

PENDAYAGUNAAN IRIGASI AIR TANAH MENUNJANG BUDIDAYA TANAMAN SECARA PRODUKTIF PADA LAHAN KERING

(THE UTILIZATION OF GROUNDWATER IRRIGATION TO SUPPORT FARMING SYSTEM IN DRY LAND AREA)

Muhammad Aqil¹, R.H. Anasiru², I.U.Firmansyah, Riyadi dan Sigit S. Arif³

ABSTRACT

The Utilization of shallow groundwater well to support cropping pattern in dry land area should be directed to increase land and water productivities through proper irrigation management and effective operation of groundwater irrigation pump. By the concept that a certain plant needs a certain amount of transpired water through its leaves to produce 1 kg dry product during its production cycle, an attempt is done to determine technical and economic aspects of the groundwater irrigation system to utilize water and energy efficiently by improving the conjunctive use of rainfall and groundwater irrigation in dry land area. A set of centrifugal pump ($\phi 2''$) was used to lift water from the shallow groundwater well at total head of 22 m (Suction head = 12 m and delivery head = 10 m) and was used to irrigate maize, peanut and onion crops at different planting schedules depend on market demand. Furrow irrigation is used to apply supplemental water to crops. The result obtained indicates that the introduced technology is suitable to be applied at farm level. In order to reduce operational cost of pump, simulation was done to determine the most appropriate planting schedule using computer simulation model. By taking planting schedule back approximately 2 weeks reducing annual irrigation requirement of 500 to 600 m³/ha and reduce annual operation pump of 66,5 hour/ha/year. -140 hour/ha/year. Advanced analysis using economic feasibility analysis indicates technology introduced suitable to applied with B/C ratio = 1,25 (maize), 1,83 (peanut) and 2,36 (onion).

Key words : Ground water, irrigation, farming system, and dry land

LATAR BELAKANG

Kebijakan Nasional Sumberdaya Air Indonesia tahun 1994-2020 menekankan peningkatan efisiensi dan pemerataan penggunaan air permukaan dan airtanah dalam mendukung proses produksi tanaman. Penggunaan air hujan dan airtanah melalui sistem "conjunctive use" perlu terus digalakkan untuk menurunkan biaya eksploitasi air (Feld, 1994). IIMI (1992) memprediksikan dalam 30 tahun kedepan $\pm 80\%$ dari suplai pangan dunia tergantung kepada suplai air irigasi.

Pergeseran manajemen air kedepan dihadapkan pada persoalan maksimisasi efisiensi air (Walker, 1989), dengan penekanan pada maksimisasi keuntungan ekonomi terhadap jumlah air yang dipakai karena makin menurunnya kuantitas dan kualitas ketersediaan air (Cassman dan Pingali, 1995). Olehnya itu manajemen irigasi di masa mendatang diarahkan pada irigasi produktif dengan orientasi pada budidaya tanaman untuk memenuhi

permintaan pasar yang sedang atau akan berlaku. Kondisi ini berlaku pada sistem irigasi teknis maupun sistem irigasi pompa airtanah dangkal di lahan beririgasi dan lahan kering.

Fenomena irigasi produktif telah memunculkan keinginan petani di beberapa tempat (Jatim, Jateng, Lampung, Sulsel, NTT, dll.) untuk meningkatkan polatanam dan diversifikasi tanaman dengan mengacu pada asas *crop demand driven*. Pola diversifikasi merupakan budidaya tanaman yang berorientasi agribisnis dalam suatu luasan lahan per unit usahatani. Pada pola diversifikasi ini selain aspek ekonomi juga harus diperhatikan aspek fisik misalnya kondisi tanah, tata air serta luas layanan irigasi untuk setiap jenis komoditas, dalam kaitannya dengan kebutuhan dan ketersediaan air. Pola diversifikasi ini aspek fisik misalnya kondisi tanah, tata air serta luas layanan irigasi untuk setiap jenis komoditas, dalam kaitannya dengan kebutuhan dan ketersediaan air. Pola diversifikasi ini sejalan dengan program pemerintah untuk meningkatkan produksi dan pendapatan petani. Pergeseran ke arah diversifikasi polatanam di tingkat petani dilakukan karena: (1) nilai keuntungan yang lebih menjanjikan bagi peningkatan pendapatan petani dan (2) pemanfaatan air irigasi diarahkan pada efisiensi biaya operasional per m³ air yang digunakan. Sebagai analisis komparatif, wilayah yang memanfaatkan sistem irigasi airtanah untuk produksi padi membutuhkan ± 184.6 liter air untuk menghasilkan 1 kg gabah. Apabila diasumsikan harga gabah Rp 1000/kg maka nilai ekonomi air untuk tanaman padi adalah Rp 5,4/liter air. Sementara itu produksi 1 kg jagung membutuhkan ± 57.8 liter air. Dengan asumsi harga jagung Rp 800/kg maka nilai ekonomi/keuntungan air adalah Rp 13,8 per liter air (Aqil, *et al.*, 2001). Keuntungan (Rp/liter air) yang lebih tinggi di dapat apabila jagung diusahakan saat harga tinggi yaitu periode Mei-November (Subandi *et al.*, 1998) dengan nilai ekonomi/keuntungan Rp 25,95/liter air atau 2 kali lebih tinggi dibandingkan saat musim hujan.

Hambatan usahatani untuk diversifikasi pada lahan kering adalah curah hujan jumlahnya terbatas sementara biaya operasional pompa airtanah mahal. Seiring kenaikan BBM maka biaya operasional irigasi semakin tinggi karena BBM menyerap 57,1% biaya operasi. Penekanan biaya operasi irigasi pompa dapat dilakukan melalui pengurangan praktek-praktek inefisiensi irigasi (Seckler, 2000). Efisiensi pemberian air ditingkat petak tanaman

¹ Balai Penelitian Tanaman Serealia, Maros

² BPTP Biromaru

³ FTP UGM

adalah 15-40% (Sakkas, B.K, 1994). Dalam pengoperasian sumur pompa airtanah untuk memenuhi kebutuhan air tanaman perlu diperhatikan ketepatan antara kebutuhan air irigasi yang harus dipenuhi oleh pompa dengan ketersediaan airtanah yang sangat dipengaruhi oleh watak akuifer dan sistem pengelolaan irigasi pompa. Hal ini sangat penting agar pengoperasian pompa untuk memenuhi kebutuhan irigasi dapat dilakukan secara berkesinambungan baik secara teknis maupun ekonomis.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan teknologi pendayagunaan irigasi airtanah dangkal secara produktif menunjang budidaya tanaman untuk pemenuhan permintaan pasar (*crop demand driven*) di lahan kering.

