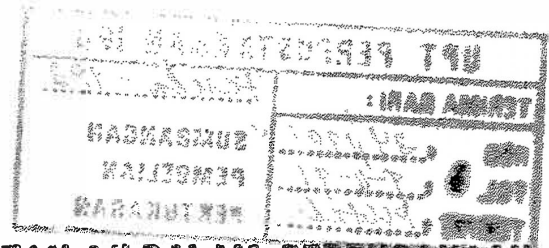




Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mempublikasikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



F/MA/1991/0251

POTENSI AIR TANAH DALAM PERENCANAAN POLA TANAM DENGAN PROGRAM LINIER DI DAERAH IRIGASI OBOR KABUPATEN BELU, NUSA TENGGARA TIMUR



Oleh
ANAK AGUNG NGURAH SOETHAWIDJAYA
F 23. 1476



1 9 9 1
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
B O G O R

Anak Agung Ngurah Soethawidjaya. F23.1476. Potensi air tanah dalam perencanaan pola tanam dengan program linier di Daerah Irigasi Obor, Kabupaten Belu, Nusa Tenggara Timur. Dibawah bimbingan Achmadi Partowijoto dan M. Yanuar Jarwadi P.

RINGKASAN

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan luas tanam optimum dari suatu bentuk pola tanam tertentu berdasarkan ketersediaan air irigasi (sumber air artesis) sehingga dapat diperoleh keuntungan usaha tani yang maksimum.

Metode penelitian yang digunakan adalah analisis optimasi dengan program linier. Pelaksanaan penelitian meliputi kegiatan identifikasi masalah, penentuan sistem parameter, pengumpulan data primer dan sekunder, pengolahan data dan optimasi dengan bantuan komputer.

Untuk daerah kering dan langka air permukaan, sedang dikembangkan pemanfaatan air bawah tanah untuk berbagai keperluan diantaranya adalah untuk memenuhi kebutuhan air tanaman atau sebagai sumber air irigasi.

Dalam memanfaatkan air yang tersedia secara maksimal dengan menggunakan analisis model linier maka diajukan 20 pola tanam alternatif yaitu 8 kombinasi padi-padi-palawija, 4 kombinasi padi-padi-bera dan 8 kombinasi padi-





@Hak cipta milik IPB University

palawija-palawija, dengan rencana tanam dimulai pada awal musim hujan yaitu bulan Nopember. Kemudian untuk memanfaatkan debit sisa diajukan 10 pola tanam dengan kombinasi bera dengan rencana tanam pada bulan Juni.

Dari hasil optimasi dengan program linier diperoleh 4 pola tanam terpilih disajikan pada tabel 8, diperoleh keuntungan sebesar Rp 20 490 896, dengan luas tanam 21.10 Ha. Kemudian untuk memanfaatkan debit sisa dengan menyertakan kombinasi bera diperoleh keuntungan sebesar Rp 2 480 775, dengan luas tanam 3.90 Ha.

Total keuntungan maksimal yang diperoleh dari optimasi pola tanam berdasarkan ketersediaan air irigasi sebesar Rp 22 971 671 dengan seluruh areal pada petak tersier OB. 1 Kn dapat ditanami yaitu seluas 25 Ha.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

INSTITUT PERTANIAN BOGOR
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN

POTENSI AIR TANAH DALAM PERENCANAAN POLA TANAM
DENGAN PROGRAM LINIER DI DAERAH IRIGASI OBOR
KABUPATEN BELU, NUSA TENGGARA TIMUR

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN
pada Jurusan Mekanisasi Pertanian
Fakultas Teknologi Pertanian
Institut Pertanian Bogor

Oleh

ANAK AGUNG NGURAH SOETHAWIDJAYA

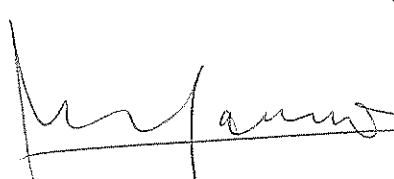
F 23. 1476

Dilahirkan pada tanggal 26 Desember 1966

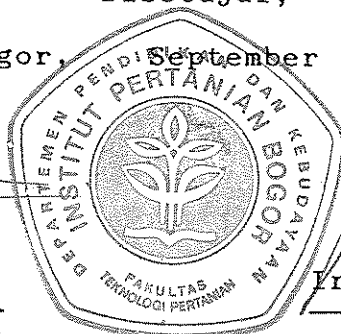
di Mataram

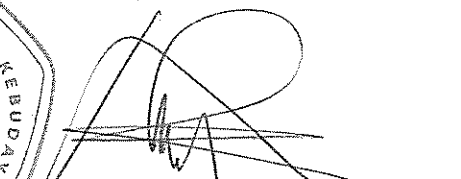
Disetujui,

Bogor, September 1991


Ir. M. Yanuar J.P.

Dosen Pembimbing II




Ir. Achmadi Partowijoto

Dosen Pembimbing I

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadapan Tuhan Yang Maha Esa karena hanya dengan karunia-Nyalah maka penulisan skripsi ini dapat diselesaikan.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ir. Achmadi Partowijoto sebagai dosen pembimbing utama
2. Ir. M. Yanuar J.P. sebagai dosen pembimbing pendamping
3. Dr. Ir. Bambang Pramudya, M Eng sebagai dosen penguji
4. Ayahanda, Ibunda serta adik-adikku tercinta yang telah memberikan semangat dalam menyelesaikan study.
5. Semua pihak yang telah membantu penulis selama berada di lapang dan saat penyusunan tulisan ini.

Akhirnya kritik dan saran sangat penulis harapkan demi perbaikan tulisan selanjutnya.

Bogor, 16 September 1991

Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vii
I. PENDAHULUAN	1
A. LATAR BELAKANG	1
B. TUJUAN PENELITIAN	2
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
A. PENGERTIAN IRIGASI	4
B. AIR BAWAH TANAH	6
C. KEBUTUHAN AIR TANAMAN	11
D. KEBUTUHAN AIR IRIGASI	14
E. ANALISIS SISTEM	20
III. LOKASI DAN METODE PENELITIAN	28
A. LOKASI PENELITIAN	28
B. METODE PENELITIAN	28
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	34
A. KEADAAN UMUM DAERAH	34
B. KEBUTUHAN AIR IRIGASI	40
C. ANALISIS USAHA TANI	46
D. OPTIMASI POLA TANAM	48
V. KESIMPULAN DAN SARAN	55
A. KESIMPULAN	55
B. SARAN	56
LAMPIRAN	58
DAFTAR PUSTAKA	99

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah

 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Perpustakaan IPB University



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Kecepatan perkolasi untuk beberapa jenis tanah	17
Tabel 2. Hasil perhitungan evapotranspirasi potensial (ET _o) di Daerah Irigasi Obor	41
Tabel 3. Nilai koefisien tanaman (K _c) untuk berbagai tahap pertumbuhan	42
Tabel 4. Umur tanaman (bulan) pada setiap tahap pertumbuhan	42
Tabel 5. Data perkolasi di daerah penelitian	43
Tabel 6. Curah hujan efektif dengan peluang terlewati 80 % untuk tanaman padi dan palawija di Daerah Irigasi Obor	46
Tabel 7. Biaya produksi dan keuntungan usaha untuk beberapa komoditi pertanian	48
Tabel 8. Pola tanam terpilih hasil optimasi	51
Tabel 9. Pola tanam terpilih dengan keuntungan maksimal	53

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Peta Kabupaten Belu dan lokasi penelitian	59
Lampiran 2. Skema Daerah Irigasi Obor	61
Lampiran 3. Gambar bagian pipa dan kandungan tanah pada sumur artesis AEW 01	62
Lampiran 4. Hasil <i>pumping test</i> sumur artesis AEW 01	63
Lampiran 5. Data curah hujan bulanan stasiun Suka-bitetek (1979 - 1988)	64
Lampiran 6. Kriteria klassifikasi iklim menurut Schmidt dan Fergusson (1951) serta Olde-man (1975)	65
Lampiran 7. Data analisa sifat fisika tanah di daerah penelitian	66
Lampiran 8. Data temperatur udara, kecepatan angin, radiasi matahari dan kelembaban udara rata-rata bulanan di stasiun klimatologi Sukabitetek (1978-1982)	67
Lampiran 9. Format perhitungan evapotranspirasi potensial (ET _o) dengan metode Radiasi ...	68
Lampiran 10. Besarnya radiasi extra terestrial (R _a) dalam mm/hari	69
Lampiran 11. Rata-rata lama penyinaran matahari maksi-mum (N) dalam jam/hari	70
Lampiran 12. Nilai faktor pemberat (W) yang tergantung pada suhu dan ketinggian	71
Lampiran 13. Kurva antara W.Rs dengan ET _o (mm/hari) ..	72
Lampiran 14. Bagan alir perhitungan evapotranspirasi potensial metode Radiasi	73
Lampiran 15. Program perhitungan evapotranspirasi potensial (ET _o) dengan metode radiasi ...	74
Lampiran 16. Data evapotranspirasi tanaman (ET _p) untuk tanaman padi, jagung dan kacang hijau ...	77

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Halaman

Lampiran 17.	Hasil pengukuran kehilangan air pada saluran di sumur artesis AEW 01	78
Lampiran 18.	Bagan alir perhitungan curah hujan efektif dengan peluang terlewati 80 %	79
Lampiran 19.	Program perhitungan curah hujan efektif dengan metode Log Pearson Type III	80
Lampiran 20.	Pola tanam alternatif yang disarankan di Daerah Irigasi Obor	82
Lampiran 21.	Kebutuhan air (l/dt/ha) dari pola tanam alternatif di Daerah Irigasi Obor	83
Lampiran 22.	Analisa usaha tani per hektar untuk beberapa komoditi pertanian di Kabupaten Belu	84
Lampiran 23.	Nilai keuntungan usaha tani untuk masing-masing bentuk pola tanam	87
Lampiran 24.	Mekanisme penyelesaian optimasi pola tanam dengan program Lindo	88
Lampiran 25.	Proses pemasukan data optimasi pola tanam dalam format Lindo	89
Lampiran 26.	Hasil optimasi untuk pola tanam terpilih	91
Lampiran 27.	Keadaan debit sumber air artesis setelah optimasi pola tanam	93
Lampiran 28.	Grafik keseimbangan air irigasi pola tanam terpilih pada sumur bor AEW 01	94
Lampiran 29.	Pola tanam alternatif dengan bera	95
Lampiran 30.	Kebutuhan air (l/dt/ha) untuk pola tanam alternatif dengan bera	96
Lampiran 31.	Hasil optimasi pola tanam terpilih dengan kombinasi bera	97
Lampiran 32.	Grafik keseimbangan air irigasi pola tanam terpilih dengan kombinasi bera	98

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

I. PENDAHULUAN

LATAR BELAKANG PENELITIAN

Peningkatan produksi pangan untuk kesejahteraan masyarakat merupakan tujuan pembangunan pertanian. Usaha peningkatan produksi pangan pada prinsipnya dapat dicapai melalui dua cara yaitu : (1) memperluas areal tanaman pangan (ekstensifikasi) dan (2) meningkatkan produksi per satuan luas (intensifikasi). Untuk daerah-daerah berpenduduk padat seperti Jawa dan Bali, usaha ekstensifikasi pertanian sudah tidak mungkin dilakukan lagi. Tidak demikian halnya dengan daerah-daerah di luar Jawa dan Bali, selain usaha intensifikasi yang intensif juga masih memungkinkan untuk melakukan perluasan areal tanam (ekstensifikasi).

Untuk meningkatkan dan mempertahankan produksi pertanian maka irigasi mempunyai peranan yang sangat penting. Irigasi merupakan teknologi dalam penyediaan kebutuhan air tanaman untuk menjamin pertumbuhan tanaman tersebut. Mengingat sumber air untuk irigasi yang tersedia terbatas, maka pengelolaannya perlu diatur secara lebih baik, efisien dan efektif.

Penyediaan air bagi pertanian biasanya berasal dari tiga macam sumber, yaitu : air hujan, air permukaan (surface water) dan air bawah tanah (ground water). Karena air hujan tidak dapat ditentukan jumlah

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

dan saatnya maka sebagai sumber air bagi tanaman perlu disediakan air irigasi, baik yang bersumber dari air permukaan ataupun air bawah tanah.

Untuk mendapatkan air irigasi yang teratur dibutuhkan adanya sarana irigasi yang memadai dan yang paling penting yaitu adanya sumber air yang dapat memenuhi kebutuhan setiap waktu. Di Indonesia sumber air yang telah dieksploitasi umumnya adalah sumber air permukaan. Pada tahun-tahun terakhir ini telah mulai dikembangkan pemanfaatan air tanah sebagai sumber air irigasi. Hal ini terutama dilakukan pada daerah-daerah yang kering dan langka air permukaan tetapi sumber air tanahnya mencukupi. Air tanah ini umumnya diperoleh dengan membuat sumur, baik dengan menggali maupun dengan pengeboran.

Untuk menghasilkan suatu sistem pengelolaan irigasi yang sesuai dengan kemampuan sumber air yang ada, maka perlu dilakukan penyempurnaan cara-cara pengaturan air dan peningkatan efisiensi irigasi. Diantaranya adalah dengan pengaturan rotasi tanaman sehingga kebutuhan air tanaman dapat disesuaikan dengan jumlah air yang tersedia.

Pola tanam adalah suatu pedoman pengaturan tentang jenis tanaman, dan jadwal tanam secara tetap dalam suatu daerah irigasi pada satuan luas lahan yang direncanakan. Pola tanam yang sederhana dengan rencana tata



tanam yang kurang baik dapat mengakibatkan kemampuan debit air yang tersedia lebih kecil dibandingkan dengan luas areal pertanian yang ada. Untuk itu diperlukan suatu pola tanam yang mantap agar air yang tersedia dapat menjamin kebutuhan air bagi tanaman.

B. TUJUAN PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan luas tanam optimum dari suatu bentuk pola tanam tertentu berdasarkan ketersediaan air irigasi, dalam hal ini yang bersumber pada air bawah tanah yang dapat dimanfaatkan, sehingga dapat diperoleh keuntungan usaha tani yang maksimum.



II. TINJAUAN PUSTAKA

A. PENGERTIAN IRIGASI

Irigasi didefinisikan sebagai penggunaan air pada tanah untuk keperluan penyediaan cairan yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman (Hansen et al, 1979).

Secara umum, menurut Hansen et al (1979) pemberian air irigasi mempunyai beberapa tujuan antara lain:

1. Menambah air ke dalam tanah untuk menyediakan cairan yang diperlukan untuk pertumbuhan tanaman
2. Menciptakan lingkungan tanah dan atmosfer yang cocok bagi pertumbuhan tanaman.
3. Mencuci atau mengurangi kadar garam dalam tanah.
4. Mengurangi bahaya erosi tanah.
5. Melunakkan lapisan tanah sehingga mempermudah pengolahan tanah.
6. Mencegah pertumbuhan gulma.

Selanjutnya menurut Partowijoto (1977), irigasi mempunyai ruang lingkup mulai dari pengembangan sumber air irigasi serta penyediaannya, penyaluran air dari sumber ke daerah pertanian, pembagian air di areal pertanian serta penyaluran kelebihan air melalui saluran pembuang secara teratur.

Berdasarkan lokasi, biaya serta ketersediaan air, maka ada berbagai macam sistem irigasi yang disesuaikan

dengan kondisi di atas, yaitu sistem irigasi gravitasi dan sistem irigasi non gravitasi.

Sistem irigasi gravitasi adalah sistem dimana aliran air ke areal pertanian sepenuhnya ditentukan oleh gaya gravitasi. Sedangkan sistem irigasi non gravitasi, pengaliran airnya tidak sepenuhnya tergantung pada gaya gravitasi tetapi membutuhkan energi dari luar yang digunakan untuk menaikkan air.

Pada irigasi non gravitasi, energi dari luar tersebut adalah pompa. Dilihat dari tenaga penggerak-nya maka pompa dapat dibedakan menjadi dua yaitu :

1. Positif displacement, terdiri dari *reciprocating pump* dan *rotary pump*.
2. Variable displacement, terdiri dari *Centrifugal pump*, *Mixed flow pump*, *Propeller pump* dan *Jet pump*.

Menurut Schwab et al (1981), metode pemberian air irigasi dapat dibedakan menjadi :

- a. Irigasi permukaan (*surface irrigation*)
- b. Irigasi bawah permukaan (*subsurface irrigation*)
- c. Irigasi curah (*sprinkler irrigation*)
- d. Irigasi tetes (*drip irrigation*)

Dalam pemilihan metode pemberian air irigasi, harus dilakukan penelitian mengenai pengelolaan air, besarnya pengurangan air irigasi dan bentuk pengelolaan pertanian di kemudian hari (Sosrodarsono dan Takeda, 1985).



B. AIR BAWAH TANAH

1. Pengertian dan Sumber Air Bawah Tanah

Air bawah tanah (*ground water*) adalah air yang bergerak dalam tanah yang terdapat dalam ruang dari batuan sebagai air celah atau *fisure water* (Sosrodarsono dan Takeda, 1985).

Air bawah tanah terdapat dalam zone saturasi, mengisi pori-pori tanah atau rongga-rongga yang terdapat dalam batuan. Air bawah tanah berada dalam keadaan jenuh karena di bagian bawah tertahan oleh suatu lapisan kedap air sedangkan di bagian atas dibatasi oleh suatu muka air (*water table*) atau lapisan kedap yang lain (Partowijoto, 1980).

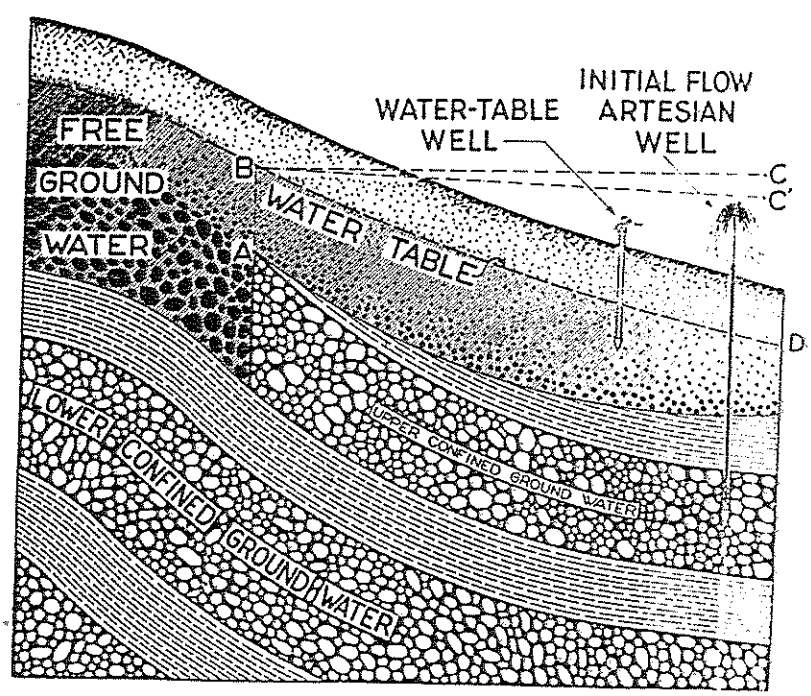
Berdasarkan kondisi lapisan pembatas pada bagian atasnya, air bawah tanah dapat dibedakan menjadi dua macam yaitu :

- a. Air bawah tanah bebas (*free ground water*), di bagian atas dibatasi oleh suatu *water table* dan bertekanan sebesar satu atmosfer.
- b. Air bawah tanah tertekan (*confined ground water*), di bagian atas dibatasi oleh suatu lapisan kedap air dan mempunyai tekanan lebih dari satu atmosfer.

Air bawah tanah tertekan dapat dibedakan menjadi air bawah tanah bertekanan positif dan



bertekanan negatif. Bilamana dibuat suatu sumur bor pada air bawah tanah tertekan, maka air bawah tanah yang bertekanan positif akan memancar ke atas permukaan tanah sebagai sumur artesis (*self flowing well, artesian well*). Sedangkan pada air bawah tanah bertekanan negatif, air dalam sumur akan naik tetapi tidak sampai pada permukaan tanah (Partowijoto, 1980). Pada gambar 1. dapat dilihat perbandingan antara sumur air bawah tanah bebas dan sumur artesis.



Gambar 1. Perbandingan antara sumur air bawah tanah bebas dengan sumur artesis (Tolman, C.F., 1937)

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Air bawah tanah tersimpan dalam lapisan porous yang disebut lapisan pengandung air. Dalam hubungan ini, maka lapisan batuan dapat dibedakan menjadi tiga jenis (Sosrodarsono dan Takeda, 1985), yaitu :

- a. *Aquifer* atau lapisan pengandung air, yaitu lapisan batuan yang dapat menyimpan dan meluluskan air dengan kapasitas yang besar misalnya : pasir, campuran pasir dan kerikil, batuan tufa.
- b. *Aquiclude* ialah lapisan tanah atau batuan yang mampu mengandung atau menyimpan air, tetapi tidak mampu meluluskan air dengan kapasitas yang besar, seperti lapisan liat, tanah liat.
- c. *Aquifuge* ialah lapisan batuan yang sama sekali tidak mampu mengandung ataupun meluluskan air, misalnya batuan granit.

Kemampuan suatu lapisan pengandung air untuk menyimpan dan meluluskan air, tergantung pada ketebalan dan luas daerah penyebarannya, porositas serta permeabilitas atau transmisibilitasnya. Porositas total menentukan kemampuan menyimpan air sedangkan permeabilitas menentukan kemampuan untuk meluluskan air. Porositas dari berbagai macam batuan berkisar dari mendekati nol sampai sekitar 50% (Baver, 1972).

Proses pengisian kembali (*recharge*) dari suatu lapisan pengandung air dapat berlangsung melalui



infiltrasi dan perkolasi serta adanya *influent flow* dari aliran sungai.

Besarnya pengisian persediaan air bawah tanah tergantung kepada besarnya presipitasi, kondisi daerah aliran sebagai *recharge area*, fasilitas infiltrasi dan perkolasi serta adanya perembesan.

2. Analisis Uji Pemompaan

Menurut Kruseman dan De Ridder (1976), uji pemompaan mempunyai dua tujuan utama. Pertama adalah untuk mengetahui karakteristik hidraulik akuifer seperti koefisien permeabilitas dan koefisien penampungan yang merupakan banyaknya air yang dapat diambil setiap tahun dari volume akuifer dari satuan penurunan muka air. Uji ini biasa disebut uji akuifer atau *pumping test*. Tujuan kedua adalah untuk mengetahui kemampuan sumur dan penurunan muka air yang terjadi akibat pemompaan. Uji ini biasa disebut dengan uji sumur atau *well test*.

Tujuan lain dari uji akuifer adalah untuk mengetahui debit air konstan yang dihasilkan pada pemompaan dalam waktu tertentu, sehingga perencanaan pemanfaatan air dapat dipastikan (Sosrodarsono dan Takeda, 1985).



Kuantitas atau besarnya debit akuifer tergantung pada tekstur tanah antara lain ukuran butir, bentuk butir, susunan butir, pemadatan dan ketebalannya (Todd, 1980).

Pada sumur bor, besarnya kuantitas air bawah tanah dapat dinyatakan dengan nilai kapasitas jenis (*specific capacity*), transmisivitas (*transmissivity*) dan storativitas (*storativity*). Nilai-nilai tersebut diperoleh dengan uji pemompaan pada debit yang konstan.

