irrigation water, 221,54 mm drainage discharge. Whereas for the controlled water supply manner; those are 435,28 water irrigation, 767,46 mm plant water demand and 287,32 mm drainage discharge.

The simulation shows that the scheduled system offers the lowest water irrigation supply, that is; 369,50 mm followed by 435,28mm for controlled system. The continued system produces the largest; that is 470,00 mm. The largest drainage discharge is 324,04 resulted by continued system. The balance in the irrigation area is achieved when there is no different between inflow and outflow. The different role of water distribution is influenced by water supply and the deference of water level, and also by soil humidity and the magnitude of drainage.

KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis telah berhasil menyelesaikan Tesis dengan judul ANALISIS IMBANGAN AIR PADA LAHAN IRIGASI.

Tesis ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Teknik Sipil Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro Semarang.

Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada : Dr. Ir. Suripin, M. Eng, selaku Ketua Program Magister Teknik Sipil Universitas Diponegoro, juga sebagai ketua tim penguji yang banyak membantu dalam memberikan saran dan kritik, Prof. Ir. Joetata Hadihardaja, selaku pembimbing utama yang banyak memberikan saran dalam pemilihan materi yang layak ditulis, Ir. Sri Sangkawati, MS, selaku pembimbing pendamping yang banyak meluangkan waktu dan memberikan saran dan kritik dalam konsultasi, Ir. Suharyanto, M.Sc, dan Ir. Sumbogo Pranoto. MS, selaku dosen penguji yang banyak memberikan saran dan kritik demi penyempurnaan Tesis ini, serta Istri dan anak tersayang yang ikut mendorong dan mendo'akan.

Penulis menyadari bahwa penulisan Tesis ini masih banyak kekurangan yang sepatutnya perlu disempurnakan, untuk itu penulis mengharapkan saran dan kritik dari pembaca guna sempurnanya Tesis ini.

Semarang, Mei 2002

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
ABSTRAKSI	iii
ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR NOTASI	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan masalah.....	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	2
1.4. Lingkup dan Keterbatasan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Konsep Imbangan Air di Sawah.....	4
2.2. Unsur-unsur yang berpengaruh pada Kebutuhan Air Irigasi.....	6
2.2.1. Hujan Efektif Dasar.....	6
2.2.2. Hujan Efektif.....	7
2.2.3. Intersepsi.....	8
2.2.4. Evapotranspirasi.....	8
2.2.5. Koefisien Tanaman.....	11
2.2.6. Perkolasi.....	12
2.3. Kebutuhan Air untuk Tanaman.....	12
2.4. Cara Pemberian Air Irigasi.....	13

2.4.1. Pemberian Air Secara Kontinyu.....	13
2.4.2. Pemberian Air Secara Terjadwal.....	15
2.4.3. Pemberian Air Secara Terkontrol.....	16
2.5. Dasar Hitungan Imbangan Air	17
2.5.1. Bentuk Aliran Air	18
2.5.2. Infiltrasi	19
2.5.3. Lengas Tanah.....	20
2.5.4. Kapasitas Jenuh.....	22
2.5.5. Kapasitas Lapang.....	22

BAB III METODOLOGI

3.1. Pendekatan Masalah dan Asumsi.....	23
3.2. Data yang diperlukan	24
3.3. Pengujian Data	25
3.3.1. Uji Stasioner.....	25
3.4. Penyusunan Model Simulasi.....	26
3.4.1. Model Imbangan Air	26
3.4.1.1. Suplai Air	26
3.4.1.2. Pemberian Air Secara Kontinyu	27
3.4.1.3. Pemberian Air Secara Terjadwal	28
3.4.1.4. Pemberian Air Terkontrol	28
3.4.2. Perumusan Model	28

BAB IV PELAKSANAAN PENELITIAN

4.1. Pengujian Data	30
4.1.1. Uji Stasioner	30
4.2. Hitungan Simulasi.....	33
4.2.1. Perhitungan Curah Hujan Efektif.....	33
4.2.2. Cara Pemberian Air Irigasi.....	33
4.2.3. Perhitungan Imbangan Air	34

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1. Hasil hitungan	45
5.1.1. Pemberian Air Secara Kontinyu.....	45
5.1.2. Pemberian Air Secara Terjadwal.....	47
5.1.3. Pemberian Air Secara Terkontrol.....	49
5.2. Pembahasan.....	51
5.2.1. Imbangan Air.....	51
5.2.2. Kebutuhan Air	55
5.2.3. Aliran Permukaan dan Aliran Bawah Permukaan	58
5.2.4. Pemberian Air dan Tinggi Genangan.....	60

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan	70
6.2. Saran.....	71

DAFTAR PUSTAKA.....72

LAMPIRAN

A. Data Hujan Stasiun Patean Curug Tahun 1997 – 2001.....	75
B. Data Klimatologi Stasiun Juwero Tahun 2000.....	79
C. Hasil Hitungan Evapotranspirasi.....	80
D. Keluaran Model Simulasi.....	81

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Koefisien Tanaman Padi.....	11
Tabel 2.2.	Hubungan Jenis Tanah dengan Laju Perkolasi.....	12
Tabel 4.1.	Pengelompokkan Data.....	31
Tabel 5.1.	Imbangan Air Pemberian Secara Kontinyu	45
Tabel 5.2.	Imbangan Air di Lahan Irigasi dengan Pemberian Air Secara Kontinyu.....	46
Tabel 5.3.	Imbangan Air Pemberian Secara Terjadwal	47
Tabel 5.4.	Imbangan Air di Lahan Irigasi dengan Pemberian Air Secara Terjadwal.....	48
Tabel 5.5.	Imbangan Air Pemberian Secara Terkontrol	49
Tabel 5.6.	Imbangan Air di Lahan Irigasi dengan Pemberian Air Secara Terkontrol.....	50
Tabel 5.7.	Imbangan Air Musim Tanan Satu (MT1)	51

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Skematik Imbangan Air Irigasi	4
Gambar 2.2.	Batasan Tinggi Genangan Air di Sawah Pemberian Air Secara Kontinyu	14
Gambar 2.3.	Batasan Tinggi Genangan Air di Sawah Pemberian Air Secara Terjadwal	16
Gambar 2.4.	Batasan Tinggi Genangan Air di Sawah Pemberian Air Secara Terkontrol	17
Gambar 2.5.	Imbangan Air di Lahan	18
Gambar 3.1.	Skema Model Imbangan Air Sederhana	27
Gambar 3.2.	Perumusan Model Imbangan Air	28
Gambar 3.3.	Skema Model Imbangan Air	29
Gambar 4.1.	Grafik Data Curah Hujan Masa Tanam 1	30
Gambar 4.2.	Bagan Alir Proses Simulasi	37
Gambar 4.3.	Bagan Alir Proses Simulasi Hujan Efektif Harian	38
Gambar 4.4.	Model Imbangan Air untuk Pemberian Air Secara Kontinyu	40
Gambar 4.5.	Model Imbangan Air untuk Pemberian Air Secara Terjadwal	42
Gambar 4.6.	Model Imbangan Air untuk Pemberian Air Secara Terkontrol	44
Gambar 5.1.	Hujan, Pemberian Air Irigasi dan Tinggi Genangan untuk Pemberian Air Secara Kontinyu	62
Gambar 5.2.	Hujan, Pemberian Air Irigasi dan Tinggi Genangan untuk Pemberian Air Secara Terjadwal	65
Gambar 5.3.	Hujan, Pemberian Air Irigasi dan Tinggi Genangan untuk Pemberian Air Secara Terkontrol	69

DAFTAR NOTASI

AI	= air irigasi	(mm)
AL	= air limpasan	(mm)
AI _t	= debit irigasi dari intake pada saat t.....	(l / dt)
c	= faktor pendekatan persamaan penman yang tergantung kondisi cuaca siang dan malam	
DR _t	= debit keluaran drainase pada saat t.....	(mm)
E	= evaporasi	(mm)
Et...	= evapotranspirasi	(mm/hari)
Etn	= evapotranspirasi hari ke n	(mm)
Eto	= evapotranspirasi potensial	(mm/hari)
ea	= tekanan uap jenuh pada suhu rata – rata	(mbar)
ed	= tekanan uap jenuh pada suhu udara rata - rata	(mbar)
f	= kapasitas infiltrasi pada suatu saat	(cm / jam)
fc	= kapasitas infiltrasi pada saat infiltrasi telah konstan.....	(cm / jam)
fo	= kapasitas infiltrasi pada permulaan hujan	(mm / jam)
GENOR	= tinggi genangan normal	(mm)
GEMAK	= tinggi genangan maksimum	(mm)
GEMIN	= tinggi genangan minimum	(mm)
GHn	= tinggi genangan hari ke n.....	(mm)
GHn-1	= tinggi genanganhari ke n-1.....	(mm)
GW _t	= debit karena ground water pada saat t.....	(l / dt)
HE	= hujan efektif	(mm)
HEDn	= hujan efektif dasar hari ke n.....	(mm)
HJ	= hujan.....	(mm)
HJ _t	= debit karena hujan pada saat t.....	(l / dt)
IC	= intersepsi	(mm)
ICn	= kapasitas intersepsi hari ke n.....	(mm)
IF _t	= debit karena inter flow pada saat t	(l / dt)

KAI	= kebutuhan air irigasi.....(mm)
KAJ	= kapasitas air jenuh.....(mm)
KAL	= kapasitas air lapang.....(mm)
Kt	= koefisien tanaman
n/N	= pengaruh rasio keawanan pada radiasi gelombang panjang(%)
n	= porositas tanah.....(%)
P	= perkolasi.....(mm)
OF _t	= debit karena overland flow pada saat t.....(l / dt)
P _n	= perkolasi hari ke n.....(mm)
PAI	= pemberian air irigasi.....(mm)
PADT	= perubahan air dalam tanah(mm)
PATT	= perubahan air dalam tubuh tanaman(mm)
Ra	= radiasi matahari ekstra teresterial (mm/hari)
Rn	= radiasi netto dalam evaporasi ekuivalen (mm/hari)
Rns	= radiasi netto gelombang pendek..... (mm/hari)
Rnl	= radiasi netto gelombang panjang..... (mm/hari)
Rs	= radiasi matahari yang sampai kepermukaan bumi ... (mm/hari)
RH	= kelembaban relatif.....(%)
T	= temperatur rerata pada periode yang ditinjau.....(°C)
TG ₁	= tinggi genangan sebelum pemberian air.....(mm)
TG ₂	= tinggi genangan pada akhir minggu.....(mm)
W	= faktor penimbang yang tergantung pada temperatur rerata dan ketinggian tempat(mm)
WR	= kebutuhan air pada tanaman padi.....(mm)
WR _t	= kebutuhan air irigasi pada saat t.....(l / dt)
z	= kedalaman zona perakaran.....(mm)

DAFTAR LAMPIRAN

Tabel A	Data Hujan Harian Stasiun Patean Curug Tahun 1997 – 2001	75
Tabel B	Data Klimatologi Stasiun Juwero Tahun 2000	79
Tabel C	Hasil Hitungan Evapotranspirasi	80
Tabel D-1	Perhitungan Imbangan Air untuk Pemberian Air Secara Kontinyu 5 mm untuk Musim Tanam 1 (MT1)	81
Tabel D-2	Perhitungan Imbangan Air untuk Pemberian Air Secara Kontinyu 5 mm untuk Musim Tanam 2 (MT2)	83
Tabel D-3	Perhitungan Imbangan Air untuk Pemberian Air Secara Kontinyu 5 mm untuk Musim Tanam 3 (MT3)	85
Tabel D-4	Perhitungan Imbangan Air untuk Pemberian Air Secara Terjadwal 5 Harian untuk Musim Tanam 1 (MT1)	87
Tabel D-5	Perhitungan Imbangan Air untuk Pemberian Air Secara Terjadwal 5 Harian untuk Musim Tanam 2 (MT2)	89
Tabel D-6	Perhitungan Imbangan Air untuk Pemberian Air Secara Terjadwal 5 Harian untuk Musim Tanam 3 (MT3)	91
Tabel D-7	Perhitungan Imbangan Air untuk Pemberian Air Secara Terkontrol 50 mm untuk Musim Tanam 1 (MT1)	93
Tabel D-8	Perhitungan Imbangan Air untuk Pemberian Air Secara Terkontrol 50 mm untuk Musim Tanam 2 (MT2)	95
Tabel D-9	Perhitungan Imbangan Air untuk Pemberian Air Secara Terkontrol 50 mm untuk Musim Tanam 3 (MT3)	97

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sumber daya air sebagai salah satu sumber daya alam yang sangat vital, perlu dimanfaatkan dan ditangani secara seksama. Penggunaan air untuk irigasi merupakan salah satu diantara berbagai macam pemanfaatan air. Di Indonesia penggunaan air terbesar adalah untuk keperluan irigasi, lebih kurang 90% dari jumlah air yang kita kelola digunakan untuk irigasi, sedangkan penggunaan lainnya seperti air minum, air rumah tangga, air kota dan air industri hanya lebih kurang 10 % (Sudjarwadi, 1990)

Dalam kegiatan pengembangan sumber daya air di daerah irigasi selalu berhubungan dengan persoalan ketersediaan air. Komponen ketersediaan air meliputi hujan dan pemberian air irigasi yang berpengaruh pada tinggi genangan di sawah, aliran permukaan dan aliran bawah permukaan.

Pemberian air irigasi dan hujan akan mempengaruhiimbangan air di lahan, sehingga penggunaan air di suatu daerah irigasi (DI) menjadi hal yang sangat penting, agar sumber daya air yang ada dapat dialokasikan ke semua daerah irigasi secara efisien dan efektif. Apabila diketahui ada kelebihan ketersediaan air terhadap kebutuhan air irigasi yang ada, diharapkan dapat dilakukan penghematan air agar dapat dimanfaatkan kembali untuk berbagai kepentingan lainnya.

Peningkatan efisiensi pemakaian air irigasi pada sawah dapat dilakukan dengan cara pemberian air yang tepat. Secara umum dapat dikelompokkan menjadi tiga bagian yaitu, (1) pemberian air secara kontinyu, (2) pemberian air secara terjadwal, (3) pemberian air secara terkontrol.

Bertolak dari uraian diatas maka perlu dilakukan penelitian dengan menerapkan model imbangan air dengan masukan data hujan, data penguapan. Hujan dan pemberian air irigasi akan mempengaruhi tinggi genangan dan debit buangan atau kelebihan yang perlu dimanfaatkan kembali pada bagian hilir.

1.2. Perumusan masalah

Lokasi penelitian terletak di desa Triharjo, Kecamatan Gemuh, Kabupaten Kendal. Sebagai ilustrasi permasalahan diambil daerah irigasi seluas 3392 ha. Air irigasi diambil dari Bendung Juwero dengan data debit pengambilan berupa catatan debit harian. Selain air irigasi, air hujan juga merupakan komponen ketersediaan air.

Dalam pengelolaan air untuk keperluan irigasi pada suatu daerah irigasi pada umumnya di jumpai permasalahan - permasalahan sebagai berikut :

1. Pemberian air irigasi belum memperhatikan cara-cara pemberian air irigasi , sehingga belum mendapatkan cara pemberian air yang tepat.
2. Banyaknya air yang tersisa, yang dapat dimanfaatkan di daerah irigasi bagian hilir.

Dengan model imbangan air di lahan irigasi, diharapkan diperoleh besaran pada masing-masing komponen imbangan air, sehingga dapat dilakukan cara pemberian air yang tepat, dimana komponen imbangan air meliputi hujan, pemberian air irigasi, kebutuhan air tanaman dan kelebihan atau buangan air pada bagian hilir.

1.3. Tujuan penelitian

Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui besaran pada masing-masing komponen imbangan air dengan menggunakan cara

pemberian air kontinyu, terjadwal dan terkontrol sehingga akan mendapatkan cara pemberian air yang tepat dan untuk mengetahui besar masing-masing air buangan atau kelebihan air pada ke tiga cara pemberian air irigasi.

1.4. Lingkup dan Keterbatasan

Lingkup dan keterbatasan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Model simulasi menirukan proses imbalan air di sawah ke dalam persamaan matematik.
2. Simulasi dengan 3 (tiga) cara pemberian air irigasi, pemberian air secara kontinyu, pemberian air secara terjadwal, pemberian air secara terkontrol.
3. Meninjau efek sistem pemberian air irigasi terhadap jumlah debit drainase sebagai keluaran model.
4. Besaran yang tidak diperoleh dari pengukuran ditentukan berdasarkan persamaan empirik maupun asumsi yang sudah berlaku pada praktek irigasi.
5. Imbalan air irigasi yang ditinjau mulai dari masa pertumbuhan tanaman, sejak tumbuh pertama kali setelah dipindahkan dari tempat pembibitan sampai panen

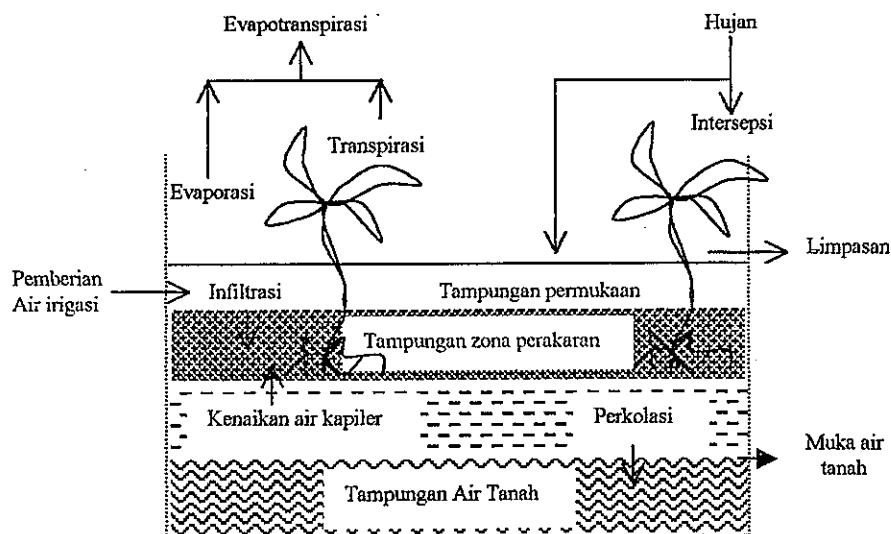
B A B II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Konsep Imbangan Air pada Sawah

Proses yang terjadi berkaitan dengan siklus imbangan air di lahan irigasi meliputi masukan, keluaran dan perubahan tampungan dengan suatu batasan selama kurun waktu tertentu. Pemahaman mengenai imbangan air di lahan irigasi merupakan suatu hal penting untuk mengevaluasi praktek manajemen irigasi yang memungkinkan untuk meminimalkan kehilangan air, penambahan air serta penggunaan air.

Kebutuhan air untuk tanaman pada umumnya didapatkan dari air hujan dan air irigasi. Kadang-kadang terdapat penambahan air yang diakibatkan oleh limpasan dari daerah yang lebih tinggi atau karena kapiler dari bawah khususnya pada permukaan air tanah dangkal. Bentuk-bentuk kehilangan air meliputi limpasan dari lahan, perkolasi keluar dari zona perakaran, evaporasi dari permukaan tanah, transpirasi dari daun tanaman.



Gambar 2.1. Skematik imbangan air irigasi (Walker W.R, 1987)

Prinsip kontinuitas digunakan dalam imbangan air irigasi yaitu *Inflow* (I) dikurangi *Outflow* (O) merupakan perubahan tampungan (ΔS) pada beberapa kondisi batas sistem yang dinyatakan dalam persamaan 2.1 seperti berikut :

$$I - O = \Delta S \dots \dots \dots (2.1)$$

Variabel masukan adalah nilai curah hujan harian dan suplai air irigasi. Sedangkan variabel keluaran terdiri dari evapotranspirasi, perkolasi dan juga limpasan keluar petak sawah. Perubahan tampungan meliputi perubahan air dalam tanah dan perubahan air dalam tubuh tanaman.

Apabila persamaan (2.1) dibuat lebih rinci lagi, akan didapatkan suatu persamaan imbangan air di areal usaha tanaman (Sudjarwadi, 1990) sebagai berikut :

$$(HJ + AI) - (AL + P + E + T) = PADT + PATT \dots \dots \dots (2.2)$$

di mana :

- HJ = Hujan (mm)
- AI = Air irigasi (mm)
- AL = Air limpasan (mm)
- E = Evaporasi (mm)
- T = Transpirasi (mm)
- P = Perkolasi (mm)
- PADT = Perubahan air dalam tanah
- PATT = Perubahan air dalam tubuh tanaman

Persamaan 2.2. menunjukkan bahwa (HJ +AI) adalah hujan ditambah air irigasi. Dalam hal ini kontribusi kenaikan kapiler dari air tanah dan limpasan dari daerah lebih tinggi dianggap nol (diabaikan)

2.2. Unsur – unsur yang Berpengaruh Pada Kebutuhan Air Irigasi

2.2.1. Hujan Efektif Dasar

Hujan efektif dasar adalah bagian dari hujan yang jatuh yang dapat dipergunakan oleh tanaman di sawah atau hujan efektif dasar adalah hujan dikurangi kehilangan air akibat intersepsi. Besaran hujan efektif dasar dihitung berdasarkan rumus yang dinyatakan sebagai berikut :

$$HED_n = H_{Jn} - IC_n, \quad \text{jika } H_{Jn} \geq IC_n \dots\dots\dots(2.3)$$

$$HED_n = 0, \quad \text{jika } H_{Jn} < IC_n \dots\dots\dots(2.4)$$

di mana :

HED_n = Hujan efektif dasar hari ke n

IC_n = Intersepsi hari ke n

H_{Jn} = Hujan hari ke n

Curah hujan yang langsung jatuh di petak sawah bila jumlahnya melebihi kapasitas intersepsi akan menyebabkan perubahan tinggi genangan di sawah. Sebaliknya jika tidak ada hujan maka genangan dapat turun sampai di bawah genangan minimum, untuk itu dilakukan pengisian dengan pemberian air irigasi, pada kondisi batas yang dinyatakan dalam persamaan (2.5)

$$GH_n = GH_{n-1} + HED_n - E_{tn} - P_n \dots\dots\dots(2.5)$$

$GH_n > GEMAK$: maka $GH_n = GEMAK$

$GEMIN < GH_n < GEMAK$: maka $GH_n = GH_n$

$GH_n < GEMIN$: maka

$$GH_n = GH_{n-1} + HED_n - E_{tn} - P_n + PAI$$

$$PAI = GENOR - GH_n$$

di mana :

G_{Hn}	=	Tinggi genangan hari ke n
G_{Hn-1}	=	Tinggi genangan hari ke n - 1
HED_n	=	Hujan efektif dasar hari ke n
GEMAK	=	Genangan maksimum
GENOR	=	Genangan normal
E_{tn}	=	Evapotranspirasi hari ke n
P_n	=	Perkolasi hari ke n
PAI	=	Pemberian air irigasi (mm)

2.2.2. Hujan Efektif

Dalam menentukan besarnya nilai hujan efektif perlu diketahui terlebih dahulu besarnya nilai hujan efektif dasar, yaitu nilai hujan yang jatuh di petak sawah setelah mengalami intersepsi. (lihat persamaan 2.3 dan 2.4)

Hitungan simulasi nilai hujan efektif dengan memperhitungkan pemberian air di petak sawah ada tiga batasan tinggi genangan yang diterapkan, yaitu tinggi genangan maksimum (GEMAK), tinggi genangan normal (GENOR), dan tinggi genangan minimum (GEMIN).