PENDEKATAN MASALAH

Penerapan sistem pemanfaatan airtanah secara produktif membutuhkan keterpaduan/sinkronisasi antara anasir-anasir yang mempengaruhi kinerja sistem yang meliputi aspek rancangbangun, sistem pengelolaan air dan polatanam dengan mempertimbangkan aspek ekonomi dari polatanam yang diterapkan. Penggunaan input dalam proses produksi tanaman secara teknis diarahkan pada penyesuaian penggunaan input dengan tingkat kebutuhan tanaman (jumlah kebutuhan air/ha/fase pertumbuhan tanaman) sehingga tanaman dapat berproduksi secara optimal, sementara sasaran ekonomi penerapan irigasi produktif adalah maksimisasi keuntungan per satuan input produksi yang digunakan. Penjabaran anasir-anasir dinyatakan bentuk hubungan saling kait antara operasi pompa, kebutuhan air tanaman serta aspek ekonomi penerapan irigasi produktif.

Aspek Rancangbangun dan Operasi Pompa

Penentuan sistem operasionalisasi irigasi airtanah membutuhkan pemahaman yang komprehensif dalam kaitannya dengan ketepatan pemenuhan kebutuhan air irigasi yang dinyatakan dalam bentuk variabel-variabel pengaruh seperti waktu operasi pompa, durasi pemompaan serta tingkat penurunan airtanah akibat pemompaan. Pada wilayah irigasi airtanah, kebutuhan air untuk irigasi tanaman diambil dari dalam tanah dalam suatu formasi yang terdiri dari bahan -bahan porus (*permeable*) yang mengandung air serta dapat menghantarkan dan menghasilkan air dalam jumlah yang cukup sebagai sumber air. Penggambaran irigasi pompa yang diuji coba pada wilayah akuifer bebas di lahan kering beserta faktor-faktor penentu sistem operasinya dapat dilihat pada Gambar 1.

Penentuan sistem operasi pompa secara teknis mengintegrasikan faktor-faktor biofisik lahan seperti ketersediaan dan hujan, evapotranspirasi, serta keadaan tanah dan tanaman sehingga pemberian air yang diberikan dapat digunakan secara optimal dan kehilangan air akibat penguapan, perkolasi dan limpasan dapat diminimalkan. Dalam kaitannya dengan aspek teknis rancangbangun pompa maka sistem operasi pompa harus mempertimbangkan faktor kemampuan hisap pompa (*suction head*), daya kempa (*delivery head*), debit pemompaan serta kebutuhan tenaga untuk menaikkan air.

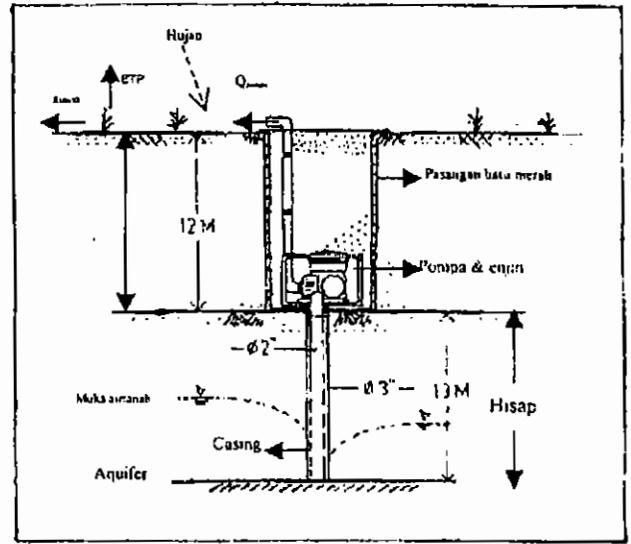


Figure 1. Placement model of centrifugal pump

Kegiatan operasi pompa ditentukan dengan memperhitungkan kebutuhan air irigasi yang harus disuplai, luas lahan serta jenis tanaman yang diairi yang dirumuskan sebagai berikut:

$$Q_p = I \times A \quad (1)$$

dimana:

- I = kebutuhan air irigasi yang dipenuhi (l/det/ha)
- A = luas lahan yang harus diairi (ha)

Operasional pompa tersebut selanjutnya digunakan untuk menilai tingkat efisiensi penyaluran air irigasi mendukung operasional irigasi produktif.

Kebutuhan Air Irigasi

Kunci pokok yang harus diketahui dalam efisiensi operasi pompa airtanah adalah identifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat kebutuhan irigasi. Besarnya kebutuhan air irigasi ditentukan oleh beberapa faktor, yaitu faktor tanaman, faktor iklim, dan tanah. Faktor tanaman meliputi jenis dan fase pertumbuhan tanaman yang dinyatakan dalam bentuk koefisien tanaman, polatanam, luas tanam serta waktu tanam. Faktor iklim yang mempengaruhi kebutuhan air irigasi adalah curah hujan dan variabel lain yang mempengaruhi tingkat penguapan. Sementara itu untuk faktor tanah, variabel pengaruhnya adalah kapasitas tanah memegang air, laju infiltrasi serta perkolasi. Penggambaran komponen penentu kebutuhan irigasi terlihat pada Gambar 2.