Menurut Sosrodarsono dan Takeda (1985), perencanaan besarnya debit pemompaan air harus ditentukan dengan uji surut muka air bertahap (*step draw-down test*). Besar debit pemompaan ditingkatkan tahap demi tahap dan pada setiap tahap besarnya pemompaan akan ditemukan permukaan air yang seimbang. Kemudian besarnya pemompaan dikurangi tahap demi tahap maka akan ditemukan pula permukaan air yang seimbang. Dengan demikian data yang dicatat meliputi besarnya debit pemompaan (Q), *drawdown* pada setiap interval waktu tertentu dan data *recovery* pada sumur pengamat dan sumur bor.

Kapasitas jenis (S_c) dihitung dari debit pemompaan (Q) dibagi dengan *drawdown* (S_w) atau penurunan muka air tanah pada sumur bor akibat pemompaan. Rumus kapasitas jenis adalah :



$$S_c = \frac{Q}{S_w} \text{-----}(1)$$

Transmisivitas didefinisikan sebagai banyaknya air awah tanah yang dapat mengalir melalui suatu bidang tegak setebal akuifernya, selebar satu satuan panjang pada satu satuan gradien hidraulik.

Storativitas adalah koefisien cadangan air bawah tanah yang dapat disimpan atau dilepaskan oleh suatu akuifer setiap satu satuan luas akuifer pada satu satuan perubahan kedudukan muka air bawah tanah atau bidang *piezometrik* (Todd, 1980).

Untuk menghitung besarnya koefisien transmisivitas dan storativitas dapat digunakan rumus tidak keseimbangan Jacob yang dipengaruhi konsep waktu yang dilakukan secara grafis yaitu :

$$T = \frac{2.3 Q}{4 \pi \Delta S_w} \text{-----}(2)$$

$$S = 2.25 T \left(\frac{t_o}{r^2} \right) \text{-----}(3)$$

Konduktivitas hidrolik dapat diperoleh dengan cara membagi nilai transmisivitas dengan ketebalan akuifer yaitu :



$$K = \frac{T}{D} \text{----- (4)}$$

dimana,

Q = debit pemompaan (m^3 /hari)

K = konduktivitas hidrolik (m/hari)

T = transmisivitas (m^2 /hari)

S = storativitas

Sc = kapasitas jenis (m^2 /hari)

Sw = penurunan muka air tanah (m)

to = waktu awal pemompaan

r = jarak sumur pengamat dari sumur bor (m)

D = ketebalan akuifer

C. KEBUTUHAN AIR TANAMAN

Kebutuhan air tanaman (*consumptive use*) adalah jumlah air yang digunakan tanaman untuk pertumbuhannya atau evapotranspirasi. Besar evapotranspirasi tanaman dipengaruhi oleh faktor-faktor iklim, serta jenis dan tingkat pertumbuhan tanaman. Faktor iklim yang berpengaruh adalah temperatur, kelembaban udara, angin, penyinaran matahari dan lingkungan (Hansen et al,1979).

Menurut Doorenbos dan Pruitt (1977), besarnya evapotranspirasi tanaman dapat diduga dengan rumus :



$$ET \text{ crop} = Kc * ETo \text{ ----- (5)}$$

dimana ,

ET crop = Evapotranspirasi tanaman

ETo = Evapotranspirasi acuan

Kc = Koefisien tanaman

Untuk menentukan besarnya evapotranspirasi acuan dapat didekati dengan beberapa persamaan empiris sebagai berikut :

a. Metode Blaney-Criddle

$$U = \frac{K * P (45.7 t + 813)}{100} \text{ ----- (6)}$$

dimana ,

U = evapotranspirasi bulanan

t = suhu udara rata-rata bulanan

K = koefisien tanaman

P = persentase jam siang bulanan dalam setahun

b. Metode Radiasi

$$ETo = c (W * Rs) \text{ ----- (7)}$$

dimana ,

ETo = evapotranspirasi acuan (mm/hari)

Rs = $(0.25 + 0.5 * n/N) Ra$; Rs dalam mm/hari

Ra = Radiasi "extraterrestrial" , mm/hari

N = Lama penyinaran matahari aktual, jam/hari



W = Faktor pemberat yang tergantung pada suhu dan letak ketinggian

c = faktor penyesuaian.

c. Metode Thornthwaite

$$e = 1.6 \left(\frac{10 t}{I} \right)^a \text{-----(8)}$$

dimana ,

e = evapotranspirasi potensial bulanan (cm)

t = suhu udara rata-rata bulanan ($^{\circ}\text{C}$)

I = indeks panas tahunan, merupakan jumlah indeks panas bulanan (i) setahun

$$i = (t/5)^{1.514} * 30$$

a = fungsi pangkat tiga dari I, yaitu :

$$a = 6.75 * 10^{-7} * I^3 - 7.71 * 10^{-5} * I^2 + 0.01792 I + 0.49239$$

d. Metode Penman

$$E_{To} = c (W * R_n + (1-w) f(u) (e_a - e_d)) \text{-----(9)}$$

dimana,

E_{To} = evapotranspirasi acuan (mm/hari)

W = *weight factor*, tergantung suhu udara dan elevasi lokasi

R_n = radiasi bersih (mm/hari)

f(u) = fungsi kecepatan angin



($e_a - e_d$) = perbedaan antara tekanan uap air jenuh suhu udara rata-rata dengan tekanan uap air rata-rata di udara (milibar)

c = faktor penyinaran

D. KEBUTUHAN AIR IRIGASI

Kebutuhan air untuk padi sawah meliputi kebutuhan air untuk pengolahan tanah, pembibitan, pertumbuhan sampai saat panen dan dari hasil penelitian diketahui bahwa jumlah air untuk pengolahan tanah merupakan jumlah terbesar dibandingkan dengan kebutuhan air untuk pembibitan ataupun pertumbuhan sampai panen (Arsyad, 1981).

Besarnya kebutuhan air irigasi dapat dihitung dengan persamaan berikut :

1. Untuk tanaman padi sawah

$$I = \frac{E_t \text{ crop} + P + - R_e}{\text{Eff. total}} \text{-----(10)}$$

2. Untuk tanaman selain padi

$$I = \frac{ET \text{ crop} - R_e}{\text{Eff. total}} \text{-----(11)}$$

dimana ,

$ET \text{ crop}$ = evapotranspirasi tanaman

P = perkolasi



$$\begin{aligned} Re &= \text{curah hujan efektif} \\ \text{Eff. total} &= \text{efisiensi irigasi total} \\ I &= \text{kebutuhan air irigasi} \end{aligned}$$

Selain dipengaruhi oleh faktor-faktor pada persamaan di atas, besarnya kebutuhan air irigasi juga dipengaruhi oleh jenis tanaman, umur tanaman, tekstur dan struktur tanah, iklim serta cara pemberian air.

a. Kebutuhan air pengolahan tanah

Tujuan dari pengolahan tanah pada areal sawah diantaranya untuk memperbaiki aerasi tanah, menciptakan pelumpuran yang merata sebagai tempat tumbuh yang baik bagi padi sawah, membantu terciptanya lapisan kedap (lapisan bajak) yang berguna untuk mencegah meresapnya air, serta memberantas gulma (Anonim, 1983).

Kebutuhan air pada pengolahan tanah sawah berkisar antara 175 - 230 mm. Penelitian di India menunjukkan angka 220 mm. Sedangkan penelitian di kebun percobaan Lembaga Pusat Penelitian Pertanian Bogor memperoleh angka 200 mm atau 2000 m³/hektar (Purba, 1974).

b. Perkolasi

Menurut Buckman dan Brady (1969) perkolasi adalah gerakan air ke bawah melalui tanah, terutama aliran ke bawah oleh air dalam keadaan tanah jenuh



atau hampir jenuh pada gradien hidraulik ditentukan satu atau kurang.

Beberapa faktor yang mempengaruhi perkolasi adalah tekstur tanah, kandungan air dalam tanah, dan keadaan zona perakaran tanaman (Kan, 1977 dalam Iskandar (1983)).

Kecepatan rata-rata perkolasi untuk tanaman padi pada ketebalan lapisan tanah atas (*top soil*) 50 cm, sedangkan untuk beberapa jenis tanah disajikan pada tabel berikut :

Tabel 1. Kecepatan perkolasi untuk beberapa jenis tanah.

Jenis tanah	Laju perkolasi (mm/hari)
Lempung berpasir (sandy loam)	3.0 - 6.0
Lempung (loam)	2.0 - 3.0
Lempung liat berdebu (silty clay loam)	1.5 - 2.5
Lempung liat	1.0 - 2.0

Sumber : Sinotech Engineering Consultans, Inc

c. Efisiensi Irigasi

Menurut Hansen et al. (1979) kehilangan air adalah jumlah air yang hilang selama penyaluran dan distribusi air irigasi dari sumber ke lahan pertanian. Kehilangan air dapat digambarkan dengan persentase air yang hilang.



Selanjutnya Frevert et al. (1981) menyatakan ada tiga konsep dasar efisiensi irigasi yaitu :

1. Efisiensi penyaluran air (Ec)

$$Ec = 100 Wd/Wi \text{ -----(12)}$$

dimana,

Wd = air yang dialirkan oleh sistem penyaluran

Wi = air yang masuk ke sistem penyaluran

2. Efisiensi pemakaian air (Ea)

$$Ea = 100 Ws/Wd \text{ -----(13)}$$

dimana,

Ws = air yang tersimpan di zona perakaran

Wd = air yang dialirkan oleh sistem penyaluran

3. Efisiensi penggunaan air (Es)

$$Es = 100 Wu/Wd \text{ -----(14)}$$

dimana,

Wu = air yang berguna bagi tanaman

Wd = air yang dialirkan oleh sistem penyaluran

Menurut Linsley (1979), terdapat tiga metode pengukuran kehilangan air di saluran yaitu :

1. *Ponding method*

Pada metode ini dilakukan dengan membendung kedua ujung saluran pada jarak yang dikehendaki.



Besarnya kehilangan air ditunjukkan dengan penurunan jumlah air selama 24 jam.

2. *Inflow-outflow method*

Dilakukan dengan memasang alat-alat ukur debit pada kedua ujung saluran. Besarnya kehilangan air sama dengan selisih debit pada *inflow* dan *outflow*.

3. *Seepagometer method*

Metode ini dilakukan dengan menggunakan alat pengukur perembesan air, dimana hasil pengukuran dapat lebih baik tetapi biayanya mahal.

d. Curah Hujan Efektif

Curah hujan efektif (*effective rainfall*) adalah hujan yang jatuh selama periode pertumbuhan tanaman dan hujan itu berguna untuk memnuhi kebutuhan air tanaman (Dastane, 1974).

Tidak semua curah hujan yang terjadi itu dapat efektif digunakan untuk pertumbuhan tanaman, sebagian akan hilang melalui aliran permukaan, perkolasi berlebihan dan penguapan.

Perhitungan besarnya curah hujan efektif dengan melihat perubahan kadar air sebelum dan sesudah hujan dapat dirumuskan sebagai berikut (Dastane, 1974) :



$$Re = M2 - M1 + Kp * Eo \quad \text{-----} \quad (15)$$

dimana,

Re = curah hujan efektif

M1, M2 = kadar air di daerah perakaran sebelum dan sesudah terjadinya hujan

Kp = koefisien panci kelas A

Eo = evaporasi pada panci kelas A

Oldeman dan Darmyati (1977) telah merumuskan perhitungan curah hujan efektif bulanan untuk tanaman padi dan palawija sebagai berikut :

$$Re = 1.0 (0.82 X - 30) \quad \text{padi-----} \quad (16)$$

$$Re = 0.75 (0.82 X - 30) \quad \text{palawija-----} \quad (17)$$

dimana,

Re = curah hujan efektif (mm)

X = rata-rata hujan bulanan jangka panjang

Menurut Subarkah (1980), suatu peristiwa hidrologis dapat diperkirakan dengan menghitung probabilitas statistik, berdasarkan data-data statistik di waktu lampau. Data-data tersebut disusun menurut urutan besarnya dan selanjutnya digambarkan distribusi frekuensinya menurut kelas interval tertentu yang disebut lengkung frekuensi. Kalau distribusinya normal, maka didapat suatu lengkung yang bentuknya simetris. Tetapi kalau



distribusinya tidak normal, maka lengkung frekuensinya asimetris atau miring.

Karena data-data pengamatan umumnya pendek, maka tidak mungkin menentukan distribusi yang sebenarnya bagi analisa probabilitas. Oleh karena itu digunakan distribusi teoritis sebagai pendekatan. Untuk hujan dan banjir banyak digunakan distribusi Gumbell dan distribusi Log-Pearson Type III (Subarkah, 1980).

Cara yang umum digunakan adalah distribusi Log-Pearson Type III dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Log } (qt)_x = \log qt + K * S \quad \text{-----}(18)$$

dimana,

qt = debit air pada waktu t

x = jangka waktu pendugaan

K = koefisien frekuensi, K diperoleh dari tabel khusus dan nilainya tergantung jangka waktu pendugaan (x) dan koefisien kemencengan (g)

n = banyaknya data pengamatan

Untuk koefisien kemencengan dihitung dengan rumus berikut :

$$g = \frac{n (\log qt - \log qt)^3}{(n-1) (n-2) (S)^3} \quad \text{-----}(19)$$



E. ANALISIS SISTEM

1. Konsep Sistem

Menurut Eriyatno (1979), sistem adalah himpunan dari sejumlah unsur yang saling berhubungan yang diorganisir ke arah satu kelompok tujuan. Penggunaan analisa sistem bertujuan agar dapat diperoleh sistem yang terbaik yang mempertimbangkan beberapa hal yaitu biaya, nilai optimal, resiko, efektivitas, realibilitas, dan hal lain yang dapat diterima oleh komponen dalam sistem.

Untuk dapat mengerti struktur dan sifat-sifat sistem perlu diperhitungkan tiga model grafik :

- a. Rangkaian sebab akibat (*Causal Loop*)
- b. Diagram kotak hitam (*Black Box Diagram*)
- c. Bagan Alir (*Flow Chart*)

Rangkaian sebab akibat merupakan model yang menggambarkan peubah-peubah yang dianggap banyak berarti dalam sistem dan menarik tanda panah pada peubah yang dipengaruhinya. Tanda positif menunjukkan faktor penyebab, maka akan menambah besar peubah yang dipengaruhinya. Diagram kotak hitam digunakan dalam fase identifikasi sistem membentuk hubungan antara pernyataan kebutuhan dan pernyataan khusus mengenai masalah khusus yang harus diatasi untuk dapat memenuhi kebutuhan tersebut. Bagan alir dibuat seperti pada komputer dan biasa



digunakan untuk menunjukkan urutan-urutan waktu proses atau pekerjaan.

2. Identifikasi Masalah dan Penentuan Parameter

Untuk dapat memecahkan suatu masalah, maka perlu dilakukan penetapan mengenai masalah tersebut. Menurut Winardi (1986), ada sejumlah langkah-langkah yang perlu dilakukan dalam rangka usaha penetapan dan pemecahan masalah yaitu:

- a. Mengidentifikasi persoalan-persoalan pokok
- b. Mengumpulkan dan menyusun faktor-faktor penting
- c. Menetapkan alternatif-alternatif
- d. Mengevaluasi alternatif
- e. Memilih alternatif-alternatif yang dianjurkan

Identifikasi masalah merupakan suatu tahap permulaan dari penguasaan masalah, sehingga suatu objek dalam suatu jalinan situasi tertentu dapat kita kenal sebagai suatu masalah.

Untuk dapat mengidentifikasi faktor-faktor mana saja yang termasuk ke dalam lingkup permasalahan dan faktor mana yang tidak, maka perlu adanya pembatasan masalah.

Tahap selanjutnya yaitu perumusan masalah yang merupakan pernyataan lengkap dan terperinci mengenai ruang lingkup permasalahan yang akan diteliti berdasarkan identifikasi dan pembatasan masalah.



3. Program Linier

Program linier merupakan suatu metode perencanaan yang tepat untuk keperluan memutuskan suatu pilihan dari beberapa alternatif. Metode ini dikembangkan dari matematika terapan yang selalu disempurnakan sehingga dapat dipergunakan dengan ketepatan yang lebih tinggi untuk mencapai hasil yang lebih menjangkau permasalahannya (Beneke dan Winterboer, 1973).

Menurut Chuchman *et al* (1956), program linier adalah teknik optimasi dari suatu masalah. Suatu masalah dapat dipecahkan dengan menggunakan metode ini bila memenuhi syarat-syarat sebagai berikut :

- a. Mempunyai tujuan yang akan dioptimumkan, misalnya keuntungan maksimal dan biaya minimal yang dapat dinyatakan dalam fungsi linier.
- b. Mempunyai keterbatasan dari jumlah sumber tertentu dan dapat dinyatakan dalam persamaan (=) atau pertidaksamaan (\leq/\geq).

Selanjutnya dikatakan oleh Stoner (1976) dalam Nurtama (1982) bahwa suatu program linier dengan lebih dari 10 fungsi pembatas akan memakan waktu lama apabila dipecahkan dengan perhitungan biasa, oleh karena itu komputer adalah yang tepat untuk memecahkannya. Sedangkan pada umumnya program komputer yang digunakan adalah metode simpleks.

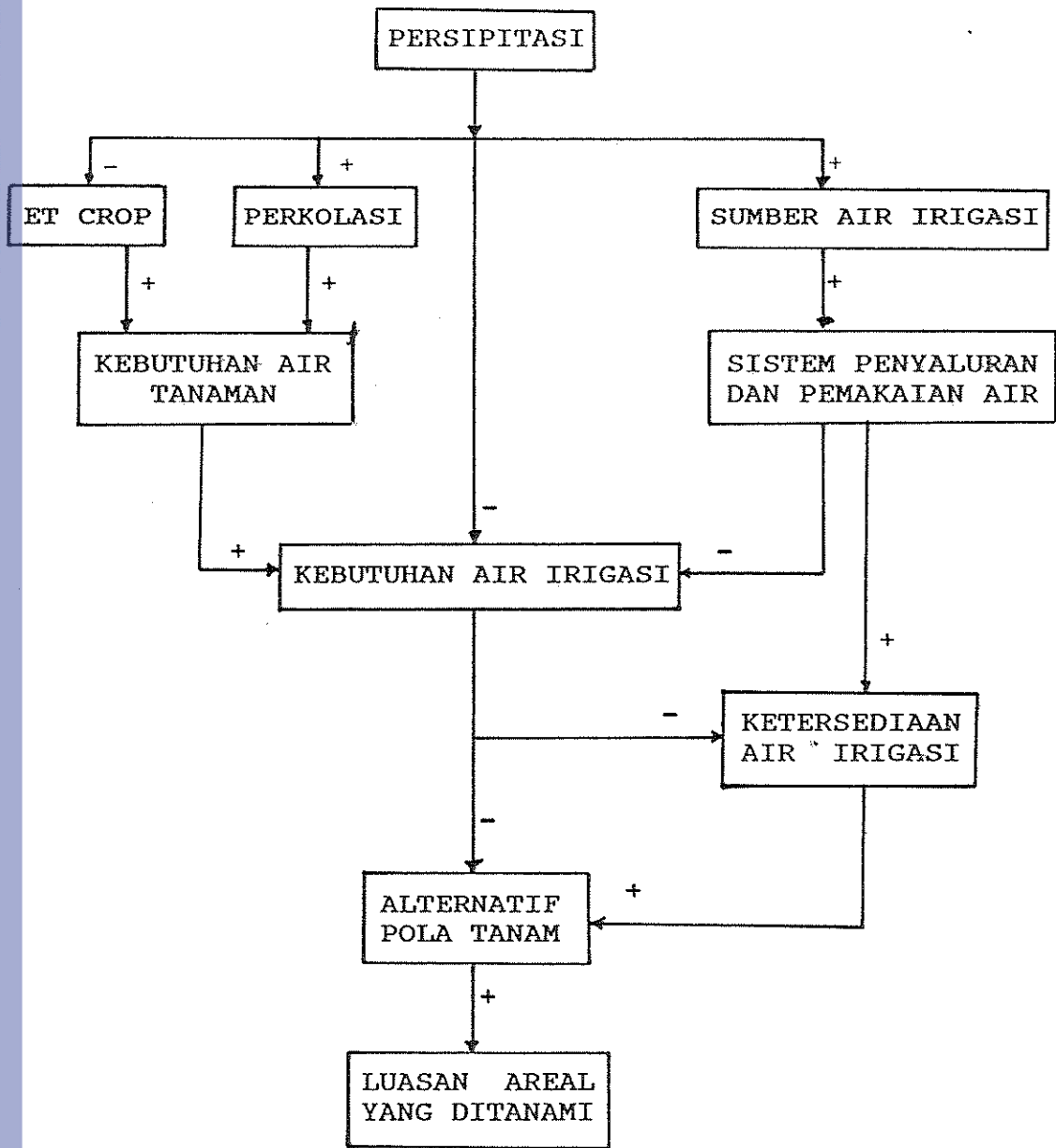


Metode simpleks adalah metode pemecahan yang dimulai dari pemecahan *fisibel* yang satu ke *fisibel* yang lain dan ini dilakukan berulang-ulang dengan jumlah ulangan terbatas. Sehingga akhirnya diperoleh pemecahan yang optimal dan pada setiap tahap menghasilkan suatu nilai dari fungsi tujuan yang selalu lebih besar atau sama dengan dari tahap-tahap sebelumnya (Supranto, 1980).

Peubah-peubah yang mempunyai peran dalam sistem pengelolaan air irigasi dapat digambarkan dalam diagram sebab akibat (gambar 2). Sedangkan bagan alir dari proses pemecahan masalah penentuan pola tanam terpilih dapat dilihat pada gambar 3.

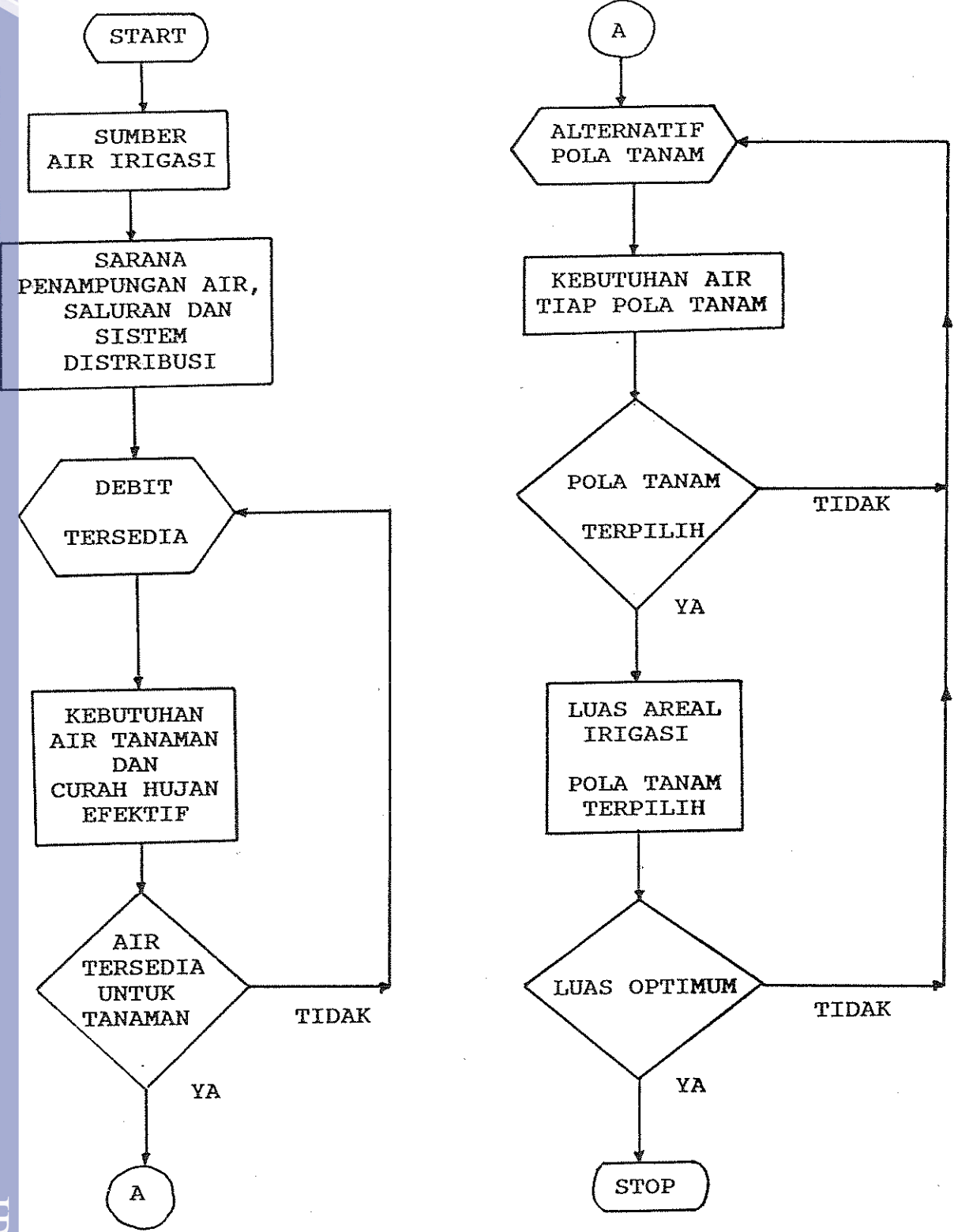


Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Gambar 2. Rangkaian sebab akibat sistem pengelolaan air irigasi secara regional.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Gambar 3. Bagan alir sistem pengelolaan air irigasi secara regional.