Dengan tiga batasan tinggi genangan air di petak sawah tersebut diperoleh tiga kondisi untuk menentukan besar nilai hujan efektif pada hari ke n sebagai berikut :

Jika $G_{Hn} > GEMAK$: maka $G_{Hn} = GEMAK$
 $HED_n = GEMAK + E_{tn} + P_n - G_{Hn-1}$

Jika $G_{Hn} < GEMIN$: maka $G_{Hn} = GENOR$
: maka
 $G_{Hn} = G_{Hn-1} + HED_n - E_{tn} - P_n + PAI$

Dengan memberi air irigasi

$$PAI = GENOR - GHn$$

$$HE_n = HED_n$$

Jika $GEMIN \leq GHn \leq GEMAK$: maka $GHn = GHn$

$$HE_n = HED_n$$

2.2.3. Intersepsi

Besarnya intersepsi dapat dihitung dengan pendekatan rumus Hossain (1969), dalam Sudjarwadi (1990). Nilai kapasitas intersepsi untuk tanaman padi tidak sama dengan nilai intersepsi pada tanaman palawija. Harga intersepsi untuk tanaman padi dapat dinyatakan dengan persamaan berikut :

$$IC = 0,5 e^{0,48} \cdot HJ^{0,85} \cdot 0,93242 \dots \dots \dots (2.6)$$

Sedangkan untuk tanaman palawija sesuai dengan vegetasi penutup lahan, maka besarnya intersepsi diambil setengah dari nilai intersepsi pada tanaman padi (Utomo. M,1990), sehingga persamaan menjadi :

$$IC = 0,25 e^{0,48} \cdot HJ^{0,85} \cdot 0,93242 \dots \dots \dots (2.7)$$

di mana :

$$IC = \text{Intersepsi}$$

$$HJ = \text{Hujan}$$

2.2.4. Evapotranspirasi

Untuk perencanaan teknis irigasi air yang dibutuhkan untuk suatu areal tidak memisahkan antara evaporasi dan transpirasi. Istilah yang

digunakan adalah evapotranspirasi dan merupakan kombinasi antara evaporasi dan transpirasi.

Dalam teknik irigasi, nilai kebutuhan air konsumtif adalah nilai evapotranspirasi. Nilai kebutuhan air konsumtif ini dipengaruhi oleh jenis tanaman dan usia tanaman atau tingkat pertumbuhan tanaman.

Nilai evapotranspirasi (E_t) adalah suatu besaran yang tergantung dari faktor klimatologi seperti kecepatan angin, temperatur udara dan kelembaban udara, untuk keperluan hitungan kebutuhan air irigasi, nilai evapotranspirasi dapat dianggap untuk setiap bulan karena variasi dari hari ke hari tidak begitu besar.

Nilai evapotranspirasi dapat didekati berdasarkan besaran evapotranspirasi potensial (E_{To}) kemudian dikalikan dengan koefisien tanaman (K_t), (Dorenbos dan Pruitt, 1977), dalam (Sudjarwadi 1990).

$$E_t = K_t \times E_{To} \dots \dots \dots (2.8)$$

di mana :

- E_t = Evapotranspirasi (mm/hari)
- K_t = Koefisien tanaman
- E_{To} = Evapotranspirasi potensial (mm/hari)

Metode Penman dianggap memberikan hasil yang paling memuaskan dan telah memperoleh rekomendasi dari FAO. Dalam studi ini digunakan metode Penman sebagai dasar untuk menghitung evapotranspirasi potensial. Bentuk rumus Penman yang telah di modifikasi oleh FAO adalah sebagai berikut ini.

$$E_{To} = c [W.R_n + (1-W) \times f(u) \cdot (e_d - e_a)] \dots \dots \dots (2.9)$$

di mana :

- ETo = Evapotranspirasi potensial (mm/hari)
- c = Faktor pendekatan untuk persamaan penman
- W = Faktor yang tergantung pada temperatur rerata dan ketinggian tempat
- Rn = Radiasi netto dalam evaporasi ekuivalen (mm/hari)
= $Rns - Rnl$
- Rns = Radiasi netto gelombang pendek (mm/hari)
= $Ra \cdot B \cdot (1 - a)$
- Ra = Radiasi matahari maksimum (mm/hari)
- B = $0,25 + 0,50 \cdot n/N$
- n/N = Faktor konversi dari Ra ke Rns
- a = Angka pemantulan = 0,25
- Rnl = Radiasi netto gelombang panjang (mm/hari)
= $f(T) \cdot f(ed) \cdot F(n/N)$
- $f(T)$ = Efek temperatur pada gelombang panjang
= $117,4 \times 10^{-6} \cdot T^4$
- T = Temperatur absolut ($^{\circ}K$)
- $f(ed)$ = Efek tekanan uap pada gelombang panjang
= $0,34 - 0,044 \cdot ed^{0,5}$
- ed = Tekanan uap jenuh pada suhu udara rata-rata (mbar)
= $ea \times RH$
- ea = Tekanan uap jenuh pada suhu rata-rata (mbar)
- RH = Kelembaban relatif (%)

$$f(n/N) = \text{Efek keawanan pada gelombang panjang}$$

$$= 0,10 + 0,90 \cdot n/N$$

$$f(u) = \text{Efek kecepatan angin pada gelombang panjang}$$

$$= 0,27 (1 + U_2/100)$$

$$U_2 = \text{Kecepatan angin pada ketinggian tempat 2 m}$$

2.2.5. Koefisien Tanaman

Koefisien tanaman menyatakan perbedaan tingkat kebutuhan air pada masing-masing tanaman. Jenis tanaman yang berbeda mempunyai tingkat kebutuhan air yang berbeda pula. Angka koefisien tanaman sangat tergantung pada sifat genetis, tanggal tanam, laju pertumbuhan, lamanya musim tanam, dan cuaca setempat.

Pemilihan nilai Kt didasarkan pada watak tanaman, waktu tanam, usia tanam dan kondisi iklim pada umumnya kriteria perencanaan irigasi (1986) telah memberikan koefisien tanaman bulanan untuk jenis padi dan palawija sebagai berikut :

Tabel 2.1 Koefisien Tanaman Padi

Bulan	Varietas Unggul
0,5	1,20
1,0	1,27
1,5	1,33
2,0	1,30
2,5	1,30
3,0	0,00

Sumber : Standar Perencanaan Irigasi KP.01

2.2.6. Perkolasi

Perkolasi adalah proses aliran air dalam tanah secara vertikal akibat gaya gravitasi. Perkolasi akan terjadi apabila kapasitas lapang telah terlampaui. Beberapa faktor yang berpengaruh dalam proses perkolasi diantaranya adalah sifat fisik, kedalaman muka air tanah, lengas tanah, kapasitas lapang tanah, dan kapilaritas tanah.

Perkolasi adalah air yang bergerak ke bawah pada tanah jenuh air sampai permukaan air tanah (Sosrodarsono 1978). Laju perkolasi sangat bergantung pada sifat – sifat tanah dan tinggi muka air tanah.

Tabel 2.2. Hubungan jenis tanah dengan laju perkolasi

Jenis Tanah	Laju Perkolasi (mm/hr)
Geluh berpasir (sandy loam)	3 - 6
Geluh (loam)	2 - 3
Geluh berliat (clay loam)	1 – 2

Sumber : Standar perencanaan irigasi KP.01

2.3. Kebutuhan Air Untuk Tanaman

Tanaman padi sawah adalah merupakan tanaman yang banyak membutuhkan air untuk pertumbuhannya (*Consumptive Use*). Air yang dibutuhkan ini sebagai air pengganti yang diakibatkan oleh peristiwa evapotranspirasi dan perkolasi.

Estimasi kebutuhan air (*Water Requirement*) oleh tanaman merupakan salah satu dasar yang diperlukan dalam perencanaan irigasi.

Kebutuhan air tanaman didefinisikan sebagai jumlah air yang dibutuhkan oleh tanaman atau berbagai pola tanaman pada suatu periode untuk dapat tumbuh secara normal dibawah kondisi lapangan pada suatu tempat.

Kebutuhan air untuk tanaman padi secara matematis dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$WR = Et + P - HE + PAI \dots\dots\dots (2.10)$$

di mana :

- WR = Kebutuhan air untuk tanaman padi (mm)
- Et = Evapotranspirasi (mm)
- P = Perkolasi (mm)
- HE = Hujan efektif (mm)
- PAI = Pemberian air irigasi (mm)

2.4. Cara Pemberian Air Irigasi

2.4.1. Pemberian Air Secara Kontinyu

Pemberian air secara kontinyu, dilakukan dengan mengalirkan air secara terus-menerus ke dalam petak sawah dengan jumlah air yang diberikan besarnya tetap pada tiap-tiap periode dalam satu musim tanam. Besar debit pemberian air di tentukan dengan memperhatikan hujan yang jatuh dalam petak dan tidak terjadi genangan minimum. Status tinggi genangan di lahan pada hari ke n untuk pemberian air secara kontinyu dirumuskan dengan persamaan sebagai berikut:

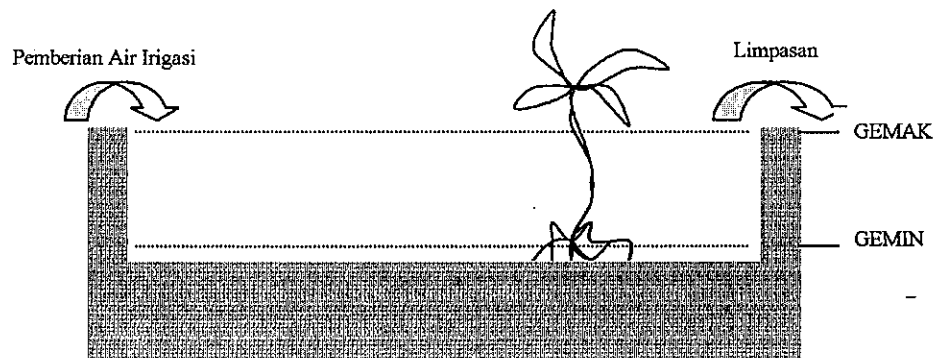
$$GH_n = GH_{n-1} + HED_n + PAI - E_{tn} - P_n \dots\dots\dots (2.11)$$

- $GH_n > GEMAK$: maka $GH_n = GEMAK$
- $GEMIN < GH_n < GEMAK$: maka $GH_n = GH_n$
- $GH_n < GEMIN$: maka $GH_n = GEMIN$

di mana :

GH _n	=	Tinggi genangan hari ke n
GH _{n-1}	=	Tinggi genangan hari ke n - 1
HED _n	=	Hujan efektif dasar hari ke n
E _{tn}	=	Evapotranspirasi hari ke n
P _n	=	Perkolasi hari ke n
GEMAK	=	Tinggi genangan maksimum
GEMIN	=	Tinggi genangan minimum
PAI	=	Pemberian air irigasi (mm)

Secara skematis batasan genangan air di sawah untuk pemberian air secara kontinyu dapat dilihat pada Gambar 2.2



Gambar 2.2. Batasan tinggi genangan air di sawah pemberian air secara kontinyu

2.4.2. Pemberian Air Secara Terjadwal

Pemberian air secara terjadwal, dilakukan dengan memberikan air dalam waktu tertentu selama musim tanam (secara periodik). Besar air irigasi yang diberikan adalah sampai genangan air normal. Status tinggi genangan di lahan pada hari ke n untuk pemberian air secara terjadwal dirumuskan dengan persamaan sebagai berikut :

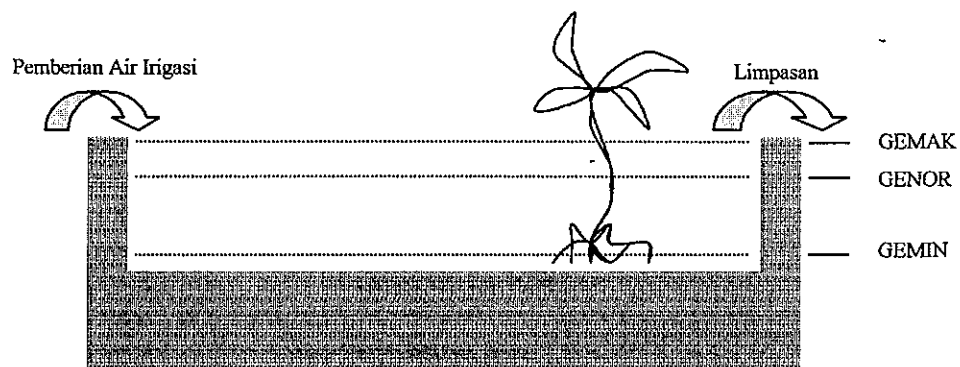
$$GH_n = GH_{n-1} + HED_n - E_{tn} - P_n \dots \dots \dots (2.12)$$

- $GH_n > GEMAK$: maka $GH_n = GEMAK$
- $GEMIN < GH_n < GEMAK$: maka $GH_n = GH_n$
- $GH_n < GEMIN$: maka $GH_n = GEMIN$
- $n = \text{periode pemberian air}$: maka
 $GH_n = GH_{n-1} + HED_n - E_{tn} - P_n + PAI$
 $PAI = GENOR - GH_n$

di mana :

- GH_n = Tinggi genangan hari ke n
- GH_{n-1} = Tinggi genangan hari ke n - 1
- HED_n = Hujan efektif dasar hari ke n
- E_{tn} = Evapotranspirasi hari ke n
- P_n = Perkolasi hari ke n
- $GEMAK$ = Tinggi genangan maksimum
- $GENOR$ = Tinggi genangan normal
- PAI = Pemberian air irigasi (mm)

Secara skematis batasan genangan air di sawah untuk pemberian air secara terjadwal dapat dilihat pada Gambar 2.3



Gambar 2.3. Batasan tinggi genangan air di sawah pemberian air secara terjadwal

2.4.3. Pemberian Air Secara Terkontrol

Pemberian air secara terkontrol berdasarkan perubahan tampungan dilakukan dengan memberikan air jika kondisi genangan mencapai ketinggian tertentu. Pada prosedur perhitungan model tinggi genangan dimana air segera ditambahkan disebut GEMIN, besar GEMIN dapat dilakukan sampai kedalaman 0. Air irigasi yang diberikan sampai ketinggian GENOR.

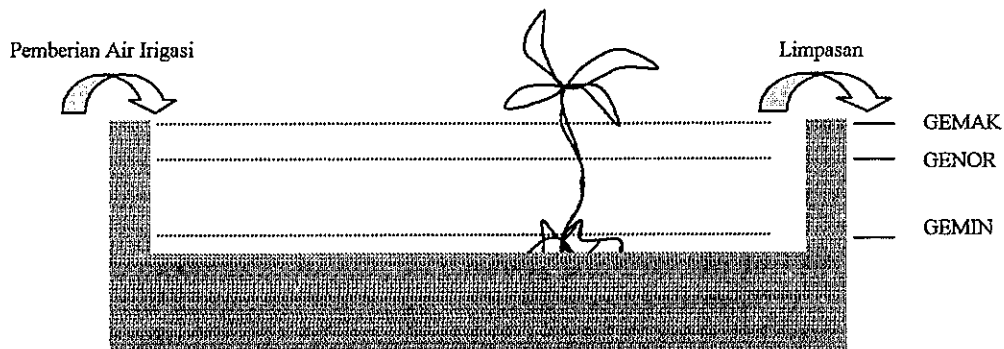
$$GH_n = GH_{n-1} + HED_n - E_{tn} - P_n \dots \dots \dots (2.13)$$

- $GH_n > GEMAK$: maka $GH_n = GEMAK$
- $GEMIN < GH_n < GEMAK$: maka $GH_n = GH_n$
- $GH_n < GEMIN$: maka $GH_n = GENOR$
- : maka
- $GH_n = GH_{n-1} + HED_n - E_{tn} - P_n + PAI$
- $PAI = GENOR - GH_n$

di mana :

GH_n	=	Tinggi genangan hari ke n
GH_{n-1}	=	Tinggi genangan hari ke n - 1
HED_n	=	Hujan efektif dasar hari ke n
E_{tn}	=	Evapotranspirasi hari ke n
P_n	=	Perkolasi hari ke n
GEMAK	=	Tinggi genangan maksimum
GENOR	=	Tinggi genangan normal
GEMIN	=	Tinggi genangan minimum
PAI	=	Pemberian air irigasi (mm)

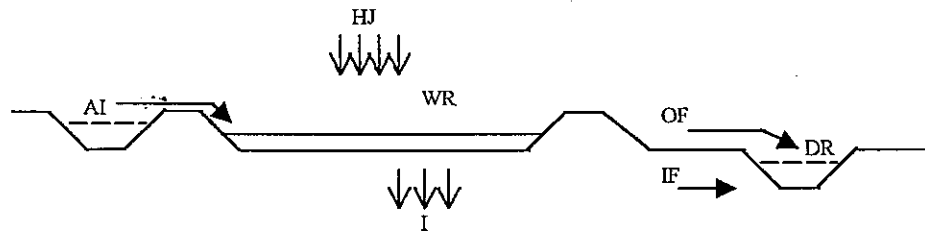
Secara skematis batasan genangan air di sawah untuk pemberian air secara terkontrol dapat dilihat pada Gambar 2.4



Gambar 2.4. Batasan tinggi genangan air di sawah pemberian air secara terkontrol

2.5. Dasar Hitungan Imbangan Air

Tinjauan pengalihragaman curah hujan dan pemberian air irigasi ke aliran drainase dapat didekati dengan prinsip imbangan air sederhana seperti pada gambar berikut :



Gambar 2.5 Imbangan Air di Lahan

Dengan prinsip imbangan air dapat disusun perumusan model hitungan pengalihragaman curah hujan dan pemberian air irigasi ke drainase, (Kohnke and Betrand 1959) memberikan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Air yang diterima} - \text{Air hilang} = \text{Air tersimpan} \dots \dots \dots (2.14)$$

Pada persamaan (2.17). Air yang diterima adalah hujan dan pemberian air irigasi. Air yang hilang adalah aliran permukaan, perkolasi, evaporasi, dan transpirasi. Air tersimpan adalah simpanan intersepsi, perubahan kandungan air tanah, simpanan permukaan.

Infiltrasi tidak terlihat sebagai komponen air yang hilang oleh karena persamaan tersebut adalah untuk suatu masa tanah tertentu. Infiltrasi merupakan penyebab dari perubahan kandungan air tanah sewaktu terjadi hujan.

2.5.1. Bentuk Aliran Air

Air keluar dari suatu areal tertentu dapat melalui beberapa bentuk antara lain

1. Aliran permukaan (overland flow), yaitu air yang mengalir di atas permukaan tanah.

2. Aliran air bawah tanah (ground water), yaitu air yang masuk dan terperkolasi jauh ke dalam tanah menjadi air bawah tanah. Air ini mengalir di dalam tanah dengan lambat masuk ke dalam sungai.

Persamaan (2.17) dapat juga ditulis sebagai berikut :

$$\text{Masukan: } HJ_{(t)} + AI_{(t)} - WR_{(t)} \dots\dots\dots(2.15)$$

$$\text{Keluaran: } DR_{(t)} = OF_{(t)} + IF_{(t)} \dots\dots\dots(2.16)$$

di mana :

- DR_t = Debit keluaran (drainase) pada saat t (l/dt)
- AI_t = Debit irigasi dari intake pada saat t (l/dt)
- HJ_t = Debit karena hujan pada saat t (l/dt)
- WR_t = Kebutuhan air irigasi pada saat t (l/dt)
- OF_t = Debit karena “overland flow” pada saat t (l/dt)
- IF_t = Debit karena “inter flow” pada saat t (l/dt)

2.5.2. Infiltrasi

Infiltrasi dimaksudkan sebagai proses masuknya air ke permukaan tanah, proses ini merupakan bagian yang sangat penting dalam daur hidrologi maupun dalam proses pengalihragaman hujan menjadi aliran. Sedangkan perkolasi merupakan proses aliran air dalam tanah secara vertikal akibat gaya berat.

Dalam kaitan ini terdapat dua pengertian tentang kuantitas infiltrasi, yaitu laju infiltrasi adalah banyaknya air persatuan waktu yang masuk melalui permukaan tanah, laju maksimum air dapat masuk kedalam tanah pada suatu saat disebut kapasitas infiltrasi.

Infiltrasi terjadi pada saat awal mempunyai laju infiltrasi yang tinggi, akan tetapi makin lama makin rendah sehingga mencapai laju infiltrasi tetap.

Horton (1939) mengemukakan rumusan infiltrasi sebagai berikut :

$$f = f_c + (f_0 - f_c) * e^{-kt} \dots\dots\dots(2.17)$$

di mana :

f = Kapasitas infiltrasi atau laju maksimum infiltrasi pada suatu saat (cm/jam)

f_c = Kapasitas infiltrasi pada saat infiltrasi telah konstan

f₀ = Kapasitas infiltrasi pada permulaan hujan

k = Suatu konstanta bagi suatu tanah

t = Waktu

e = 2,71828

2.5.3. Lugas Tanah

Untuk menentukan kondisi lugas tanah yang dipandang sesuai dalam areal irigasi, di perlukan tinjauan tentang jumlah lugas tanah yang dapat di ambil oleh akar dan dipakai untuk pertumbuhan tanaman. Jumlah lugas tanah yang dapat dimanfaatkan tanaman tersebut terbatas, dan batas itu dipengaruhi oleh ruang – ruang pori diantara butir – butir tanah dan gaya tarik butir – butir tanah.

Parameter karakteristik tanah diperlukan untuk menentukan batas-batas ketersediaan lugas tanah untuk tanaman, yaitu kapasitas jenuh dan kapasitas lapang.

