



UNIVERSITAS INDONESIA

**IMPLIKASI PERUBAHAN POLA TANAM TERHADAP
INFRASTRUKTUR IRIGASI
(Studi Kasus : Daerah Irigasi Pemali Bawah, Kabupaten Brebes)**

SKRIPSI

NURDIN EPPENDI

06 06 07 249 0

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
DEPOK
JULI 2010**



UNIVERSITAS INDONESIA

**IMPLIKASI PERUBAHAN POLA TANAM TERHADAP
INFRASTRUKTUR IRIGASI**

(Studi Kasus : Daerah Irigasi Pemali Bawah, Kabupaten Brebes)

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

NURDIN EPPENDI

06 06 07 249 0

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

DEPOK

JULI 2010


Universitas Indonesia

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Skripsi ini adalah hasil karya sendiri,
dan semua sumber yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar**

Nama : Nurdin Eppendi

NPM : 0606072490

Tandatangan : 

Tanggal : 6 Juli 2010



HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Nurdin Eppendi
NPM : 0606072490
Program studi : Teknik Sipil
JudulSkripsi : Implikasi Perubahan Pola Tanam Terhadap Infrastruktur Irigasi
(Studi Kasus : Daerah Irigasi Pemali Bawah, Kabupaten Brebes)

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing 1 : Ir. Herr Soeryantono, MSc., PhD. (.....)

Pembimbing 2 : RR. Dwinanti Rika M., ST., MT. (.....)

Penguji 1 : Ir. Siti Murniningsih, MSc (.....)

Penguji 2 : Toha Saleh, ST., MSc. (.....)

Ditetapkan di : Depok
Tanggal : 6 Juli 2010

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur saya panjatkan kepada Allah SWT, karena atas segala nikmat, hidayah dan kemudahan yang telah diberikan-Nya, skripsi ini dapat saya selesaikan. Skripsi ini ditulis untuk memenuhi salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan dan kesalahan yang telah dibuat oleh penulis, baik disengaja maupun tidak disengaja. Penulis juga menyadari, tanpa bantuan dari banyak pihak dan juga doa, skripsi ini akan sangat sulit saya selesaikan. Untuk itu pula, dalam kesempatan ini, penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang membantu.

1. Prof. Dr. Ir. Irwan Katili, sebagai Ketua Departemen Teknik Sipil Universitas Indonesia, yang mengizinkan saya untuk melaksanakan sidang.
2. Ir. Herr Soeryantono PhD., selaku dosen pembimbing I yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberi pengarahan, diskusi, dan bimbingan serta persetujuan sehingga skripsi ini dapat selesai.
3. RR Dwinanti Rika M., ST, MT, selaku dosen pembimbing II yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberi pengarahan, diskusi, dan bimbingan serta persetujuan sehingga skripsi ini dapat selesai.
4. Dr.-ing Dwita selaku ketua kelompok ilmu keairan dan Alan Marino Msc selaku pembimbing akademik yang telah bersedia memberikan masukan dalam skripsi dan mengarahkan dalam proses belajar.
5. Toha Saleh ST., MSc, dan Ir. RuswanRasul, MSI, yang telah bersedia menjadi penguji, baik dalam sidang skripsi maupun seminar.
6. Kedua orang tua dan kakak yang selalu menjadi semangat dalam penyusunan skripsi ini.
7. Ibu Upi (rektorat lt.8) yang mempermudah dalam mengatur jadwal pertemuan dengan pembimbing 1 dan juga jadwal sidang.
8. Mba Dian, sekretaris Departemen Teknik Sipil FTUI, yang telah mempermudah proses berjalannya skripsi.
9. Mba Evi, yang member banyak bahan penyusunan skripsi dalam bentuk *softcopy* maupun *hardcopy*.

10. Bapak Subagyo selaku laboran dan Mba Wiwit selaku sekretaris Laboratorium HHS lantai 3 Departemen Teknik Sipil yang telah memperbolehkan memakai ruangnya untuk mengerjakan skripsi.
11. Bapak dan Ibu kost yang selalu memberi makanan di waktu yang tepat dengan porsi yang tepat.
12. Teman-teman Water Bender (Feri Frastiansyah, Firman Reza Persada, Irawan Yudha, Prasetyo Ircas, Indah Purnamasari, Keisha Anggraeni, Isti Fara, Bismi Annisa), BSB (Andri Hermawan, Pramudia W, Trisunu Aji Ismail, Mujib Ridha, Herly Firma, Reza Fajar P, Agus Saputra, Ahmad Sulaiman) dan pemilik hati yang telah memberikan semangat, baik materil maupun moril pada detik-detik terakhir skripsi.
13. Teman-teman seangkatan yang juga berjuang bersama dalam menimba ilmu di Universitas Indonesia.
14. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah memberikan kontribusi kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.

Akhir kata, sayaberharap Allah SWT membalas semua kebaikan semua pihak yang berperan dalam proses penulisan skripsi ini. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi ilmu pengetahuan.

Depok, 6 Juli 2010



Nurdin Eppendi

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nurdin Eppendi
NPM : 0606072490
Progras Studi : Kelompok Ilmu MSDA
Departemen : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

IMPLIKASI PERUBAHAN POLA TANAM TERHADAP INFRASTRUKTUR
IRIGASI
(Studi Kasus : Daerah Irigasi Pemali Bawah, Kabupaten Brebes)

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini, Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalih mediakan/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada tanggal : 6 Juli 2010

Yang menyatakan



(Nurdin Eppendi)

Universitas Indonesia

ABSTRAK

Nama : Nurdin Eppendi
Program Studi : Teknik Sipil
Judul : Implikasi Perubahan Pola Tanam Terhadap Penerapan
Infrastruktur Irigasi
(Studi Kasus : Daerah Irigasi Pemali Bawah, Kabupaten Brebes)

Desain sistem irigasi adalah usaha rekayasa memaksimalkan ketersediaan air untuk memenuhi kebutuhan air sesuai dengan pola tanam yang diinginkan. Penentuan pola tanam ini selain dipengaruhi oleh kondisi geografis dan iklim juga dipengaruhi oleh faktor ekonomi pertanian, seperti potensi keuntungan petani. Jika situasi ekonomi berubah, maka pola tanam akan menyesuaikan diri agar petani mendapatkan keuntungan yang tertinggi dengan mengubah pola tanam. Perubahan pola tanam ini akan merubah kebutuhan air total irigasi atau *gross irrigation requirement* (GIR) dalam satu tahun. Kondisi perubahan pola tanam ini terjadi di Daerah Irigasi Pemali bawah, Kabupaten Brebes. Oleh karena itu, perlu dilakukan sebuah analisa sebagai dampak dari perubahan pola tanam tersebut terhadap infrastruktur irigasi supaya secara teknis sistem irigasi tersebut dapat dipertanggung jawabkan.

Kata kunci : irigasi, air, pola tanam.

ABSTRACT

Name : Nurdin Eppendi
Study Program : Civil Engineer
Title : The Implication of Changes in Cropping Pattern to Irrigation
Infrastructure
(Case Study : Pemali Bawah Irrigation System, Brebes Regency)

Irrigation systems design is about to find engineer solution to maximize water availability to fulfill cropping demand. The pattern cropping is determined not only by geographical and climate condition but also by profit potential yield by the selected pattern too. As such, economics condition will change the preference cropping pattern and the new cropping pattern requires new determination of gross irrigation requirement and new set of irrigation structure. This final project reviews on irrigation infrastructure system in Pemali Bawah Irrigation System, Brebes Regency, due to the change of cropping pattern driven by economic change.

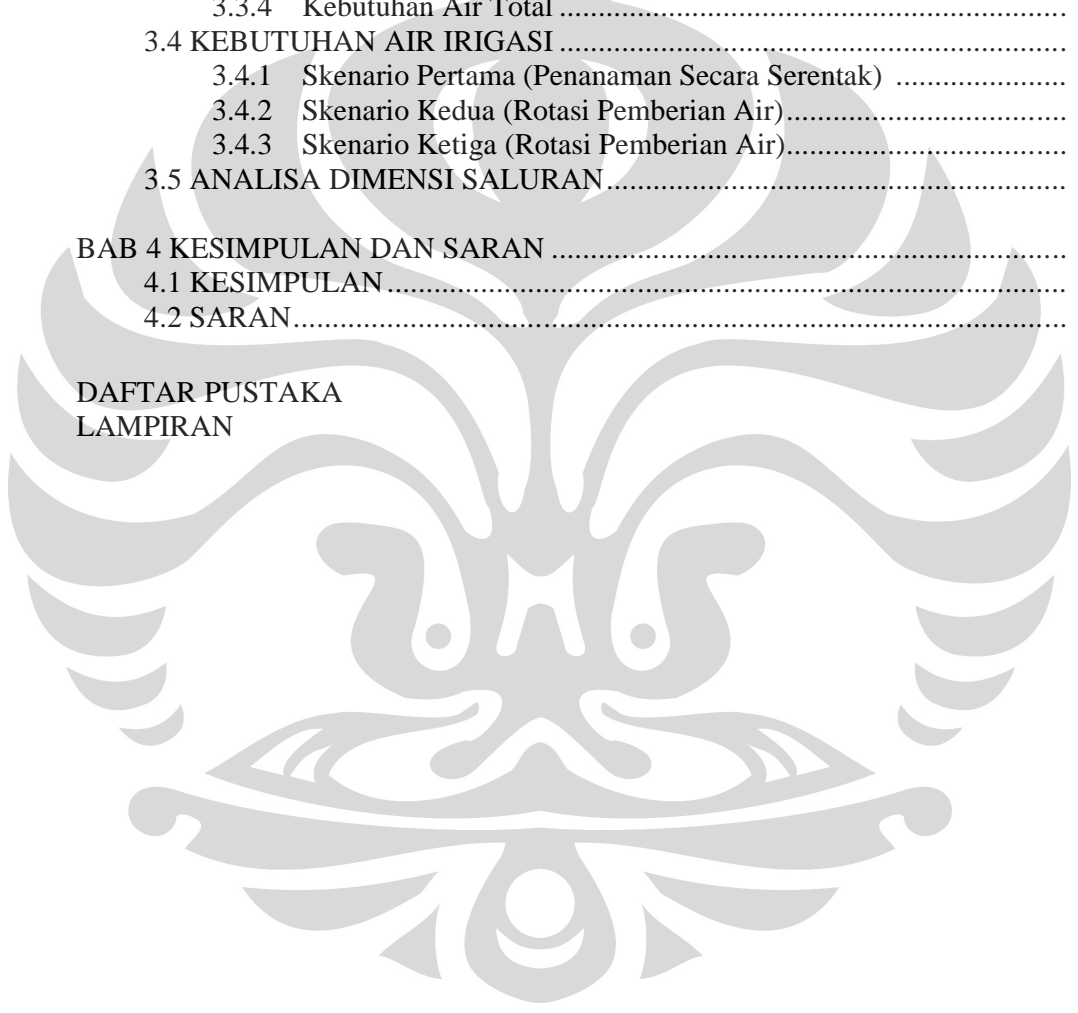
Keyword: irrigation, crops, water

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	vii
ABSTRAK (INDONESIA)	viii
ABSTRAK (INGGRIS)	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR ISTILAH DAN SIMBOL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 TUJUAN PENELITIAN	3
1.3 PEMBATASAN MASALAH	3
1.4 METODE PENELITIAN	4
1.5 SISTEMATIKA PENULISAN	4
BAB 2 KEBUTUHAN AIR DAN DESAIN DIMENSI SALURAN	6
2.1 SUMBER AIR IRIGASI	7
2.1.1 Perhitungan Debit Andalan	7
2.1.2 Sumber Data Debit Andalan	8
2.1.2.1 Data dari Aliran Sungai	9
2.1.2.2 Data dari Curah Hujan	11
2.2 KEBUTUHAN AIR IRIGASI	17
2.2.1 Perhitungan Kebutuhan Air Tanaman dengan Prosedur FAO	19
2.2.1.1 Koefisien Tanaman (Kc)	19
2.2.1.2 Perhitungan ETo dengan metode Penman-Montieth	20
2.2.2 Perhitungan Kebutuhan Air Tanaman dengan Pengamatan Langsung di Lapangan	23
2.2.3 Hujan Efektif	25
2.2.3.1 Hujan Efektif dengan Metode SCS	25
2.2.3.2 Hujan Efektif dengan Metode Hujan Andalan	27
2.3 SISTEM IRIGASI	29
2.3.1 Petak	29
2.3.2 Bangunan Irigasi	30
2.4 ROTASI DAN DIMENSI SALURAN	33
2.4.1 Rotasi Pemberian Air	33
2.4.2 Dimensi Saluran	34

BAB 3 ANALISA KEBUTUHAN AIR DAN DIMENSI SALURAN	
SETELAH TERJADI PERUBAHAN POLA TANAM	37
3.1 GAMBARAN UMUM WILAYAH STUDI	37
3.1.1 Bangunan Utama D.I Pemali Bawah	38
3.1.2 Jaringan Pengairan D.I Pemali Bawah.....	41
3.2 ANALISIS KETERSEDIAAN	44
3.3 ANALISIS KEBUTUHAN AIR TOTAL	47
3.3.1 Kebutuhan Air Tanaman Padi	47
3.3.2 Kebutuhan Air Tanaman Bawang merah	49
3.3.3 Analisis Kehilangan Air	50
3.3.4 Kebutuhan Air Total	52
3.4 KEBUTUHAN AIR IRIGASI	57
3.4.1 Skenario Pertama (Penanaman Secara Serentak)	57
3.4.2 Skenario Kedua (Rotasi Pemberian Air).....	61
3.4.3 Skenario Ketiga (Rotasi Pemberian Air).....	65
3.5 ANALISA DIMENSI SALURAN.....	69
BAB 4 KESIMPULAN DAN SARAN	72
4.1 KESIMPULAN	72
4.2 SARAN.....	73

DAFTAR PUSTAKA
LAMPIRAN



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram Alir Analisa Neraca Air.....	6
Gambar 2.2 Konsep Ketersediaan Air	7
Gambar 2.3 Distribusi Kecepatan Aliran.....	9
Gambar 2.4 Contoh Daerah Aliran.....	11
Gambar 2.5 Contoh Metode Rata-Rata Aritmatika	14
Gambar 2.6 Contoh Metode Thesien.....	15
Gambar 2.7 Contoh Metode Isohyet.....	16
Gambar 2.8 Evapotranspirasi padaTumbuhan	18
Gambar 2.9 Skematik Perhitungan Kebutuhan Air Irigasi	18
Gambar 2.10 Skematik Tahap Perkembangan Tanaman.....	19
Gambar 3.1 Peta Kabupaten Brebes	37
Gambar 3.2 Skema Jaringan Irigasi	43
Gambar 3.3 Titik-titik Pengambilan Data Curah Hujan	44
Gambar 3.4 Grafik Ketersediaan Air.....	46
Gambar 3.5 Penempatan Uji Infiltrasi di Lahan.....	50
Gambar 3.6 Letak Uji Infiltrasi	51
Gambar 3.7 Pembacaan Laju Infiltrasi	51
Gambar 3.8. Pembagian Jadwal Penanaman Daerah pada Skenario 1	59
Gambar 3.9 Neraca Air di Lahan Penanaman Secara Serentak	59
Gambar 3.10 Neraca Air di Bendung Penanaman Secara Serentak	60
Gambar 3.11. Pembagian Daerah pada Skenario 2	61
Gambar 3.12. Pembagian Jadwal Penanaman Skenario 2	62
Gambar 3.13 Neraca Air di Lahan pada skenario 2.....	63
Gambar 3.14 Neraca Air di Bendung pada skenario 2	64
Gambar 3.15. Pembagian Daerah pada Skenario 3	65
Gambar 3.16. Pembagian Jadwal Penanaman Skenario 3	66
Gambar 3.17 Neraca Air di Lahan pada skenario 3.....	67
Gambar 3.18 Neraca Air di Bendung pada Skenario 3.....	68

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Perbedaan Pola Tanam di Kabupaten Brebes	2
Tabel 2.1 Besaran Keandalan untuk Berbagai Kegiatan	8
Tabel 2.2. Harga Reduced Standar Deviation (σ_N)	13
Tabel 2.3 Harga reduced mean (Y_N).....	13
Tabel 2.4 Harga reduced Variated (Y_T)	13
Tabel 2.5 Harga Koefisien Tanaman Padi.....	20
Tabel 2.6 Langkah-langkah Perhitungan ETo	21
Tabel 2.7 Form Wawancara Kebutuhan Air	24
Tabel 2.8 Nilai CN	26
Tabel 2.9 pengamatan waktu dan penurunan air.....	29
Tabel 2.10 Klasifikasi Jaringan Irigasi	29
Tabel 2.11. Penampang Hidraulis Efektif Saluran	34
Tabel 2.12 Nilai koefisien kekasaran Manning.....	35
Tabel 2.13 Kecepatan Minimum pada Saluran Suplesi	36
Tabel 3.1 Pembagian Luas Aeral Tiap-tiap Daerah Irigasi.....	38
Tabel 3.2 Data Aliran Sungai di Kabupaten Brebes.....	38
Tabel 3.3 Pola Operasi Pintu Bendung Notog	39
Tabel 3.4 Saluran Sekunder D.I Wilayah Pemali Bawah	41
Tabel 3.5 Saluran Pembuang D.I Pemali Bawah	42
Tabel 3.6 Perhitungan Evapotransporasi Tanaman Acuan.....	47
Tabel 3.7 Kebutuhan Air Tanaman Padi.....	49
Tabel 3.8 Kebutuhan Air Tanaman Bawang Merah.....	50
Tabel 3.10. Kebutuhan Air Total Setiap Musim Tanam Padi.....	53
Tabel 3.12. Kebutuhan Air Total Setiap Musim Tanam Bawang Merah.....	55

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Skema Jaringan Irigasi	76
Lampiran 2 Perhitungan Debit Andalan.....	77
Lampiran 3 Paramater Perhitungan Kebutuhan Air Irigasi.....	92
Lampiran 4 Hasil Wawancara dengan Petani.....	93
Lampiran 5 Perhitungan Dimensi Saluran Suplesi Untuk Lahan pertanian Padi dan Bawang Merah.....	99
Lampiran 6 Perbandingan Dimensi Eksisting dengan Dimensi Usulan	113



DAFTAR NOTASI

A	= Luas daerah pengaliran yang ditinjau (L^2)
B	= lebar mercu bendung (L)
Be	= lebar efektif bendung (L)
C	= Koefisien Pengaliran
ETp	= total tanaman evapotranspiration per bulan (LT^{-1})
G	= fluks panas tanah,
He	= tinggi tekan total di atas mercu (L)
I	= Intensitas hujan yang merata didaerah yang ditinjau (L/T)
Ka	= koefisien kontraksi dinding samping,
Kp	= koefisien kontraksi pilar,
LAI _{active aktif}	= indeks luas daun (diterangi matahari) ($L^2 L^{-2}$)
M	= peringkat debit
N	= jumlah data
P	= tekanan udara (MLS^{-2})
R	= radius hidrolika (L),
Rn	= radiasi bersih,
S	= kemiringan dasar saluran (%)
T	= suhu udara harian ($^{\circ}C$)
Q	= Debit banjir yang terjadi (L^3/T)
$X_{Tr,24}$	= Nilai curah hujan pada periode ulang Tr tahun
\bar{X}	= Nilai rata-rata curah hujan pada seri data tinjauan (mm)
Y_T	= Nilai reduksi variasi berdasarkan lama periode ulang
Y_N	= Nilai reduksi rata-rata
b	= lebar bendung (lebar sungai) (L)
c_p	= spesifik panas udara,
d	= tinggi curah hujan rata-rata (L)
$e_s - e_a$	= mewakili defisit tekanan uap udara,
f	= faktor koreksi
n	= koefisien kekasaran dinding saluran
p	= lebar pintu penguras (L)
p	= total curah hujan per bulan (LT^{-1}),
pe	= curah hujan efektif per bulan (LT^{-1}),
r_a	= kerapatan udara rata-rata pada tekanan konstan,
r_s	= resistensi permukaan
r_a	= resistensi aerodinamis
r_s	= (bulk) resistansi permukaan [TL^{-1}],
r_l	= retensi massal stomatal dari daun [TL^{-1}],
z	= elevasi diatas muka air laut (L)
Σt	= jumlah lebar pilar, = kemiringan kurva tekanan uap, = konstanta psychrometric,
x	= Standar deviasi
N	= Nilai reduksi standar deviasi tergantung

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Air merupakan kebutuhan primer bagi semua makhluk hidup termasuk tanaman. Sumber utama air itu berasal dari air hujan alami. Kemudian air hujan tersebut meresap ke dalam tanah dan akan diserap oleh akar tanaman. Kebutuhan air tersebut sangat bergantung dari spesies tanaman itu sendiri. Di Indonesia hujan tidak terdistribusi secara merata pertahun. Curah hujan akan tinggi pada bulan Oktober sampai Maret dan pada bulan April sampai September curah hujan akan menurun (Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika).

Untuk sawah non-teknis, kebutuhan air untuk tanaman dipenuhi oleh kelembaban tanah dari peresapan air hujan. Akan tetapi sejalan dengan pertumbuhan penduduk kebutuhan akan hasil pertanian meningkat. Kebutuhan ini merupakan pemicu awal sistem irigasi (persawahan teknis). Definisi irigasi adalah proses buatan untuk memasok air untuk pertumbuhan tanaman sesuai dengan kebutuhan tanaman tersebut (J.G. Dahigaonkar, 1981). Dengan demikian, tanaman mendapatkan air tepat pada saat waktu yang tepat. Sedangkan sistem adalah interaksi antar komponen. Dengan demikian, sistem irigasi adalah interaksi antar komponen komponen irigasi.

Irigasi tersebut dibuat untuk meningkatkan hasil pertanian, tercapainya keuntungan yang optimum, peningkatan kesejahteraan, terpenuhinya kebutuhan air domestik, dan sumber tenaga listrik (Santosh Kumar Karg, 1976). Desain irigasi sangat berkaitan erat dengan pola tanam dan ketersediaan air. Pola tanam inilah yang akan dijadikan sebagai acuan untuk menghitung kebutuhan air total irigasi atau *gross irrigation requirement* (GIR) dalam satu tahun. Sedangkan ketersediaan air merupakan debit yang tersedia sepanjang tahun (debit andalan), sehingga debit andalan dijadikan sebagai batasan maksimum GIR yang dapat dipasok. Dalam menghitung GIR harus diperhitungkan juga faktor kehilangan air. Faktor kehilangan itu disebabkan oleh evaporasi, infiltrasi, pencurian dan lain lain.

Jika pada pada suatu saat terjadi perubahan pola tanam maka akan merubah GIR. Perubahan GIR itu akan berdampak pada perubahan kebutuhan air irigasinya, contoh di Daerah Irigasi Pemali Bawah. Daerah irigasi ini terletak di Kabupaten Brebes dengan letak astronomis Bujur Timur $108^{\circ}41'37,7''$ – $109^{\circ} 11'28,92''$ Lintang Selatan $6^{\circ} 44'56,5''$ - $7^{\circ} 20'51,48''$. Di daerah irigasi tersebut dengan luas 28.441 Ha terjadi perbedaan pola tanam antara Dinas Pengairan dengan petani Kabupaten Brebes (Dinas Pertanian).

Tabel 1.1 Perbedaan Pola Tanam di Kabupaten Brebes

Bulan	Pola tanam dari Dinas Pengairan	Polatanam dari petani Kab. Brebes
Desember s.d. Maret	Padi	Padi
April s.d. Mei	Padi	Bawang merah
Juni s.d. Juli		Bebas (kacang tanah, cabe, dll)
Agustus s.d. September	Kering	Kering
Oktober s.d November	Bawang merah	Bawang merah

Berdasarkan tabel 1.1 dapat dilihat terjadi perubahan jenis tanaman. Perubahan jenis tanaman itu terjadi diakibatkan semakin meningkatnya kebutuhan masyarakat akan hasil pertanian dalam waktu singkat dengan lahan yang terbatas. Jika dihitung secara matematis dari hasil panennya,

$$K = \frac{P \times H - M}{U} \quad (1.1)$$

dimana,

K = keuntungan perbulan

P = hasil panen rata-rata pertahun dalam Kg (sumber: Dinas Pertanian)

H = harga jual (sumber: petani Kab. Brebes)

M = modal (sumber: petani Kab. Brebes)

U = umur dalam bulan (sumber: petani Kab. Brebes).

Dari rumus diatas maka dapat dihitung keuntungan pada tanaman padi perhektar,

$$K = \frac{(6120 \times \text{Rp } 2.500 - \text{Rp } 5.000.000)}{4} = \text{Rp } 2.575.000/\text{bulan}$$

Universitas Indonesia

sedangkan keuntungan pada tanaman bawang merah perhektar,

$$K = \frac{(10800 \times \text{Rp } 4.000 - \text{Rp. } 30.000.000)}{2} = \text{Rp } 6.600.000/\text{bulan.}$$

Dari beda keuntungan tersebutlah yang mengakibatkan banyak petani yang mengganti jenis tanaman pada lahan pertaniannya. Oleh karena itu, perlu dilakukan sebuah analisa dari implikasi dari perubahan pola tanam tersebut terhadap infrastruktur irigasi supaya secara teknis sistem irigasi tersebut dapat dipertanggung jawabkan.

1.2 TUJUAN PENELITIAN

Penyusunan skripsi ini bertujuan untuk menganalisis implikasi dari perubahan pola tanam terhadap infrastruktur irigasi. Infrastruktur yang dimaksud seperti perhitungan ketersediaan air, kebutuhan air irigasi, rotasi pemberian air dan dimensi saluran suplesi untuk pertanian bawang merah dan padi.

1.3 PEMBATASAN MASALAH

Pada penelitian ini terdapat batasan dan ruang lingkup yang akan dilakukan.

1. Wilayah studi dari penelitian ini di Daerah Irigasi Pemali Bawah Kabupaten Brebes.
2. Data yang diperoleh adalah data primer dan data sekunder. Data primer yaitu data yang berupa hasil pengamatan langsung di wilayah studi atau hasil wawancara dengan pihak terkait dan data sekunder yaitu data yang berupa data yang telah diperoleh dari instansi tertentu.
3. Perhitungan kebutuhan air pada tanaman padi berdasarkan prosedur perhitungan dari *Food and Agricultural* dengan metode Penman-Monteith.
4. Perhitungan kebutuhan air pada bawang merah merupakan hasil wawancara dengan petani Kabupaten Brebes
5. Perhitungan kebutuhan air tanaman dilakukan pada satu daerah dengan luas 2 Ha dan dianggap mewakili semua lahan pertanian di D.I Pemali Bawah.

6. Kehilangan air sepanjang saluran akibat pencurian air, evaporasi, infiltrasi dan lain-lain tidak diperhitungkan.

1.4 METODE PENELITIAN

Untuk mencapai tujuan dari penelitian ini yaitu menghitung dampak yang terjadi pada infrastruktur irigasi seperti kebutuhan air, ketersediaan air, dan rotasi pemberian air setelah terjadi perubahan pola tanam maka diperlukan sebuah pendekatan yang dapat dipertanggung jawabkan secara teknis. Cara pendekatan untuk menghitung kebutuhan air pada tanaman padi yaitu dengan menggunakan prosedur yang dikeluarkan oleh *Food and Agricultural Organization* dan untuk tanaman bawang merah dengan cara wawancara langsung pada petani. Dari hasil kebutuhan air tanaman tersebut akan dibandingkan antara kebutuhan air antara tanaman bawang merah dengan tanaman padi. Sedangkan untuk menghitung ketersediaan air ini dapat dihitung dengan cara mencari besar debit andalan. Setelah diketahui jumlah ketersediaan air dan kebutuhan air pada lahan pertanian maka dapat ditentukan neraca airnya. Dari neraca air tersebut sehingga akan sebuah rotasi pemberian air ke lahan pertanian tersebut.

1.5 SISTEMATIKA PENULISAN

Sistematika penyusunan dari skripsi ini secara garis besar dapat dibagi dalam dua bagian besar. Bagian pertama berisi tentang pengenalan masalah sedangkan bagian kedua berisi tentang proses penanganan masalah dan analisa dari masalah tersebut.