III. LOKASI DAN METODE PENELITIAN

A. LOKASI PENELITIAN

Lokasi penelitian dilaksanakan di Daerah Irigasi Obor, Kabupaten Belu, Nusa Tenggara Timur. Penelitian dilaksanakan mulai bulan September 1990 sampai dengan bulan Januari 1991.

B. METODE PENELITIAN

Pelaksanaan penelitian tersebut meliputi kegiatan-kegiatan seperti observasi lapang, pengambilan data primer dan sekunder serta wawancara.

Data primer diperoleh dari pengukuran, pengamatan lapang serta wawancara dengan petani dan pihak yang berhubungan dengan penelitian. Sedangkan untuk data sekunder diperoleh dari pencatatan data-data yang ada di kantor Dinas Pekerjaan Umum (Sub Dinas Pengairan) Kabupaten Belu, Kantor Dinas Pertanian Tanaman Pangan Kabupaten Belu, Balai Penyuluh Pertanian Sukabitetek serta kantor instansi lainnya yang terkait.

1. Pengumpulan Data

Adapun data-data yang diperlukan dalam penelitian ini meliputi :

- a. Data debit dan pumping test sumur artesis
- b. Curah hujan selama 10 tahun.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

- c. Untuk menentukan besarnya perkolasi dilakukan pengukuran laju perkolasi dengan cara silinder atau lisimeter. Lisimeter yang digunakan adalah drum yang tutup dan alasnya sudah dibuka, sehingga menyerupai mantel silinder. Untuk mencegah evaporasi pada permukaan air di dalam lisimeter, maka pada bagian atasnya dibuatkan penutup yang mudah diangkat. Laju perkolasi diperoleh berdasarkan penurunan muka air persatuan waktu di dalam lisimeter tersebut.
- d. Data agroklimatologi selama 5 tahun meliputi: suhu udara rata-rata, kelembaban udara, lama penyinaran matahari serta kecepatan angin.
- e. Kebutuhan air untuk pengolahan tanah, jenis tanah dan nilai Kc tanaman.
- f. Keadaan jaringan irigasi dan sumber air tanah beserta efisiensinya.
- g. Luas areal yang diairi atau diberi air irigasi.
- h. Komoditi tanaman pangan, harga produksi serta keuntungan bersih untuk masing-masing komoditi.
- i. Produksi persatuan luas tiap jenis komoditi.

2. Pengolahan Data

Setelah data-data yang diperlukan dalam penelitian terkumpul, selanjutnya dilakukan pengolahan data yang meliputi beberapa perhitungan antara lain:



a. Perhitungan evapotranspirasi tanaman

Untuk menghitung evapotranspirasi tanaman digunakan persamaan (5) yang dianjurkan Doorenbos dan Pruitt (1977). Sedangkan evapotranspirasi acuan menggunakan persamaan (7) atau metode radiasi. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan bahasa BASIC pada komputer IBM Compatible.

b. Perhitungan laju perkolasi

Perhitungan dilakukan dengan rata-rata hasil pengukuran laju perkolasi di lapangan.

c. Kebutuhan air irigasi

Kebutuhan air irigasi untuk tanaman palawija digunakan persamaan (11) dan kebutuhan air untuk tanaman padi digunakan persamaan (10).

d. Perhitungan curah hujan efektif

Curah hujan terlewati 80% dihitung dengan metode Log Pearson Type III menggunakan bahasa BASIC. Selanjutnya curah hujan efektif untuk tanaman padi dan palawija dihitung dengan persamaan (16) dan persamaan (17).

e. Penentuan efisiensi saluran

Dilakukan pengukuran kehilangan air pada saluran dengan menggunakan metode inflow-outflow. Pelaksanaannya adalah dengan mengukur air yang masuk dan keluar pada sistem jaringan, selisih debit merupakan kehilangan air penyaluran.



f. Optimasi alokasi air irigasi

Setiap tanaman memerlukan air yang berbeda-beda yang dipengaruhi oleh jenis pola tanam, dalam hal ini dinyatakan sebagai j ($j = 1, 2, 3, \dots, n$) dan tergantung pada waktu (t) ($t = 1, 2, 3, \dots, 12$) sedangkan kebutuhan air berbeda-beda tergantung jenis pola tanam (j) dan waktu (t), sehingga dapat dinyatakan sebagai q_{jt} (lt/dt/ha).

Apabila luas areal yang ditanami dengan pola tanam j adalah X_j , maka kebutuhan airnya dapat dinyatakan sebagai : $X_j * q_{jt}$.

Agar jumlah air yang tersedia dapat dimanfaatkan untuk areal yang seluas-luasnya, maka total luasan X_j harus maksimum. Akan tetapi dengan ketersediaan air yang terbatas, maka $X_j * q_{jt}$ tidak boleh melebihi air yang tersedia pada saat yang sama, yaitu Q_t . Selain itu daerah irigasi mempunyai luasan maksimum yang diairi seluas A , sehingga X_j tidak dapat lebih besar dari A .

Untuk setiap pola tanam dengan komoditi berbeda, akan mempunyai keuntungan rupiah yang berbeda sesuai dengan tingkat harga yang berlaku, sehingga keuntungan rupiah dari setiap pola tanam dapat dinyatakan sebagai C_j .

Apabila keuntungan dari masing-masing pola tanam ikut dipertimbangkan dalam optimasi pola



tanam tersebut, maka untuk menentukan luas lahan optimum bagi masing-masing pola tanam berdasarkan keuntungan maksimum, dengan ketersediaan air dan luas areal sebagai faktor pembatas. Dapat dituliskan dalam model matematika sebagai berikut :

a) Fungsi Tujuan (*Objective Function*)

$$\text{Maksimisasi : } Z = \sum_{j=1}^n C_j * X_j$$

b) Fungsi Pembatas (*Constrain*)

Jumlah air tersedia :

$$\sum_{j=1}^n \sum_{t=1}^{12} q_{jt} * X_j \leq Q_t$$

Luas areal irigasi :

$$\sum_{j=1}^n X_j \leq A$$

Non negativity :

$$X_j \geq 0 ; A \geq 0 ; q_{jt} \geq 0 ; Q_t \geq 0$$

dimana,

Z = keuntungan maksimum (Rp)

X_j = luas areal dengan pola tanam ke j (ha)

C_j = keuntungan dari pola tanam ke j (Rp/th)



- q_{jt} = kebutuhan air irigasi dari pola tanam ke-j pada bulan ke t (lt/dt/ha)
 Q_t = debit yang tersedia pada bulan ke t dengan dependable flow 50% dan 80%
 A = luas areal daerah irigasi (ha)
 j = alternatif pola tanam
 t = bulan

Setelah parameter-parameter yang diperlukan dalam model linier tersebut diketahui, selanjutnya data diolah dengan bantuan komputer IBM Compatible dan menggunakan software Lindo.



IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. KEADAAN UMUM DAERAH

1. Letak dan Geografis

Penelitian dilaksanakan di Daerah Irigasi Obor, kabupaten Belu, yang letaknya lebih kurang 27 km dari kota Atambua, ke arah barat. DI Obor mempunyai areal potensial seluas 308 Ha yang terbagi dalam 11 petak tersier. DI Obor memperoleh air irigasi dari Bendung Obor pada sungai Motamauk, yang disalurkan melalui saluran induk sepanjang 2500 km, kemudian didistribusikan melalui saluran-saluran sekunder.

Untuk menunjang kebutuhan air irigasi pada musim kemarau maka beberapa sumur bor/artesis telah dibangun oleh P2AT Propinsi NTT. Salah satu diantaranya adalah sumur bor AEW 01 dari hasil eksplorasi air tanah yang terletak pada petak tersier OB.1 Kn di daerah Sukabitetek, desa Mandeu. Petak tersier OB.1 Kn mempunyai areal seluas 25 Ha. skema Daerah Irigasi Obor dapat dilihat Daerah Irigasi Obor terletak pada $9^{\circ} 10' 01''$ Lintang Selatan dan $124^{\circ} 49' 59''$ Bujur Timur serta pada ketinggian lebih kurang 210 m diatas permukaan laut. Peta kabupaten Belu serta letak lokasi penelitian dapat dilihat pada Lampiran 1.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

2. Sumber Air Artesis

Sumur bor AEW 01 dibor di daerah Sukabitetek di tengah dataran Aroki, yang digambarkan seperti sebuah kolam yang dikelilingi oleh pegunungan dengan ketinggian 100 di atas dataran ini. Dataran Aroki ditutupi oleh sedimen Alluvial yang mengandung lempung, liat, pasir dan kerikil.

Pengeboran sumur ini dimulai tanggal 10 September 1977 dan selesai tanggal 29 September 1977 dikerjakan oleh MAC Consultant Jakarta dengan dana bantuan dari pemerintah Canada.

Dua buah akuifer ditemukan di sumur ini. Akuifer yang lebih atas dimulai pada kedalaman 20 m sampai dengan 27 m terdiri dari pasir yang mengandung lempung, dengan aliran yang tidak begitu besar. Sedangkan aliran yang besar ditemukan pada kedalaman 42 m dan 53.8 m. Kedalaman total pengeboran adalah 55 meter. Untuk lebih jelasnya pemasangan pipa serta kandungan tanah pada sumur artesis dapat dilihat pada Lampiran 3.

Pumping test untuk sumur bor AEW 01 dilakukan pada bulan Februari 1978. Rancangan (*design*) kapasitas pompa yang diharapkan dari hasil *pumping test* adalah 40 l/dt. Sedangkan dari hasil nyata *pumping test* diperoleh kapasitas pompa sebesar 15.46 l/dt. Koefisien storativitasnya adalah 0.002 dan nilai



transmisivitasnya adalah $310 \text{ m}^2/\text{hari}$. Hasil *pumping test* sumur bor AEW 01 disajikan pada Lampiran 4.

3. Iklim

Daerah Irigasi Obor mempunyai suhu rata-rata bulanan tertinggi pada bulan Nopember sebesar $27.04 \text{ }^\circ\text{C}$ dan suhu rata-rata bulanan terendah pada bulan Juli sebesar $23.2 \text{ }^\circ\text{C}$. Besarnya fluktuasi suhu ini dipengaruhi oleh radiasi matahari yang sampai ke bumi dan tingkat keawanannya, sehingga umumnya suhu yang tinggi terjadi pada musim hujan sedangkan suhu yang rendah terjadi pada musim kemarau.

Dengan adanya fluktuasi suhu tersebut maka menimbulkan fluktuasi penguapan (evaporasi) dari permukaan tanah yang selanjutnya akan mempengaruhi tingkat kelembaban udara (RH). Kelembaban udara rata-rata di Daerah Irigasi Obor berkisar antara 69.1 % sampai dengan 82.7 %.

Berdasarkan sistem klasifikasi Schmidt dan Fergusson, type hujan dibagi menjadi 8, yang diurut berdasarkan besarnya nilai Q, dimana Q merupakan perbandingan rata-rata bulan kering dan bulan basah. Kriteria bulan basah adalah bulan dimana jumlah curah hujan lebih besar dari 100 mm, sedangkan bulan kering adalah bulan dimana jumlah curah hujan kurang dari 60 mm.



Curah hujan yang tercatat di stasiun Sukabitek mempunyai rata-rata bulanan antara 0.0 mm yang terjadi pada bulan Agustus sampai dengan 219.45 mm pada bulan Januari. Adapun data curah hujan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 5.

Menurut klassifikasi Schmidt dan Fergusson (1951), Daerah Irigasi Obor termasuk dalam tipe hujan E dengan nilai Q sebesar 148.89 %. Rata-rata bulan keringnya adalah 6.7 dan rata-rata bulan basahnya adalah 4.5.

Menurut Oldeman (1975) yang termasuk bulan basah adalah bila rata-rata curah hujan bulanan lebih besar dari 200 mm, sedangkan bulan kering adalah bila curah hujan kurang dari 100 mm dan bulan lembab bila curah hujan bulanan berkisar antara 100-200 mm. Penentuan zone agroklimat Oldeman terutama didasarkan atas jumlah bulan basah berturut-turut, sedangkan sub divisinya didasarkan atas jumlah bulan kering berturut-turut.

Berdasarkan sistem klassifikasi Oldeman maka Daerah Irigasi Obor termasuk dalam zone agroklimat E₄ dengan rata-rata jumlah bulan basah 1 dan jumlah bulan kering berturutan 7. Kriteria klassifikasi iklim menurut Schmidt dan Fergusson (1951) serta Oldeman (1957) dapat dilihat pada Lampiran 6.



4. Tanah

Keadaan tanah di Daerah Irigasi Obor yang bertopografi relatif datar (1 - 3 %) termasuk jenis Kambisol. Warna tanah coklat sampai kelabu tanpa atau dengan karatan. Jenis tanah ini terbentuk dari bahan endapan, baik yang berupa endapan resen (endapan sungai) maupun endapan sub-resen (kolovium) serta bahan induk napal. Tanah Kambisol pada umumnya mempunyai kandungan liat yang tinggi dan memiliki kapasitas menahan air yang cukup besar, serta kemampuan draenase yang agak terhambat.

Tekstur tanah di lokasi penelitian termasuk liat berlempung dengan kandungan pasir 26.2 %, debu 36.3 % dan liat 37.7 %. Tingkat kesuburannya termasuk sedang dengan PH berkisar antara 6.39 sampai dengan 7.39 dan tingkat permeabilitasnya 1.31 cm/jam (Anonim, 1983). Data analisa sifat fisika tanah di lokasi penelitian dapat dilihat pada Lampiran 7.

4. Pertanian

Di daerah irigasi Obor, intensitas tanam hanya satu kali dalam setahun kemudian diberakan, hal ini dikarenakan Bendung Obor mengalami kerusakan berat sehingga tidak berfungsi sebagaimana mestinya. Hanya petani yang berada di sekitar sumur artesis yang bisa tanam padi dua kali musim setahun.

Awal penanaman dilakukan secara serempak yang biasanya dilaksanakan pada awal musim hujan, dengan perbedaan waktu antara paling awal dengan terakhir lebih kurang dua bulan. Hal ini disebabkan belum adanya pola tanam yang mantap, tenaga manusia untuk mengolah tanah terbatas serta tenaga hewan yang belum terlatih untuk mengolah tanah sawah.

Selain hal-hal tersebut di atas masih banyak kendala yang dihadapi dalam mengembangkan lahan pertanian di daerah ini, antara lain :

1. Adanya anggapan bahwa palawija hanya bisa ditanam di lahan kering.
2. Pemilikan lahan yang cukup luas sehingga sering terjadi awal tanam yang bersamaan antara lahan kering dan lahan sawah.
3. Kelompok tani yang ada belum berjalan sehingga sulit untuk menerapkan sistem Panca Usaha Tani.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilaksanakan oleh Tim Fateta IPB (1990) di daerah irigasi Obor, ternyata lahan sawah tersebut cocok untuk tanaman jagung dan kacang hijau. Tanaman ini dapat digunakan sebagai tanaman alternatif selain padi pada musim kemarau. Khususnya untuk daerah sekitar sumur artesis bisa ditanami sepanjang tahun karena sumber airnya selalu tersedia.



B. KEBUTUHAN AIR IRIGASI

1. Kebutuhan Air Tanaman (ET crop)

Penentuan evapotranspirasi tanaman dilakukan berdasarkan perkalian antara koefisien tanaman (k_c) dengan evapotranspirasi potensial (E_{To}). Nilai evapotranspirasi potensial (E_{To}) merupakan hasil perhitungan menurut metode Radiasi (persamaan 7).

Dasar pemilihan metode ini adalah pada kelengkapan data iklim yang tersedia di stasiun Klimatologi Sukabitekek yang terletak kurang lebih 500 m dari lokasi penelitian. Data iklim yang terlengkap untuk lima tahun berturut-turut (1978 - 1982) meliputi data temperatur udara, lama penyinaran matahari, kelembaban udara dan kecepatan angin. Data-data tersebut selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 8.

Hasil perhitungan evapotranspirasi potensial (E_{To}) tiap bulan menurut metode Radiasi disajikan pada Tabel 2. Langkah-langkah perhitungan Evapotranspirasi potensial (E_{To}) dengan metode Radiasi yang dianjurkan oleh Doorenbos dan Pruitt (1977) beserta data-data pendukung yang dibutuhkan dapat dilihat pada Lampiran 9,10,11,12 dan Lampiran 13. Bagan alir perhitungan E_{To} dalam bahasa BASIC disajikan pada Lampiran 14. Sedangkan program penghi-



tungan evapotranspirasi potensial (ET_o) dalam bahasa BASIC selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 15.

Tabel 2. Evapotranspirasi potensial (ET_o) di Daerah Irigasi Obor.

Bulan	ET _o (mm/hari)
Januari	4.638
Februari	4.508
Maret	4.814
April	4.943
Mei	4.431
Juni	4.286
Juli	4.159
Agustus	5.077
September	5.608
Oktober	6.153
Nopember	5.814
Desember	4.416

Nilai koefisien tanaman (kc) untuk setiap jenis tanaman dan tahap pertumbuhan, menggunakan nilai yang dianjurkan oleh Doorenbos dan Pruitt (1977). Nilai koefisien tanaman untuk padi dan palawija disajikan pada Tabel 3. Sedangkan umur tanaman pada setiap tahap pertumbuhan dapat dilihat pada Tabel 4.

Untuk tanaman kacang hijau karena kebutuhan airnya relatif lebih kecil dibandingkan jagung dan kedelai maka koefisien tanamannya diasumsikan sama dengan kacang tanah. Nilai evapotranspirasi tanaman (ET_p) untuk tanaman padi, jagung dan kacang hijau selengkapnya disajikan dalam Lampiran 16.



Tabel 3. Nilai koefisien tanaman (Kc) untuk berbagai tahap pertumbuhan (Doorenbos dan Pruitt, 1977)

Jenis tanaman	Tahap pertumbuhan				
	1	2	3	4	5
1. Padi rendeng	1.10	1.05	0.95		
2. Padi gadu	1.10	1.25	1.00		
3. Kedelai	0.45	1.05	0.45		
4. Kacang tanah	0.35	1.00	0.55		
5. Jagung	0.45	1.05	0.45		
6. Tebu	0.55	0.85	1.00	1.05	0.70

Tabel 4. Umur tanaman (bulan) pada setiap tahap pertumbuhan (Doorenbos dan Pruitt, 1977)

Jenis tanaman	Tahap pertumbuhan				
	1	2	3	4	5
1. Padi rendeng	(0-2)	(2-3)	(3-4)		
2. Padi gadu	(0-2)	(2-3)	(3-4)		
3. Kedelai	(0-1)	(1-2)	(2-3)		
4. Kacang tanah	(0-1)	(1-2)	(2-3)		
5. Jagung	(0-1)	(1-2)	(2-3)		
6. Tebu	(0-2)	(2-4)	(4-6)	(6-10)	(10-12)

2. Perkolasi

Penempatan lokasi pengamatan perkolasi diusahakan sedemikian rupa sehingga dapat mewakili keseluruhan daerah sekitar sumur artesis. Pengukuran laju perkolasi dilakukan dengan cara silinder atau lisimeter. Bejana lisimeter yang digunakan berjumlah 3 buah dipasang menyebar di sekitar lokasi penelitian.

Pengamatan dilakukan setiap 24 jam. Selanjutnya laju perkolasi dihitung sesuai penurunan muka air di dalam bejana lisimeter.

Dari hasil pengukuran dengan metode silinder didapatkan bahwa laju perkolasi rata-rata di daerah penelitian sebesar 1.3 mm/hari. Data selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Data perkolasi di daerah penelitian

Ulangan	Perkolasi (mm/hari)		
	1	2	3
1	0.9	1.4	1.2
2	1.0	1.5	1.3
3	1.8	1.0	1.5
4	1.0	1.5	0.9
5	1.3	1.8	1.2
Rata-rata	1.2	1.4	1.2

3. Kehilangan Air dan Efisiensi Irigasi

Kehilangan air di saluran sangat dipengaruhi oleh tempat, tingkat kelembaban tanah, topografi saluran, macam bahan pelapis dan besarnya debit. Kehilangan air tersebut merupakan selisih air yang



terukur yang masuk kedalam jaringan dengan air terukur yang keluar dari jaringan.

Di lokasi penelitian, saluran tersier dan sub tersiernya terdiri dari saluran tanah, sehingga kehilangan air yang terjadi cukup besar. Hal ini disebabkan karena infiltrasi, bocoran-bocoran dan rumput yang tumbuh di sepanjang saluran.

Perhitungan kehilangan air dilakukan di beberapa bagian jaringan irigasi dengan melakukan beberapa kali ulangan. Sehingga kehilangan airnya merupakan rata-rata dari beberapa ulangan tersebut.

Dari hasil perhitungan diperoleh kehilangan air penyaluran rata-rata sebesar 10.98 %, sehingga efisiensi penyalurannya sebesar 89.02 % dengan faktor utama sebesar 1.12 . Perhitungan selengkapnya mengenai analisa kehilangan air di saluran dapat dilihat pada Lampiran 17.

Besarnya efisiensi pemberian air di petakan sawah diasumsikan sebesar 75 % atau faktor tersiernya 1.33 . Dengan demikian total efisiensi penyaluran air irigasi mulai dari sumur artesis sampai ke petak tersier besarnya adalah $0.89 * 0.75 = 0.668$ atau 66.8 %, maka faktor jaringan irigasi totalnya adalah 1.5.