Persamaan imbalan lengas tanah dinyatakan sebagai berikut

$$KLT_n = KLT_{n-1} + HED_n - E_{tn} - P_n \dots\dots\dots(2.18)$$

di mana :

- KLT_n = Kadar lengas tanah hari ke n
- KLT_{n-1} = Kadar lengas tanah hari ke n - 1
- HED_n = Hujan efektif hari ke n
- E_{tn} = Evapotranspirasi hari ke n
- P_n = Perkolasi hari ke n

Ada tiga batasan dalam penentuan lengas tanah berdasarkan tinggi genangan di lahan

$$GH_n = GH_{n-1} + HED_n - E_{tn} - P_n \dots\dots\dots(2.19)$$

$GH_n > GEMAK$ maka $GH_n = GEMAK$
 $LT_n = KAJ$

$GH_n > GEMIN$ maka $GH_n = GH_n$
 $LT_n = LT_{n-1} + HED_n - E_{tn} - P_n + PAI$

$GH_n < GEMIN$ maka $GH_n = GEMIN$
 $LT_n = LT_{n-1} + HED_n - E_{tn} - P_n + PAI$

di mana :

- GH_n = Tinggi genangan hari ke n
- GH_{n-1} = Tinggi genangan hari ke n - 1
- HED_n = Hujan efektif dasar hari ke n
- E_{tn} = Evapotranspirasi hari ke n
- P_n = Perkolasi hari ke n
- $GEMAK$ = Tinggi genangan maksimum
- $GEMIN$ = Tinggi genangan minimum
- PAI = Pemberian air irigasi (mm)
- KAJ = Kapasitas jenuh (mm)

LT_n = Lengan tanah hari ke n
 LT_{n-1} = Lengan tanah hari ke n - 1

2.5.4. Kapasitas Jenuh

Adalah jumlah air yang diperlukan untuk mengisi seluruh ruang pori antara butir-butir tanah. Nilai kapasitas jenuh didekati berdasarkan rumus berikut (Sudjarwadi, 1990) :

$$KAJ = n \cdot z \dots\dots\dots (2.20)$$

di mana :

KAJ = Kapasitas jenuh (mm)
 n = Porositas tanah (%)
 z = Kedalaman daerah perakaran (mm)

2.5.5. Kapasitas Lapang

Kapasitas lapang merupakan harga maksimum air kapiler yang dapat ditahan dalam kondisi drainase di zona perakaran, pada suatu keadaan muka air tanah cukup dalam sehingga lengan tanah dari zona saturasi tidak bisa tertarik kedaerah zona perakaran. Harga kapasitas lapang ini merupakan prosentase lengan yang masih berada dalam tanah pada saat berhentinya perkolasi dari tanah jenuh air. Secara praktis dapat dianggap bahwa kemampuan menahan air pada kapasitas lapang ini kelebihan tegangan kapiler kekuatan gravitasi.

Sudjarwadi (1990) mengusulkan penentuan nilai kapasitas lapang berdasarkan kapasitas jenuh, yaitu :

$$KAL = 2/3 KAJ \dots\dots\dots (2.21)$$

di mana :

KAL = Kapasitas lapang (mm)
 KAJ = Kapasitas jenuh (mm)

BAB III

METODOLOGI

3.1. Pendekatan Masalah dan Asumsi

1. Ketersediaan air hujan pada daerah irigasi dipengaruhi oleh ruang dan waktu, maka untuk mengetahui perilakunya dari waktu ke waktu didekati dengan cara hitungan simulasi hujan efektif harian selama musim tanam.
2. Kebutuhan air tanaman ditinjau berdasarkan tinggi genangan maksimum 200 mm (besarnya sama dengan tinggi pematang sawah), tinggi genangan normal 150 mm (tinggi genangan yang disetkan di sawah dengan pemberian air irigasi pada saat genangan yang terjadi lebih kecil dari genangan minimum) dan tinggi genangan minimum 50 mm (tinggi genangan yang masih diijinkan)
3. Pemberian tinggi genangan awal 150 mm
4. Bila curah hujan yang jatuh langsung di petak sawah jumlahnya melebihi kapasitas intersepsi akan menyebabkan perubahan tinggi genangan sawah, sebaliknya jika tidak ada hujan maka genangan akan turun sampai di bawah genangan minimum, untuk itu dilakukan pengisian dengan pemberian air irigasi.
5. Tanah pada daerah penelitian adalah seragam
6. Kehilangan air akibat rembesan ke samping diabaikan
7. Besaran evapotranspirasi harian konstan mengikuti evapotranspirasi rerata bulanan
8. Besaran perkolasi konstan sepanjang masa tanam
9. Padi yang ditanam adalah varitas unggul dengan usia pertumbuhan 90 hari

10. Faktor yang mempengaruhi terjadinya debit drainase hanya ditentukan oleh curah hujan dan pemberian air irigasi, yang selanjutnya dapat dimanfaatkan kembali

3.2. Data yang Diperlukan

1. Data klimatologi

Data klimatologi diperlukan untuk menentukan evapotranspirasi potensial. Data klimatologi yang terdiri dari data suhu, kelembaban udara, kecepatan angin, dan lamanya penyinaran matahari dari stasiun klimatologi terdekat yaitu stasiun Juwero kecamatan Gemuh kabupaten Kendal dari tahun 1996 sampai 2001

2. Data curah hujan harian

Data hujan harian tersedia berupa data hujan antara tahun 1996 sampai tahun 2001. Data hujan harian ini merupakan hasil rekaman stasiun hujan Patean Curug dan stasiun Babadan kecamatan Patehan kabupaten Kendal.

3. Data lahan

Data lahan meliputi luas lahan, perkolasi, koefisien tanaman, dapat dijelaskan sebagai berikut :

- a. Luas lahan irigasi adalah 3392 ha
- b. Perkolasi dipakai sesuai dengan Kriteria Perencanaan Irigasi (1986)
- c. Koefisien tanaman yang dipakai sesuai dengan Kriteria Perencanaan Irigasi (1986)

4. Data Pola Tanam

Data pola tanam diperlukan sebagai pedoman penentuan jadwal tanam pada lokasi penelitian. Data pola tanam yang tersedia berupa Keputusan Bupati Kendal Nomor 18 Tahun 2000 Tanggal 23 Oktober 2000

Tentang Petunjuk Pelaksanaan Pola Tanam dan Rencana Tata Tanam Pada Daerah Irigasi di Kabupaten Kendal Tahun 2000 / 2001

3.3. Pengujian Data

Tahap pengujian umumnya disebut dengan penyaringan (*screening*) data, dengan maksud untuk memeriksa dan memilah atau mengelompokkan data yang bertujuan untuk memperoleh data hidrologi yang cukup handal untuk analisis sehingga kesimpulan yang akan diperoleh cukup baik

Pengertian pengujian :

1. Data tidak homogen ada penyimpangan data dari sifat statistiknya yang disebabkan oleh faktor alam dan manusia.
2. Data tidak konsisten adalah penyimpangan data karena kesalahan acak dan kesalahan sistematisnya.

3.3.1. Uji Stasioner

Uji kestabilan nilai rata – rata

Berdasarkan uji X

$$t_c = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{s \sqrt{\frac{(N_1 + N_2)}{N_1 N_2}}} \dots\dots\dots(3.1)$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum(X_i - \bar{X})^2 + \sum(X_j - \bar{X})^2}{N_1 N_2 - 2}} \dots\dots\dots(3.2)$$

t_c = harga frekwensi yang mengikuti distribusi student t
 $t(1-\alpha) (N_1+ N_2 - 2)$ = tabel student's t dengan tingkat kepercayaan (1 - α)
dan derajat kebebasan ($N_1 + N_2 - 2$)



Jika : $t_c \leq t(1 - \alpha)(N_1 + N_2 - 2) \Rightarrow$ data homogen

$t_c > t(1 - \alpha)(N_1 + N_2 - 2) \Rightarrow$ data tidak homogen

Uji kestabilan varian

Berdasarkan uji S

$$t_c = \frac{S_1 - S_2}{s \sqrt{\frac{(N_1 + N_2)}{N_1 N_2}}} \dots\dots\dots(3.3)$$

3.4. Penyusunan Model Simulasi

3.4.1. Model Imbangan Air

Beberapa anggapan yang digunakan dalam simulasi model imbangan air di sawah antara lain :

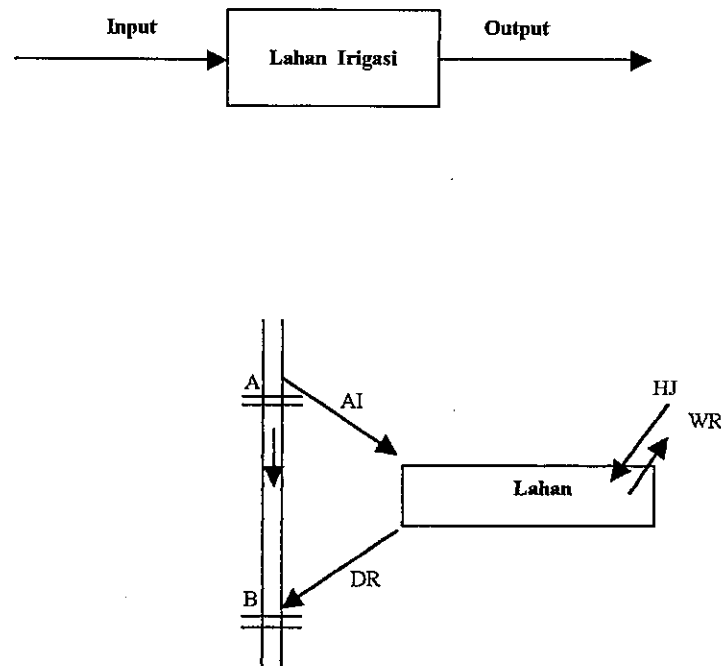
- a. Berlaku prinsip imbangan air di sawah
- b. Masukan model yang tidak diperoleh dari pengukuran ditentukan berdasarkan persamaan empirik maupun asumsi yang biasa berlaku pada praktek irigasi di Indonesia
- c. Tinggi genangan awal pada saat bibit dipindahkan ke petak sawah sama dengan genangan saat pengolahan tanah
- d. Hitungan suplesi air dari sistem irigasi ke drainase merupakan pengembangan model imbangan air di lahan.
- e. Keterbatasan data tentang ground water recharge maka penyelesaian model didekati dengan menggunakan model imbangan air, dengan modifikasi input berupa tinggi genangan.

3.4.1.1. Suplai air

Hujan yang jatuh pada lahan irigasi dan pemberian air merupakan suplai air, untuk mengetahui jumlah debit drainase akibat penghematan dari

penggunaan air untuk usaha pertanian dari suplai ketersediaan air, maka pada studi ini dilakukan dengan mencoba beberapa alternatif pemberian air irigasi.

Hitungan debit drainase mengikuti konsep imbang air (water balance), seperti Gambar 3.1



Gambar 3.1. Skema Model Imbangan Air Sederhana

3.4.1.2. Pemberian air secara kontinyu

Pemberian air dilakukan dengan memberikan air irigasi secara kontinyu dengan besar debit ditentukan sedemikian rupa sehingga hujan yang jatuh di sawah dapat dimanfaatkan secara maksimal. Pada penelitian ini pemberian air secara kontinyu dilakukan dengan memberikan air sebesar

5 mm per hari berdasarkan hasil survei lapangan daerah irigasi Juwero yang terletak di desa Triharjo, Kecamatan Gemuh, Kabupaten Kendal dan tinggi genangan pada saat pemindahan bibit ke sawah sebesar 150 mm.

3.4.1.3. Pemberian air secara terjadwal

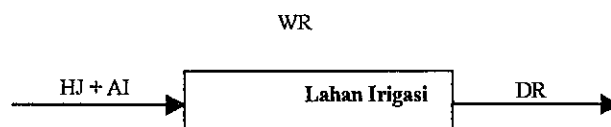
Pemberian air secara terjadwal dilakukan dengan cara memberi air sampai ketinggian tertentu, kemudian dihentikan, dan diberikan lagi setelah sejumlah hari yang ditentukan, pada penelitian ini periode pemberian air setiap 5 hari. Jumlah air yang diberikan sampai dengan genangan normal (GENOR) yang ditentukan sebesar 150 mm, genangan maksimum (GEMAK) ditentukan sebesar 200 mm.

3.4.1.4. Pemberian air secara terkontrol

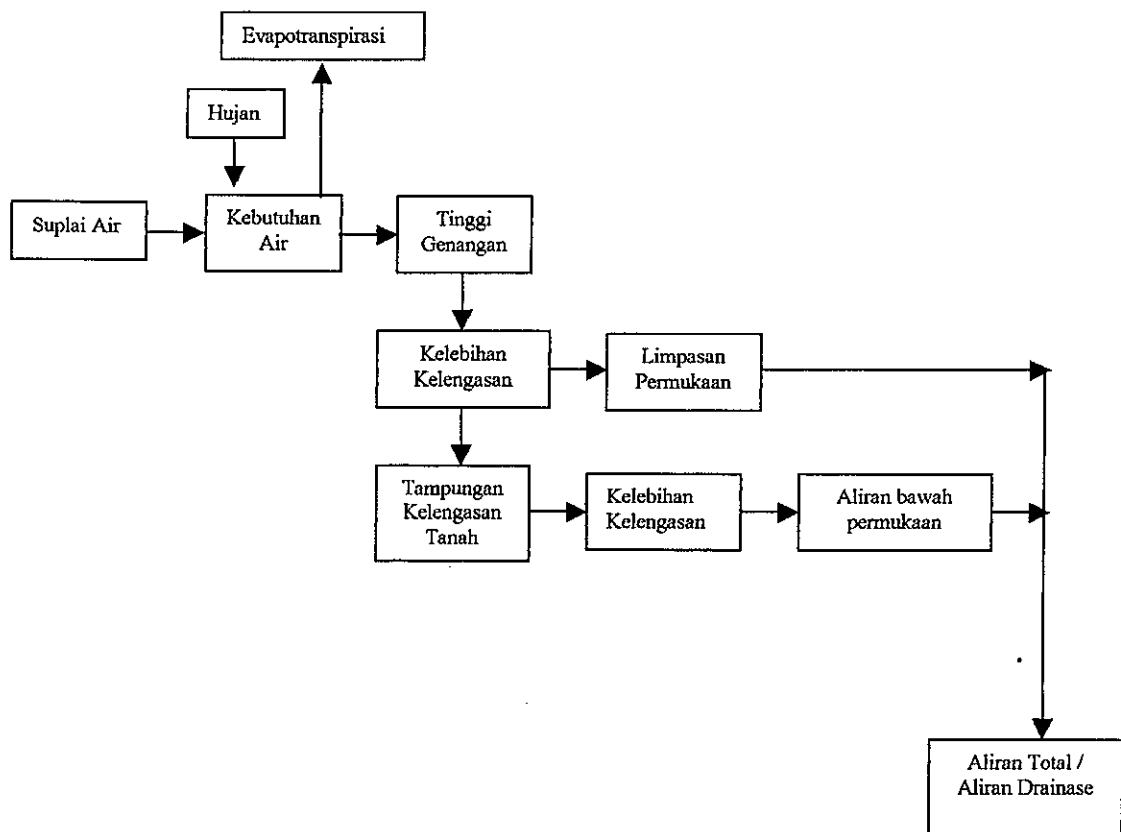
Pemberian air dilakukan apabila muka air turun sampai pada tinggi genangan minimum (GEMIN) yang ditentukan sebesar 50 mm. Pengisian air irigasi dilakukan sampai mencapai GENOR yaitu sebesar 150 mm. Tinggi genangan maksimum (GEMAK) ditentukan sebesar 200 mm.

3.4.2. Perumusan Model

Sebagai data masukan (input) model adalah berupa debit pemberian air irigasi (AI), hujan yang jatuh dilahan (HJ), dan kebutuhan air untuk irigasi (WR). Sedangkan keluaran (output) berupa debit drainase (DR) yang dapat dimanfaatkan kembali oleh Lahan irigasi disebelah hilirnya.



Gambar 3.2. Perumusan Model Imbangan Air



Gambar 3.3. Skema Model Imbangan Air

BAB IV PELAKSANAAN PENELITIAN

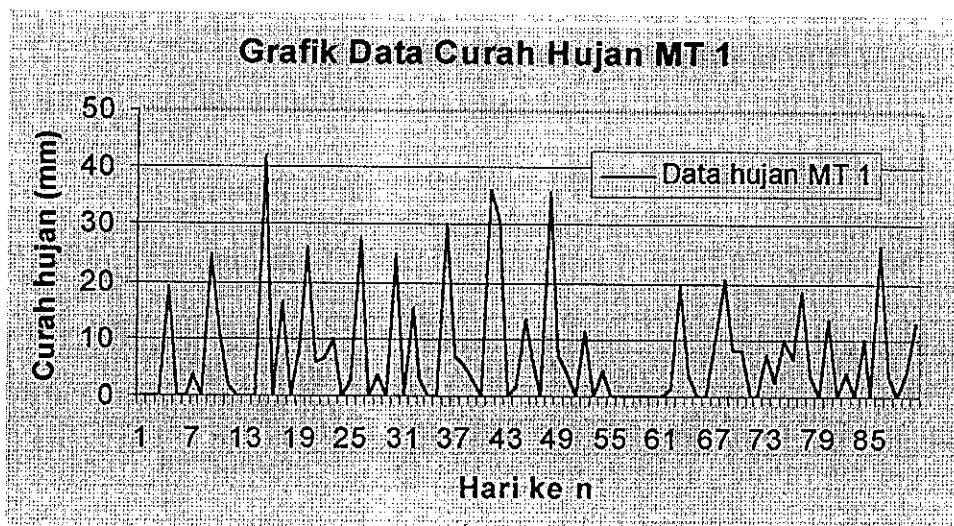
Sistem pemberian air irigasi pada imbalan air di sawah dapat direpresentasikan menjadi suatu model imbalan air, yang selanjutnya dapat dilakukan simulasi dengan cara pemberian air secara kontinyu, pemberian air secara terjadwal dan pemberian air secara terkontrol, sehingga dapat memberikan suatu gambaran hubungan antara hujan kebutuhan air irigasi dan tinggi genangan, hubungan antara hujan aliran permukaan dan aliran air tanah.

4.1. Pengujian Data

4.1.1. Uji Stasioner

Uji kestabilan nilai rata – rata masa tanam 1

Berdasarkan uji X



Gambar 4.1. Grafik Data Curah Hujan Masa Tanam 1

Dari data curah hujan harian untuk masa tanam ke 1 maka diperoleh grafik seperti terlihat pada Gambar 4.1, kemudian dilakukan pengelompokan untuk data pertama selama 40 hari dan pengelompokan kedua selama 50 hari. pengelompokan data untuk 40 hari pertama dan 50 hari kedua dapat dilihat pada Tabel 4.1

Tabel 4.1. Pengelompokan Data

Pengelompokan Data MT1 40 harian pertama

Hujan hari ke	x1	x1-X1	(x1-X1) ²
1	0,00	0,00	0,00
2	0,00	0,00	0,00
3	0,00	0,00	0,00
4	19,00	19,00	361,00
5	0,00	0,00	0,00
6	0,00	0,00	0,00
7	3,50	3,50	12,25
8	0,00	0,00	0,00
9	24,50	24,50	600,25
10	11,50	11,50	132,25
11	2,00	2,00	4,00
12	0,00	0,00	0,00
13	0,00	0,00	0,00
14	0,00	0,00	0,00
15	42,00	42,00	1764,00
16	0,00	0,00	0,00
17	16,50	16,50	272,25
18	0,00	0,00	0,00
19	9,00	9,00	81,00
20	26,00	26,00	676,00
21	6,00	6,00	36,00
22	6,50	6,50	42,25
23	10,00	10,00	100,00
24	0,00	0,00	0,00
25	3,00	3,00	9,00
26	28,00	28,00	784,00
27	0,00	0,00	0,00
28	3,50	3,50	12,25
29	0,00	0,00	0,00
30	25,00	25,00	625,00
31	0,00	0,00	0,00
32	15,50	15,50	240,25
33	3,00	3,00	9,00
34	0,00	0,00	0,00
35	0,00	0,00	0,00
36	30,00	30,00	900,00
37	7,00	7,00	49,00
38	5,50	5,50	30,25
39	3,00	3,00	9,00
40	0,00	0,00	0,00
Rerata X1 =	7,50	Jumlah =	6749,00
S Dev,(S1)	10,74		

Pengelompokan Data MT1 50 harian pertama

Hujan hari ke	x1	x1-X1	(x1-X1) ²
41	36,00	29,09	846,23
42	30,50	23,59	556,49
43	0,00	-6,91	47,75
44	2,00	-4,91	24,11
45	13,50	6,59	43,43
46	6,50	-0,41	0,17
47	0,00	-6,91	47,75
48	35,50	28,59	817,39
49	7,50	0,59	0,35
50	4,00	-2,91	8,47
51	0,00	-6,91	47,75
52	11,50	4,59	21,07
53	0,00	-6,91	47,75
54	4,50	-2,41	5,81
55	0,00	-6,91	47,75
56	0,00	-6,91	47,75
57	0,00	-6,91	47,75
58	0,00	-6,91	47,75
59	0,00	-6,91	47,75
60	0,00	-6,91	47,75
61	0,00	-6,91	47,75
62	1,50	-5,41	29,27
63	19,50	12,59	158,51
64	3,50	-3,41	11,63
65	0,00	-6,91	47,75
66	0,00	-6,91	47,75
67	10,00	3,09	9,55
68	20,50	13,59	184,69
69	8,00	1,09	1,19
70	8,00	1,09	1,19
71	0,00	-6,91	47,75
72	0,00	-6,91	47,75
73	7,50	0,59	0,35
74	2,50	-4,41	19,45
75	10,00	3,09	9,55
76	6,50	-0,41	0,17
77	18,50	11,59	134,33
78	3,50	-3,41	11,63
79	0,00	-6,91	47,75
80	13,50	6,59	43,43
81	0,00	-6,91	47,75
82	4,00	-2,91	8,47
83	0,00	-6,91	47,75
84	10,00	3,09	9,55
85	0,00	-6,91	47,75
86	26,50	19,59	383,77
87	3,50	-3,41	11,63
88	0,00	-6,91	47,75
89	4,00	-2,91	8,47
90	13,00	6,09	37,09
Rerata X2 =	6,91	Jumlah =	4352,35
S Dev,(S2)	9,42		

$$t_c = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{s \sqrt{\frac{(N_1 + N_2)}{N_1 N_2}}} \dots\dots\dots(3.1)$$

$$t_c = \frac{7.50 - 6.91}{7.17 \sqrt{\frac{(40 + 50)}{40 * 50}}} = 0.387$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum(X_i - \bar{X})^2 + \sum(X_j - \bar{X})^2}{N_1 + N_2 - 2}} \dots\dots\dots(3.2)$$

$$S = \sqrt{\frac{6749.00 + 4352.35}{40 + 50 - 2}} = 7.17$$

Pada tabel student t dengan tingkat kepercayaan (1 - α) dengan α = 10 % dan derajat kebebasan (N₁ + N₂ - 2) diperoleh t_(0.90,88) = 1.295. maka t_c = 0.387 < t_(0.90,88) = 1.295 (data homogen)

Uji kestabilan varian masa tanam 1

Berdasarkan uji S

$$t_c = \frac{S_1 - S_2}{s \sqrt{\frac{(N_1 + N_2)}{N_1 N_2}}} \dots\dots\dots(3.3)$$

$$t_c = \frac{10.74 - 9.42}{7.17 \sqrt{\frac{(40 + 50)}{40 * 50}}} = 0.865$$

Pada tabel student t dengan tingkat kepercayaan $(1 - \alpha)$ dengan $\alpha = 10\%$ dan derajat kebebasan $(N_1 + N_2 - 2)$ diperoleh $t_{(0.90,88)} = 1.295$. maka $t_c = 0.865 < t_{(0.90,88)} = 1.295$ (data homogen)

4.2. Hitungan Simulasi

4.2.1. Perhitungan curah hujan efektif

Hujan efektif adalah bagian dari curah hujan yang jatuh langsung di lahan sawah yang dapat dimanfaatkan oleh tanaman. Besarnya curah hujan efektif harian dihitung berdasarkan prinsip imbang air di lahan sawah dengan metode simulasi harian sepanjang data hujan. Bagan alir hitungan hujan efektif harian seperti pada Gambar 4.3.