Pada bagian pertama dibagi menjadi 2 bab yaitu bab satu dan bab dua. Bab satu adalah bab pendahuluan. Pada bab ini berisikan tentang penjelasan umum mengenai latar belakang dan alasan pemilihan materi penelitian, tujuan dan maksud penelitian, batasan masalah dan metode penelitian. Bab selanjutnya adalah acuan dalam mencapai tujuan penelitian. Pada bab ini juga berisikan tentang penjelasan tentang landasan atau dasar-dasar teori yang berkaitan dengan penelitian pada skripsi ini.

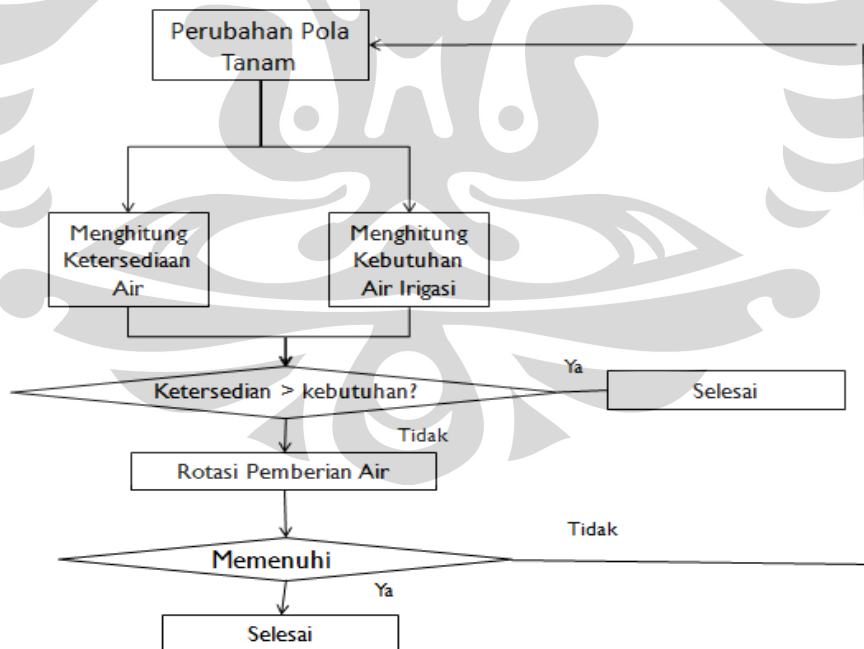
Pada bagian kedua dibagi menjadi dua bab yang merupakan kelanjutan dari bab bagian pertama. Bab selanjutnya adalah bab tiga yang berisikan penjelasan tentang bagaimana kondisi eksisting wilayah studi penelitian, karakteristik sistem irigasinya. Kemudian dilakukan pengolahan data dengan metode yang telah ditetapkan pada bab sebelumnya. Bab ini akan menghasilkan output berupa hasil rotasi pemberian air irigasi. Kemudian dari penjelasan dari awal akan disimpulkan pada bab empat.



BAB 2 KEBUTUHAN AIR DAN DESAIN DIMENSI SALURAN

Hasil tanaman pangan di Indonesia sangat beragam tergantung pada kondisi iklim dan tanah daerah tersebut. Untuk Kabupaten Brebes hasil pertanian pangan ada beberapa macam seperti padi, kacang tanah, cabe, jagung, bawang merah, dan lain lain. Dari semua hasil tersebut, bawang merah merupakan produk andalan petani untuk meningkatkan kesejahteraan. Sehingga dalam prosesnya banyak petani yang merubah pola tanam yang dikeluarkan oleh Dinas Pengairan.

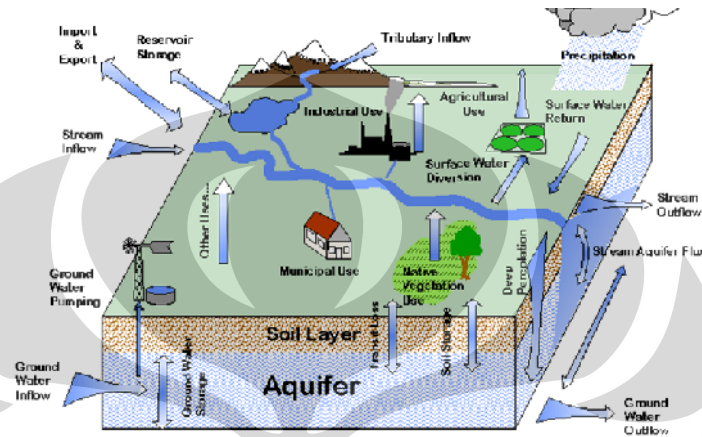
Neraca air adalah perbandingan antara besar ketersediaan dengan besar kebutuhan air. Dalam kasus irigasi besar ketersediaan merupakan debit andalan dan besar kebutuhan merupakan besar kebutuhan air irigasi. Jika besar ketersediaan air lebih besar dari pada besar kebutuhan pada waktu yang sama maka tidak ada masalah pada daerah itu. Akan tetapi jika ketersediaan air lebih kecil dibandingkan dengan kebutuhan air irigasi maka diperlukan sebuah rotasi pemberian air sehingga semua lahan yang ada dapat dipasok airnya.



Gambar 2.1 Diagram Alir Analisis Neraca Air

2.1 SUMBER AIR IRIGASI

Siklus hidrologi dapat dipelajari dengan cara menyederhanakan siklus tersebut sebagai suatu sistem, yang komponen-komponennya berupa curah hujan (presipitasi), penguapan (evaporasi), aliran permukaan (*run off*) dan tahapan-tahapan lain.



Sumber: Stream Corridor Restoration

Gambar 2.2 Konsep Ketersediaan Air

Air permukaan dan air tanah dapat dimanfaatkan untuk berbagai kegiatan manusia di suatu daerah tertentu. Untuk mengetahui besar potensi pemanfaatannya maka dihitung terlebih dahulu besar ketersediaan air di daerah tersebut (gambar 2.2). Ketersediaan air yang merupakan bagian dari fenomena alam, sering sulit untuk diatur dan diprediksi dengan akurat. Untuk analisis ketersediaan air permukaan, yang akan digunakan sebagai acuan adalah debit andalan (*dependable flow*). Debit ini mencerminkan suatu angka yang dapat diharapkan terjadi pada titik kontrol yang terkait dengan waktu dan nilai keandalan.

2.1.1 Perhitungan Debit Andalan

Untuk menentukan besarnya debit andalan dibutuhkan seri data debit yang panjang yang dimiliki oleh setiap stasiun pengamatan debit. Metode yang sering dipakai untuk analisis debit andalan adalah metode statistik (rangking). Menurut Soemarto (1999), pengamatan besarnya keandalan yang diambil untuk penyelesaian optimum penggunaan air di beberapa macam kegiatan.

Tabel 2.1 Besaran Keandalan untuk Berbagai Kegiatan

No	Kebutuhan	Peluang (%)
1.	Air Minum	99
2.	Air Industri	95 – 98
3.	Air Pertanian Daerah Beriklim Lembab	70 – 85
4.	Air Pertanian Daerah Beriklim Kering	80 – 95
5.	PLTA	85 – 90

Sumber : Soemarto (1999)

Penetapan rangking dilakukan menggunakan analisis frekuensi atau probabilitas dengan rumus Weibul. Debit andalan 80% (Q80%) berarti bahwa probabilitas debit tersebut untuk disamai atau dilampaui sebesar 80% yang berarti juga bahwa kegagalan kemungkinan terjadi dengan probabilitas sebesar 20%. Dapat diartikan juga bahwa dalam 5 tahun ada kemungkinan satu tahun gagal.

Prosedur analisis dimulai dengan mengurutkan seri data dari urutan terbesarsampai ke yang terkecil. Selanjutnya dirangking dimulai dengan rangking pertama (m=1) untuk data yang paling besar dan seterusnya. Langkah ketiga dibuatkan kolom plotting dengan rumus Weibul. Adapun Rumus Weibul adalah sebagai berikut:

$$P = \frac{M}{N+1} 100\% \quad (2.1)$$

dimana, M = peringkat debit dan N = jumlah data.

2.1.2 Sumber Data Debit Andalan

Dalam perhitungan debit andalan data yang paling berperan dalam studi ketersediaan air permukaan adalah data rekaman debit aliran sungai. Rekaman tersebut harus berkesinambungan dalam periode waktu yang dapat digunakan untuk pelaksanaan proyek penyediaan air. Akan tetapi di Indonesia tidak semua daerah mencatat debit aliran sungai sehingga untuk menghitung debit andalan dapat memakai data curah hujan. Dari masing masing sumber tersebut memiliki karakteristik yang berbeda dalam hal pendekatan perhitungannya. Untuk hujan andalan banyak faktor yang merupakan hasil laporan penelitian sehingga kesalahan relatifnya besar. Kesalahan ini disebabkan karena semua daerah

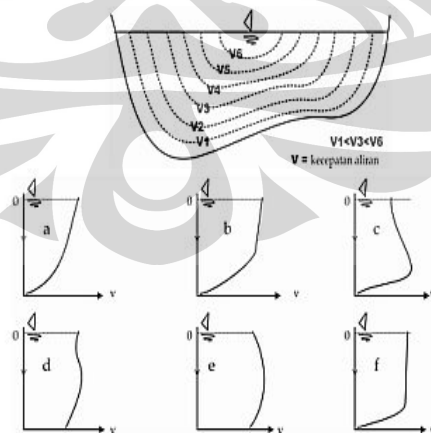
memiliki karakteristik curah hujan yang berbeda sehingga akan menghasilkan hujan andalan yang berbeda pula. Sedangkan untuk aliran andalan pada sungai atau waduk merupakan pendekatan yang paling relevan karena memakai pengamatan langsung di lapangan. Kelemahan metode aliran andalan adalah data yang didapatkan sedikit karena tidak ada petugas yang mencatat debit aliran sungai atau waduk tiap waktu.

2.1.2.1 Data dari Aliran Sungai

Debit aliran dapat dijadikan sebuah alat untuk memonitor dan mengevaluasi neraca air suatu kawasan melalui pendekatan potensi sumber daya air permukaan yang ada. Untuk mendapatkan debit aliran dapat dilakukan pengukuran secara langsung dengan menggunakan *automatic water level recorder (AWLR)* maupun pengukuran secara tidak langsung (empiris).

Pengukuran Secara tidak Langsung

Debit sungai dapat diukur dengan mengalikan luas penampang sungai (A) dengan kecepatan aliran sungai (V). Akan tetapi bahwa distribusi kecepatan aliran di dalam alur tidak sama arah horisontal maupun arah vertikal. Dengan kata lain kecepatan aliran pada tepi saluran tidak sama dengan tengah saluran, dan kecepatan aliran dekat permukaan air tidak sama dengan kecepatan pada dasar saluran.



Gambar 2.3 Distribusi Kecepatan Aliran

Keterangan

A : teoritis

B : dasar saluran kasar dan banyak tumbuhan

C : gangguan permukaan (sampah)

D : aliran cepat, aliran turbulen pada dasar

E : aliran lambat, dasar saluran halus

F : dasar saluran kasar/berbatu

Untuk mengukur kecepatan aliran dapat dilakukan dengan pelampung (*float method*), dengan alat ukur arus (*current meter*) ataupun dengan menggunakan rumus.

a. Pengukuran Kecepatan Aliran dengan Pelampung (*Float Number*)

Cara ini dapat dengan mudah dilakukan walaupun keadaan permukaan muka air sungai tinggi dan banyak kotoran atau kayu-kayuan yang terhayutkan. Tempat yang digunakan untuk mengukur kecepatan aliran adalah saluran yang lurus dengan lebar yang konstan sehingga dapat dibagi dengan jarak 0.25 m sampai dengan 3 m.

b. Pengukuran Kecepatan Aliran dengan Alat Ukur Arus (*Current meter*)

Current meter adalah alat untuk mengukur kecepatan aliran (kecepatan arus). Kecepatan aliran dihitung berdasarkan jumlah putaran baling-baling per waktu putarannya ($N = \text{putaran}/dt$). Kecepatan aliran $V = aN + b$ dimana a dan b adalah nilai kalibrasi alat *current meter*. Hitung jumlah putaran dan waktu putaran baling-baling dengan *stopwatch*.

c. Pengukuran Kecepatan Aliran dengan Rumus Empiris

- Chezy

$$V = \frac{n}{328} \sqrt{RS} \quad (2.2)$$

- Stricker

$$V = nR^{2/3} S^{1/2} \quad (2.3)$$

- Manning

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} \quad (2.4)$$

Dimana n = koefisien kekasaran dinding saluran, R = radius hidrolika (m), S = kemiringan dasar saluran (%).

2.1.2.2 Data dari Curah Hujan

Metode untuk memperkirakan debit dari curah hujan yang umum menggunakan Metode Rasional USSCS (1973). Cara ini merupakan cara tertua dalam menghitung debit banjir dari curah hujan, cara tersebut didasarkan atas rumus :

$$Q = C \times I \times A \quad (2.5)$$

Dimana :

Q = Debit banjir yang terjadi (m^3/jam)

I = Intensitas hujan yang merata didaerah yang ditinjau (mm/jam)

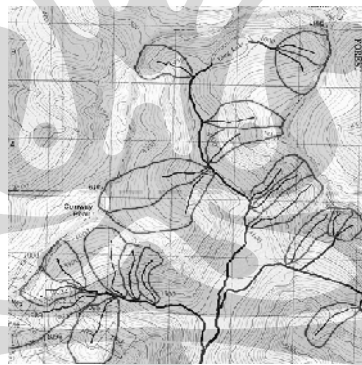
A = Luas daerah pengaliran yang ditinjau (m^2)

C = Koefisien Pengaliran

Sumber : "Hidrologi Teknik" C.D. Soemarto. 1999.

Daerah Aliran

Daerah tangkapan adalah wilayah yang jika ada hujan turun disembarang titik maka limpasannya mengalir ke alur sungai yang diamati. Luas wilayah ini dapat ditentukan dengan menghubungkan titik-titik tertinggi di suatu wilayah berdasarkan peta kontur di wilayah pengamatan tersebut.



Gambar 2.4 Contoh Daerah Aliran

Dalam menentukan batas-batas daerah aliran ada beberapa tahap yang harus dilakukan terlebih dahulu.

1. Tentukan titik outlet yang akan dicari debitnya.
2. Evaluasi ruang lingkup topografi
3. Tentukan titik-titik tertinggi
4. Sambungkan titik-titik tertinggi melewati punggung bukit

5. Periksa batas batasnya
6. Hitung luas daerah

Intensitas hujan

Untuk melihat sebaran yang ada curah hujan yang ada di suatu DAS dapat diperoleh dari stasiun hujan. Data curah hujan di setiap stasiun tersebut biasanya tidak lengkap. Cara untuk melengkapi data tersebut dapat menggunakan analisa frekuensi. Analisa frekuensi adalah analisa yang dilakukan untuk menentukan atau memperkirakan kejadian curah hujan berdasarkan masa ulang peristiwa yang dapat diharapkan menyamai atau lebih besar dari pada rata-rata curah hujan.

Rata-rata curah hujan :

$$x_{rata-rata} = \frac{x}{N} \quad (2.6)$$

Standar deviasi,

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum(x_1 - x_{rata-rata})^2}{N-1}} \quad (2.7)$$

Rumus Gumble

$$X_{Tr,24} = x_{rata-rata} + \frac{\sigma_x}{\sigma_N} (Y_T - Y_N) \quad (2.8)$$

dimana;

$X_{Tr,24}$ = Nilai curah hujan pada periode ulang Tr tahun

\bar{X} = Nilai rata-rata curah hujan pada seri data tinjauan (mm)

σ_x = Standar deviasi

σ_N = Nilai reduksi standar deviasi tergantung N (jumlah data)

Y_T = Nilai reduksi variasi berdasarkan lama periode ulang

Y_N = Nilai reduksi rata-rata

Tabel 2.2. Harga Reduced Standar Deviation (σ_N)

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0.9496	0.9676	0.9833	0.9971	1.0095	1.0206	1.0316	1.0411	1.0493	1.0565
20	1.0628	1.0696	1.0754	1.0811	1.0864	1.0915	1.0961	1.1004	1.1047	1.1086
30	1.1124	1.1159	1.1193	1.1226	1.1255	1.1285	1.1313	1.1339	1.1363	1.1388
40	1.1413	1.1436	1.1458	1.1480	1.1499	1.1519	1.1538	1.1557	1.1574	1.1590
50	1.1607	1.1623	1.1638	1.1658	1.1667	1.1681	1.1696	1.1708	1.1721	1.1734
60	1.1747	1.1759	1.1770	1.1782	1.1793	1.1803	1.1814	1.1824	1.1834	1.1844
70	1.1854	1.1863	1.1873	1.1881	1.1890	1.1898	1.1906	1.1915	1.1923	1.1930
80	1.1938	1.1945	1.1953	1.1959	1.1967	1.1973	1.1980	1.1987	1.1994	1.2001
90	1.2007	1.2013	1.2020	1.2026	1.2032	1.2038	1.2044	1.2049	1.2055	1.2060

Sumber; J NEMEC/Engineering hydrology

Tabel 2.3 Harga reduced mean (Y_N)

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0.4952	0.4996	0.5035	0.5070	0.5100	0.5128	0.5157	0.5181	0.5202	0.5220
20	0.5236	0.5252	0.5268	0.5283	0.5296	0.5309	0.5320	0.5332	0.5343	0.5353
30	0.5362	0.5371	0.5380	0.5388	0.5396	0.5402	0.5410	0.5418	0.5424	0.5430
40	0.5436	0.5442	0.5448	0.5453	0.5458	0.5463	0.5468	0.5473	0.5477	0.5481
50	0.5485	0.5489	0.5493	0.5497	0.5501	0.5504	0.5508	0.5511	0.5515	0.5518
60	0.5521	0.5524	0.5527	0.5530	0.5533	0.5535	0.5538	0.5540	0.5543	0.5545
70	0.5548	0.5550	0.5552	0.5555	0.5557	0.5559	0.5561	0.5563	0.5565	0.5567
80	0.5569	0.5570	0.5572	0.5574	0.5576	0.5578	0.5580	0.5581	0.5583	0.5585
90	0.5586	0.5587	0.5589	0.5591	0.5592	0.5593	0.5595	0.5596	0.5598	0.5599

Sumber; J NEMEC/Engineering hydrology

Tabel 2.4 Harga reduced Variated (Y_T)

Periode Ulang (tahun)	Reduced Variate (Y_T)
2	0.3665
5	1.4999
10	2.2502
15	2.6844
20	2.9700
25	3.1985
50	3.9019

Sumber; J NEMEC/Engineering hydrology

Setelah didapatkan data di setiap stasiun maka dapat ditentukan tinggi curah hujan rata-rata diatas wilayah tertentu dengan tiga cara yang berbeda, yaitu :

a. Metode rata-rata aritmatik

Metode ini merupakan metode yang paling mudah untuk diterapkan. Akan tetapi, metode rata-rata aritmatik mempunyai banyak kelemahan.

- Metode ini hanya dapat memberikan hasil yang dapat dipercaya jika stasiun hujannya ditempatkan secara merata didalam wilayah.
- Hasil penakaran curah hujan di masing-masing stasiun hujan tidak menyimpang jauh dari nilai rata-rata seluruh stasiun hujan diseluruh wilayah pengamatan.
- Metode ini hanya cocok digunakan untuk daerah yang datar dan memiliki stasiun hujan curah hujan yang rapat dan banyak.
- Hasil penakaran masing-masing stasion tidak menyimpang jauh (<10%) dari nilai rata-rata seluruh stasion.



Gambar 2.5 Contoh Metode Rata-Rata Aritmatika

Tinggi curah hujan rata-rata dapat dihitung dengan rumus :

$$d = \frac{d_1 + d_2 + d_3 + \dots + d_n}{n} = \sum_{i=1}^n \frac{d_i}{n} \quad (2.9)$$

dimana :

d = tinggi curah hujan rata-rata

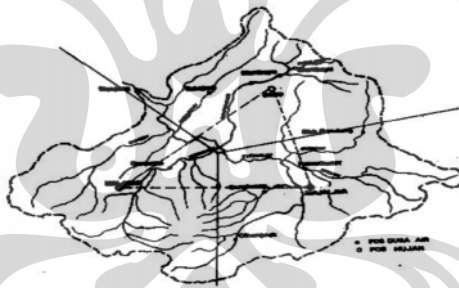
d_1, d_2, \dots, d_n = tinggi curah hujan pada stasiun hujan 1, 2, ..., n

n = banyaknya stasiun hujan.

b. Metode poligon thiessen

Metode ini didasarkan rata-rata timbang/terbobot. Metode ini dapat dibuat dengan cara menghubungkan dua titik stasiun hujan yang terdekat (garis penghubung) dan membuat garis tegak lurus dengan garis penghubung tepat di tengah-tengah jarak kedua titik stasiun hujan. Metode ini juga mempunyai hasil lebih teliti apabila dibandingkan dengan cara rata-rata aritmatik. Selain itu metode thiessen mempunyai beberapa karakteristik.

- Untuk perhitungan tinggi curah hujan, metode ini membutuhkan sedikitnya tiga stasiun hujan yang berada di dalam wilayah studi yang ingin dihitung atau di luar wilayah studi yang akan dihitung.
- Metode ini digunakan pada daerah dengan distribusi pengamatan curan hujan yang tidak tersebar merata didalam wilayah pengamatan.
- Metode ini akan diperhitungkan persentase luas pengaruh masing-masing stasiun hujan curah hujan.
- Luas pengaruh stasiun hujan yang digunakan adalah luas daerah yang berada di dalam daerah aliran sungai.



Gambar 2.6 Contoh Metode Thesien

Rumus yang digunakan :

$$d = \frac{A_1 d_1 + A_2 d_2 + A_3 d_3 + \dots + A_n d_n}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_n} = \sum_{i=1}^n \frac{A_i d_i}{A_i} \quad (2.10)$$

dimana :

A_i = luas area total

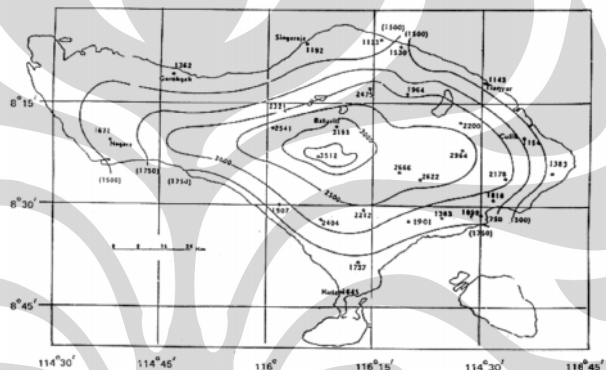
d = tinggi curah hujan rata-rata

d_1, d_2, \dots, d_n = tinggi curah hujan di stasiun hujan 1, 2, ..., n

A_1, A_2, \dots, A_n = luas area pengaruh di stasiun hujan 1, 2, ..., n

c. *Metode isohyet*

Metode ini adalah metode yang paling teliti untuk mendapatkan curah hujan wilayah rata-rata. Metode ini dapat dibuat dengan cara menghubungkan titik titik yang mempunyai intensitas curah hujan yang sama dan akan membentuk sebuah kontur hujan. Sehingga kelemahan metode ini memerlukan stasiun hujan curah hujan yang cukup rapat atau banyak di dalam daerah pengamatan. Untuk mendapatkan suatu hasil penggambaran garis-garis isohyet yang diharapkan maka perlu diperhatikan kondisi topografi daerah.



Gambar 2.7 Contoh Metode Isohyet

Rumus dari metode ini :

$$d = \frac{A_1 \frac{d_0 + d_1}{2} + A_2 \frac{d_1 + d_2}{2} + \dots + A_n \frac{d_{n-1} + d_n}{2}}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} = \frac{\sum_{i=1}^n A_i \frac{d_{i-1} + d_i}{2}}{\sum_{i=1}^n A_i} \quad (2.11)$$

dimana :

d = tinggi curah hujan rata-rata

d_0, d_1, \dots, d_n = curah hujan pada isohyet 0, 1, ..., n

A_1, A_2, \dots, A_n = luas daerah yang dibatasi oleh isohyet yang bersangkutan.

Koefisien limpasan

Koefisien aliran adalah suatu angka yang memberikan pengertian prosentase air yang melimpas dari bermacam-macam permukaan di suatu wilayah akibat

terjadinya hujan, atau perbandingan antara jumlah limpasan yang terjadi dengan jumlah curah hujan yang ada.

$$\text{Koefisien aliran}(C) = \frac{\text{air hujan yang dialirkan ke permukaan}}{\text{air hujan yang jatuh ke permukaan}} \quad (2.12)$$

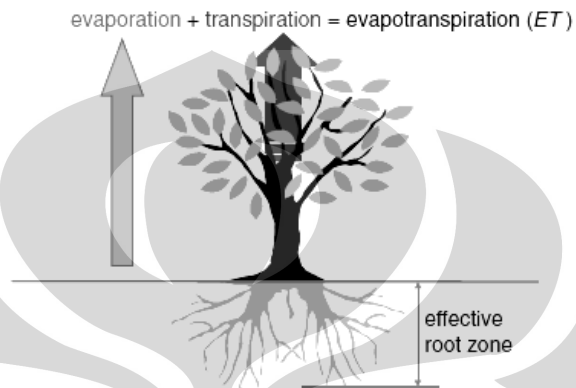
Koefisien aliran tergantung dari beberapa faktor yang mempengaruhinya, antara lain :

- *Topografi*
Berdasarkan keadaan topografi nilai C bervariasi berdasarkan pada kelandaian suatu daerah yaitu datar, curam atau bergelombang. Variasi ini dapat dilihat pada topografi wilayah itu sendiri atau dapat pula dengan melihat peta kontur wilayah tersebut.
- *Tata guna lahan*
Peta tata guna lahan menunjukkan pola serta intensitas penggunaan lahan. Perbedaan intensitas tata guna lahan mempengaruhi volume air hujan yang mengalir di permukaan dan yang kemudian masuk ke dalam badan sungai. Sedangkan persentase air hujan yang akan dialirkan tergantung dari tingkat kedapannya penutup permukaan terhadap air. Lahan yang masih asli atau berupa hutan yang masih ditumbuhi oleh tumbuh-tumbuhan yang menutupi permukaannya akan memiliki angka koefisien yang kecil, berbeda dengan lahan yang sudah dibuka atau diolah, memiliki koefisien aliran yang besar.
- *Jenis penutup permukaan*
Jenis penutup permukaan dapat berupa bahan yang tembus air ataupun kedap air. Jenis penutup permukaan dapat dibedakan berdasarkan dari tata guna lahan itu sendiri. Pada daerah perkotaan sebagian besar daerahnya ditutupi oleh bahan yang cukup kedap air, berupa lapisan aspal, beton dan bangunan, sehingga angka koefisien aliran akan semakin besar akibat tidak adanya lagi kemampuan untuk menyerap ke dalam tanah.

2.2 KEBUTUHAN AIR IRIGASI

Air irigasi adalah sejumlah air yang umumnya diambil dari sungai atau waduk dan dialirkan melalui sistem jaringan irigasi, guna menjaga keseimbangan jumlah air

dilahan pertanian untuk pertumbuhan tanaman tersebut (Suhardjono, 1994). Air ini diambil dari tanah melalui akar. Bagian dari tanah dimana akar mengambil air dinamai zona akar efektif (Gambar 2.8). Air juga bergerak ke atmosfer melalui penguapan dari permukaan tanaman dan dari permukaan tanah tanpa vegetasi. Jumlah penguapan dan transpirasi dikenal sebagai evapotranspirasi (ET).