Kebutuhan air tanaman senilai dengan evapotranspirasi (ETA) yang merupakan perpaduan antara kehilangan air melalui evaporasi dari permukaan tanah serta transpirasi dari daun tanaman. Dalam model simulasi yang digunakan kebutuhan air tanaman dihitung sebagai berikut:

$$ETA = Kc \times ETP \quad (2)$$

dimana:

- ETA = evapotranspirasi (mm)
- ETP = evapotranspirasi potensial (mm)
- Kc = koefisien tanaman

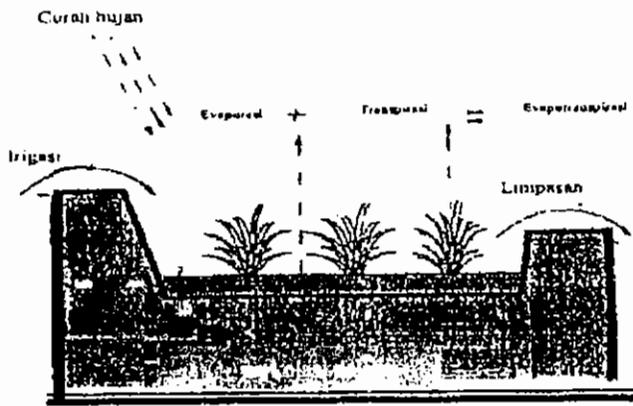


Figure 2. Water balance of secondary crop in dry land area

Besarnya evapotranspirasi potensial ditentukan dengan menggunakan persamaan modifikasi Penman (Doorenbus dan Pruitt, 1977) sebagai berikut:

$$ETP = c [WxR_n + (1-W) x f(u) x (e_a - e_d)] \quad (3)$$

dimana:

- ETA = evapotranspirasi potensial (mm)
- R_n = radiasi netto pada permukaan tanaman (MJ m⁻²d⁻¹)
- W = faktor berat sehubungan dengan temperatur
- f(u) = fungsi hubungan air
- e_a = tekanan uap air jenuh (kPa)
- e_d = tekanan uap air saat itu
- c = faktor koreksi

Untuk menentukan kebutuhan air irigasi pompa pada setiap fase pertumbuhan tanaman digunakan persamaan:

$$KI = Ch - ETA \quad (4)$$

dimana:

- Ch = curah hujan (mm)
- ETA = evapotranspirasi aktual tanaman (mm)

Aspek Sosial Ekonomi Penerapan Sistem Irigasi Pompa

Sasaran akhir dari penerapan irigasi sumur airtanah dangkal adalah mendukung keberlanjutan sistem usahatani sebagai konsekuensi dari kemampuan petani untuk mengelola sistem irigasi pompa. Konsep keberlanjutan ekonomi memperhitungkan faktor: ketersediaan sumber air, aspek sosial ekonomi penggunaan pompa, dapat diterima oleh petani, introduksi teknologi bersifat adaptif terhadap sosial ekonomi serta lingkungan setempat. Pertanaman yang tidak diairi produktivitasnya hanya sekitar 1-2 ha. Dengan memberikan irigasi suplesi pada fase-fase tertentu pertumbuhan tanaman yang sensitif akan air maka produktivitas tanaman dapat mencapai 4 ton/ha. Dengan mengoptimalkan pola tanam dan meningkatkan intensitas pertanaman maka keuntungan yang diperoleh oleh petani akan lebih besar lagi untuk setiap luasan lahan yang diusahakan dibandingkan dengan pertanaman yang hanya mengandalkan pasokan air hujan. Indikator ekonomi yang menentukan kelayakan penerapan sistem irigasi

airtanah dangkal terdiri atas: *net present value* (NPV), IRR, titik impas dan B/C rasio.

$$BP = (BTT + BT) \quad (5)$$

$$BEP = \frac{BT}{(REV - BTT)} \quad (6)$$

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{B_t - C_t}{(1+i)^t} \quad (7)$$

$$IRR = i' + \frac{NPV'}{(NPV' - NPV'')}(i'' - i') \quad (8)$$

$$B/C \text{ Rasio} = \frac{\sum_{t=1}^n}{NPV' - NPV''}(i'' - i') \quad (9)$$

dimana:

- BP = biaya pokok operasi pompa (Rp/ha)
- BTT = biaya tidak tetap (Rp/tahun)
- BT = biaya tetap (Rp/tahun)
- BEP = titik impas perusahaan (t/tahun)
- NPV = nilai keuntungan sekarang (Rp)
- B/C = nisbah keuntungan dengan biaya
- IRR = tingkat pengembalian modal (%)

Agar diperoleh gambaran nilai ekonomis operasional irigasi pompa maka perlu diketahui tingkat penerimaan petani terhadap introuksi irigasi pompa dilihat dari keinginan dan kemampuan membeli/memiliki alat secara perorangan atau kelompok tani.

METODOLOGI

Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan pada daerah kering Ds. Loru Kabupaten Donggala pada bulan April-Desember 2001. Petak pertanaman tanam komoditas jagung seluas 900 m², kacang tanah dan bawang merah seluas 715 m². Pompa dioperasikan untuk mengairi tanaman jagung, bawang dan kacang tanah. Metode irigasi yang diterapkan adalah irigasi alur. Pembuatan alur dilakukan setiap baris dengan cara menggulud tanah dengan ketinggian gulud 20 cm dan lebar 30 cm. Penelitian mengikutsertakan petani sebagai kooperator dalam pemilihan pola tanam sesuai kondisi pasar, sementara sistem operasi irigasi dilakukan oleh peneliti. Sistem irigasi pompa yang diterapkan adalah irigasi airtanah dangkal dengan menggunakan pompa sentrifugal ϕ 2" sebagai media penaik air. Data primer yang dikumpulkan meliputi: (1) data agroklimat seperti data cuaca bulanan selama 20 tahun yang diambil dari stasiun meteorologi terdekat, data jenis tanaman yang dibudidayakan, data tanah yang meliputi kapasitas lapang, titik layu permanen, dan tekstur tanah; (2) data pompa seperti debit pemompaan, motor penggerak pompa, tinggi pemompaan, kebutuhan bahan bakar dan jumlah jam

operasi pompa. Pengambilan data dilakukan melalui pencatatan langsung setiap kegiatan melalui wawancara.

Analisis Data

1. Analisis Neraca Air dan Operasi Pompa

Analisis imbalan air dilakukan berdasarkan kebutuhan irigasi dan evapotranspirasi tanaman (0,5 ETP dan ETP) dalam periode dasaharian. Pemilihan dasaharian dalam perhitungan neraca air dilakukan untuk pertumbuhan tanaman dan tidak terjadi defisit lengas tanah. Parameter imbalan yang dianalisis adalah hujan efektif, evapotranspirasi, dan jumlah pemberian air irigasi. Analisis neraca air dilakukan pada polatanam kondisi saat ini dan simulasi tanggal tanam dengan memajukan dan memundurkan tanggal tanam. Jadwal irigasi yang diperoleh digunakan untuk menentukan tanggal tanam

berdasarkan total kebutuhan irigasi dan puncak kebutuhan irigasi. Puncak kebutuhan irigasi digunakan untuk menghitung debit irigasi untuk tanggal tanam sekarang dan tanggal tanam anjuran.