Dalam menentukan besarnya nilai hujan efektif perlu diketahui terlebih dahulu besarnya nilai hujan efektif dasar, yaitu nilai hujan yang jatuh dipetak sawah setelah mengalami intersepsi.

Hitungan simulasi nilai hujan efektif dengan memperhitungkan pemberian air dipetak sawah ada tiga batasan tinggi genangan yang diterapkan, yaitu tinggi genangan maksimum sebesar 200 mm, tinggi genangan normal sebesar 150 mm, dan tinggi genangan minimum sebesar 50 mm.

4.2.2. Cara pemberian air irigasi

a. Pemberian air secara kontinyu

Pemberian air dilakukan dengan memberikan air irigasi secara kontinyu dengan debit ditentukan sedemikian rupa sehingga hujan yang jatuh di sawah dapat dimanfaatkan secara maksimal. Pada penelitian ini pemberian air secara kontinyu dilakukan dengan memberikan air sebesar 5mm .

b. Pemberian air secara terjadwal

Pemberian air secara terjadwal dilakukan dengan cara memberi air sampai ketinggian tertentu, kemudian dihentikan, dan diberikan lagi setelah sejumlah hari yang ditentukan. Pada penelitian ini periode pemberian air

adalah setiap 5 hari. Jumlah air yang diberikan sampai dengan genangan normal (GENOR) yang ditentukan sebesar 150 mm, genangan maksimum (GEMAK) ditentukan sebesar 200 mm.

c. Pemberian air secara terkontrol

Pemberian air dilakukan apabila muka air turun sampai genangan minimum (GEMIN) yang ditentukan sebesar 50 mm. Pengisian air irigasi dilakukan sampai mencapai GENOR yaitu sebesar 150 mm. Tinggi genangan maksimum (GEMAK) ditentukan sebesar 200 mm.

4.2.3. Perhitungan Imbangan Air

Adapun tahapan-tahapan penyelesaian model adalah sebagai berikut :

1. Data hujan harian (HJ)
2. Menentukan intersepsi (INC)
3. Menentukan hujan efektif (H.eff)
4. Menentukan nilai evapotranspirasi (Et)
5. Menentukan besar perkolasi (P)
6. Kebutuhan air tanaman (WR)
7. Menentukan suplai air berdasarkan tiga (3) cara antara lain :
 - a. pemberian air secara kontinyu ditentukan sebesar 5 mm sesuai dengan keadaan lokasi penelitian
 - b. pemberian air secara terjadwal setiap 5 harian, pengisian dilakukan hingga mencapai tinggi genangan normal sebesar 150 mm
 - c. pemberian air secara terkontrol 50 mm, bila tinggi genangan turun hingga 50 mm maka pengisian dilakukan hingga mencapai tinggi genangan normal sebesar 150 mm
8. Menentukan tinggi genangan di sawah (T Gen)
9. Menentukan asumsi nilai tampungan kelengasan awal (Wo), diambil 142,24 mm
10. Menentukan kelengasan tanah (mm)
11. Menentukan tampungan kelengasan tanah (Wi) dihitung dengan rumus :

$$W_i = \frac{W_o}{NOMINAL} \dots\dots\dots(4.1)$$

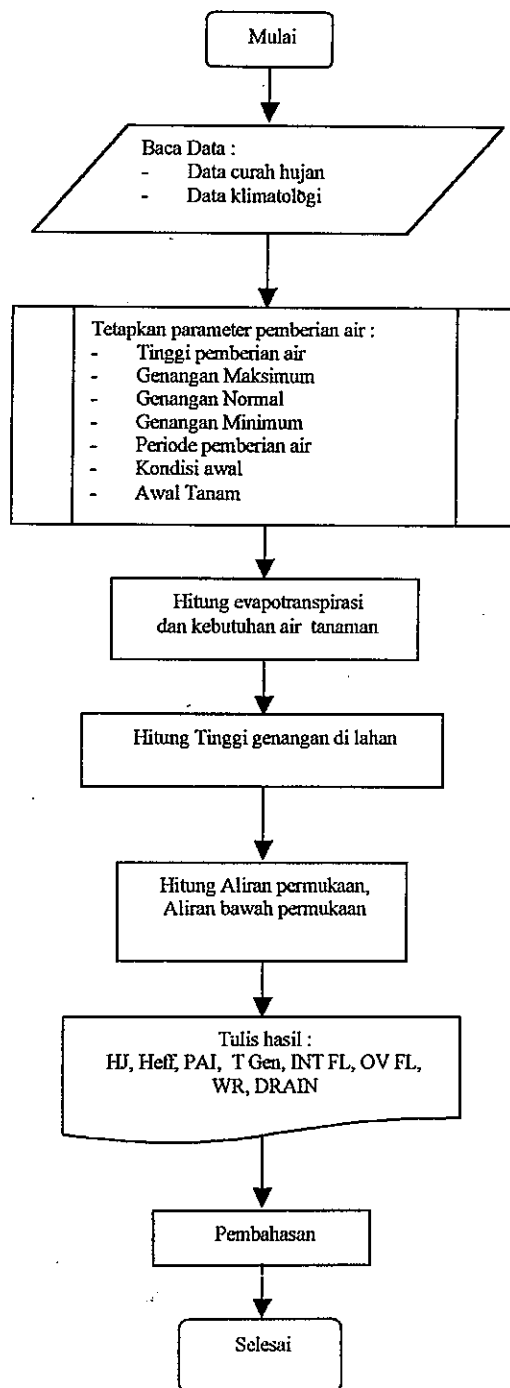
$$NOMINAL = 100 + 0,2 Ra \dots\dots\dots(4.2)$$

dengan : HJ = hujan tahunan (mm)

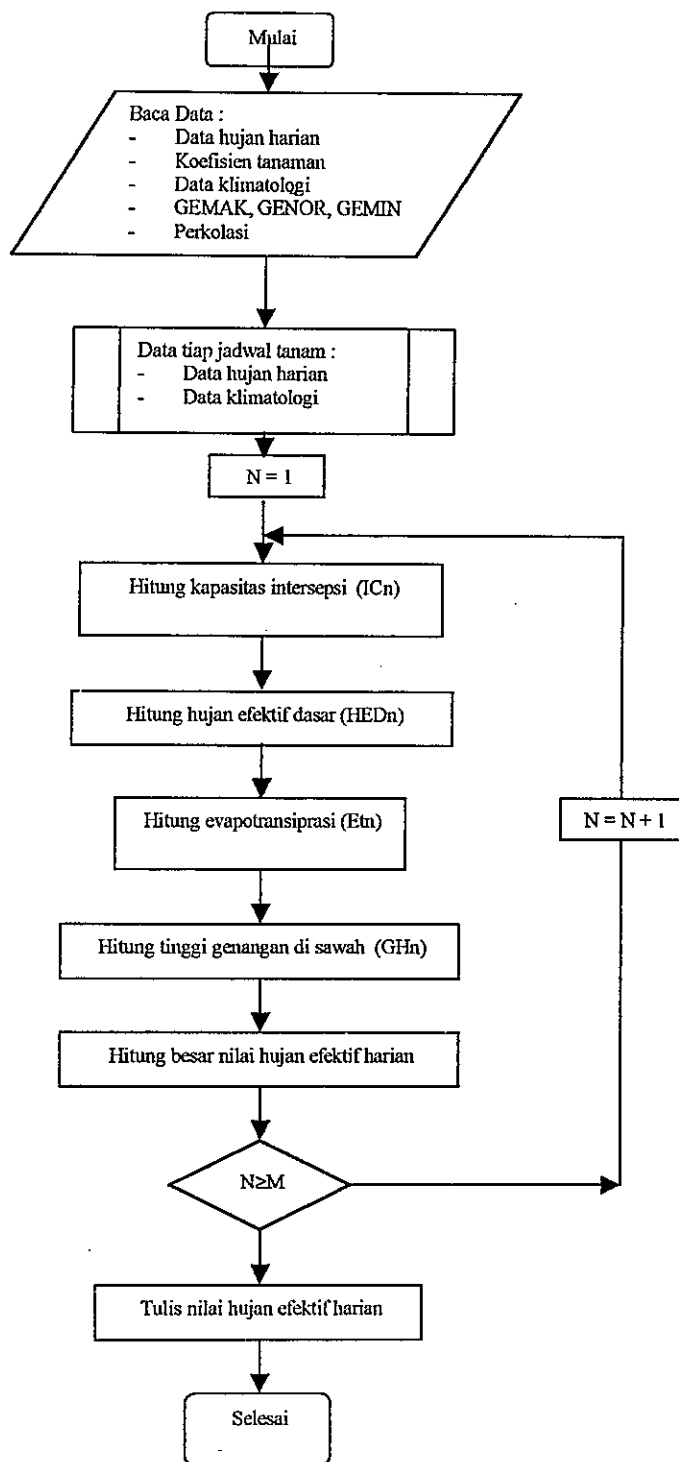
12. menentukan rasio kelebihan kelengasan (EMR), bila imbangan air positif maka ratio tersebut dapat memasukan nilai tampungan kelengasan tanah, sedangkan apabila imbangan air negatif maka ratio kelengasan tanah adalah nol (0)
13. kelebihan kelengasan (EM), adalah rasio kelebihan kelengasan dikalikan tampungan kelengasan tanah
14. perubahan tampungan (DS) adalah tampungan kelengasan tanah (SMS) dikurangi kelebihan kelengasan (EM)
15. tampungan air tanah (RGW) = P1 x kelebihan kelengasan
 P1 = parameter yang menggambarkan karakteristik tanah permukaan (kedalaman 1 – 2 m), yang nilainya 0,1 – 0,5 tergantung pada sifat lulus air lahan. Pada hitungan ini nilai P1 diambil 0,3 karena tanah permukaan bersifat lulus air.
16. tampungan air tanah awal (IGWMSo)
17. tampungan air tanah akhir (ESGW), adalah tampungan air tanah + tampungan air tanah awal
18. aliran air tanah (GWF) = P2 x tampungan air tanah akhir
 P2 = parameter seperti P1 tetapi untuk lapisan tanah dalam 2 – 4 m.
 P2 = 0,5 untuk tanah dalam lulus air
 = 0,9 untuk tanah dalam kedap air
19. aliran bawah permukaan (IF) adalah P3 x tampungan air tanah awal
 P3 = 0,3 tanah permukaan bersifat lulus air
20. limpasan langsung (DF) = tinggi genangan lebih besar dari genangan maksimum
21. aliran total (DR) = aliran langsung + aliran bawah permukaan

Secara umum langkah utama simulasi yang dilakukan dalam penelitian ini adalah (1) penyiapan data, (2) penentuan parameter awal, (3) perumusan simulasi, (4) proses hitungan dan (5) hasil simulasi. Tahapan simulasi dapat dilihat pada flowchart Gambar 4.2.

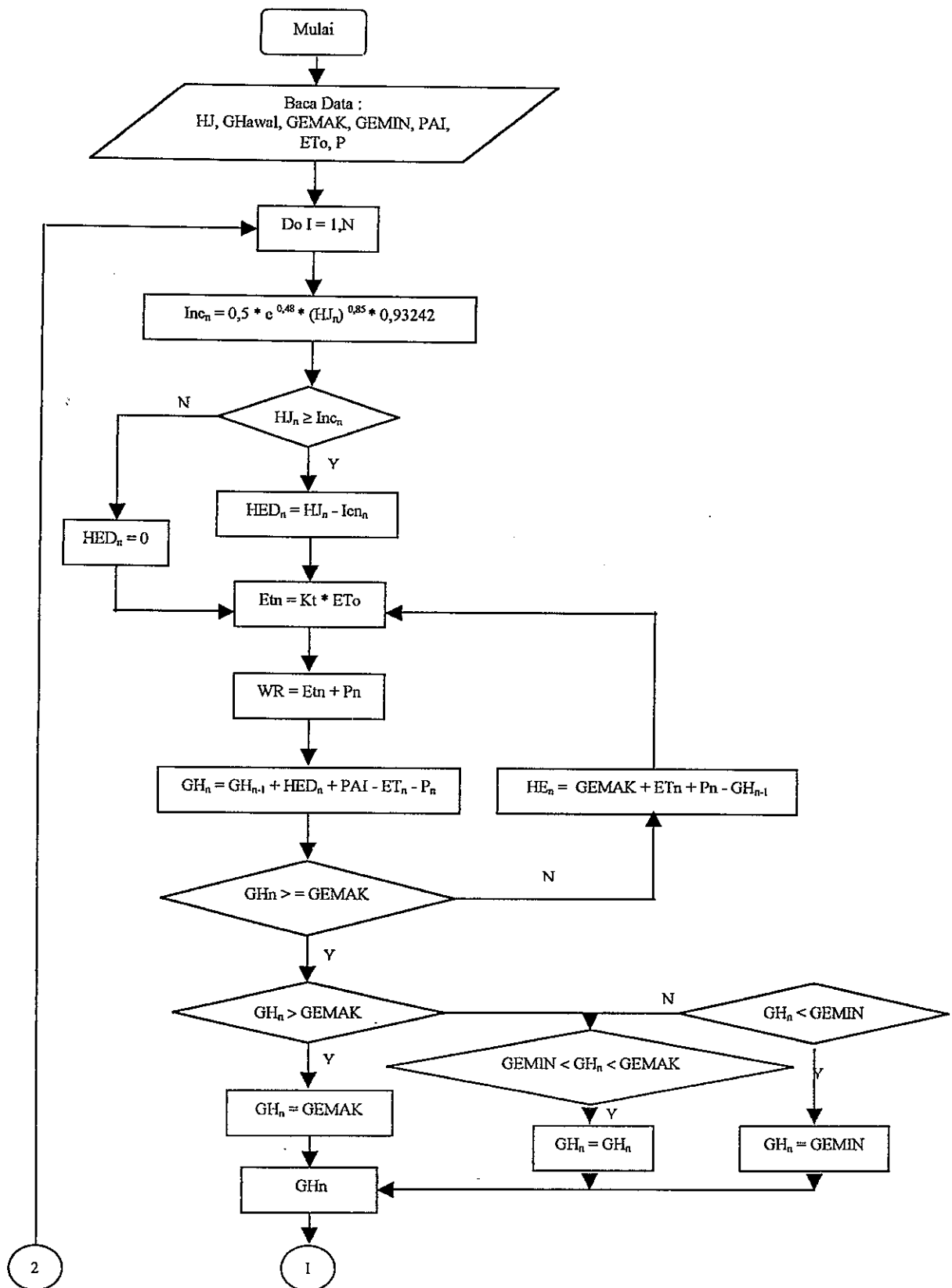
Gambar flowchart 4.4, 4.5, 4.6, merupakan pengelompokan dari tiga cara pemberian air irigasi kontinyu, terjadwal, terkontrol, sehingga dengan model simulasi akan dapat dilakukan cara pemberian air yang tepat dengan memperoleh besaran komponenimbangan air berupa hujan, hujan efektif, kebutuhan air, inter flow, overland flow dan debit drainase.

