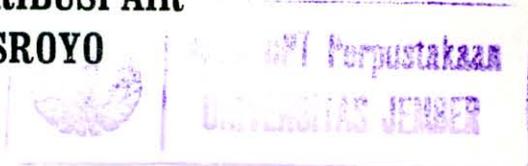
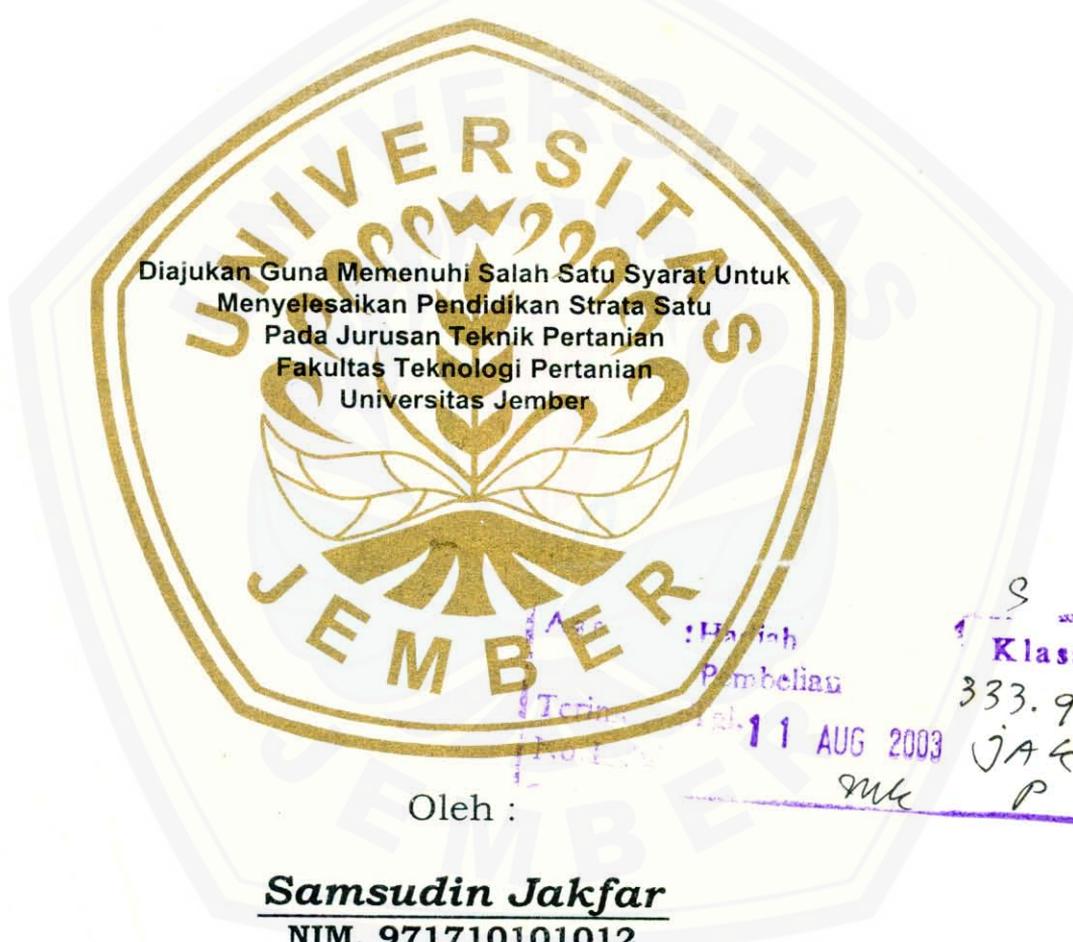


**PENGUKURAN EFISIENSI IRIGASI DAN
PENGUNAANNYA DALAM DISTRIBUSI AIR
DI DAERAH IRIGASI WONOSROYO**



**KARYA ILMIAH TERTULIS
(SKRIPSI)**



Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat Untuk
Menyelesaikan Pendidikan Strata Satu
Pada Jurusan Teknik Pertanian
Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Jember

Oleh :

Samsudin Jakfar
NIM. 971710101012



**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2003**

Diterima oleh Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember sebagai **Karya Ilmiah Tertulis (skripsi)**

Dipertahankan pada :

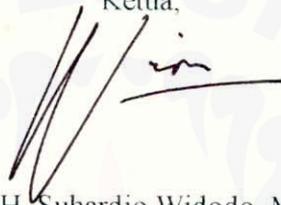
Hari : Kamis

Tanggal : 03 Juli 2003

Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Jember

Tim Penguji

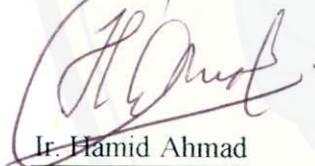
Ketua,



Ir. H. Suhardjo Widodo, MS

NIP. 130 608 231

Anggota I



Ir. Hamid Ahmad

NIP. 131 386 655

Anggota II



Ir. Wagito

NIP. 130 516 238

Mengesahkan

Dekan,



Ir. Hj. Siti Hartanti, MS

NIP. 130 350 763



DOSEN PEMBIMBING :

1. Ir. H. SUHARDJO WIDODO, MS (DPU)
2. Ir. HAMID AHMAD (DPA)

MOTTO :

Keinginan orang tua dan Tekadku untuk meraih sarjana, terbayangi kehidupan keluarga yang pas - pasan. Tanpa terasa walau tertatih - tatih aku bisa juga menggapainya, inilah bukti kekuasaan penciptaku yang tidak bisa diragukan lagi.

(Hasil Perenungan)

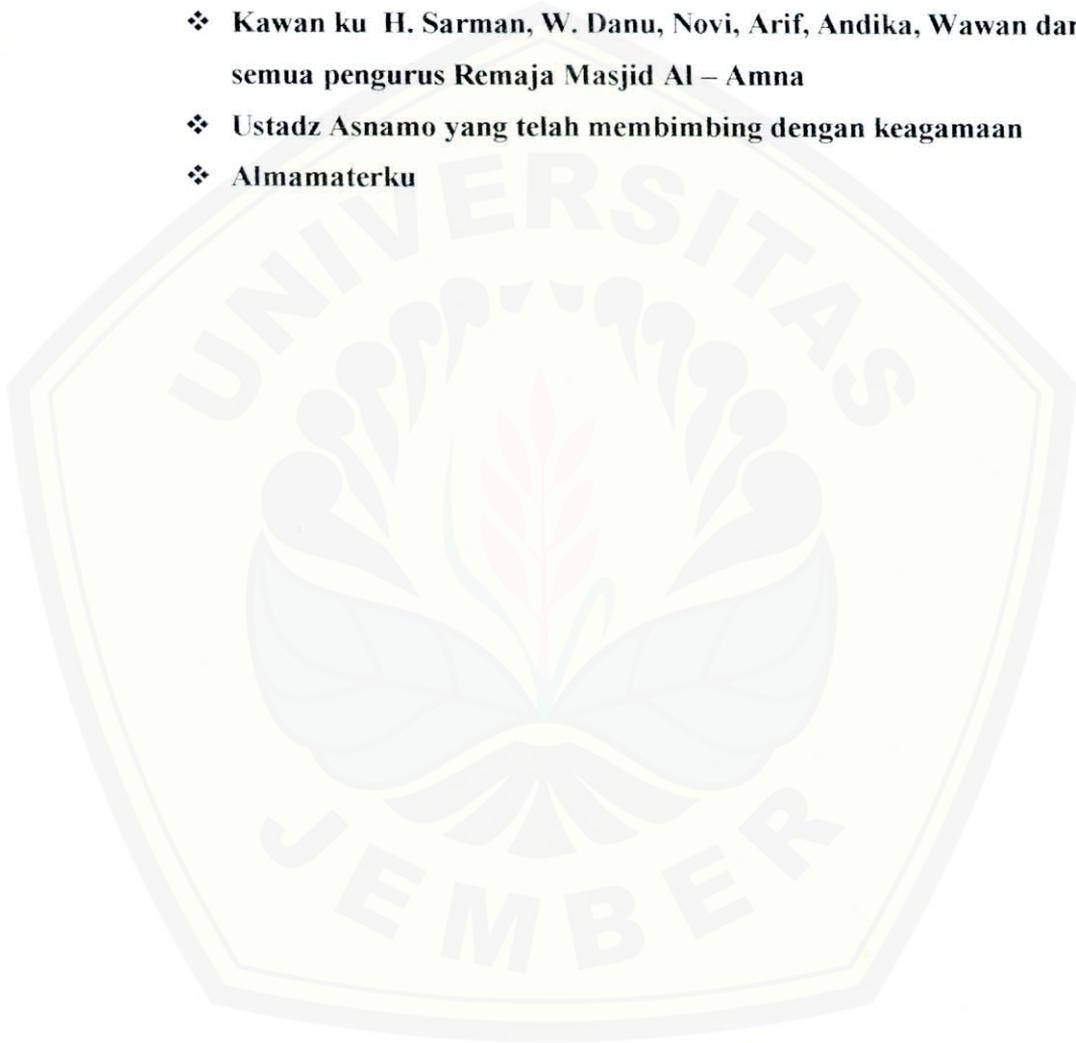
Keutamaan orang yang berilmu daripada orang yang beribadah adalah seperti keutamaan bulan purnama di atas semua bintang.
(H.R. Abu Dawud – At Turmudzi)

قَالَ إِنَّمَا الْعِلْمُ عِنْدَ اللَّهِ وَإُبَلِّغُكُمْ مَا أُرْسِلْتُ
بِهِ وَلَكِنِّي أَرَى كُفْرًا تَجْهَلُونَ (٢٣)

“ Ia berkata, “ Sesungguhnya ilmu pengetahuan itu hanya pada sisi Allah “. (Q.S : Al Ahqaf : 23)

Karya Tulis ini kupersembahkan kepada :

- ❖ Ayahanda dan Ibunda yang tersayang
- ❖ Kakakku , adikku dan keluargaku tercinta
- ❖ Teman seperjuangan dan penghibur kesudahan, yang selalu kuingat (Faizal Reza)
- ❖ Kawan ku H. Sarman, W. Danu, Novi, Arif, Andika, Wawan dan semua pengurus Remaja Masjid Al – Amna
- ❖ Ustadz Asnamo yang telah membimbing dengan keagamaan
- ❖ Almamaterku



KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas rahmat dan hidayahNya selalu, sehingga Karya Ilmiah Tertulis (skripsi) ini dapat terselesaikan dengan baik.

Karya Ilmiah Tertulis ini berjudul **Pengukuran Efisiensi Irigasi dan Penggunaannya Dalam Distribusi Air di Daerah Irigasi Wonosroyo.**

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada :

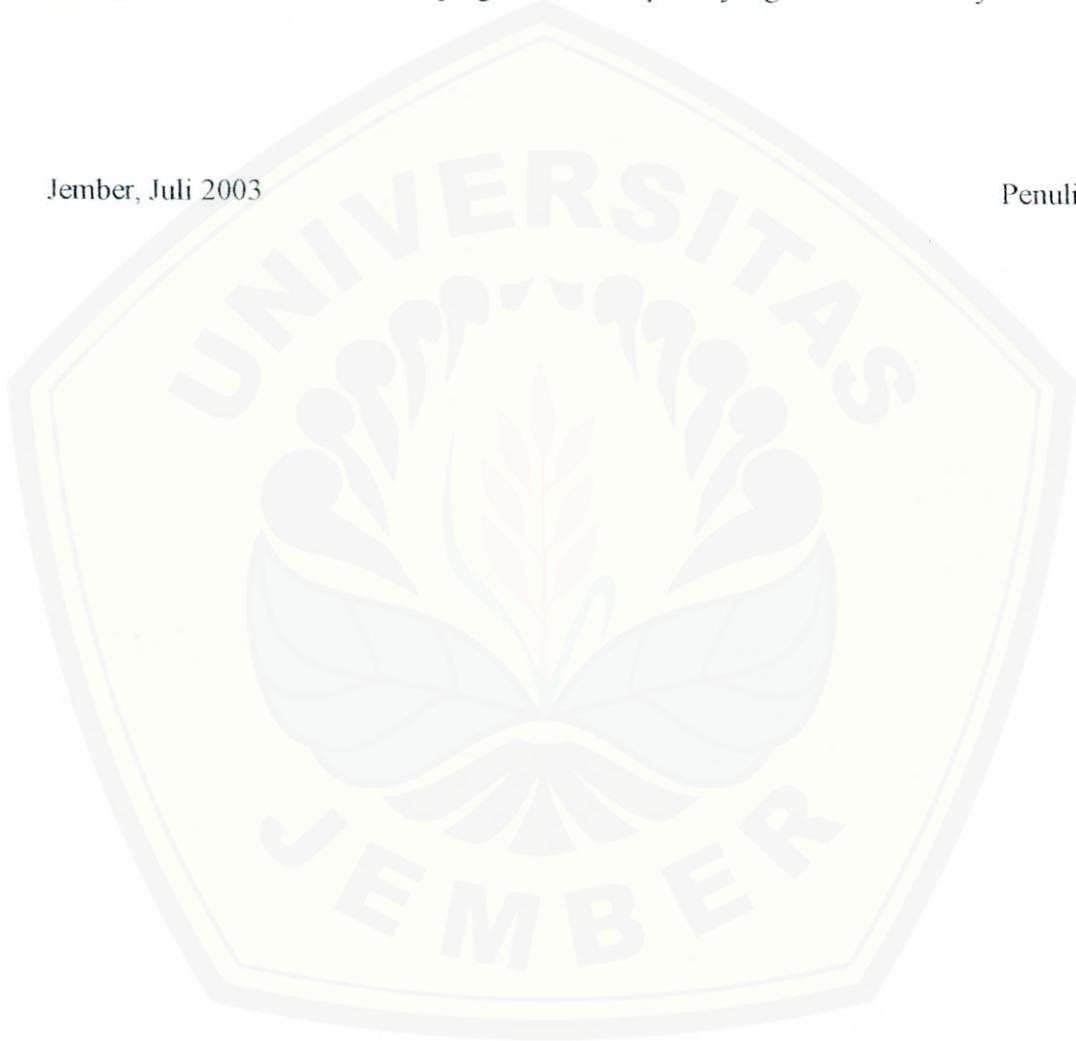
1. Ibu Ir. Hj. Siti Hartanti, MS, selaku Dekan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember, yang telah membantu dan memberikan ijin dalam melaksanakan penelitian ini;
2. Bapak Ir. Siswijanto, MP, selaku ketua Jurusan Teknik Pertanian, yang banyak membantu dan memberikan ijin dalam penelitian ini;
3. Bapak Ir. H. Suhardjo Widodo, MS dan Bapak Ir. Hamid Ahmad, sebagai dosen pembimbing atas segala petunjuk dan bimbingannya selama penelitian dan penyusunan Karya Ilmiah Tertulis ini;
4. Bapak Ir. Wagito, selaku sekretaris penguji atas segala petunjuk dan saran yang diberikan dalam penyusunan Karya Ilmiah Tertulis ini;
5. Kepala Dinas Pengairan Bondowoso beserta staf, yang berkenan memberikan ijin dan membantu pelaksanaan penelitian ini;
6. Bapak Muhammad dan H. Sarman Farisi, yang telah dengan sabar membantu dan memberikan nasehat dalam pelaksanaan penelitian; dan
7. Ayahanda Moch. Sahra dan Ibunda Sa'iyah yang selalu mendorong, mendo'akan dan berkorban dengan setulus hati dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Selanjutnya penulis menyadari bahwa karya tulis ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu sangat diharapkan saran serta kritik yang bijaksana guna kesempurnaan karya tulis ini.