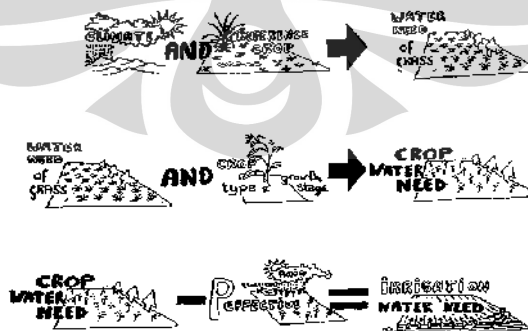


Sumber : *water requiremenst for irrigation and environmental*

Gambar 2.8 Evapotranspirasi pada Tumbuhan

Untuk menghitung kebutuhan air tanaman ada dua cara yang dapat dilakukan yaitu dengan cara menghitung evapotranspirasi tanaman tersebut dengan prosedur perhitungan dari FAO atau dengan cara pengamatan langsung di lapangan. Keperluan air untuk ETc ini dipenuhi oleh air hujan (efektif) dan kalau tidak cukup oleh air irigasi. Keperluan air irigasi atau KAI dinyatakan dengan persamaan:

$$KAI = ETc - He. \tag{2.13}$$



Sumber : *Food and Agricultural Organization*

Gambar 2.9 Skematik Perhitungan Kebutuhan Air Irigasi

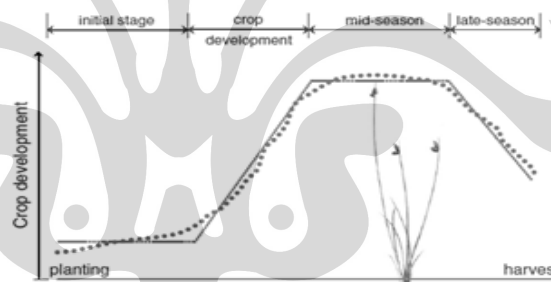
2.2.1 Perhitungan Kebutuhan Air Tanaman dengan Prosedur FAO

Untuk menghitung kebutuhan air tanaman yang sesuai dengan prosedur FAO dapat dihitung dengan cara menghitung evapotranspirasi tanaman tersebut (E_{Tc}). Metode ini sangat bergantung pada data kondisi alam dimana tanaman tersebut ditanam. Oleh karena itu metode ini tidak dapat dipakai jika data meteorologi di daerah kasus tidak diketahui. Perhitungan E_{Tc} dapat dicari dengan menentukan dahulu evapotranspirasi pada tanaman acuan (E_{To}). Selanjutnya untuk mengetahui nilai E_{Tc} maka E_{To} dikalikan dengan nilai koefisien tanaman (K_c).

$$E_{Tc} = K_c \times E_{To} \quad (2.14)$$

2.2.1.1 Koefisien Tanaman (K_c)

Seperti disebutkan di atas, transpirasi akan terjadi selama pertumbuhan tanaman. Sehubungan dengan kebutuhan air tanaman kita membedakan empat tahap pengembangan tanaman.



Sumber : *water requiremenst for irrigation and environmental*

Gambar 2.10 Skematik Tahap Perkembangan Tanaman

- Tahap *initial*: selama tahap ini, permukaan tanah tidak, atau tidak, tertutup oleh tanaman kanopi (penutup tanah kurang dari 10%). Walaupun tekanan transpirasi dapat sangat berbahaya selama tahap ini, sebagian besar air akan menguap dari tanah.
- Tahap *crop development*: berlangsung dari akhir tahap awal sampai pencapaian efektif penutup tanah penuh (antara 70% dan 80%). Harap dicatat bahwa ini tidak berarti bahwa tanaman telah mencapai ketinggian matang.

- c. Tahap *mid season*: akhir tahap pengembangan sampai tanah tertutup penuh dan tumbuhan menjadi dewasa. Tanaman dewasa dapat diindikasikan oleh perubahan warna daun (kacang-kacangan) atau daun jatuh (kupas).
- d. Tahap *late season*: berlangsung dari akhir tahap pertengahan musim sampai penuh kedewasaan atau panen dari tanaman.

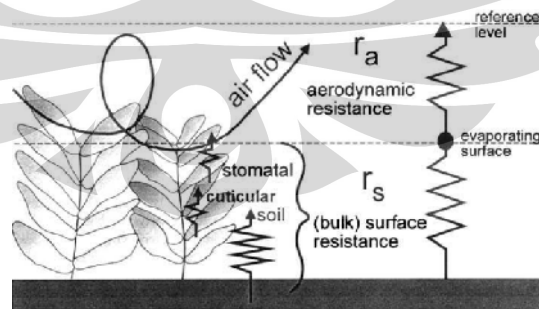
Tabel 2.5 Harga Koefisien Tanaman Padi

Bulan Ke	Nedeco/Prosida		FAO	
	Variasi Biasa	Variasi Unggul	Variasi Biasa	Variasi Unggul
0,5	1,20	1,20	1,10	1,10
1,0	1,20	1,27	1,10	1,10
1,5	1,32	1,33	1,10	1,05
2,0	1,40	1,30	1,10	1,05
2,5	1,35	1,30	1,10	0,95
3,0	1,25	0	1,05	0
3,5	1,12	0	0,95	0
4,0	0	0	0	0

Sumber : Direktorat Jenderal Pengairan, 1986

2.2.1.2 Perhitungan ETo dengan metode Penman-Montieth

Metode Penman-Montieth adalah metode untuk mencari kebutuhan air tanaman yang paling mendekati dengan kebutuhan air tanaman di lapangan. Dimana rumus perhitungan dapat dilihat pada gambar 2.11.



Sumber : Food and Agricultural Organization

Gambar 2.11 Konsep Metode Penman-Monteith

Dari ilustrasi gambar diatas, Penman-Monteith membuat persamaan

$$ET_o = \frac{0.408 (R_n - G) + \gamma \frac{900}{T+273} u_2 (e_s - e_a)}{\gamma (1 + 0.34 u_2)} \quad (2.15)$$

dimana ET_o evapotranspirasi tanaman referensi [mm hari⁻¹], R_n radiasi bersih pada permukaan tanaman [MJ m⁻² hari⁻¹], G kerapatan fluks panas tanah [MJ/m² hari⁻¹], T berarti suhu udara harian di ketinggian 2 m [°C], u_2 kecepatan angin pada ketinggian 2 m [m s⁻¹], tekanan uap jenuh e_s [kPa], e_a tekanan uap aktual [kPa], $e_s - e_a$ defisit tekanan uap jenuh [kPa], kemiringan kurva tekanan uap air [kPa °C⁻¹], konstantapsychrometric [kPa °C⁻¹].

Langkah – langkah Perhitungan

ET_o dapat diperkirakan dengan menggunakan lembar perhitungan yang disajikan. Prosedur perhitungan terdiri dari langkah-langkah berikut:

1. Derivasi dari beberapa parameter dari iklim maksimum harian (T_{max}) dan minimum (T_{min}) suhu udara, ketinggian (z) dan rata-rata kecepatan angin (u_2).
2. Perhitungan defisit tekanan uap ($e_s - e_a$). Tekanan uap jenuh (e_s) berasal dari T_{max} dan T_{min} , sedangkan tekanan uap aktual (e_a) dapat diturunkan dari suhu dewpoint (T_{dew}), dari maksimum (RH_{max}) dan minimum (RH_{min}) kelembaban relatif, dari maksimum (RH_{max}), atau dari maksud kelembaban relatif (RH_{mean}).
3. Penentuan radiasi netto (R_n) sebagai perbedaan antara radiasi gelombang pendek bersih (R_{NS}) dan radiasi longwave bersih (R_{NL}).
4. ET_o diperoleh dengan menggabungkan hasil dari langkah-langkah sebelumnya.

Tabel 2.6 Langkah-langkah Perhitungan Evapotranspirasi Tanaman Acuan

Parameter				
T_{maks}		°C		
T_{min}		°C	$T_{rata-rata} = (T_{maks} - T_{min})/2$	°C
$T_{rata-rata}$		°C	$= \frac{4098 \left[0.6108 \exp \left(\frac{17.27T}{T+237.3} \right) \right]}{(T + 237.3)^2}$	KPa/°C
Elevasi (z)		M	$P = 101.3 \left(\frac{293 - 0.0065z}{293} \right)^{6.25}$	KPa

Parameter				
			$\gamma = \frac{C_p P}{\epsilon \tau} = 0.655 \times 10^{-3} P$	KPa ⁰ C
u_2		m/s	$(1 + 0.34 u_2)$	
			$/(1 + 0.34 u_2)$	
			$/(1 + 0.34 u_2)$	
			$(900/(T_{\text{mean}} + 273) u_2)$	
Tekanan Uap				
T_{maks}		⁰ C	$e^0_{T_{\text{maks}}} = 0.6108 \exp\left(\frac{17.27T}{T + 237.3}\right)$	KPa
T_{min}		⁰ C	$e^0_{T_{\text{min}}} = 0.6108 \exp\left(\frac{17.27T}{T + 237.3}\right)$	KPa
Tekanan uap jenuh $e_s = 0.5(e^0_{T_{\text{maks}}} - e^0_{T_{\text{min}}})$				KPa
e_a bersal dari suhu titik embun				
T_{dew}		⁰ C	$e^0_{T_{\text{dew}}} = 0.6108 \exp\left(\frac{17.27T}{T + 237.3}\right)$	KPa
OR e_a berasal dari RH maksimum and minimum				
RH_{maks}		%	$e^0_{T_{\text{min}}} RH_{\text{maks}}/100$	KPa
RH_{min}		%	$e^0_{T_{\text{maks}}} RH_{\text{min}}/100$	KPa
Selisih Tekanan Uap ($e_s - e_a$)				KPa
Radiasi				
Lintang		⁰		KPa
Hari			R_a (Gambar 2.13)	MJm ⁻² d ⁻¹
Bulan			N (Gambar 2.13)	Hours
n		Jam	n/N	KPa
$R_s = (0.25 + 0.5 n/N) R_a$				MJm ⁻² d ⁻¹
$R_{s0} = (0.75 + 2 \text{ Elevasi}/100000) R_a$				MJm ⁻² d ⁻¹
R_s/R_{s0}				
$R_{ns} = 0.77 R_s$				
T_{max}		⁰ C	T_{max} (lampiran 3)	MJm ⁻² d ⁻¹
T_{min}		⁰ C	T_{min} (lampiran 3)	MJm ⁻² d ⁻¹
$T_{\text{rata-rata}}$				MJm ⁻² d ⁻¹
Faktor konversi = $\frac{4.87}{\ln(67.8z - 5.42)}$				
e_a		KPa	$(0.34 - 0.14 e_a)$	
R_s/R_{s0}			$(1.35 R_s/R_{s0} - 0.35)$	
$R_{nl} = T_{\text{average}} / (2(0.34 - 0.14 e_a^{0.5})(1.35 R_s/R_{s0} - 0.35))$				
$R_n = R_{ns} - R_{nl}$				
T_{bulan}			$G_{\text{day}} = \text{asumsi}$	0

Parameter				
$T_{\text{bulan-1}}$			$G_{\text{bulan}} = 0.14(T_{\text{bulan}} - T_{\text{bulan-1}})$	
			$R_n - G$	
			$0.408 (R_n - G)$	
Evaporasi pada Tanaman Acuan				
			$\left \frac{1}{\gamma + \gamma(1 + 0.34u_2)} \right [0.408(0.408 (R_n - G))]$	mm/hari
			$\left \frac{1}{\gamma + \gamma(1 + 0.34u_2)} \right \left \frac{900}{T + 273} \right u_2 (e_s - e_a)$	mm/hari
			$ET_o = \frac{0.408 (R_n - G) + \gamma \frac{900}{T+273} u_2 (e_s - e_a)}{\gamma(1 + 0.34u_2)}$	mm/hari

Sumber : *Food and Agricultural Organization*

2.2.2 Perhitungan Kebutuhan Air Tanaman dengan Pengamatan Langsung di Lapangan

Untuk menghitung kebutuhan air tanaman dapat juga ditentukan dengan pengamatan langsung di lapangan. Pengamatan ini dapat berupa melakukan percobaan wawancara ke petani tanaman tersebut. Metode pengamatan di lapangan ini didasarkan karena tidak semua tanaman sudah mempunyai prosedur perhitungan kebutuhan air yang dikeluarkan FAO. Hasil kedua cara tersebut juga berupa *common practice* dan bersifat lokal sehingga dapat dijadikan acuan untuk menentukan perhitungan yang akan menghasilkan *best practice*.

Perhitungan kebutuhan air ini merupakan hasil wawancara sehingga harus sesuai aturan statistik dalam pengambilan contoh (*sampel*). *Sampel* adalah sebagian anggota dari populasi yang dipilih dengan prosedur tertentu dan diharapkan dapat mewakili suatu populasi. Dimana populasi adalah keseluruhan unit atau individu yang ingin diteliti. Setelah diambil sampel petani kemudian dibuat form wawancara untuk memudahkan dalam menganalisa hasil wawancara tersebut. Form wawancara adalah kumpulan pertanyaan yang akan diajukan ke petani. Dalam form ini sebisa mungkin menggunakan bahasa yang mudah dimengerti.

Tabel 2.7 Form Wawancara Kebutuhan Air

No.	Parameter	Satuan	ORANG				rata - rata
			1	2			
	ALAT SIRAM						
1	Berapa volume alat siram yang dipakai	m ³					
2	Berapa luas jangkauan alat siram (praktek di lapangan)	m					
	DIMENSI LAHAN						
1	Berapa lebar bukit	m					
2	Berapa lebar lembah	m					
3	Berapa beda tinggi bukit dan lembah	m					
4	Berapa tinggi air di lembah	m					
	MASA PERSIAPAN LAHAN						
1	Berapa lama massa persiapan lahan	Hari					
2	Volume dan lama kegiatan						
	Membuat lahan menjadi bergelombang (bukit dan lembah)						
	lama waktu	Hari					
	volume	m ³					
	Menggemburkan lahan (bukit)						
	lama waktu	Hari					
	volume	m ³					
	Membuat lahan menjadi bergaris-garis						
	lama waktu	Hari					
	volume	m ³					
	tenggat waktu setiap kegiatan						
	lama waktu	Hari					
	volume	m ³					
	MASA PENANAMAN						
1	berapa massa penanaman	Hari					
2	volume yang disiram dalam massa penanaman	m ³					
	MASA PERTUMBUHAN						
1	Berapa umur bawang merah	Hari					
2	Berapa hari libur penyiraman (saat tanaman disemprot pestisida)	Hari					
3	Volume yang disiram dalam massa pertumbuhan						
	1 - 10 hari	m ³					
	11 - 20 hari	m ³					
	21 - 30 hari	m ³					
	31 - 40 hari	m ³					
	41 - 50 hari	m ³					
	MASA PANEN						

No.	Parameter	Satuan	ORANG				rata - rata
			1	2			
1	berapa volume yang disiram pada sehari sebelum panen	m ³					
2	berapa volume yang disiram pada saat panen	m ³					
	KONDISI ALAM (Hujan pada Malam Harinya)						
1	Pada kondisi daun bawang masih basah	m ³					
2	Pada kondisi daun bawang masih kering	m ³					

2.2.3 Hujan Efektif

Curah hujan efektif merupakan bagian dari total curah hujan yang menggantikan, atau berpotensi mengurangi jumlah bersih air irigasi yang diperlukan. Curah hujan efektif adalah bagian dari total curah hujan pada suatu daerah pertanian, selama periode waktu tertentu, yang tersedia untuk memenuhi potensi transpirasi di daerah pertanian tersebut. Definisi daerah pertanian adalah air hujan pada bidang yang ditanamani saja pada berbagai kondisi lokal. Definisi selama periode waktu tertentu adalah seluruh periode atau sub-periode antara menanam dan memanen, atau periode antara panen (*National Irrigation Guide*, USDA). Dalam perhitungan hujan efektif ada 2 cara yang dapat dilakukan yaitu perhitungan dengan metode SCS atau dengan cara hujan andalan.

2.2.3.1 Hujan Efektif dengan Metode SCS

Dalam rangka untuk menghitung curah hujan efektif, semi-metode empiris yang dikembangkan oleh Departemen Pertanian US (1970) dapat digunakan. Dalam metode ini ada tiga hal utama yang menjadi faktor yaitu rata-rata evapotranspirasi, kebutuhan air, dan jumlah curah hujan.

$$Pe = f \times (1.253P^{0.824} - 2.935) \times 10^{0.001ETp} \quad (2.16)$$

dimana, Pe = curah hujan efektif per bulan [mm / bulan], P = total curah hujan per bulan [mm / bulan], ETp = total tanaman evapotranspiration per bulan [mm / bulan], f = faktor koreksi yang bergantung pada kedalaman air irigasi aplikasi per putaran.

Persamaan diatas merupakan persamaan umum untuk daerah di Amerika Serikat. Sehingga untuk perhitungan di luar Amerika Serikat dapat dihitung dari dasar persamaan yang diatas yaitu *Soil Conservation Service* (SCS 1964, 1972).

$$Q = \frac{(P-0.2S)^2}{(P+0.8S)} \quad (2.17)$$

dimana, Q = *direct runoff* (inch), P = curah hujan (inch) dan S = retensi maksimum (inch).

$$S = \frac{1000}{CN} - 10 \quad (2.18)$$

Nilai S berkaitan dengan kondisi tanah dan tutupan lahan yang ditunjukkan melalui *Curve Number* (CN), nilai CN bervariasi antara 0 hingga 100. CN adalah parameter yang menunjukkan respons limpasan karakteristik dari suatu daerah. Parameter ini berkaitan untuk penggunaan lahan, perawatan lahan, kondisi hidrologi, kelompok hidrologis tanah, dan kelembaban tanah di atas kawasan. Penggunaan lahan itu berkaitan dengan penutup lahan tersebut. Sedangkan kelompok hidrologis tanah adalah pengelompokan tanah berdasarkan besar total infiltrasinya. Dalam metode SCS, kelompok tanah di bagi menjadi 4 kelompok.

Tabel 2.8 Nilai CN

land use or cover	treatment or practice	Hydrological Conditions	Hydrological Soil group			
			A	B	C	D
Fallow	Straight row	Poor	77	86	91	94
Row Crops	Straight row	Poor	71	81	85	91
	Straight row	Good	67	78	81	89
	Countoured	Poor	70	79	82	88
	Countoured	Good	65	75	80	86
	Terraced	Poor	66	74	78	82
	Terraced	Good	62	71	84	81
Small grain	Straight row	Poor	65	76	83	88
	Straight row	Good	63	75	82	87
	Countoured	Poor	63	74	81	85
	Countoured	Good	61	73	79	84
	Terraced	Poor	61	72	78	82

land use or cover	treatment or practice	Hydrological Conditions	Hydrological Soil group			
			A	B	C	D
	Terraced	Good	59	70	85	81
Close seede legumens	Straight row	Poor	66	77	81	89
	Straight row	Good	58	72	83	85
	Countoured	Poor	64	75	78	85
	Countoured	Good	55	69	80	83
	Terraced	Poor	63	73	67	83
	Terraced	Good	51	67	86	80
Pasture Range	Straight row	Poor	68	79	79	89
	Straight row	Good	49	69	74	84
	Countoured	Poor	39	61	81	80
	Countoured	Good	47	67	75	88
	Terraced	Poor	25	59	70	83
	Terraced	Good	6	35	71	79

Sumber : *Applied Hydrologi*

2.2.3.2 Hujan Efektif dengan Metode Hujan Andalan

Berbeda dengan metode SCS, perhitungan metode ini dilakukan secara terpisah antara hujannya sendiri dengan kehilangan air. Sehingga hujan efektif itu adalah hujan andalan disuatau daerah tertentu dikurangi kehilangan air yang terjadi didaerah tersebut. Perhitungan hujan andalan sama seperti perhitungan debit andalan. Sedangkan kehilangan air didaerah tersebut harus dilakukan pengamatan lapangan. Kehilangan air ini dapat diakibatkan oleh infiltrasi, penguapan, dan lainnya. Besar kehilangan air tersebut dapat diketahui dengan melakukan percobaan dilapangan dengan alat *infiltrrometer*.

Infiltrrometer umum digunakan adalah cincin tunggal atau ganda, dan juga permeameter disk. Infiltrrometer cincin tunggal merupakan silinder baja atau bahan lain yang berdiameter 30 cm dengan ketinggian alat 50 cm. Sedangkan infiltrrometer cincin ganda pada dasarnya sama dengan infiltrrometer cincin tunggal kecuali ada tambahan satu cincin dengan diameter dua kali diameter silinder awal. Tujuan pembuatan cincin yang kedua adalah untuk menahan arah aliran air pada cincin dalam agar arahnya tidak menyebar kearah lateral.

Ada tiga masalah utama yang berhubungan dengan penggunaan infiltrrometer:

- Deburan infiltrometer ke tanah menyebabkan deformasi tanah retak dan meningkatkan kapasitas infiltrasi.
- Curah hujan Alam mencapai kecepatan terminal. Juga ukuran gelembung alam berbeda dengan berbagai jenis badai.
- Dengan infiltrometers cincin tunggal, air menyebar secara lateral maupun vertikal dan analisis yang lebih sulit.

Pada pengamatan lapangan dengan infiltrometer, penentuan penggunaan jenis infiltrometer harus juga disesuaikan dengan keadaan lapangan. Akan tetapi alat dan prosedur pelaksanaannya sama.

1. Pilih daerah yang mewakili untuk diukur
2. Catat tentang :
 - a. tanaman yang ada
 - b. keadaan permukaan tanah : bekas perlakuan apa, berbongkah, berkerak, retak dll
 - c. keadaan profil tanah (minimum kedalaman 30 cm pertama), tekstur dan strukturnya
3. Pasang tabung infiltrometer tegak lurus permukaan tanah dengan kedalaman 10 cm. Dalam pemasangan ini diusahakan jangan sampai merusak permukaan tanah.
4. Pasang silinder pelindung (*buffer*) dengan jarak 10 cm dari silinder pengukur dengan kedalaman 5 – 10 cm. Bila tidak menggunakan pelindung dapat menggunakan tanggul tanah dengan jarak 15 cm dengan kedalaman 7 – 15 cm. Tanpa merusak lapisan permukaan tanah dalam silinder pengukur.
5. Isi bagian silinder pengukur dengan air, cara pengisian harus hati-hati jangan sampai merusak lapisan permukaan tanah. Isi silinder pengukur sesuai dengan kedalaman yang dikehendaki.
6. Catat jam pada waktu pengukuran
7. Awasi penurunan air dengan interval waktu tertentu (misal : 1, 2, 3, 4, 6, 8, 10, 12, 15, 18, 21, 26, 31). Pengamatan dilakukan sampai laju infiltrasi hampir konstan. Catat hasil pengamatan pada Tabel yang tersedia.

Tabel 2.9 pengamatan waktu dan penurunan air

Interval waktu (menit)	Pembacaan level (mm)	Penurunan (mm)	Penurunan Kumulatif (mm)	Laju penurunan (mm/mnt)

2.3 JARINGAN IRIGASI

Jaringan irigasi adalah satu kesatuan saluran dan bangunan yang diperlukan untuk pengaturan air irigasi, mulai dari penyediaan, pengambilan, pembagian, pemberian dan penggunaannya. Secara hirarki jaringan irigasi dibagi menjadi jaringan utama dan jaringan tersier. Jaringan utama meliputi bangunan, saluran primer dan saluran sekunder. Sedangkan jaringan tersier terdiri dari bangunan dan saluran yang berada dalam petak tersier. Suatu kesatuan wilayah yang mendapatkan air dari suatu jaringan irigasi disebut dengan daerah irigasi.

Tabel 2.10 Klasifikasi Jaringan Irigasi

Parameter	Teknis	Semi Teknis	Sederhana
Bangunan utama	Permanen	Permanen atau semi permanen	Sementara
Kemampuan dalam mengukur dan mengatur debit	Baik	Sedang	Tidak mampu
Petak tersier	Dikembangkan semua	Belum dikembangkan semua	Tidak ada jaringan irigasi
Saluran pemberi dan pembuang	terpisah	Tidak sepenuhnya terpisah	Menjadi satu
Luas	Tidak ada batasan	< 2000 hektar	< 500 hektar

Sumber Direktorat Jenderal Pengairan, 1986

2.3.1 Petak

Petak adalah luasan lahan pertanian yang akan dipasok airnya. Petak dalam lahan dibagi menjadi 3 tingkatan yaitu petak tersier, petak sekunder, dan petak primer.

- Petak tersier terdiri dari beberapa petak kuarter masing-masing seluas kurang lebih 8 sampai dengan 15 hektar. Pembagian air, eksploitasi

dan pemeliharaan dipetak tersier menjadi tanggung jawab para petani yang mempunyai lahan dipetak yang bersangkutan dibawah bimbingan pemerintah. Petak tersier sebaiknya mempunyai batas-batas yang jelas, misalnya jalan, parit, batas desa dan batas-batas lainnya. Ukuran petak tersier berpengaruh terhadap efisiensi pemberian air. Beberapa faktor lainnya yang berpengaruh dalam penentuan luas petak tersier antara lain jumlah petani, topografi dan jenis tanaman (Direktorat Jenderal Pengairan, 1986).

- Menurut Direktorat Jenderal Pengairan (1986) petak sekunder terdiri dari beberapa petak tersier yang kesemuanya dilayani oleh satu saluran sekunder. Biasanya petak sekunder menerima air dari bangunan bagi yang terletak disaluran primer atau sekunder. Batas-batas petak sekunder pada umumnya berupa tanda topografi yang jelas misalnya saluran drainase. Luas petak sekunder dapat berbeda-beda tergantung pada kondisi topografi daerah yang bersangkutan. Saluran sekunder pada umumnya terletak pada punggung mengairi daerah di sisi kanan dan kiri saluran tersebut sampai saluran drainase yang membatasinya. Saluran sekunder juga dapat direncanakan sebagai saluran garis tinggi yang mengairi lereng medan yang lebih rendah (Direktorat Jenderal Pengairan, 1986).
- Petak primer terdiri dari beberapa petak sekunder yang mengambil langsung air dari saluran primer. Petak primer dilayani oleh satu saluran primer yang mengambil air langsung dari bangunan penyadap. Daerah di sepanjang saluran primer sering tidak dapat dilayani dengan mudah dengan cara menyadap air dari saluran sekunder (Direktorat Jenderal Pengairan, 1986).

2.3.2 Bangunan Irigasi

Keberadaan bangunan irigasi diperlukan untuk menunjang pengambilan dan pengaturan air irigasi. Beberapa jenis bangunan irigasi yang sering dijumpai dalam praktek irigasi antara lain bangunan utama, saluran pembawa, bangunan bagi, bangunan sadap, bangunan pengatur muka air, bangunan pembuang dan penguras serta bangunan pelengkap (Direktorat Jenderal Pengairan, 1986).

Menurut Direktorat Jenderal Pengairan (1986) bangunan utama dimaksudkan sebagai penyadap dari suatu sumber air untuk dialirkan ke seluruh daerah irigasi yang dilayani. Berdasarkan sumber airnya, bangunan utama dapat diklasifikasikan menjadi beberapa kategori, (1) bendung, (2) pengambilan bebas, (3) pengambilan dari waduk, dan (4) stasiun pompa.

Direktorat Jenderal Pengairan (1986) memberikan penjelasan mengenai berbagai saluran yang ada dalam suatu sistem irigasi sebagai berikut :

- a. Saluran primer membawa air dari bangunan sadap menuju saluran sekunder dan ke petak-petak tersier yang diairi. Batas ujung saluran primer adalah pada bangunan bagi yang terakhir.
- b. Saluran sekunder membawa air dari bangunan yang menyadap dari saluran primer menuju petak-petak tersier yang dilayani oleh saluran sekunder tersebut. Batas akhir dari saluran sekunder adalah bangunan sadap terakhir.
- c. Saluran tersier membawa air dari bangunan yang menyadap dari saluran sekunder menuju petak-petak kuarter yang dilayani oleh saluran sekunder tersebut. Batas akhir dari saluran sekunder adalah bangunan boks tersier terakhir.
- d. Saluran kuarter membawa air dari bangunan yang menyadap dari boks tersier menuju petak-petak sawah yang dilayani oleh saluran sekunder tersebut. Batas akhir dari saluran sekunder adalah bangunan boks kuarter terakhir.