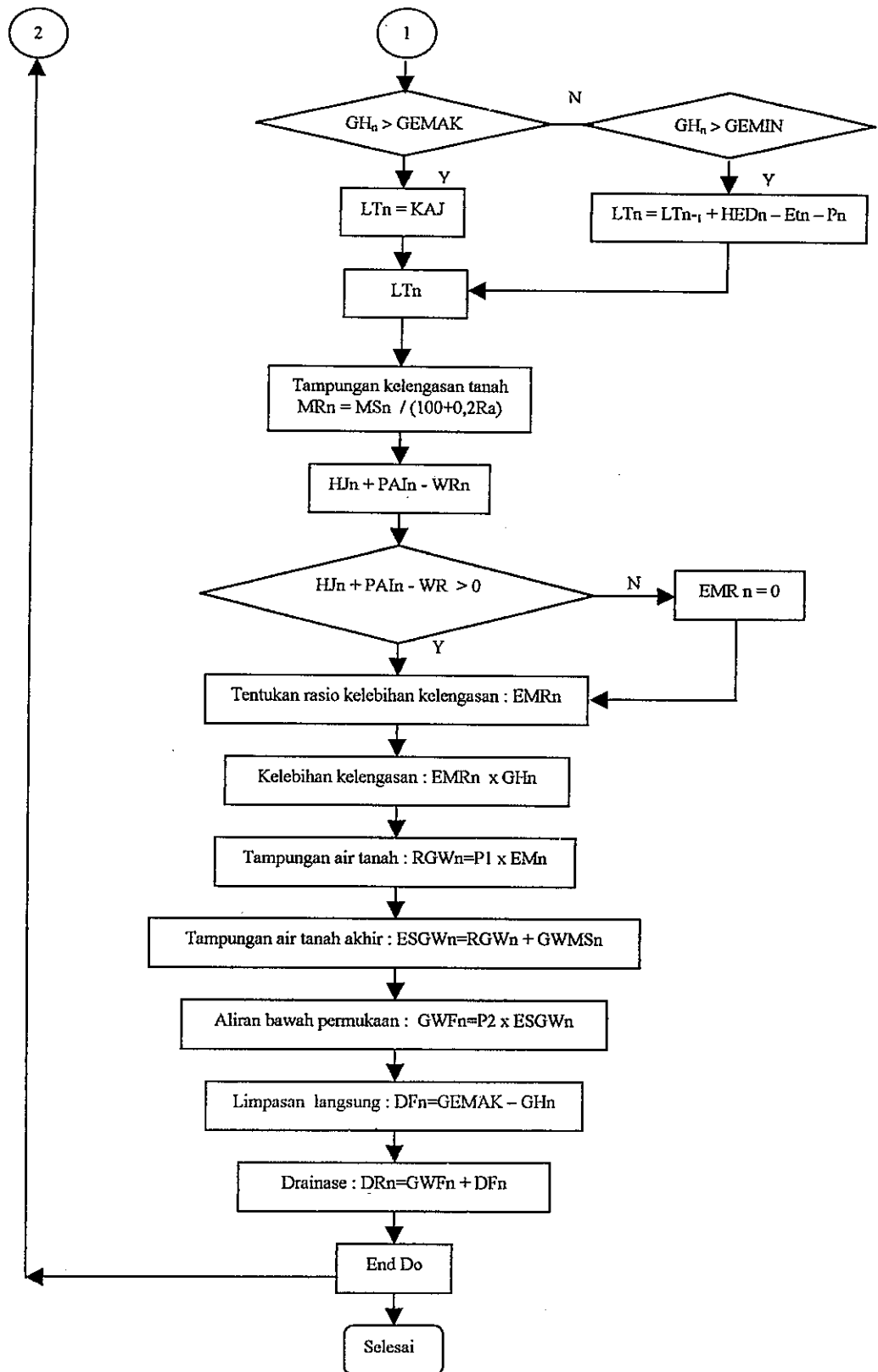


Gambar 4.2. Bagan Alir Proses Simulasi

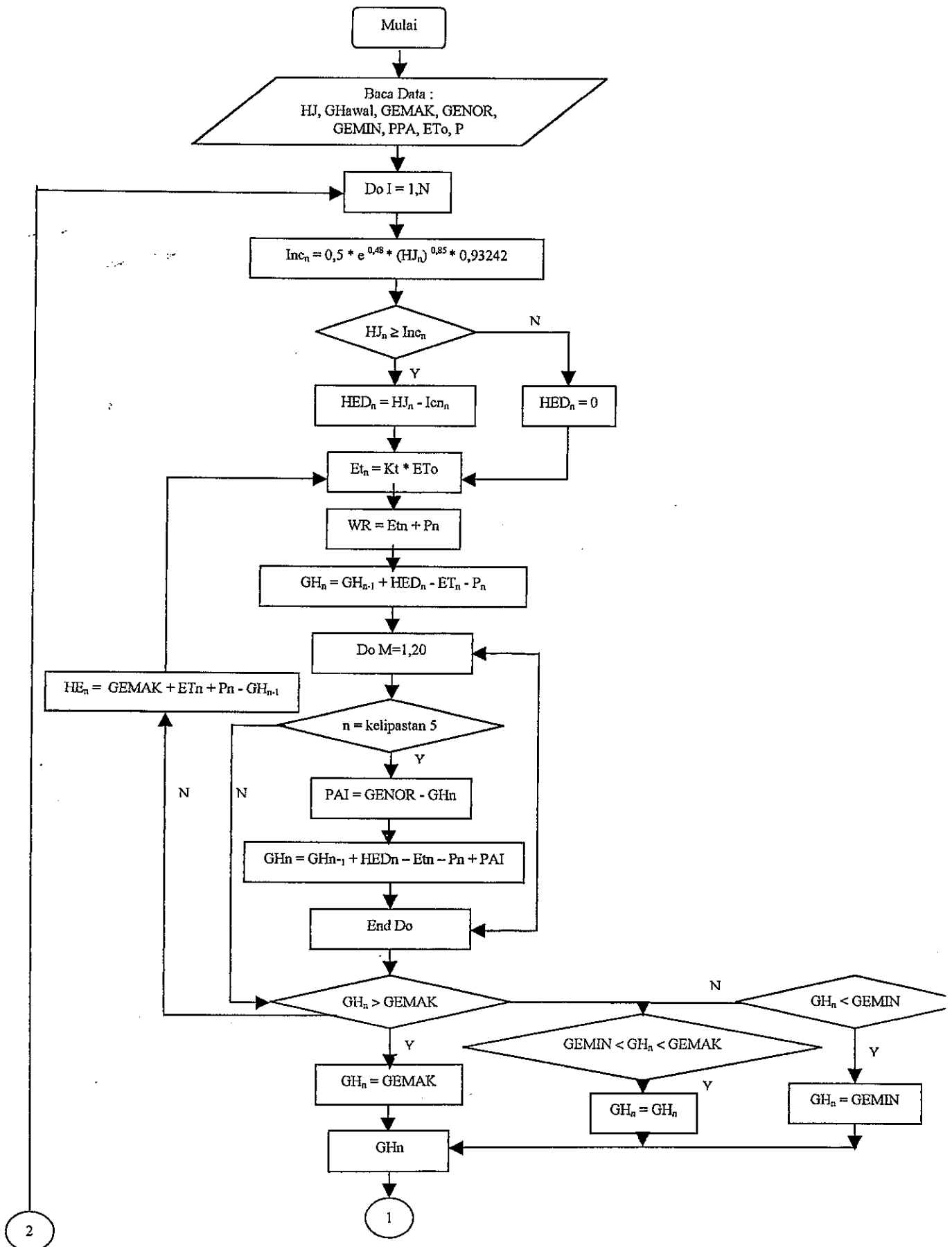


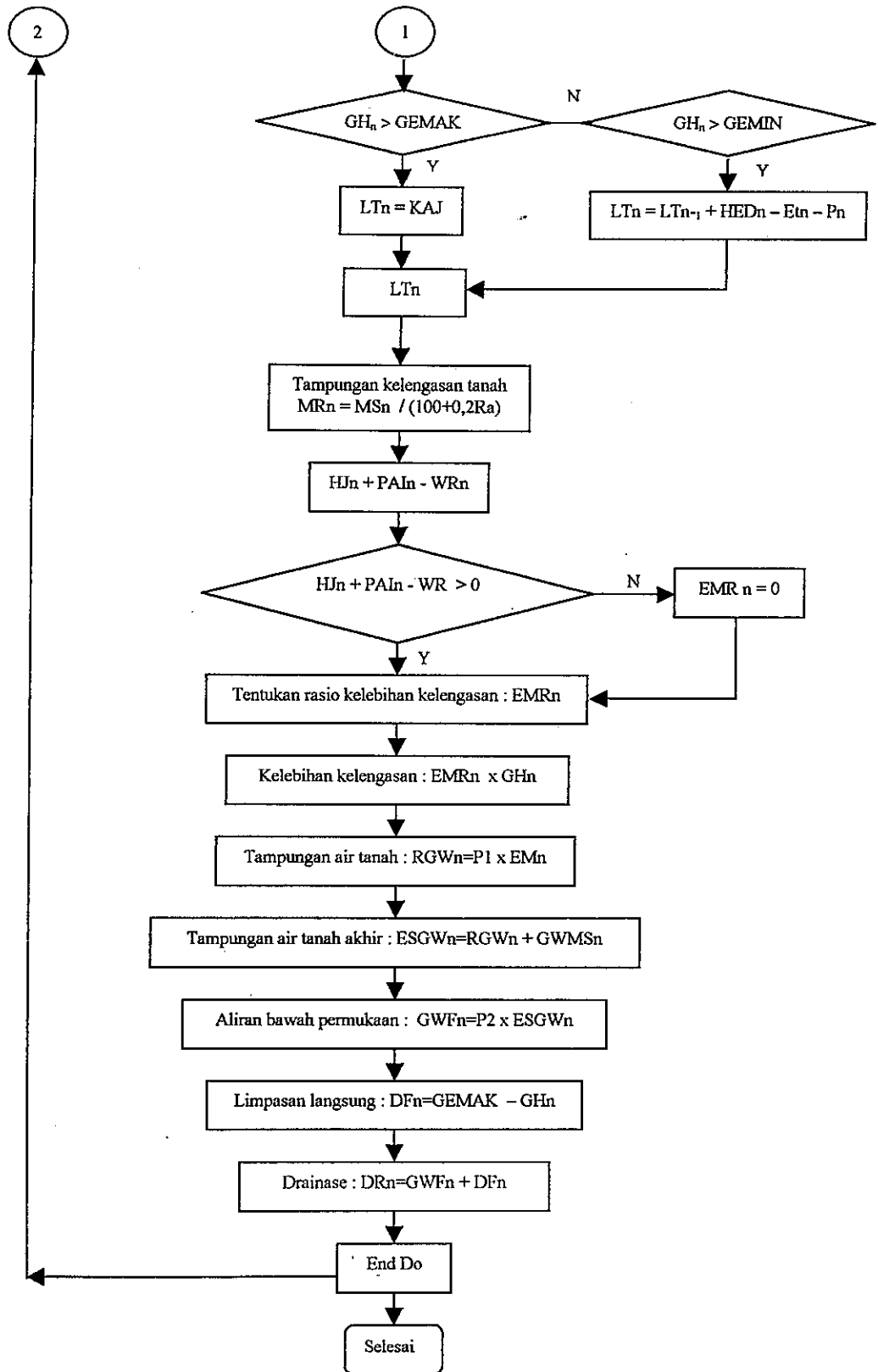
Gambar 4.3. Bagan Alir Proses Simulasi Hujan Efektif Harian



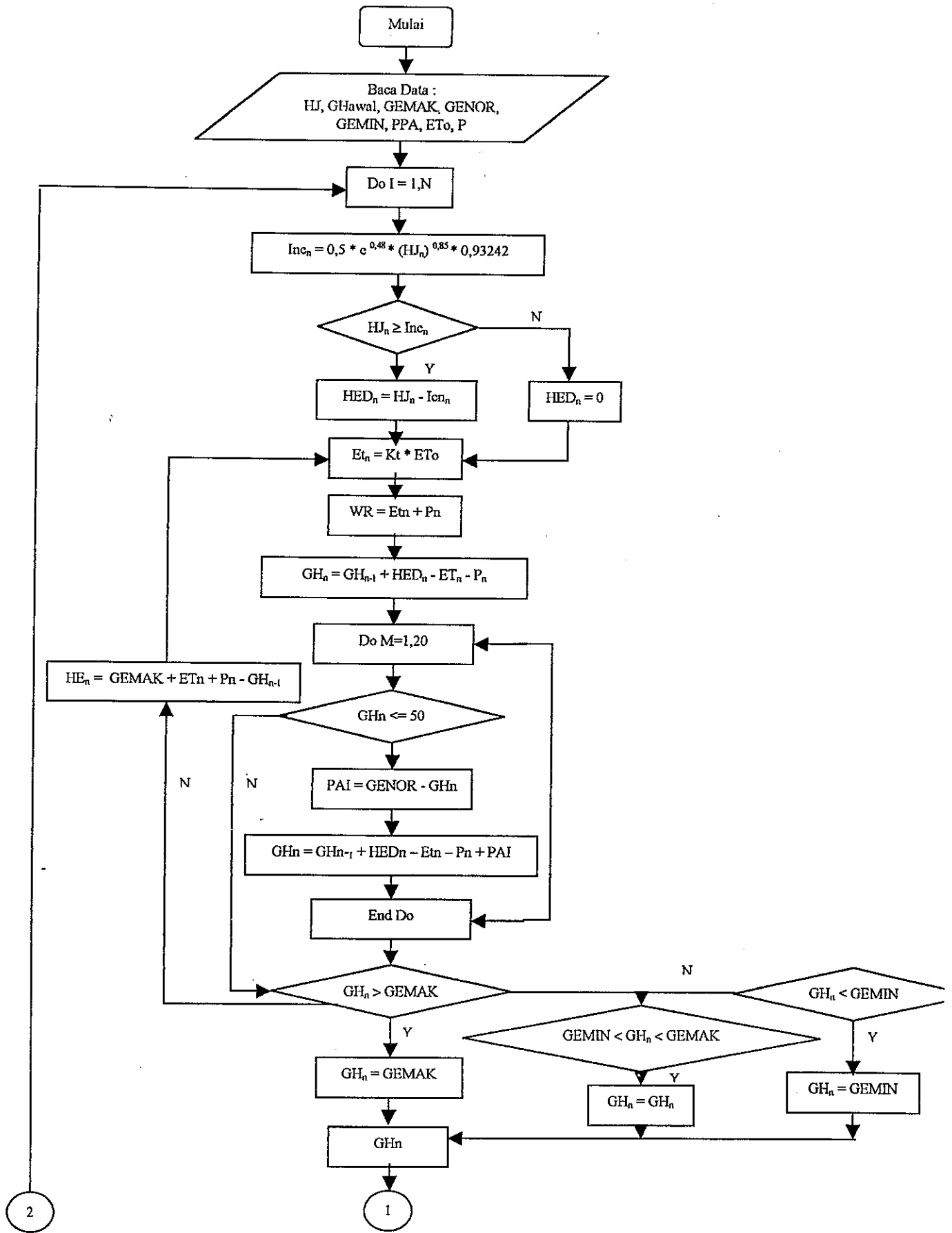


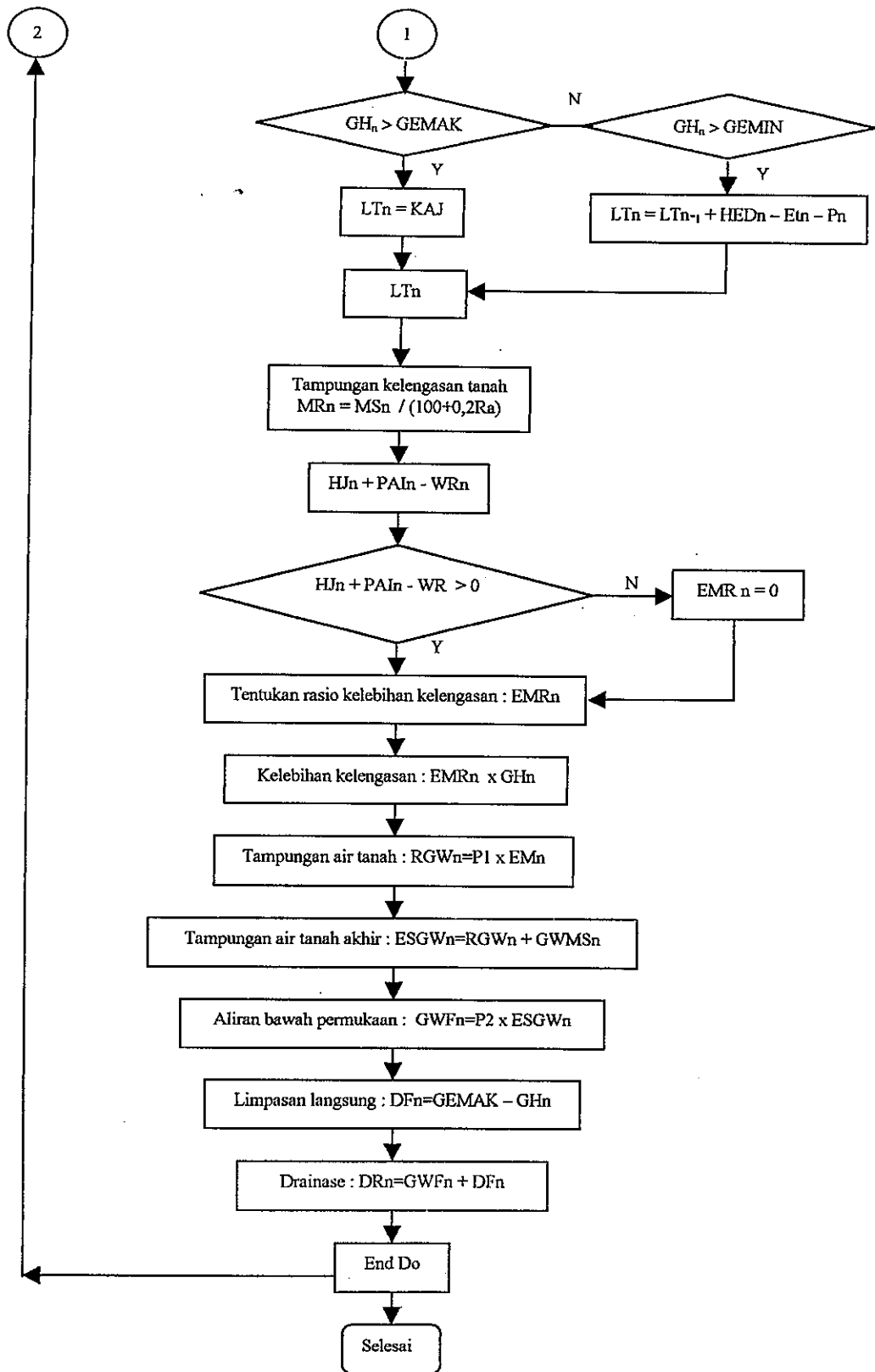
Gambar 4.4. Model Imbangan Air Untuk Pemberian Air Secara Kontinyu





Gambar 4.5. Model Imbalance Air Untuk Pemberian Air Secara Terjadwal





Gambar 4.6. Model Imbangan Air Untuk Pemberian Air Secara Terkontrol

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1. Hasil Hitungan

Hasil keluaran model berupa komponen imbalan air terdiri dari komponen masukan berupa hujan dan pemberian air yang harus ditambahkan, kebutuhan air dan keluarannya berupa drainase. Komponen imbalan air ditampilkan secara kumulatif selama kurun waktu satu musim tanam.

5.1.1. Pemberian Air Secara Kontinyu

Pemberian air secara kontinyu dilakukan dengan cara memberikan air sebesar 5 mm secara terus menerus selama satu musim tanam. Pada Tabel 5.1. kebutuhan air hanya selama pertumbuhan tanaman sedangkan kebutuhan air untuk pengolahan termasuk efisiensi belum diperhitungkan.

Tabel 5.1. Imbalan Air Pemberian Secara Kontinyu

Musim Tanam	Masukan		Kebutuhan Air (mm)	Keluaran Drainase (mm)
	Hujan (mm)	PAI (mm)		
MT 1	619,50	475,00	770,46	324,04
MT 2	515,50	530,00	787,01	258,49
MT 3	87,00	735,00	788,32	33,68

Hasil keluaran model simulasi imbalan air di lahan, pada Tabel 5.2. Untuk pemberian air secara kontinyu pada musim tanam satu diberikan sebesar 5 mm per hari, pada hari ke empat (4), hujan efektif sebesar 9,80 mm, tinggi genangan hari ke tiga (3) sebesar 145,23 mm, perkolasi 3,00 mm, bila tidak memasukkan hujan, tinggi genangan di lahan menjadi 142,33 mm, didapat dari tinggi genangan hari ke tiga (3) sebesar 145,23 mm + pemberian air secara kontinyu 5 mm – kebutuhan air tanaman sebesar 4,90 mm –

perkolasi sebesar 3,00 mm, sedangkan hujan dimasukkan tinggi genangan hari ke empat (4) 142,33 mm + hujan efektif sebesar 9,80 mm sehingga tinggi genangan naik menjadi 152,13 mm, terlihat pada hasil perhitungan bahwa hujan yang turun di lahan dimanfaatkan untuk menaikkan tinggi genangan.

Tabel 5.2. Imbangan Air di Lahan Irigasi dengan Pemberian Air Secara Kontinyu

Musim Tanam 1									Musim Tanam 1								
HARI	HJ (mm)	HJ eff (mm)	PAI (mm)	WR (mm)	TG (mm)	IN FL (mm)	OV FL (mm)	DRAIN (mm)	HARI	HJ (mm)	HJ eff (mm)	PAI (mm)	WR (mm)	TG (mm)	IN FL (mm)	OV FL (mm)	DRAIN (mm)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0,00	0,00	150,00	7,76	150,00	0,60	0,00	0,60	46	6,50	2,80	5,00	9,84	132,24	2,28	0,00	2,28
2	0,00	0,00	5,00	7,37	147,63	1,88	0,00	1,88	47	0,00	0,00	5,00	11,67	125,57	1,80	0,00	1,80
3	0,00	0,00	5,00	7,40	145,23	2,79	0,00	2,79	48	35,50	19,84	5,00	13,54	136,87	1,47	0,00	1,47
4	19,00	9,80	5,00	7,90	152,13	3,78	0,00	3,78	49	7,50	3,32	5,00	10,09	135,11	1,26	0,00	1,26
5	0,00	0,00	5,00	7,93	149,20	4,18	0,00	4,18	50	4,00	1,55	5,00	12,91	128,75	1,10	0,00	1,10
6	0,00	0,00	5,00	9,97	144,22	4,14	0,00	4,14	51	0,00	0,00	5,00	12,96	120,79	1,18	0,00	1,18
7	3,50	1,31	5,00	9,47	141,07	4,38	0,00	4,38	52	11,50	5,49	5,00	12,40	118,89	1,83	0,00	1,83
8	0,00	0,00	5,00	9,43	136,64	4,81	0,00	4,81	53	0,00	0,00	5,00	7,98	115,91	1,43	0,00	1,43
9	24,50	13,08	5,00	11,02	143,70	5,21	0,00	5,21	54	4,50	1,79	5,00	7,07	115,64	1,14	0,00	1,14
10	11,50	5,49	5,00	10,26	143,93	5,46	0,00	5,46	55	0,00	0,00	5,00	7,93	112,71	0,94	0,00	0,94
11	2,00	0,64	5,00	11,80	137,78	5,35	0,00	5,35	56	0,00	0,00	5,00	6,47	111,24	0,79	0,00	0,79
12	0,00	0,00	5,00	8,88	133,90	5,29	0,00	5,29	57	0,00	0,00	5,00	6,84	109,40	0,70	0,00	0,70
13	0,00	0,00	5,00	12,58	126,32	5,44	0,00	5,44	58	0,00	0,00	5,00	5,72	108,69	0,64	0,00	0,64
14	0,00	0,00	5,00	12,71	118,61	5,74	0,00	5,74	59	0,00	0,00	5,00	7,84	105,85	0,59	0,00	0,59
15	52,00	30,34	5,00	11,10	142,85	6,32	0,00	6,32	60	0,00	0,00	5,00	9,05	101,80	0,56	0,00	0,56
16	0,00	0,00	5,00	12,45	135,40	6,40	0,00	6,40	61	0,00	0,00	5,00	8,62	98,19	0,58	0,00	0,58
17	16,50	8,34	5,00	13,01	135,73	5,70	0,00	5,70	62	1,50	0,44	5,00	8,12	95,50	0,60	0,00	0,60
18	0,00	0,00	5,00	8,32	132,41	5,40	0,00	5,40	63	19,50	10,09	5,00	9,77	100,82	0,60	0,00	0,60
19	9,00	4,12	5,00	13,95	127,59	4,85	0,00	4,85	64	3,50	1,31	5,00	7,71	94,43	0,81	0,00	0,81
20	26,00	13,98	5,00	11,66	134,91	4,99	0,00	4,99	65	0,00	0,00	5,00	9,23	85,20	0,76	0,00	0,76
21	6,00	2,54	5,00	15,76	126,69	4,70	0,00	4,70	66	0,00	0,00	5,00	8,43	76,77	0,72	0,00	0,72
22	6,50	2,80	5,00	16,69	117,80	4,37	0,00	4,37	67	10,00	4,67	0,00	11,23	70,20	0,74	0,00	0,74
23	10,00	4,67	5,00	6,44	121,02	4,62	0,00	4,62	68	20,50	10,68	0,00	11,26	69,63	0,89	0,00	0,89
24	0,00	0,00	5,00	9,45	116,57	4,74	0,00	4,74	69	8,00	3,59	0,00	11,06	62,16	1,08	0,00	1,08
25	3,00	1,08	5,00	8,33	114,32	4,80	0,00	4,80	70	8,00	3,59	0,00	11,71	54,04	1,20	0,00	1,20
26	28,00	15,20	5,00	6,66	127,87	4,92	0,00	4,92	71	0,00	0,00	0,00	8,34	45,69	1,45	0,00	1,45
27	0,00	0,00	5,00	7,01	125,85	4,59	0,00	4,59	72	0,00	0,00	0,00	8,53	37,17	1,63	0,00	1,63
28	3,50	1,31	5,00	7,48	124,69	3,94	0,00	3,94	73	7,50	3,32	0,00	12,13	28,37	1,85	0,00	1,85
29	0,00	0,00	5,00	7,74	121,95	3,49	0,00	3,49	74	2,50	0,86	0,00	10,61	18,62	2,72	0,00	2,72
30	25,00	13,38	5,00	7,71	132,61	3,16	0,00	3,16	75	10,00	4,67	0,00	14,01	9,27	3,89	0,00	3,89
31	0,00	0,00	5,00	8,23	129,39	2,99	0,00	2,99	76	6,50	2,80	0,00	3,00	9,08	5,08	0,00	5,08
32	15,50	7,76	5,00	9,76	132,39	2,69	0,00	2,69	77	18,50	9,50	0,00	3,00	15,58	5,81	0,00	5,81
33	3,00	1,08	5,00	8,44	130,03	2,49	0,00	2,49	78	3,50	1,31	0,00	3,00	13,89	6,67	0,00	6,67
34	0,00	0,00	5,00	9,21	125,82	2,27	0,00	2,27	79	0,00	0,00	0,00	3,00	10,89	7,13	0,00	7,13
35	0,00	0,00	5,00	8,47	122,36	2,19	0,00	2,19	80	13,50	6,62	0,00	3,00	14,51	7,62	0,00	7,62
36	30,00	16,43	5,00	8,77	135,01	2,12	0,00	2,12	81	0,00	0,00	0,00	3,00	11,51	8,17	0,00	8,17
37	7,00	3,06	5,00	10,32	132,76	1,95	0,00	1,95	82	4,00	1,55	0,00	3,00	10,06	8,49	0,00	8,49
38	5,50	2,29	5,00	10,34	129,71	1,73	0,00	1,73	83	0,00	0,00	0,00	3,00	7,06	8,68	0,00	8,68
39	3,00	1,08	5,00	10,85	124,94	1,57	0,00	1,57	84	0,00	0,00	0,00	3,00	4,06	8,91	0,00	8,91
40	0,00	0,00	5,00	9,36	120,59	1,55	0,00	1,55	85	0,00	0,00	0,00	3,00	1,06	8,95	0,00	8,95
41	36,00	20,15	5,00	11,02	134,72	1,53	0,00	1,53	86	1,50	0,44	0,00	0,00	0,00	9,02	0,00	9,02
42	30,50	16,74	5,00	10,18	146,28	1,45	0,00	1,45	87	2,50	0,86	0,00	0,00	0,00	8,83	0,00	8,83
43	0,00	0,00	5,00	9,28	142,00	2,57	0,00	2,57	88	5,50	2,29	0,00	0,00	0,00	8,52	0,00	8,52
44	2,00	0,64	5,00	12,86	134,79	2,82	0,00	2,82	89	2,50	0,86	0,00	0,00	0,00	8,19	0,00	8,19
45	13,50	6,62	5,00	12,13	134,28	2,97	0,00	2,97	90	9,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,79	0,00	7,79
									619,50	308,20	475,00	770,46	8806,90	324,04	0,00	324,04	

5.1.2. Pemberian Air Secara Terjadwal

Pemberian air secara terjadwal dilakukan dengan cara memberikan air periode selama 5 harian selama satu musim tanam. Suplai air irigasi dilakukan hingga mencapai genangan normal sebesar 150 mm. Pada Tabel 5.3. kebutuhan air hanya selama pertumbuhan tanaman sedangkan kebutuhan air untuk pengolahan termasuk efisiensi belum diperhitungkan.