4. Curah Hujan Efektif

Curah hujan efektif yang digunakan dalam penelitian ini dihitung dengan peluang terlewati 80 %. Efektifitas curah hujan masing-masing untuk padi dan palawija adalah 100 % dan 75 % sesuai dengan persamaan 16 dan 17. Untuk padi sawah dianggap efektif 100 % karena adanya penggenangan sehingga sebagian hujan yang jatuh akan digunakan untuk perkolasi dimana bagian hujan tersebut juga merupakan hujan efektif. Sedangkan palawija kurang dapat beradaptasi bila tanah tergenang (jenuh air) sehingga untuk palawija hanya efektif 75 %.

Data curah hujan yang digunakan adalah rata-rata hujan bulanan selama 10 tahun terakhir (1979 - 1988). Data tersebut diambil dari stasiun hujan terdekat dari lokasi penelitian.

Besarnya curah hujan efektif bulanan dapat dilihat pada Tabel 6. Bagan alir perhitungan curah hujan efektif dengan peluang terlewati 80 % disajikan dalam Lampiran 18, sedangkan program perhitungannya dalam bahasa BASIC disajikan pada Lampiran 19.

5. Kebutuhan Air Irigasi

Berdasarkan pola tanam alternatif yang disarankan (Lampiran 20) dan hasil perhitungan terdahulu



Tabel 6. Curah hujan efektif dengan peluang terlewati 80 % untuk tanaman padi dan palawija di Daerah Irigasi Obor.

Bulan	Curah hujan 80 % (mm/bl)	Curah hujan efektif (mm/hari)	
		padi	palawija
Januari	133.36	2.65	1.98
Februari	127.75	2.67	2.00
Maret	95.12	1.60	1.20
April	16.01	0	0
Mei	7.86	0	0
Juni	2.18	0	0
Juli	1.74	0	0
Agustus	1.04	0	0
September	1.82	0	0
Oktober	1.87	0	0
Nopember	55.77	0.52	0.39
Desember	124.27	2.40	1.80

maka dapat disusun kebutuhan air irigasi tiap hektar sawah yang perlu dialirkan dari sumber air irigasi / sumur artesis sesuai dengan persamaan 10 dan 11.

Adapun hasil perhitungan kebutuhan air yang sesuai dengan pola tanam alternatif dapat dilihat pada Lampiran 21.

Khusus untuk penanaman padi sawah, kebutuhan air untuk pengolahan tanah diasumsikan 200 mm. Angka ini sesuai dengan hasil penelitian di Lembaga Pusat Penelitian Bogor diperoleh angka 200 mm atau 2000 m³/Ha (Purba, 1979). Pengolahan tanah meliputi kegiatan pembajakan, penggaruan dan pelumpuran (levelling).



C. ANALISIS USAHA TANI

Untuk menghitung keuntungan dari tiap-tiap jenis tanaman di lokasi penelitian khususnya dan di Kabupaten Belu umumnya, ternyata agak sukar. Hal ini dikarenakan umumnya petani belum menerapkan program Panca Usaha Tani untuk tanaman padi sawah dan hasil produksi pala-wija masih diutamakan untuk konsumsi sendiri.

Tetapi dewasa ini produksi pertanian di daerah ini cenderung meningkat karena semakin lancarnya sarana transportasi dan arus informasi mengenai teknik bercocok tanam yang benar. Hal ini berkat adanya pengarahannya, penyuluhan maupun kursus-kursus yang dilaksanakan oleh Dinas Pertanian dengan instansi terkait lainnya.

Dalam analisis usaha tani harus diketahui sarana yang digunakan sebagai input dan biaya input per unit, output (produksi) serta tingkat harga jual dari masing-masing output tersebut. Keuntungan dari usaha tani tersebut merupakan selisih antara pendapatan kotor dengan biaya produksi.

Berdasarkan wawancara dengan petani maju atau petani yang arealnya dijadikan percontohan, BPP Sukabitetek dan Diperta kabupaten Belu, maka diperoleh data tentang produksi, biaya produksi dan keuntungan



bersih untuk setiap komoditi. Data tersebut dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Biaya produksi dan keuntungan usaha tani untuk beberapa komoditi (Diperta kab. Belu, 1990).

Jenis komoditi	Biaya produksi (Rp/Ha)	Penerimaan (Rp/Ha)	Keuntungan (Rp/Ha)
1. Padi	428.250	750.000	321.750
2. Jagung	262.250	450.000	187.750
3. Kc. Hijau	259.000	600.000	341.000

Analisis usaha tani untuk padi sawah, jagung, dan kacang hijau dapat dilihat pada Lampiran 22. Sedangkan nilai keuntungan usaha tani untuk masing-masing bentuk pola tanam dapat dilihat pada Lampiran 23.

D. OPTIMASI POLA TANAM

1. Penyusunan Model Matematika

Berdasarkan berbagai alternatif pola tanam yang disarankan dengan mempertimbangkan ketersediaan air, kebutuhan air irigasi, serta keuntungan usaha tani dari masing-masing pola tanam tersebut, maka permasalahan yang ada diformulasikan ke dalam bentuk program linier.



Dalam program linier ini yang menjadi fungsi tujuan (*objective function*) adalah keuntungan maksimum, sedangkan fungsi pembatasnya (*constrains*) adalah ketersediaan air dan luas areal. Model matematika dalam permasalahan ini adalah :

$$\text{Maksimisasi : } Z = \sum_{n=1}^{20} C_n * X_n$$

$$\text{Pembatas : } \sum_{n=1}^{20} \sum_{t=1}^{24} X_n * q_{nt} \leq 13.75$$

$$\sum_{n=1}^{20} X_n \leq 25$$

$$X_n \geq 0 ; q_{nt} \geq 0 ; Q_t \geq 0$$

dimana :

C_n = keuntungan pola tanam ke n (Rp)

X_n = luas areal pola tanam ke n (Ha)

q_{nt} = kebutuhan air irigasi untuk pola tanam ke n pada bulan ke t (l/dt/ha)

Q_t = debit tersedia pada bulan ke t (debit tetap 13.75 l/dt)

25 = luas petak tersier OB 1 kn (Ha)

2. Hasil Optimasi Pola Tanam.

Dari hasil uji akuifer (*pumping test*) diperoleh debit pompa 15.46 l/dt merupakan debit yang dapat menjamin ketersediaan air dalam perencanaan pengembangan air tanah di Daerah Irigasi Obor.

Alternatif pola tanam yang disarankan sebanyak 20 pola. Penyusunan pola tanam alternatif yang cukup banyak dimaksudkan agar pemilihan dapat dilakukan lebih leluasa yang disesuaikan dengan keadaan iklim, ketersediaan air irigasi, curah hujan dan keuntungan usaha tani. Pola tanam dengan masa tanam 2 - 3 kali setahun, dimaksudkan agar intensitas tanam bisa meningkat hingga 200 - 300 persen pertahun. Permulaan tanam diusahakan pada awal musim hujan yaitu bulan Nopember dan Desember.

Dari Hasil perhitungan komputer diperoleh pola tanam optimal sebanyak 4 pola. Hasil pola tanam terpilih dapat dilihat pada Tabel 8. Mekanisme penyelesaian optimasi pola tanam dengan program Lindo dapat dilihat pada Lampiran 24 dan proses memasukkan datanya dalam format Lindo disajikan pada Lampiran 25. Sedangkan hasil komputasi dapat dilihat pada Lampiran 26.

Hasil komputasi menunjukkan luas areal yang dapat diairi dengan debit pompa 15.46 l/dt adalah 21.10 Ha. Luasan ini cukup besar jika dibandingkan dengan luasan maksimum 25 Ha pada petak tersier OB 1 kn yaitu sebesar 84.4 %.



Tabel 8. Pola Tanam terpilih hasil optimasi

No.	Pola tanam	Awal tanam	Luas (Ha)	Keuntungan (Rp)
X2	Pi - Pi - Kh	Nop I	3.94	3 878 709
X14	Pi - Jg - Kh	Nop II	3.95	3 355 222
X17	Pi - Kh - Kh	Des I	5.86	5 881 975
X19	Pi - Kh - Kh	Des II	7.35	7 374 990
Jumlah			21.10	20 490 896

Dari luas pola tanam optimal yang terpilih dapat dihitung kebutuhan air secara keseluruhan. Sehingga akan terlihat bahwa masih ada sisa debit yang belum dimanfaatkan secara maksimal. Hal ini bisa dilihat pada Lampiran 27. Sedangkan grafik keseimbangan air irigasi pada sumur artesis AEW 01 disajikan pada Lampiran 28.

Dari grafik tersebut terlihat bahwa kelebihan air terjadi mulai bulan Juni hingga awal Desember. Kelebihan air ini terjadi karena persediaan air yang tetap jumlahnya setiap bulan sedangkan kebutuhan air untuk masing-masing pola tanam berbeda jumlahnya. Disamping itu curah hujan yang terjadi di daerah ini tidak begitu besar sehingga pengaruhnya kecil terhadap kebutuhan air tanaman.



Untuk memanfaatkan sisa debit air dan sisa areal sebesar 3.90 Ha, maka dilakukan optimasi lagi untuk kombinasi pola tanam yang terbatas satu dan dua kali tanam setahun. Alternatif pola tanam dengan bera dibuat sebanyak 10 pola yang awal tanamnya dimulai pada bulan-bulan kelebihan air yaitu bulan Juni dan Juli. Pola tanam ini dapat dilihat pada Lampiran 29. Dari alternatif pola tanam tersebut dihitung kebutuhan air per hektarnya (Lampiran 30), kemudian dimasukkan ke dalam permasalahan program linier.

Setelah dilakukan perhitungan komputer (Lampiran 31) maka diperoleh pola tanam dengan kombinasi kacang hijau - kacang hijau (X26) seluas 3.375 Ha dan pola tanam kacang hijau - bera (X29) seluas 0.525 Ha, dengan keuntungan usaha tani sebesar Rp 2 480 775.

Pada optimasi yang kedua ini seluruh areal pada petak tersier OB 1 kn seluas 25 Ha dapat dimanfaatkan seluruhnya. Hasil kedua optimasi tersebut digabungkan untuk mendapatkan pola tanam dengan keuntungan usaha tani yang maksimal, dapat dilihat pada Tabel 9.

Dari 30 macam pola tanam alternatif yang disarankan terlihat adanya variasi bentuk pola tanam yang terpilih. Kombinasi pola tanam yang terpilih



lebih banyak kombinasi dengan tanaman kacang hijau. Hal ini disebabkan kebutuhan air kacang hijau yang relatif kecil jika dibandingkan dengan padi dan jagung, sedangkan dari segi usaha tani tanaman kacang hijau paling menguntungkan.

Tabel 9. Pola tanam terpilih dengan keuntungan yang maksimal

No.	Pola tanam	Awal tanam	Luas (Ha)	Keuntungan (Rp)
X2	Pi - Pi - Kh	Nop I	3.94	3 878 709
X14	Pi - Jg - Kh	Nop II	3.95	3 355 222
X17	Pi - Kh - Kh	Des I	5.86	5 881 975
X19	Pi - Kh - Kh	Des II	7.35	7 374 990
X26	Kh - Kh	Jun II	3.38	2 301 750
X29	Kh - Bera	Sep I	0.52	179 025
Jumlah			25.00	22 971 671

Nilai keuntungan maksimal dari pola tanam terpilih hasil optimasi sebesar Rp 22 971 671 dengan luas areal yang bisa ditanami seluas 25 Ha.

Grafik keseimbangan air irigasi pola tanam terpilih dengan kombinasi bera disajikan dalam Lampiran 32. Dari grafik tersebut terlihat masih ada sisa debit yang belum digunakan, tetapi debit



sisanya ini tidak tersedia terus menerus setiap bulan atau selama satu musim tanam. Sehingga debit yang ada akan lebih kecil atau tidak mencukupi kebutuhan air tanaman padi atau palawija selama satu musim tanam. Oleh karena itu optimasi tidak dapat dilakukan lagi.

Penerapan rencana pola tanam dilapangan dilakukan dengan menggolongkan pola tanam terpilih yang sama kedalam satu golongan dengan awal tanam yang berbeda. Pengaturan sistem golongan serta interval pemberian air untuk pertanian menjadi lebih mudah dengan menggunakan sumber air artesis jika dibandingkan dengan sumber air permukaan atau sungai, karena parameter pembatas yaitu debit airnya relatif sama setiap bulan. Berbeda dengan irigasi permukaan atau sungai dimana pendugaan debitnya didasarkan pada rata-rata debit air sebelumnya yang juga dipengaruhi oleh curah hujan daerah setempat.



V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Debit air irigasi yang tersedia untuk Daerah Irigasi Obor yang diperoleh dari Bendung Obor tidak mencukupi untuk mengairi seluruh areal irigasi, karena kondisi bendung yang rusak serta debit sungainya tergantung curah hujan. Untuk mencukupi kebutuhan air irigasi terutama di musim kemarau maka di beberapa tempat telah dibangun sumur bor. Salah satu diantaranya adalah sumur bor AEW 01 yang mempunyai debit tetap sebesar 15.46 l/dt. Dari debit ini yang bisa dimanfaatkan oleh tanaman adalah 13.75 l/dt setelah dikalikan efisiensi saluran 0.89. Sedangkan luas areal yang diairi pada petak tersier OB 1 Kn seluas 25 Ha.

Hasil optimasi pola tanam berdasarkan ketersediaan air dan keuntungan usaha tani adalah padi-padi-kc.hijau (Nop I), padi-jagung-kc.hijau (Nop II), padi-kc.hijau-kc.hijau (Des I), dan padi-kc.hijau-kc.hijau (Des II) dengan luas tanam 21.10 Ha dan keuntungan usaha tani sebesar Rp 20 490 896.

Setelah dilakukan penghitungan debit air yang digunakan, ternyata masih ada sisa debit yang belum dimanfaatkan. Berdasarkan debit yang tersisa dan luas areal yang belum dimanfaatkan maka dilakukan optimasi kedua. Hasilnya adalah pola tanam kc.hijau-kc.hijau

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang menyalin sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

(Jun II) dan kc.hijau-bera (Sep I) dengan luas tanam 3.90 Ha serta tambahan keuntungan usaha tani dari kedua pola tanam tersebut sebesar Rp 2 480 775.

Dari hasil optimasi terlihat bahwa dengan perencanaan pola tanam yang tepat, maka potensi air tanah yang ada mampu dimanfaatkan untuk mengairi seluruh areal pada petak tersier OB 1 Kn di Daerah Irigasi Obor dengan keuntungan usaha tani yang maksimal.

B. SARAN

1. Perlu dibuat Rencana Tata Tanam Detail (RTTD) yang meliputi penentuan waktu tanam, waktu panen, jenis tanaman serta lokasi tanam.
2. Sangat diperlukan pengarahan mengenai teknik bercocok tanam yang benar dan mengubah kebiasaan masyarakat yang membedakan antara lahan basah dan lahan kering. Karena anggapan masyarakat setempat, lahan basah hanya bisa digunakan untuk tanman padi sawah.
3. Perlu adanya penyuluhan secara terpadu mengenai pentingnya pola tanam untuk keberhasilan pertanian.
4. Potensi air tanah di Daerah Irigasi Obor cukup besar, hal ini terlihat dengan adanya rencana pengeboran sumur-sumur artesis yang baru, juga rehabilitasi sumur bor yang sudah ada. Tetapi kenyataannya seringkali terjadi penurunan debit dan fungsi sumur bor karena kurangnya pemeliharaan dari petani pema-



kai air. Untuk itu perlu ditingkatkan pembinaan terhadap organisasi Petani Pemakai Air (P3A) oleh instansi yang terkait.

5. Hendaknya kelompok-kelompok tani dan P3A sebagai wadah komunikasi antar petani lebih diaktifkan lagi dan selalu dipantau perkembangannya.
6. Debit air yang tersisa dapat dimanfaatkan untuk tanaman sayuran atau tanaman hortikultura lainnya yang kebutuhan airnya sedikit dengan waktu tanam yang singkat.





@Hak cipta milik IPB University

IPB University

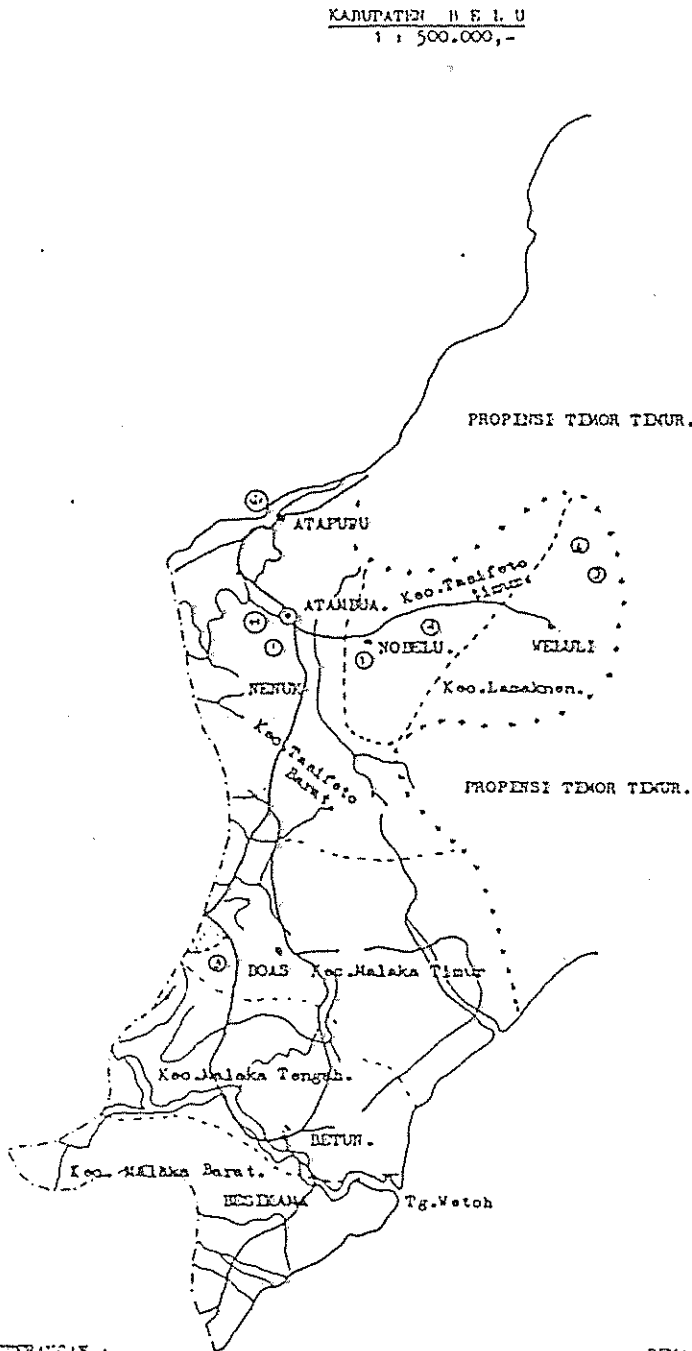
L A M P I R A N

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip, sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Lampiran 1. Peta Kabupaten Belu dan lokasi penelitian

@ Hak cipta milik IPB University



LEJENDA :

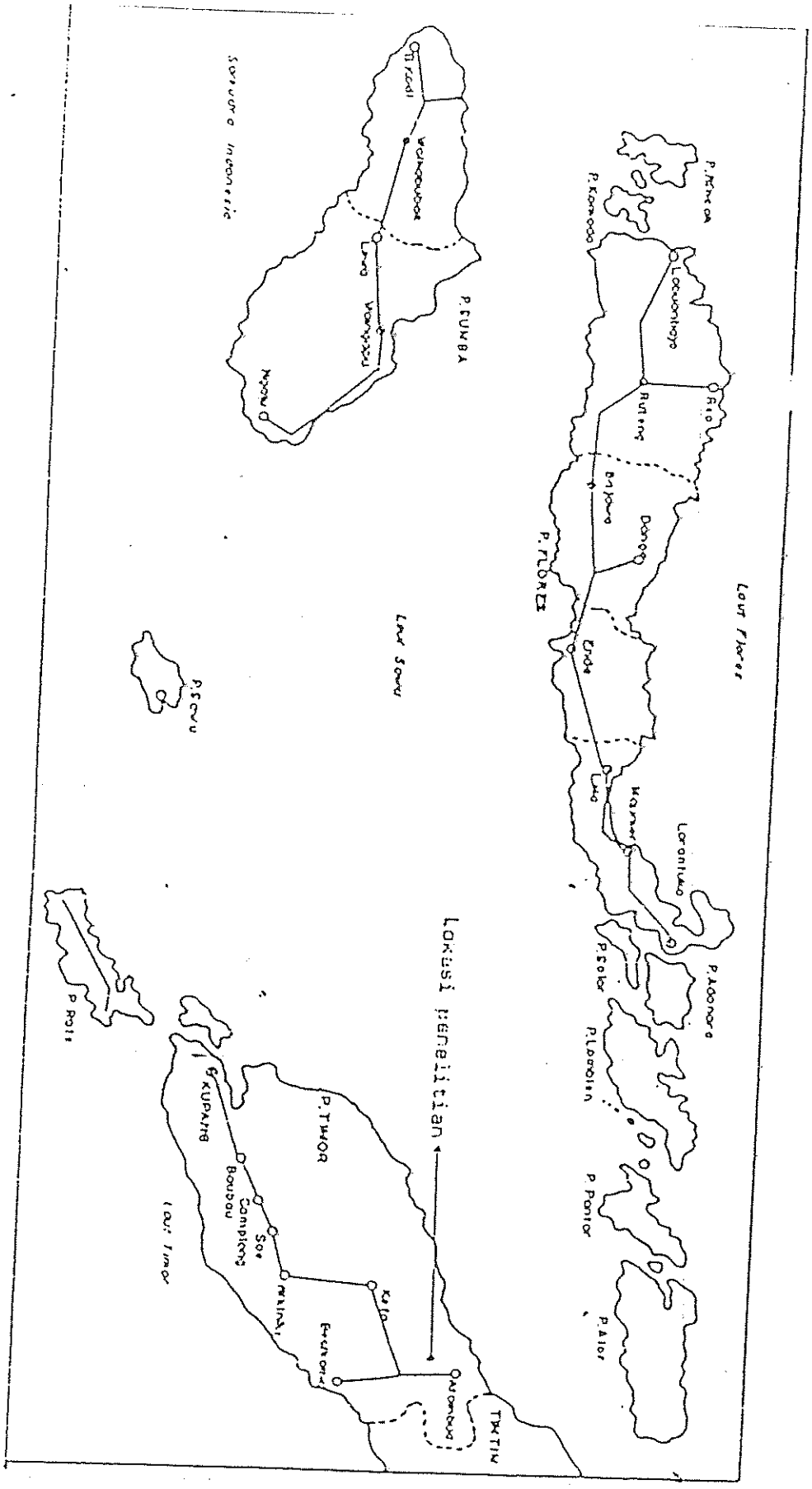
- ⊙ KABUPATEN.
- KECAMATAN.
- ⊖ PELABUHAN LAUT.
- ⊕ PELABUHAN UDARA.
- ⋯ BATAS KECAMATAN.
- ⋯ BATAS KABUPATEN.
- JALAN RAYA.
- SINYAL.

REKAPITULASI :

1. Daerah Irigasi NOBELU (128 ha)
2. Daerah Irigasi BAKESAK (485 ha).
3. Daerah Irigasi O B O R (308 ha).
4. Daerah Irigasi MAUBUSA (350 ha).