Direktorat Jenderal Pengairan (1986) mendefinisikan bangunan bagi merupakan bangunan yang terletak pada saluran primer, sekunder dan tersier yang berfungsi untuk membagi air yang dibawa oleh saluran yang bersangkutan. Khusus untuk saluran tersier dan kuarter bangunan bagi ini masing-masing disebut boks tersier dan boks kuarter. Bangunan sadap tersier mengalirkan air dari saluran primer atau sekunder menuju saluran tersier penerima. Bangunan bagi pada saluran-saluran besar pada umumnya mempunyai 3 (tiga) bagian utama (Direktorat Jenderal Pengairan, 1986) yaitu :

- a. Alat pembendung, bermaksud untuk mengatur elevasi muka air sesuai dengan tinggi pelayanan yang direncanakan.
- b. Perlengkapan jalan air melintasi tanggul, jalan atau bangunan lain menuju saluran cabang. Konstruksinya dapat berupa saluran terbuka ataupun gorong-gorong. Bangunan ini dilengkapi dengan pintu pengatur agar debit yang masuk saluran dapat diatur.
- c. Bangunan ukur debit, yaitu suatu bangunan untuk mengukur besarnya debit yang mengalir.

Menurut Direktorat Jenderal Pengairan (1986) bangunan drainase dimaksudkan untuk membuang kelebihan air di petak sawah maupun saluran. Kelebihan air di petak sawah dibuang melalui saluran pembuang, sedangkan kelebihan air di saluran dan dibuang melalui bangunan pelimpah. Terdapat beberapa jenis saluran pembuang, yaitu saluran pembuang kuarter, saluran pembuang tersier, saluran pembuang sekunder dan saluran pembuang primer. Jaringan pembuang tersier dimaksudkan untuk :

- mengeringkan sawah,
- membuang kelebihan air hujan, dan
- membuang kelebihan air irigasi.

Saluran pembuang kuarter menampung air langsung dari sawah di daerah atasnya atau dari saluran pembuang di daerah bawah. Saluran pembuang tersier menampung air buangan dari saluran pembuang kuarter. Saluran pembuang primer menampung dari saluran pembuang tersier dan membawanya untuk dialirkan kembali ke sungai (Direktorat Jenderal Pengairan, 1986). Bangunan pelengkap berfungsi sebagai pelengkap bangunan-bangunan irigasi yang telah disebutkan sebelumnya. Bangunan pelengkap berfungsi untuk memperlancar para petugas dalam eksploitasi dan pemeliharaan. Bangunan pelengkap dapat juga dimanfaatkan untuk pelayanan umum. Jenis-jenis bangunan pelengkap antara lain jalan inspeksi, tanggul, jembatan penyeberangan, tangga mandi manusia, sarana mandi hewan, serta bangunan lainnya (Direktorat Jenderal Pengairan, 1986).

2.4 ROTASI DAN DIMENSI SALURAN

2.4.1 Rotasi Pemberian Air

Pemberian air untuk tanaman padi di berbagai daerah berbeda-beda, tergantung dengan iklim, debit air, kebutuhan tanaman dan kebiasaan petani. Menurut cara pemberiannya, pemberian air untuk tanaman padi dapat dibagi atas tiga.

1. Mengalir Terus Menerus (*continous flowing*)

Air diberikan secara mengalir terus menerus dari saluran ke petakan sawah atau dari sawah yang satu ke petakan sawah yang lain. Cara ini merupakan cara yang terbanyak dipraktikkan. Di Indonesia, cara dipergunakan dengan berbagai pertimbangan.

- Air cukup banyak tersedia, misal pada sawah-sawah di lembah pegunungan, sehingga air tidak jadi masalah.
- Menghilangkan kandungan H_2S atau senyawa lain yang berbahaya akibat drainase yang kurang baik sebelumnya.
- Mempertahankan temperatur tanah dari keadaan yang terlalu tinggi atau rendah.
- Menghemat tenaga untuk pengelolaan air dan menekan tumbuhnya gulma.

2. Penggenangan Terus Menerus (*continous submergence*)

Tanaman diberi air dan dibiarkan tergenang mulai beberapa hari setelah tanam hingga beberapa hari menjelang panen. Cara ini dipraktikkan dengan berbagai pertimbangan.

- Penggenangan terus menerus diselingi pada waktu pemupukan memberikan respon yang baik.
- Menekan atau mengurangi pertumbuhan gulma.
- Menghemat tenaga untuk pengelolaan tanah.

3. Terputus-putus (*intermittent*)

Tanaman diberi air sampai pada ketinggian tertentu, disetop setelah beberapa hari diberi air lagi. Pemberian air dengan cara terputus-putus ini disebut juga pemberian air dengan rotasi (*rotational irrigation*). Cara ini baik untuk dipraktikkan pada daerah yang kurang air. Faktor yang harus

dipertimbangkan dalam praktek cara pemberian air terputus-terputus ini ialah mengetahui periode-periode kritis dari pertumbuhan tanaman.

2.4.2 Dimensi Saluran

Kapasitas saluran dapat diketahui dari persamaan berikut;

$$Q = VA \quad (2.19)$$

$$Q = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} A \quad (2.20)$$

$$Q = \frac{1}{n} \left(\frac{A}{P} \right)^{2/3} S^{1/2} A \quad (2.21)$$

dimana :

v = kecepatan aliran (m/det)

A = luas penampang saluran (m²)

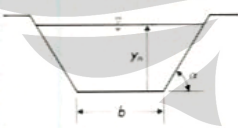

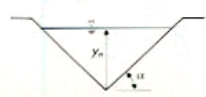
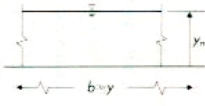
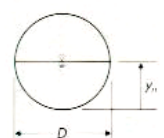
n = koefisien kekasaran manning

R = jari-jari hidrolis

S = kemiringan saluran.

P = keliling basah

Tabel 2.11. Penampang Hidraulis Efektif Saluran

	$\alpha = 60^\circ$ $b = \frac{2}{\sqrt{3}} y_n$	$0.968 \left[\frac{Qn}{S_b^{1/2}} \right]^{3/5}$	$1.622 \left[\frac{Qn}{S_b^{1/2}} \right]^{3/4}$
	$b = 2y_n$	$0.917 \left[\frac{Qn}{S_b^{1/2}} \right]^{3/8}$	$1.682 \left[\frac{Qn}{S_b^{1/2}} \right]^{3/4}$
	$\alpha = 45^\circ$	$1.297 \left[\frac{Qn}{S_b^{1/2}} \right]^{3/8}$	$1.682 \left[\frac{Qn}{S_b^{1/2}} \right]^{3/4}$
	None	$1.00 \left[\frac{(Q/b)n}{S_b^{1/2}} \right]^{3/8}$	—
	$D = 2y_n$	$1.00 \left[\frac{Qn}{S_b^{1/2}} \right]^{3/8}$	$1.583 \left[\frac{Qn}{S_b^{1/2}} \right]^{3/4}$

Sumber: Ven te Chow

keterangan :

Q = debit pada saluran

n = Nilai koefisien kekasaran manning

Tabel 2.12 Nilai koefisien kekasaran Manning

Dinding Saluran	KONDISI	n
Kayu	Papan-papan rata, dipasang rapi	0,010
	Papan-papan rata, dipasang kurang rapi	0,012
	Papan-papan kasar, dipasang rapi	0,012
	Papan-papan kasar, dipasang kurang rapi	0,014
	Halus	0,010
Metal	Dikeling	0,015
	Sedikit kurang rata	0,020
	Plesteran Semen halus	0,010
Pasangan	Plesteran Semen dan pasir	0,012
Batu	Beton dilapis baja	0,012
	Beton dilapis kayu	0,013
	Batu bata kosong yang baik kasar	0,015
	Pasangan batu, keadaan jelek	0,020
	Halus dipasang rata	0,013
Batu	batu bongkahan, batu pecah, batu belah,	
Kosongan	batu guling, dipasang dalam semen	0,017
	Kerikil halus, padat	0,020
	Rata dalam keadaan baik	0,020
	lam keadaan biasa	0,0225
Tanah	dengan batu-batu dan tumbuh-tumbuhan	0,025
	dalam keadaan jelek	0,035
	sebagian terganggu oleh batu-batu atautumbuhan	0,050

Sumber : "Hidrologi Untuk Perencanaan Bangunan Air" Ir. Iman Subarkah 1980

Dalam saluran suplesi kecepatan aliran air harus diatur sedemikian rupa agar tidak menimbulkan penggerusan dinding saluran dan pengendapan pada saluran. Kecepatan ini sangat tidak menentu serta bervariasi dan hanya dapat ditetapkan berdasarkan pengalaman dan penyimpulan. Secara umum saluran lama dan telah

Universitas Indonesia

banyak mengalami pergantian musim akan mampu menampung kecepatan yang lebih besar dibandingkan dengan saluran baru. Kecepatan yang diizinkan dalam saluran suplesi dapat dilihat pada tabel 2.13.

Tabel 2.13 Kecepatan Minimum pada Saluran Suplesi

Bahan yang Terlarut dalam Aliran	n	Kecepatan (m/s)	
		Air jernih	Air mengandung koloid
Pasir halus, koloida	0,02	0,457	0,762
Lanau Berpasir, bukan koloida	0,02	0,533	0,762
Lanau bukan Koloida	0,02	0,609	0,914
Lanau Alunial, bukan koloida	0,02	0,609	1,066
Lanau Kaku Biasa	0,02	0,762	1,066
Debu Vulkanik	0,02	0,762	1,066
Lempung Teguh, Koloida kuat	0,025	1,143	1,524
Lanau Alunial, koloida	0,025	1,143	1,524
Serpih dan diulangkan keras	0,025	1,828	1,828
Kerikil Halus	0,02	0,762	1,524
Lanau bergradasi sampai kerakal bukan koloidal	0,03	1,143	1,524
Lanau bergradasi sampai kerakal koloidal	0,03	1,219	1,676
Kerikil kasar, bukan koloida	0,025	1,219	1,828
Kerakal dan batuan bulat	0,035	1,524	1,676

Sumber : *Commite Research of American Society of Civils Engineer*

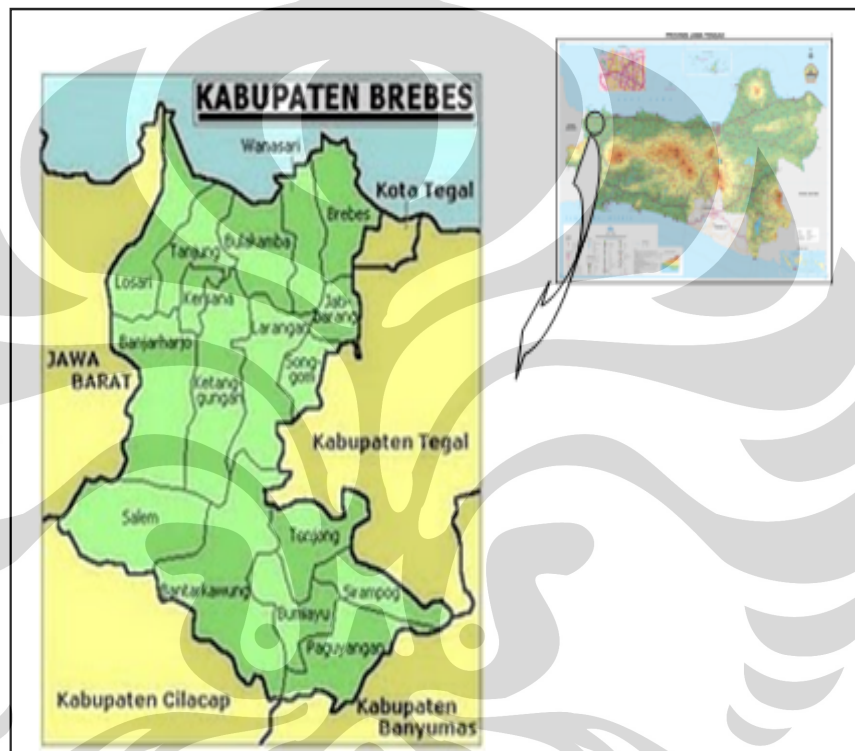
Dari tabel 2.13 dapat dilihat bahwa semakin besar *spesific grafity* bahan yang terlarut didalam aliran air maka akan semakin besar kecepatannya untuk menjaga agar bahan tersebut tidak mengendap. Sedangkan untuk kecepatan maksimum pada saluran suplesi ditentukan dari bahan perkerasan saluran tersebut.

BAB 3

ANALISIS KEBUTUHAN AIR DAN DIMENSI SALURAN SETELAH TERJADI PERUBAHAN POLA TANAM

3.1 GAMBARAN UMUM WILAYAH STUDI

Pada penelitian ini akan memfokuskan pada suatu daerah irigasi yang terletak di Kabupaten Brebes dengan letak astronomis Bujur Timur $108^{\circ}41'37,7''$ – $109^{\circ}11'28,92''$ Lintang Selatan $6^{\circ}44'56,5''$ - $7^{\circ}20'51,48''$.



Gambar 3.1 Peta Kabupaten Brebes

D.I Wilayah Pemali Bawah merupakan wilayah pertanian yang paling luas di Kabupaten Brebes sehingga daerah irigasi ini dapat mewakili karakteristik pertanian di Brebes dan dapat dijadikan sebagai wilayah studi seperti pada table 3.1. Sumber air utama D.I Pemali Bawah adalah Sungai Pemali yang dibendung oleh Bendung Notog, sehingga Bendung Notog menjadi bangunan utama dari D.I Pemali Bawah. Sungai Pemali merupakan sungai terbesar dan paling potensial untuk dikembangkan sebagai sumber air untuk pengairan seperti terlihat pada tabel 3.2.

Tabel 3.1 Pembagian Luas Aeral Tiap-tiap Daerah Irigasi

No	Daerah Irigasi	Luas Sawah Baku/Fungsi (Ha)	Prosentase Luas (%)
1	D.I Wilayah Pemali Bawah	28.441	45,47
2	D.I Wilayah Pemali Atas	4.392	7,82
3	D.I Wilayah Malahayu		
	a. D.I Babakan	2.335	4,16
	b. D.I Kabuyutan	4.166	7,42
	c. D.I Jengkelok	6.173	10,99
4	D.I Wilayah Teknis	1.069	1,90
5	D.I Wilayah Sederhana	3.924	6,99
6	P.I.K	5.650	10,06
7	P.I.D	2.920	5,19
TOTAL		59.169	100

Sumber : DPU Kabupaten Brebes, 2005

Tabel 3.2 Data Aliran Sungai di Kabupaten Brebes

No	Sungai	Debit Aliran (m ³ /tahun)
1	Pemali	1.163.275.411
2	Gangsa	407.146.394
3	Babakan	43.792.200
4	Kabuyutan	156.41.248
5	Jengkelok	295.429.030
TOTAL		2.065.784.283

Sumber : Dinas Pengairan Kabupaten Brebes

3.1.1 Bangunan Utama D.I Pemali Bawah

Pada suatu daerah irigasi bangunan utama merupakan bangunan yang berfungsi sebagai pensuplai air untuk areal sawahnya. Bangunan utama yang terletak pada D.I Pemali Bawah adalah Bendung Notog. Bendung Notog merupakan bangunan pengambil air untuk keperluan irigasi. Bendung Notog terletak di hilir dari pertemuan kali Pemali dan Kali Kumisik di Dukuh Notog, Desa Pakualat, Kecamatan Margasari, Kabupaten Tegal. Dibangun di atas kali Pemali pada tahun 1893 dan mulai berfungsi/dioperasikan tahun 1901.

Bendung Notog sebagai sumber air utama untuk D.I Pemali Bawah merupakan bendung permanen type D dan dengan data teknis sebagai berikut:

- Panjang Tubuh Bendung : 84,90 m
- Tinggi Bendung : P 4,03 m D 5,83 m
- Tebal Tubuh Bendung : L 1,50 m K 1,50 m
- Elevasi Puncak Bendung : +26,23 m
- Elevasi Lantai Hulu : +22,20 m
- Elevasi Dasar Intake/Spei : +21,90 m
- Pintu Intake : 7 buah, b = 1,80 m
- Pintu Pembilas/Spei : 2 buah b = 2,80 m
- Catchment Area (CA) : 872 km²
- Debit Max. Sal. Induk : 34 m³
- Debit Min. Sal. Induk : 0.5 m³
- Panjang kantong Lumpur : 767 m
- Lebar Dasar/Bodem (b) : 13,5 m
- Tinggi MA (h) : 2 m
- Kemiringan Saluran (i) : 0.0000531
- Kemiringan Tebing : 2/3
- Luas Areal baku sesudah mutasi : 28.310 ha
- Luas Areal fungsional : 25.540 ha
- Pintu Spei dan Sand Trap : 4 bh, b = 1,90 m

Pola Operasi Pintu Bendung Notog:

Tabel 3.3 Pola Operasi Pintu Bendung Notog

No	Permukaan Air Sungai	Pintu A	Pintu B	Pintu C
1	Di bawah puncak bendung	Tutup	Buka penuh	Tutup
2	Banjir kecil 230 s/d 270 cm	Buka 25 cm	Atur Q IR	Buka 10 cm
3	Banjir Normal 270 s/d 320 cm	Buka 50 cm	Atur Q IR	Buka 10 cm
4	Banjir Sedang 320 s/d 420 cm	Buka 100 cm	Atur Q IR	Buka 10 cm

No	Permukaan Air Sungai	Pintu A	Pintu B	Pintu C
5	Banjir Besar > 420 cm	Buka 200 cm	tutup	Buka 10 cm
6	Pengurasan kantong lumpur seminggu sekali	Sesuaikan dengan permukaan air	Atur Q FL	Buka penuh

Sumber : Dinas Pengairan Kabupaten Brebes

Keterangan :

- a. Permukaan air sungai berdasarkan bacaan pada plesikal
- b. Pembukaan pintu C untuk keperluan pengurasan kantong lumpur harus dilakukan sedemikian hingga bahwa permukaan air di kantong lumpur turun lambat laun selama tiga jam.
- c. Jika Q sungai lebih kecil dari $15 \text{ m}^3/\text{s}$, maka pengurasan kantong lumpur dapat ditangguhkan satu minggu
- d. Pengurasan kantong lumpur harus ditangguhkan hingga permukaan banjir tinggi sungai turun dibawah 350
- e. Benda-benda mengambang di hulu pintu-pintu D harus dibersihkan setiap hari.
- f. Di musim kemarau kedalaman air kantong harus diperiksa setiap kali setelah banjir, jika kedalaman air rata-rata pada penampang 0+500, 3+500, dan 6+500 lebih kecil dari 2.00 m, maka kantong lumpur harus segera dikuras jika Q sungai lebih besar $15 \text{ m}^3/\text{s}$.
- g. Di musim kering, pintu A dan C harus dibuka 50 cm dua kali sebulan, pembukaan pintu –pintu tersebut bergantian hingga seluruh sedimen bersih dari terowongan.
- h. Jika terowongan tersumbat, maka harus diambil langkah langkah untuk melapangkannya.

Selain bangunan utama ada bangunan lain pada suatu jaringan pengairan. Bangunan-bangunan yang terdapat pada sistem tersebut secara garis besar

dikelompokkan menjadi 2 jenis bangunan, yaitu bangunan besar dan bangunan kecil/pelengkap. Bangunan besar umumnya berupa bangunan bagi/sadap sedangkan bangunan kecil/pelengkap meliputi siphon, talang, gorong-gorong, bangunan terjun dan sebagainya. Tiap jenis bangunan mempunyai karakteristik dan fungsi yang berbeda satu sama lain seperti pada lampiran 1.

3.1.2 Jaringan Pengairan D.I Pemali Bawah

Jaringan pengairan pada suatu daerah irigasi umumnya terdiri dari saluran irigasi (saluran pembawa dan saluran pembuang), bangunan pengairan dan areal sawah yang diairi. Secara skematis, jaringan pengairan di D.I Wilayah Pemali Bawah dapat digambarkan seperti pada gambar 3.2.

Tabel 3.4 Saluran Sekunder D.I Wilayah Pemali Bawah

No	Saluran	Panjang Saluran (m)	Sawah yang Diairi (1000 m ²)
1	Saluran Induk Pemali	8.550	318
2	Saluran Sekunder Gegerkunci	5.830	766
3	Saluran Sekunder cenang	780	243
4	Saluran Sekunder Pemali Kiri	13.037	1.196
5	Saluran Sekunder Bulakelor	3.290	419
6	Saluran Sekunder Luwunggedhe	2.895	408
7	Saluran Sekunder Ramin	1.908	273
8	Saluran Sekunder Kedungbokor	1.050	347
9	Saluran Sekunder Blewah	3.744	627
10	Saluran Sekunder Sikancil	3.708	579
11	Saluran Sekunder Sawojajar	24.925	4.124
12	Saluran Sekunder Pakijangan	5.000	734
13	Saluran Sekunder Dukuhringin	2.141	281
14	Saluran Sekunder Bangsri	1.400	238
15	Saluran Sekunder Sigentong	950	257
16	Saluran Sekunder Sibajag	1.950	423
17	Saluran Sekunder Tegalandu	1.698	341
18	Saluran Sekunder Wanasari	439	1.460
19	Saluran Sekunder Pemali Kanan	12.074	1.487
20	Saluran Sekunder Payung	951	281

No	Saluran	Panjang Saluran (m)	Sawah yang Diairi (1000 m ²)
21	Saluran Sekunder Wanatawang	1.321	257
22	Saluran Sekunder Bojong	3.614	648
23	Saluran Sekunder Pamengger	1.798	335
24	Saluran Sekunder Tembelang	2.238	212
25	Saluran Sekunder Tegalwulung	5.641	551
26	Saluran Sekunder Kendawa	5.390	808
27	Saluran Sekunder Krasak	8.697	1.003
28	Saluran Sekunder Wangandalem	10.448	1.249
29	Saluran Sekunder Cimohong	12.00	841
30	Saluran Sekunder Rancawuluh	6.054	1.300
31	Saluran Sekunder Bulakparen	5.688	853
32	Saluran Sekunder Kluwut	2.391	188
33	Saluran Sekunder Pulogading	16.980	3.000
34	Saluran Sekunder Grinting	3.300	355
35	Saluran Sekunder Petunjungan	4.290	900
36	Saluran Sekunder Wanganbui	9.183	1.139
TOTAL		195.353	28.441

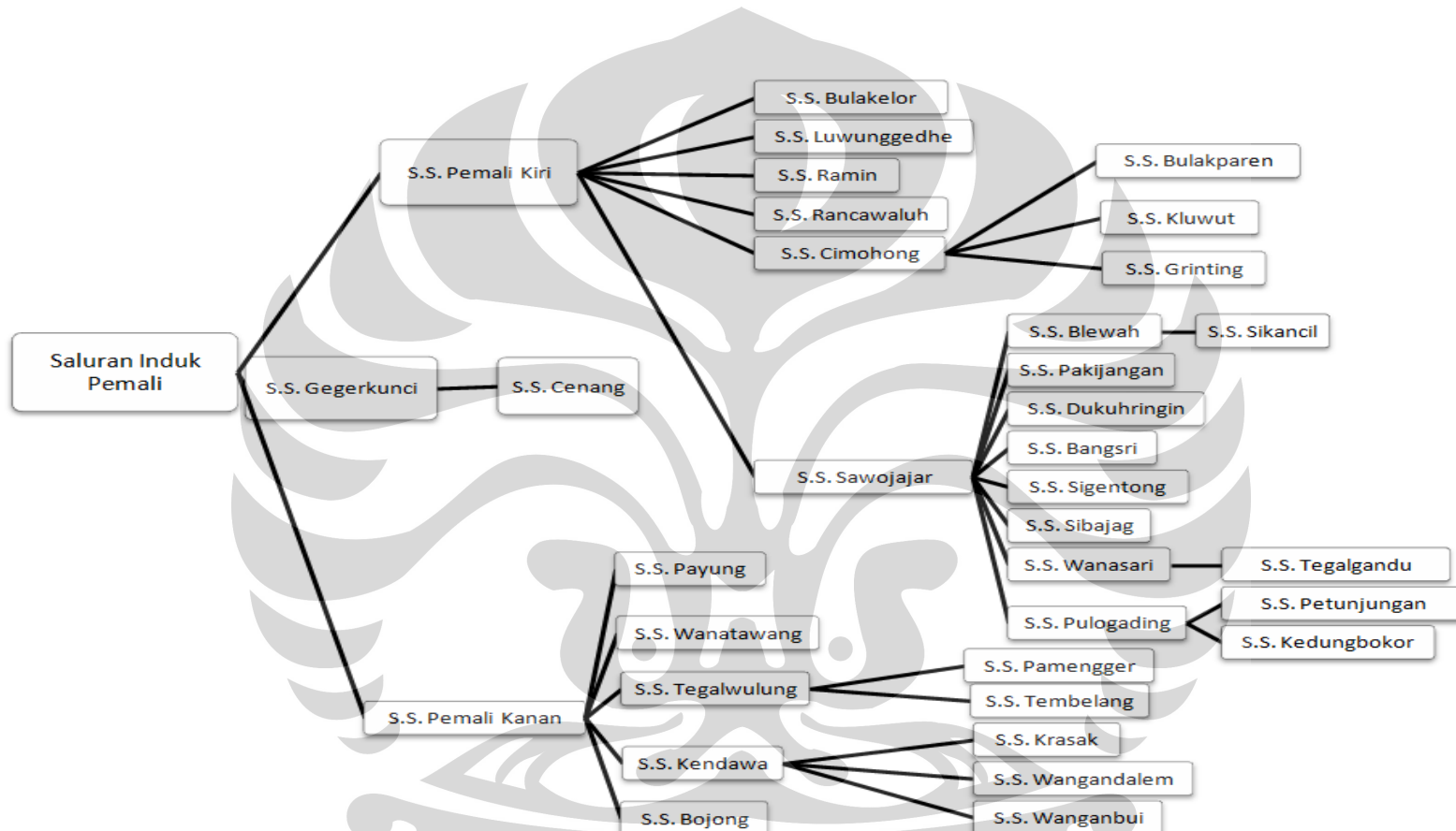
Sumber : Dinas Pengairan Kabupaten Brebes

Disamping saluran sekunder sebagai saluran pembawa air irigasi, seperti yang telah diuraikan terdahulu juga terdapat saluran pembuang, dimana saluran pembuang ini berfungsi untuk membuang kelebihan air di areal sawah pada saat hujan lebat, sehingga areal sawah terhindar dari banjir.

Tabel 3.5 Saluran Pembuang D.I Pemali Bawah

No	Saluran Pembuang	Debit dari Petak Tersier Sepanjang Saluran
1	Kali Gondang	saluran Induk Pemali
2	Kali Lebak	saluran Induk Pemali, S.S. Sawojajar, dan S.S. Blewah
3	Kali Srengseng	Saluran Induk Pemali, Sekunder BULakelor dan Sekunder Cimohong
4	Kali Jubang	Saluran Sekunder Sikancil, dan Saluran Sekunder Rancawuluh
5	Kali Kluwut	Saluran Sekunder Rancawuluh, Sikancil dan Bulakparen
6	Kali Krodengdempel	Saluran Sekunder Bulakparen dan Sekunder Cimohong

Sumber : Dinas Pengairan Kabupaten Brebes



Sumber : Dinas Pengairan Kabupaten Brebes

Gambar 3.2 Skema Jaringan Irigasi

3.2 ANALISA KETERSEDIAAN AIR

Untuk analisis ketersediaan air permukaan, yang akan digunakan sebagai acuan adalah debit aliran andalan (*dependable flow*). Debit ini mencerminkan suatu angka yang dapat diharapkan terjadi pada titik kontrol yang terkait dengan waktu dan nilai keandalan. Dalam kasus irigasi ada dua sumber debit andalan untuk memasok kebutuhan air irigasi yaitu debit andalan dari debit aliran sungai dan debit andalan dari curah hujan di lahan pertanian.