2. Analisis Ekonomi

Apabila air dianggap mempunyai nilai yang tinggi dalam proses produksi tanaman maka sistem pemilihan an operasionalisasi pompa harus sesuai untuk mendukung usahatani. Keuntungan usahatani yang diharapkan juga harus memperhitungkan biaya irigasi sebagai masukan dalam total biaya sistem usahatani. Variabel lain yang juga diperhitungkan dalam analisis usahatani adalah sarana produksi, upah tenag kerja, biaya panen dan pascapanen. Bagan alir perhitungan sistem operasi pompa dapat dilihat pada Gambar 3.

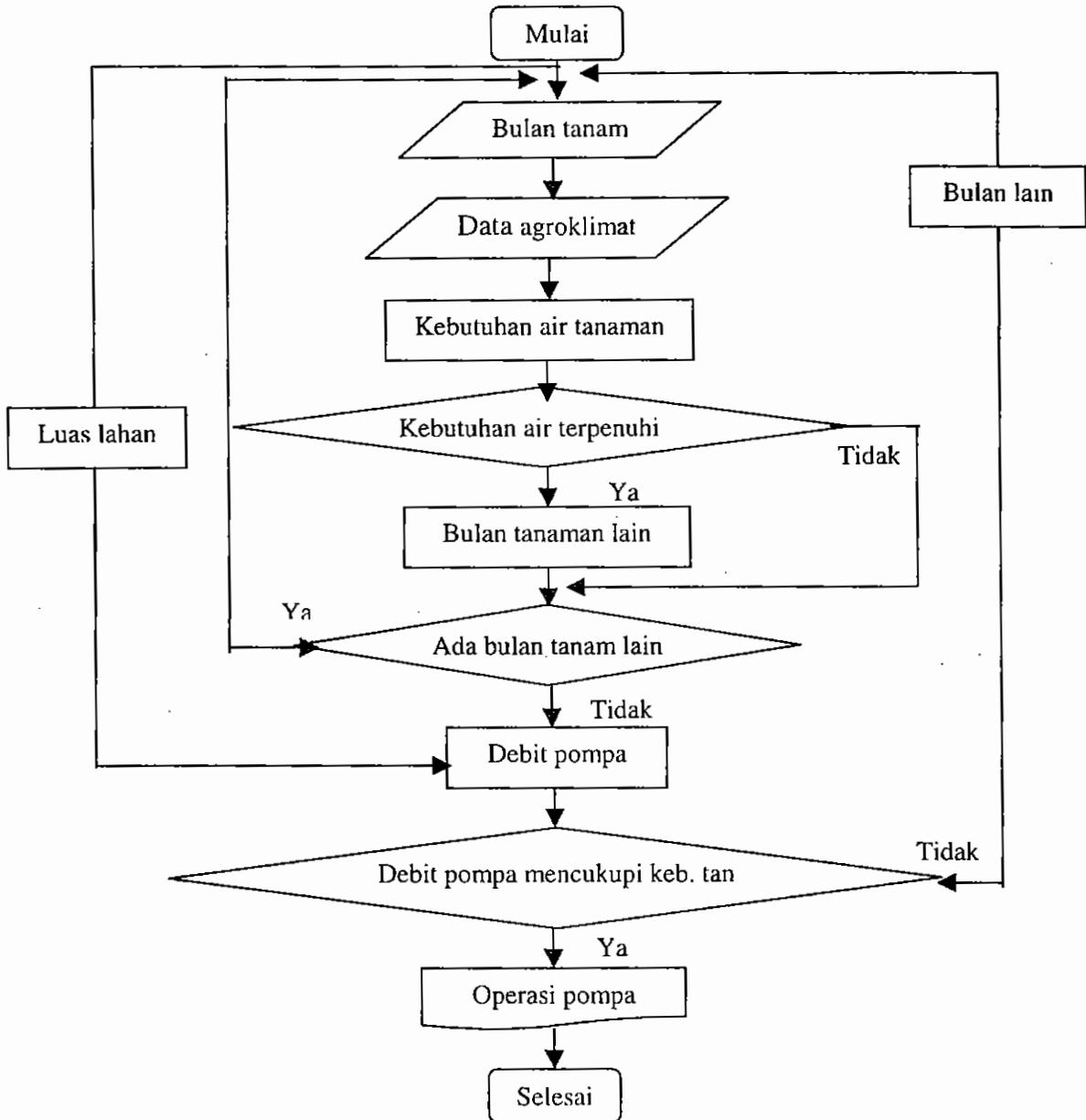


Figure 3. Simulation of pump operation system in shallow groundwater irrigation

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Fisik Tanah dan Agroklimat Wilayah

Wilayah Ds. Loru yang dijadikan tempat penelitian merupakan wilayah ekuator atau steпа tropik yang dicirikan oleh rata-rata suhu harian yang tinggi, beda suhu maksimum dan minimum relatif kecil, serta curah hujan bulanan yang rendah. Kondisi geologi tanah dataran rendah terdiri dari bahan-bahan alluvial dengan topografi berombak sampai berbukit. Lokasi kajian bertekstur liat geluhan. Kemantapan agregat tanah agak stabil, sedangkan kapasitas tanah memegang air agak besar. Gambaran kondisi fisik tanah pada kedua lokasi pengkajian dapat dilihat pada Tabel 1.