Selanjutnya harapan penulis, semoga Karya Ilmiah Tertulis yang sederhana ini dapat bermanfaat dan bisa dipergunakan oleh pihak yang membutuhkannya.

Jember, Juli 2003

Penulis



DAFTAR ISI

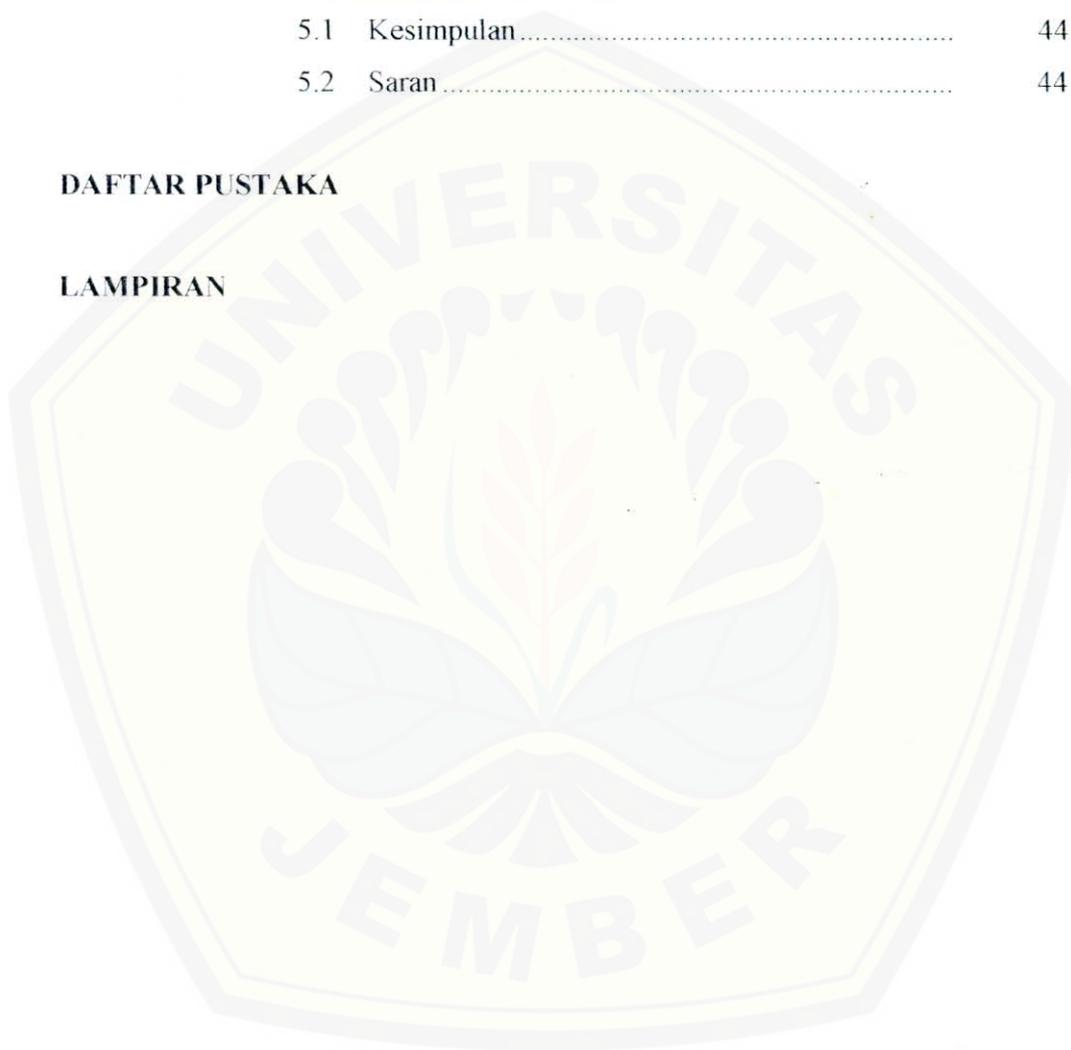
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
MOTTO	iv
LEMBAR PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
RINGKASAN	xiv
BAB I : PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan	2
1.3 Manfaat	3
BAB II : TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Eksploitasi dan Pemeliharaan Jaringan Irigasi ...	4
2.2 Kebutuhan Air	4
2.2.1 Kebutuhan air di sawah.....	5
2.2.2 Penyiapan lahan untuk padi.....	5
2.2.3 Kebutuhan air untuk palawija	7
2.3 Efisiensi Irigasi	8
2.4 Air Yang Tersedia	9
2.5 Pola Tanam	10
2.6 Pemberian Air Irigasi.....	10
2.7 Faktor Palawija Relatif.....	11
2.8 Luas Palawija Relatif.....	11
2.9 Pengukuran Debit Air Secara Langsung	12

2.9.1	Bangunan ukur tipe cipoletti	13
2.9.2	Bangunan ukur tipe crump weir	14
2.9.3	Bangunan ukur thompson.....	16
2.9.4	Bangunan ukur parshall flume	17
2.9.5	Bangunan ukur tipe dremple	19
2.10	Pengukuran Debit Air Secara Tidak Langsung..	19
2.10.1	Pengukuran debit dengan current meter ...	20
2.10.2	Pengukuran debit dengan pelampung.....	22
BAB III	: METODOLOGI PENELITIAN	
3.1	Waktu dan Tempat Penelitian.....	23
3.2	Alat dan Bahan Penelitian	23
3.3	Metode penelitian	23
3.3.1	Survey pembagian air di Daerah Irigasi Wonosroyo	23
3.3.2	Analisa pembagian air.....	24
3.3.3	Metode pengukuran debit.....	25
3.3.4	Metode pembuatan grafik hubungan Q dan H hasil kalibrasi.....	26
BAB IV	: HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1	Keadaan Umum	28
4.1.1	Lokasi dan topografi.....	28
4.1.2	Keadaan jaringan irigasi.....	28
4.1.3	Pola tanam di Daerah Irigasi Wonosroyo .	29
4.2	Sistem Pembagian Air Yang Dianjurkan.....	30
4.3	Analisa Pembagian Air.....	33
4.3.1	Analisa debit andalan	33
4.3.2	Kalibrasi bangunan ukur	33
4.3.3	Perhitungan efisiensi irigasi	35
4.4	Pembagian Air.....	35

4.4.1	Analisa pembagian air rencana	37
4.4.2	Analisa debit rencana dan debit pelaksanaan	39
4.4.3	Perhitungan giliran	40
4.4.4	Pola tanam rencana.....	43
BAB V	: KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1	Kesimpulan.....	44
5.2	Saran.....	44

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul	Halaman
2.1	Bangunan ukur cipoletti	14
2.2	Penampang bangunan ukur crump weir	15
2.3	Penampang melintang bangunan ukur thompson	16
2.4	Penampang bangunan ukur parshall flume terlihat dari atas dan samping	17
2.5	Bangunan ukur dremple dan profil pemasangan sekat ukur	19
3.1	Skema kontruksi Daerah Irigasi Wonosroyo atas	24
4.1	Grafik hubungan Q dan H hasil kalibrasi	34
4.2	Peta skema eksploitasi bulan Juni periode 2 tahun 2002 ...	42

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul	Halaman
2.1	Kebutuhan air irigasi selama penyiapan lahan	7
2.2	Rumus parshall flume untuk berbagai ukuran	18
2.3	Angka faktor koreksi untuk $W = 1$ sampai 8 kaki	18
2.4	Nilai a dan b pada current meter	20
4.1	Intensitas tanaman di Daerah Irigasi Wonosroyo	30
4.2	Contoh perhitungan kebutuhan air pada petak tersier	31
4.3	Analisa debit andalan	32
4.4	Debit hasil kalibrasi	33
4.5	Persamaan debit hasil kalibrasi di BW III	34
4.6	Perbedaan debit baku dan debit hasil kalibrasi	35
4.7	Perhitungan efisiensi irigasi tahun 2001 – 2002	36
4.8	Perbandingan debit rencana dan debit pelaksanaan	40

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Judul	Halaman
1	Tabel nilai a dan b pada current meter	48
2	Data debit hasil kalibrasi pada bangunan ukur di BW III.....	49
3	Perhitungan regresi berpangkat.....	50
4	Macam dan keadaan bangunan ukur	52
5	Perhitungan Faktor Palawija Relatif.....	53
6	Struktur organisasi Dinas Pengairan Bondowoso.....	58
7	Peta kontruksi Daerah Irigasi atas.....	59
8	Peta skema eksploitasi Daerah Irigasi Woonosroyo hulu	60

Nama: Samsudin Jakfar, Jurusan: Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember, **Judul: Pengukuran Efisiensi Irigasi dan Penggunaannya Dalam Distribusi Air di Daerah Irigasi Wonosroyo.** DPU: Ir. H. Suhardjo Widodo, MS, DPA: Ir. Hamid Ahmad.

ABSTRAK

Telah diketahui bahwa kebutuhan air selalu berubah-ubah dari waktu ke waktu, demikian juga jumlah air yang tersedia. Tanpa pengaturan pemberian air yang baik maka sangat besar kemungkinan terjadinya kelebihan air pada suatu waktu dan kekurangan air pada waktu yang lain. Dari permasalahan di atas maka perlu dilakukan pengukuran efisiensi untuk mengetahui berapa air yang hilang, yang selanjutnya bisa diketahui juga berapa debit yang tersedia, yang bisa dijadikan pertimbangan dalam pendistribusian air.

Pengukuran efisiensi di saluran pembawa secara tidak langsung akan meneliti kevalidan dari bangunan pengukur debit yang ada, sehingga kalau ada bangunan yang dalam pelaksanaannya menghasilkan data yang tidak benar, maka harus dilakukan kalibrasi. Pada penelitian ini didapatkan bangunan ukur pada BW III yang bertipe cipoletti sudah tidak tepat lagi dalam menghasilkan data debit. Selanjutnya pada bangunan ukur ini dilakukan kalibrasi untuk mendapatkan data hubungan Q dan H yang benar pada beberapa ketinggian, dari hasil kalibrasi diketahui persentase perbedaan antara debit hasil kalibrasi dengan debit baku yang ditulis Juru sebesar 10%, yang membuktikan bahwa bangunan ukur tersebut sudah mengalami kerusakan.

Dari hasil pengukuran efisiensi selanjutnya dilakukan analisa pemberian debit dan FPR rencana yang dapat dijadikan bahan perbandingan dengan debit dan FPR pelaksanaan yang menggunakan data sekunder pada waktu sebelumnya.

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Upaya peningkatan produksi pertanian masih terus dilakukan, dengan tujuan untuk memenuhi kebutuhan manusia yang terus meningkat sejalan dengan pertumbuhan penduduk yang terus bertambah. Kebutuhan manusia akan menuntut produksi pertanian dalam kuantitas dan kualitas yang tinggi. Salah satu faktor yang perlu mendapat perhatian dalam peningkatan produksi pertanian adalah ketersediaan air untuk memenuhi kebutuhan hidup tanaman.

Air adalah salah satu faktor yang tidak bisa dilepaskan dari produksi pertanian. Untuk memperoleh produksi pertanian dengan kualitas yang tinggi, dibutuhkan air dalam jumlah, cara pemberian dan waktu yang tepat.

Jumlah kebutuhan air yang dibutuhkan oleh tanaman pada suatu siklus hidupnya tergantung pada tanaman itu sendiri. Air yang dibutuhkan dipergunakan untuk mengganti kehilangan air akibat evaporasi, transpirasi dan perkolasi.

Upaya pemenuhan kebutuhan air tanaman tersebut dikenal dengan istilah *irigasi*. Sumber air tidak saja digunakan untuk kepentingan irigasi pertanian, akan tetapi juga dimanfaatkan untuk keperluan industri dan rumah tangga.

Bertitik tolak dari permasalahan di atas, maka penggunaan air irigasi yang tersedia harus dimanfaatkan secara efektif dan efisien guna memperoleh efisiensi irigasi yang sebesar-besarnya, sehingga lahan yang mampu terairi akan didapat keuntungan yang maksimum dari usaha tani tersebut. Guna memanfaatkan air irigasi yang optimal berdasarkan pada jumlah ketersediaan air yang ada, maka diperlukan suatu metode pemberian yang menjamin terpenuhinya kebutuhan air bagi pertumbuhan tanaman. Salah satu cara yang dapat dipakai adalah dengan menghitung parameter-parameter efisiensi irigasi, kebutuhan air tanaman, debit aliran dan ketersediaan air yang tersusun dalam suatu metode pembagian air.

Agar penyaluran air pengairan ke suatu areal lahan pertanian dapat diatur dengan sebaik-baiknya, maka dalam pelaksanaannya perlu dilakukan pengukuran debit air. Bila pengeluaran air dapat terkendali dengan melalui pengukuran debit air, maka masalah pembagian air pengairan dapat di atasi tanpa



menimbulkan gejolak di masyarakat petani pemakai air pengairan. Pengukuran debit air dapat dilakukan langsung maupun secara tidak langsung, dapat dilakukan dengan beberapa metode dan alat-alat pengukur (Kartasapoetra dkk, 1994).