IPB University

Lampiran 1. (lanjutan)



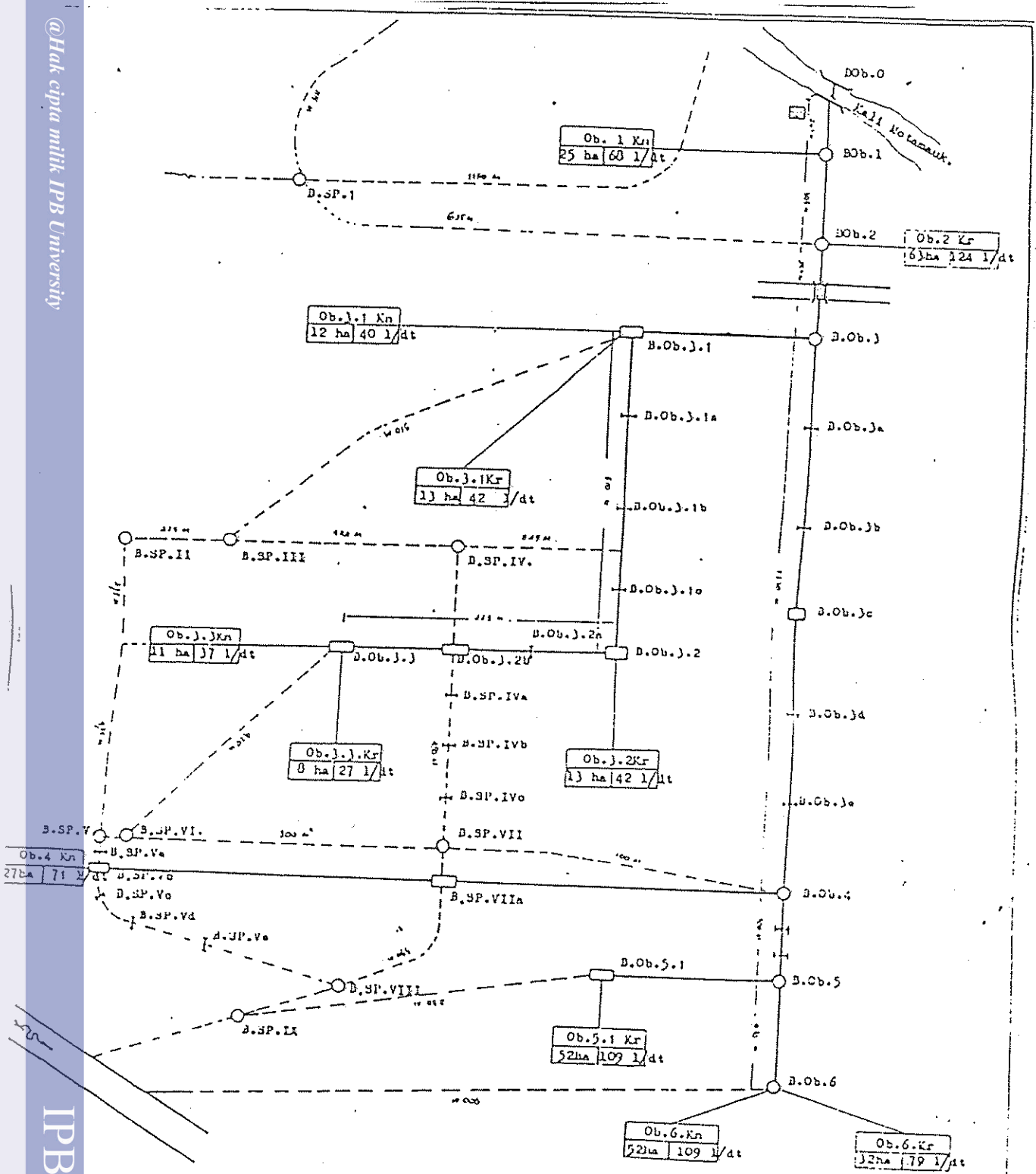
@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Lampiran 2. Skema Daerah Irigasi Obor



PROPINSI	: NTT
SKEMA DI	: OBOR
LUAS BAKU	: 308 Ha
NO.KODE	: 530026

@Hak cipta milik IPB University

IPB University

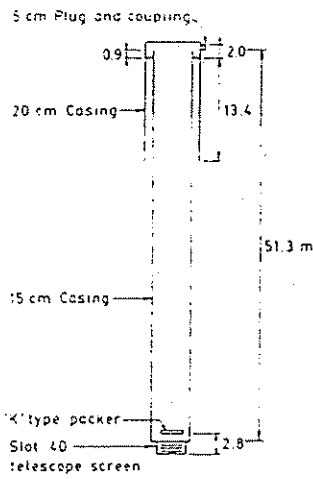
Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Lampiran 3. Gambar bagian pipa dan kandungan tanah pada sumur artesis AEW Ø1.

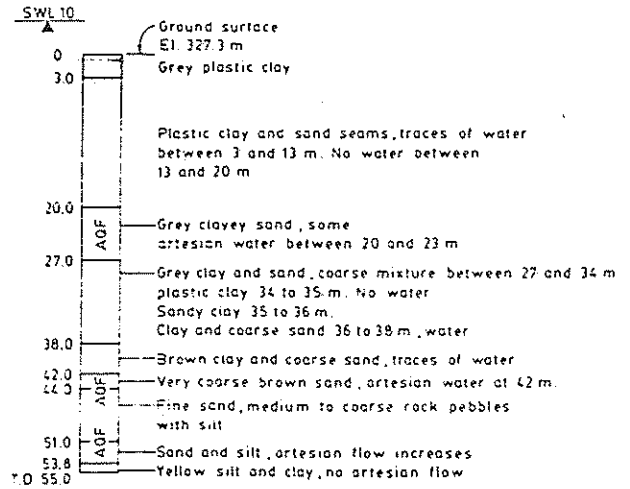
TEST WELL No. PH 10
SUKABITETEK - AROKI PLAIN

Start Sep 10, 77
Complete Sep 29, 77

CASING & SCREEN SETTINGS



BOREHOLE LOG



Lampiran 4. Hasil uji akuifer dan tekanan pada sumur artesis AEW 01 di daerah irigasi Obor (tahun 1978)

Tgl.	Waktu	Tekanan (m)	Debit (l/dt)	Keterangan
16 Feb	09.35	9.75	0.00	awal uji
	09.50	8.53	7.76	sebagian katup buka
	10.05	7.31	12.18	sebagian katup buka
	10.20	6.10	16.10	katup dibuka penuh
	10.35	3.35	19.50	katup dibuka penuh
	15.55	2.29	19.50	katup dibuka penuh
17 Feb	09.25	1.98	18.30	katup dibuka penuh
	15.00	1.83	15.46	katup dibuka penuh
18 Feb	07.30	1.83	15.46	katup ditutup

Lampiran 5. Data curah hujan bulanan stasiun Sukabitetek (tahun 1979 - 1988)

Tahun	Jan	Peb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nop	Des
1979	69.9	104.8	151.0	15.5	151.5	4.5	2.0	0.0	0.0	0.5	13.5	112.5
1980	241.5	230.0	35.5	49.5	13.0	3.0	0.0	0.0	0.0	75.5	109.5	204.5
1981	236.9	104.6	115.1	0.0	59.5	0.0	28.2	1.0	12.8	2.4	250.5	248.5
1982	119.1	151.3	151.5	49.1	13.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	125.5	252.2
1983	112.2	341.3	98.7	196.3	38.4	31.6	0.0	0.0	0.0	2.2	71.9	92.4
1984	294.2	242.8	202.3	115.4	52.6	0.0	2.6	0.0	39.0	1.4	124.6	202.9
1985	162.8	176.3	152.2	163.3	30.3	43.3	6.5	0.0	3.2	75.9	103.8	185.6
1986	303.8	208.2	260.7	120.3	1.3	18.7	38.8	0.0	15.8	123.5	108.6	93.4
1987	343.5	236.2	205.1	17.6	32.0	17.2	7.8	0.0	0.0	0.0	89.6	179.7
1988	310.6	120.1	325.8	46.3	3.7	1.3	2.0	0.0	5.4	26.5	369.2	292.3
Rata ²	219.5	191.5	169.8	77.3	39.7	12.0	8.8	0.0	7.6	30.8	136.7	186.4

@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Lampiran 6. Kriteria Klassifikasi Iklim Menurut Schmidt dan Fergusson (1951) serta Oldeman (1975)

I. Klassifikasi iklim menurut Schmidt dan Fergusson (1951)

Faktor Q = perbandingan antara rata-rata jumlah bulan kering dengan rata-rata bulan basah dalam setahun.

Pembagian kawasan :

A (amat basah)	: Q = 0.00 - 0.14
B (basah)	: Q = 0.14 - 0.33
C (agak basah)	: Q = 0.33 - 0.60
D (sedang)	: Q = 0.60 - 1.00
E (agak kering)	: Q = 1.00 - 1.67
F (kering)	: Q = 1.67 - 3.00
G (amat kering)	: Q = 3.00 - 7.00
H (amat sangat kering)	: Q \geq 7.00

II. Klassifikasi Oldeman (1975)

Masa basah : Rangkaian bulan-bulan basah yang berkesinambungan

Masa kering : Rangkaian bulan-bulan kering yang berkesinambungan

Bulan basah : Bulan dengan curah hujan lebih dari 200 mm

Bulan kering : Bulan dengan curah hujan kurang dari 100 mm

Pembagian kawasan :

Zone	Masa basah	Masa kering
A	9	2
B 1	7 - 9	2
B 2	7 - 9	2 - 4
C 2	5 - 6	2 - 4
C 3	5 - 6	5 - 6
D 2	3 - 4	2 - 4
D 3	3 - 4	5 - 6
E	3	6

Sumber : Sitaniapessy, P.M., 1982



Lampiran 7. Data analisa sifat fisika tanah di daerah penelitian

Cantah Tanah	R.D. (g/cc)	Ruang pori					Kadar Air (%vol)			Pori Drainase		Air Terse-dia %vol	Tekstur		
		total %vol	10 cm	100 cm	1/3 ata	15 ata	% vol	Cepat	Laabat	Pasir	Debu		Liat		
1-A	0.94	64.5	55.2	50.6	46.7	20.2	13.9	3.9	26.5	23	41	36			
B	1.31	50.6	49.5	45.1	42.4	28.4	5.5	2.7	14.0	23	34	43			
2-A	1.17	55.9	51.4	46.1	41.8	22.5	9.8	4.3	19.3	38	35	27			
B	1.43	46.0	45.3	40.8	37.5	26.0	5.2	3.3	11.5	29	32	39			
3-A	1.09	58.9	52.2	47.5	43.9	23.1	11.4	3.6	20.3	26	38	36			
B	1.37	48.3	47.5	42.9	39.3	28.6	5.4	3.6	10.7	24	34	42			
4-A	1.17	55.9	48.9	44.0	39.3	20.4	11.9	4.7	18.9	34	37	29			
B	1.32	50.2	49.9	45.5	41.7	28.2	4.7	3.8	13.5	24	36	40			
5-A	1.19	55.1	50.1	45.2	41.2	19.9	9.9	4.0	21.3	38	32	30			
B	1.15	56.6	51.2	46.6	43.2	26.7	10.0	3.4	16.5	24	36	40			
6-A	1.25	52.8	52.3	47.5	43.6	24.4	5.3	3.9	19.2	26	40	34			
B	0.97	63.4	40.4	36.3	30.7	20.5	27.1	5.6	10.2	23	31	46			
7-A	1.25	52.8	49.3	44.6	41.3	25.3	8.2	3.3	16.0	23	44	33			
B	1.28	51.7	50.9	45.8	41.3	27.6	5.9	4.5	13.7	23	37	40			
8-A	1.04	60.8	39.3	34.9	31.4	22.3	25.9	3.5	9.1	23	34	43			
B	1.30	50.9	49.8	44.3	39.8	23.9	6.6	4.5	15.9	24	39	37			
9-A	1.09	58.9	49.8	44.3	40.7	21.9	14.1	4.1	18.8	26	40	34			
B	1.25	52.8	52.1	47.3	43.0	25.7	5.5	4.3	17.3	19	33	48			
Rerata	1.13	57.3	49.8	45.0	41.1	22.2	13.3	3.9	18.9	28.6	37.9	33.6			
	1.26	52.3	48.5	43.9	39.9	26.2	8.4	4.0	13.7	23.7	34.7	41.7			

@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang memperjualbelikan atau seluruh karya tulis ini tanpa persetujuan dan menyebutkan sumber

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Lampiran 8 . Data suhu udara, penyinaran matahari, kelembaban udara dan kecepatan angin rata-rata bulanan di stasiun klimatologi Sukabatak (1978 - 1982)

TAHUN	URAIAN	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGT	SEP	OKT	NOV	DES
1978	Suhu (C)	26.1	25.5	25.8	21.8	25.5	23.5	23.5	23.5	24.1	25.5	27.1	26.4
	Radiasi (%)	44.4	48.1	55.9	65.2	61.4	62.9	58.2	66.6	74.2	76.2	62.2	41.9
	RH (%)	81.7	82	82	78.4	79.9	80.3	79.4	73.8	74.2	73.4	62.4	79.8
1979	KR (m/dt)	6.48	5.76	3.6	5.04	4.32	2.88	3.6	4.68	4.68	6.12	4.68	1.8
	Suhu (C)	26.2	26.2	25.5	24.9	25.9	24.1	-	23.5	24.8	26.7	27.5	27.4
	Radiasi (%)	52.2	53.5	42.9	79.6	53	62.2	77.4	78.3	80.8	74.3	78.7	51
1980	RH (%)	78.4	75.7	81.7	73.8	78	74.3	71.5	69.5	69.3	63.8	69.8	70.5
	KR (m/dt)	6.12	3.96	3.96	3.96	4.32	7.56	7.13	4.68	4.36	5.76	6.84	3.96
	Suhu (C)	26.3	25.5	26.2	25.9	25.2	24.1	23.4	24.1	24.2	25.9	27	26.7
1981	Radiasi (%)	30.8	36.2	48	60.8	64.7	67.4	-	77.9	84	72.8	70.4	41.8
	RH (%)	81.9	83	78.1	77.9	79.3	71.4	71.2	-	-	70	69.8	80.4
	KR (m/dt)	-	2.88	2.52	4.32	-	-	4.32	5.4	4.32	2.16	1.08	0.72
1982	Suhu (C)	25.6	25.4	25.3	25.5	25.5	23.9	24.3	23.7	25.7	26.3	27	26
	Radiasi (%)	47.6	39.1	62.6	76	49.1	62.2	56.9	77	75.8	79.9	52.7	46.4
	RH (%)	84.3	90	80.6	76.7	78.7	77.1	75.7	73.7	72.6	70.6	69.1	78.6
1982	KR (m/dt)	3.6	2.52	-	1.08	1.8	-	2.16	4.92	4.45	2.16	0.72	1.44
	Suhu (C)	25.8	-	25.4	25.1	24.1	23.1	21.6	32.2	23.8	24.6	26.6	27.1
	Radiasi (%)	45.6	43.2	51.1	55.7	69.3	65.2	71.7	74	68.1	86.4	84.4	50.5
1982	RH (%)	81.6	82.7	-	-	83.8	82.5	80.6	77.9	74.5	75.1	74.4	84.4
	KR (m/dt)	2.88	1.08	3.36	3.6	3.48	-	4.3	4.92	4.45	-	3.33	1.98

@Hak cipta milik IPB University

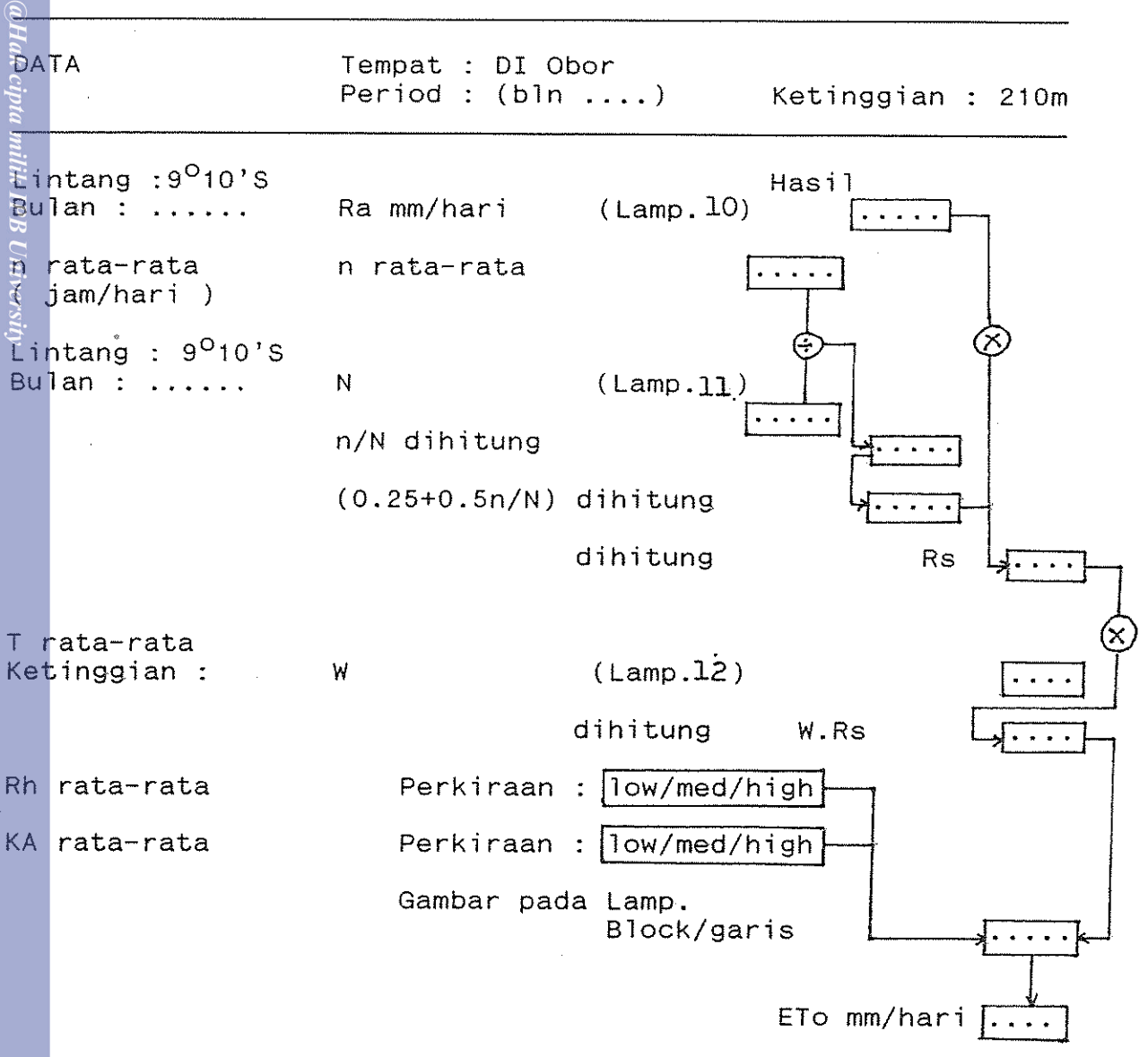
IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.
- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Lampiran 9 . Format perhitungan ETo dengan metoda Radiasi

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Sumber : Doorenbos dan Pruitt, 1977. FAO

Lampiran 10. Besarnya radiasi extra terrestrial (Ra) dalam mm/hari

Northern Hemisphere												Lat	Southern Hemisphere											
Jan	Feb	Mar	Apr	May	June	July	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec		Jan	Feb	Mar	Apr	May	June	July	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec
3.8	6.1	9.4	12.7	15.8	17.1	16.4	14.1	10.9	7.4	4.5	3.2	50°	17.5	14.7	10.9	7.0	4.2	3.1	3.5	5.5	8.9	12.9	16.5	18.2
4.3	6.6	9.8	13.0	15.9	17.2	16.5	14.3	11.2	7.8	5.0	3.7	48	17.6	14.9	11.2	7.5	4.7	3.5	4.0	6.0	9.3	13.2	16.6	18.2
4.9	7.1	10.2	13.3	16.0	17.2	16.6	14.5	11.5	8.3	5.5	4.3	46	17.7	15.1	11.5	7.9	5.2	4.0	4.4	6.5	9.7	13.4	16.7	18.3
5.3	7.6	10.6	13.7	16.1	17.2	16.6	14.7	11.9	8.7	6.0	4.7	44	17.8	15.3	11.9	8.4	5.7	4.4	4.9	6.9	10.2	13.7	16.7	18.3
5.9	8.1	11.0	14.0	16.2	17.3	16.7	15.0	12.2	9.1	6.5	5.2	42	17.8	15.5	12.2	8.8	6.1	4.9	5.4	7.4	10.6	14.0	16.8	18.3
6.4	8.6	11.4	14.3	16.4	17.3	16.7	15.2	12.5	9.6	7.0	5.7	40	17.9	15.7	12.5	9.2	6.6	5.3	5.9	7.9	11.0	14.2	16.9	18.3
6.9	9.0	11.8	14.5	16.4	17.2	16.7	15.3	12.8	10.0	7.5	6.1	38	17.9	15.8	12.8	9.6	7.1	5.8	6.3	8.3	11.4	14.4	17.0	18.3
7.4	9.4	12.1	14.7	16.4	17.2	16.7	15.4	13.1	10.6	8.0	6.6	36	17.9	16.0	13.2	10.1	7.5	6.3	6.8	8.8	11.7	14.6	17.0	18.2
7.9	9.8	12.4	14.8	16.5	17.1	16.8	15.5	13.4	10.8	8.5	7.2	34	17.8	16.1	13.5	10.5	8.0	6.8	7.2	9.2	12.0	14.9	17.1	18.2
8.3	10.2	12.8	15.0	16.5	17.0	16.8	15.6	13.6	11.2	9.0	7.8	32	17.8	16.2	13.8	10.9	8.5	7.3	7.7	9.6	12.4	15.1	17.2	18.1
8.8	10.7	13.1	15.2	16.5	17.0	16.8*	15.7	13.9	11.6	9.5	8.3	30	17.8	16.4	14.0	11.3	8.9	7.8	8.1	10.1	12.7	15.3	17.3	18.1
9.3	11.1	13.4	15.3	16.5	16.8	16.7	15.7	14.1	12.0	9.9	8.8	28	17.7	16.4	14.3	11.6	9.3	8.2	8.6	10.4	13.0	15.4	17.2	17.9
9.8	11.5	13.7	15.3	16.4	16.7	16.6	15.7	14.3	12.3	10.3	9.3	26	17.6	16.4	14.4	12.0	9.7	8.7	9.1	10.9	13.2	15.5	17.2	17.8
10.2	11.9	13.9	15.4	16.4	16.6	16.5	15.8	14.5	12.6	10.7	9.7	24	17.5	16.5	14.6	12.3	10.2	9.1	9.5	11.2	13.4	15.6	17.1	17.7
10.7	12.3	14.2	15.5	16.3	16.4	16.4	15.8	14.6	13.0	11.1	10.2	22	17.4	16.5	14.8	12.6	10.6	9.6	10.0	11.6	13.7	15.7	17.0	17.5
11.2	12.7	14.4	15.6	16.3	16.4	16.3	15.9	14.8	13.3	11.6	10.7	20	17.3	16.5	15.0	13.0	11.0	10.0	10.4	12.0	13.9	15.8	17.0	17.4
11.6	13.0	14.6	15.6	16.1	16.1	16.1	15.8	14.9	13.6	12.0	11.1	18	17.1	16.5	15.1	13.2	11.4	10.4	10.8	12.3	14.1	15.8	16.7	17.1
12.0	13.3	14.7	15.6	16.0	15.9	15.9	15.7	15.0	13.9	12.4	11.6	16	16.9	16.4	15.2	13.5	11.7	10.8	11.2	12.6	14.3	15.8	16.5	16.8
12.4	13.6	14.9	15.7	15.8	15.7	15.7	15.7	15.1	14.1	12.8	12.0	14	16.7	16.4	15.3	13.7	12.1	11.2	11.6	12.9	14.5	15.8	16.5	16.6
12.8	13.9	15.1	15.7	15.7	15.5	15.5	15.6	15.2	14.4	13.3	12.5	12	16.6	16.3	15.4	14.0	12.5	11.6	12.0	13.2	14.7	15.8	16.4	16.5
13.2	14.2	15.3	15.7	15.5	15.3	15.3	15.5	15.3	14.7	13.6	12.9	10	16.4	16.3	15.5	14.2	12.8	12.0	12.4	13.5	14.8	15.9	16.2	16.2
13.6	14.5	15.3	15.6	15.3	15.0	15.1	15.4	15.3	14.8	13.9	13.3	8	16.1	16.1	15.5	14.4	13.1	12.4	12.7	13.7	14.9	15.8	16.0	16.0
13.9	14.8	15.4	15.4	15.1	14.7	14.9	15.2	15.3	15.0	14.2	13.7	6	15.8	16.0	15.6	14.7	13.4	12.8	13.1	14.0	15.0	15.7	15.8	15.7
14.3	15.0	15.5	15.5	14.9	14.4	14.6	15.1	15.3	15.1	14.5	14.1	4	15.5	15.8	15.6	14.9	13.8	13.2	13.4	14.3	15.1	15.6	15.5	15.4
14.7	15.3	15.6	15.3	14.6	14.2	14.3	14.9	15.3	15.3	14.8	14.4	2	15.3	15.7	15.7	15.1	14.1	13.5	13.7	14.5	15.2	15.5	15.3	15.1
15.0	15.5	15.7	15.3	14.4	13.9	14.1	14.8	15.3	15.4	15.1	14.8	0	15.0	15.5	15.7	15.3	14.4	13.9	14.1	14.8	15.3	15.4	15.1	14.8