Table 1. Physical characteristics of soil in research area

Fracion	
▪ Sand	30,93
▪ Loam	30,76
▪ Clay	38,32
Texture	Clay loam
Field capacity (%)	27,62
Permanent wilting point (%)	12
Water holding capacity (%)	19
Bulk density (gr/cm ³)	1,515
Particle density (gr/cm ³)	2,721
Porosity (%)	44,311

Source: Balitjas Laboratory, 2001

Selain sifat fisik tanah faktor lain yang perlu diperhatikan dalam perancangan dan manajemen irigasi adalah laju infiltrasi. Data infiltrasi diperlukan untuk menentukan lama waktu yang diperlukan untuk proses irigasi. Hasil pengukuran lapangan hubungan antara jumlah air yang meresap dengan waktu di Ds. Loru selanjutnya digunakan untuk menghitung infiltrasi kumulatif dengan menggunakan persamaan Lewis-Kastiakov adalah $I = 0.50007 T^{-0.3278}$. Hubungan laju infiltrasi dengan waktu dapat dibuat sebagai berikut:

$$f = \frac{\partial I}{\partial t} 0.5067 \times 0.3278 T^{0.3278-1} \rightarrow \text{Laju infiltrasi} \rightarrow$$

$$f = 0.1639 T^{-0.6722}$$

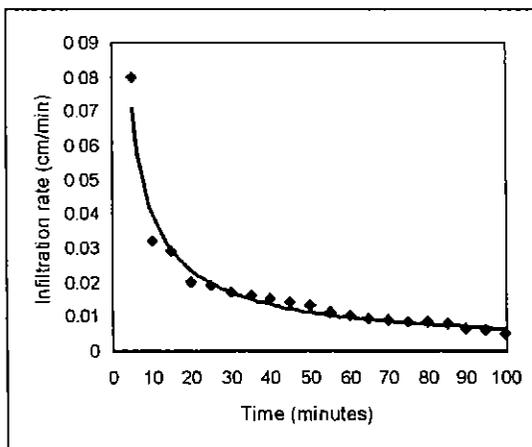


Figure 4. Infiltration rate of soil with clay loam texture

Hasil analisis infiltrasi tanah menunjukkan laju kehilangan air akibat proses infiltrasi tanah dilokasi penelitian mencapai 0,54 cm/jam atau setara dengan 54 m³/jam/ha (Gambar 4). Kondisi tanah di wilayah penelitian terdiri dari bahan alluvial yang memungkinkan homogenitas tanah untuk menyerap dan melewatkan air (sorptivitas) tanah tinggi.

Berdasarkan hasil analisis iklim wilayah penelitian yang meliputi curah hujan, persentase penyinaran matahari, temperatur rata-rata bulanan, kecepatan angin, dan kelembaban udara selama kurang lebih 20 tahun (1979-1999) terlihat kesenjangan antara laju curahan air hujan dengan kebutuhan air tanaman, seperti terlihat pada Gambar 5.

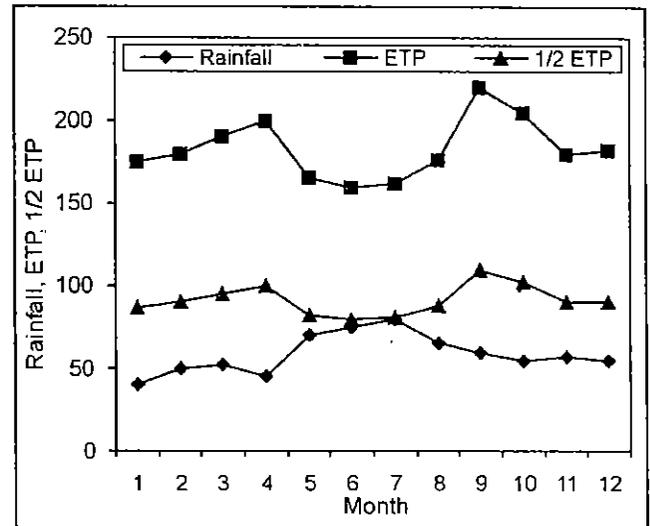


Figure 5. The fluctuations of rainfall and vapotranspirations

Berdasarkan pola curah hujan dan evapotranspirasi pada Gambar 3, terlihat bahwa rata-rata hujan tahunan 685,5 mm atau 57,125 mm/bulan. Secara umum trend penyebaran hujan tidak mengalami banyak perubahan, dimana kecenderungan peningkatan terjadi pada bulan Mei dan mencapai puncaknya pada bulan Juli. Sementara itu nilai evapotranspirasi tahunan untuk wilayah kajian 187,70 mm/bulan, jauh lebih besar dari curah hujan. Analisis 1/2 ETP dilakukan dengan pertimbangan apabila hujan nilainya dibawah 0,5 dari penguapan air tanaman maka irigasi harus diberikan untuk mencegah stress tanaman. Berdasarkan hasil analisis Gambar 5 terlihat bahwa pada bulan Januari-Juli dan September-Desember kondisi curah hujan selalu dibawah nilai 0,5 ETP sehingga apabila tidak dilakukan pemberian air maka tanaman akan mengalami cekaman kekurangan air terlebih-lebih pada fase primordia/pembuangan serta pengisian biji (*grain filling*).

Kebutuhan Air Irigasi

Analisis keseimbangan antara masukan (hujan) dengan keluaran (evapotranspirasi) cenderung menetapkan bahwa saat terbaik untuk memulai usahatani jatuh pada bulan Mei (MT I) dan bulan November (MT II) dikarenakan bulan tersebut hanya membutuhkan tambahan air irigasi pompa yang sedikit dibandingkan dengan bulan

lainnya. Pola tanam yang berlaku di wilayah penelitian adalah kacang tanah-jagung-bawang atau bila kondisi hujan memungkinkan pola tanamannya adalah kacang tanah-jagung-padi. Kegiatan pertanaman untuk MT I dilakukan pada bulan April sedangkan MT II pada bulan Agustus.

Peningkatan efisiensi pemberian air irigasi dilakukan dengan mensimulasikan data agroklimat wilayah setempat untuk penentuan jadwal tanam terbaik dimana kebutuhan air irigasi minimal. Simulasi kebutuhan irigasi dilakukan dengan memajukan dan mengundurkan tanggal tanam setiap lima hari selama tiga bulan. Dari hasil keluaran model dihitung kebutuhan air total tanaman sebagaimana terlihat pada Tabel 2.

Perubahan tanggal tanam akan merubah kebutuhan irigasi sesuai dengan peluang kejadian hujan. Gambaran tingkat defisit air tanaman pada berbagai skenario jadwal tanam selama dua bulan dapat dilihat pada Gambar 6.