Berdasarkan prinsip aliran kritis maka berbagai bangunan pengukur debit telah dibuat, aliran kritis ditentukan keadaan di sebelah hilirnya, yang dapat menyebabkan adanya arus balik, apabila aliran kritis terjadi pada penampang kendali buatan sebagai alat ukur debit maka tinggi muka air di sebelah hulu harus tidak tergantung tinggi muka air di sebelah hilirnya dan aliran yang mengalir melalui penampang tersebut disebut modular (Soewarno, 1991).

Bangunan ukur merupakan salah satu komponen yang sangat menentukan dalam kegiatan eksploitasi irigasi. Hal ini karena bangunan ukur berfungsi untuk mengukur debit yang dialirkan ke petak-petak lahan. Suatu bangunan ukur yang dibangun haruslah sesuai dengan ketentuan yang ada dan debit yang keluar dari bangunan ukur tersebut juga sesuai dengan tinggi air pada papan duga.

Pengukuran debit dimaksudkan untuk mendapatkan hubungan antara tinggi muka air di atas bangunan ukur dengan debit, dan berdasarkan hubungan tersebut dapat dilakukan perhitungan debit untuk mendapatkan data debit yang berkesinambungan. Data debit yang berkesinambungan dan tersedia dalam jangka waktu yang lama akan bermanfaat sekali dalam berbagai kebutuhan, antara lain evaluasi keseimbangan air dari suatu Daerah Pengaliran Sungai (DPS) dan perencanaan bangunan-bangunan hidrolik (Soewarno, 1991).

1.2 Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. mengkalibrasi bangunan ukur;
2. menghitung efisiensi irigasi;
3. menganalisa ketersediaan air irigasi;
4. menghitung pembagian air; dan
5. menganalisa sistem giliran.

1.3 Fungsi

Kegunaan dari hasil penelitian ini diharapkan nantinya dapat dipakai sebagai salah satu masukan dalam usaha untuk penyempurnaan eksploitasi irigasi di Daerah Irigasi tersebut sehingga dapat meningkatkan produksi pertanian.



II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Eksploitasi dan Pemeliharaan Jaringan Irigasi

Areal tanah pertanian dengan sistem irigasi teknis atau setengah teknis yang menerima air irigasi dari satu sumber disebut Daerah Irigasi, yang terdiri dari petak-petak tersier dan selanjutnya dibagi menjadi petak-petak kwarter (Anonim, 1977). Eksploitasi jaringan irigasi dalam pengertian sempit adalah pengaturan pintu-pintu dan bangunan-bangunan pengatur air untuk menyadap air dari sumber air, memasukkannya ke petak-petak sawah serta membuang kelebihannya ke saluran pembuang.

Dalam pengertian luas eksploitasi jaringan irigasi adalah tata guna air irigasi (*irrigation water management*) yaitu kesatuan proses penyadapan air dari sumber air, pengaturan, pengukuran dan pembagian air di dalam jaringan, serta pemberian air ke petak-petak sawah dan pembuangan air yang berlebihan secara rasional, sehingga:

- a. air yang tersedia digunakan dan dimanfaatkan secara efektif dan efisien;
- b. air yang tersedia dibagi secara adil dan merata;
- c. air diberikan ke petak-petak sawah secara tepat sesuai dengan kebutuhan pertumbuhan tanaman (tepat caranya, tepat jumlahnya dan tepat waktunya); dan
- d. akibat-akibat negatif yang mungkin ditimbulkan oleh air dapat dihindarkan.

(Hamudji Waluyo, 1986).

Pemeliharaan jaringan irigasi adalah perawatan dan perbaikan-perbaikan yang harus dilaksanakan secara teratur dan terus menerus untuk menjamin keselamatan dan kelestarian jaringan irigasi sehingga pelaksanaan eksploitasinya dapat selalu berjalan dengan baik (Hamudji Waluyo, 1986).

2.2 Kebutuhan Air

Kebutuhan air untuk suatu areal pertanian dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu jenis tanah, keadaan topografi, keadaan iklim, macam tanaman dan

cara pemberian air. Secara umum jumlah kebutuhan air dapat diperinci menjadi 3 tingkatan yaitu sebagai berikut:

- a. kebutuhan air tanaman (*crop water requirement*) yang terdiri dari kebutuhan konsumtif atau evapotranspirasi;
- b. kebutuhan air untuk suatu luasan areal pertanaman (*field water requirement*) yang meliputi evapotranspirasi, air untuk penjemuran, perkolasi dan aliran permukaan;
- c. kebutuhan air untuk suatu luasan daerah irigasi (*irrigation water requirement*) yang meliputi evapotranspirasi, air untuk penjemuran tanah, perkolasi, aliran permukaan serta kehilangan air selama dalam penyaluran, baik yang berupa perembesan, evaporasi ataupun bocoran.

(Anonim, 1977).

2.2.1 Kebutuhan air di sawah

Kebutuhan air di sawah untuk padi ditentukan oleh faktor-faktor berikut :

- a. penyiapan lahan;
- b. penggunaan konsumtif;
- c. perkolasi dan rembesan;
- d. penggantian lapisan air; dan
- e. curah hujan efektif.

Kebutuhan total air di sawah mencakup faktor **a** sampai dengan **d**. kebutuhan bersih air (NFR) di sawah juga memperhitungkan curah hujan efektif (Anonim, 1986).

2.2.2 Penyiapan lahan untuk padi

Kebutuhan air untuk penyiapan lahan umumnya menentukan kebutuhan maksimum air irigasi pada suatu proyek irigasi. Faktor-faktor penting yang menentukan besarnya kebutuhan air untuk penyiapan lahan adalah :

- a. lamanya waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan penyiapan lahan;
- b. jumlah air yang diperlukan untuk penyiapan lahan

Untuk tanah bertekstur berat, tanpa retak-retak kebutuhan air untuk penyiapan lahan diambil 200 mm, ini termasuk air untuk penjemuran dan pengolahan tanah. Pada permulaan transplantasi tidak akan ada lapisan air yang tersisa di sawah. Setelah transplantasi selesai, lapisan air di sawah akan ditambah 50 mm. Secara keseluruhan, ini berarti bahwa lapisan air yang diperlukan menjadi 250 mm untuk penyiapan lahan dan untuk lapisan air awal setelah transplantasi selesai. Untuk tanah-tanah ringan dengan laju perkolasi yang lebih tinggi, harga-harga kebutuhan air untuk pengolahan lahan bisa diambil lebih tinggi lagi (Anonim, 1986).

Untuk perhitungan kebutuhan irigasi selama penyiapan lahan, digunakan metode yang dikembangkan oleh Van De Goor dan Zijlstra (1968). Metode tersebut didasarkan pada laju air konstan dalam 1/det selama periode penyiapan lahan dan menghasilkan rumus berikut (Anonim, 1986) :

$$IR = \frac{Me^k}{e^k - 1} \quad (2.1)$$

dimana :

IR = kebutuhan air irigasi di tingkat persawahan (mm/hari)

M = kebutuhan air untuk mengganti kehilangan air akibat evaporasi dan perkolasi disawah yang sudah dijenuhkan

$M = E_o + P$ (mm/hari)

E_o = evaporasi air terbuka yang diambil 1,1 E_{To} selama penyiapan lahan (mm/hari)

P = perkolasi

Faktor K dapat dicari dengan persamaan :

$$k = MT/S \quad (2.2)$$

T = jangka waktu penyiapan lahan (hari)

S = kebutuhan air untuk penjemuran ditambah dengan lapisan air 50 mm, yakni $200 + 50 = 250$ mm seperti diterangkan diatas.

e = konstanta.

Tabel 2.1 Kebutuhan Air Irigasi Selama Penyiapan Lahan

Eo + P mm/hari	T= 30 hari		T = 45 Hari	
	S = 250 mm	S = 300 mm	S = 250 mm	S = 300 mm
5,0	11,1	12,7	8,4	9,5
5,5	11,4	13,0	8,8	9,8
6,0	11,7	13,3	9,1	10,1
6,5	12,0	13,6	9,4	10,4
7,0	12,3	13,9	9,8	10,8
7,5	12,6	14,2	10,1	11,1
8,0	12,0	14,5	10,5	11,4
8,5	13,3	14,8	10,8	11,8
9,0	13,6	15,2	11,2	12,1
9,5	14,0	15,5	11,6	12,5
10,0	14,3	15,8	12,0	12,9
10,5	14,7	16,2	12,4	13,2
11,0	15,0	16,5	12,8	13,6

Sumber : Direktorat Jenderal Pengairan, 1986

Dari tabel diketahui harga M 5.0 mm/hari, dan jangka waktu penyiapan lahan (T) selama 30 hari kebutuhan airnya untuk penjenjutan (S) sebesar 250 mm. Selanjutnya didapatkan faktor koreksi sebesar 0.6, sehingga kebutuhan air selama penyiapan lahan didapatkan sebesar 11.1 mm/hari.

2.2.3 Kebutuhan air untuk palawija

Tanaman palawija umumnya, tidak membutuhkan kandungan air yang jenuh terlalu lama pada lapisan akarnya. Sesungguhnya air yang diperlukan oleh tanaman palawija hanyalah sebesar pengganti evapotranspirasi (ET). Pada tanaman palawija tidak ada perkolasi (sangat kecil), karena tidak ada genangan air (Hamuji Waluyo, 1986).

2.3 Efisiensi Irigasi

Beberapa konsep efisiensi irigasi yang diajukan oleh *Israelsen* (1962) ialah efisiensi penyaluran air (*water conveyance efficiency*), efisiensi pemakaian air (*water application efficiency*), efisiensi persediaan air (*water storage efficiency*), efisiensi penyebaran air (*water distribution efficiency*), dan efisiensi penggunaan air konsumtif (*consumptive use efficiency*).

Efisiensi penyaluran air adalah suatu angka yang dapat menunjukkan presentase air yang hilang di saluran pemberian air. Kehilangan air ini disebabkan oleh evaporasi, perembesan dan bocoran-bocoran. Besarnya efisiensi penyaluran air dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut (Anonim, 1977) :

$$E_c = \frac{W_f}{W_r} \times 100\% \quad (2.3)$$

di mana : E_c = efisiensi penyaluran air.

W_f = air yang sampai di areal pertanian.

W_r = air yang dialirkan dari sumber air.

Efisiensi pemakaian air ialah suatu angka yang dapat menunjukkan besarnya presentase air hilang disebabkan oleh perkolasi dan aliran permukaan. Besarnya efisiensi pemakaian air dinyatakan dengan persamaan (Anonim, 1977):

$$E_a = \frac{W_s}{W_f} \times 100\% \quad (2.4)$$

di mana : E_a = efisiensi pemakaian air.

W_s = air yang tersimpan di daerah penakaran.

Efisiensi persediaan air menunjukkan apakah air irigasi yang diberikan sudah memenuhi kebutuhan tanaman ditinjau dari segi defisit kebutuhan air dalam tanah dan kemampuan tanah menahan air. Besarnya efisiensi persediaan air dinyatakan dengan persamaan berikut (Anonim, 1977) :

$$E_s = \frac{W_s}{W_n} \times 100\% \quad (2.5)$$

di mana : E_s = efisiensi persediaan air.

W_s = air yang tersimpan di daerah perakaran.

W_n = air yang diperlukan untuk mengisi kekurangan air di daerah perakaran tanaman sebelum pemberian air.

Efisiensi penyebaran air biasanya dipakai sebagai suatu alat pembandingan dari berbagai sistem irigasi. Efisiensi penyebaran air menunjukkan keseragaman penyebaran air di daerah perakaran. Besarnya efisiensi penyebaran air dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut (Anonim, 1977) :

$$E_d = 1 - \left(\frac{Y}{d}\right) \times 100\% \quad (2.6)$$

di mana : E_d = efisiensi penyebaran air.

Y = rata-rata nilai mutlak deviasi kedalaman air yang ditahan di daerah perakaran tanaman.

Efisiensi penggunaan air konsumtif menunjukkan perbandingan antara transpirasi dengan evapotranspirasi. Kehilangan air yang disebabkan oleh evaporasi dari permukaan tanah dan gerakan air di daerah perakaran tanaman dapat dihitung dengan konsep efisiensi penggunaan air konsumtif yang dinyatakan dengan persamaan (Anonim, 1977) :

$$E_s = \frac{W_{cu}}{W_d} \times 100\% \quad (2.7)$$

di mana : E_{cu} = efisiensi penggunaan air konsumtif.

W_{cu} = transpirasi tanaman.

W_d = jumlah kelembaban yang hilang di daerah perakaran tanaman.

2.4 Air Yang Tersedia

Air yang tersedia di sungai untuk memenuhi kebutuhan tanaman berasal dari:

- a. Air hujan yang jatuh di Daerah Aliran Sungai (DAS); dan
- b. Air dari sumber air.

(Hamudji Waluyo, 1986).

Debit andalan adalah debit minimum sungai untuk kemungkinan terpenuhi yang sudah ditentukan yang dapat untuk keperluan irigasi. Kemungkinan

terpenuhi ditetapkan 80% (kemungkinan bahwa debit sungai lebih rendah dari debit andalan adalah 20 %) (Anonim, 1986).

2.5 Pola Tanam

Peningkatan efisiensi pemberian air irigasi pada areal pertanian dapat diupayakan dengan usaha pengaturan pola tanam. Pola tanam adalah pengaturan waktu, tempat, jenis tanaman dan luas pertanaman pada musim penghujan dan musim kemarau disertai dengan penggunaan air yang efisien untuk mendapatkan hasil yang maksimal (Sutrisno, 1984).

2.6 Pemberian Air Irigasi

Pemberian air untuk keperluan irigasi pada dasarnya tergantung pada beberapa faktor seperti keadaan iklim dan topografi, keadaan tanah dan macam tanaman, keadaan air tanah serta luas kompleks tanah pertanian.

Pemberian air irigasi disesuaikan dengan kepentingan serta macam tanaman seperti misalnya antara tanaman padi sawah dengan tanaman tebu dan palawija. Perbandingan pemberian air dapat berlainan pada setiap daerah pertanian. Di daerah pemberian air untuk padi sawah, tebu dan palawija pada umumnya diperhitungkan dengan perbandingan 4 : 1.5 : 1 di mana untuk padi gadu tak ijin diberikan air yang sama dengan palawija.