- **Debit Andalan dari Debit Aliran Sungai**

Ketersediaan debit aliran ini digunakan jika ketersediaan air dari hujan tidak mencukupi kebutuhan air irigasi. Data debit aliran yang didapatkan adalah data harian debit aliran sepanjang 10 tahun dari 2000 sampai dengan 2009. Langkah perhitungan debit andalan (lampiran 2) sama seperti yang dijelaskan pada bab sebelumnya yaitu merata-ratakan data debit itu kemudian mencari peringkatnya dari setiap tahun dan mencari probabilitasnya. Setelah mendapatkan probabilitasnya diambil 3 tahun yang memiliki probabilitas yang mendekati 80% dan mencari debit andalannya kemudian dijadikan grafik ketersediaan air seperti pada gambar 3.3.

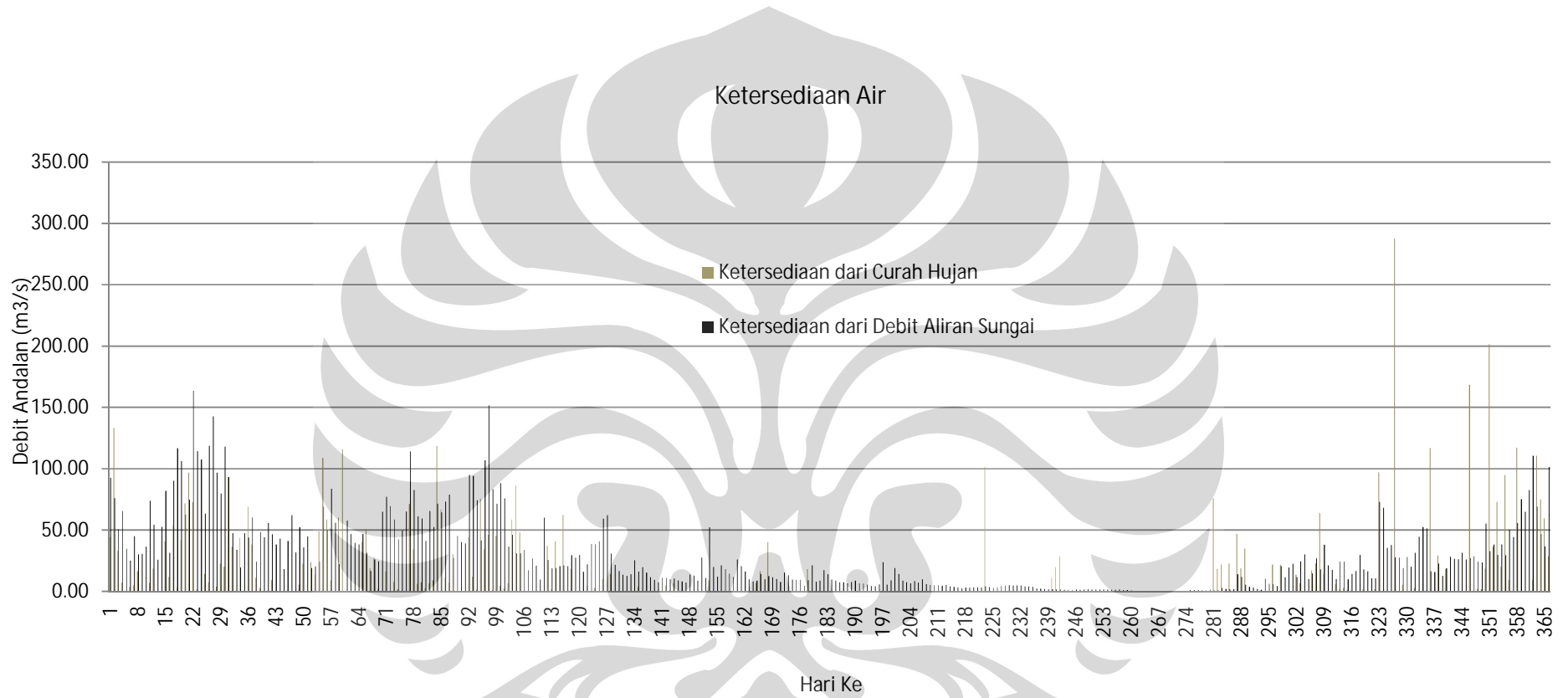
- **Debit Andalan dari Hujan di Lahan Pertanian**

Ketersediaan air dari hujan di lahan pertanian merupakan pemasok utama kebutuhan air irigasi. Perhitungan ketersediaan air menggunakan tiga data curah hujan harian untuk mencari sebaran hujan di D.I. Pemali Bawah dengan menggunakan metode theisien. Dalam metode ini titik hujan tersebut dihubungkan sehingga mendapatkan luas daerah yang dipengaruhi oleh titik stasiun tersebut seperti pada gambar 3.3.



Gambar 3.3 Titik-titik Pengambilan Data Curah Hujan

Setelah mendapatkan luas daerah yang dipengaruhi oleh stasiun tersebut maka luas daerah tersebut dijadikan sebagai bobot curah hujan dari masing masing stasiun hujan. Kemudian dari dari masing-masing curah hujan dikalikan bobot tersebut dan dijumlahkan untuk mencari hujan andalan harian dengan cara yang sama seperti menghitung debit andalan dari debit aliran pada subbab sebelumnya (lampiran 2). Dari hujan andalan harian tersebut kemudian dikonversi menjadi debit andalan dengan mengalikan luas lahan pertanian.



Sumber : Dinas Pengairan Kabupaten Brebes

Gambar 3.4 Grafik Ketersediaan Air

Berdasarkan gambar 3.4 didapatkan besar debit andalan dari debit aliran sungai yang sangat fluktuatif karena regime sungai besar dengan debit andalan rata-rata 28,51 m³/s setiap hari dalam setahun. Regime sungai ini mengakibatkan pada saat turun hujan debit aliran sungai akan besar dan saat tidak ada hujan debit aliran menurun drastis. Sedangkan untuk untuk debit andalan dari curah hujan didapatkan debit andalan rata-rata 13,69 m³/s .

3.3 ANALISA KEBUTUHAN AIR TOTAL

Kebutuhan air total adalah kebutuhan air tanaman ditambahkan dengan kehilangan air yang terjadi dilahan tersebut dan volume air yang ditahan di lahan pertanian. Sedangkan untuk menghitung kebutuhan air tanaman ada dua cara yang dapat dilakukan yaitu dengan cara menghitung evapotranspirasi tanaman tersebut dengan prosedur perhitungan dari FAO atau dengan cara pengamatan langsung di lapangan.

3.3.1 Kebutuhan Air Tanaman Padi

Untuk perhitungan kebutuhan air tanaman padi sudah ada prosedur dari FAO yang merupakan standar pendekatan dengan data meteorologi. Perhitungan tersebut memerlukan beberapa data meteorologi seperti kecepatan angin, letak astronomis, elevasi tanah, dan suhu di daerah tersebut. Sehingga untuk perhitungan kebutuhan air pada lahan padi di D.I Pemali Bawah dapat dilihat pada tabel 3.6 dan tabel 3.7.

Tabel 3.6 Perhitungan Evapotranporasi Tanaman Acuan

Parameter					
T _{max}	37	°C			
T _{min}	24.7	°C	$T_{mean} = (T_{max} - T_{min}) / 2$		°C
T _{mean}	30.85	°C	$= 4098 [0.6108 \exp(17.27T / (T + 237.3))] / (T + 237.3)^2$	0.25	KPa ^{°C}
Altitude (z)	15	m	$P = 101.3 ((293 - 0.0065z) / 293)^{6.25}$	99.21	KPa
			$= (C_p P) / = 0.655 \times 10^{-3} P$	0.06	KPa ^{°C}
u ₂	5	m/s	$(1 + 0.34 u_2)$	2.7	
			$/(+ (1 + 0.34 u_2))$	0.59	
			$/(+ (1 + 0.34 u_2))$	0.15	

Parameter					
			$900/(T_{\text{mean}} + 273) u_2$	14.81	
Vapour deficit					
T_{max}	37	$^{\circ}\text{C}$	$e^0_{T_{\text{max}}}=0.6108\exp(17.27T/(T+237.3))$	6.27	KPa
T_{min}	24.7	$^{\circ}\text{C}$	$e^0_{T_{\text{min}}}=0.6108\exp(17.27T/(T+237.3))$	3.11	KPa
Saturated vapour pressure $e_s=0.5(e^0_{T_{\text{max}}} - e^0_{T_{\text{min}}})$				4.69	KPa
e_a derived from dewpoint temperature					
T_{dew}		$^{\circ}\text{C}$	$e^0_{T_{\text{dew}}}=0.6108\exp(17.27T/(T+237.3))$		KPa
OR e_a derived from maximum and minimum RH					
RH_{max}		%	$e^0_{T_{\text{min}}} \text{RH}_{\text{max}}/100$		KPa
RH_{min}		%	$e^0_{T_{\text{max}}} \text{RH}_{\text{min}}/100$		KPa
e_a average				2.85	KPa
Vapour pressure deficit ($e_s - e_a$)				1.84	KPa
Radiation					
Latitude	62 ^o 44'	$^{\circ}$			
Day			R_a (Grafik 2.3)	38.06	$\text{MJm}^{-2}\text{d}^{-1}$
Month			N (Grafik 2.3)	12.31	hours
n	11.5	hours	n/N	0.93	KPa
$R_s = (0.25 + 0.5 n/N) R_a$				27.29	$\text{MJm}^{-2}\text{d}^{-1}$
$R_{s0} = (0.75 + 2 \text{Altitude}/100000)R_a$				28.556418	$\text{MJm}^{-2}\text{d}^{-1}$
R_s/R_{s0}				0.96	
$R_{ns} = 0.77 R_s$				21.02	
T_{max}	37	$^{\circ}\text{C}$	T_{max} (Tabel 3 lampiran 1)	44.1	$\text{MJm}^{-2}\text{d}^{-1}$
T_{min}	24.7	$^{\circ}\text{C}$	T_{min} (Tabel 3 lampiran 1)	39.06	$\text{MJm}^{-2}\text{d}^{-1}$
T_{average}				41.58	$\text{MJm}^{-2}\text{d}^{-1}$
Conversion factor $=4.87/(\ln(67.8z-5.42))$				0.70	
e_a	2.85	KPa	$(0.34 - 0.14 e_a)$	0.06	
R_s/R_{s0}	0.95575092		$(1.35 R_s/R_{s0} - 0.35)$	0.94	
$R_{nl} = T_{\text{average}} (0.34 - 0.14 e_a)(1.35 R_s/R_{s0} - 0.35)$				2.31	
$R_n = R_{ns} - R_{nl}$				18.70	
T_{month}	30.2	$^{\circ}\text{C}$	$G_{\text{day}} = \text{asumsi}$	0	
$T_{\text{month-1}}$	29.2	$^{\circ}\text{C}$	$G_{\text{month}} = 0.14(T_{\text{month}} - T_{\text{month-1}})$	0.14	
$R_n - G$				18.56	
$0.408 (R_n - G)$				7.57	

Parameter		
Grass reference evapotranspiration		
$[\lambda / (\lambda + (1+0.34u^2))] [0.408(R_n - G)]$	4.48	mm/h ari
$[\lambda / (\lambda + (1+0.34u^2))] [900/(T+273)u^2] (e_s - e_a)$	4.13	mm/h ari
$ET_o = (0.408 (R_n - G) + 900/(T+273) u^2 (e_s - e_a)) / (\lambda + (1+0.34u^2))$	8.61	mm/h ari

Dari nilai ETo maka dapat ditentukan besar kebutuhan air tanaman pada padi dengan mengalikan koefisien tanaman tersebut seperti pada tabel 3.6.

Tabel 3.7 Kebutuhan Air Tanaman Padi

umur (bulan)	kc	kebutuhan air (mm/hari)
0 - 0.5	1.1	0,95
0.5 - 1	1.1	0,95
1 - 1.5	1.1	0,95
1.5 - 2	1.1	0,95
2 - 2.5	1.1	0,95
2.5 - 3	1.05	0,90
3 - 3.5	0.95	0,82
3.5 - 4	0	0

Dengan melihat tabel 3.6 maka kebutuhan air tanaman padi dalam satu musim sebesar 0.97 m/musim dengan umur tanaman 120 hari. Sehingga rata-rata kebutuhan air tanaman padi 0.081 m/hari.

3.3.2 Kebutuhan Air Tanaman Bawang merah

Untuk perhitungan kebutuhan air tanaman bawang merah belum ada prosedur standar yang tepat yang dapat diterapkan di Indonesia karena standar dari FAO merupakan standar pendekatan dengan data meteorologi. Oleh karena itu, perhitungan kebutuhan air tanaman dapat dilakukan dengan cara mewancarai petani bawang merah. Dari hasil wawancara tersebut akan diperoleh volume air di lahan dan kebutuhan air tanaman. Analisis perhitungan air tanaman untuk bawang merah dilakukan dengan mewancarai petani dengan mengambil 20 sampel petani (Lampiran 4). Proses wawancara tersebut mengalami beberapa

kendala sehingga ada beberapa data yang mengukur langsung dilapangan bukan hasil wawancara. Dari wawancara dengan petani maka dapat disimpulkan bahwa kebutuhan air tanaman bawang merah untuk perhariya perfase tumbuh tanaman seperti pada tabel 3.8.

Tabel 3.8 Kebutuhan Air Tanaman Bawang Merah

Umur (hari)	kebutuhan air (m/hari)
0 – 8	0,47
8 – 9	0,71
9 – 57	0,65
58	0

Dengan melihat tabel 3.7 maka kebutuhan air tanaman bawang merah dalam satu musim sebesar 0.36 m/musim dengan umur tanaman 58 hari. Sehingga rata-rata kebutuhan air tanaman bawang merah 0.061 m/hari.

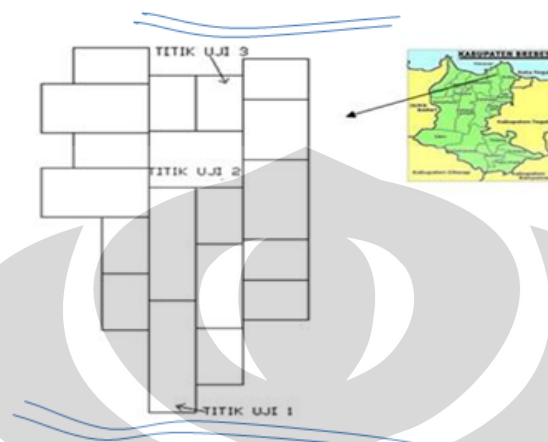
3.3.3 Analisis Kehilangan Air

Untuk menghitung besar kehilangan air dapat dihitung dengan menggunakan *infiltrrometer*. Dalam penyelidikan besar kehilangan air, ditetapkan untuk menempatkan 3 *infiltrrometer* yang mewakili lahan pertanian dari 20 sampel lahan petani. Jumlah alat ini berfungsi untuk mencari variasi besar kehilangan air yang ada. *Infiltrrometer* tersebut diletakan di lembah (*solokan*) lahan pertanian bawang merah seperti pada gambar 3.4. Hal ini dilakukan karena di daerah tersebutlah yang berpotensi terjadi kehilangan air.



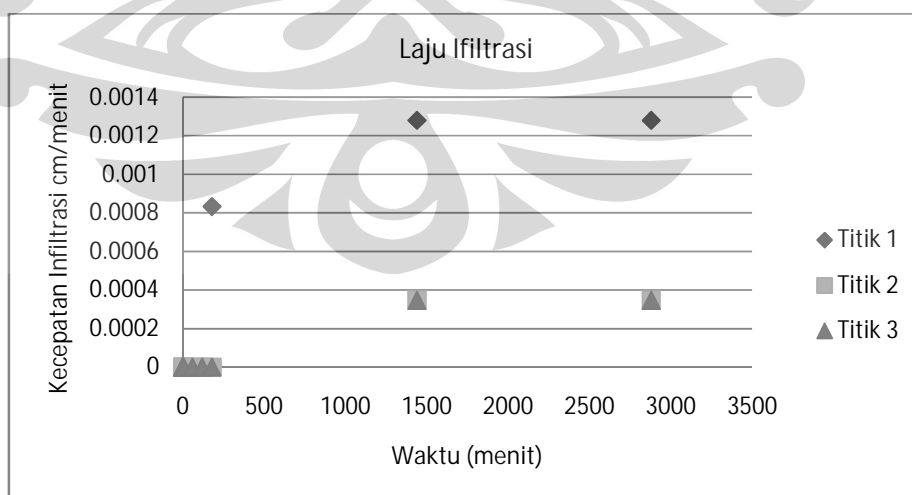
Gambar 3.5 Penempatan Uji Infiltrasi di Lahan

Letak titik uji 1 dan 3 ini berada di dekat saluran pembuang dan merupakan titik terluar dari 20 sampel lahan pertanian yang diambil seperti pada gambar 3.5.



Gambar 3.6 Letak Uji Infiltrasi

Pada titik uji 1 ini laju infiltrasi sebesar 1,85 cm/hari dan titik uji 3 ini sebesar 1,50 cm/hari. Hal ini disebabkan titik uji dekat dengan saluran pembuang. Sedangkan titik uji 2 ini berada di pusat atau tengah. Pada titik uji 2 ini terlihat pembacaan laju infiltrasi sebesar 0,50 cm/hari. Hal ini disebabkan titik uji jauh dari saluran pembuang dan tanahnya jenuh.



Gambar 3.7 Pembacaan Laju Infiltrasi

Dari hasil percobaan di 3 titik tersebut maka dapat disimpulkan bahwa kehilangan air di tiap titik bervariasi. Sehingga untuk perhitungan kehilangan air diambil nilai yang dapat mewakili. Nilai tersebut merupakan nilai berdasarkan *engineering judgement* yaitu sebesar 1,5 cm/hari atau $1,73 \cdot 10^{-7}$ m/s.

3.3.4 Kebutuhan Air Total

Kebutuhan air total dapat dihitung dengan terlebih dahulu mengetahui besar volume air yang ada di lahan, kebutuhan air tanaman dan besar kehilangan air. Ketiga parameter tersebut tidak bisa ditambahkan secara langsung karena berbeda satuan. Sehingga untuk menyamakan satuannya ketiga parameter tersebut dijadikan sebagai debit (m^3/s). Sehingga untuk volume air yang ditahan dalam lahan pertanian dibagi lama waktu pemberian air. Dimana lama pemberian air untuk mencapai volume yang ada di lahan adalah 8×24 jam. Sedangkan kebutuhan air tanaman dan besar kehilangan air dikalikan dengan luas lahan yang akan dipasok airnya.

Volume air didapatkan dari ketinggian air di lahan pertanian dikalikan dengan luas lahan yang harus ada airnya. Untuk lahan pertanian padi ketinggian air di lahan sekitar 10 cm dan untuk lahan pertanian bawang merah 24,4 cm. Sedangkan luas lahan yang harus ada airnya untuk lahan pertanian padi adalah 100% dari luas lahan tersebut dan untuk lahan pertanian bawang merah hanya 25,8% dari lahan pertanian. Kehilangan air untuk kedua lahan ini dianggap sama karena tanah yang dipakai sebagai lahan pertanian sama. Besar kehilangan air sebesar 1,5 cm/hari atau $1,73 \cdot 10^{-7}$ m/s. Sedangkan kebutuhan air tanaman pada padi dalam satu musim tanam seperti pada tabel 3.7 dan kebutuhan air tanaman bawang merah seperti pada tabel 3.8. Dari ketiga parameter tersebut maka data dihitung kebutuhan air irigasi untuk setiap masing-masing lahan pertanian dalam satu kali musim tanam seperti pada tabel 3.9 dan 3.10.

Tabel 3.9. Kebutuhan Air Total Setiap Musim Tanam Padi

No	Saluran	Luas (m ²)	Volume air (m ³)	Kebutuhan Air Tanaman (m ³ /s)					Losses (m ³ /s)	Kebutuhan Air Total (m ³ /s)				
				Umur 1 - 8 Hari	Umur 9 - 75 Hari	Umur 76 - 90 Hari	Umur 91 - 105 Hari	Umur 106 - 120 Hari		Umur 1 - 8 Hari	Umur 9 - 75 Hari	Umur 76 - 90 Hari	Umur 91 - 105 Hari	Umur 106 - 120 Hari
1	Saluran Induk Pemali	3180000	318000	0.350	0.350	0.331	0.302	0	0.552	1.362	0.902	0.883	0.854	0
2	S.S. Gegerkunci	7660000	766000	0.842	0.842	0.798	0.727	0	1.330	3.280	2.172	2.128	2.057	0
3	S.S. cenang	2430000	243000	0.267	0.267	0.253	0.231	0	0.422	1.041	0.689	0.675	0.653	0
4	S.S. Pemali Kiri	11960000	1196000	1.315	1.315	1.246	1.135	0	2.076	5.122	3.391	3.322	3.211	0
5	S.S. Bulakelor	4190000	419000	0.461	0.461	0.436	0.398	0	0.727	1.794	1.188	1.164	1.125	0
6	S.S. Luwunggedhe	4080000	408000	0.449	0.449	0.425	0.387	0	0.708	1.747	1.157	1.133	1.096	0
7	S.S. Ramin	2730000	273000	0.300	0.300	0.284	0.259	0	0.474	1.169	0.774	0.758	0.733	0
8	S.S. Kedungbokor	3470000	347000	0.382	0.382	0.361	0.329	0	0.602	1.486	0.984	0.964	0.932	0
9	S.S. Blewah	6270000	627000	0.689	0.689	0.653	0.595	0	1.089	2.685	1.778	1.742	1.684	0
10	S.S. Sikancil	5790000	579000	0.637	0.637	0.603	0.550	0	1.005	2.480	1.642	1.608	1.555	0
11	S.S. Sawojajar	41240000	4124000	4.534	4.534	4.296	3.914	0	7.160	17.661	11.694	11.456	11.074	0
12	S.S. Pakijangan	7340000	734000	0.807	0.807	0.765	0.697	0	1.274	3.143	2.081	2.039	1.971	0
13	S.S. Dukuhringin	2810000	281000	0.309	0.309	0.293	0.267	0	0.488	1.203	0.797	0.781	0.755	0
14	S.S. Bangsri	2380000	238000	0.262	0.262	0.248	0.226	0	0.413	1.019	0.675	0.661	0.639	0
15	S.S. Sigentong	2570000	257000	0.283	0.283	0.268	0.244	0	0.446	1.101	0.729	0.714	0.690	0
16	S.S. Sibajag	4230000	423000	0.465	0.465	0.441	0.401	0	0.734	1.811	1.199	1.175	1.136	0
17	S.S. Tegalgandu	3410000	341000	0.375	0.375	0.355	0.324	0	0.592	1.460	0.967	0.947	0.916	0
18	S.S. Wanasari	14600000	1460000	1.605	1.605	1.521	1.386	0	2.535	6.252	4.140	4.056	3.920	0

Tabel 3.9. Kebutuhan Air Total Setiap Musim Tanam Padi (lanjutan)

No	Saluran	Luas (m ²)	Volume air (m ³)	Kebutuhan Air Tanaman (m ³ /s)					Losses (m ³ /s)	Kebutuhan Air Total (m ³ /s)				
				Umur 1 - 8 Hari	Umur 9 - 75 Hari	Umur 76 - 90 Hari	Umur 91 - 105 Hari	Umur 106 - 120 Hari		Umur 1 - 8 Hari	Umur 9 - 75 Hari	Umur 76 - 90 Hari	Umur 91 - 105 Hari	Umur 106 - 120 Hari
19	S.S. Pemali Kanan	14870000	1487000	1.635	1.635	1.549	1.411	0	2.582	6.368	4.217	4.131	3.993	0
20	S.S. Payung	2810000	281000	0.309	0.309	0.293	0.267	0	0.488	1.203	0.797	0.781	0.755	0
21	S.S. Wanatawang	2570000	257000	0.283	0.283	0.268	0.244	0	0.446	1.101	0.729	0.714	0.690	0
22	S.S. Bojong	6480000	648000	0.713	0.713	0.675	0.615	0	1.125	2.775	1.838	1.800	1.740	0
23	S.S. Pamengger	3350000	335000	0.368	0.368	0.349	0.318	0	0.582	1.435	0.950	0.931	0.900	0
24	S.S. Tembelang	2120000	212000	0.233	0.233	0.221	0.201	0	0.368	0.908	0.601	0.589	0.569	0
25	S.S. Tegalwulung	5510000	551000	0.606	0.606	0.574	0.523	0	0.957	2.360	1.562	1.531	1.480	0
26	S.S. Kendawa	8080000	808000	0.888	0.888	0.842	0.767	0	1.403	3.460	2.291	2.244	2.170	0
27	S.S. Krasak	10030000	1003000	1.103	1.103	1.045	0.952	0	1.741	4.295	2.844	2.786	2.693	0
28	S.S. Wangandalem	12490000	1249000	1.373	1.373	1.301	1.185	0	2.168	5.349	3.542	3.469	3.354	0
29	S.S. Cimohong	8410000	841000	0.925	0.925	0.876	0.798	0	1.460	3.602	2.385	2.336	2.258	0
30	S.S. Rancawaluh	13000000	1300000	1.429	1.429	1.354	1.234	0	2.257	5.567	3.686	3.611	3.491	0
31	S.S. Bulakparen	8530000	853000	0.938	0.938	0.889	0.810	0	1.481	3.653	2.419	2.369	2.290	0
32	S.S. Kluwut	1880000	188000	0.207	0.207	0.196	0.178	0	0.326	0.805	0.533	0.522	0.505	0
33	S.S. Pulogading	30000000	3000000	3.299	3.299	3.125	2.847	0	5.208	12.847	8.507	8.333	8.056	0
34	S.S. Grinting	3550000	355000	0.390	0.390	0.370	0.337	0	0.616	1.520	1.007	0.986	0.953	0
35	S.S. Petunjungan	9000000	900000	0.990	0.990	0.938	0.854	0	1.563	3.854	2.552	2.500	2.417	0
36	S.S. Wanganbui	11390000	1139000	1.252	1.252	1.186	1.081	0	1.977	4.878	3.230	3.164	3.058	0
	TOTAL	284410000	28441000	31.27	31.272	29.626	26.993	0	49.377	121.8	80.649	79.003	76.37	0

Tabel 3.10. Kebutuhan Air Total Setiap Musim Tanam Bawang Merah

No	Saluran	Luas (m ²)	Volume air (m ³)	Kebutuhan Air Tanaman (m ³ /s)				Losses (m ³ /s)	Kebutuhan Air Total (m ³ /s)			
				Umur 1-8 Hari	Umur 9 Hari	Umur 10 - 57 Hari	Umur 58 Hari		Umur 1 - 8 Hari	Umur 9 Hari	Umur 10 - 57 Hari	Umur 58 Hari
1	Saluran Induk Pemali	3180000	200374.95	0.173	0.261	0.239	0	0.552	1.015	0.813	0.791	0
2	S.S. Gegerkunci	7660000	482664.18	0.417	0.629	0.576	0	1.330	2.445	1.959	1.906	0
3	S.S. cenang	2430000	153116.70	0.132	0.200	0.183	0	0.422	0.776	0.622	0.605	0
4	S.S. Pemali Kiri	11960000	753611.43	0.651	0.983	0.900	0	2.076	3.817	3.059	2.976	0
5	S.S. Bulakelor	4190000	264016.04	0.228	0.344	0.315	0	0.727	1.337	1.072	1.043	0
6	S.S. Luwunggedhe	4080000	257084.84	0.222	0.335	0.307	0	0.708	1.302	1.044	1.015	0
7	S.S. Ramin	2730000	172020.00	0.149	0.224	0.205	0	0.474	0.871	0.698	0.679	0
8	S.S. Kedungbokor	3470000	218648.13	0.189	0.285	0.261	0	0.602	1.108	0.888	0.863	0
9	S.S. Blewah	6270000	395078.90	0.341	0.515	0.472	0	1.089	2.001	1.604	1.560	0
10	S.S. Sikancil	5790000	364833.63	0.315	0.476	0.436	0	1.005	1.848	1.481	1.441	0
11	S.S. Sawojajar	41240000	2598573.19	2.243	3.389	3.103	0	7.160	13.163	10.549	10.262	0
12	S.S. Pakijangan	7340000	462500.66	0.399	0.603	0.552	0	1.274	2.343	1.877	1.827	0
13	S.S. Dukuhringin	2810000	177060.88	0.153	0.231	0.211	0	0.488	0.897	0.719	0.699	0
14	S.S. Bangsri	2380000	149966.15	0.129	0.196	0.179	0	0.413	0.760	0.609	0.592	0
15	S.S. Sigentong	2570000	161938.24	0.140	0.211	0.193	0	0.446	0.820	0.657	0.640	0
16	S.S. Sibajag	4230000	266536.48	0.230	0.348	0.318	0	0.734	1.350	1.082	1.053	0
17	S.S. Tegalgandu	3410000	214867.47	0.185	0.280	0.257	0	0.592	1.088	0.872	0.849	0
18	S.S. Wanasari	14600000	919960.44	0.794	1.200	1.098	0	2.535	4.660	3.734	3.633	0