@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip, sebagian atau seluruhnya karya tulis ini tanpa mengesertikan dan menyebutkan sumber.
- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Lampiran 11. Rata-rata lama penyinaran matahari maksimum
(N) dalam jam/hari

Northern Lats Southern Lats	Jan	Feb	Mar	Apr	May	June	July	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Sept	Oct	Nov	Dec	
	July	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	June	Jan	Feb	Mar	Apr	May	June	
50	8.5	10.1	11.8	13.8	15.4	16.3	15.9	14.5	12.7	10.8	9.1	8.1							
48	8.8	10.2	11.8	13.6	15.2	16.0	15.6	14.3	12.6	10.9	9.3	8.3							
46	9.1	10.4	11.9	13.5	14.9	15.7	15.4	14.2	12.6	10.9	9.5	8.7							
44	9.3	10.5	11.9	13.4	14.7	15.4	15.2	14.0	12.6	11.0	9.7	8.9							
42	9.4	10.6	11.9	13.4	14.6	15.2	14.9	13.9	12.6	11.1	9.8	9.1							
40	9.6	10.7	11.9	13.3	14.4	15.0	14.7	13.7	12.5	11.2	10.0	9.3							
35	10.1	11.0	11.9	13.1	14.0	14.5	14.3	13.5	12.4	11.3	10.3	9.8							
30	10.4	11.1	12.0	12.9	13.6	14.0	13.9*	13.2	12.4	11.5	10.6	10.2							
25	10.7	11.3	12.0	12.7	13.3	13.7	13.5	13.0	12.3	11.6	10.9	10.6							
20	11.0	11.5	12.0	12.6	13.1	13.3	13.2	12.8	12.3	11.7	11.2	10.9							
15	11.3	11.6	12.0	12.5	12.8	13.0	12.9	12.6	12.2	11.8	11.4	11.2							
10	11.6	11.8	12.0	12.3	12.6	12.7	12.6	12.4	12.1	11.8	11.6	11.5							
5	11.8	11.9	12.0	12.2	12.3	12.4	12.3	12.3	12.1	12.0	11.9	11.8							
0	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1							

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Lampiran 12. Nilai faktor pemberat (W)

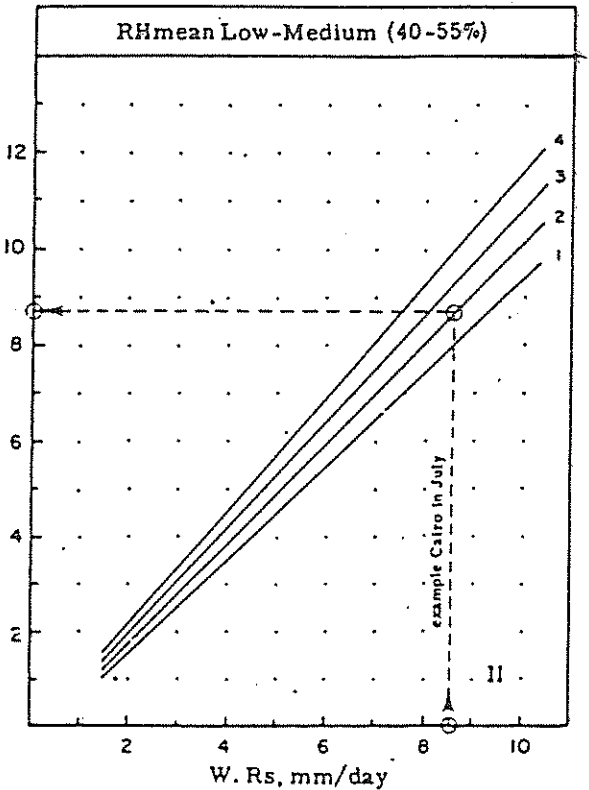
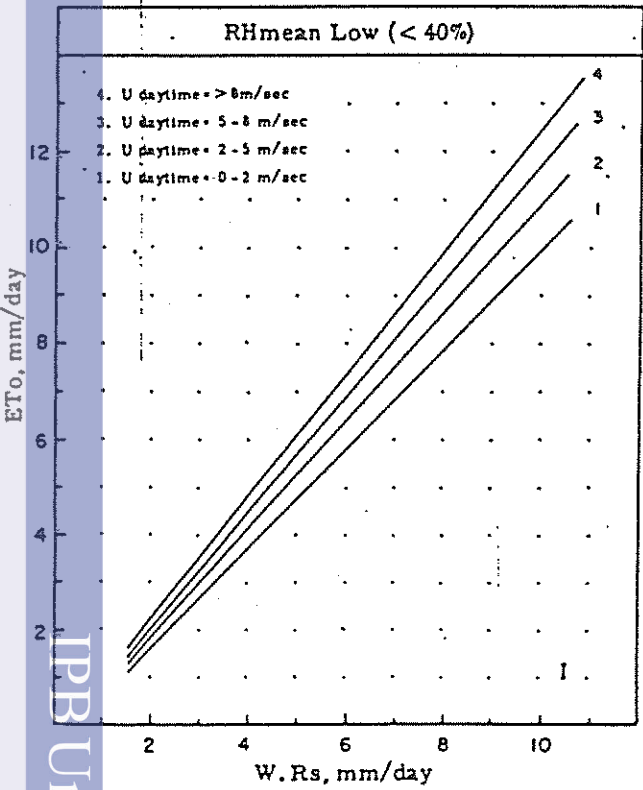
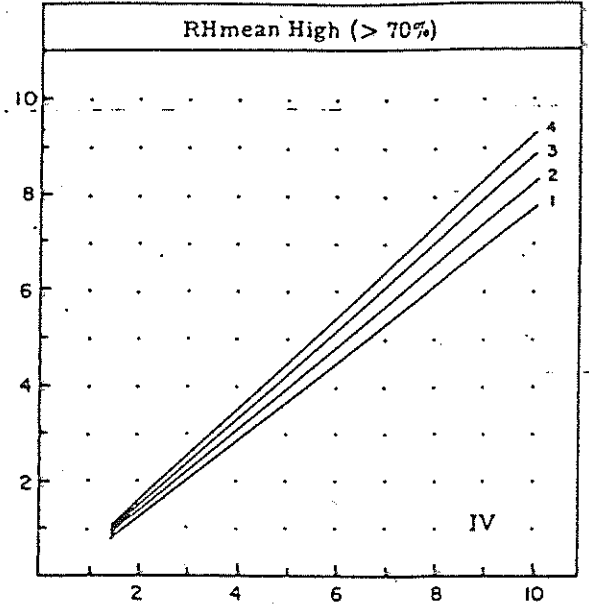
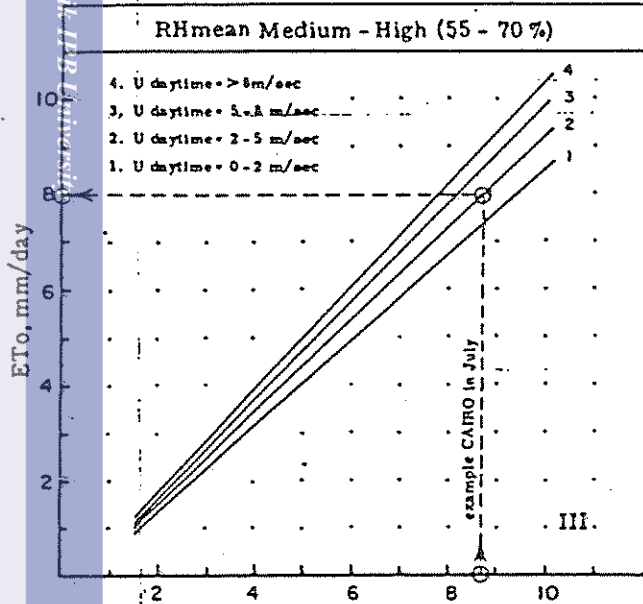
Temperature °C	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40
W at altitude m																				
0	0.43	.46	.49	.52	.55	.58	.61	.64	.66	.68	.71	.73	.75	.77*	.78	.80	.82	.83	.84	.85
500	.45	.48	.51	.54	.57	.60	.62	.65	.67	.70	.72	.74	.76	.78	.79	.81	.82	.84	.85	.86
1 000	.46	.49	.52	.55	.58	.61	.64	.66	.69	.71	.73	.75	.77	.79	.80	.82	.83	.85	.86	.87
2 000	.49	.52	.55	.58	.61	.64	.66	.69	.71	.73	.75	.77	.79	.81	.82	.84	.85	.86	.87	.88
3 000	.52	.55	.58	.61	.64	.66	.69	.71	.73	.75	.77	.79	.81	.82	.84	.85	.86	.88	.88	.89
4 000	.55	.58	.61	.64	.66	.69	.71	.73	.76	.78	.79	.81	.83	.84	.85	.86	.88	.89	.90	.90



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Lampiran 13. Kurva Hubungan antara W. Rs dengan ETo (mm/hari).

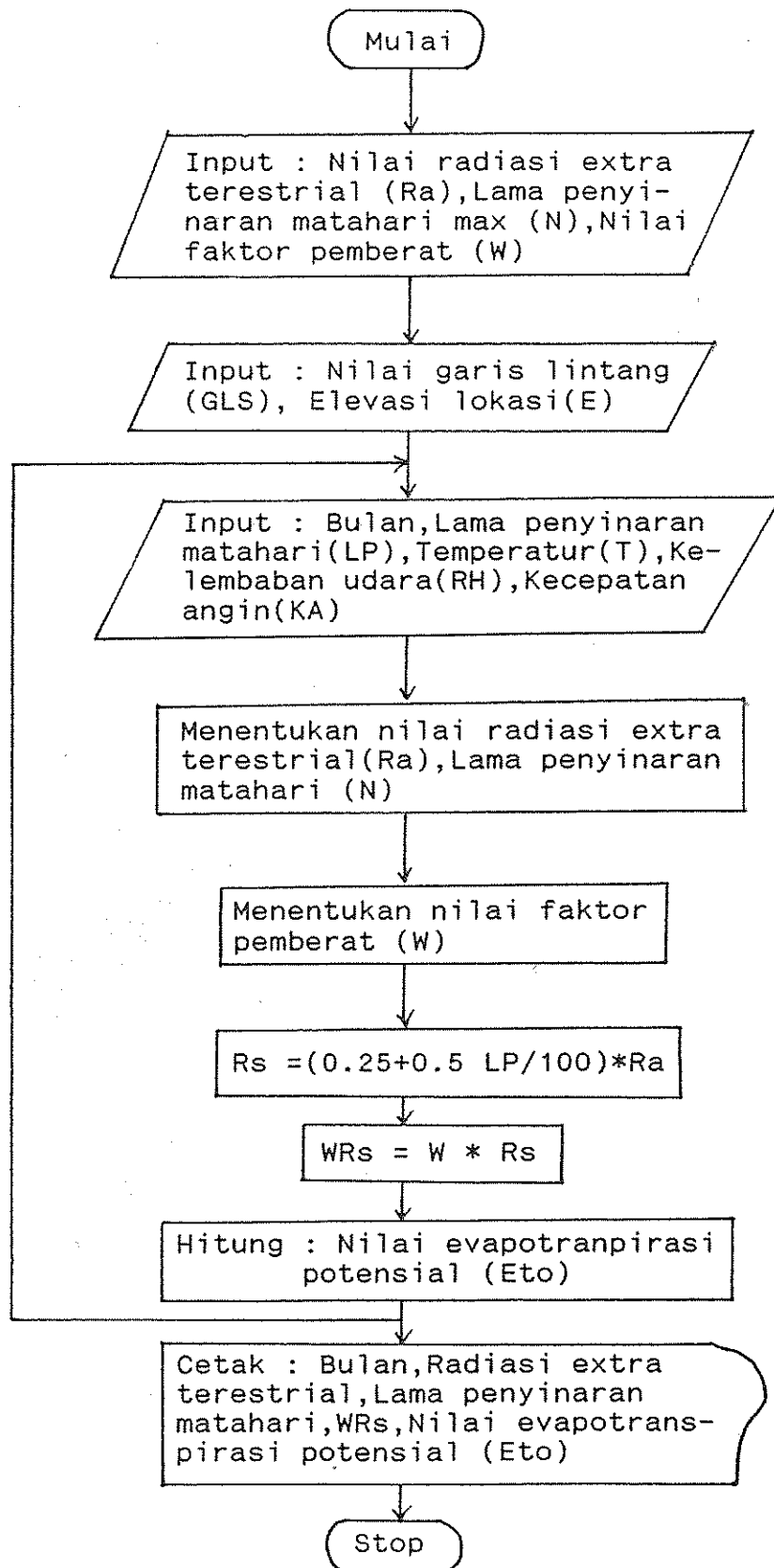


Hak cipta milik I.P.B. University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar I.P.B. University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin I.P.B. University.

Lampiran 14. Bagan alir perhitungan evapotranspirasi potensial (Eto) dengan metode Radiasi



Gampiran 15. Program perhitungan evapotranspirasi potensial (ET_o) dengan metode Radiasi

```

10 REM PERHITUNGAN EVAPOTRANSPIRASI POTENSIAL (ETo)
20 REM          DENGAN METODE RADIASI
30 REM OLEH NGURAH SOETHAWIDJAYA  F23. 1476
40 DIM R1(2,12),N1(2,12),W3(2,4)
50 FOR I = 1 TO 2
60 FOR J = 1 TO 12
70 READ R1(I,J)
80 NEXT J : NEXT I
90 FOR I = 1 TO 2
100 FOR J = 1 TO 12
110 READ N1(I,J)
120 NEXT J : NEXT I
130 FOR I = 1 TO 2
140 FOR J = 1 TO 4
150 READ W3(I,J)
160 NEXT J : NEXT I
170 LPRINT " PERHITUNGAN EVAPOTRANSPIRASI POTENSIAL ( ETo )"
180 LPRINT "          DENGAN METODE RADIASI          "
190 LPRINT "    DI STASIUN SUKABITETEK, KAB. BELU, NTT    "
200 LPRINT
210 LPRINT " _____ "
220 LPRINT
230 LPRINT " BULAN      Ra      N      RS      W      WRS      ETo  "
240 LPRINT " _____ "
250 LPRINT
260 READ GLS,EL
270 FOR M = 1 TO 12 STEP 1
280 READ BL$, LP, T, RH, KA
290 GOSUB 400
300 GOSUB 460
310 RS = (.25+.5*LP/100)*RA
320 WRS = W*RS
330 GOSUB 610
340 LPRINT BL$;
350 LPRINT USING "      ##.##      ##.##      ##.##      #.###      #.###      #.###"; RA,N,RS,
      W,WRS,ETO
360 NEXT M
370 LPRINT
380 LPRINT " _____ "
390 END
400 REM ** MENENTUKAN  NILAI RA DAN N **
410 Q = R1(2,M)-R1(1,M)
420 RA = R1(2,M)+(8-GLS)*Q/2
430 B = N1(2,M)-N1(1,M)
440 N = N1(2,M)+(5-GLS)*B/5
450 RETURN

```

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.
- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Lampiran 15. (lanjutan)

```

460 REM ** MENENTUKAN NILAI W **
470 FOR I = 1 TO 4
480 TA = I*2+20
490 TB = TA+2
500 J = I+1
510 IF T < TA OR T > TB GOTO 590
520 WA = W3(1,I)
530 WB = W3(1,J)
540 WC = W3(2,I)
550 WD = W3(2,J)
560 W1 = WA+EL*(WC-WA)/500
570 W2 = WB+EL*(WD-WB)/500
580 W = W1+(T-TA)*(W2-W1)/2
590 NEXT I
600 RETURN
610 REM ** PERHITUNGAN MENCARI ETO **
620 IF RH > 40 THEN 700
630 IF KA > 2 THEN 650
640 ETO = 1.05*WRS-.5 : GOTO 930
650 IF KA > 5 THEN 670
660 ETO = 1.142*WRS-.417 : GOTO 930
670 IF KA > 8 THEN 690
680 ETO = 1.217*WRS-.417 : GOTO 930
690 ETO = 1.283*WRS-.333 : GOTO 930
700 IF RH > 55 THEN 780
710 IF KA > 2 THEN 730
720 ETO = WRS-.5 : GOTO 930
730 IF KA > 5 THEN 750
740 ETO = 1.075*WRS-.5 : GOTO 950
750 IF KA > 8 THEN 770
760 ETO = 1.1*WRS-.2 : GOTO 930
770 ETO = 1.2*WRS-.3 : GOTO 930
780 IF RH > 70 THEN 860
790 IF KA > 2 THEN 810
800 ETO = .9000001*WRS-.5 : GOTO 915
810 IF KA > 5 THEN 830
820 ETO = .97*WRS-.5 : GOTO 930
830 IF KA > 8 THEN 850
840 ETO = 1.02*WRS-.4 : GOTO 930
850 ETO = 1.08*WRS-.4 : GOTO 930
860 IF KA > 2 THEN 880
870 ETO = .8*WRS-.25 : GOTO 930
880 IF KA > 5 THEN 900
890 ETO = .8499999*WRS-.25 : GOTO 930
900 IF KA > 8 THEN 920
910 ETO = .9000001*WRS-.25 : GOTO 930
920 ETO = .95*WRS-.25
930 RETURN

```



Lampiran 15. (lanjutan)

940 REM ** DATA NILAI RADIASI EKSTRA TERESTRIAL (Ra) **
 950 DATA 16.4,16.3,15.5,14.2,12.8,12.0,12.4,13.5,14.8,15.9,16.2,16.2
 960 DATA 16.1,16.1,15.5,14.4,13.1,12.4,12.7,13.7,14.9,15.8,16.0,16.0
 970 REM ** DATA NILAI N **
 980 DATA 12.6,12.4,12.1,18.8,11.6,11.5,11.6,11.8,12.0,12.3,12.6,12.7
 990 DATA 12.3,12.3,12.1,12.0,11.9,11.8,11.8,11.9,12.0,12.2,12.3,12.4
 1000 REM ** DATA NILAI PEMBERAT (W) **
 1010 DATA 0.71, 0.73, 0.75, 0.77, 0.72, 0.74, 0.76, 0.78
 1020 REM ** DATA GARIS LINTANG (GLS) DAN ELEVASI (EL) **
 1030 DATA 9.167, 210
 1040 REM ** DATA BULAN, LAMA PENYINARAN (LP), SUHU(T), KELEMBABAN(RH) DAN KECEPATAN ANGIN (KA) **
 1050 DATA JAN, 44.1, 26.0, 81.6, 4.77
 1060 DATA FEB, 43.8, 25.7, 82.7, 3.24
 1070 DATA MAR, 52.1, 25.6, 80.6, 3.36
 1080 DATA APR, 67.5, 24.6, 76.7, 3.60
 1090 DATA MEI, 59.5, 25.2, 78.7, 3.84
 1100 DATA JUN, 64.2, 23.7, 77.1, 5.22
 1110 DATA JUL, 66.1, 23.2, 75.7, 4.30
 1120 DATA AGT, 74.8, 23.6, 73.7, 4.92
 1130 DATA SEP, 76.6, 24.5, 72.6, 4.45
 1140 DATA OKT, 77.9, 25.8, 70.6, 3.33
 1150 DATA NOP, 69.7, 27.1, 69.1, 3.33
 1160 DATA DES, 46.3, 26.7, 78.6, 1.98
 1170 REM ** SELESAI 9 MEI 1991 **

PERHITUNGAN EVAPOTRANSPIRASI POTENSIAL (ETo)
 DENGAN METODE RADIASI
 DI STASIUN SUKABITETEK, KAB. BELU, NTT

BULAN	Ra	N	RS	W	WRs	ETo
JAN	16.28	12.55	7.62	0.754	5.751	4.638
FEB	16.22	12.38	7.45	0.751	5.598	4.508
MAR	15.50	12.10	7.92	0.752	5.958	4.814
APR	14.28	17.67	8.22	0.743	6.109	4.943
MEI	12.92	11.65	7.40	0.744	5.507	4.431
JUN	12.17	11.55	6.89	0.731	5.040	4.286
JUL	12.52	11.63	7.13	0.727	5.187	4.159
AGT	13.58	11.82	8.57	0.731	6.267	5.077
SEP	14.84	12.00	9.30	0.741	6.892	5.608
OKT	15.86	12.28	9.97	0.755	7.533	6.153
NOP	16.12	12.55	9.32	0.765	7.134	5.814
DES	16.12	12.65	7.67	0.760	5.832	4.416

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

IPB University

Perpustakaan IPB University

Lampiran 16. Data evapotranspirasi tanaman (Etp) untuk beberapa komoditi tanaman

URUTAN	Ko	JMN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGT	SEP	OKT	NOP	DES
EVAPORASI POTENSIRL (Eto)													
PROI													
Permulasan	1.10	5.10	4.96	5.29	5.43	4.87	4.72	4.58	5.59	6.17	6.77	6.39	4.86
Perkembangan	1.05	4.87	4.74	5.05	5.19	4.65	4.50	4.37	5.39	5.89	6.46	6.10	4.64
Menjelang panen	0.95	4.41	4.28	4.57	4.69	4.21	4.08	3.95	4.89	5.39	5.84	5.52	4.20
JIRUNG													
Permulasan	0.45	2.09	2.03	2.16	2.22	1.99	1.99	1.87	2.29	2.52	2.77	2.61	1.99
Perkembangan	1.05	4.87	4.74	5.05	5.19	4.65	4.50	4.37	5.39	5.89	6.46	6.10	4.64
Menjelang panen	0.45	2.09	2.03	2.16	2.22	1.99	1.99	1.87	2.29	2.52	2.77	2.61	1.99
KACANG HIJAU													
Permulasan	0.35	1.62	1.58	1.68	1.73	1.55	1.50	1.46	1.78	1.96	2.15	2.03	1.55
Perkembangan	1.00	4.64	4.51	4.81	4.94	4.49	4.29	4.16	5.08	5.61	6.15	5.81	4.42
Menjelang panen	0.55	2.55	2.48	2.65	2.72	2.44	2.36	2.29	2.79	3.09	3.38	3.20	2.43