Untuk mengatasi kekurangan air pada permulaan musim hujan biasa dijalankan aturan golongan dalam pemberian air dengan perbedaan waktu 2 minggu. Dimisalkan areal sawah seluas A bau dengan 4 golongan dan pemberian air rata-rata sebanyak 0.8 lt/dt/bau, maka untuk setiap golongan dapat diperhitungkan pemberian airnya sebagai berikut :

- Pembibitan selama 2 minggu = $0.25 A \times 1.25 \times 0.8 = 0.25A$ l/dt.
- Pengolahan tanah selama 6 minggu = $0.25 A \times 1.50 \times 0.8 = 0.30A$ l/dt.
- Pertumbuhan selama 10 minggu = $0.25 A \times 1.00 \times 0.8 = 0.20A$ l/dt.
- Pemasakan padi selama 2 minggu = $0.25 A \times 0.50 \times 0.8 = 0.10A$ l/dt.

(Anonim, 1977).

2.7 Faktor Palawija Relatif

FPR adalah jatah pemberian air untuk tiap hektar luas relatif palawija dengan satuan l/det/ha. Palawija.

Besar kecilnya nilai FPR tidak sama setiap Daerah Irigasi, tergantung pada keadaan musim, jenis tanah, panjang saluran dan kondisi saluran (Anonim, 1988). Perhitungan FPR menggunakan rumus :

$$FPR = \frac{Q}{LPR} \times Eff \quad (2.8)$$

di mana : FPR = Faktor palawija relatif tiap tersier (l/dt/ha).

Q = Debit rencana (l/dt).

LPR = Luas palawija relatif (ha).

Eff = Efisiensi irigasi (%).

2.8 Luas Palawija Relatif (LPR)

Total luas palawija relatif (LPR) adalah bentuk kebutuhan air yaitu total luas dalam tiap-tiap varietas/jenis tanaman ataupun persiapan tanah dikalikan dengan angka perbandingan kebutuhan air tanaman terhadap palawija yang layak untuk daerah itu (Anonim, 1984).

Adapun angka-angka perbandingan kebutuhan air tanaman tersebut adalah:

a. Palawija, tembakau dan rosela	1
b. Padi rendeng :	
persemaian (persiapan tanah dan tanamannya)	20
tanaman padi (persiapan tanahnya)	6
tanaman padi (setelah pindah tanam)	4
c. Padi gadu ijin :	
persemaian (persiapan tanah dan tanamannya)	20
tanaman padi (persiapan tanahnya)	6
tanaman padi (setelah pindah tanam)	4

d. Padi gadu tak ijin :	
taraf apapun	1
e. Tebu :	
bibit	1,5
muda	1,5
tua	0

2.9 Pengukuran Debit Air Secara Langsung

Dalam pengukuran debit air secara langsung digunakan beberapa alat pengukur yang langsung dapat menunjukkan ketersediaan air pengairan yang disalurkan melalui jaringan irigasi yang telah ada/telah dibangun. Dalam hal ini berbagai macam bangunan ukur yang biasa digunakan, yaitu: *Pintu Romijn, Type Cipoletti, Type Thompson, Parshal Flume, Meet Drempeel dan Crump Weir* (Kartasapoetra dkk, 1994).

Dinas Pengairan telah menempatkan berbagai bangunan ukur pada saluran-saluran yang ada, pada hulu saluran primer, pada cabang saluran dan pada bangunan sadap tersier. Rekomendasi penggunaan bangunan ukur didasarkan pada faktor-faktor antara lain

- Kecocokan bangunan untuk keperluan pengukuran debit;
- Ketelitian pengukuran dilapangan;
- Bangunan yang kokoh, sederhana dan ekonomis;
- Rumus debit yang sederhana dan teliti;
- Eksplorasi dan pembacaan papan duga mudah;
- Pemeliharaan sederhana dan murah; dan
- Cocok dengan kondisi setempat dan dapat diterima oleh para petani.

Dalam membagi air di saluran, seorang Juru pengairan hanya mengacu pada tinggi muka air yang terbaca pada papan duga. Papan duga ini terdapat pada setiap bangunan ukur. Setelah itu tinggi muka air ini digunakan untuk menentukan debit yang keluar berdasarkan tabel dari Dinas Pengairan.

Papan duga untuk membaca tinggi muka air di saluran terbuat dari plat baja yang dilapisi bahan logam *enamel*. Warna-warna yang digunakan adalah

putih untuk alas dan biru untuk huruf dan angka. Papan duga mempunyai ukuran-ukuran yang diberikan pada standart bangunan irigasi.

Penempatan papan duga tergantung pada pemanfaatan papan tersebut. Untuk bangunan-bangunan utama atau sungai papan ini dipasang pada ketinggian nol pada mercu bendung atau pada elevasi yang tepat sesuai dengan ketinggian titik nol yang dipakai.

Papan duga untuk alat ukur *Romijn* hanya memberikan tinggi muka air relatif saja dan pembacaan yang sama di saluran serta pada skala cm pada kerangka bangunan. Untuk alat ukur *Crump-De Gruyter* tinggi titik nol papan duga harus sesuai dengan tinggi ambang pintu itu yang menunjukkan kedalaman air di atas ambang.

2.9.1 Bangunan Ukur Tipe Cipoletti

Bangunan Ukur tipe *Cipoletti* merupakan penyempurnaan alat ukur ambang tajam yang dikonstruksi sepenuhnya. Bangunan Ukur tipe *cipoletti* memiliki potongan pengontrol trapesium, mercunya horisontal dan sisi-sisinya miring ke samping dengan kemiringan talud 4 vertikal : 1 horisontal sehingga apabila H naik akan diimbangi dengan bertambahnya lebar permukaan air. persamaan debit untuk Bangunan Ukur *cipoletti* adalah :

$$Q = 0,0186 LH^{3/2} \quad (2.9)$$

dimana;

Q	=	Debit aliran	(liter/detik)
L	=	Lebar ambang	(cm)
H	=	Tinggi muka air	(cm)

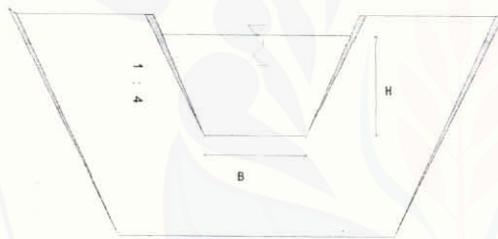
(Yuwono, 1977).

Bangunan Ukur tipe *Cipoletti* ini mempunyai karakteristik sebagai berikut:

- 1) Bangunan ini sederhana dan mudah dibuat;
- 2) Biaya pelaksanaannya tidak mahal;
- 3) Jika papan duga diberi skala liter, para petani pemakai air dapat mengetahui persediaan air mereka;

- 4) Sedimentasi terjadi di hulu bangunan, yang dapat mengganggu berfungsinya bangunan ukur, benda-benda yang hanyut tidak bisa lewat dengan mudah, ini dapat menyebabkan kerusakan dan mengganggu ketelitian pengukuran debit;
- 5) Pengukuran debit tidak mungkin dilakukan jika muka air hilir naik di atas elevasi ambang bangunan ukur tersebut; dan
- 6) Kehilangan tinggi energi besar sekali dan khususnya di daerah-daerah datar, di mana kehilangan tinggi energi yang tersedia kecil sekali, alat ukur tipe ini tidak dapat digunakan.

Penggunaan Bangunan Ukur tipe *Cipoletti* yang di kombinasi dengan pintu sorong sering dipakai sebagai bangunan sadap tersier. Karena jarak pintu dan bangunan ukur jauh, eksploitasi pintu menjadi rumit. Oleh sebab itu, lebih dianjurkan untuk memakai bangunan kombinasi. Pemakaian alat ukur ini tidak lagi dianjurkan, kecuali di lingkungan laboratorium.



Gambar 2.1. Bangunan Ukur Cipoletti

di mana : H = Tinggi muka air (cm).
 B = Lebar (cm).

2.9.2 Bangunan Ukur Tipe Crump Weir

Bangunan Ukur tipe *Crump Weir* ini diperkenalkan pertama kalinya oleh Mr. Crump pada tahun 1952 lewat tulisan dalam *Institution Civil Engineer*. Prinsip pengukurannya menggunakan ambang segitiga. Dalam pembuatan Bangunan Ukur *Crump Weir* ini perlu direncanakan dengan baik supaya dalam penggunaannya bangunan ukur ini dapat berfungsi sesuai dengan yang diharapkan.

Berikut ini adalah perencanaan dasar dari bangunan ukur *Crump Weir* :

- a) Bangunan Ukur ini ditempatkan pada tempat yang lurus dan mudah diperiksa, sehingga gangguan pengaliran setempat bisa dihentikan;
- b) Dinding-dinding dibuat tegak dan sejajar, kemiringan bendung di hulu 1 : 2, sedangkan di hilir 1 : 5;
- c) Untuk memperpendek panjang bendung dapat dipasang peredam pada hilir yang letaknya minimal 2H dari mercu bendung; dan
- d) Mercu bendung dibuat dari baja/beton yang tahan gerusan dan halus.

Persamaan debit yang dipakai untuk bangunan ukur *Crump Weir* ini adalah :

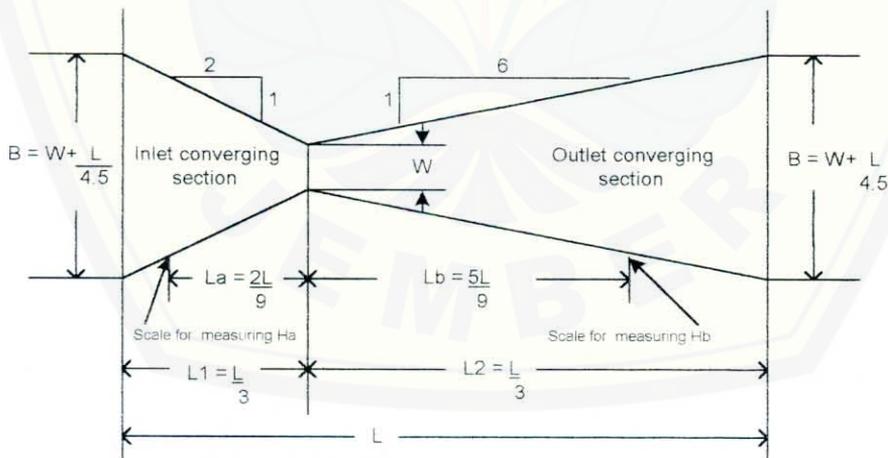
$$Q = C_1 H_a^{n_1} \quad \text{.....} \quad (2.10)$$

di mana,

Q = Debit aliran.

C1 = Koefesien aliran bebas, di mana nilai Q ketika $H_a = 1$ feet yang ditunjukkan oleh slope kurva aliran bebas yang diplotkan pada kertas logaritma.

n_1 = Eksponen, yang nilainya tergantung pada panjang bangunan (L).



Gambar 2.2. Dimensi bangunan ukur crump weir

Bangunan Ukur tipe *Crump Weir* ini mempunyai karakteristik sebagai berikut:

- 1) Bangunan Ukur tipe *Crump Weir* ini cocok dipakai pada saluran induk/sekunder. Bangunan ini juga berfungsi sebagai *check structure* pada saluran maupun sungai;
- 2) Bangunan ukur ini hanya berfungsi untuk mengukur, tidak mengatur, maka sebaiknya ditempatkan di dekat saluran pembuang, pelimpah atau bangunan pengatur lainnya;
- 3) Pembuatan dan pemeliharaannya mudah;
- 4) Perlu kelengkapan penguras agar sewaktu-waktu lumpur di depan bangunan dapat dibersihkan; dan
- 5) Dipakai untuk debit yang relatif besar ($> 1000 \text{ l/dt}$).

2.9.3 Bangunan Ukur Thompson

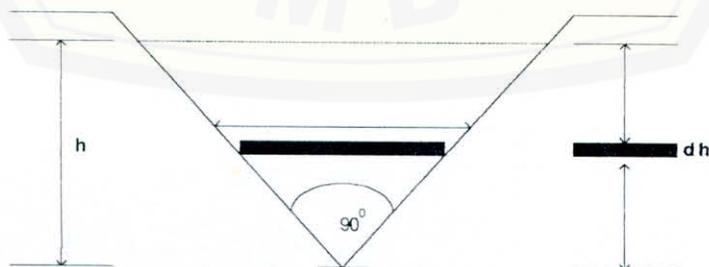
Penampang melintang tegak lurus aliran Bangunan Ukur *Thompson* berbentuk segitiga siku-siku sama kaki. Adapun persamaan aliran bebas Bangunan Ukur *Thompson* adalah sebagai berikut :

$$Q = 1,39 H^{5/2} \dots\dots\dots (2.11)$$

di mana,

Q = Debit Aliran (liter/detik).
H = Tinggi air di atas sekat ukur (cm).