Tabel 5.3. Imbangan Air Pemberian Secara Terjadwal

Musim Tanam	Masukan		Kebutuhan Air (mm)	Keluaran Drainase (mm)
	Hujan (mm)	PAI (mm)		
MT 1	619,50	369,50	767,46	221,54
MT 2	515,50	443,26	790,01	168,75
MT 3	87,00	697,88	758,32	26,56

Hasil keluaran model simulasi imbangan air di lahan, pada Tabel 5.4. Untuk pemberian air terjadwal pada musim tanam satu hari ke sepuluh (10) hujan efektif sebesar 5,49 mm, tinggi genangan hari ke sembilan (9) sebesar 124,50 mm, perkolasi 3,00 mm, bila memasukkan hujan tinggi genangan di lahan menjadi 119,74 mm, didapat dari tinggi genangan hari ke sembilan (9) sebesar 124,50 mm + hujan efektif sebesar 5,49 mm – kebutuhan air untuk tanaman sebesar 7,26 mm – perkolasi sebesar 3,00 mm, manfaat hujan yang jatuh di lahan mempengaruhi jumlah air irigasi yang akan diberikan sebesar 20,00 mm, didapat dari tinggi genangan pada hari sebelum periode pemberian air yaitu hari ke sembilan (9) sebesar 124,50 mm – batasan pemberian air yang harus diberikan yaitu setinggi genangan normal sebesar 150,00 mm + hujan efektif sebesar 5,49 mm pada hari ke sepuluh (10).

Tabel 5.4. Imbangan Air di Lahan Irigasi dengan Pemberian Air Secara Terjadwal

Musim Tanam 1									Musim Tanam 1								
HARI	HJ (mm)	HJ eff (mm)	PAI (mm)	WR (mm)	TG (mm)	IN FL (mm)	OV FL (mm)	DRAIN (mm)	HARI	HJ (mm)	HJ eff (mm)	PAI (mm)	WR (mm)	TG (mm)	IN FL (mm)	OV FL (mm)	DRAIN (mm)
1	0,00	0,00	150,00	7,76	150,00	0,60	0,00	0,60	46	6,50	2,80	0,00	9,84	142,96	0,13	0,00	0,13
2	0,00	0,00	0,00	7,37	142,63	1,78	0,00	1,78	47	0,00	0,00	0,00	11,67	131,29	0,09	0,00	0,09
3	0,00	0,00	0,00	7,40	135,23	3,06	0,00	3,06	48	35,50	19,84	0,00	13,54	137,59	0,61	0,00	0,61
4	19,00	9,80	0,00	7,90	137,13	4,03	0,00	4,03	49	7,50	3,32	0,00	10,09	130,83	0,59	0,00	0,59
5	0,00	0,00	12,87	7,93	150,00	4,78	0,00	4,78	50	4,00	1,55	17,62	12,91	150,00	1,46	0,00	1,46
6	0,00	0,00	0,00	9,97	140,03	4,49	0,00	4,49	51	0,00	0,00	0,00	12,96	137,04	1,03	0,00	1,03
7	3,50	1,31	0,00	9,47	131,87	4,90	0,00	4,90	52	11,50	5,49	0,00	12,40	130,14	0,82	0,00	0,82
8	0,00	0,00	0,00	9,43	122,44	5,17	0,00	5,17	53	0,00	0,00	0,00	7,98	122,16	0,73	0,00	0,73
9	24,50	13,08	0,00	11,02	124,50	5,97	0,00	5,97	54	4,50	1,79	0,00	7,07	116,88	0,66	0,00	0,66
10	11,50	5,49	20,00	10,26	150,00	6,62	0,00	6,62	55	0,00	0,00	33,12	7,93	150,00	0,61	0,00	0,61
11	2,00	0,64	0,00	11,80	138,85	5,75	0,00	5,75	56	0,00	0,00	0,00	6,47	143,53	0,43	0,00	0,43
12	0,00	0,00	0,00	8,88	129,97	5,11	0,00	5,11	57	0,00	0,00	0,00	6,84	136,69	0,30	0,00	0,30
13	0,00	0,00	0,00	12,58	117,39	5,51	0,00	5,51	58	0,00	0,00	0,00	5,72	130,98	0,21	0,00	0,21
14	0,00	0,00	0,00	12,71	104,68	5,86	0,00	5,86	59	0,00	0,00	0,00	7,84	123,14	0,15	0,00	0,15
15	52,00	30,34	14,98	11,10	150,00	6,45	0,00	6,45	60	0,00	0,00	0,00	9,05	114,10	0,10	0,00	0,10
16	0,00	0,00	0,00	12,45	137,55	5,74	0,00	5,74	61	0,00	0,00	0,00	8,62	105,48	0,17	0,00	0,17
17	16,50	8,34	0,00	13,01	132,88	5,15	0,00	5,15	62	1,50	0,44	0,00	8,12	97,79	0,32	0,00	0,32
18	0,00	0,00	0,00	8,32	124,56	5,57	0,00	5,57	63	19,50	10,09	0,00	9,77	98,11	0,37	0,00	0,37
19	9,00	4,12	0,00	13,95	114,73	5,81	0,00	5,81	64	3,50	1,31	0,00	7,71	91,72	0,51	0,00	0,51
20	26,00	13,98	21,28	11,66	150,00	6,00	0,00	6,00	65	0,00	0,00	0,00	9,23	82,49	0,55	0,00	0,55
21	6,00	2,54	0,00	15,76	136,78	5,03	0,00	5,03	66	0,00	0,00	0,00	8,43	74,06	0,62	0,00	0,62
22	6,50	2,80	0,00	16,69	122,89	4,69	0,00	4,69	67	10,00	4,67	0,00	11,23	67,50	0,80	0,00	0,80
23	10,00	4,67	0,00	6,44	121,12	5,08	0,00	5,08	68	20,50	10,68	0,00	11,26	66,92	1,00	0,00	1,00
24	0,00	0,00	0,00	9,45	111,67	5,31	0,00	5,31	69	8,00	3,59	0,00	11,06	59,45	1,16	0,00	1,16
25	3,00	1,08	37,25	8,33	150,00	5,45	0,00	5,45	70	8,00	3,59	0,00	11,71	51,33	1,25	0,00	1,25
26	28,00	15,20	0,00	6,66	158,54	4,38	0,00	4,38	71	0,00	0,00	0,00	8,34	42,99	1,47	0,00	1,47
27	0,00	0,00	0,00	7,01	151,53	3,62	0,00	3,62	72	0,00	0,00	0,00	8,53	34,46	1,65	0,00	1,65
28	3,50	1,31	0,00	7,48	145,36	2,85	0,00	2,85	73	7,50	3,32	0,00	12,13	25,66	1,91	0,00	1,91
29	0,00	0,00	0,00	7,74	137,63	2,37	0,00	2,37	74	2,50	0,86	0,00	10,61	15,91	2,47	0,00	2,47
30	25,00	13,38	12,37	7,71	150,00	2,09	0,00	2,09	75	10,00	4,67	0,00	14,01	6,57	3,64	0,00	3,64
31	0,00	0,00	0,00	8,23	141,77	1,80	0,00	1,80	76	6,50	2,80	0,00	3,00	6,37	4,43	0,00	4,43
32	15,50	7,76	0,00	9,76	139,78	1,45	0,00	1,45	77	18,50	9,50	0,00	3,00	12,87	4,99	0,00	4,99
33	3,00	1,08	0,00	8,44	132,42	1,25	0,00	1,25	78	3,50	1,31	0,00	3,00	11,18	4,64	0,00	4,64
34	0,00	0,00	0,00	9,21	123,21	1,11	0,00	1,11	79	0,00	0,00	0,00	3,00	8,18	4,39	0,00	4,39
35	0,00	0,00	26,79	8,47	150,00	1,23	0,00	1,23	80	13,50	6,62	0,00	3,00	11,80	4,15	0,00	4,15
36	30,00	16,43	0,00	8,77	157,66	0,96	0,00	0,96	81	0,00	0,00	0,00	3,00	8,80	4,08	0,00	4,08
37	7,00	3,06	0,00	10,32	150,40	0,83	0,00	0,83	82	4,00	1,55	0,00	3,00	7,35	3,46	0,00	3,46
38	5,50	2,29	0,00	10,34	142,35	0,69	0,00	0,69	83	0,00	0,00	0,00	3,00	4,35	3,02	0,00	3,02
39	3,00	1,08	0,00	10,85	132,59	0,58	0,00	0,58	84	0,00	0,00	0,00	3,00	1,35	2,77	0,00	2,77
40	0,00	0,00	17,41	9,36	150,00	0,55	0,00	0,55	85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,59	0,00	2,59
41	36,00	20,15	0,00	11,02	159,13	0,53	0,00	0,53	86	1,50	0,44	0,00	0,00	0,00	2,46	0,00	2,46
42	30,50	16,74	0,00	10,18	165,69	0,54	0,00	0,54	87	2,50	0,86	0,00	0,00	0,00	2,37	0,00	2,37
43	0,00	0,00	0,00	9,28	158,41	0,38	0,00	0,38	88	5,50	2,29	0,00	0,00	0,00	2,26	0,00	2,26
44	2,00	0,64	0,00	12,86	144,20	0,26	0,00	0,26	89	2,50	0,86	0,00	0,00	0,00	2,18	0,00	2,18
45	13,50	6,62	5,80	12,13	150,00	0,18	0,00	0,18	90	9,00	4,12	0,00	0,00	0,00	2,10	0,00	2,10
									619,50	312,33	369,50	767,46	9255,62	221,54	0,00	221,54	

5.1.3. Pemberian Air Secara Terkontrol

Pemberian air secara terkontrol pada saat tinggi genangan 50 mm dilakukan dengan pemberian air irigasi apabila tinggi genangan di lahan turun sampai tinggi genangan minimum sebesar 50 mm. Pada Tabel 5.5. kebutuhan air hanya selama pertumbuhan tanaman sedangkan kebutuhan air untuk pengolahan termasuk efisiensi belum diperhitungkan.

Tabel 5.5. Imbangan Air Pemberian Secara Terkontrol

Musim Tanam	Masukan		Kebutuhan Air (mm)	Keluaran Drainase (mm)
	Hujan (mm)	PAI (mm)		
MT 1	619,50	435,28	767,46	287,32
MT 2	515,50	535,41	787,01	263,90
MT 3	87,00	718,69	734,38	71,31

Hasil keluaran model simulasi imbangan air di lahan, pada Tabel 5.6. Untuk pemberian air terkontrol pada musim tanam satu hari ke empat (4) hujan efektif sebesar 9,80 mm, tinggi genangan hari ke tiga (3) sebesar 135,23 mm, perkolasi 3,00 mm, bila memasukkan hujan tinggi genangan di lahan menjadi 137,13 mm, didapat dari tinggi genangan hari ke tiga (3) sebesar 135,23 mm + hujan efektif sebesar 9.80 mm – kebutuhan air untuk tanaman sebesar 4,90 mm – perkolasi sebesar 3,00 mm., hujan yang jatuh di lahan dapat mencukupi kebutuhan air untuk tanaman sebesar 4.90 mm dan perkolasi sebesar 3,00 mm, selebihnya sebesar 1,90 mm dimanfaatkan untuk menaikkan tinggi genangan.

Tabel 5.6. Imbangan Air di Lahan Irigasi dengan Pemberian Air Secara Terkontrol

Musim Tanam 1									Musim Tanam 1								
HARI	HJ (mm)	HJ eff (mm)	PAI (mm)	WR (mm)	TG (mm)	IN FL (mm)	OV FL (mm)	DRAIN (mm)	HARI	HJ (mm)	HJ eff (mm)	PAI (mm)	WR (mm)	TG (mm)	IN FL (mm)	OV FL (mm)	DRAIN (mm)
1	0,0	0,0	150,0	7,8	150,0	0,6	0,0	0,6	46	6,50	2,80	0,00	9,84	112,53	0,38	0,00	0,38
2	0,0	0,0	0,0	7,4	142,6	2,4	0,0	2,4	47	0,00	0,00	0,00	11,67	100,86	0,27	0,00	0,27
3	0,0	0,0	0,0	7,4	135,2	4,2	0,0	4,2	48	35,50	19,84	0,00	13,54	107,16	0,19	0,00	0,19
4	19,0	9,8	0,0	7,9	137,1	5,6	0,0	5,6	49	7,50	3,32	0,00	10,09	100,40	0,13	0,00	0,13
5	0,0	0,0	0,0	7,9	129,2	6,7	0,0	6,7	50	4,00	1,55	0,00	12,91	89,04	0,09	0,00	0,09
6	0,0	0,0	0,0	10,0	119,2	7,4	0,0	7,4	51	0,00	0,00	0,00	12,96	76,09	0,06	0,00	0,06
7	3,5	1,3	0,0	9,5	111,1	8,1	0,0	8,1	52	11,50	5,49	0,00	12,40	69,18	0,05	0,00	0,05
8	0,0	0,0	0,0	9,4	101,6	8,9	0,0	8,9	53	0,00	0,00	0,00	7,98	61,20	0,18	0,00	0,18
9	24,5	13,1	0,0	11,0	103,7	9,6	0,0	9,6	54	4,50	1,79	0,00	7,07	55,93	0,27	0,00	0,27
10	11,5	5,5	0,0	10,3	98,9	10,3	0,0	10,3	55	0,00	0,00	94,07	7,93	150,00	0,33	0,00	0,33
11	2,0	0,6	0,0	11,8	87,8	10,7	0,0	10,7	56	0,00	0,00	0,00	6,47	143,53	0,23	0,00	0,23
12	0,0	0,0	0,0	8,9	78,9	11,3	0,0	11,3	57	0,00	0,00	0,00	6,84	136,69	0,16	0,00	0,16
13	0,0	0,0	0,0	12,6	66,3	11,5	0,0	11,5	58	0,00	0,00	0,00	5,72	130,98	0,11	0,00	0,11
14	0,0	0,0	0,0	12,7	53,6	11,6	0,0	11,6	59	0,00	0,00	0,00	7,84	123,14	0,08	0,00	0,08
15	52,0	30,3	0,0	11,1	72,9	11,4	0,0	11,4	60	0,00	0,00	0,00	9,05	114,10	0,06	0,00	0,06
16	0,0	0,0	0,0	12,4	60,4	12,0	0,0	12,0	61	0,00	0,00	0,00	8,62	105,48	0,04	0,00	0,04
17	16,5	8,3	0,0	13,0	55,7	12,0	0,0	12,0	62	1,50	0,44	0,00	8,12	97,79	0,03	0,00	0,03
18	0,0	0,0	94,3	8,3	150,0	12,0	0,0	12,0	63	19,50	10,09	0,00	9,77	98,11	0,02	0,00	0,02
19	9,0	4,1	0,0	13,9	140,2	8,7	0,0	8,7	64	3,50	1,31	0,00	7,71	91,72	0,01	0,00	0,01
20	26,0	14,0	0,0	11,7	142,5	6,5	0,0	6,5	65	0,00	0,00	0,00	9,23	82,49	0,01	0,00	0,01
21	6,0	2,5	0,0	15,8	129,3	5,2	0,0	5,2	66	0,00	0,00	0,00	8,43	74,06	0,01	0,00	0,01
22	6,5	2,8	0,0	16,7	115,4	4,4	0,0	4,4	67	10,00	4,67	0,00	11,23	67,50	0,00	0,00	0,00
23	10,0	4,7	0,0	6,4	113,6	4,1	0,0	4,1	68	20,50	10,68	0,00	11,26	66,92	0,00	0,00	0,00
24	0,0	0,0	0,0	9,5	104,2	3,7	0,0	3,7	69	8,00	3,59	0,00	11,06	59,45	0,00	0,00	0,00
25	3,0	1,1	0,0	8,3	96,9	3,9	0,0	3,9	70	8,00	3,59	0,00	11,71	51,33	0,00	0,00	0,00
26	28,0	15,2	0,0	6,7	105,5	5,0	0,0	5,0	71	0,00	0,00	0,00	8,34	42,99	0,00	0,00	0,00
27	0,0	0,0	0,0	7,0	98,4	5,4	0,0	5,4	72	0,00	0,00	0,00	8,53	34,46	0,00	0,00	0,00
28	3,5	1,3	0,0	7,5	92,3	5,0	0,0	5,0	73	7,50	3,32	0,00	12,13	25,66	0,00	0,00	0,00
29	0,0	0,0	0,0	7,7	84,5	5,2	0,0	5,2	74	2,50	0,86	0,00	10,61	15,91	0,00	0,00	0,00
30	25,0	13,4	0,0	7,7	90,2	5,6	0,0	5,6	75	10,00	4,67	0,00	14,01	6,57	0,00	0,00	0,00
31	0,0	0,0	0,0	8,2	82,0	5,8	0,0	5,8	76	6,50	2,80	0,00	3,00	6,37	0,15	0,00	0,15
32	15,5	7,8	0,0	9,8	80,0	5,8	0,0	5,8	77	18,50	9,50	0,00	3,00	12,87	0,25	0,00	0,25
33	3,0	1,1	0,0	8,4	72,6	6,0	0,0	6,0	78	3,50	1,31	0,00	3,00	11,18	0,18	0,00	0,18
34	0,0	0,0	0,0	9,2	63,4	6,2	0,0	6,2	79	0,00	0,00	0,00	3,00	8,18	0,12	0,00	0,12
35	0,0	0,0	0,0	8,5	54,9	6,5	0,0	6,5	80	13,50	6,62	0,00	3,00	11,80	0,09	0,00	0,09
36	30,0	16,4	0,0	8,8	62,6	6,6	0,0	6,6	81	0,00	0,00	0,00	3,00	8,80	0,06	0,00	0,06
37	7,0	3,1	0,0	10,3	55,3	6,9	0,0	6,9	82	4,00	1,55	0,00	3,00	7,35	0,04	0,00	0,04
38	5,5	2,3	96,9	10,3	150,0	6,6	0,0	6,6	83	0,00	0,00	0,00	3,00	4,35	0,03	0,00	0,03
39	3,0	1,1	0,0	10,8	140,2	4,7	0,0	4,7	84	0,00	0,00	0,00	3,00	1,35	0,02	0,00	0,02
40	0,0	0,0	0,0	9,4	130,9	3,3	0,0	3,3	85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01
41	36,0	20,2	0,0	11,0	140,0	2,3	0,0	2,3	86	1,50	0,44	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01
42	30,5	16,7	0,0	10,2	146,6	1,6	0,0	1,6	87	2,50	0,86	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01
43	0,0	0,0	0,0	9,3	137,3	1,1	0,0	1,1	88	5,50	2,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
44	2,0	0,6	0,0	12,9	125,1	0,8	0,0	0,8	89	2,50	0,86	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
45	13,5	6,6	0,0	12,1	119,6	0,5	0,0	0,5	90	9,00	4,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
									619,50	312,33	435,28	767,46	7291,36	287,32	0,00	287,32	

5.2. Pembahasan

5.2.1. Imbangan Air

Dalam imbangan air di lahan irigasi, sebagai data masukan (*input*) adalah hujan yang jatuh di lahan, pemberian air irigasi dan kebutuhan air tanaman sedangkan keluaran (*output*) berupa debit drainase yang dapat dimanfaatkan kembali oleh daerah irigasi sebelah hilir, lihat Tabel 5.7

Tabel 5.7. Imbangan Air Musim Tanam Satu (MT1)

Cara Pemberian Air	Masukan		Kebutuhan Air (mm)	Keluaran Drainase (mm)
	Hujan (mm)	PAI (mm)		
Kontinyu	619,50	475,00	770,46	324,04
Terjadwal	619,50	369,50	767,46	221,54
Terkontrol	619,50	435,28	767,46	287,32

Imbangan air di areal usaha pertanian dinyatakan dalam persamaan masukan dikurangi air keluar sama dengan perubahan tampungan, dimana perubahan tampungan merupakan perubahan air dalam tanah. Jika pada petak sawah air yang masuk dari samping dianggap nol, maka keseimbangan air akan tercapai dimana suplai air + hujan = evapotranspirasi atau pemakaian konsumtif + perkolasi + drainase, yang selanjutnya didapat suplai air = evapotranspirasi atau pemakaian konsumtif - hujan + perkolasi + drainase. Besar suplai air menunjukkan bahwa air irigasi yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan air sawah. Evapotranspirasi atau kebutuhan konsumtif - hujan adalah besarnya kebutuhan irigasi konsumtif, besar nilai hujan didapat dari catatan hujan setempat.

Keseimbangan akan tercapai pada pemberian air secara kontinyu apabila suplai air sebesar 475 mm + hujan sebesar 619,50 mm = evapotranspirasi sebesar 500,46 mm + perkolasi sebesar 270 mm + drainase sebesar 324,04 mm sehingga menjadi masukan sebesar 1094,5 mm -

keluaran sebesar $1094.5 = 0$ (nol), dan sebagai kontrol suplai air = evapotranspirasi – hujan + perkolasi + drainase, sehingga suplai air menjadi 475 mm. Sedangkan sebagai kontrol drainase = hujan + suplai air – evapotranspirasi – perkolasi. Pemberian air secara terjadwal masukan sebesar 989 mm – keluaran 989 mm = 0 (nol), dan pemberian air secara terjadwal masukan sebesar $1054,78 \text{ mm} - 1054,78 \text{ mm} = 0$ (nol).

Jika jumlah air yang tertahan pada permukaan tanah tercapai sesuai batasan tinggi genangan yang ada yaitu tinggi genangan maksimum sebesar 200 mm, genangan normal sebesar 150 mm dan genangan minimum sebesar 50 mm, maka banyaknya air irigasi yang diperlukan selanjutnya adalah evapotranspirasi – hujan + perkolasi.

Untuk mengairi sawah tinggi genangan adalah jumlah air untuk menjenuhkan tanah dan tinggi genangan yang menggenangi sawah, banyaknya tinggi genangan dipenuhi pada waktu tinggi genangan awal sebesar 150 mm pada saat padi dipindahkan dari tempat pembibitan, inilah sebabnya kebutuhan air pada saat awal tanam adalah terbesar, sedangkan besaran drainase dapat diperkecil dengan memperbaiki cara pemberian air.

Dari hasil keluaran model simulasi di ketahui bahwa cara pemberian air secara kontinyu mempunyai debit drainase terbesar yaitu 324,04 mm, diikuti pemberian air secara terkontrol sebesar 287,32 mm dan pemberian air secara terjadwal sebesar 221,54 mm.

Pada pemberian air secara kontinyu dilakukan pengisian secara terus-menerus sebesar 5 mm, sehingga tinggi genangan akan selalu terjaga. Hujan, pemberian air irigasi serta kebutuhan air untuk tanaman merupakan imbalan air di lahan sehingga mengakibatkan terjadinya tinggi genangan.

Hasil keluaran model imbang air di lahan Tabel 5.2. menunjukkan hujan merupakan data masukan model untuk musim tanam satu sebesar 619,50 mm, kebutuhan air irigasi untuk satu musim tanam sebesar 770,46 mm sedangkan keluaran model imbang air di lahan berupa debit drainase yang terjadi pada bagian hilir adalah sebesar 324,04 mm.

Pada pemberian air secara terjadwal dilakukan dengan memberikan air selama 5 harian dimana pengisian air hingga mencapai tinggi genangan normal sebesar 150 mm. Hasil keluaran model imbang air di lahan Tabel 5.4. menunjukkan hujan merupakan data masukan model untuk satu musim tanam satu sebesar 619,50 mm, kebutuhan air irigasi untuk satu musim tanam sebesar 767,46 mm sedangkan keluaran model imbang air di lahan berupa debit drainase yang terjadi pada bagian hilir adalah sebesar 221,54 mm.