Hasil simulasi menunjukkan bahwa dengan kondisi pola tanam yang ada sekarang yaitu bulan April kebutuhan

air total tanaman pada tiga komoditas masing-masing sebesar 647.6 mm (jagung), 425,8 mm (kacang tanah) 453,4 mm (bawang merah). Dengan mengundurkan tanggal tanam antara 2-3 minggu maka akan menurunkan kebutuhan air total tanaman antara 500-600 m³/ha. Jadi awal tanam dimulai pada tanggal 6 Mei dengan kebutuhan irigasi masing-masing tanaman adalah 581,4 mm (jagung), 360,6 mm (kacang tanah) 391,4 mm (bawang merah). Pertanaman padi tidak dianjurkan karena kebutuhan airnya sangat besar mencapai 1.200 mm/musim sehingga dikhawatirkan akan terjadi kegagalan panen akibat kekurangan air pada fase-fase tertentu dalam pertumbuhannya.

Pengaturan irigasi sesuai dengan fase pertumbuhan tanaman juga perlu ditetapkan sebagai pedoman kita dalam menentukan kuantitas air yang harus dialirkan pada lahan, mendukung pola tanam introduksi. Analisis perubahan kebutuhan irigasi tanaman pada MT I dan MT II pada dua skenario jadwal tanam (eksisting dan introduksi) disajikan pada Tabel 3.

Table 2. Influence of the changes of planting date on total water requirements

Planting date	Water requirements (1 st S) (mm/season)			Water requirements (2 st S) (mm/season)			Total water requirements (mm/year)		
	Maize	Peanut	Onion	Maize	Peanut	Onion	Maize	Peanut	Onion
1 April	278.5	187.4	215.2	369.1	238.4	238.2	647.6	425.8	453.4
6 April	268.5	178.4	201.9	369.4	238.9	244.2	637.9	417.3	446.1
11 April	260.5	172	194.4	368.2	245.5	249	628.7	417.5	443.4
16 April	254.3	162.3	186.6	366.9	242.4	251.7	621.2	404.7	438.3
21 April	248.2	154.4	179.2	363.6	246.7	253.5	611.8	401.1	432.7
26 April	246	146.9	173.5	361.3	42.4	253.6	607.3	389.3	427.1
1 May	244.6	143.6	169.5	337.8	26.2	231.4	582.4	369.8	400.9
6 May	246	139.6	164.5	335.4	221	226.9	581.4	360.6	391.4
11 May	248.2	142.5	161.2	333	222.3	223.9	581.2	365	385.1
16 May	253.6	144.3	159.2	332.5	218.3	221.1	586.1	339.68	380.3
21 May	239.3	148.2	157.5	331.4	220.0	218.3	590.3	388.8	373.8
26 May	266.8	148.3	157.1	332.3	216.9	217.1	599.1	365.2	374.2

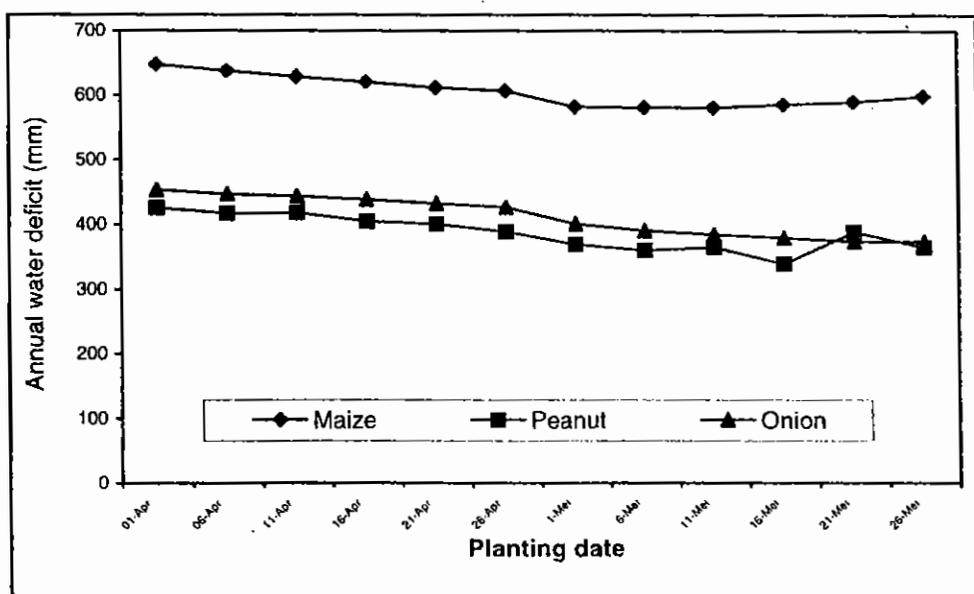


Figure 6. Annual water deficit at different planting date

Tabel 3. Water requirements at two planting schedules scenarios

Plant growth (decade)	Existing			Introduced		
	Irrigation requirements (1 st S and 2 nd S)			Irrigation requirements(1 st S and 2 nd S)		
	Maize	Peanut	Onion	Maize	Peanut	Onion
I	21.2	51.3	54.7	20	49.9	52.6
II	26.9	56.4	73	16.9	43.7	58.5
III	42.4	54.7	85.1	32.3	43.5	70.8
IV	71.4	52.7	86.1	60.4	43.1	73.7
V	94.5	51.2	82.4	82.1	42.7	71.1
VI	101.6	50	68	89.7	41.9	59.1
VII	99.5	48.8	-	88.2	37.6	-
VIII	92.3	43.5	-	82.5	18.4	-
IX	66.9	16.9	-	67.5	-	-
X	30.6	-	-	38.8	-	-
Total	647.3	425.6	449.3	578.2	363.8	385.8

Hasil analisis pengunduran jadwal tanam dalam kaitannya dengan efisiensi irigasi menunjukkan bahwa dengan memundurkan jadwal tanam jagung dari tanggal 11-21 April menjadi 6 Mei maka akan mengefisienkan pemberian air sebanyak 69,1 m³/musim/ha, demikian pula dengan komoditas kacang tanah dan bawang merah yang juga mengalami penurunan kebutuhan air irigasi masing-masing selama 61,8 dan 63,5 m³/musim/ha.