(Anonim, 1977)



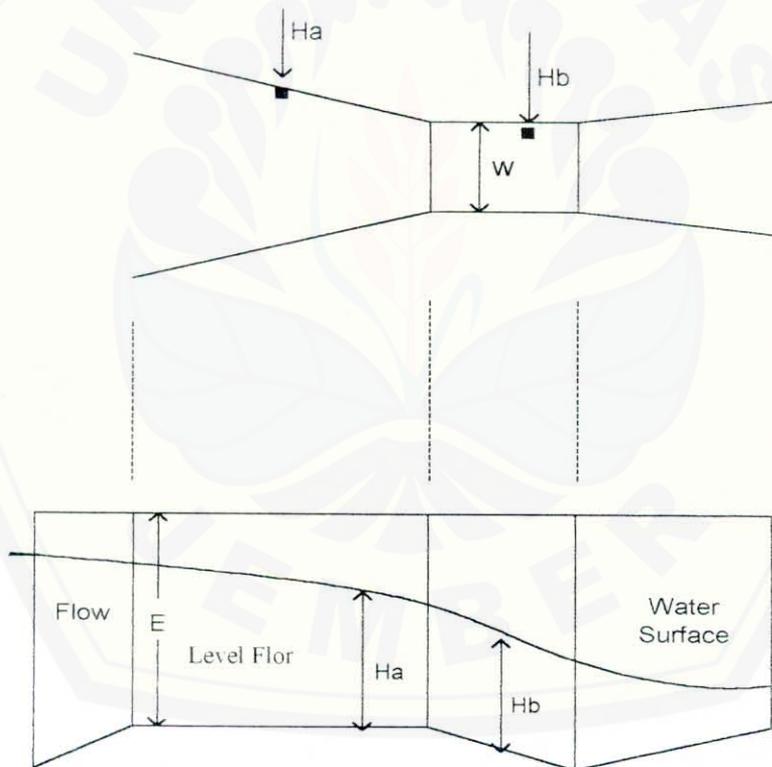
Gambar 2.3. Penampang melintang bangunan ukur Thompson

2.9.4 Bangunan Ukur Parshall Flume

Bangunan Ukur *Parshall Flume* adalah suatu bangunan yang berbentuk talang. Air yang mengalir pada *Parshall Flume* akan mengalami penyempitan sehingga kecepatan di *up stream* dan *down stream* berbeda. Bangunan ukur *Parshall Flume* mempunyai tiga bagian utama, yaitu :

- 1) Tinggi muka air *up stream* (H_a);
- 2) Tinggi muka air *down stream* (H_b); dan
- 3) Lebar tenggorok (W).

H_a menentukan debit, H_a/H_b akan menentukan keadaan aliran (bebas/tenggelam). Sedangkan W akan menentukan kapasitas *Parshall Flume* (Anonim, 1991).



Gambar 2.4. Penampang bangunan ukur Parshal Flume terlihat dari samping dan atas

Rumus empirik yang menyatakan hubungan antara W , H_a dan debit aliran untuk berbagai ukuran W tercantum pada Tabel 2.2. Rumus tersebut berlaku untuk perbandingan maksimum tertentu antara H_b dan H_a .

Tabel 2.2. Rumus Parshall Flume untuk berbagai ukuran.

W (inci)	Rumus	H_b/H_a Maksimum
3	$Q = 0.992 H_a^{1.547}$	0.6
6	$Q = 2.06 H_a^{1.58}$	0.6
9	$Q = 3.07 H_a^{1.53}$	0.6
12 - 96	$Q = 4 W H_a^{1.522} W^{0.026}$	0.7
120 - 600	$Q = (3.6875 W + 2.5) H_a^{1.6}$	0.8

Di mana :

- Q = Debit aliran (cfs).
- H_a = Tinggi muka air bagian atas (kaki).
- W = Lebar tenggorokan (kaki).
- 1 cfs = 28.3lt/dt.
- 1 kaki = 30.48 cm.
- 1 inci = 2.54 cm.

Untuk suatu keadaan di mana H_b/H_a lebih besar dari syarat-syarat tersebut (submergence) maka debit yang dihitung dengan rumus tersebut harus dikurangi dengan suatu angka koreksi (Anonim, 1977).

Tabel 2.3 Angka faktor koreksi untuk $W = 1$ sampai 8 kaki

Ukuran Flume W (kaki)	Faktor Koreksi
1	1.0
1.5	1.4
2	2.8
3	2.4
4	3.1
6	4.3
8	5.4

2.9.5 Bangunan Ukur Tipe Drempel

Adapun persamaan untuk Bangunan Ukur tipe *Drempel* adalah sebagai berikut:

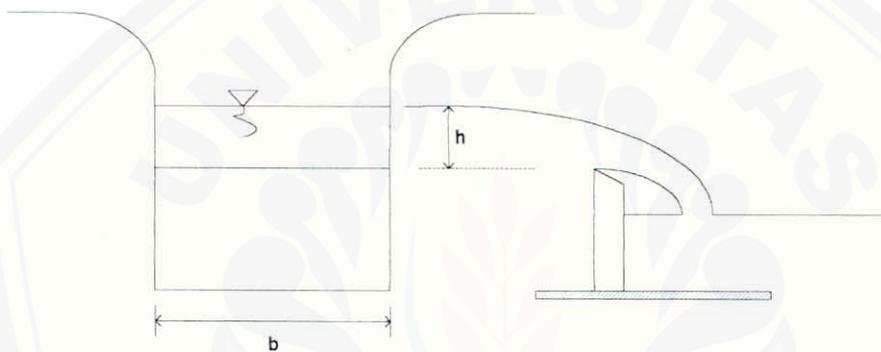
$$Q = 1.71 L.H^{3/2} \quad \text{.....} \quad (2.12)$$

di mana,

Q = Debit aliran (liter/detik)

B = Lebar ambang (cm)

H = Tinggi muka air (cm)



Gambar 2.5. Bangunan ukur Drempel dan profil pemasangan sekat ukur

di mana : h = Tinggi muka air (cm).

b = Lebar ambang (cm).

2.10 Pengukuran Debit Air Secara Tidak Langsung

Dalam pengukuran debit secara tidak langsung yang perlu diperhatikan yaitu kecepatan aliran (V) dan luas penampang aliran (A), sehingga didapat rumus pengukuran debit air sebagai berikut :

$$Q = V \times A \quad \text{.....} \quad (2.13)$$

di mana,

Q = Debit air (m³/detik)

V = Kecepatan aliran (m/detik)

A = Luas penampang aliran (m²)

Tentang kecepatan aliran dapat diukur dengan pelampung (metode apung) dan alat ukur arus / *current meter* (Kartasapoetra, 1994).

2.10.1 Pengukuran Debit dengan Current Meter

Current meter merupakan alat pengukur kecepatan aliran yang paling banyak digunakan karena memberikan ketelitian yang cukup tinggi. Kecepatan aliran yang diukur adalah kecepatan suatu lapisan dalam satu penampang aliran tertentu. Prinsip yang digunakan adalah adanya kaitan antara kecepatan aliran dengan kecepatan putaran baling-baling *current meter*. Hubungan tersebut terlihat dalam persamaan berikut ini :

$$V = an + b \quad (2.14)$$

di mana,

V = Kecepatan linear aliran, dalam m/det

n = Jumlah putaran dalam waktu tertentu

a, b = tetapan

Sedangkan nilai tetapan a dan b untuk *current meter* yang digunakan dalam kalibrasi Bangunan Ukur adalah sebagai berikut :

Tabel 2.4 Nilai a dan b pada *current meter* Braystoke tipe BEM-002

Jumlah putaran per detik	a	b
0,26 – 0,97	0,0991	0,034
0,97 – 4,71	0,1105	0,023
4,71 – 27,86	0,1071	0,039

Alat ukur *current meter* ini cocok untuk mengukur kecepatan aliran antara 0,30 sampai 3,00 m/dt.

Dalam pemakaian terdapat dua jenis *current meter*, yaitu :

- 1) Pengukur arus (*current meter*) tipe mangkok : tipe ini berputar pada sumbu vertikal; dan

- 2) Pengukur arus (*current meter*) tipe baling-baling : tipe ini disebut juga pengukur arus sekrup, merupakan suatu bilah tipe skrup yang berputar pada sumbu horizontal (Seyhan, 1990).

Pada dasarnya alat ini terdiri dari beberapa bagian pokok sebagai berikut :

- 1) Baling-baling yang merupakan sensor terhadap kecepatan, dilengkapi dengan *propeler, generator, sirip* dan kabel-kabel;
- 2) *Contact box* yang mengubah putaran menjadi sinyal elektrik, sehingga dapat menimbulkan suara, atau menggerakkan mekanisme jarum pada kotak monitor; dan
- 3) *Head phone* yang digunakan untuk mendengarkan dan menghitung jumlah suara yang merupakan indikator jumlah putaran baling-baling.

Pengukuran kecepatan pada umumnya dilakukan tidak hanya untuk memperoleh kecepatan titik dalam satu penampang, akan tetapi umumnya dilakukan untuk memperoleh kecepatan rata-rata dalam satu penampang aliran tertentu. Memperhatikan keadaan kecepatan dan kelengkapan alatnya, pengukuran dapat dilakukan dengan beberapa cara dengan memperhatikan pengertian hidraulik bahwa distribusi kecepatan secara vertikal dalam satu penampang adalah berbentuk parabola.

Pengukuran pada satu titik, umumnya dilakukan apabila kedalaman air kurang dari 1 meter. Pengukuran dilakukan dengan menempatkan current meter pada kedalaman $0,60 H$ diukur dari muka air. Ketetapan batas 1 meter di sini hendaknya tidak diartikan secara mutlak, akan tetapi perlu diperhatikan keadaan setempat (Sosrodarsono, 1999).

Untuk kedalaman lebih dari 1 m, umumnya dilakukan dengan pengukuran lebih dari satu titik, misalkan dengan dua atau tiga titik. Pengukuran dengan dua titik dilakukan dengan merata-ratakan kecepatan yang diperoleh pada pengukuran pada kedalaman $0,2 H$ dan $0,8 H$ diukur dari muka air. Kecepatan rata-ratanya dihitung dengan persamaan berikut :

$$V = 0,5 (V_{0,2} + V_{0,8}) \quad (2.15)$$

Untuk pengukuran dengan tiga titik, dilakukan berturut-turut pada kedalaman $0,2H$, $0,6H$, dan $0,8H$, hasilnya dirata-ratakan dengan persamaan :

$$V_v = \frac{1}{4} (V_{0,2} + 2V_{0,6} + V_{0,8}) \quad (2.16)$$

Dalam praktek umumnya hanya dilakukan pengukuran sampai dengan dua titik, karena hal itupun dipandang sudah dapat memberikan hasil pengukuran yang cukup dapat dipertanggungjawabkan.

Pengukuran kecepatan aliran pada masing-masing pias didasarkan pada kedalaman air persyaratan posisi titik pengukuran adalah sebagai berikut :

- 1) Untuk kedalaman $< 0,6$ m dipakai satu titik pengukuran;
- 2) Untuk kedalaman $0,6 - 3,0$ m dipakai dua titik pengukuran; dan
- 3) Untuk kedalaman $> 3,0$ m dipakai tiga titik pengukuran.

2.10.2 Pengukuran Debit dengan Pelampung

Pengukuran debit dengan pelampung sangat sederhana dan hasilnya juga sangat kasar, sehingga cara ini kurang dianjurkan. Ketentuan-ketentuan yang dianjurkan adalah :

- Kecepatan aliran diukur dengan benda kecil bulat (bola dari kayu atau jeruk) yang sebagian volumenya tenggelam dan pengaruh angin tidak besar; dan
- Pelampung dilepaskan di air dengan jarak 2 m di hulu daerah pelampung (*drijfvak*). Daerah pelampung haruslah merupakan bagian yang lurus yang lebarnya sekira sama sepanjang 10 – 15 m. waktu yang digunakan pelampung untuk menempuh jarak dari titik permulaan ke titik akhir dari daerah pelampung, dicatat. Apabila salurannya lebih besar, haruslah dibuat pengukuran kecepatan pada setiap jarak 1 m melintang saluran.

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini direncanakan pada bulan Desember 2002 sampai selesai, di Daerah Irigasi Wonosroyo Bondowoso. Untuk pengolahan datanya dilakukan di Laboratorium Instrumentasi Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian pengukuran debit ini antara lain adalah :

1. 1 set *current meter*
2. Roll meter
3. Pins 10 buah
4. Penggaris

Bahan-bahan yang digunakan adalah :

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah terdiri dari data sekunder yang diperoleh dari instansi terkait.

3.3 Metode Penelitian

3.3.1 Survey Pembagian Air di Daerah Irigasi Wonosroyo

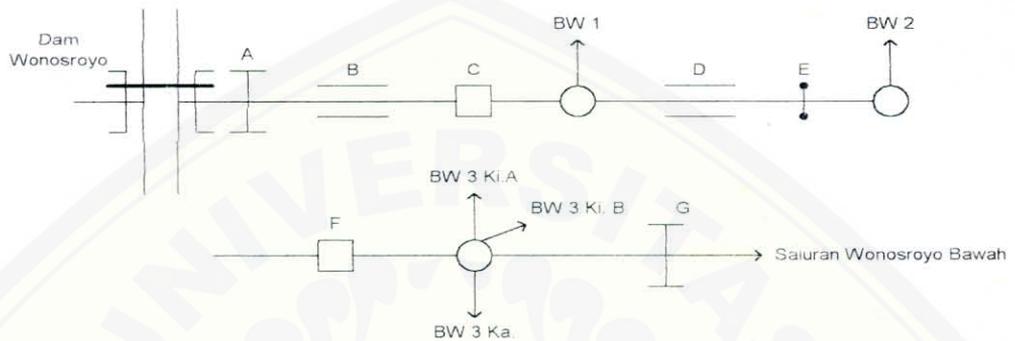
Survey ini dilakukan untuk mendapatkan data sekunder sebagai data pembanding, yang mana dalam kegiatan ini peneliti mempelajari hal-hal mengenai cara pembagian air yang dilakukan oleh Dinas Pengairan Bondowoso (Juru Pengairan Wonosroyo), antara lain sebagai berikut :

- Pola tanam di Daerah Irigasi Wonosroyo;
- Adanya tanaman pertersier (BW 1, BW 2, BW 3 Ki. A, BW 3 Ki. B dan BW 3 Ka.); dan
- Perhitungan LPR dan FPR untuk memenuhi kebutuhan air pertersier.

3.3.2 Analisa Pembagian Air Hasil Penelitian

a. Perhitungan Efisiensi Penyaluran

Metode yang dipakai dalam perhitungan efisiensi irigasi adalah dengan mengetahui berapa besarnya debit yang masuk dikurangi debit yang keluar dibagi dengan debit yang masuk.



Gambar 3.1. Skema kontruksi Daerah Irigasi Wonosroyo atas

- Keterangan :
- A = Bangunan ukur crump weir
 - B,D = Talang beton
 - C,F = Jembatan desa
 - E = Talang silang
 - G = Bangunan ukur cipoletti (BW 3)

$$Efisiensi\ penyaluran = \frac{(Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_{out})}{Q_{in}} \times 100\% \quad (3.1)$$

- di mana :
- Q_{in} = Debit pemasukan pada saluran sekunder
 - Q_1 = Debit masuk pada saluran tersier BW 1
 - Q_2 = Debit masuk pada saluran tersier BW 2
 - Q_3 = Debit masuk pada saluran tersier BW 3 Ki. A
 - Q_4 = Debit masuk pada saluran tersier BW 3 Ki. B

Q_5 = Debit masuk pada saluran tersier BW 3 Ka.