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University

Bogor Indonesia

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Lampiran 17. Hasil pengukuran kehilangan air dari sumur artesis ke petak tersier

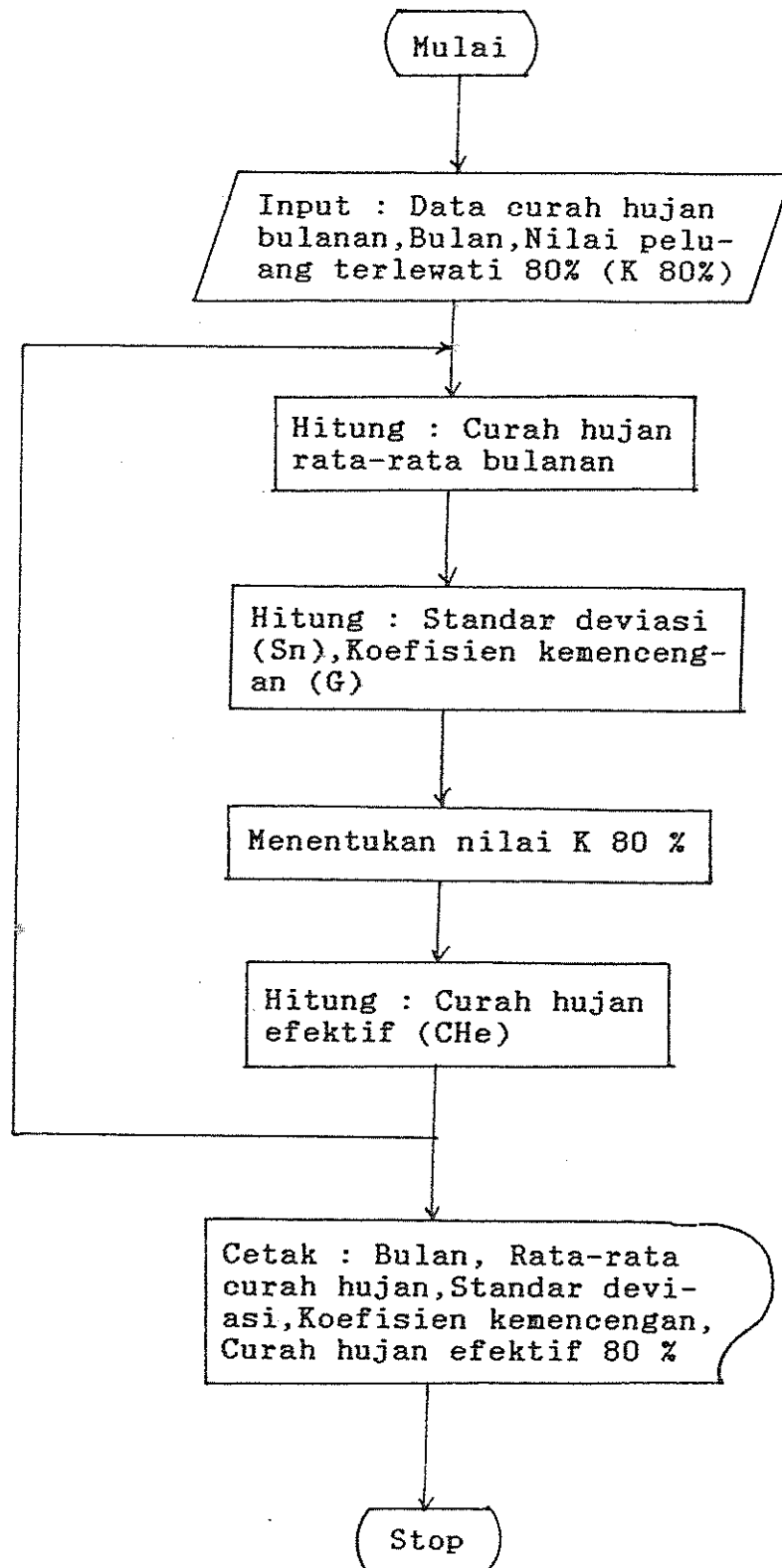
Lokasi	Debit (l/dt)		kehilangan air	
	inflow	outflow	l/dt	persen
AEW 01kr - Pt I	4.50	4.00	0.50	11.1
AEW 01kr - Pt II	4.65	4.05	0.60	12.6
AEW 01kr - Pt III	4.70	4.25	0.45	9.6
AEW 01kn - Pt IV	5.25	4.75	0.50	9.5
AEW 01kn - Pt V	4.95	4.35	0.60	12.1
Rata-rata kehilangan air =			0.53	11.0

Keterangan :

Pt = Petak tersier

Panjang saluran yang diteliti adalah sepanjang 50 m

Lampiran 18. Bagan alir perhitungan curah hujan efektif dengan peluang terlewati 80 %



Lampiran 19. Program perhitungan curah hujan efektif dengan metode Log Pearson Type III

```

10 REM PERHITUNGAN ANALISA FREKUENSI CURAH HUJAN
20 REM DENGAN SEBARAN LOG-PEARSON TYPE III
30 REM DI DAERAH IRIGASI OBOR, KAB. BELU, NTT
40 REM AUTHOR BY NGURAH SOETHAWIDJAYA F23. 1476
50 DIM CH(12,10),D(12,10),X(12),G(12),S(12),CH2(12),R1(31),Y$(12),KB(12)
60 REM PERHITUNGAN RATA-RATA
70 FOR I = 1 TO 12
80 READ Y$(I)
90 F = 0
100 FOR J = 1 TO 10
110 READ CH(I,J)
120 E=LOG(CH(I,J))/LOG(10)
130 D(I,J) = E : F = F+E
140 NEXT J
150 X(I) = F/10 : NEXT I
160 FOR U = 1 TO 31
170 READ R1(U)
180 NEXT U
190 REM PERHITUNGAN STANDAR DEVIASI
200 FOR N = 1 TO 12
210 C=0 : K=0
220 FOR M = 1 TO 10
230 L = (D(N,M)-X(N))^2 : H = (D(N,M)-X(N))^3
240 C = C + L : K = K + H
250 NEXT M
260 S(N) = SQR(C/9) : G(N) = (10*K)/(72*S(N)^3)
270 GOSUB 420
280 PB = (CH2(N)*S(N)+X(N))
290 KB(N) = 10^PB : NEXT N
300 LPRINT "
310 LPRINT
320 LPRINT "BULAN RATA2 S G K 80% CH80%
330 LPRINT "
340 LPRINT
350 A$ = "\ #.### #.## ##.## ##.### ###.##"
360 FOR Z = 1 TO 12
370 LPRINT USING A$ ;Y$(Z);X(Z);S(Z);G(Z);CH2(Z);KB(Z)
380 LPRINT
390 NEXT Z
400 LPRINT "
410 END
420 REM PENENTUAN NILAI K 80%
430 Y = 0
440 FOR P = -3 TO 3 STEP .2
450 GA = P
460 GB = P +.2
470 Y = Y + 1
480 W = Y + 1
490 IF G(N)<GA OR G(N)>GB GOTO 520
500 CH2(N) = R1(Y)+(R1(W)-R1(Y))*(G(N)-GA)/.2
510 RETURN
520 NEXT P

```

@ Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Lampiran 19. (lanjutan)

530 REM DATA CURAH HUJAN TAHUN 1979 - 1988 STASIUN SUKABITETEK

540 REM -----

550 REM	BULAN	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988
560 REM	-----										
570 DATA	JAN,	69.9	241.5	236.9	119.1	112.2	294.2	162.8	303.8	343.5	310.6
580 DATA	PEB,	104.8	230.0	104.6	151.3	341.3	242.8	176.3	208.2	236.2	120.1
590 DATA	MAR,	151.0	35.5	115.1	151.5	98.7	202.3	152.2	260.7	205.1	325.8
600 DATA	APR,	15.5	49.5	0.0	49.1	196.3	115.4	163.3	120.3	17.6	46.3
610 DATA	MEI,	151.5	13.0	59.5	13.8	38.4	52.6	30.3	1.3	32.0	3.7
620 DATA	JUN,	4.5	3.0	0.0	0.0	31.6	0.0	43.3	18.7	17.2	1.3
630 DATA	JUL,	2.0	0.0	28.2	0.0	0.0	2.6	6.5	38.8	7.8	2.0
640 DATA	AGT,	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
650 DATA	SEP,	0.0	0.0	12.8	0.0	0.0	39.0	3.2	15.8	0.0	5.4
660 DATA	OKT,	0.5	75.5	2.4	0.0	2.2	1.4	75.9	123.5	0.0	26.5
670 DATA	NOP,	13.5	109.5	250.5	125.5	71.9	124.6	103.8	108.6	89.6	369.2
680 DATA	DES,	112.0	204.5	248.5	252.2	92.4	202.9	185.6	93.4	179.7	292.3
690 REM	-----										
700 REM	DATA NILAI K 80%										
710 DATA		-.420	-.460	-.499	-.537	-.574	-.609	-.643	-.675	-.705	-.732
		-.758	-.700	-.800	-.816	-.830	-.842	-.850	-.855	-.857	-.856
		-.852	-.844	-.832	-.817	-.799	-.777	-.752	-.725	-.696	-.666
		-.636									
720 REM	** SELESAI **										

BULAN	RATA2	S	G	K 80%	CH80%
JAN	2.292	0.23	-0.84	-0.712	133.36
PEB	2.252	0.17	-0.06	-0.838	127.75
MAR	2.169	0.27	-1.33	-0.715	95.12
APR	1.644	0.60	-1.24	-0.727	16.01
MEI	1.343	0.56	-0.55	-0.804	7.86
JUN	0.804	0.54	0.51	-0.856	2.18
JUL	0.666	0.50	1.12	-0.847	1.74
AGT	0.151	0.16	0.00	-0.842	1.04
SEP	0.664	0.47	1.03	-0.851	1.82
OKT	0.938	0.78	0.62	-0.857	1.87
NOP	2.019	0.38	-1.26	-0.724	55.77
DES	2.239	0.18	-0.61	-0.797	124.27

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Lampiran 20. Pola tanam alternatif yang disarankan di daerah irigasi Obor

No.	Pola tanam	Ruas tanam	HOP	DES	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AGT	SEP	OKT
X1	Padi-padi-Jagung	Nop I												
X2	Padi-Padi-Kc.Hi.jau	Nop I												
X3	Padi-Padi-Jagung	Nop II												
X4	Padi-Padi-Kc.Hi.jau	Nop II												
X5	Padi-Padi-Jagung	Des I												
X6	Padi-Padi-Kc.Hi.jau	Des I												
X7	Padi-Padi-Jagung	Des II												
X8	Padi-Padi-Kc.Hi.jau	Des II												
X9	Padi-Padi	Nop I												
X10	Padi-Padi	Nop II												
X11	Padi-Padi	Des I												
X12	Padi-Padi	Des II												
X13	Padi-Jagung-Jagung	Nop II												
X14	Padi-Jagung-Kc.Hi.jau	Nop II												
X15	Padi-Jagung-Jagung	Des I												
X16	Padi-Jagung-Kc.Hi.jau	Des I												
X17	Padi-Kc.Hi.jau-Kc.Hi.jau	Des I												
X18	Padi-Kc.Hi.jau-Jagung	Des I												
X19	Padi-Kc.Hi.jau-Kc.Hi.jau	Des II												
X20	Padi-Kc.Hi.jau-Jagung	Des II												

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Lampiran 21. Kebutuhan air (l/det/ha) dari pola tanam alternatif di daerah irigasi Obor

No	Pola Tanam	NOP		DES		JAN		FEB		MAR		APR		MEI		JUN		JUL		AGT		SEP		OKT	
		I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
1	M1	1.24	1.24	0.65	0.65	0.61	0.61	0.58	0.51	0.00	0.86	1.17	1.17	1.07	1.03	1.00	1.00	0.91	0.00	0.40	0.40	1.02	1.02	0.48	0.00
2	M2	1.24	1.24	0.65	0.65	0.61	0.61	0.58	0.51	0.00	0.86	1.17	1.17	1.07	1.03	1.00	1.00	0.91	0.00	0.31	0.31	0.97	0.54	0.00	0.00
3	M3	0.00	1.24	0.65	0.65	0.65	0.61	0.58	0.58	0.74	0.00	1.17	1.17	1.07	1.07	1.00	1.00	0.98	0.91	0.00	0.40	0.44	1.02	1.12	0.48
4	M4	0.00	1.24	0.65	0.65	0.65	0.61	0.58	0.58	0.74	0.00	1.17	1.17	1.07	1.07	1.00	1.00	0.98	0.91	0.00	0.31	0.34	0.65	0.59	0.00
5	M5	0.38	0.00	0.65	0.65	0.65	0.65	0.58	0.58	0.82	0.74	0.00	1.17	1.07	1.07	1.04	1.00	0.98	0.98	1.06	0.00	0.34	0.44	1.12	1.12
6	M6	0.00	0.00	0.65	0.65	0.65	0.65	0.58	0.58	0.82	0.74	0.00	1.17	1.07	1.07	1.04	1.00	0.98	0.98	1.06	0.00	0.34	0.34	1.07	0.59
7	M7	0.99	0.38	0.00	0.65	0.65	0.65	0.62	0.58	0.82	0.82	1.04	0.00	1.07	1.07	1.04	1.04	0.98	0.98	1.15	1.06	0.00	0.34	0.37	1.07
8	M8	0.49	0.00	0.00	0.65	0.65	0.65	0.62	0.58	0.82	0.82	1.04	0.00	1.07	1.07	1.04	1.04	0.98	0.98	1.15	1.06	0.00	0.34	0.37	1.07
9	M9	1.24	1.24	0.65	0.65	0.61	0.61	0.58	0.58	0.82	0.86	1.17	1.17	1.07	1.03	1.00	1.00	0.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	M10	0.00	1.24	0.65	0.65	0.65	0.61	0.58	0.51	0.74	0.00	1.17	1.17	1.07	1.07	1.00	1.00	0.98	0.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	M11	0.00	0.00	0.65	0.65	0.65	0.65	0.58	0.58	0.82	0.74	0.00	1.17	1.07	1.07	1.04	1.04	0.98	0.98	1.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	M12	0.00	0.00	0.00	0.65	0.65	0.65	0.62	0.58	0.82	0.82	1.04	0.00	1.07	1.07	1.04	1.04	0.98	0.98	1.15	1.06	0.00	0.00	0.00	0.00
13	M13	0.00	1.24	0.65	0.65	0.65	0.61	0.58	0.58	0.74	0.00	1.17	1.17	1.07	1.07	1.00	1.00	0.98	0.98	1.15	1.06	0.00	0.00	0.00	0.00
14	M14	0.00	1.24	0.65	0.65	0.65	0.61	0.58	0.58	0.74	0.00	1.17	1.17	1.07	1.07	1.00	1.00	0.98	0.98	1.15	1.06	0.00	0.00	0.00	0.00
15	M15	0.00	0.00	0.65	0.65	0.65	0.65	0.58	0.58	0.74	0.00	0.38	0.38	0.81	0.81	0.33	0.00	0.25	0.25	0.88	0.48	0.00	0.00	0.00	0.00
16	M16	0.00	0.00	0.65	0.65	0.65	0.65	0.58	0.58	0.82	0.74	0.00	0.39	0.34	0.81	0.76	0.33	0.00	0.00	0.40	0.92	1.02	0.44	0.00	0.00
17	M17	0.00	0.00	0.65	0.65	0.65	0.65	0.58	0.58	0.82	0.74	0.00	0.30	0.27	0.77	0.41	0.00	0.25	0.25	0.88	0.48	0.00	0.00	0.00	0.00
18	M18	0.00	0.00	0.65	0.65	0.65	0.65	0.58	0.58	0.82	0.74	0.00	0.30	0.27	0.77	0.41	0.00	0.32	0.32	0.92	0.92	0.44	0.00	0.00	0.00
19	M19	0.00	0.00	0.65	0.65	0.65	0.65	0.58	0.58	0.82	0.82	1.04	0.00	0.27	0.27	0.74	0.41	0.00	0.32	0.32	0.30	0.68	0.54	0.00	0.00
20	M20	0.00	0.00	0.65	0.65	0.65	0.65	0.58	0.58	0.82	0.82	1.04	0.00	0.27	0.27	0.74	0.41	0.00	0.32	0.32	0.40	0.92	1.02	0.44	0.00

@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber?
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Lampiran 22. Analisa Usaha Tani masing-masing komoditi di daerah irigasi Obor (Diperta Kab. Belu 1990).

PADI SAWAH

I. Biaya Sarana Produksi

1. Benih	30 kg	@ Rp 500	= Rp	15 000
2. Urea	150 kg	@ Rp 185	= Rp	27 750
3. Tsp	100 kg	@ Rp 210	= Rp	21 000
4. Pestisida	0.5 lt	@ Rp 5000	= Rp	5 000

Jumlah = Rp 68 750

II. Biaya Tenaga Kerja

1. Persemaian	4 orang	@ Rp 1500	= Rp	6 000
2. Pengolahan tanah			= Rp	30 000
a. Tenaga manusia			= Rp	100 000
b. Tenaga hewan/luku		@ Rp 1500	= Rp	54 000
3. Menanam	36 orang		= Rp	60 000
4. Pemeliharaan			= Rp	9 000
a. Penyiangan (2x)			= Rp	3 000
b. Pemupukan			= Rp	97 500
c. Pengendalian hama			= Rp	
5. Panen/pasca panen			= Rp	

Jumlah = Rp 359 500

A. Jumlah total pengeluaran		= Rp	428 250
B. Produksi : 2500 kg	@ Rp 300	= Rp	750 000
C. Jumlah keuntungan bersih (A - B)		= Rp	321 750

Lampiran 22. (lanjutan)

JAGUNG

I. Biaya Tenaga Kerja

1. Peng. Tanah	45 orang	@Rp 1500 = Rp	67500
2. Tanam	10 orang	@Rp 1500 = Rp	15000
3. Penyiangan I	19 orang	@Rp 1500 = Rp	28500
4. Penyiangan II	15 orang	@Rp 1500 = Rp	22500
5. Pemupukan	8 orang	@Rp 1500 = Rp	12000
6. Pengendalian hama	8 orang	@Rp 1500 = Rp	12000
7. Panen	30 orang	@Rp 1500 = Rp	45000

Jumlah = Rp 202500

II. Biaya Sarana Produksi

1. Bibit jagung	20 kg	@Rp 1500 = Rp	30000
2. Urea	50 kg	@Rp 185 = Rp	9250
3. TSP	50 kg	@Rp 210 = Rp	10500
4. Pestisida	0.5 lt	@Rp10000 = Rp	10000

Jumlah = Rp 59750

A. Jumlah total pengeluaran = Rp 262250

B. Produksi : 1500 kg @Rp 300 = Rp 450000

C. Jumlah keuntungan bersih (A - B) = Rp 187750



Lampiran 22. (lanjutan)

KACANG HIJAU

I. Biaya Tenaga Kerja

1. Pembersihan areal	10 orang	@Rp 1500 = Rp	15 000
2. Peng. tanah	20 orang	@Rp 1500 = Rp	30 000
3. Tanam	5 orang	@Rp 1500 = Rp	7 500
4. Penyiangan I	18 orang	@Rp 1500 = Rp	27 000
5. Penyiangan II	18 orang	@Rp 1500 = Rp	27 000
6. Pemupukan	8 orang	@Rp 1500 = Rp	12 000
7. Pengendalian hama	8 orang	@Rp 1500 = Rp	12 000
8. Panen/pasca panen	40 orang	@Rp 1500 = Rp	60 000

Jumlah = Rp 190 000

II. Biaya Sarana Produksi

1. Bibit kc. hijau	22.5 kg	@Rp 1500 = Rp	33 750
2. Urea	50.0 kg	@Rp 185 = Rp	9 250
3. TSP	50.0 kg	@Rp 210 = Rp	10 500
4. Pestisida	1.0 lt	@Rp 7500 = Rp	15 000

Jumlah = Rp 68 500

A. Jumlah total pengeluaran = Rp 259 000

B. Produksi : 600 kg @Rp 1000 = Rp 600 000

C. Jumlah keuntungan (A - B) = Rp 341 000

Lampiran 23. Nilai keuntungan usaha tani untuk masing-masing pola tanam

No.	No. Pola	Pola tanam	Keuntungan (Rp)
1.	X1, X3, X5, X7	padi-padi-jagung	831 250
2.	X2, X4, X6, X8	padi-padi-kc.hijau	984 500
3.	X9, X10, X11, X12	padi-padi	643 500
4.	X14, X16, X18, X20	padi-jagung-kc.hijau	850 500
5.	X13, X15	padi-jagung-jagung	697 250
6.	X17, X19	padi-kc.hijau-kc.hijau	1003 750



Lampiran 24. Langkah-langkah penyelesaian optimasi dengan program Lindo

Program Lindo adalah sebuah program yang digunakan untuk mencari jawab optimal terhadap suatu model matematik tertentu, dalam hal ini adalah model matematik pemrograman linier.

Langkah-langkah penyelesaiannya adalah sebagai berikut :

1. Menentukan variabel yang akan dicari atau tujuan yang hendak dicapai, dalam hal ini adalah luasan optimal yang memberikan keuntungan maksimal.
2. Menentukan besarnya debit yang tersedia tiap bulan (13.75 l/dt) dan luasan maksimal yang harus diairi (25 Ha atau sama dengan luasan petak tersier OB 1. Kn)
3. Menentukan pola tanam alternatif (Lamp. 20), serta kebutuhan air masing-masing pola tanam (Lamp. 21).
4. Variabel-variabel tersebut di atas, dimasukkan ke dalam persamaan matematik yang berbentuk fungsi linier (Lamp. 25)
5. Setelah fungsi tujuan dan fungsi kendala ditentukan maka selanjutnya dioptimasi dengan Lindo untuk menentukan pola tanam terpilih. Hasil optimasi dengan program Lindo dapat dilihat pada Lampiran 26.
6. Hasil olahan program Lindo pada kolom *objective function value* menunjukkan besarnya nilai keuntungan usaha tani yaitu sebesar Rp 20 491 630.
7. Nilai *slack or surplus* = 0, menunjukkan bahwa sumber air yang tersedia digunakan seluruhnya.