Pada pemberian air secara terkontrol saat tinggi genangan 50 mm maka dilakukan pengisian hingga mencapai tinggi genangan normal sebesar 150 mm. Hasil keluaran model imbang air di lahan Tabel 5.6. menunjukkan hujan merupakan data masukan model untuk satu musim tanam sebesar 619,50 mm, kebutuhan air irigasi untuk satu musim tanam sebesar 767,46 mm sedangkan keluaran model imbang air di lahan berupa debit drainase yang terjadi pada bagian hilir adalah sebesar 287,32 mm.

Imbang air pada lahan irigasi dengan tiga (3) cara yaitu cara pemberian air secara kontinyu, terjadwal, terkontrol mengakibatkan perbedaan pada suplai air dan keluaran, dimana pemberian air kontinyu mempunyai suplai air terbesar dan keluaran drainase terbesar, hal ini disebabkan pemberian air yang dilakukan tidak dikurangi hujan yang jatuh dilahan sehingga tinggi genangan yang terjadi tidak mengalami penurunan air yang sangat besar.

Berdasarkan tinggi genangan yang terjadi di lahan, maka dengan tiga batasan genangan maksimum, genangan normal, genangan minimum dapat menentukan kelengasan tanah sehingga dapat diketahui aliran bawah permukaan pemberian air secara kontinyu adalah yang terbesar. Perbedaan nilai masukan dan keluaran diakibatkan adanya perbedaan air yang diberikan, sehingga ada perbedaan dalam menentukan kelengasan tanah berdampak pada debit drainase.

Nilai masukan berupa hujan dan suplai air untuk pemberian air secara kontinyu sebesar 1094,50 mm, keluaran berupa kebutuhan air sebesar 770,46 mm dan perubahan tampungan berupa drainase sebesar 324,04 mm, nilai masukan berupa hujan dan suplai air untuk pemberian air terjadwal sebesar 989 mm, keluaran berupa kebutuhan air sebesar 767,46 mm dan perubahan tampungan berupa drainase sebesar 221,54 mm, nilai tampungan berupa hujan dan suplai air untuk pemberian air secara terkontrol sebesar 1054,78 mm, keluaran berupa kebutuhan air sebesar 767,46 mm dan perubahan tampungan berupa drainase sebesar 287,32 mm. Perbedaan cara pemberian air yang dilakukan yaitu dengan cara kontinyu, terjadwal dan terkontrol akan mempengaruhi besar perubahan tampungan pada imbalan air, berdasarkan persamaan imbalan air.

Limpasan tidak terjadi hal ini disebabkan tinggi genangan yang terjadi di lahan tidak melebihi tinggi genangan maksimum yaitu sebesar 200 mm. Perubahan drainase dipengaruhi cara pemberian air ke tiga cara yang berbeda dimana hujan, evapotranspirasi dan perkolasi besarnya sama untuk satu musim tanam, sehingga perbedaan cara pemberian yang dilakukan akan mempengaruhi besar suplai air sehingga berpengaruh pada tinggi genangan di lahan, tinggi genangan yang terjadi pada masing-masing cara pemberian air akan berpengaruh pada kelengasan yang mengakibatkan perubahan pada besaran drainase.

5.2.2. Kebutuhan Air

Untuk pemberian air secara kontinyu diberikan setinggi 5 mm per hari dengan tinggi genangan maksimum (GEMAK) ditentukan sebesar 200 mm. Pada hari pertama pemberian air irigasi diberikan sebesar 150 mm sehingga mendapatkan tinggi genangan sebesar 150 mm, hal ini disesuaikan dengan kondisi daerah irigasi Juwero, dimana pada saat pemindahan bibit ke sawah tinggi genangan yang ada sebesar 150 mm, selanjutnya untuk hari kedua dan seterusnya pemberian air yang diberikan sebesar 5mm. Tinggi genangan yang terjadi dipengaruhi oleh hujan, pemberian air dan kebutuhan air untuk pertumbuhan tanaman.

Pada hari ke empat (4) pemberian air secara kontinyu 5 mm, pengaruh hujan efektif sebesar 9,80 mm sudah dapat dipertimbangkan dengan memberikan air irigasi sebesar 5 mm lebih rendah dari kebutuhan air untuk tanaman sebesar 7,90 mm dengan anggapan kekurangan sebesar 2,90 dicukupi oleh hujan efektif, kelebihan hujan efektif sebesar 6,90 mm dapat menaikkan tinggi genangan.

Pada pemberian air secara kontinyu, pemberian air sebesar 5 mm secara terus menerus, akibatnya tinggi genangan tetap terjaga hingga menjelang panen. Tinggi genangan yang tetap terjaga mengakibatkan kegiatan panen akan terganggu, oleh karena itu pada hari ke enam puluh tujuh (67) pemberian air 5 mm tidak diberikan lagi dengan kondisi tinggi genangan sebesar 70,20 mm, dengan tinggi genangan sebesar 70,20 mm diperhitungkan kebutuhan air akan mencukupi kebutuhan untuk pertumbuhan tanaman hingga menjelang panen dan tinggi genangan tetap terjaga walaupun mengalami penurunan hingga tinggi genangan nol pada umur 86 hari saat menjelang panen. Kebutuhan air untuk pemberian air secara kontinyu 5 mm selama sembilan puluh (90) hari sebesar 475,00 mm.

Pemberian air secara terjadwal dilakukan dengan cara memberikan air sampai ketinggian genangan normal yang ditentukan sebesar 150 mm kemudian dihentikan dan diberikan setiap 5 harian.

Pada hari pertama pemberian air irigasi diberikan sebesar 150 mm sehingga mendapatkan tinggi genangan sebesar 150 mm, hal ini disesuaikan dengan kondisi daerah irigasi Juwero, dimana pada saat pemindahan bibit ke sawah tinggi genangan yang ada sebesar 150 mm, selanjutnya untuk hari kedua hingga hari keempat tidak dilakukan pemberian air, sehingga tinggi genangan di lahan akan turun sesuai dengan kebutuhan air untuk pertumbuhan tanaman. Tinggi genangan yang terjadi dipengaruhi oleh hujan, periode pemberian air dan kebutuhan air untuk pertumbuhan tanaman.

Pada hari ke lima (5) tinggi genangan turun mencapai ketinggian 137,13 mm, maka dilakukan pengisian sebesar 12,87 mm sehingga tinggi genangan di sawah akan naik mencapai tinggi genangan normal sebesar 150 mm

Pemberian air secara terjadwal 5 harian pengaruh hujan efektif dapat dimasukkan dalam pengaturan periode pemberian air serta tinggi genangan normal, pada hari ke sepuluh (10) hujan efektif sebesar 5,49 mm, tinggi genangan normal 150 mm, tinggi genangan sebelum pengaturan periode sebesar 124,50 mm, maka besar pemberian air pada hari ke sepuluh (10) adalah sebesar 20,00 mm.

Pemberian air secara terjadwal 5 harian mempunyai interval yang singkat sehingga besaran debit yang diberikan adalah selisih antara penurunan genangan hari terakhir sebelum ada penambahan dengan tinggi genangan normal sehingga kebutuhan air yang ditambahkan adalah yang paling sedikit.

Dengan memperhitungkan tinggi genangan sebesar 114,10 mm pada hari ke enam puluh (60) tidak dilakukan pengisian, disebabkan tinggi genangan sebesar 114,10 mm akan cukup memenuhi kebutuhan untuk pertumbuhan tanaman hingga panen dan tinggi genangan akan nol pada umur 85 hari. Kebutuhan air untuk pemberian air secara terjadwal 5 harian selama sembilan puluh (90) hari sebesar 369,50 mm.

Pemberian air secara terkontrol dilakukan apabila tinggi genangan di sawah turun hingga mencapai genangan minimum (GEMIN) sebesar 50 mm, maka pengisian air irigasi mencapai genangan normal (GENOR) ditentukan sebesar 150 mm, tinggi genangan maksimum (GEMAK) ditentukan sebesar 200 mm.

Pemberian air secara terkontrol 50 mm, pengaruh hujan efektif telah dipertimbangkan berdasarkan perubahan tinggi genangan di lahan, hujan efektif akan disimpan sebagai tampungan untuk menaikkan tinggi genangan dan dipergunakan untuk kebutuhan air untuk tanaman.

Pemberian air secara terkontrol 50 mm dilakukan apabila tinggi genangan di sawah turun hingga batas tinggi genangan minimum sebesar 50 mm baru dilakukan pengisian, pemberian air secara terkontrol mempunyai interval yang panjang sehingga kebutuhan air yang diberikan lebih banyak jika dibandingkan dengan pemberian air secara terjadwal hal ini disebabkan selisih antara tinggi genangan yang terakhir sebelum ada penambahan dengan tinggi genangan normal adalah besar.

Pada hari pertama pemberian air sebesar 150 mm sehingga tinggi genangan sebesar 150 mm, tinggi genangan yang terjadi dipengaruhi oleh hujan dan kebutuhan air untuk pertumbuhan tanaman. Pada hari ke tujuh belas (17) tinggi genangan sebesar 55,73 mm dilakukan pengisian sebesar 94,27 mm sehingga tinggi genangan akan naik hingga genangan normal (GENOR) sebesar 150 mm, dengan memperhitungkan tinggi genangan pada hari ke lima puluh lima (55) akan cukup memenuhi kebutuhan untuk pertumbuhan tanaman hingga panen dan tinggi genangan akan nol pada saat umur 85 hari sebagai upaya persiapan panen. Kebutuhan air untuk pemberian air secara terkontrol 50 mm selama sembilan puluh (90) hari sebesar 435,28 mm.

Dari hasil keluaran model simulasi diketahui bahwa cara pemberian air secara kontinyu 5 mm adalah yang paling banyak membutuhkan air irigasi yaitu sebesar 475,0 mm selanjutnya pemberian air

secara terkontrol sebesar 435,28 mm dan pemberian air secara terjadwal sebesar 369,50 mm.

5.2.3. Aliran Permukaan dan Aliran Bawah Permukaan

Hujan yang jatuh di lahan merupakan suplai air untuk pertumbuhan tanaman dan perkolasi, selain untuk memenuhi kebutuhan air untuk pertumbuhan tanaman dan perkolasi juga bermanfaat untuk menaikkan tinggi genangan di sawah. Tinggi genangan akan mempengaruhi kelengasan tanah sehingga akan terjadi aliran bawah permukaan dan keluar sebagai debit drainase pada bagian hilir.

Hasil keluaran model berupa aliran permukaan dan aliran bawah permukaan sehingga didapat debit drainase untuk pemberian air secara kontinyu sebagaimana terlihat pada Tabel 5.2 Untuk musim tanam MT1, MT2, MT3 menunjukkan bahwa overland flow tidak terjadi, hal ini disebabkan tinggi genangan yang terjadi di lahan tidak melebihi tinggi genangan maksimum yaitu sebesar 200 mm, sedangkan untuk aliran bawah permukaan musim tanam satu (MT1) berkisar antara 0,60 mm hingga 0,95 mm, untuk musim tanam dua (MT2) berkisar antara 0,37 mm hingga 6,52 mm dan untuk musim tanam tiga (MT3) berkisar antara 0,04 mm hingga 0,75 mm.

Pada pemberian air secara kontinyu hujan yang jatuh di lahan tidak sepenuhnya dapat dimanfaatkan oleh kebutuhan tanaman, hal ini disebabkan oleh adanya pemberian air sebesar 5 mm secara terus menerus, tinggi genangan pada pemberian air secara kontinyu tidak dapat bertahan pada tinggi genangan normal hal ini disebabkan kebutuhan tanaman akan selalu menurunkan tinggi genangan.

Hasil keluaran model berupa aliran permukaan dan aliran bawah permukaan sehingga didapat debit drainase untuk pemberian air secara kontinyu sebagaimana terlihat pada Tabel 5.4 Untuk musim tanam MT1, MT2, MT3 menunjukkan bahwa overland flow tidak terjadi, hal ini disebabkan tinggi genangan yang terjadi di lahan tidak melebihi tinggi

genangan maksimum yaitu sebesar 200 mm, sedangkan untuk aliran bawah permukaan musim tanam satu (MT1) berkisar antara 0,12 mm hingga 6,00 mm, untuk musim tanam dua (MT2) berkisar antara 0,40 mm hingga 4,56 mm dan untuk musim tanam tiga (MT3) berkisar antara 0,01 mm hingga 3,20 mm.

Pada pemberian air secara terjadwal 5 harian hujan yang jatuh di lahan dapat dimasukkan dalam periode pemberian air irigasi, tinggi genangan normal 150 mm, tinggi genangan hari terakhir sebelum dilakukan periode pemberian air irigasi. Apabila tidak ada hujan besar periode pemberian air irigasi merupakan selisih antara tinggi genangan normal sebesar 150 mm dengan tinggi genangan terakhir sebelum dilakukan periode pemberian air irigasi dikurangi kebutuhan air untuk tanaman dan perkolasi, bila ada hujan maka dikurangi hujan efektif.

Hasil keluaran model berupa aliran permukaan dan aliran bawah permukaan sehingga didapat debit drainase untuk pemberian air secara kontinyu sebagaimana terlihat pada Tabel 5.6 Untuk musim tanam MT1, MT2, MT3 menunjukkan bahwa overland flow tidak terjadi, hal ini disebabkan tinggi genangan yang terjadi di lahan tidak melebihi tinggi genangan maksimum yaitu sebesar 200 mm, sedangkan untuk aliran bawah permukaan musim tanam satu (MT1) berkisar antara 0,01 mm hingga 10,98 mm, untuk musim tanam dua (MT2) berkisar antara 0,10 mm hingga 10,78 mm dan untuk musim tanam tiga (MT3) berkisar antara 0,01 mm hingga 2,84 mm.

Hujan yang jatuh dilahan secara optimal dimanfaatkan untuk kebutuhan air tanaman dan perkolasi, sehingga hampir tidak dapat menaikkan tinggi genangan, kenaikan tinggi genangan hanya dapat dilakukan dengan pemberian air irigasi.

Hujan yang jatuh dilahan dapat dimasukkan dalam pengaturan pemberian air irigasi, tinggi genangan normal 150 mm, tinggi genangan hari terakhir sebelum dilakukan periode pemberian air irigasi. Apabila tidak ada hujan besar periode pemberian air irigasi merupakan selisih antara tinggi

genangan normal sebesar 150 mm dengan tinggi genangan terakhir sebelum dilakukan periode pemberian air irigasi dikurangi kebutuhan air untuk tanaman dan perkolasi, bila ada hujan maka dikurangi hujan efektif.

5.2.4. Pemberian Air dan Tinggi Genangan

Pada awal tanam setelah padi dipindahkan dari pembibitan, pengisian air irigasi dilakukan hingga mencapai tinggi genangan normal (GENOR) ditentukan sebesar 150 mm, sedangkan tinggi genangan maksimum (GEMAK) ditentukan sebesar 200 mm. Apabila pada hari kedua tidak turun hujan maka tinggi genangan pada hari pertama sebesar 150 mm dikurangi kebutuhan air untuk tanaman sebesar 7,37 mm ditambahkan pemberian air secara kontinyu sebesar 5 mm sehingga tinggi genangan pada hari kedua sebesar 147,63 mm, sedangkan pada hari keempat terjadi hujan maka tinggi genangan hari ketiga sebelum terjadi hujan sebesar 145,23 mm dikurangi kebutuhan air untuk tanaman sebesar 7,90 mm ditambah pemberian air secara kontinyu sebesar 5 mm ditambah juga dengan hujan yang jatuh di sawah sebesar 9,80 mm pada hari keempat, sehingga tinggi genangan pada hari keempat sebesar 152,13 mm mengalami kenaikan sebesar 6,90 mm, seperti terlihat pada Tabel 5.2.

Pada hari ke enam puluh tujuh (67) hingga hari ke sembilan puluh (90), pemberian air secara kontinyu sebesar 5 mm dihentikan, tinggi genangan sebelum hujan pada hari ke enam puluh enam (66) sebesar 76,77 mm dikurangi kebutuhan air untuk tanaman sebesar 11,23 mm ditambah hujan yang jatuh di sawah sebesar 4,67 mm, sedangkan pemberian air adalah nol (0), sehingga tinggi genangan yang terjadi sebesar 70,20 mm, pada hari ke tujuh puluh satu (71) tidak terjadi hujan sehingga tinggi genangan pada hari ke tujuh puluh (70) sebesar 54,04 mm hanya dikurangi kebutuhan air untuk tanaman sebesar 8,34 mm sehingga tinggi genangan menjadi 45,69 mm.

Dengan simulasi pemberian air secara kontinyu 5 mm, maka pada hari ke enam puluh tujuh (67) tidak dilakukan pemberian air sebesar 5 mm sehingga akan berpengaruh pada tinggi genangan pada hari ke delapan puluh enam (86) hingga hari ke sembilan puluh (90) yaitu 0 mm, dengan kata lain simulasi dilakukan untuk menurunkan tinggi genangan hingga 0 mm pada hari ke sembilan puluh (90) sehingga dapat dilakukan kegiatan panen.

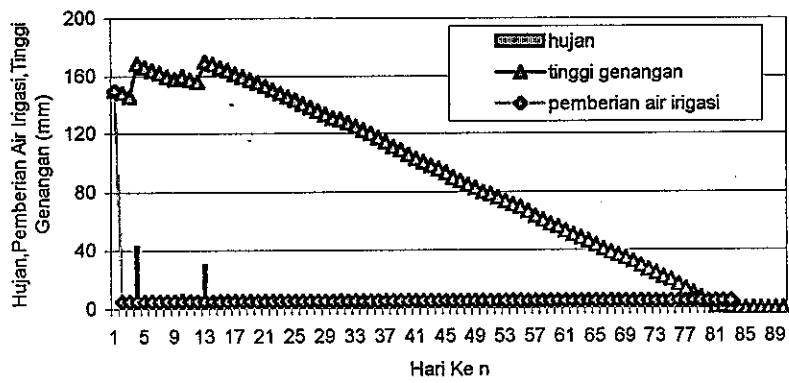
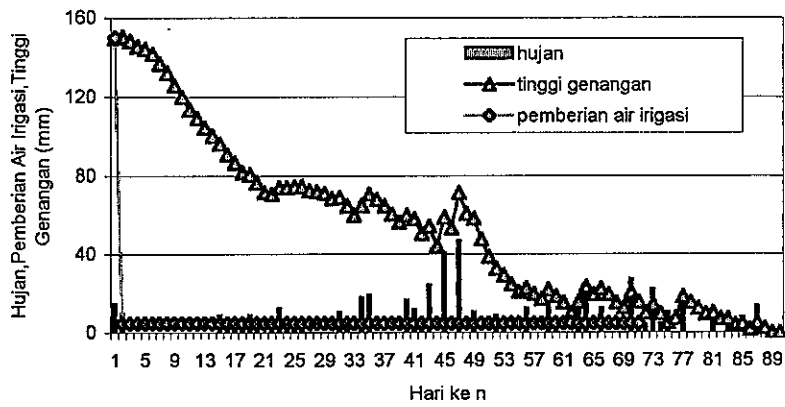
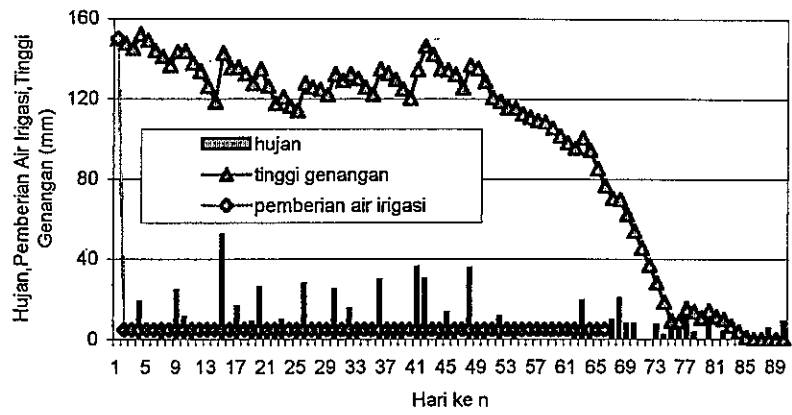
Perubahan tinggi genangan yang terjadi di lahan dipengaruhi oleh hujan dan pemberian air irigasi, sehingga kebutuhan air untuk tanaman dan perkolasi dapat dipenuhi. Apabila tidak terjadi hujan maka tinggi genangan akan mengalami penurunan sesuai dengan kebutuhan air untuk tanaman dan perkolasi, apabila terjadi hujan kekurangan dalam memenuhi kebutuhan air untuk tanaman dan perkolasi dapat tercukupi oleh hujan dan kelebihannya dapat menaikkan tinggi genangan di lahan.

Hujan yang jatuh di lahan belum dimanfaatkan secara optimal hal ini disebabkan pemberian air irigasi juga sangat berperan di dalam menaikkan tinggi genangan di lahan yang selanjutnya dapat dimanfaatkan untuk kebutuhan air untuk tanaman dan perkolasi.

Pemberian air irigasi sebesar 5 mm akan sangat membantu untuk menahan laju penurunan tinggi genangan yang diakibatkan kebutuhan air untuk tanaman dan perkolasi yang besar, sehingga tinggi genangan akan tetap terjaga walaupun tidak ada hujan.

Pemberian air secara kontinyu 5 mm per hari pada Gambar 5.1. menunjukkan pada awal musim tanam tinggi genangan masih berkisar pada kondisi genangan normal, setelah curah hujan cukup tinggi sehingga dapat menaikkan tinggi genangan hingga berada sekitar genangan normal untuk musim tanam 1 dan musim tanam 2, sedangkan pada musim tanam 3 tidak terdapat hujan maka kondisi tinggi genangan akan turun sesuai dengan kebutuhan air untuk tanaman dan perkolasi.

Gambaran pemberian air secara kontinyu dan tinggi genangan, dengan model imbalan air di sawah dapat dilihat pada Gambar 5.1. di halaman berikutnya.



Gambar 5.1. Hujan, pemberian air irigasi dan tinggi genangan untuk pemberian air secara Kontinyu musim tanam 1, musim tanam 2, musim tanam 3.

Pada awal tanam setelah padi dipindahkan dari pembibitan, pengisian air irigasi dilakukan hingga mencapai tinggi genangan normal (GENOR) ditentukan sebesar 150 mm, sedangkan tinggi genangan maksimum (GEMAK) ditentukan sebesar 200 mm, lihat Tabel 5.4 dan Gambar 5.2. Pemberian air irigasi secara terjadwal dengan periode pemberian 5 harian pengisian air irigasi sebesar 150 mm, pada hari ke lima (5) tidak terdapat hujan maka pengisian air irigasi sebesar 150 mm dikurangi dengan tinggi genangan pada hari ke empat (4) sebesar 137,13 mm sehingga pemberian air diberikan adalah sebesar 12,87 mm. Pada hari ke sepuluh (10) terdapat hujan maka pengisian air irigasi sebesar 150 mm dikurangi dengan tinggi genangan pada hari ke sembilan (9) sebesar 124,50 mm dikurangi dengan hujan yang jatuh di sawah sebesar 5,49 mm sehingga pemberian air diberikan adalah sebesar 20,00 mm pada musim tanam 1 (MT1).