Q_{out} = Debit keluar pada saluran sekunder.

$$\text{Kehilangan air} = 100\% - \text{Efisiensi} \quad (3.2)$$

b. Perhitungan LPR dan FPR

- Menentukan Luas Palawija Relatif (LPR) tiap petak tersier

$$LPR_t = (XxN) + (YxN) + (ZxN) \quad (3.3)$$

di mana, X = jenis tanaman

N = Nilai perbandingan kebutuhan air tanaman terhadap palawija

- Menentukan debit nyata yang ada di nintu utama

$$Q_n = \text{Debit yang masuk} - \text{Kehilangan air}$$

- Menentukan Faktor Palawija Relatif (FPR) tiap petak tersier

$$FPR_t = \frac{Q_n}{LPR_t} \times \text{Eff} \quad (3.4)$$

c. Perhitungan Debit Rencana

Metode perhitungan debit rencana adalah untuk menentukan debit pemasukan masing-masing saluran tersier.

$$Q_t = FPR_t \times LPR_t \quad (3.5)$$

3.3.3 Metode Pengukuran Debit

Pengukuran debit dilakukan dengan alat *current meter* dengan membagi penampang saluran menjadi beberapa pias. Dalam pengukuran kecepatan aliran digunakan pengukuran satu titik yaitu titik pada kedalaman 0,6 H, dan pengukuran dua titik yaitu 0,2 H dan 0,8 H. pada cara pengukuran yang kedua ini kecepatan dirata-ratakan dengan rumus sebagai berikut :

$$V = \frac{V_{0,2h} + V_{0,8}}{2} \quad (3.6)$$

$V_{0,2h}$ = Kecepatan pada kedalaman 0,2 H

$V_{0,8h}$ = Kecepatan pada kedalaman 0,8 H

Pengukuran pada masing-masing titik dilakukan dengan 3 – 4 kali pengulangan yang kemudian dirata-ratakan.

3.3.4 Metode Pembuatan Grafik Hubungan Q dan H

Dalam pembuatan grafik digunakan metode Regresi Berpangkat. Dalam metode Regresi Berpangkat ini mula-mula kita membuat pasangan data tinggi muka air (H) dan debit (Q). Dari pasangan data tinggi muka air (H) dan debit (Q) apabila dihitung dengan regresi berpangkat maka rumus umumnya adalah :

$$\frac{Q}{L} = b H^a \quad (3.7)$$

$$Q = b L H^a \quad (3.8)$$

Apabila persamaan tersebut ditransformasikan ke dalam fungsi logaritma akan menjadi :

$$\text{Log} \left(\frac{Q}{L} \right) = \log b + a \log H \quad (3.9)$$

di mana $Q > 0$ dan $H > 0$

Selanjutnya supaya lebih mudah dapat disederhanakan menjadi :

$$P = \log \left(\frac{Q}{L} \right) \quad A = a \quad (3.10)$$

$$B = \log b \quad q = \log H \quad (3.11)$$

sehingga persamaan tersebut menjadi :

$$P = Aq + B \quad \text{.....} \quad (3.12)$$

Persamaan-persamaan di atas merupakan hubungan antar log Q dengan log H, bentuknya garis lurus dengan kemiringan a dan memotong sumbu log Q pada log b sehingga menurut (soewarno, 1995) dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$P = \bar{P} + R (\sigma_P / \sigma_q) (q - \bar{q}) \quad \text{.....} \quad (3.13)$$

σ_P merupakan standart deviasi dari nilai P

σ_q merupakan standart deviasi dari nilai q

R adalah koefesien korelasi

$$\sigma_P = \left(\frac{\sum (P - \bar{P})^2}{n} \right)^{1/2} \quad \text{.....} \quad (3.14)$$

$$\sigma_q = \left(\frac{\sum (q - \bar{q})^2}{n} \right)^{1/2} \quad \text{.....} \quad (3.15)$$

$$R = \frac{\sum (P - \bar{P}) (q - \bar{q})}{\left(\sum (P - \bar{P})^2 \right) \left(\sum (q - \bar{q})^2 \right)^{1/2}} \quad \text{.....} \quad (3.16)$$

DAFTAR PUSTAKA

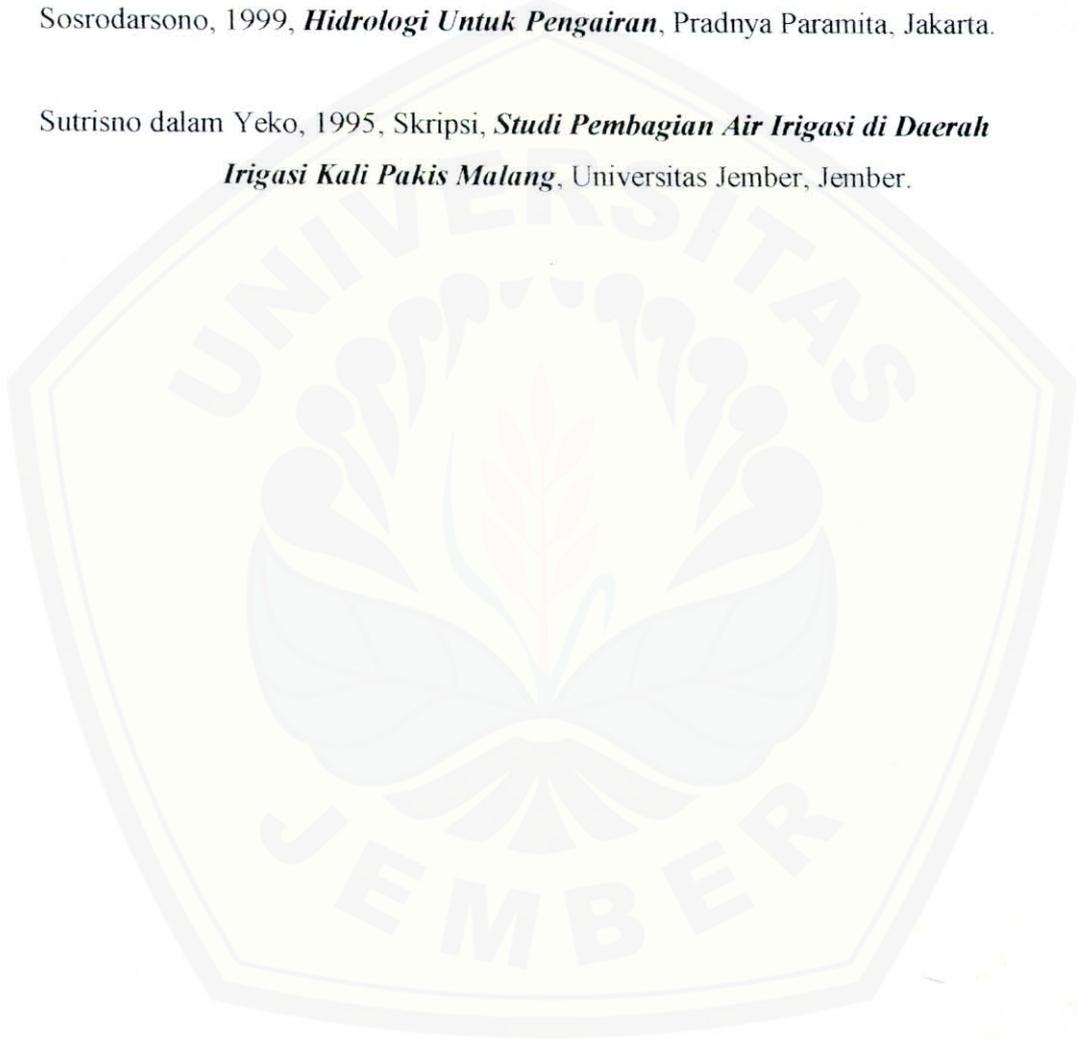
- Anonim, 1977, *Diktat Kuliah Irigasi*, Departemen Mekanisasi Pertanian, Fakultas Mekanisasi dan Teknologi Hasil Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Anonim, 1986, *Standar Perencanaan Irigasi*, Direktorat Jenderal Pengairan, Departemen Pekerjaan Umum.
- Anonim, 1989, *Pembagian dan Pemberian Air Menurut FPR*, Dinas Pengairan Pekalen Sampean Bondowoso, Bondowoso.
- Anonim, 1984, *Proyek Irigasi Jawa Timur*, Direktorat Jenderal Pengairan, Departemen Pekerjaan Umum.
- Anonim, 1989, *Tata Air Untuk Pertanian*, Buku II, Politeknik Pertanian Universitas Jember, Jember.
- Hamudji Waluyo, 1986, *Pengantar Umum Eksploitasi dan Pemeliharaan Jaringan Irigasi*, Direktorat Jenderal Pengairan, Departemen Pekerjaan Umum (tidak dijual belikan).
- Heru Ernanda dan Boedi Soesanto, 1991, *Pengantar Hidrologi*, Fakultas Pertanian, Universitas Jember, Jember.
- Israelsen, OW. Cs, 1962, *Irrigation Principles and Practices*, 3 rd. Ed., John Wiley & Sons, New York-London-Sdney.

Kartasapoetra A.G dan Mul Mulyani Sutedjo, 1991, *Teknologi Pengairan Pertanian*, Bumi Aksara, Jakarta.

Soewarno, 1985, *Hidrologi, Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data*, Jilid II, Nova, Bandung.

Sosrodarsono, 1999, *Hidrologi Untuk Pengairan*, Pradnya Paramita, Jakarta.

Sutrisno dalam Yeko, 1995, Skripsi, *Studi Pembagian Air Irigasi di Daerah Irigasi Kali Pakis Malang*, Universitas Jember, Jember.



Lampiran 1. Tabel Nilai a dan b pada current meter

Jumlah putaran per detik	a	b
0.26 – 0.97	0.0991	0.034
0.97 – 4.71	0.1105	0.023
4.71 – 27.86	0.1071	0.039



Lampiran 2. Data Debit Hasil Kalibrasi pada Bangunan Ukur di BW III (Cipoletti).

H (cm)	No. Pias	Luas (m ²)	Kecepatan (m/dt)	Debit (l/dt)	Jumlah (l/dt)
22	1	0.3825	0.340	130.05	441.13
	2	0.4050	0.329	133.25	
	3	0.3264	0.280	91.39	
	4	0.2891	0.299	86.44	
25	1	0.4125	0.417	172.01	585.3
	2	0.4374	0.384	167.96	
	3	0.3502	0.402	140.78	
	4	0.3075	0.340	104.55	
27	1	0.4275	0.454	194.09	689.98
	2	0.4617	0.435	200.84	
	3	0.3740	0.435	162.69	
	4	0.3260	0.406	132.36	
31	1	0.4650	0.561	260.87	875.77
	2	0.4941	0.509	251.50	
	3	0.4012	0.495	198.60	
	4	0.3567	0.462	164.80	
35	1	0.4800	0.603	289.44	1037.11
	2	0.5184	0.575	298.08	
	3	0.4216	0.585	246.64	
	4	0.3690	0.550	202.95	
38	1	0.5325	0.764	406.83	1394.59
	2	0.5670	0.713	404.27	
	3	0.4726	0.689	325.62	
	4	0.4305	0.599	257.87	

Lampiran 3. Perhitungan Untuk Regresi Berpangkat di BW III

No.	p	q	$(p - \bar{p})$	$(q - \bar{q})$	$(p - \bar{p})^2$	$(q - \bar{q})^2$	$(p - \bar{p})(q - \bar{q})$
1	0.344	1.342	-0.247	-0.122	0.0610	0.0149	0.0301
2	0.466	1.398	-0.125	-0.066	0.0156	0.0044	0.0083
3	0.538	1.431	-0.053	-0.033	0.0028	0.0011	0.0017
4	0.641	1.491	0.05	0.027	0.0025	0.0007	0.0014
5	0.715	1.544	0.124	0.08	0.0154	0.0064	0.0099
6	0.843	1.580	0.252	0.116	0.0635	0.0135	0.0292
\bar{X}	0.591	1.464					
Σ	3.547	8.786			0.1608	0.041	0.0806

$$P = \text{Log} \frac{Q}{L} \quad Q = \text{Log} H$$

$$R = \frac{0.0806}{\left\langle (0.1608)(0.041) \right\rangle^{1/2}} = 0.9926$$

$$\sigma P = \left(\frac{0.1608}{6} \right)^{1/2} = 0.1637$$

$$\sigma q = \left(\frac{0.041}{6} \right)^{1/2} = 0.0827$$

$$A = R \left(\frac{\sigma q}{\sigma p} \right) = 0.9926 \left(\frac{0.1637}{0.0827} \right) = 1.9648$$