Tabel 3.10. Kebutuhan Air Total Setiap Musim Tanam Bawang Merah (lanjutan)

No	Saluran	Luas (m ²)	Volume air (m ³)	Kebuthan Air Tanaman (m ³ /s)				Losses (m ³ /s)	Kebutuhan Air Total (m ³ /s)			
				Umur 1- 8 Hari	Umur 9 Hari	Umur 10 - 57 Hari	Umur 58 Hari		Umur 1 - 8 Hari	Umur 9 Hari	Umur 10 - 57 Hari	Umur 58 Hari
19	S.S. Pemali Kanan	14870000	936973.41	0.809	1.222	1.119	0	2.582	4.746	3.804	3.700	0
20	S.S. Payung	2810000	177060.88	0.153	0.231	0.211	0	0.488	0.897	0.719	0.699	0
21	S.S. Wanatawang	2570000	161938.24	0.140	0.211	0.193	0	0.446	0.820	0.657	0.640	0
22	S.S. Bojong	6480000	408311.21	0.353	0.533	0.488	0	1.125	2.068	1.658	1.613	0
23	S.S. Pamengger	3350000	211086.81	0.182	0.275	0.252	0	0.582	1.069	0.857	0.834	0
24	S.S. Tembelang	2120000	133583.30	0.115	0.174	0.159	0	0.368	0.677	0.542	0.528	0
25	S.S. Tegalwulung	5510000	347190.55	0.300	0.453	0.415	0	0.957	1.759	1.409	1.371	0
26	S.S. Kendawa	8080000	509128.79	0.440	0.664	0.608	0	1.403	2.579	2.067	2.011	0
27	S.S. Krasak	10030000	632000.22	0.546	0.824	0.755	0	1.741	3.201	2.566	2.496	0
28	S.S. Wangandalem	12490000	787007.25	0.679	1.026	0.940	0	2.168	3.986	3.195	3.108	0
29	S.S. Cimohong	8410000	529922.42	0.457	0.691	0.633	0	1.460	2.684	2.151	2.093	0
30	S.S. Rancawaluh	13000000	819142.86	0.707	1.068	0.978	0	2.257	4.149	3.325	3.235	0
31	S.S. Bulakparen	8530000	537483.74	0.464	0.701	0.642	0	1.481	2.723	2.182	2.123	0
32	S.S. Kluwut	1880000	118460.66	0.102	0.154	0.141	0	0.326	0.600	0.481	0.468	0
33	S.S. Pulogading	30000000	1890329.67	1.632	2.465	2.257	0	5.208	9.575	7.674	7.465	0
34	S.S. Grinting	3550000	223689.01	0.193	0.292	0.267	0	0.616	1.133	0.908	0.883	0
35	S.S. Petunjungan	9000000	567098.90	0.490	0.740	0.677	0	1.563	2.873	2.302	2.240	0
36	S.S. Wanganbui	11390000	717695.16	0.620	0.936	0.857	0	1.977	3.635	2.913	2.834	0
	TOTAL	284410000	17920955.4	15.47	23.37	21.397	0	49.377	90.78	72.75	70.77	0

Berdasarkan tabel 3.9 dan 3.10 maka besar kebutuhan air irigasi pada padi dan bawang merah berbeda. Kebutuhan air irigasi pada padi umur 1 – 8 hari adalah $121,8 \text{ m}^3/\text{s}$, umur 9 sampai 75 hari adalah $80,649 \text{ m}^3/\text{s}$, umur 76 sampai 90 hari adalah $79,003 \text{ m}^3/\text{s}$, umur 91 sampai 105 hari adalah $76,37 \text{ m}^3/\text{s}$, dan umur 106 sampai 120 hari adalah $0 \text{ m}^3/\text{s}$. Sedangkan Kebutuhan air irigasi pada bawang merah umur 1 – 8 hari adalah $90,78 \text{ m}^3/\text{s}$, umur 9 hari adalah $72,75 \text{ m}^3/\text{s}$, umur 10 sampai 57 hari adalah $70,77 \text{ m}^3/\text{s}$, dan umur 58 hari adalah $0 \text{ m}^3/\text{s}$.

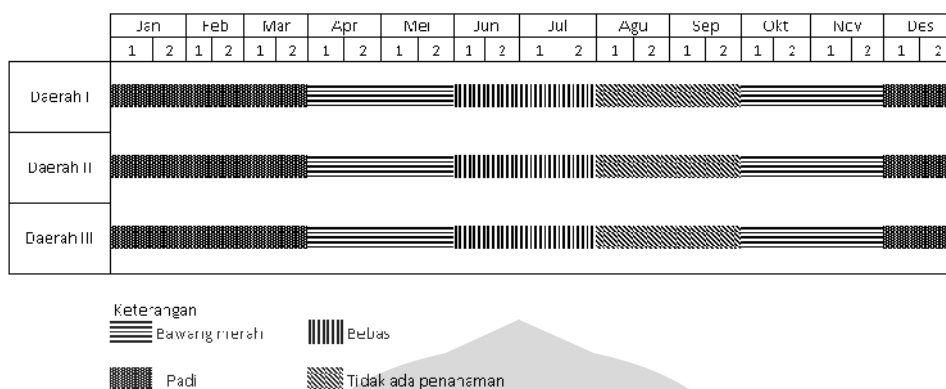
3.4 KEBUTUHAN AIR IRIGASI

Kebutuhan air irigasi adalah kebutuhan air total oleh tanaman yang tidak dapat dipenuhi oleh ketersediaan air oleh curah hujan di lahan pertanian. Sehingga dengan menggunakan rumus 2.13 dapat ditentukan besar kebutuhan air irigasi setiap harinya. Untuk memudahkan mengetahui besar kebutuhan air irigasi dibuat sebuah neraca air yang menggambarkan hubungan antara ketersediaan air dari curah hujan dengan kebutuhan air total terlebih dahulu. Kemudian kekurangan air tersebut merupakan kebutuhan air irigasi yang akan dipenuhi oleh ketersediaan air dari debit aliran sungai.

Dalam perhitungan neraca air di D.I. Pemali Bawah dibuat tiga buah skenario. Skenario pertama yaitu penanaman secara serentak di semua lahan pertanian, skenario kedua lahan pertanian dibagi menjadi tiga daerah yang akan dirotasi pemberian airnya dan skenario ketiga lahan pertanian dibagi menjadi lima daerah yang akan dirotasi pemberian airnya.

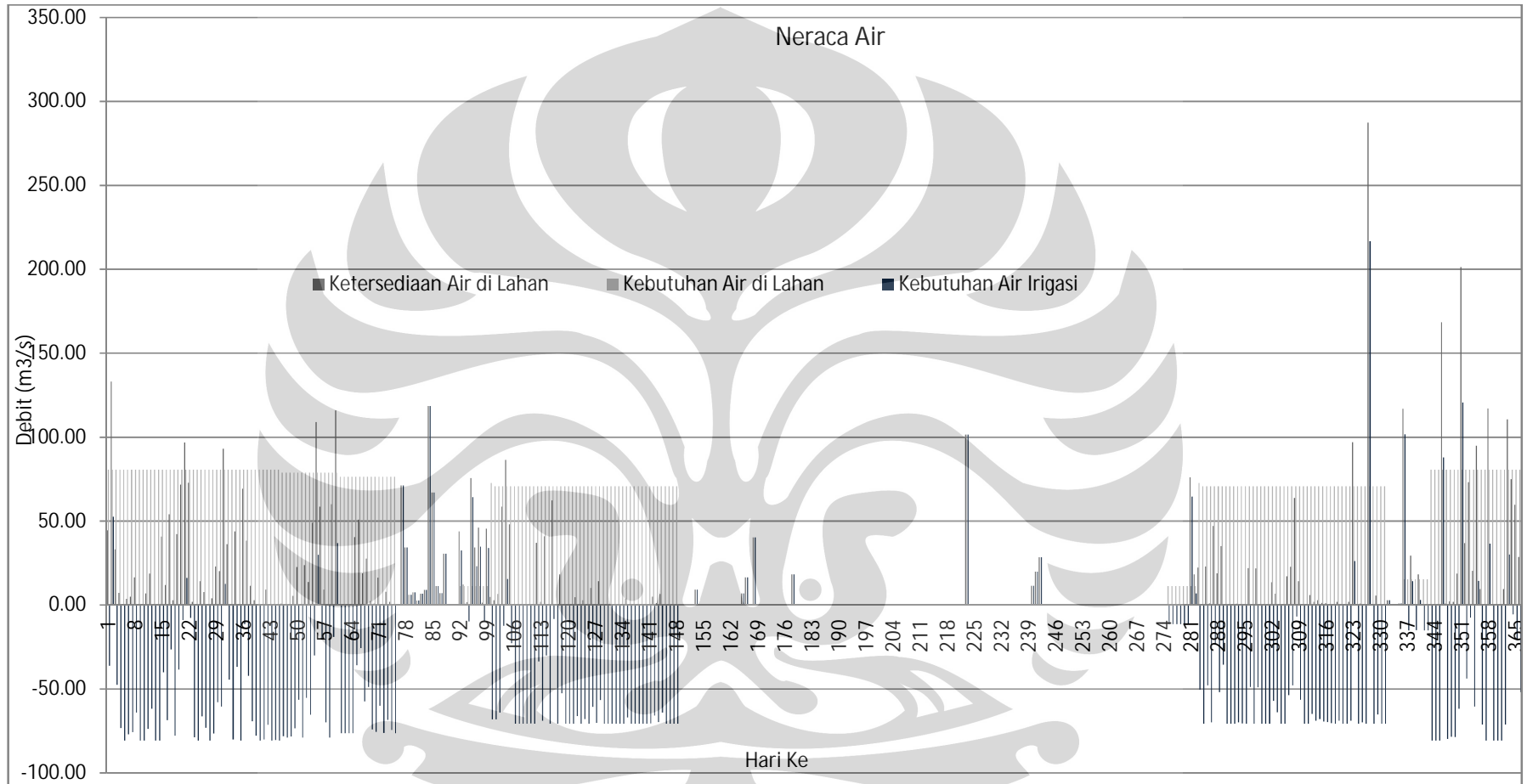
3.4.1 Skenario Pertama (Penanaman Secara Serentak)

Pada skenario pertama asumsi yang dipakai adalah bahwa ketersediaan air total dianggap besar sehingga mampu memasok semua kebutuhan air. Oleh karena itu, awal penanaman dilakukan secara serentak pada tanggal 1 Oktober untuk bawang merah, tanggal 1 Desember untuk tanaman padi, dan 1 April untuk bawang merah seperti pada gambar 3.8.

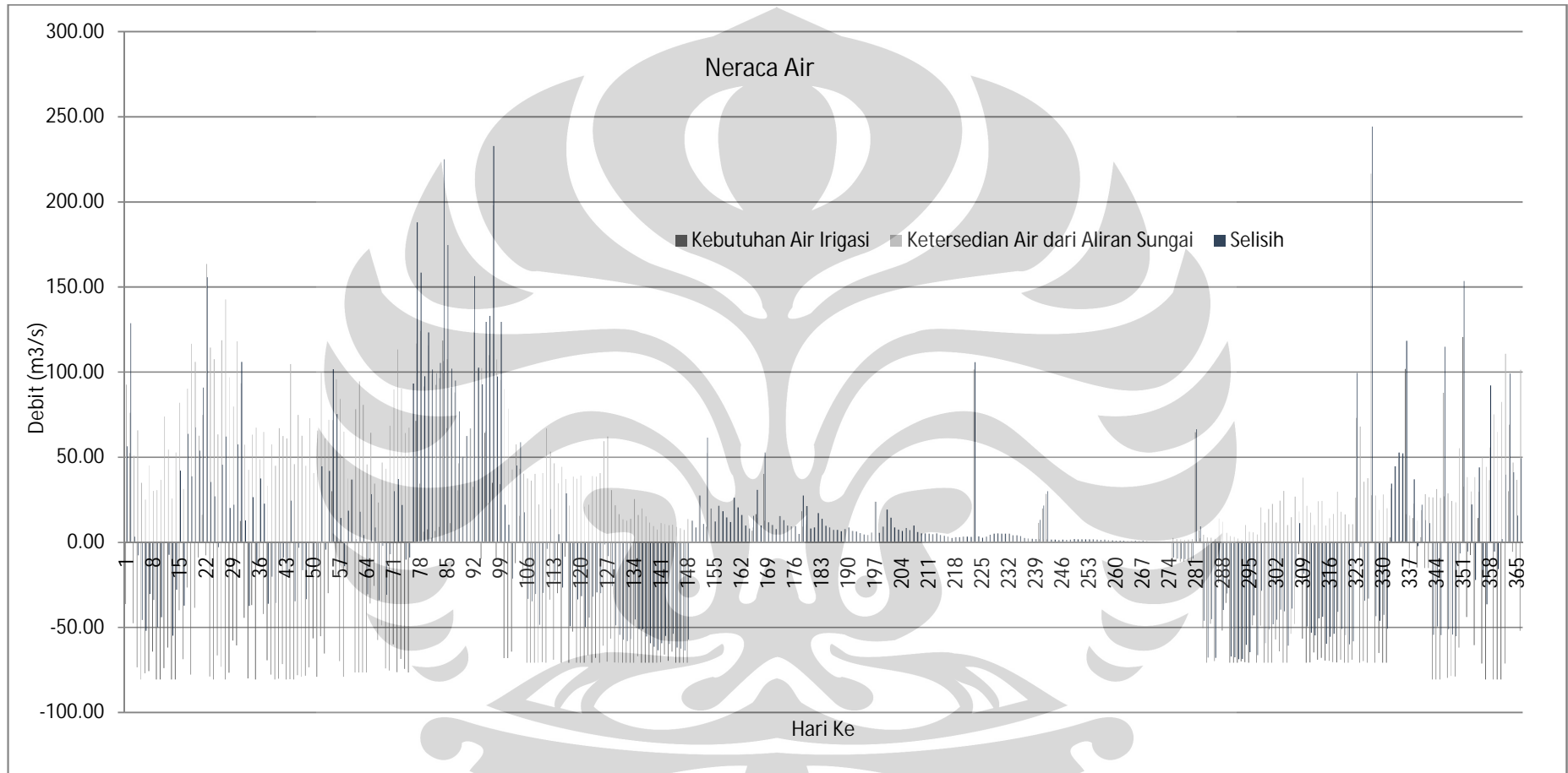


Gambar 3.8. Pembagian Jadwal Penanaman Daerah pada Skenario 1.

Setelah ditetapkan jadwal penanaman di lahan tersebut kemudian di buat sebuah neraca air untuk membandingkan ketersediaan air dari curah hujan dengan kebutuhan air total seperti pada gambar 3.9. Jika terjadi kekurangan air maka akan di pasok dari debit aliran sungai dan dibuat sebuah neraca air lagi seperti pada gambar 3.10. Jika setelah dipasok dengan dengan debit aliran sungai belum mencukupi kebutuhan air total maka dilakukan skenario 2.



Gambar 3.9 Neraca Air di Lahan Penanaman Secara Serentak

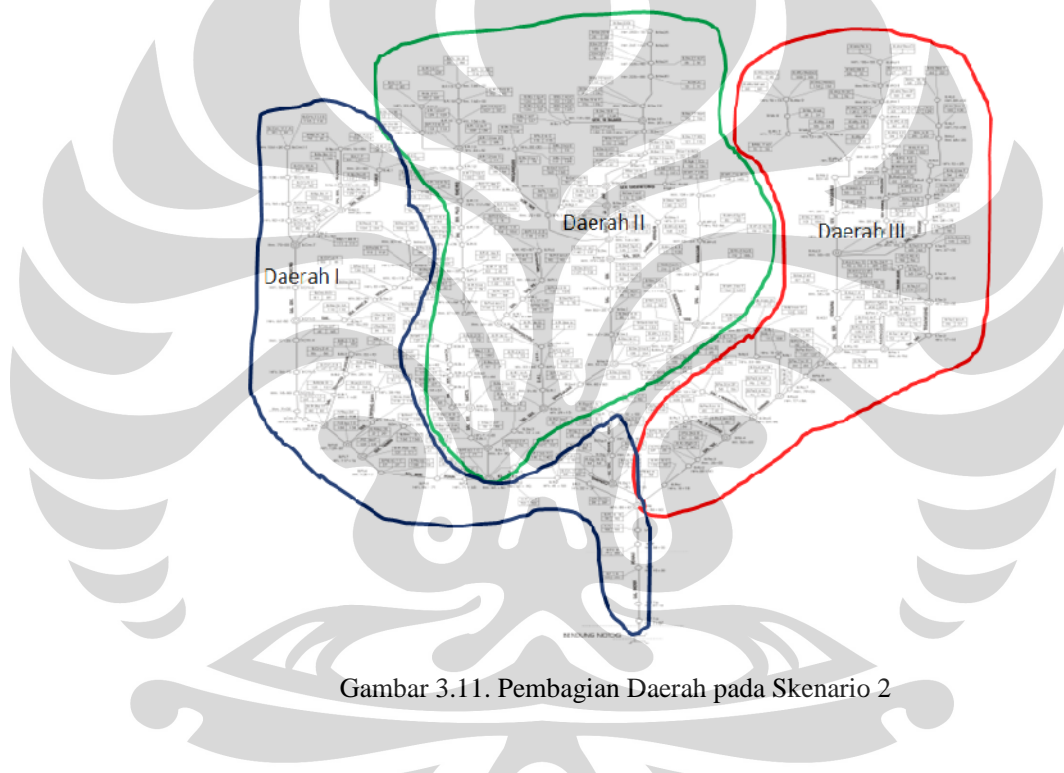


Gambar 3.10 Neraca Air di Bendung Penanaman Secara Serentak

Berdasarkan gambar 3.9 selisih antara ketersediaan dan kebutuhan air banyak yang menunjukkan negatif. Hal ini menunjukkan bahwa ketersediaan air dari debit aliran sungai tidak dapat memasok kebutuhan air irigasi sehingga membutuhkan rotasi pemberian air agar semua kebutuhan air di lahan pertanian dapat terpenuhi.

3.4.2 Skenario Kedua (Rotasi Pemberian Air)

Pada skenario ini lahan pertanian yang ada di D.I Pemali bawah dibagi menjadi 3 daerah yang lebih kecil agar ketersediaan dapat memenuhi kebutuhan air irigasi seperti pada gambar 3.3.



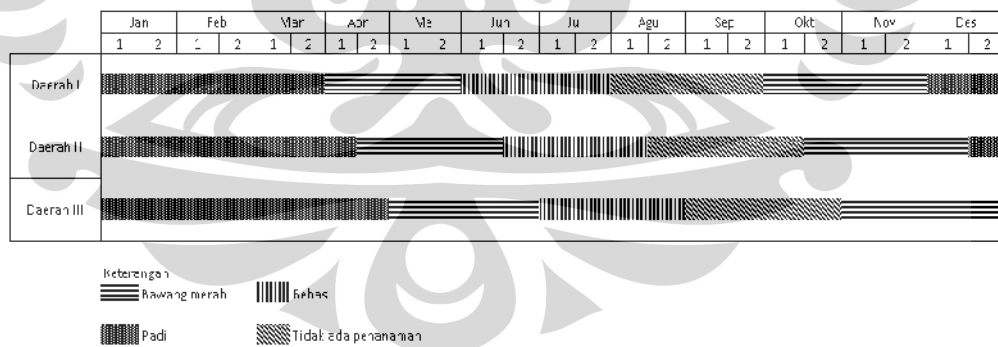
Gambar 3.11. Pembagian Daerah pada Skenario 2

- Daerah I seluas 8.134 Ha dengan petak tersier yang sumber airnya dipasok dari Saluran Induk Pemali, S.S. Gegerkunci, S.S. Cenang, S.S. Pemali Kiri, S.S. Bulakelor, S.S. Luwunggedhe, S.S. Ramin, S.S. Rancawaluh, S.S. Kedungbokor, S.S. Blewah, S.S. Cimohong, S.S. Bulakparen, S.S. Kluwut, dan S.S. Grinting.
- Daerah II seluas 12.517 Ha petak tersier yang sumber airnya dipasok dari S.S. Sawojajar, S.S. Sikancil, S.S. Pakijangan, S.S. Dukuhringin, S.S.

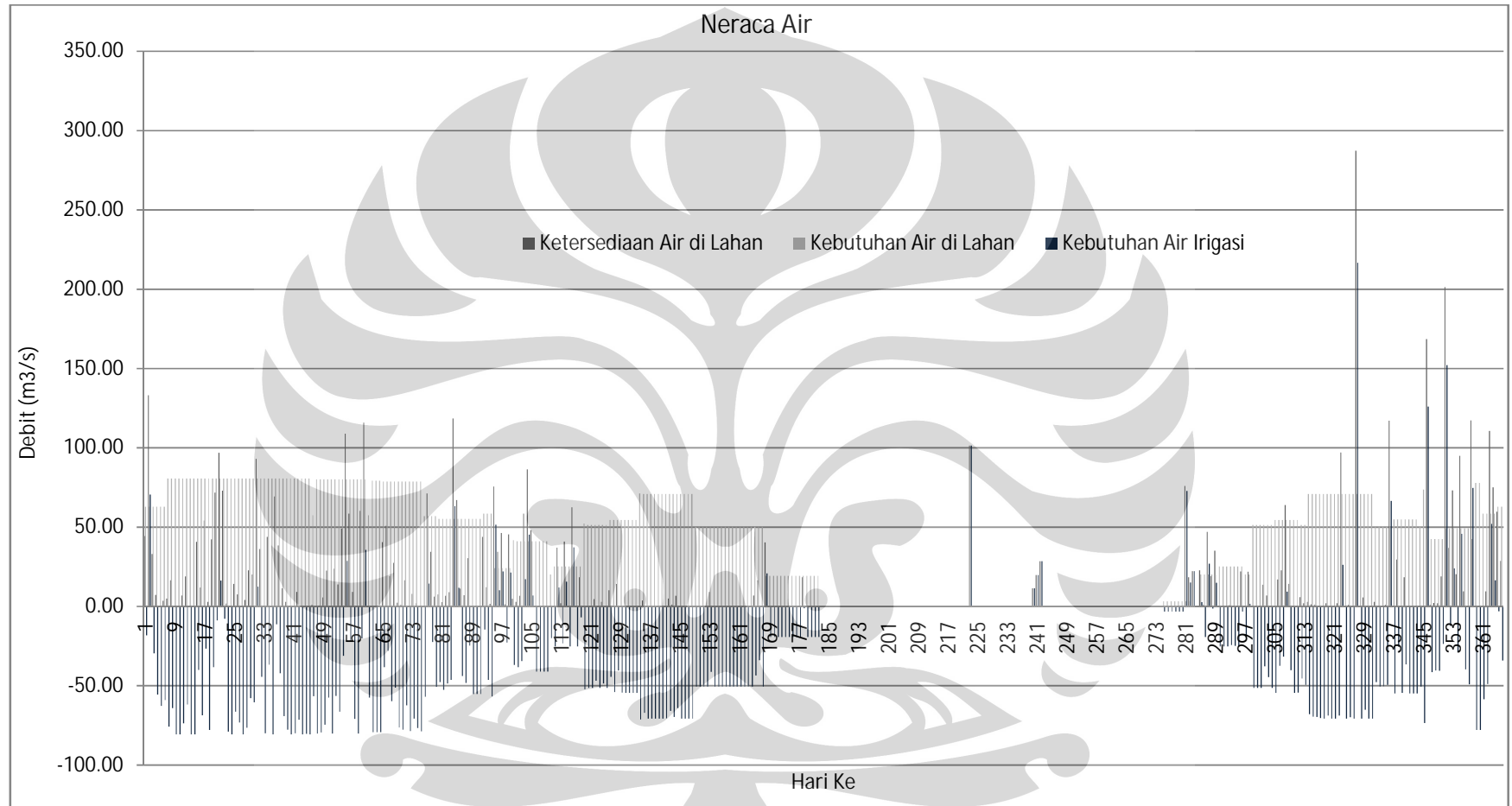
Bangsri, S.S. Sigentong, S.S. Sibajag, S.S. Wanasari, S.S. Tegalgandu, S.S. Pulogading, dan S.S. Petunjungan.

- Daerah III seluas 7.790 Ha dengan petak tersier yang sumber airnya dipasok dari S.S. Pemali Kanan, S.S. Payung, S.S. Wanatawang, S.S. Tegalwulung, S.S. Pamengger, S.S. Tembelang, S.S. Kendawa, S.S. Krasak, S.S. Wangandalem, S.S. Wanganbui, dan S.S. Bojong.

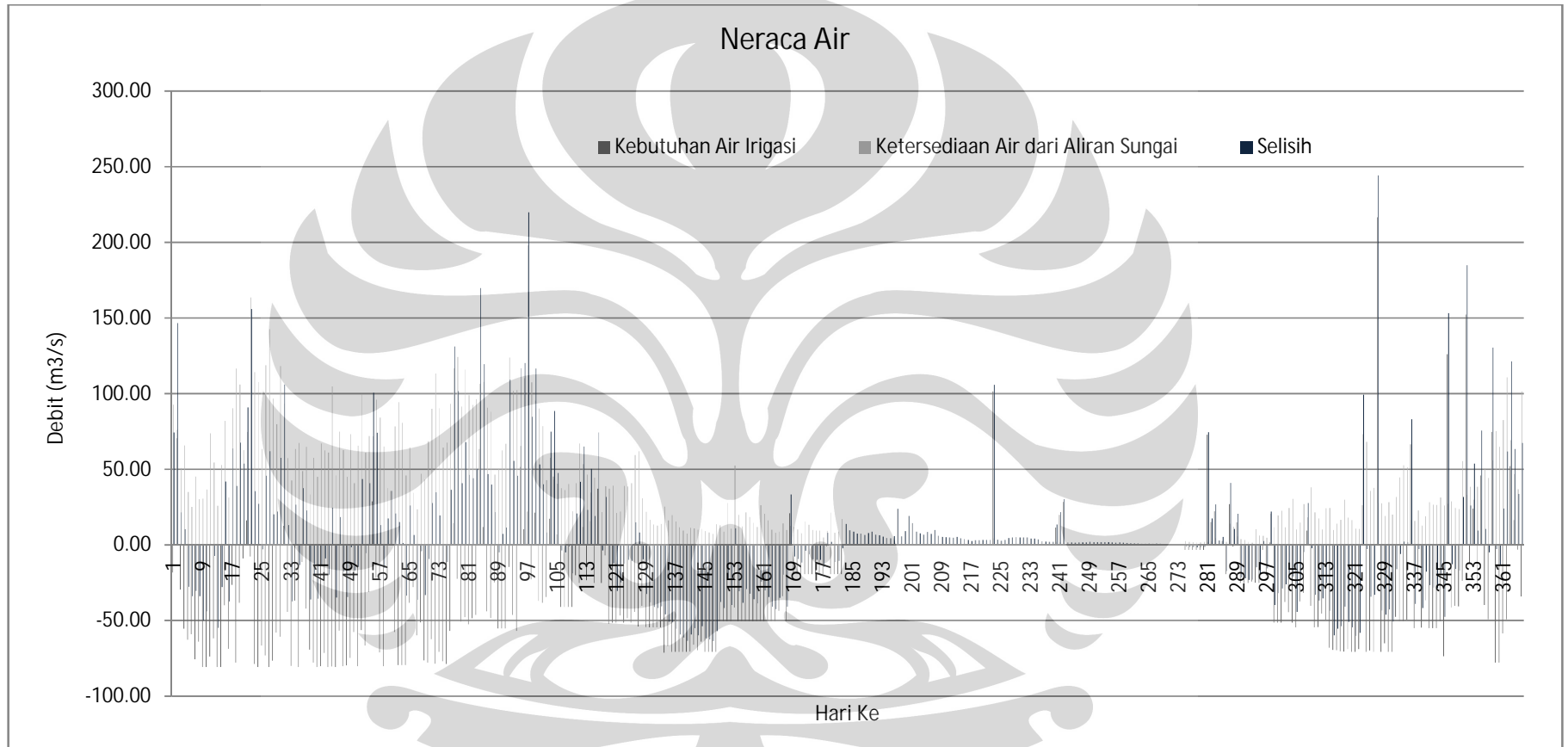
Dari ketiga daerah itu akan diberikan secara bergilir dimana urutannya dari daerah I, daerah II dan daerah III. Daerah I akan memulai mempersiapkan lahan pertanian pada tanggal 1 Oktober untuk bawang merah, 1 Desember untuk padi, dan 1 april untuk bawang merah. Kemudian 15 hari kemudian disusul daerah II memulai persiapan lahan dari masing-masing musim tanam demikian juga untuk daerah III akan dimulai 15 hari setelah daerah II memulai persiapan lahan. Jeda waktu 15 hari tersebut dibuat karena pada saat inilah kebutuhan air yang paling besar. Setelah ditetapkan jadwal penanaman di lahan tersebut kemudian langkah selanjutnya sama seperti pada skenario 1. Jika setelah dipasok dengan debit aliran sungai belum mencukupi kebutuhan air total maka dilakukan skenario 3.