Lampiran 25. Proses pemasukan data optimasi pola tanam dalam format Lindo

```

MAX      831.25 X1 + 984.5 X2 + 831.25 X3 + 984.5 X4 + 831.25 X5
+ 984.5 X6 + 831.25 X7 + 984.5 X8 + 643.5 X9 + 643.5 X10 + 643.5 X11
+ 643.5 X12 + 697.25 X13 + 850.5 X14 + 697.25 X15 + 850.5 X16
+ 1003.75 X17 + 850.5 X18 + 1003.75 X19 + 850.5 X20

SUBJECT TO
    2)   1.24 X1 + 1.24 X2 + .38 X5 + .99 X7 + .49 X8 + 1.24 X9
<=    13.75
    3)   1.24 X1 + 1.24 X2 + 1.24 X3 + 1.24 X4 + .38 X7 + 1.24 X9
+ 1.24 X10 + 1.24 X13 + 1.24 X14 <=    13.75
    4)   .65 X1 + .65 X2 + .65 X3 + .65 X4 + .65 X5 + .65 X6 + .65 X9
+ .65 X10 + .65 X11 + .65 X13 + .65 X14 + .65 X15 + .65 X16 + .65 X17
+ .65 X18 <=    13.75
    5)   .65 X1 + .65 X2 + .65 X3 + .65 X4 + .65 X5 + .65 X6 + .65 X9
+ .65 X10 + .65 X11 + .65 X12 + .65 X13 + .65 X14 + .65 X15 + .65 X16
+ .65 X17 + .65 X18 + .65 X19 + .65 X20 <=    13.75
    6)   .61 X1 + .61 X2 + .65 X3 + .65 X4 + .65 X5 + .65 X6 + .65 X7
+ .65 X8 + .61 X9 + .65 X10 + .65 X11 + .65 X12 + .65 X13 + .65 X14
+ .65 X15 + .65 X16 + .65 X17 + .65 X18 + .65 X19 + .65 X20
<=    13.75
    7)   .61 X1 + .61 X2 + .61 X3 + .61 X4 + .65 X5 + .65 X6 + .65 X7
+ .65 X8 + .61 X9 + .61 X10 + .65 X11 + .65 X12 + .61 X13 + .61 X14
+ .65 X15 + .65 X16 + .65 X17 + .65 X18 + .65 X19 + .65 X20
<=    13.75
    8)   .58 X1 + .58 X2 + .58 X3 + .58 X4 + .58 X5 + .58 X6 + .62 X7
+ .62 X8 + .58 X9 + .58 X10 + .58 X11 + .62 X12 + .58 X13 + .58 X14
+ .58 X15 + .58 X16 + .58 X17 + .58 X18 + .62 X19 + .62 X20
<=    13.75
    9)   .51 X1 + .51 X2 + .58 X3 + .58 X4 + .58 X5 + .58 X6 + .58 X7
+ .58 X8 + .51 X9 + .58 X10 + .58 X11 + .58 X12 + .58 X13 + .58 X14
+ .58 X15 + .58 X16 + .58 X17 + .58 X18 + .58 X19 + .58 X20
<=    13.75
    10)  .74 X3 + .74 X4 + .82 X5 + .82 X6 + .82 X7 + .82 X8 + .74 X10
+ .82 X11 + .82 X12 + .74 X13 + .74 X14 + .82 X15 + .82 X16 + .82 X17
+ .82 X18 + .82 X19 + .82 X20 <=    13.75
    11)  .86 X1 + .86 X2 + .74 X5 + .74 X6 + .82 X7 + .82 X8 + .86 X9
+ .74 X11 + .82 X12 + .74 X15 + .74 X16 + .74 X17 + .74 X18 + .82 X19
+ .82 X20 <=    13.75
    12)  1.17 X1 + 1.17 X2 + 1.17 X3 + 1.17 X4 + 1.04 X7 + 1.04 X8
+ 1.17 X9 + 1.17 X10 + 1.04 X12 + .38 X13 + .38 X14 + 1.04 X19
+ 1.04 X20 <=    13.75
    13)  1.17 X1 + 1.17 X2 + 1.17 X3 + 1.17 X4 + 1.17 X5 + 1.17 X6
+ 1.17 X9 + 1.17 X10 + 1.17 X11 + .38 X13 + .38 X14 + .39 X15
+ .39 X16 + .3 X17 + .3 X18 <=    13.75
    14)  1.07 X1 + 1.07 X2 + 1.07 X3 + 1.07 X4 + 1.07 X5 + 1.07 X6
+ 1.07 X7 + 1.07 X8 + 1.07 X9 + 1.07 X10 + 1.07 X11 + 1.07 X12
+ .81 X13 + .81 X14 + .34 X15 + .34 X16 + .27 X17 + .27 X18 + .27 X19
+ .27 X20 <=    13.75

```

--More--

Lampiran 25. (lanjutan)

$$\begin{aligned}
 15) & 1.03 X1 + 1.03 X2 + 1.07 X3 + 1.07 X4 + 1.07 X5 + 1.07 X6 \\
 & + 1.07 X7 + 1.07 X8 + 1.03 X9 + 1.07 X10 + 1.07 X11 + 1.07 X12 \\
 & + .81 X13 + .81 X14 + .81 X15 + .81 X16 + .77 X17 + .77 X18 + .27 X19 \\
 & + .27 X20 \leq 13.75 \\
 16) & X1 + X2 + X3 + X4 + 1.04 X5 + 1.04 X6 + 1.04 X7 + 1.04 X8 + X9 \\
 & + X10 + 1.04 X11 + 1.04 X12 + .33 X13 + .33 X14 + .76 X15 + .76 X16 \\
 & + .41 X17 + .41 X18 + .74 X19 + .74 X20 \leq 13.75 \\
 17) & X1 + X2 + X3 + X4 + X5 + X6 + 1.04 X7 + 1.04 X8 + X9 + X10 + X11 \\
 & + 1.04 X12 + .33 X15 + .33 X16 + .41 X19 + .41 X20 \leq 13.75 \\
 18) & .91 X1 + .91 X2 + .98 X3 + .98 X4 + .98 X5 + .98 X6 + .98 X7 \\
 & + .98 X8 + .91 X9 + .98 X10 + .98 X11 + .98 X12 + .32 X13 + .25 X14 \\
 & + .25 X17 + .32 X18 \leq 13.75 \\
 19) & .91 X3 + .91 X4 + .98 X5 + .98 X6 + .98 X7 + .98 X8 + .91 X10 \\
 & + .98 X11 + .98 X12 + .32 X13 + .25 X14 + .32 X15 + .25 X16 + .25 X17 \\
 & + .32 X18 + .25 X19 + .32 X20 \leq 13.75 \\
 20) & .4 X1 + .31 X2 + 1.06 X5 + 1.06 X6 + 1.15 X7 + 1.15 X8 \\
 & + 1.06 X11 + 1.15 X12 + .62 X13 + .88 X14 + .4 X15 + .31 X16 + .88 X17 \\
 & + .92 X18 + .31 X19 + .4 X20 \leq 13.75 \\
 21) & .4 X1 + .31 X2 + .41 X3 + .31 X4 + 1.06 X7 + 1.06 X8 + 1.02 X12 \\
 & + .62 X13 + .48 X14 + .92 X15 + .88 X16 + .48 X17 + .92 X18 + .88 X19 \\
 & + .92 X20 \leq 13.75 \\
 22) & 1.02 X1 + .97 X2 + .44 X3 + .34 X4 + .44 X5 + .34 X6 + .44 X13 \\
 & + 1.02 X15 + 1.08 X16 + .88 X18 + .54 X19 + 1.02 X20 \leq 13.75 \\
 23) & 1.02 X1 + .54 X2 + 1.02 X3 + .65 X4 + .44 X5 + .34 X6 + .44 X7 \\
 & + .34 X8 + .44 X15 + .44 X20 \leq 13.75 \\
 24) & .48 X1 + 1.12 X3 + .59 X4 + 1.12 X5 + 1.07 X6 + .48 X7 + .37 X8 \\
 & \leq 13.75 \\
 25) & .48 X3 + 1.12 X5 + .59 X8 + 1.12 X7 + 1.07 X8 \leq 13.75 \\
 26) & X1 + X2 + X3 + X4 + X5 + X6 + X7 + X8 + X9 + X10 + X11 + X12 \\
 & + X13 + X14 + X15 + X16 + X17 + X18 + X19 + X20 \leq 25
 \end{aligned}$$

END

Lampiran 26. Hasil optimasi pola tanam terpilih

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1)	20491.6300	
VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	.000000	153.250200
X2	3.939776	.000000
X3	.000000	309.414000
X4	.000000	156.164000
X5	.000000	316.667200
X6	.000000	163.417200
X7	.000000	556.946000
X8	.000000	403.696000
X9	.000000	341.000100
X10	.000000	497.164000
X11	.000000	504.417200
X12	.000000	744.696000
X13	.000000	153.250000
X14	3.945072	.000000
X15	.000000	325.722200
X16	.000000	172.472200
X17	5.860668	.000000
X18	.000000	153.249900
X19	7.347437	.000000
X20	.000000	153.250100

Lampiran 26. (lanjutan)

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	8.864677	.000000
3)	3.972788	.000000
4)	4.815414	.000000
5)	.039581	.000000
6)	.197172	.000000
7)	.354974	.000000
8)	1.222190	.000000
9)	1.791871	.000000
10)	.000000	515.913600
11)	.000000	284.691300
12)	.000000	209.138000
13)	5.883133	.000000
14)	2.772741	.000000
15)	.000000	480.557400
16)	.668372	.000000
17)	6.797774	.000000
18)	7.713369	.000000
19)	9.461706	.000000
20)	1.621913	.000000
21)	1.356170	.000000
22)	5.960801	.000000
23)	11.622520	.000000
24)	13.750000	.000000
25)	13.750000	.000000
26)	3.907047	.000000

NO. ITERATIONS= 12

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

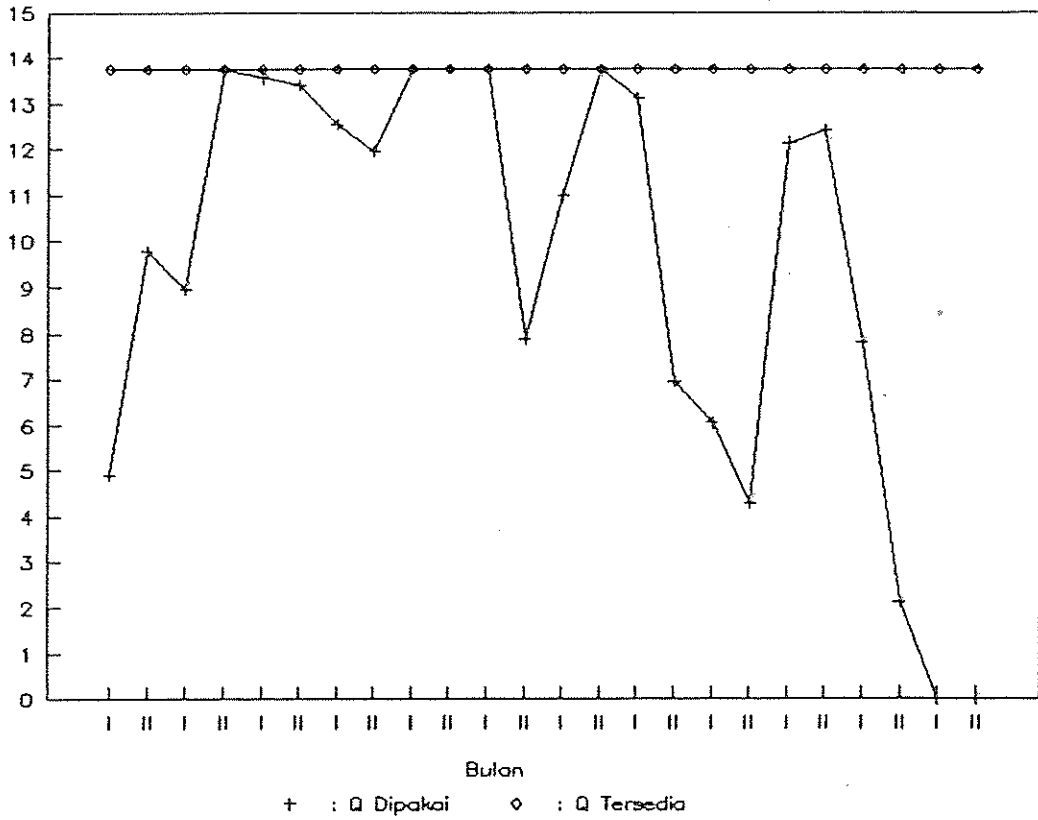
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Lampiran 27. Keadaan debit artesis setelah optimasi

Bulan	Q awal (l/dt)	Q dipakai (l/dt)	Q sisa (l/dt)
Januari I	13.75	13.56	0.19
Januari II	13.75	13.40	0.35
Februari I	13.75	12.53	1.22
Februari II	13.75	11.96	1.79
Maret I	13.75	13.75	0.00
Maret II	13.75	13.75	0.00
April I	13.75	13.75	0.00
April II	13.75	7.87	5.88
Mei I	13.75	10.98	2.77
Mei II	13.75	13.75	0.00
Juni I	13.75	13.09	0.66
Juni II	13.75	6.95	6.80
Juli I	13.75	6.04	7.71
Juli II	13.75	4.29	9.46
Agustus I	13.75	12.13	1.62
Agustus II	13.75	12.40	1.35
September I	13.75	7.79	5.96
September II	13.75	2.13	11.62
Oktober I	13.75	0.00	13.75
Oktober II	13.75	0.00	13.75
Nopember I	13.75	4.89	8.86
Nopember II	13.75	9.78	3.97
Desember I	13.75	8.94	4.81
Desember II	13.75	13.72	0.03



Lampiran 28. Grafik keseimbangan air irigasi pola tanam terpilih pada sumur AEW 01



Lampiran 29. Pola tanam alternatif dengan beras

No.	Pola tanam	Waktu tanam	JUN	JUL	AGT	SEP	OKT	NOV	DES	JAN	FEB	MAR	APR	MEI
K21	Padi-Padi-Beras	Jun II												
K22	Padi-Jagung-Beras	Jul I												
K23	Jagung-Padi-Beras	Jun II												
K24	Padi-Kc. Hi Jau-Beras	Jul I												
K25	Jagung-Kc. Hi Jau-Beras	Jun II												
K26	Kc. Hi Jau-Kc. Hi Jau-Beras	Jun II												
K27	Jagung-Jagung-Beras	Jul I												
K28	Padi-Beras	Jun II												
K29	Kc. Hi Jau-Beras	Sep I												
K30	Jagung-Beras	Sep I												

@Hak cipta milik IPB University



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Lampiran 30. Kebutuhan air (Q/dat/haj) untuk pola tanam alternatif dengan kombinasi bera

No	Pola Tanam	JUN		JUL		AGT		SEP		OKT		NOP		DES		JAN		FEB		MAR		APR		MEI	
		I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
21	K21	0.00	1.04	1.02	1.02	1.19	1.15	1.24	1.24	1.23	0.00	1.24	1.24	0.65	0.65	0.61	0.61	0.58	0.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
22	K22	0.00	0.00	1.02	1.02	1.19	1.19	1.24	1.24	1.34	1.23	0.00	0.38	0.03	0.49	0.61	0.61	0.58	0.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
23	K23	0.00	0.33	0.32	0.76	0.92	0.40	0.00	1.29	1.40	1.40	1.24	0.80	0.61	0.61	0.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
24	K24	0.00	0.00	1.02	1.02	1.19	1.19	1.24	1.24	1.34	1.23	0.00	0.28	0.00	0.45	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
25	K25	0.00	0.33	0.32	0.76	0.92	0.40	0.00	0.34	0.37	1.07	0.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
26	K26	0.00	0.26	0.25	0.72	0.48	0.00	0.34	0.34	1.07	0.59	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
27	K27	0.00	0.00	0.32	0.32	0.92	0.92	0.44	0.00	0.48	0.48	0.99	0.99	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
28	K28	0.00	1.04	1.02	1.02	1.19	1.19	1.24	1.24	1.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
29	K29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.34	0.34	1.07	0.59	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
30	K30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.44	0.44	1.12	1.12	0.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Lampiran 31. Hasil optimasi untuk pola tanam terpilih dengan kombinasi bera

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 2480.77500

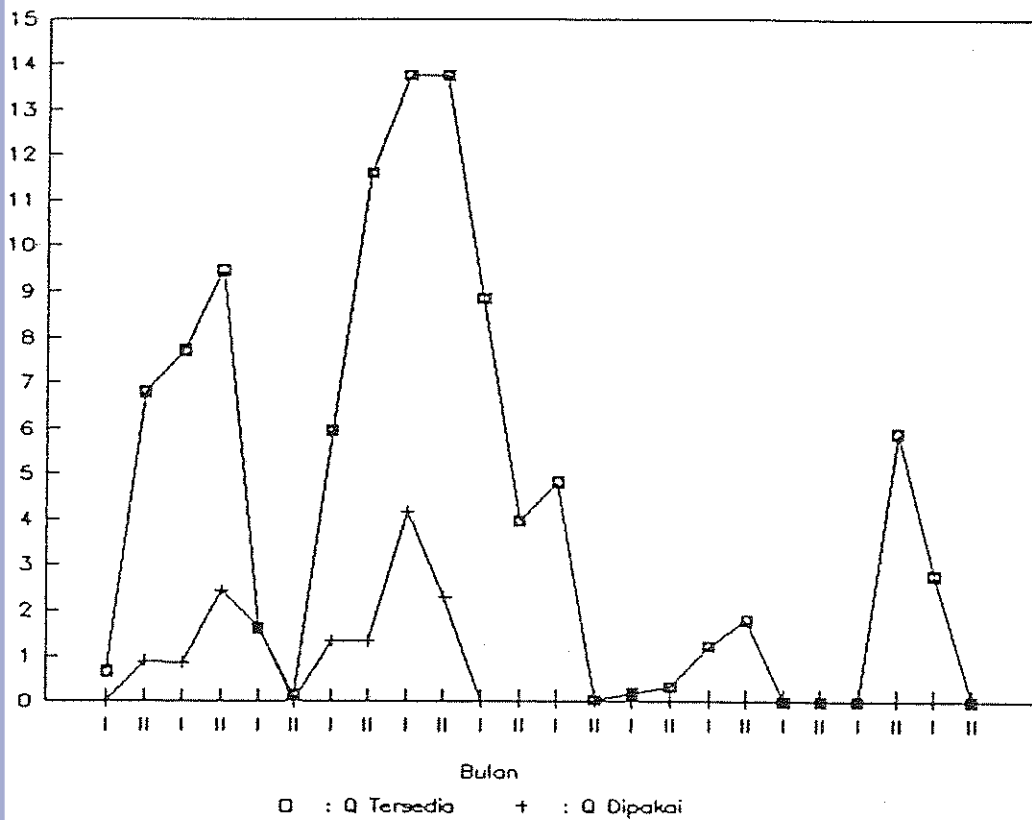
VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X21	.000000	542.895900
X22	.000000	676.895900
X23	.000000	485.083400
X24	.000000	523.645900
X25	.000000	465.833400
X26	3.375000	.000000
X27	.000000	619.083400
X28	.000000	864.645900
X29	.525000	.000000
X30	.000000	153.250000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	5.922500	.000000
3)	6.866250	.000000
4)	7.030000	.000000
5)	.000000	710.416700
6)	1.350000	.000000
7)	4.634000	.000000
--More--		
8)	10.294000	.000000
9)	9.577000	.000000
10)	11.449000	.000000
11)	8.860000	.000000
12)	3.970000	.000000
13)	4.810000	.000000
14)	.030000	.000000
15)	.190000	.000000
16)	.320000	.000000
17)	1.220000	.000000
18)	1.790000	.000000
19)	.000000	341.000000

NO. ITERATIONS= 2



Lampiran 32. Grafik keseimbangan air irigasi pola tanam terpilih dengan kombinasi bera



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Debit (liter/detik)

Bulan

□ : Q Tersedia + : Q Dipakai

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1984. Laporan Study Soil Agronomi Dataran Aroki Nusa Tenggara Timur. Dirjen Pengairan, Proyek Pengembangan Air Tanah (P2AT). Departemen Pekerjaan Umum, NTT. Kupang
- . 1983. Pedoman Bercocok Tanam Padi, Palawija, dan Sayur-sayuran. Departemen Pertanian, Satuan Pengendalian Bimas. Jakarta
- . 1978. Timor Island Water Resources Development Study. Crippen International LTD. Vancouver. Canada
- Arsyad, S. 1983. Pengawetan Tanah dan Air. Departemen Ilmu-ilmu Tanah. Fakultas Pertanian IPB. Bogor
- Beneke, R.R. and R. Winterboer. 1973. Linier Programming Application to Agriculture. The Iowa State University Press, Ames. Iowa. USA
- Buckman, H.O. dan N.C. Brady. 1969. The Nature and Properties of Soils. The Macmillan Company. New York
- Baver, L.D. 1972. Soil Physics. John Willey and Sons Inc. New York
- Dastane, N.G. 1974. Effective Rainfall in Irrigated Agriculture. Irrigation and Drainage Paper, FAO. Rome
- Doorenbos, J and W.O. Pruitt. 1977. Guidelines for Predicting Crop Water Requirement. FAO. Rome
- Eriyatno. 1979. Pengantar tentang Sistem Analisa. Departemen Mekanisasi Pertanian. Fatemeta IPB. Bogor
- Hiller, F.S. and G.J. Liberman. 1978. Operation Research Holden Day Inc. San Fransisco
- Hansen, V.E., O.W. Israelsen, G.E. Stringham. 1980. Irrigation Principles and Practices. John Willey and Sons. New York
- Iskandar. 1983. Rancangan Sistem Pengelolaan Sumber Daya Air Irigasi pada Daerah Pengairan BTB 23 Kedung Gede DI Jatiluhur, Kab. Bekasi. Skripsi. Fateta IPB. Bogor

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang*
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.
- Hak cipta milik IPB University*
- Kruseman, G.P. and N.A. De Ridder. 1970. Analysis and Evaluation of Pumping Test Data. International Institut for Land Reclamation and Improvement Wageningen. The Netherlands.
- Linsley, R.K. and Franzini. 1979. Water Resources Engineering. Mc. Graw Hill International Book Company. Tokyo
- Linsley, R.K., M.A. Kohler, and J.L.H. Paulhus. 1982. Hydrology for Engineers. Mc. Graw Hill, Kogusha Ltd. Tokyo
- Nurtama, B. 1982. Studi Perencanaan Regional Pembangunan Unit Pengolahan Hasil Komoditi Kopi di Kabupaten Lampung Utara. Fakultas Teknologi Pertanian IPB. Bogor
- Oldeman, L.R. and S. Sjarifuddin. 1977. An Agroclimatic Map of Nusa Tenggara. Contr Central Rec. Institut of Agricultural. Bogor
- Partowijoto, A. 1977. Teknik Tanah dan Air. Diktat Kuliah Departemen Mekanisasi Pertanian. Fakultas Teknologi Pertanian IPB. Bogor
- Partowijoto, A. 1980. Kapita Selekta Teknik Tanah dan Air. Departemen Mekanisasi Pertanian. Fatemeta IPB. Bogor
- Purba, W.F. 1974. Kebutuhan Air untuk Pertanaman serta Faktor yang Mempengaruhinya. Makalah Seminar Penerapan Teknologi Madya pada Industri Pertanian. Fate-meta IPB. Bogor
- Sitaniapessy, P.M. 1982. Klassifikasi dan Iklim Indonesia. Bagian Klimatologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, IPB. Bogor
- Sosrodarsono, S. dan Takeda. 1985. Hidrologi untuk Pengairan. Pradnya Paramita. Jakarta
- Subarkah. 1980. Hidrologi untuk Perencanaan Bangunan Air Idea Dharma. Bandung
- Schwab, G.O., R.K. Frevert, T.W. Edminster dan K.K. Barnes. 1981. Soil and Water Conservation Engineering. John Willey and Sons, Inc. New York
- Supranto, J. 1983. Linier Programming. Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi, Universitas Indonesia. Jakarta
- Tolman, C.F. 1937. Ground Water. Mc. Graw Hill Book Company, Inc. New York

- Todd, D.K. 1980. Groundwater Hydrology. 2nd. ed. John Wiley and Sons Inc. New York
- Wagner, H.M. 1978. Principles of Operation Research. Prentice-Hall of India Private. New Delhi
- Winardi. 1986. Pengantar Tentang Teori Sistem dan Analisis Sistem. Alumni. Bandung

@Hak cipta milik IPB University

IPB University