Dari hasil perhitungan tersebut di masukkan ke dalam persamaan

$$p = \bar{p} + A(q - \bar{q})$$

$$p = 0.591 + 1.9648(q - 1.464)$$

$$p = 1.9648q - 2.29$$

maka persamaan garisnya adalah :

$$\text{Log } \frac{Q}{L} = 1.9648 \text{ Log } H - 2.29$$

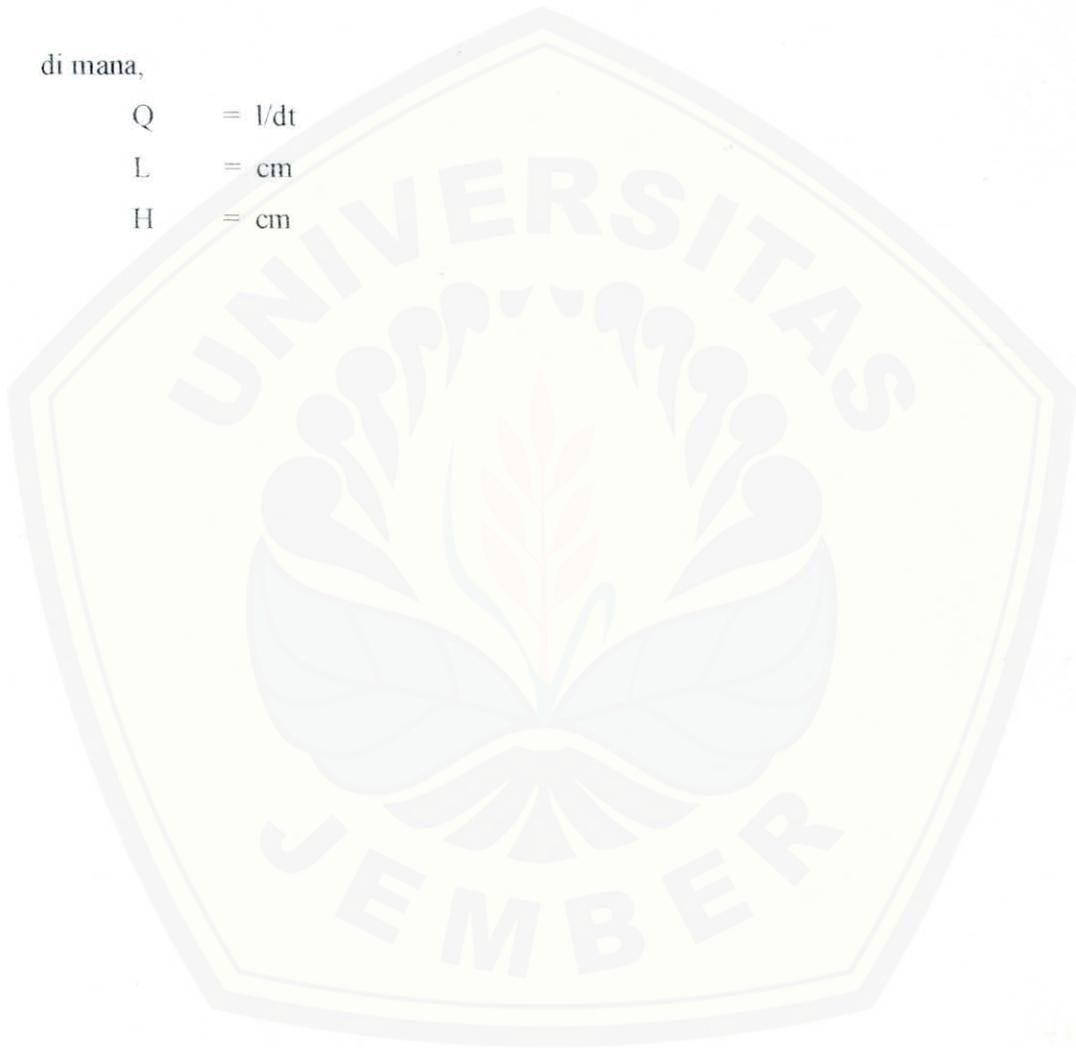
$$Q = 0.00513 LH^{1.9648}$$

di mana,

$$Q = l/dt$$

$$L = \text{cm}$$

$$H = \text{cm}$$



Lampiran 4. Jenis dan keadaan bangunan ukur di Daerah Irigasi Wonosroyo

No	Nama Bangunan	Baku Sawah (Ha)	Tipe	Lebar Ambang (cm)	Keadaan
1.	Sypon	53	D	79	B
2.	Saluran II	1462	CW	200	B
3.	BW I	29	D	40	B
4.	BW II	24	D	40	B
5.	BW III Ki. A	49	D	80	B
6.	BW III Ki. B	64	D	80	B
7.	BW III Ka.	38	D	170	B
8.	Saluran II	1258	C	200	TL
9.	BW IV	67	D	60	B
10.	BW V Ki.	40	D	50	B
11.	BW V Ka.	3	D	30	B
12.	BW VI	62	D	80	B
13.	BW VII	75	D	50	B
14.	BW VIII Ki. A	45	C	100	B
15.	BW VIII Ki. B	119	C	100	B
16.	BW IX Ki.	153	D	80	B
17.	BW IX Ka.	4	D	30	B
18.	Saluran II	690	C	200	B
19.	Saluran II	690	C	150	B

Keterangan :

C = Cipoletti

D = Dremple

CW = Crump Weir

B = Baik

TL = Tidak Layak

Lampiran 5a. Perhitungan Faktor Palawija Relatif untuk BW 1

No.	Bulan	Padi (ha)	Polowojo (ha)	Tebu (ha)	Pembibitan (ha)	Garapan (ha)	LPR Total (Ha)	Efisiensi Irigasi (%)	Debit Pelaksanaan (l/dt)	FPR (l/dt/ha)
1	Oktober	1 7	11	0	0	0	39	79	16	0.323
		2 7	11	0	0	0	39	88	12	0.270
		3 2	7	0	0	7	57	92	19	0.307
2	November	1 15	2	0	0	6	98	92	21	0.198
		2 15	2	0	0	6	98	95	17	0.154
		3 24	1	0	0	3	115	87	17	0.128
3	Desember	1 24	1	0	0	3	115	90	13	0.101
		2 29	0	0	0	0	116	88	18	0.137
		3 29	0	0	0	0	116	92	11	0.087
4	Januari	1 29	0	0	0	0	116	94	15	0.122
		2 29	0	0	0	0	116	84	19	0.138
		3 29	0	0	0	0	116	94	22	0.178
5	Pebruari	1 29	0	0	0	0	116	96	29	0.241
		2 29	0	0	0	0	116	94	11	0.089
		3 29	0	0	0	0	116	93	12	0.097
6	Maret	1 22	0	0	0	2	72	82	12	0.137
		2 22	0	0	0	2	72	82	22	0.251
		3 4	0	0	0	5	46	82	23	0.376
7	April	1 19	0	0	0	1	82	92	24	0.270
		2 19	0	0	0	0	82	84	22	0.226
		3 20	0	0	0	0	80	84	20	0.211
8	Mei	1 20	1	0	0	0	81	81	31	0.310
		2 20	2	0	0	0	82	84	24	0.246
		3 20	2	0	0	0	82	72	28	0.246
9	Juni	1 20	2	0	0	0	82	79	17	0.164
		2 11	3	0	0	0	47	79	21	0.352
		3 4	3	0	0	0	19	81	20	0.852
10	Juli	1 16	4	0	0	0	68	80	21	0.248
		2 17	5	0	0	0	73	80	19	0.209
		3 17	7	0	0	0	75	81	17	0.183
11	Agustus	1 17	8	0	0	0	76	78	21	0.215
		2 19	10	0	0	0	86	79	17	0.157
		3 19	10	0	0	0	86	83	20	0.184
12	September	1 19	10	0	0	0	86	80	19	0.176
		2 19	10	0	0	0	86	82	20	0.190
		3 19	10	0	0	0	86	83	15	0.145

Lampiran 5b. Perhitungan Faktor Palawija Relatif untuk BW 2

No.	Bulan	Padi (ha)	Potowojo (ha)	Tebu (ha)	Fembibitan (ha)	Garapan (ha)	LPR Total (Ha)	Efisiensi Irigasi (%)	Debit Pelaksanaan (l/dt)	FPR (l/dt/ha)
1	Oktober	5	8	0	0	0	28	79	14	0.395
2		5	8	0	0	0	28	88	10	0.314
3		2	5	0	0	9	67	92	16	0.220
2	November	12	3	0	0	7	93	92	17	0.168
2		12	3	0	0	7	93	95	14	0.143
3		21	0	0	0	2	96	87	14	0.127
3	Desember	21	0	0	0	2	96	90	12	0.113
2		24	0	0	0	0	96	88	17	0.168
3		24	0	0	0	0	96	92	10	0.096
4	Januari	24	0	0	0	0	96	94	11	0.108
2		24	0	0	0	0	96	84	13	0.114
3		24	0	0	0	0	96	94	18	0.177
5	Pebruari	24	0	0	0	0	96	96	24	0.241
2		24	0	0	0	0	96	94	10	0.098
3		24	0	0	0	0	96	93	14	0.136
6	Maret	17	0	0	0	3	86	82	14	0.133
2		12	0	0	0	3	86	82	16	0.153
3		9	0	0	0	6	84	82	17	0.166
7	April	9	0	0	0	0	36	92	18	0.460
2		9	0	0	0	0	36	84	23	0.537
3		9	0	0	0	0	36	84	19	0.444
8	Mei	9	1	0	0	0	37	81	19	0.416
2		9	1	0	0	0	37	84	15	0.341
3		9	1	0	0	0	37	72	20	0.390
9	Juni	9	1	0	0	0	37	79	13	0.277
2		4	2	0	0	0	18	79	17	0.746
3		0	2	0	0	0	2	81	16	0.720
10	Juli	9	1	0	0	0	37	80	17	0.368
2		9	1	0	0	0	37	80	15	0.324
3		13	3	0	0	0	55	81	14	0.206
11	Agustus	17	4	0	0	0	72	78	16	0.174
2		18	6	0	0	0	78	79	13	0.207
3		18	6	0	0	0	78	83	16	0.170
12	September	18	6	0	0	0	78	80	15	0.154
2		18	6	0	0	0	78	82	16	0.168
3		18	5	0	0	0	77	83	12	0.128

Lampiran 5c. Perhitungan Faktor Palawija Relatif untuk BW 3 Kl. A

No.	Bulan	Padi (ha)	Polowojo (ha)	Tebu (ha)	Pembibitan (ha)	Garapan (ha)	LPR Total (Ha)	Efisiensi Irigasi (%)	Debit Pelaksanaan (l/dt)	FPR (l/dt/ha)
1	Oktober	14	20	0	0.5	0	86	79	29	0.266
2	November	14	20	0	0.5	0	86	88	21	0.215
3	Desember	10	13	0	0.5	13	131	92	33	0.231
4	Januari	21	6	0	0.25	8	143	92	37	0.237
5	Februari	21	6	0	0.25	8	143	95	31	0.206
6	Maret	34	3	0	0	4	163	87	32	0.170
7	April	34	3	0	0	4	163	90	27	0.149
8	Mei	41	2	0	0	4	162	88	37	0.201
9	Juni	49	0	0	0	0	196	92	23	0.108
10	Juli	49	0	0	0	0	196	94	32	0.153
11	Agustus	49	0	0	0	0	196	84	37	0.158
12	September	49	0	0	0	0	196	94	41	0.197
13	Oktober	49	0	0	0	0	196	96	52	0.254
14	November	49	0	0	0	0	196	94	21	0.100
15	Desember	49	0	0	0	0	196	93	23	0.109
16	Januari	43	0	0	0	4	196	82	23	0.096
17	Februari	43	0	0	0	4	196	82	39	0.163
18	Maret	34	0	0	0	7	178	82	46	0.212
19	April	20	0	0	0	0	80	92	48	0.552
20	Mei	20	0	0	0	0	80	84	40	0.420
21	Juni	20	0	0	0	0	80	84	38	0.399
22	Juli	20	3	0	0	0	83	81	38	0.371
23	Agustus	20	4	0	0	0	84	84	30	0.300
24	September	20	4	0	0	0	84	72	39	0.334
25	Oktober	9	4	0	0	0	84	79	25	0.236
26	November	9	8	0	0	0	44	79	32	0.574
27	Desember	3	9	0	0	0	27	81	29	0.522
28	Januari	14	10	0	0	0	66	80	34	0.413
29	Februari	14	10	0	0	0	66	80	21	0.255
30	Maret	16	11	0	0	0	75	81	32	0.345
31	April	19	13	0	0	0	89	78	35	0.307
32	Mei	24	17	0	0	0	113	79	29	0.203
33	Juni	24	22	0	0	0	118	83	38	0.268
34	Juli	27	22	0	0	0	130	80	32	0.196
35	Agustus	27	22	0	0	0	130	82	33	0.209
36	September	27	22	0	0	0	130	83	26	0.166

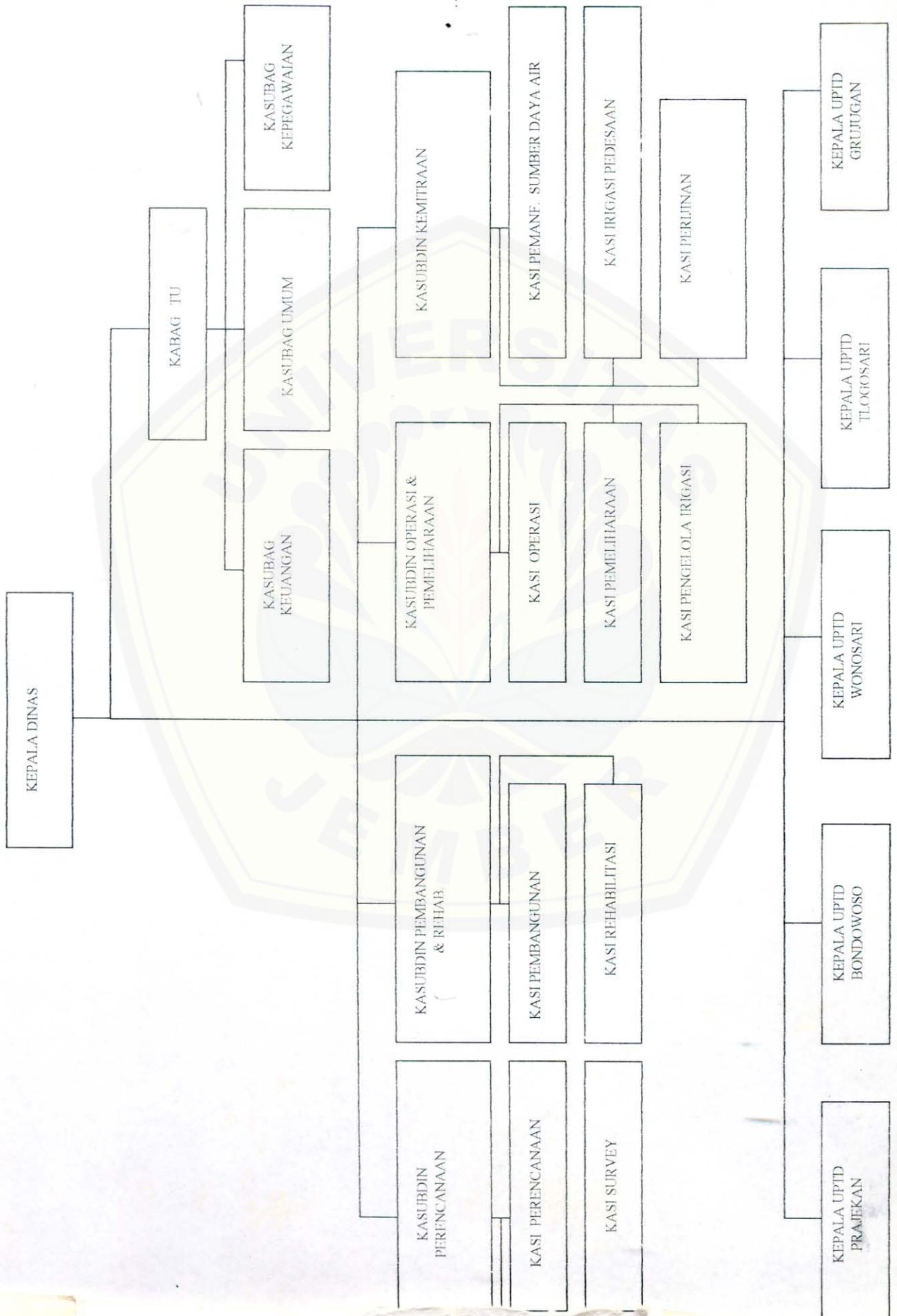
Lampiran 5d. Perhitungan Faktor Palawija Relatif untuk BW 3 Ki. B