Gambar 3.12. Pembagian Jadwal Penanaman Skenario 2



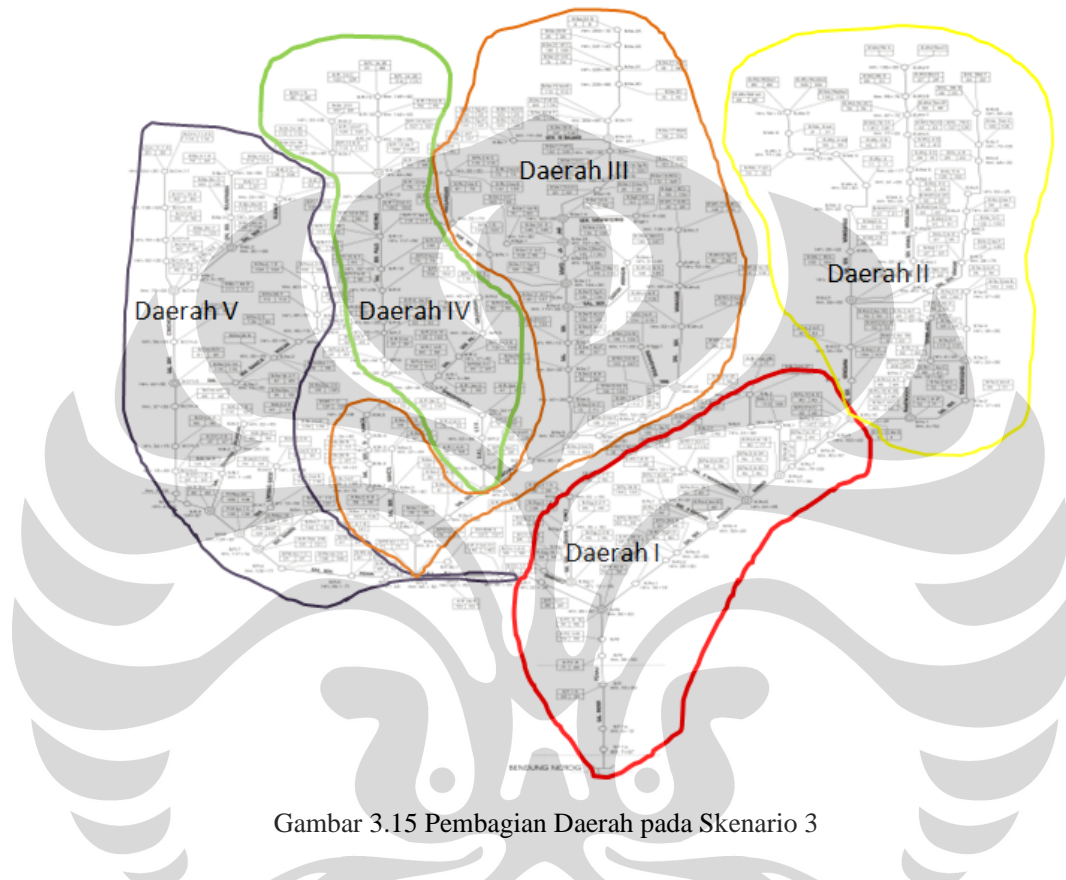
Gambar 3.13 Neraca Air di Lahan pada skenario 2



Gambar 3.14 Neraca Air di Bendung pada skenario 2

3.4.3 Skenario Ketiga (Rotasi Pemberian Air)

Pada skenario ini lahan pertanian yang ada di D.I Pemali bawah dibagi menjadi 5 daerah yang lebih kecil agar ketersediaan dapat memenuhi kebutuhan air irigasi seperti pada gambar 3.3.

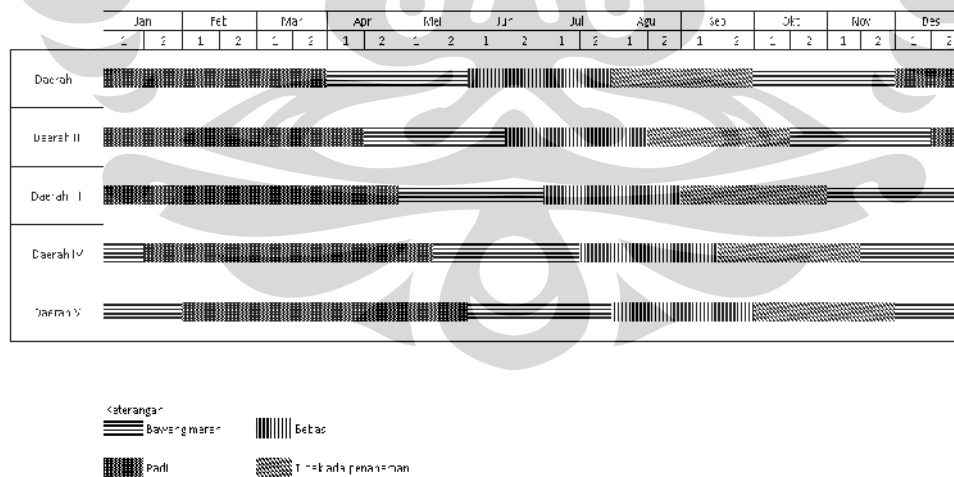


Gambar 3.15 Pembagian Daerah pada Skenario 3

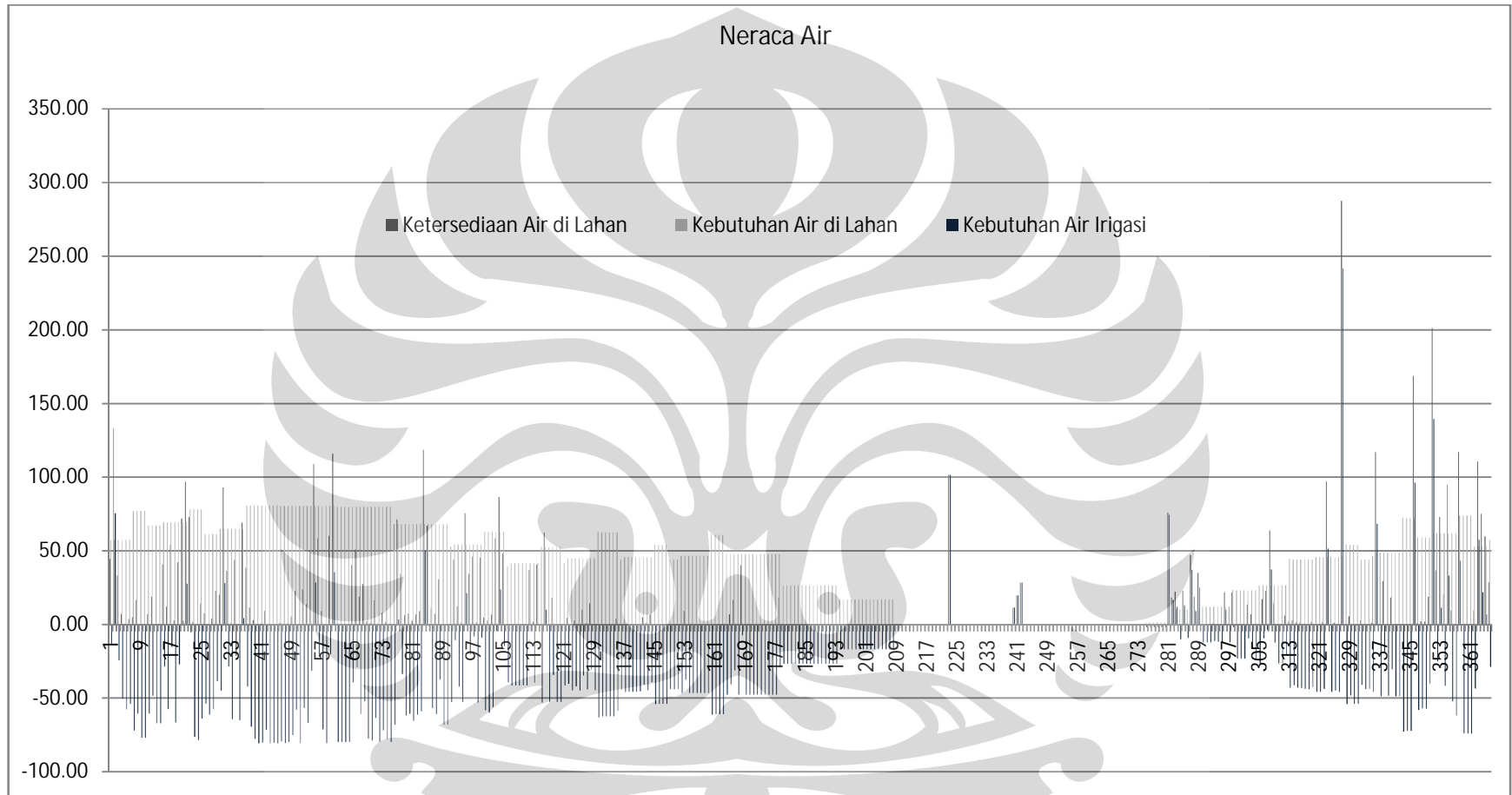
- Daerah I seluas 4.000 Ha dengan petak tersier yang sumber airnya dipasok dari saluran Induk Pemali, S.S. Pemali Kanan, S.S. Payung, S.S. Bojong, S.S. Gegerkunci, S.S. Cenang dan S.S. Wanatawang,
- Daerah II seluas 5.297 Ha petak tersier yang sumber airnya dipasok dari S.S. Tegalwulung, S.S. Pamengger, S.S. Tembelang, S.S. Kendawa, S.S. Krasak, S.S. Wangandalem, dan S.S. Wanganbui,
- Daerah III seluas 8.437 Ha petak tersier yang sumber airnya dipasok dari S.S. Sawojajar, S.S. Sikancil, S.S. Pakijangan, S.S. Dukuhringin, S.S. Bangsri, S.S. Sigentong, S.S. Sibajag, S.S. Wanasari, dan S.S. Tegalgandu.

- Daerah IV seluas 3.900 Ha petak tersier yang sumber airnya dipasok dari S.S. Pulogading, dan S.S. Petunjungan.
- Daerah V seluas 6.807 Ha dengan petak tersier yang sumber airnya dipasok dari S.S. Pemali Kiri, S.S. Bulakelor, S.S. Luwunggedhe, S.S. Ramin, S.S. Rancawaluh, S.S. Kedungbokor, S.S. Blewah, S.S. Cimohong, S.S. Bulakparen, S.S. Kluwut, dan S.S. Grinting.

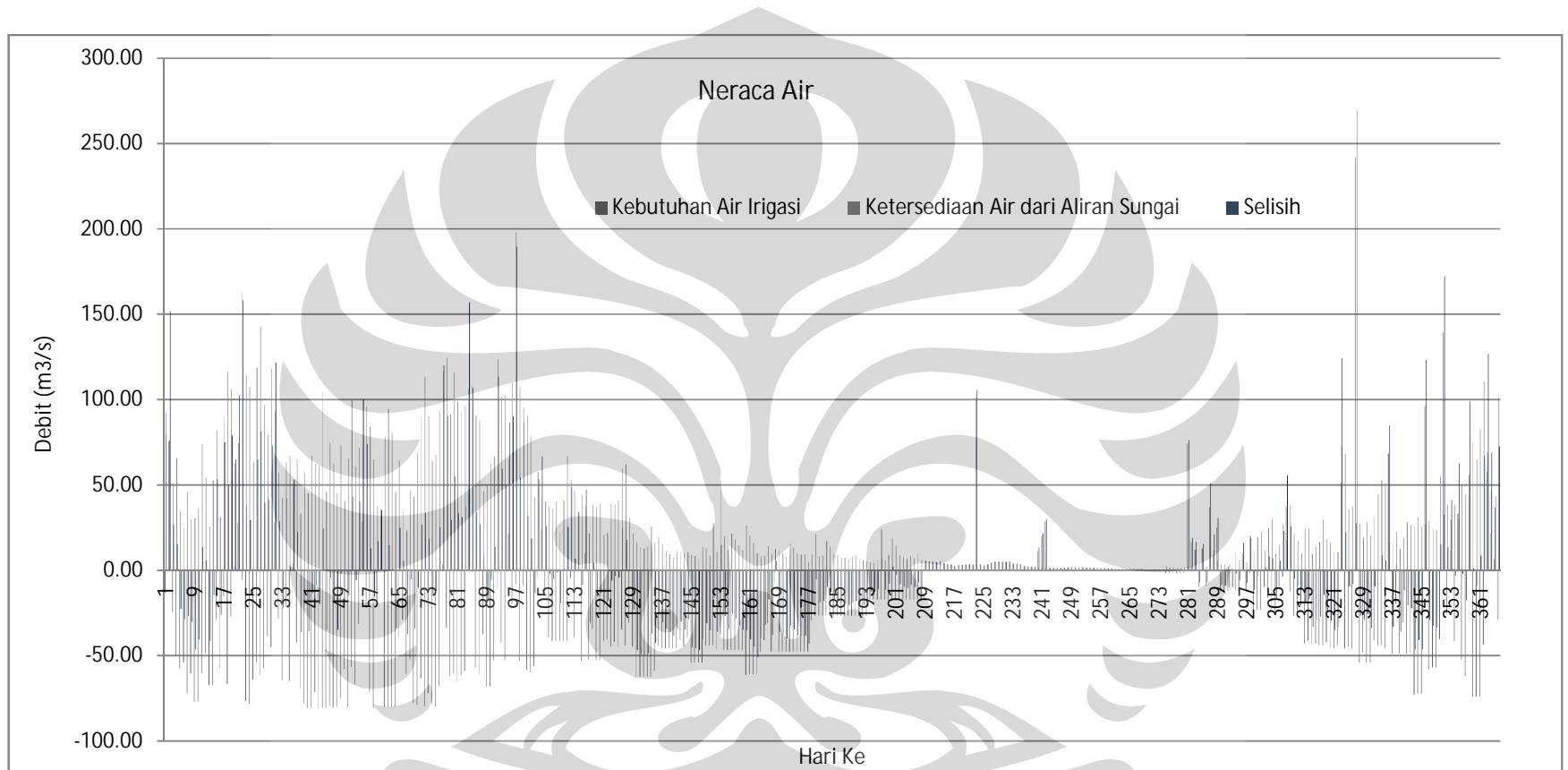
Dari kelima daerah itu akan diberikan secara bergilir dimana urutannya dari daerah I, daerah II, daerah III, daerah IV, dan daerah V. Daerah I akan memulai mempersiapkan lahan pertanian pada tanggal 1 Oktober untuk bawang merah, 1 Desember untuk padi, dan 1 april untuk bawang merah. Kemudian 15 hari kemudian disusul daerah II memulai persiapan lahan dari masing-masing musim tanam demikian juga untuk daerah III daerah IV dan daerah V. Setelah ditetapkan jadwal penanaman di lahan tersebut kemudian langkah selanjutnya sama seperti pada skenario 1. Jika setelah dipasok dengan debit aliran sungai belum mencukupi kebutuhan air total maka dilakukan skenario yang lebih kompleks dengan memperhatikan beberapa faktor eksternal seperti tingkat kerajinan petani, tingkat kesuburan tanah, jarak lahan terhadap sumber air dan lain-lain.



Gambar 3.16. Pembagian Jadwal Penanam Skenario 3



Gambar 3.17 Neraca Air di Lahan pada skenario 3



Gambar 3.18 Neraca Air di Bendung pada Skenario 3

Berdasarkan gambar 3.10, gambar 3.14 dan gambar 3.18 masih terdapat kekurangan air yang dipasok dalam lahan pertanian. Akan tetapi jika kekurangan air yang dipasok semakin menurun. Hal ini menunjukkan bahwa rotasi pemberian air efektif. Sehingga semakin kompleks rotasi pemberian air maka kekurangan air dapat diatasi.

3.5 ANALISA DIMENSI SALURAN

Setelah diketahui debit air yang akan dipasok ke lahan pertanian maka saluran suplesi dapat didesain ulang sesuai dengan kebutuhan air total pada lahan pertanian bawang merah dan padi. Desain ulang ini dapat digunakan sebagai acuan untuk memperbaiki saluran suplesi tersebut. Dimensi saluran sangat bergantung pada debit air yang akan ditampung dalam saluran itu sendiri akibat kebutuhan air pada petak tersier. Sedangkan dalam saluran suplesi banyak terjadi percabangan saluran sehingga untuk mengoptimalkan dimensi saluran dibuat perhitungan setiap percabangan tersebut. Percabangan saluran suplesi dapat dilihat pada gambar 3.2. Perhitungan dimensi saluran menggunakan rumus *Manning*. Rumus ini membutuhkan desain rencana bentuk saluran, kemiringan saluran, dan bahan saluran untuk mengetahui koefisien kekasarannya serta kecepatan maksimum yang diizinkan dalam saluran tersebut seperti pada tabel 2.15.

Seperti yang dijelaskan sebelumnya bahwa dalam mencari dimensi saluran membutuhkan beberapa parameter maka sebelum perhitungan, dicari terlebih dahulu parameter tersebut. Dimana parameter merupakan spesifikasi desain saluran suplesi untuk semua saluran suplesi.

- Bentuk saluran eksisting yang dipakai dalam saluran irigasi menggunakan saluran dengan bentuk trapesium gradien 1 : 1 sehingga untuk acuan perbaikan digunakan bentuk yang sama.
- Berdasarkan data sekunder dari Dinas Pertanian tentang jenis tanah maka dapat disimpulkan bahwa tanah yang dipakai untuk saluran suplesi dan lahan pertanian adalah tanah aluvial. Sehingga dapat disimpulkan bahwa bahan yang terkandung dalam aliran suplesi adalah lumpur dari aluvial.

- Berdasarkan pengamatan langsung dan data kecepatan dari Dinas Pengairan kecepatan rata-rata yang ada di saluran eksisting adalah 0,5 m/s. sehingga kecepatan yang digunakan sebagai spesifikasi dalam desain saluran adalah 0,5 m/s.
- Beda elevasi saluran digunakan untuk mencari kemiringan saluran dan data ini dapat dilihat dari perbedaan kontur antara saluran di hilir dan di hulu. Akan tetapi dalam spesifikasi desain saluran ini beda kontur didapatkan dari *google earth* sehingga desain ini kurang presisi (akurat).
- Panjang saluran suplesi berbeda-beda setiap desain irigasi hal ini diakibatkan debit yang ditampung dalam saluran berbeda sehingga untuk perhitungan saluran dibagi setiap ada pengurangan debit dalam saluran untuk meminimalisasi dimensi saluran. Sebagai contoh Saluran Induk Pemali, saluran tersebut dibagi menjadi 3 bagian karena pada saluran tersebut ada 3 petak tersier. Sehingga untuk perhitungan dimensi saluran dapat diambil pada perhitungan dimensi Saluran Induk Pemali bagian pertama untuk desain ulang dimensi pada lahan pertanian bawang merah yaitu 1500 m dari Bendung Notog. Pada saluran tersebut akan mengalirkan debit akibat petak tersier dan akan menampung debit untuk diteruskan ke saluran berikutnya sebesar sebesar 90,775 m³/s. Besar debit ini hanya dipasok dari debit aliran sungai karena diasumsikan tidak terjadi hujan. Sehingga dengan memakai persamaan 2.19, 2.20 dan 2.21 maka didapatkan jari-jari hidrolis untuk saluran tersebut.

$$R = \left(\frac{Vn}{S^{1/2}} \right)^{3/2} \quad (3.1)$$

dimana,

$$R = \frac{A}{P} \quad (3.2)$$

dan luas trapesium dengan gradien 1 : 1

$$A = (b + y)y \quad (3.3)$$

$$P = b + 2 \sqrt{2}y \quad (3.4)$$

Sehingga dari persamaan 3.3 dan 3.4 dapat diselesaikan secara langsung dengan cara *substitution*, diperoleh :

$$(1 - 2\sqrt{2})y^2 + Py - A = 0. \quad (3.5)$$

Dengan menggunakan rumus akar-akar persamaan pada 3.5 maka didapatkan persamaan :

$$y_{1,2} = \frac{-P \pm \sqrt{P^2 + 4(1-2\sqrt{2})A}}{2 \times (1-2\sqrt{2})} \quad (3.6)$$

$$y_{1,2} = \frac{-P \pm \sqrt{P^2 - 7,31 A}}{-3,66} \quad (3.7)$$

Sehingga didapatkan :

- tinggi saluran (y) = 6,9 m ,dan
- lebar saluran bawah (b) = 12,5 m.

Dengan cara yang sama, hasil perhitungan saluran suplesi untuk lahan pertanian bawang merah dan lahan pertanian padi dapat dilihat pada lampiran 5. Hasil perhitungan dimensi saluran suplesi ini dapat dijadikan sebagai acuan perbaikan dimensi saluran atau perubahan dimensi dari kondisi eksisting. Akan tetapi pemakaian dimensi ini harus dilihat kelayakan dan optimasinya terlebih dahulu karena di D.I Pemali Bawah masih menanam tanaman padi dan tanaman bawang merah dalam pola tanamnya. Sedangkan berdasarkan lampiran 6 perhitungan dimensi saluran ini dapat diterapkan karena lebar saluran hasil perhitungan mendekati lebar eksisting. Sehingga dalam penerapannya tidak perlu terjadi pembebasan lahan untuk dijadikan sebagai saluran.

BAB 4

KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 KESIMPULAN

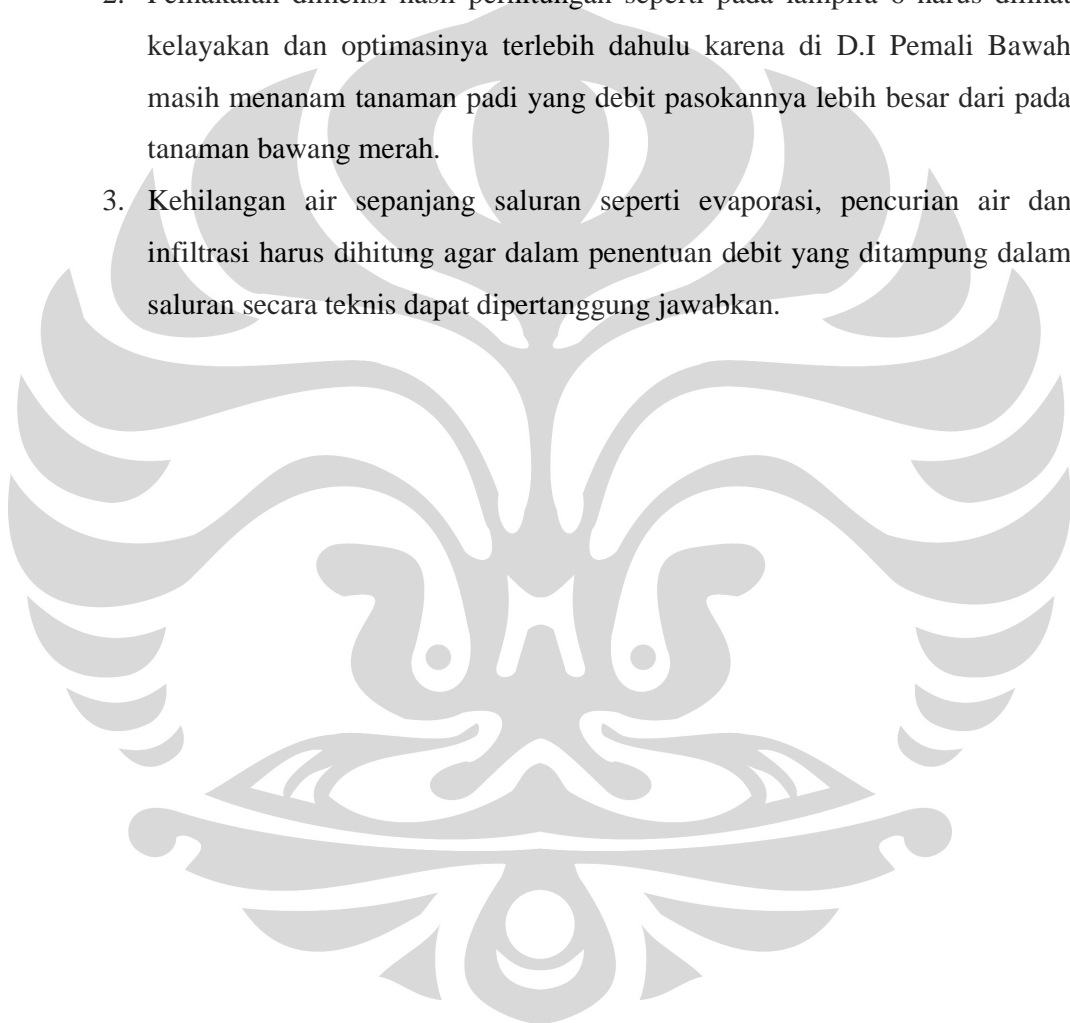
Berdasarkan analisa sistem irigasi pada D.I Pemali Bawah Kabupaten Brebes maka dapat diambil beberapa kesimpulan.

1. Besar debit andalan sangat fluktuatif dengan rata-rata $33,522 \text{ m}^3/\text{s}$ setiap hari dalam setahun. Sehingga pada saat turun hujan debit aliran sungai akan besar dan saat tidak ada hujan debit aliran menurun drastis.
2. Besar kebutuhan air irigasi pada padi dan bawang merah berbeda. Hal ini karena perbedaan pada kebutuhan air tanaman dan volume yang harus ditahan padalahan pertanian. Kebutuhan air irigasi pada padi umur 1 – 8 hari adalah $121,8 \text{ m}^3/\text{s}$, umur 9 sampai 75 hari adalah $80,649 \text{ m}^3/\text{s}$, umur 76 sampai 90 hari adalah $79,003 \text{ m}^3/\text{s}$, umur 91 sampai 105 hari adalah $76,37 \text{ m}^3/\text{s}$, dan umur 106 sampai 120 hari adalah $0 \text{ m}^3/\text{s}$. Sedangkan Kebutuhan air irigasi pada bawang merah umur 1 – 8 hari adalah $90,78 \text{ m}^3/\text{s}$, umur 9 hari adalah $72,75 \text{ m}^3/\text{s}$, umur 10 sampai 57 hari adalah $70,77 \text{ m}^3/\text{s}$, dan umur 58 hari adalah $0 \text{ m}^3/\text{s}$.
3. Kekurangan/defisit pasokan kebutuhan air irigasi dengan penanaman serentak lebih besar daripada defisit pasokan kebutuhan air irigasi dengan penanaman berkala. Hal ini menunjukkan bahwa rotasi pemberian air efektif. Sehingga semakin kompleks rotasi pemberian air maka kekurangan air dapat diatasi.
4. Perhitungan dimensi saluran ini dapat diterapkan karena lebar saluran hasil perhitungan mendekati lebar eksisting. Sehingga dalam penerapannya tidak perlu terjadi pembebasan lahan untuk dijadikan sebagai saluran.