Apabila pada awal tanam turun hujan maka tinggi genangan di sawah akan naik mengikuti besarnya curah hujan yang jatuh. Pada Gambar 5.2. untuk musim tanam 3 (MT3) tinggi genangan berkisar antara 80 mm hingga 150 mm, naik turunnya tinggi genangan berhubungan erat dengan periode pemberian air irigasi. Sedangkan hujan yang terjadi pada awal tanam hanya berpengaruh sedikit sekali yaitu menahan laju penurunan tinggi genangan akibat kebutuhan air untuk tanam. Pada musim tanam 1 (MT1) dan musim tanam 2 (MT2) terdapat hujan sehingga akan menyebabkan berkurangnya penurunan tinggi genangan, apabila tidak ada hujan tinggi genangan akan turun hingga level 110 mm, dan apabila terjadi hujan akan menaikkan tinggi genangan antara 10 mm hingga 40 mm tergantung besar kecilnya hujan yang jatuh di sawah ditambahkan besar pemberian air irigasi apabila tinggi genangan turun hingga melewati tinggi genangan normal (GENOR) maka pemberian air hingga mencapai tinggi genangan normal (GENOR) sebesar 150 mm.

Dengan simulasi pemberian air secara terjadwal 5 harian, maka pada hari ke enam puluh (60) tidak dilakukan periode pemberian air sebesar

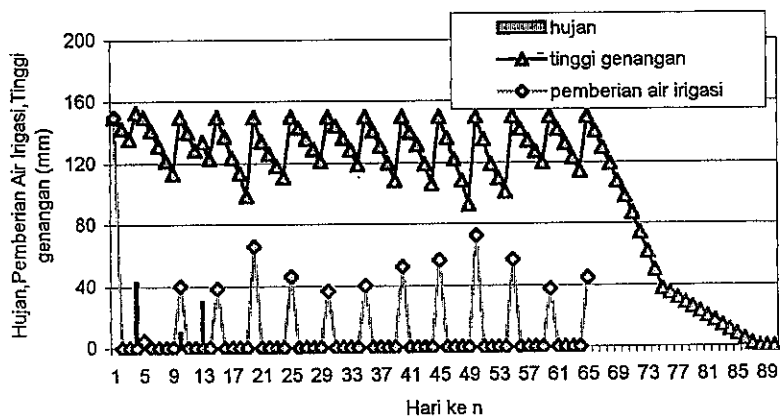
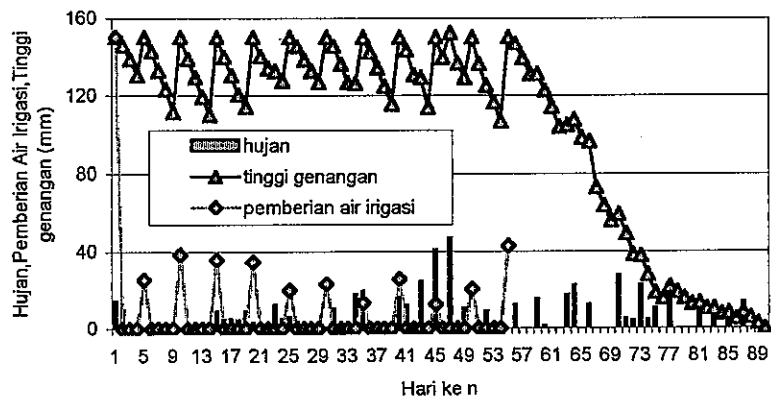
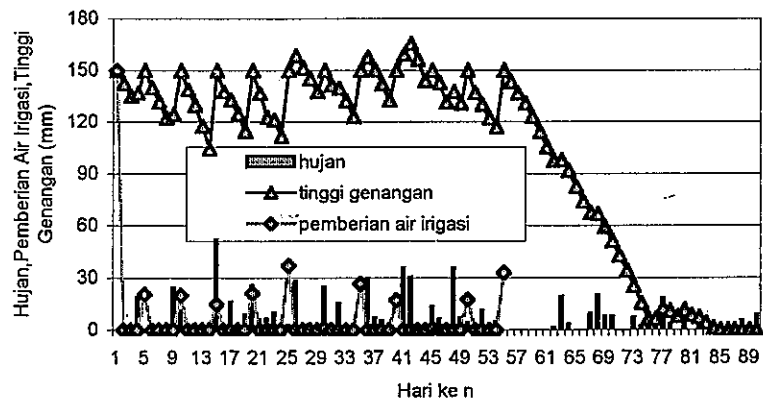
150 mm, sehingga akan berpengaruh pada tinggi genangan pada hari ke enam puluh (60) hingga hari ke sembilan puluh (90) tinggi genangan turun hingga 0 mm pada hari ke delapan puluh lima (85) sehingga dapat dilakukan persiapan kegiatan panen.

Perubahan tinggi genangan yang terjadi di lahan dipengaruhi oleh hujan dan periode pemberian air irigasi selama 5 hari, pada hari ke empat (4) penurunan tinggi genangan yang terjadi pada pemberian air terjadwal pada level 137,13 mm sangat cepat bila dibandingkan dengan pemberian air kontinyu pada level 152,13 mm, selisih sebesar 15,00 mm hal ini disebabkan pada pemberian air secara terjadwal tidak dilakukan pemberian air secara terus menerus sehingga dapat menahan laju penurunan tinggi genangan yang diakibatkan kebutuhan air untuk tanaman dan perkolasi.

Hujan yang jatuh dilahan dapat dimasukkan dalam pengaturan periode pemberian air irigasi, tinggi genangan normal 150 mm, tinggi genangan hari terakhir sebelum dilakukan periode pemberian air irigasi. Apabila tidak ada hujan besar periode pemberian air irigasi merupakan selisih antara tinggi genangan normal sebesar 150 mm dengan tinggi genangan terakhir sebelum dilakukan periode pemberian air irigasi dikurangi kebutuhan air untuk tanaman dan perkolasi, bila ada hujan maka dikurangi hujan efektif.

Pemberian air secara terjadwal periode 5 hari pada Gambar 5.2. baik pada musim tanam 1, musim tanam 2, musim tanam 3, selalu terdapat genangan, bahkan tinggi genangan selalu berada sekitar 100 mm hingga 160 mm. Pemberian air periode 5 hari pada musim tanam 3 sangat tergantung pada ketinggian genangan sedangkan pada musim tanam 1 dan musim tanam 2 tidak selalu tergantung pada pemberian air disebabkan hujan yang ada dapat memberikan tinggi genangan.

Gambaran pemberian air secara terjadwal dan tinggi genangan, dengan model imbalan air di sawah dapat lihat pada Gambar 5.2. di bawah ini:



Gambar 5.2. Hujan, pemberian air irigasi dan tinggi genangan untuk pemberian air secara Terjadwal musim tanam 1, musim tanam 2, musim tanam 3.

Pada awal tanam setelah padi dipindahkan dari pembibitan, pengisian air irigasi dilakukan hingga mencapai tinggi genangan normal (GENOR) ditentukan sebesar 150 mm, sedangkan tinggi genangan maksimum (GEMAK) ditentukan sebesar 200 mm, apabila tinggi genangan turun melewati tinggi genangan minimum (GEMIN) sebesar 50 mm maka pengisian air irigasi dilakukan hingga mencapai tinggi genangan normal (GENOR) ditentukan sebesar 150 mm.

Pemberian air irigasi secara terkontrol 50 mm pengisian air irigasi sebesar 150 mm, pada hari ke delapan belas (18) tidak terdapat hujan maka pengisian air irigasi sebesar 150 mm dikurangi dengan tinggi genangan pada hari ke tujuh belas (17) sebesar 55,73 mm sehingga pemberian air diberikan adalah sebesar 94,27 mm. Pada hari ke tiga puluh delapan (38) terdapat hujan maka pengisian air irigasi sebesar 150 mm dikurangi dengan tinggi genangan pada hari ke tiga puluh tujuh (37) sebesar 55,35 mm dikurangi dengan hujan yang jatuh di sawah sebesar 2,29 mm sehingga pemberian air diberikan adalah sebesar 92,36 mm pada musim tanam 1 (MT1), lihat Tabel 5.6 dan Gambar 5.3.

Pemberian air irigasi secara terkontrol dengan tinggi genangan minimum (GEMIN) sebesar 50 mm, apabila pada awal tanam turun hujan maka tinggi genangan di sawah akan naik mengikuti besarnya curah hujan yang jatuh. Pada Gambar 5.3. untuk musim tanam 3 (MT3) tinggi genangan berkisar antara 150 mm hingga 50 mm, naik turunnya tinggi genangan berhubungan erat dengan pemberian air irigasi. Sedangkan hujan yang terjadi pada awal tanam hanya berpengaruh sedikit sekali yaitu menahan laju penurunan tinggi genangan akibat kebutuhan air untuk tanam.

Pada musim tanam 1 (MT1) dan musim tanam 2 (MT2) terdapat hujan sehingga akan memperlambat penurunan tinggi genangan dan akibatnya akan memperpendek interval pemberian air irigasi.

Tinggi genangan yang terjadi pada pemberian air secara terkontrol 50 mm terlihat sangat jelas, apabila tidak terdapat hujan maka laju penurunan tinggi genangan sangat cepat hingga mencapai batas tinggi

genangan minimum (GEMIN) sebesar 50 mm, setelah mencapai batas tinggi genangan minimum (GEMIN) sebesar 50 mm maka dilakukan pengisian air irigasi dengan batasan mencapai tinggi genangan normal (GENOR) sebesar 150 mm.

Dengan simulasi pemberian air secara terkontrol 50 mm, maka pada hari ke tujuh puluh satu (71) tidak dilakukan pengisian air sebesar 150 mm, sehingga akan berpengaruh pada tinggi genangan pada hari ke tujuh puluh satu (71) hingga hari ke sembilan puluh (90) tinggi genangan turun hingga 0 mm pada hari ke delapan puluh empat (84) sehingga dapat dilakukan persiapan kegiatan panen.

Apabila tinggi genangan turun hingga 50 mm maka tinggi genangan akan dinaikkan hingga mencapai genangan normal yaitu sebesar 150 mm, penurunan tinggi genangan pada pemberian air secara terkontrol sangat cepat, pada hari ke tujuh belas (17) tinggi genangan berada pada level 55,73 mm.

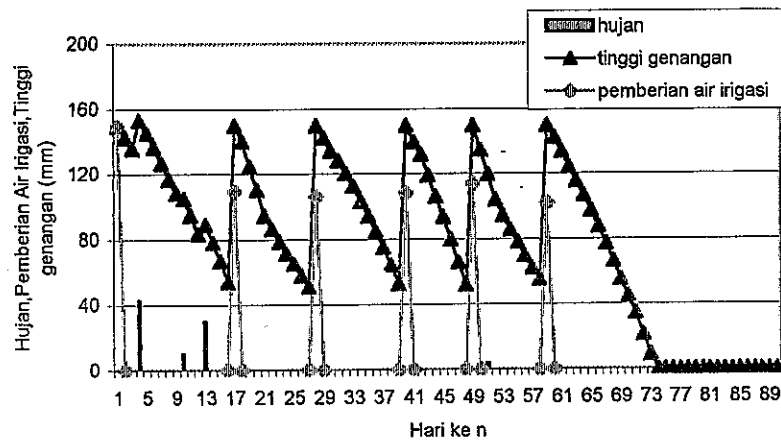
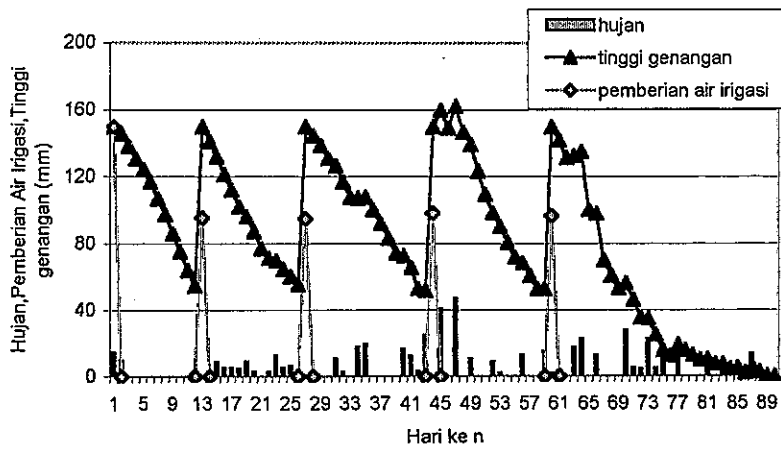
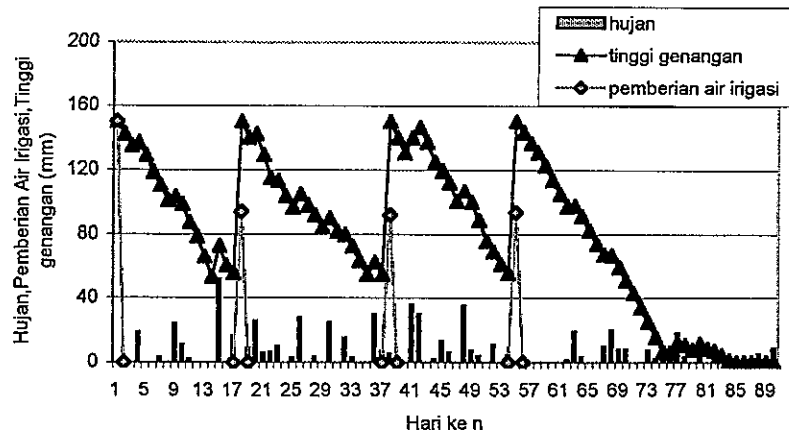
Hujan yang jatuh dilahan secara optimal dimanfaatkan untuk kebutuhan air tanaman dan perkolasi, sehingga hampir tidak dapat menaikkan tinggi genangan, kenaikan tinggi genangan hanya dapat dilakukan dengan pemberian air irigasi.

Hujan yang jatuh dilahan dapat dimasukkan dalam pengaturan pemberian air irigasi, tinggi genangan normal 150 mm, tinggi genangan hari terakhir sebelum dilakukan periode pemberian air irigasi. Apabila tidak ada hujan besar periode pemberian air irigasi merupakan selisih antara tinggi genangan normal sebesar 150 mm dengan tinggi genangan terakhir sebelum dilakukan periode pemberian air irigasi dikurangi kebutuhan air untuk tanaman dan perkolasi, bila ada hujan maka dikurangi hujan efektif.

Pemberian air secara terkontrol hingga tinggi genangan berada pada 50 mm, pada musim tanam 1, musim tanam 2, musim tanam 3, tinggi genangan berada pada kondisi genangan normal 150 mm, keberadaan curah hujan akan mempengaruhi banyaknya frekwensi pemberian air. Perbedaan terlihat pada musim tanam 1, musim tanam 2 dan musim tanam 3, pada

musim tanam 1 dan musim tanam 2 terdapat tiga kali pemberian air hingga mencapai genangan normal, sedangkan pada musim tanam 3 terdapat enam kali pemberian air hingga mencapai genangan normal.

Gambaran pemberian air secara terkontrol dan tinggi genangan, dengan model imbangan air di sawah dapat lihat pada gambar 5.3 di bawah ini:



Gambar 5.3. Hujan, pemberian air irigasi dan tinggi genangan untuk pemberian air secara Terkontrol musim tanam 1, musim tanam 2, musim tanam 3.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

1. Besaran komponen-komponen imbalan air pada lahan irigasi untuk pemberian air secara kontinyu musim tanam satu (MT1) adalah masukan berupa hujan sebesar 619,50 mm, pemberian air irigasi sebesar 475,00 mm dan kebutuhan air sebesar 770,46 mm sedangkan keluaranya berupa debit drainase sebesar 324,04 mm.

Besaran komponen-komponen imbalan air pada lahan irigasi untuk pemberian air secara terjadwal musim tanam satu (MT1) adalah masukan berupa hujan sebesar 619,50 mm, pemberian air irigasi sebesar 369,50 mm dan kebutuhan air sebesar 767,46 mm sedangkan keluaranya berupa debit drainase sebesar 221,54 mm

Besaran komponen-komponen imbalan air pada lahan irigasi untuk pemberian air secara terkontrol musim tanam satu (MT1) adalah masukan berupa hujan sebesar 619,50 mm, pemberian air irigasi sebesar 435,28 mm dan kebutuhan air sebesar 767,46 mm sedangkan keluaranya berupa debit drainase sebesar 287,32 mm.

2. Perbedaan cara pemberian air yang dilakukan yaitu cara kontinyu, terjadwal, terkontrol akan mempengaruhi pada besar suplai air, sehingga berpengaruh pada tinggi genangan yang terjadi pada masing-masing cara pemberian air akan berpengaruh pada kelengasan tanah yang mengakibatkan perubahan pada besaran drainase.
3. Cara Pemberian yang dilakukan baik cara kontinyu, terjadwal, terkontrol antara masukan dan keluaran tidak terjadi selisih, dimana masukan dikurangi keluaran adalah nol, sebagai kontrol suplai air adalah evapotranspirasi dikurangi hujan ditambah perkolasi ditambah drainase.

4. Pada lokasi penelitian, Daerah Irigasi Juwero air yang disuplai secara kontinyu 5 mm, kebutuhan air adalah sebesar 475 mm, apabila memakai cara terjadwal maka akan ada penghematan sebesar 105,5 mm, apabila memakai cara terkontrol maka akan ada penghematan sebesar 39,72 mm.
5. Besarnya kebutuhan air irigasi dipengaruhi oleh hujan efektif, tinggi genangan di sawah (GEMAK, GENOR, GEMIN), perkolasi dan cara pemberian air yang digunakan (kontinyu, terjadwal, terkontrol).
6. Hasil simulasi menunjukkan bahwa cara pemberian air terjadwal yang paling sedikit kebutuhan air irigasinya yaitu sebesar 369,50 mm diikuti pemberian air secara terkontrol 435,28 m selanjutnya pemberian air secara kontinyu sebesar 475 mm.

6.2. Saran

1. Berdasarkan simulasi yang dilakukan perlu diujicobakan pemberian air secara terjadwal dan terkontrol dalam rangka peningkatan efisiensi air irigasi.
2. Hasil keluran dari imbang air di lahan irigasi berupa air sisa atau kelebihan air dapat merupakan ketersediaan air pada bagian hilir.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1977, Pedoman Bercocok Tanam Padi, Palawija dan Sayuran, Badan Pengendali Binmas, Departemen Pertanian, Jakarta
- Anonim, 1986, Standar Perencanaan Irigasi (KP 01), Direktorat Jendral Pengairan, Departemen Pekerjaan Umum, CV. Galang Persada, Bandung
- Anonim, 1985. Pedoman Kebutuhan Air Untuk Tanaman Padi dan Tanaman Lain, Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta
- Chow , VT. , 1964, Handbook of Applied Hydrology, Mc Graw Hill, New York
- Cuenca R.H. , 1989, Irrigation System Design An Engineering Approach, Prentice Hall, Inc Englewood Clifts, New Jersey
- Dastane, 1974, Effective Rainfall in Irrigated Agriculture, Food and Agriculture Organization, Rome
- Dirwan, 1982, Padi Sawah, Hujan Efektif dan Kebutuhan Air Irigasi di Bengawan Solo Hulu, Tesis Sarjana Utama, Program Pasca Sarjana UGM, tidak diterbitkan
- Israelsen, O.M. and Hansen, V.E, 1962, Irrigation Principles and Practices, John Wiley and Sons, Inc. New York
- Jayadi Rahmad, 1988, Analisa Probabilitas Hujan Efektif Untuk Padi Sawah, Tugas Akhir Sarjana Teknik Sipil UGM, Yogyakarta
- Karyo, S. M., dan Taryan, O., 1992. Kebutuhan Air Tanaman Padi Sawah pada Petak Percobaan di Ciparay, Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pengairan, No 25 TH. 7-KWII
- Kohnke, H., and A.R. Bertrand, 1959, Soil Concervation, Mc Graw-Hill Book Co., Inc. New York
- Linsley, Franzini, 1979, Water Resources Engineering, 3rd Edition, Mc Graw-Hill, Inc. New York
- Liliavsky Serge, 1965, Irrigation Engineering, Canald and Barrages, Chapman and Hall Ltd, London

- Michael.A.M, 1978, Irrigation Theory and Practies, Vikas Publishing House
PVT LTD. New Delhi
- Mohamad Besari.,R,1977, Ilmu Teknik Pengairan , Jilid I, Penerbit Pradnya
Paramita, Jakarta
- Mudi Utomo, 1990, Model Matrmatika Evapotranspirasi Pada Tanah Tidak
Jenuh Air, Tugas Akhir S-1, Sarjana Teknik Sipil UGM, tidak
diterbitkan
- Pasandaran, E . . , & Taylor, DC. , 1984, Irigasi, Perencanaan dan
Pengelolaan, PT Gramedia, Jakarta
- Penman, H.L.,1948. Natural Evaporation From Open Water,bare soil and
grass, Proc. Roy. Soc, London
- Penman, H.L.,1956, Estmating Evaporation,Trans,Amer.Geophys
- Pruitt,W,O,1960, Relation of Consumtive Use of Water to Climate,
Trans.Sos.Agr.Eng
- Shaw, M. Elizabeth, 1985, Hydrology in Practice, Van Nostrand Reinhold,
Molly Millars Lane, Workingham, Berkshire, England
- Sitanala Arsyad, 1989, Konservasi Tanah dan Air, UPT Media Informasi
Lembaga Sumberdaya Informasi - IPB
- Sosrodarsono Suyono, 1978, Hidrologi Untuk Pengairan, PT. Pradnya
Paramita, Jakarta
- Subarkah, 1980, Hidrologi Untuk Perencanaan Bangunan Air, Idea Dharma,
Bandung
- Sudjarwadi, 1988, Penetapan Efisiensi Irigasi Pada Daerah Irigasi
Sederhana, Pusat Antar Universitas Ilmu Teknik UGM, Yogyakarta
- Sudjarwadi , 1990. Teori dan Praktek Irigasi, PAU Ilmu Teknik UGM,
Yogyakarta
- Soewarno, 1995, Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data, jilid I , Nova
Bandung
- Soewarno, 1995, Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data, jilid II ,
Nova Bandung

Walker W.R, 1987, Surface Irigation Theory and Practice, Prentice Hall Inc,
Englewood, New Jersey

Winantiyo H. , Tinjauan Rumus-Rumus Hitungan Nilai Evapotranspirasi,
1983, Tugas Akhir S-1, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik
UGM, Yogyakarta