No.	Bulan	Padi (ha)	Polowojo (ha)	Tebu (ha)	Pembibitan (ha)	Garapan (ha)	LPR Total (Ha)	Efisiensi Irigasi (%)	Debit Pelaksanaan (l/dt)	FPR (l/dt/ha)
1	Oktober	16	22	0	1	0	106	79	36	0.283
2		16	22	0	1	0	106	88	27	0.224
3		10	16	0	1	16	172	92	49	0.262
2	November	30	4	0	0.5	13	186	92	56	0.277
2		30	4	0	0.5	13	186	95	44	0.225
3		45	1	0	0	10	241	87	44	0.159
3	Desember	45	1	0	0	10	241	90	34	0.128
2		59	0	0	0	0	254	88	46	0.160
3		64	0	0	0	0	256	92	29	0.104
4	Januari	64	0	0	0	0	256	94	41	0.150
2		64	0	0	0	0	256	84	48	0.158
3		64	0	0	0	0	256	94	54	0.198
5	Pebruari	64	0	0	0	0	256	96	77	0.289
2		64	0	0	0	0	256	94	32	0.118
3		64	0	0	0	0	256	93	38	0.138
6	Maret	51	0	0	0	7	246	82	36	0.121
2		51	0	0	0	7	246	82	50	0.166
3		53	0	0	0	9	266	82	56	0.173
7	April	30	0	0	0	0	120	92	59	0.453
2		30	0	0	0	0	120	84	46	0.322
3		30	0	0	0	0	120	84	45	0.315
8	Mei	30	4	0	0	0	124	81	47	0.307
2		30	7	0	0	0	127	84	37	0.244
3		30	8	0	0	0	128	72	42	0.236
9	Juni	30	8	0	0	0	128	79	28	0.173
2		19	11	0	0	0	87	79	36	0.327
3		4	15	0	0	0	31	81	32	0.836
10	Juli	16	17	0	0	0	81	80	41	0.405
2		16	22	0	0	0	86	80	34	0.316
3		25	22	0	0	0	122	81	35	0.232
11	Agustus	32	24	0	0	0	152	78	41	0.210
2		35	29	0	0	0	169	79	34	0.159
3		35	29	0	0	0	169	83	44	0.216
12	September	35	29	0	0	0	169	80	38	0.180
2		35	29	0	0	0	169	82	38	0.184
3		35	29	0	0	0	169	83	29	0.142

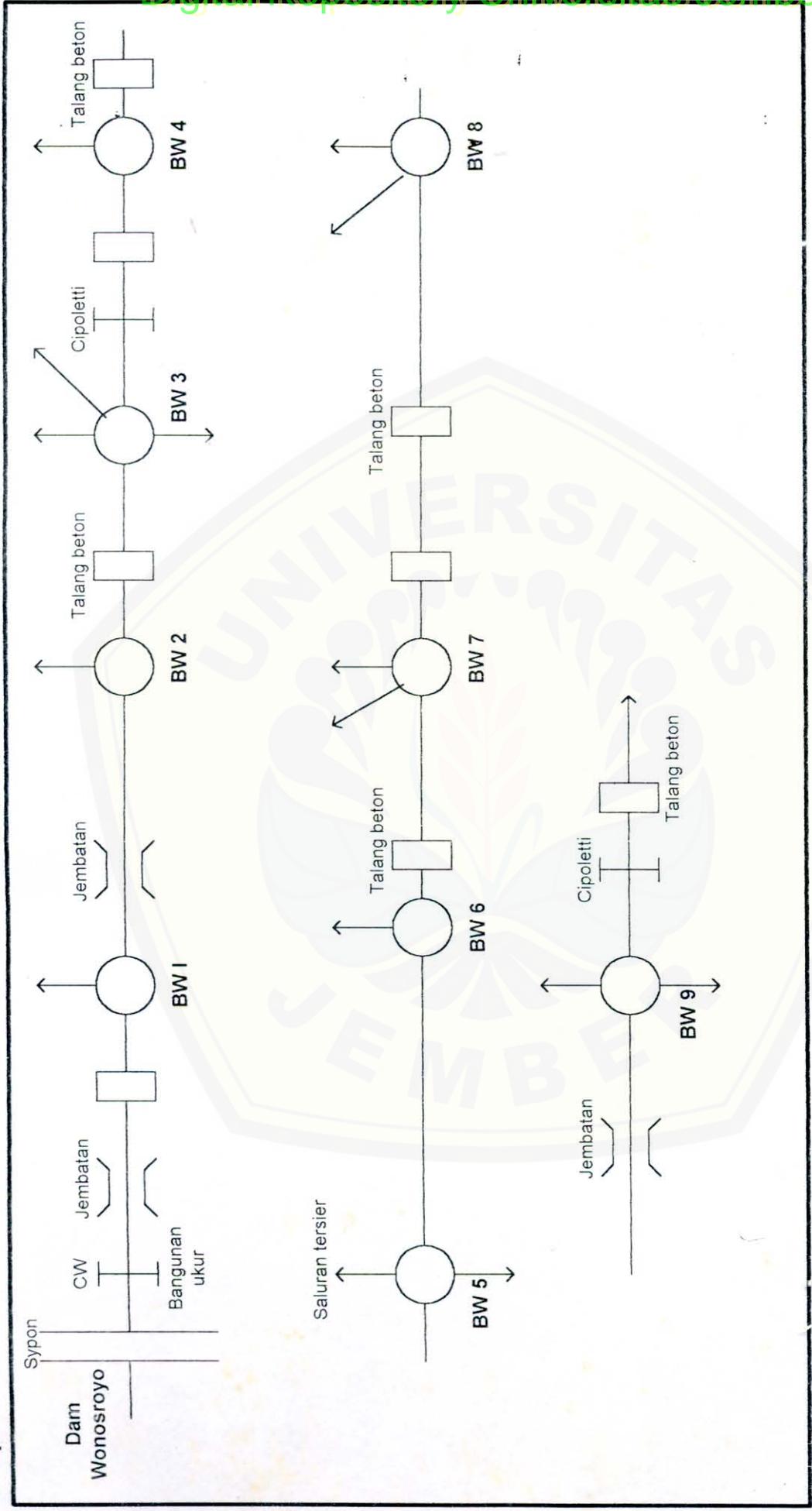
Lampiran 5e. Perhitungan Faktor Palawija Relatif untuk BW 3 Ka.

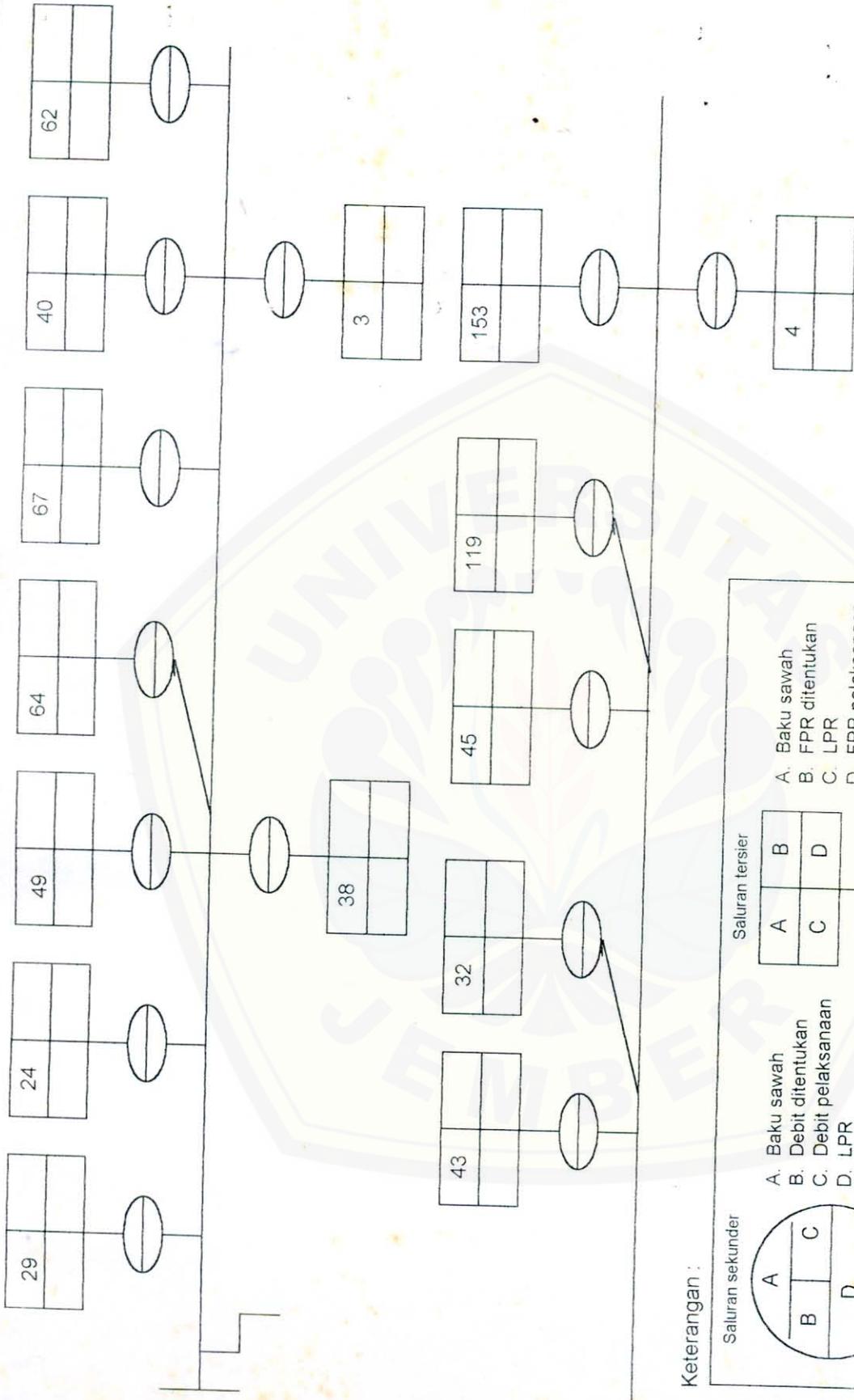
No.	Bulan	Padi (ha)	Polowojo (ha)	Tebu (ha)	Pembibitan (ha)	Garapan (ha)	LPR Total (Ha)	Efisiensi Irigasi (%)	Debit Pelaksanaan (l/dt)	FPR (l/dt/ha)
1	Oktober	1 2	24	2	0	0	35	79	56	1.264
		2 2	24	2	0	0	35	88	55	1.383
		3 2	18	2	0	4	53	92	123	2.135
2	November	1 8	9	2	0	2	56	92	126	2.070
		2 8	9	2	0	2	56	95	112	1.900
		3 15	5	2	0	1	74	87	57	0.670
3	Desember	1 15	5	2	0	1	74	90	48	0.584
		2 17	2	2	0	3	91	88	53	0.513
		3 25	2	2	0	4	129	92	46	0.328
4	Januari	1 34	2	2	0	0	141	94	51	0.340
		2 34	2	2	0	0	141	84	83	0.494
		3 36	0	2	0	0	147	94	143	0.915
5	Pebruari	1 36	0	2	0	0	147	96	216	0.163
		2 36	0	2	0	0	147	94	106	0.678
		3 36	0	2	0	0	147	93	63	0.398
6	Maret	1 33	0	2	0	1	141	82	56	0.326
		2 33	0	2	0	1	141	82	33	0.191
		3 26	0	2	0	4	131	82	40	0.251
7	April	1 17	0	2	0	0	71	92	49	0.635
		2 17	0	2	0	0	71	84	55	0.651
		3 17	0	2	0	0	71	84	33	0.390
8	Mei	1 17	8	2	0	0	79	81	66	0.677
		2 17	12	2	0	0	83	84	59	0.597
		3 17	12	2	0	0	83	72	58	0.503
9	Juni	1 17	12	2	0	0	83	79	48	0.456
		2 10	17	2	0	0	60	79	51	0.672
		3 4	21	2	0	0	40	81	67	1.357
10	Juli	1 0	27	2	0	0	31	80	60	1.549
		2 0	29	2	0	0	32	80	53	1.325
		3 2	31	2	0	0	42	81	58	1.119
11	Agustus	1 4	34	0	0	0	50	78	50	0.780
		2 4	34	0	0	0	50	79	64	1.011
		3 4	34	0	0	0	50	83	60	0.996
12	September	1 4	30	4	0	0	52	80	50	0.769
		2 4	30	4	0	0	52	82	54	0.851
		3 4	30	4	0	0	52	83	48	0.766

Lampiran 6. Struktur Organisasi Dinas Pengairan Bondowoso



Lampiran 7. Peta skema konstruksi Daerah Irigasi Wonosroyo atas





Dam Wonosroyo

Keterangan :

Saluran sekunder

A	C
B	D
E	F

Saluran tersier

A	B
C	D

E

E	F
---	---

A. Baku sawah
 B. Debit ditentukan
 C. Debit pelaksanaan
 D. LPR
 E. FPR pelaksanaan
 F. FPR ditentukan

A. Baku sawah
 B. FPR ditentukan
 C. LPR
 D. FPR pelaksanaan
 E. Debit ditentukan
 F. Debit pelaksanaan