Operasi Sumur Airtanah Dangkal

Agar kepastian pemenuhan kebutuhan air tanaman lebih terjamin maka alternatif yang dapat dilakukan adalah perbaikan sistem operasionalisasi irigasi melalui penerapan teknologi pemompaan yang rasional yaitu tepat jumlah, waktu dan tepat sasaran di daerah perakaran tanaman sehingga keberlanjutan sistem irigasi pompa tetap terjaga. Pada lokasi penelitian di Ds. Loru telah dilakukan pengeboran airtanah dangkal dan uji pemompaan terlebih dulu. Hasil uji kalibrasi debit pemompaan dapat dilihat pada Gambar 7.

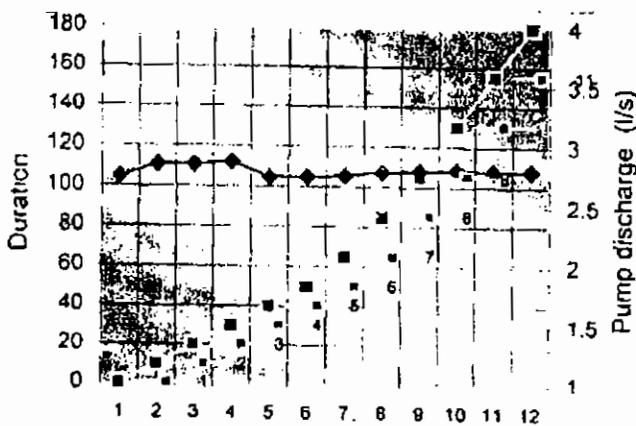


Figure 7. Fluctuations of pumping discharge during calibration test

Berdasarkan kondisi pengamatan di lapangan diperoleh bahwa pemasangan pompa pada kedalaman akuifer melebihi 9 m harus diletakkan di dasar sumur yang

terbuat dari pasangan batu merah dengan penempatan mesin (dibantu dengan *v-belt* panjang) di atas permukaan sumur atau kadang berdamping dengan pompanya terletak di dasar sumur. Guna menekan *priming time* maka pada beberapa pipa isap sebelum pengeluaran dibantu dengan tambahan pompa isap model engkol (Dragon). Dengan cara memasang pipa isap dikombinasikan dengan pipa pada kedalaman 10 m, untuk kedalaman pengeboran 25 m maka daya mesin penggerak pompa dapat diturunkan dari 10 HP menjadi 7 HP dengan debit 2,8 l/det dan tinggi pengangkatan 12 m.

Pengaturan pergiliran air pada tanaman bertujuan untuk mengoptimalkan pemanfaatan airtanah dalam mendukung pola tanamnya, sedangkan eksploitasi kerja mesin dilakukan melalui pembuatan pedoman sistem operasi pompa guna mendukung efisiensi pemberian air. Pedoman operasional pompa dalam satu tahun pada jadwal tanam introduksi (tanam 6 Mei) berdasarkan fase pertumbuhan tanaman dapat dilihat pada Gambar 8.

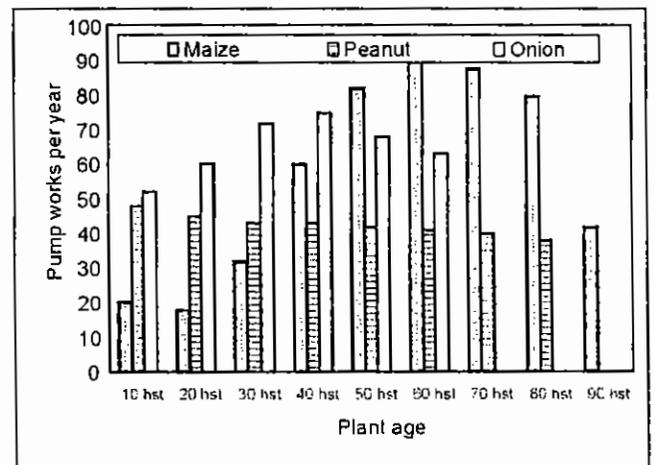


Figure 8. Annual pump operations system based on plant growth phase

Pada Gambar 8 terlihat jam operasi pompa meningkat mulai fase vegetatif tanaman dan mencapai puncaknya pada fase antara pembentukan malai (*tasseling*) sampai pengisian biji (*grain filling*). Pemberian air jagung

yang tinggi pada fase tersebut ditujukan untuk merangsang stomata daun untuk melakukan fotosintesis. Kekurangan air pada fase ini berakibat pada menurunnya fotosintesis serta tertundanya pertumbuhan bunga betina (ditandai meningkatnya interval antara *anthesis* dan *silking*) yang berakibat pada penurunan produksi 50%. Total jam kerja pompa pada MT I dan MT II pada tanaman jagung, kacang tanah dan bawang merah adalah 506,8 jam, 342,6 jam dan 382,7 jam. Tanaman bawang meskipun umur panennya hanya 60 hari namun kebutuhan irigasinya lebih tinggi dibandingkan kacang tanah. Hal ini disebabkan karena rendahnya indeks luas daun tanaman (penutupan tajuk rendah) sehingga penggunaan air konsumtif dalam bentuk evaporasi tanah dan transpirasi tanaman menjadi tinggi.

Pengelolaan Polatanam dan Irigasi pada Lokasi Pengkajian

Sistem irigasi airtanah dangkal yang dibuat di Ds. Loru secara signifikan telah meningkatkan gairah petani untuk meningkatkan intensitas pertanian. Pengelolaan pola tanam diserahkan kepada petani kooperator untuk menentukan komposisi yang akan ditanam. Pada pengkajian di Ds. Loru petak pertanian ditanami berbagai komoditas antara lain kacang tanah, jagung dan bawang merah varietas lokal. Metode irigasi yang diterapkan adalah alur terbuka sepanjang baris pertanian. Pembuatan alur dilakukan dengan cara menggulud dengan ketinggian gulud 20 cm dan lebar 30 cm. Penempatan petakan masing-masing jenis tanaman dari letak sumur berdasarkan jumlah kebutuhan dan frekuensi pemberian air serta letak lahan. Karena sumur terletak agak jauh dari lahan maka untuk meningkatkan tekanan air maka pada outlet bak dipasang pompa listrik 125 watt yang akan meningkatkan debit aliran di lahan sampai $0.2 \text{ l/det} \times 4 = 0.8$ dengan sistem operasi simultan pada empat lokasi penempatan kran. Pengelolaan polatanam yang baik harus diikuti dengan pengelolaan penjatahan air sesuai dengan tingkat ketersediaan hujan dan air pada permukaan. Simulasi pengoperasian pompa di Ds. Loru, dengan debit 2.8 l/det dapat digunakan untuk menentukan luas layanan maksimal dari sistem irigasi pompa. Hasil analisis menunjukkan pengoperasian pompa ternyata hanya mampu melayani daerah seluas $\pm 1,97$ ha dengan pengaliran pemberian air pada interval 5-10 hari per aplikasi.

Analisis Kelayakan Penerapan Irigasi Airtanah dangkal

Salah satu pertimbangan penerapan irigasi pompa airtanah dangkal adalah kelayakan teknologi ditingkat pengguna. Analisis tersebut dipergunakan untuk menyatakan bahwa alat yang dipakai oleh pengguna layak secara ekonomi untuk diterapkan. Analisis kelayakan pengembangan irigasi airtanah dangkal dilakukan dengan menghitung biaya pokok pengoperasian, nisbah untung rugi (B/C-ratio), *net present value* (NPV), BEP dan IRR dengan menggunakan beberapa asumsi. Rekapitulasi hasil analisis kelayakan penerapan irigasi airtanah dangkal pada pertanian jagung, kacang tanah dan bawang merah dapat dilihat pada Tabel 4.

Table 4. Economic analysis of shallow groudwater irrigation

Economic items	Maize	Peanut	Onion
NPV	2,415,074	7,181,677	12,214,551
B/C ratio	1.25	1.83	2.36
IRR	56.49	121.86	117.97
BEP	1,484,458	1,119,681	1,150,503

Penggunaan pompa airtanah ditingkat petani mempunyai peran yang signifikan terhadap peningkatan pendapatan petani. Hal ini ditunjukkan oleh nilai parameter ekonomi yang bagus. Sebagai contoh pada pertanian jagung nilai B/C rasio = 1,25; NPV = Rp 2.415.074, BEP = Rp 1.484.458 dan IRR = 56,49%. Kondisi yang sama juga pada komoditas kacang tanah dan bawang merah lokal dengan nilai B/C rasio = 1,83 dan 2,36, NPV = 7.181.677 dan 12,214,551, BEP = Rp 1.199.681 dan Rp 1.150.053 dan IRR = 121,86 dan 117,97. Hasil tersebut menunjukkan teknologi yang diintroduksikan layak diterapkan di tingkat petani, karena meningkatkan pendapatan petani.

KESIMPULAN

Sistem irigasi airtanah dangkal yang dikembangkan secara signifikan telah meningkatkan gairah petani untuk meningkatkan intensitas pertanian dengan memanfaatkan irigasi airtanah sebagai suplesi khususnya pada tanaman yang mempunyai nilai ekonomi tinggi. Dalam upaya menurunkan beban dan biaya penyiraman maka dianjurkan untuk mengundurkan jadwal tanam sekitar 2-3 minggu sehingga total kebutuhan irigasi bisa diturunkan antara 500-600 m³/ha. Pengunduran jadwal tanam menjadi bulan Mei (MT I) dan November (MT II) juga menurunkan total jam operasi pompa antara 66,5 jam/tahun/ha.- 140 jam/tahun/ha.

Berdasarkan hasil analisis kelayakan pengembangan irigasi pompa airtanah dangkal dengan empat indikator utama yaitu B/C rasio, NPV, IRR dan BEP menunjukkan teknologi tersebut layak diterapkan pada lahan kering dengan asumsi operasi irigasi sebagai suplesi kebutuhan tanaman. Namun perlu dipikirkan peningkatan dimesi pompa dalam upaya menurunkan biaya operasional pompa karena biaya operasional/liter air lebih tinggi pada pompa yang diameter pompanya kecil.

DAFTAR PUSTAKA

- Aqil, Muhammad, I.U. Firmansyah, Abi Prabowo dan IGP. Sarasutah, 2001. Penetapan Jadwal Tanam Jagung dan Sorgum Berdasarkan Kebutuhan Air Tanaman dan Ketersediaan Airtanah. Makalah Seminar Mingguan Balitjas.
- Cassan, K.G., and Pingali, P.L. 1995. Extrapolating Trends from Long-term Experiments of Farmers' Field: The Case of Irrigated Systems in Asia. In: Agricultural Sustainability: Economic, and Environmental and Statistical Considerations. V. Barnett, R. Panne and Teiner (eds). John Willy, England. P. 64-68.

- Cimmyt, 1998. From Agronomic Data to Farmer Recommendations. An Economics Training Manual. Mexico. D.R.
- Doorenbus, J., and Pruitt, W.O., 1984. Guidelines for Predicting Crop Water Requirements, FAO Irrigation and Drainage Paper No. 24 Rome.
- Fajardo, F.F., 1988. Morphophysiological of Ten Peanut (*Arachis hypogaea* L) Varietas Stress. The Philippines Agricultural.
- Feld, S.A. 1994. Environmental Impact Assessment and Policy Management/monitoring System of National Water Resources Policy for Indonesia. Field Document of UNDP/FAO project INS/90/024, National water resources policy. FAO, Jakarta.
- IIMI (International Irrigation Management Institute). 1992. Developing Environmentally Sound and Lasting Improvements in Irrigation Management: the role of international research. IIMI, Colombo.
- Seckler, D., U. Amarsinghe. 2000. Water Supply and Demand, 1995-2025. The Research Context Water Scarcity and Major Uses. In Water for Food. Nature and Rural Livelihoods. Scientific Thinking and Results. People Behind The Research. Publication and Outputs. International Water Management Institute. Annual Report 1999-2000. International Water Management Institute.
- Smith, Martin., 1993. Climwat for Cropwat (A climatic database for irrigation planning and management). FAO Irrigation and Drainage Paper No. 46. Rome.
- Subandi, IGP. Sarasutha, Abi Prabowo, Firdaus Kasim, Mappaganggang, W. Wakman dan Djafar Baco, 1998. Peningkatan produksi dan Muru Hasil Jagung untuk Pangan, Pakan dan Perolehan Devisa. Makalah disampaikan pada evaluasi.
- Zandztra, H.G., Price, E.C., Litsinger, J.A. and Morris, R.A., 1981. A Methodology for on Farm Cropping Systems Research. IRRI Los Banos Philippines.