4.2 SARAN

Saran atau rekomendasi dari penelitian ini untuk dijadikan sebagai dasar penelitian selanjutnya ada beberapa macam.

1. Pembuatan rotasi pemberian air harus diperhatikan beberapa faktor seperti tingkat kerajinan petani, jarak lahan terhadap saluran, kesuburan tanah, kesepakatan antar pemakai air dan lainnya.
2. Pemakaian dimensi hasil perhitungan seperti pada lampira 6 harus dilihat kelayakan dan optimasinya terlebih dahulu karena di D.I Pemali Bawah masih menanam tanaman padi yang debit pasokannya lebih besar dari pada tanaman bawang merah.
3. Kehilangan air sepanjang saluran seperti evaporasi, pencurian air dan infiltrasi harus dihitung agar dalam penentuan debit yang ditampung dalam saluran secara teknis dapat dipertanggung jawabkan.



DAFTAR PUSTAKA

- C.D. Soemarto. (1999). *Hidrologi Teknik*. Jakarta: Erlangga.
- Ven Te Chow, David R. Maidment, Larry W. Mays. (1988). *Applied Hydrology*. New York, USA: McGraw-Hill Book College.
- Chow, Ven Te. (1959). *Open Channel Hydraulics*. New York, USA: McGraw-Hill Book College.
- Dahigaonkar, J.G. (1985). *Irrigation Engineering second edition*. India. Wheeler Publication inc.
- Departemen Pekerjaan Umum. Direktorat Jenderal Pengairan. (1986). *Standar Perencanaan Irigasi*. Indonesia: CV Manggala.
- Dr. PP Sehgal. (1977). *Design of Irrigation Structure*. New Delhi, India: Khanna Publisher.
- DR. Ir. Suyono Sosrodarsono, *Hidrologi Untuk Pengairan*. Jakarta : PT. Pradnya Paramita, 1983)
- Karg, Santosh Kumar. (1976). *Irrigation Engineering and Hydraulics Structures*. India: PBH Press 788 Nai Basti
- Singh, Bharat. (1975). *Fundamentals of Irrigation Engineering*. India: New Chand and Bross; Rooke.
- RL Gupta, SC Gupta, RS Varshney. (1977). *Theory and Design of Irrigation Structure*. India. NC Jain.
- Potter, Merle C, David C Wiggert. (1997). *Mechanich of Fluids second edition*. London, UK. Prentice Hall inc.
- Universitas Indonesia. (2008). *Pedoma Teknis Penulisan Tugas Akhir Mahasiswa Universitas Indonesia*. Universitas Indoensia.
- ”Referensi Laporan Akhir Penyusunan Rencana Penataan dan Pengembangan Jaringan Irigasi di Kabupaten Brebes Tahap II”, CV Mahotama
- ” Refensi Jaringan Irigasi dan Bamgunan Irigasi” Dinas Petanian Kabupaten Brebes.
- ” Referensi Debit Aliran Sungai Pemali”, Dinas Pengairan Kabupaten Brebes.

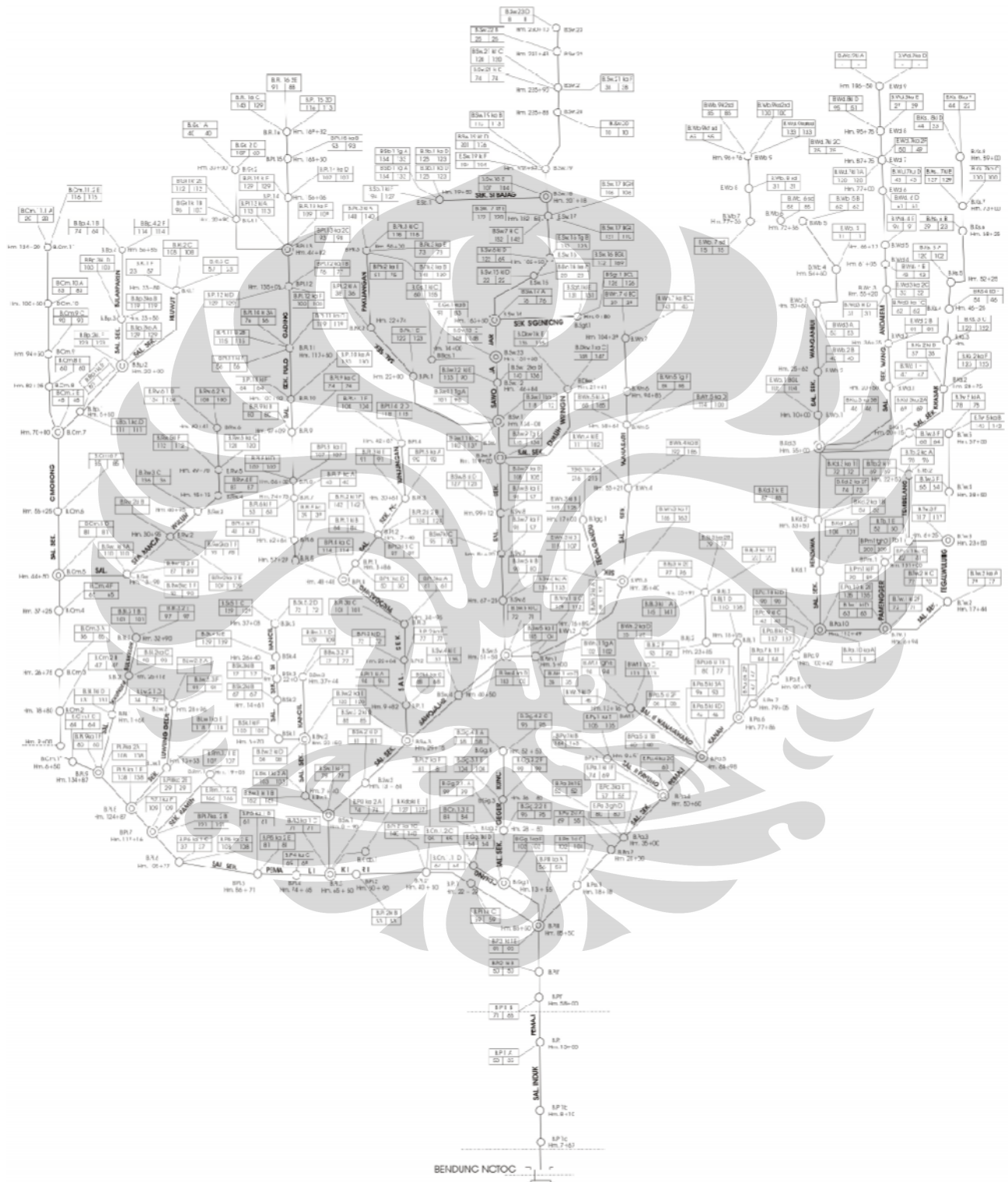
” Referensi parameter perhitungan kebutuhan air tanaman”, Badan Meteorologi
Klimatologi dan Geofisika, Tegal.

” Referensi *Penmant-Monteith Method*”, *Food and Agricultural Organization*.

”*National Irrigation Guide, United State Departement of Agriculture*”



Lampiran 1 Skema Jaringan Irigasi



Lampiran 2 Perhitungan Debit Andalan

1. Probabilitas Keandalan Debit Aliran Sungai

Tahun	Debit Aliran Sungai (m ³ /s)														
	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember	rata-rata	M	P
2000	2494.5	3394.4	2567.9	1086.5	778.7	566.8	215.5	148.1	93.2	681.7	1432.7	1698.4	1263.2	2	18.2%
2001	2128.4	2057.1	2500.6	1780.5	885.5	1922.1	476.6	155.3	211.1	1034.9	2831.3	1435.0	1451.5	1	9.1%
2002	2615.1	1570.7	2298.5	1937.2	756.8	333.6	235.2	66.6	30.9	70.9	1046.6	1476.4	1036.5	8	81.8%
2003	1627.4	3034.6	2535.8	1280.8	890.3	280.8	92.7	73.5	106.0	0.0	796.3	1748.9	1038.9	7	63.6%
2004	2233.4	1747.5	3396.3	1643.5	931.5	337.0	531.5	115.9	51.1	187.3	903.1	2515.0	1216.1	3	27.3%
2005	2314.4	1969.6	0.0	0.0	662.7	475.9	450.6	214.4	29.5	500.1	636.2	1871.4	760.4	10	90.9%
2006	3683.0	3041.6	2022.9	2439.2	965.7	308.2	211.5	68.0	19.8	28.1	464.3	1296.7	1212.4	4	36.4%
2007	1024.6	2701.0	2208.5	2857.1	1477.4	842.1	279.3	123.6	48.5	130.8	705.4	2140.0	1211.5	5	45.5%
2008	1264.4	2075.9	2607.3	2609.2	640.4	205.7	139.2	94.3	50.6	756.3	1984.8	1475.7	1158.6	6	54.5%
2009	3119.4	0.0	2607.3	1810.6	640.4	1015.8	240.3	100.6	23.4	248.8	1194.6	961.4	996.9	9	72.7%

Keterangan :

M = Peringkat

P = Probabilitas

Lampiran 2 Perhitungan Debit Andalan
2. Nilai Keandalan Debit Aliran Sungai

Debit Andalan Hari ke 1 - 15

TAHUN	Hari Ke-														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
2002	50.52	68.59	45.56	69.25	34.98	25.17	30.73	17.68	30.67	30.95	225.17	54.49	24.43	38.39	54.90
2005	92.63	76.17	54.71	65.75	128.50	119.58	62.82	66.73	27.14	36.60	29.33	27.64	25.81	52.80	85.19
2009	152.40	94.08	50.91	30.41	18.94	17.28	45.24	30.22	92.99	81.30	73.87	98.90	170.90	151.41	81.96
Q _{rata-rata} (m ³ /s)	98.52	79.61	50.39	55.14	60.81	54.01	46.26	38.21	50.27	49.62	109.46	60.34	73.71	80.87	74.02
Q _{tengah} (m ³ /s)	50.52	68.59	45.56	30.41	18.94	17.28	30.73	17.68	27.14	30.95	29.33	27.64	24.43	38.39	54.90
Q _{andalan} (m ³ /s)	92.63	76.17	50.91	65.75	34.98	25.17	45.24	30.22	30.67	36.60	73.87	54.49	25.81	52.80	81.96

Debit Andalan Hari ke 16 – 31

TAHUN	Hari Ke															
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
2002	31.35	52.25	116.61	106.03	137.55	142.54	179.41	157.38	107.65	140.83	186.99	146.78	112.09	72.90	66.52	56.78
2005	30.95	117.98	50.70	52.10	20.31	69.38	163.53	114.29	133.46	47.32	42.51	142.68	86.30	79.86	118.12	93.50
2009	44.48	90.27	159.25	116.48	62.69	74.71	47.74	37.54	45.53	63.42	118.74	94.33	96.79	217.28	415.73	243.67
Q _{rata-rata} (m ³ /s)	35.59	86.83	108.85	91.54	73.52	95.54	130.22	103.07	95.55	83.86	116.08	127.93	98.39	123.35	200.13	131.32
Q _{tengah} (m ³ /s)	30.95	52.25	50.70	52.10	20.31	69.38	47.74	37.54	45.53	47.32	42.51	94.33	86.30	72.90	66.52	56.78
Q _{andalan} (m ³ /s)	31.35	90.27	116.61	106.03	62.69	74.71	163.53	114.29	107.65	63.42	118.74	142.68	96.79	79.86	118.12	93.50

Universitas Indonesia

Lampiran 2 Perhitungan Debit Andalan

Debit Andalan Hari ke 32 - 46

TAHUN	Hari Ke														
	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46
2002	67.09	51.32	107.16	87.27	53.73	69.41	24.30	66.84	46.01	55.92	46.59	38.24	43.21	18.21	41.16
2005	47.50	33.91	19.40	47.38	43.93	60.37	42.03	48.21	44.10	78.03	78.31	83.75	166.42	73.52	108.65
2009	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q _{rata-rata} (m ³ /s)	57.29	42.62	63.28	67.33	48.83	64.89	33.16	57.52	45.06	66.97	62.45	61.00	104.81	45.86	74.90
Q _{tengah} (m ³ /s)	47.50	33.91	19.40	47.38	43.93	60.37	24.30	48.21	44.10	55.92	46.59	38.24	43.21	18.21	41.16
Q _{andalan} (m ³ /s)	57.29	42.62	63.28	67.33	48.83	64.89	33.16	57.52	45.06	66.97	62.45	61.00	104.81	45.86	74.90

Debit Andalan Hari ke 47 - 60

TAHUN	Hari Ke														
	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	
2002	62.08	58.23	93.75	35.88	44.72	19.18	20.30	24.20	74.49	141.54	83.71	74.08	22.07	0.00	
2005	63.16	31.88	52.32	45.53	86.57	180.45	101.71	119.58	69.15	50.24	84.55	56.02	52.89	0.00	
2009	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Q _{rata-rata} (m ³ /s)	62.62	45.05	73.04	40.71	65.64	99.81	61.00	71.89	71.82	95.89	84.13	65.05	37.48	0.00	
Q _{tengah} (m ³ /s)	62.08	31.88	52.32	35.88	44.72	19.18	20.30	24.20	69.15	50.24	83.71	56.02	22.07	0.00	
Q _{andalan} (m ³ /s)	62.62	45.05	73.04	40.71	65.64	99.81	61.00	71.89	71.82	95.89	84.13	65.05	37.48	0.00	

Lampiran 2 Perhitungan Debit Andalan

Debit Andalan Hari ke 61 – 75

TAHUN	Hari Ke														
	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75
2002	98.82	142.13	121.80	53.18	46.86	37.47	16.53	67.58	61.68	72.19	77.26	157.16	122.17	42.53	85.25
2005	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2009	57.61	46.72	39.57	38.44	81.80	31.37	30.36	26.08	24.70	64.79	102.57	69.53	58.52	85.83	49.66
$Q_{rata-rata}$ (m ³ /s)	78.22	94.42	80.68	45.81	64.33	34.42	23.45	46.83	43.19	68.49	89.91	113.35	90.35	64.18	67.46
Q_{tengah} (m ³ /s)	57.61	46.72	39.57	38.44	46.86	31.37	16.53	26.08	24.70	64.79	77.26	69.53	58.52	42.53	49.66
$Q_{andalan}$ (m ³ /s)	78.22	94.42	80.68	45.81	64.33	34.42	23.45	46.83	43.19	68.49	89.91	113.35	90.35	64.18	67.46

Debit Andalan Hari ke 76 – 91

TAHUN	Hari Ke															
	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91
2002	65.04	119.32	82.57	61.25	59.47	40.98	65.55	52.62	71.41	64.46	73.31	78.80	27.08	54.98	84.63	94.41
2005	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2009	121.62	114.10	165.66	121.68	172.02	156.71	119.46	140.18	141.44	150.86	108.15	97.33	65.69	45.42	40.21	39.20
$Q_{rata-rata}$ (m ³ /s)	93.33	116.71	124.12	91.47	115.74	98.85	92.50	96.40	106.42	107.66	90.73	88.06	46.38	50.20	62.42	66.81
Q_{tengah} (m ³ /s)	65.04	114.10	82.57	61.25	59.47	40.98	65.55	52.62	71.41	64.46	73.31	78.80	27.08	45.42	40.21	39.20
$Q_{andalan}$ (m ³ /s)	93.33	116.71	124.12	91.47	115.74	98.85	92.50	96.40	106.42	107.66	90.73	88.06	46.38	50.20	62.42	66.81

Lampiran 2 Perhitungan Debit Andalan

Debit Andalan Hari ke 92 – 106

TAHUN	Hari Ke														
	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106
2002	152.58	94.27	130.62	41.38	113.02	151.75	83.36	71.40	88.33	75.85	36.62	46.23	30.99	30.99	33.93
2005	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2009	95.05	109.35	74.28	89.37	107.02	244.12	131.52	119.24	91.77	81.00	48.88	68.83	55.37	49.95	41.08
Q _{rata-rata} (m ³ /s)	123.81	101.81	102.45	65.38	110.02	197.93	107.44	95.32	90.05	78.42	42.75	57.53	43.18	40.47	37.50
Q _{tengah} (m ³ /s)	95.05	94.27	74.28	41.38	107.02	151.75	83.36	71.40	88.33	75.85	36.62	46.23	30.99	30.99	33.93
Q _{andalan} (m ³ /s)	123.81	101.81	102.45	65.38	110.02	197.93	107.44	95.32	90.05	78.42	42.75	57.53	43.18	40.47	37.50

Debit Andalan Hari ke 107 – 121

TAHUN	Hari Ke														
	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121
2002	55.28	53.78	23.65	71.80	73.68	80.77	74.07	50.03	68.03	53.12	20.54	47.74	27.51	29.84	26.02
2005	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2009	17.24	26.84	20.86	9.68	60.12	25.62	18.80	19.13	20.58	21.25	22.67	29.52	46.88	48.61	15.93
Q _{rata-rata} (m ³ /s)	36.26	40.31	22.25	40.74	66.90	53.19	46.43	34.58	44.31	37.18	21.61	38.63	37.19	39.23	20.98
Q _{tengah} (m ³ /s)	17.24	26.84	20.86	9.68	60.12	25.62	18.80	19.13	20.58	21.25	20.54	29.52	27.51	29.84	15.93
Q _{andalan} (m ³ /s)	36.26	40.31	22.25	40.74	66.90	53.19	46.43	34.58	44.31	37.18	21.61	38.63	37.19	39.23	20.98

Lampiran 2 Perhitungan Debit Andalan

Debit Andalan Hari ke 122 – 136

TAHUN	Hari Ke														
	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136
2002	20.24	17.31	16.59	40.75	64.91	62.04	27.20	24.89	54.44	34.43	33.24	30.31	50.07	21.54	19.76
2005	53.00	38.91	38.58	24.77	30.89	63.44	43.68	21.77	16.36	13.37	12.72	13.89	25.43	16.12	25.23
2009	22.07	38.89	135.40	46.27	59.38	40.11	30.76	11.17	16.53	13.47	11.16	8.32	9.63	8.82	8.27
$Q_{rata-rata}$ (m ³ /s)	31.77	31.71	63.52	37.26	51.73	55.20	33.88	19.28	29.11	20.42	19.04	17.51	28.38	15.49	17.75
Q_{tengah} (m ³ /s)	20.24	17.31	16.59	24.77	30.89	40.11	27.20	11.17	16.36	13.37	11.16	8.32	9.63	8.82	8.27
$Q_{andalan}$ (m ³ /s)	22.07	38.89	38.58	40.75	59.38	62.04	30.76	21.77	16.53	13.47	12.72	13.89	25.43	16.12	19.76

Debit Andalan Hari ke 137 – 152

TAHUN	Hari Ke															
	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152
2002	16.27	15.59	14.95	12.64	11.25	10.89	9.93	9.93	9.00	8.22	7.23	13.72	32.17	13.96	33.59	19.73
2005	15.38	11.61	9.48	4.52	9.26	8.34	7.16	10.40	13.99	34.86	24.99	14.60	12.84	8.77	27.52	10.84
2009	8.30	8.19	7.34	7.35	22.20	23.30	30.97	15.93	5.70	8.27	6.36	7.34	7.56	7.32	7.32	6.66
$Q_{rata-rata}$ (m ³ /s)	13.32	11.80	10.59	8.17	14.24	14.18	16.02	12.09	9.56	17.11	12.86	11.89	17.52	10.02	22.81	12.41
Q_{tengah} (m ³ /s)	8.30	8.19	7.34	4.52	9.26	8.34	7.16	9.93	5.70	8.22	6.36	7.34	7.56	7.32	7.32	6.66
$Q_{andalan}$ (m ³ /s)	15.38	11.61	9.48	7.35	11.25	10.89	9.93	10.40	9.00	8.27	7.23	13.72	12.84	8.77	27.52	10.84

Lampiran 2 Perhitungan Debit Andalan

Debit Andalan Hari ke 153 – 167

TAHUN	Hari Ke														
	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167
2002	52.36	19.84	12.18	21.45	18.31	14.55	11.83	30.03	13.22	9.06	8.94	8.13	8.76	14.26	8.76
2005	8.01	8.13	7.77	17.88	8.91	8.58	8.77	12.94	20.46	16.12	9.85	7.80	8.58	8.67	9.77
2009	63.68	42.90	119.68	113.55	63.37	91.57	52.07	26.15	72.50	43.93	19.05	22.71	17.40	15.18	13.04
$Q_{rata-rata}$ (m ³ /s)	41.35	23.62	46.54	50.96	30.20	38.23	24.22	23.04	35.40	23.04	12.61	12.88	11.58	12.70	10.52
Q_{tengah} (m ³ /s)	8.01	8.13	7.77	17.88	8.91	8.58	8.77	12.94	13.22	9.06	8.94	7.80	8.58	8.67	8.76
$Q_{andalan}$ (m ³ /s)	52.36	19.84	12.18	21.45	18.31	14.55	11.83	26.15	20.46	16.12	9.85	8.13	8.76	14.26	9.77

Debit Andalan Hari ke 168 – 182

TAHUN	Hari Ke														
	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182
2002	7.71	6.93	6.57	5.73	5.64	5.64	5.76	4.47	5.19	4.80	5.22	5.19	4.53	4.20	4.41
2005	34.49	14.91	10.14	7.77	24.41	21.00	15.52	23.64	23.11	22.91	38.24	21.29	16.67	22.40	17.15
2009	12.59	11.76	14.47	25.03	15.41	13.14	9.73	9.40	9.44	0.93	9.18	48.28	8.08	8.74	42.88
$Q_{rata-rata}$ (m ³ /s)	18.26	11.20	10.39	12.84	15.16	13.26	10.34	12.50	12.58	9.55	17.55	24.92	9.76	11.78	21.48
Q_{tengah} (m ³ /s)	7.71	6.93	6.57	5.73	5.64	5.64	5.76	4.47	5.19	0.93	5.22	5.19	4.53	4.20	4.41
$Q_{andalan}$ (m ³ /s)	12.59	11.76	10.14	7.77	15.41	13.14	9.73	9.40	9.44	4.80	9.18	21.29	8.08	8.74	17.15

Lampiran 2 Perhitungan Debit Andalan

Debit Andalan Hari ke 183 – 197

TAHUN	Hari Ke														
	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197
2002	4.44	4.44	4.44	4.44	4.44	4.44	4.56	4.35	4.47	4.26	4.32	4.29	4.26	5.76	23.88
2005	18.94	10.47	8.73	7.32	7.32	6.57	26.06	13.69	8.73	6.30	6.75	14.82	9.66	43.27	55.90
2009	13.87	9.58	12.00	7.65	11.92	9.61	7.87	8.79	6.64	6.50	5.45	4.51	4.27	4.60	4.41
$Q_{rata-rata}$ (m ³ /s)	12.42	8.16	8.39	6.47	7.89	6.87	12.83	8.94	6.61	5.68	5.51	7.87	6.06	17.88	28.06
Q_{tengah} (m ³ /s)	4.44	4.44	4.44	4.44	4.44	4.44	4.56	4.35	4.47	4.26	4.32	4.29	4.26	4.60	4.41
$Q_{andalan}$ (m ³ /s)	13.87	9.58	8.73	7.32	7.32	6.57	7.87	8.79	6.64	6.30	5.45	4.51	4.27	5.76	23.88

Debit Andalan Hari ke 198 – 213

TAHUN	Hari Ke															
	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213
2002	4.08	9.12	27.73	14.41	8.76	7.47	5.70	24.57	12.35	9.81	3.87	4.38	3.18	3.90	3.75	5.34
2005	43.42	20.04	19.12	19.35	28.65	14.13	10.20	8.48	7.14	5.22	6.03	5.37	5.16	5.04	4.68	4.08
2009	5.60	7.11	6.73	6.16	6.64	6.73	6.65	6.60	6.45	14.93	10.29	9.42	8.58	8.36	6.21	6.15
$Q_{rata-rata}$ (m ³ /s)	17.70	12.09	17.86	13.31	14.68	9.44	7.51	13.22	8.65	9.98	6.73	6.39	5.64	5.77	4.88	5.19
Q_{tengah} (m ³ /s)	4.08	7.11	6.73	6.16	6.64	6.73	5.70	6.60	6.45	5.22	3.87	4.38	3.18	3.90	3.75	4.08
$Q_{andalan}$ (m ³ /s)	5.60	9.12	19.12	14.41	8.76	7.47	6.65	8.48	7.14	9.81	6.03	5.37	5.16	5.04	4.68	5.34

Lampiran 2 Perhitungan Debit Andalan

Debit Andalan Hari ke 214 – 228

TAHUN	Hari Ke														
	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228
2002	4.11	3.75	3.30	2.52	2.73	2.10	1.83	2.52	2.20	4.35	3.45	2.79	2.16	2.13	1.89
2005	4.22	23.25	16.22	16.65	9.24	5.34	4.30	4.47	4.38	4.32	5.40	4.65	4.89	4.47	5.46
2009	5.72	3.23	3.14	2.40	3.03	3.13	3.32	3.32	3.18	3.18	2.83	2.61	3.32	4.60	4.98
$Q_{rata-rata}$ (m ³ /s)	4.68	10.08	7.55	7.19	5.00	3.52	3.15	3.44	3.25	3.95	3.89	3.35	3.46	3.73	4.11
Q_{tengah} (m ³ /s)	4.11	3.23	3.14	2.40	2.73	2.10	1.83	2.52	2.20	3.18	2.83	2.61	2.16	2.13	1.89
$Q_{andalan}$ (m ³ /s)	4.22	3.75	3.30	2.52	3.03	3.13	3.32	3.32	3.18	4.32	3.45	2.79	3.32	4.47	4.98

Debit Andalan Hari ke 229 – 244

TAHUN	Hari Ke															
	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244
2002	1.50	1.50	1.50	1.50	1.56	1.86	2.17	2.40	2.22	2.01	1.38	1.38	0.77	1.17	1.05	0.84
2005	6.66	6.90	21.80	15.29	7.92	6.90	5.58	4.29	3.69	3.45	2.76	2.67	2.46	2.46	2.25	2.04
2009	5.17	4.93	4.98	5.03	4.08	4.06	3.67	2.29	2.21	2.02	1.91	1.85	1.72	1.65	1.53	1.51
$Q_{rata-rata}$ (m ³ /s)	4.44	4.44	9.42	7.27	4.52	4.27	3.81	2.99	2.70	2.49	2.02	1.96	1.65	1.76	1.61	1.46
Q_{tengah} (m ³ /s)	1.50	1.50	1.50	1.50	1.56	1.86	2.17	2.29	2.21	2.01	1.38	1.38	0.77	1.17	1.05	0.84
$Q_{andalan}$ (m ³ /s)	5.17	4.93	4.98	5.03	4.08	4.06	3.67	2.40	2.22	2.02	1.91	1.85	1.72	1.65	1.53	1.51

Lampiran 2 Perhitungan Debit Andalan

Debit Andalan Hari ke 245 – 259

TAHUN	Hari Ke														
	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259
2002	1.14	0.96	0.90	0.96	1.02	1.02	0.96	3.97	0.78	0.78	5.31	0.75	0.63	0.90	0.90
2005	1.89	1.92	2.04	2.04	2.04	1.74	1.74	1.62	2.34	2.19	1.11	1.86	1.86	1.95	2.13
2009	1.31	1.57	1.49	1.59	1.82	1.82	1.72	1.74	1.68	1.68	1.51	1.41	1.54	1.29	1.19
$Q_{rata-rata}$ (m ³ /s)	1.45	1.48	1.47	1.53	1.63	1.53	1.47	2.44	1.60	1.55	2.64	1.34	1.34	1.38	1.41
Q_{tengah} (m ³ /s)	1.14	0.96	0.90	0.96	1.02	1.02	0.96	1.62	0.78	0.78	1.11	0.75	0.63	0.90	0.90
$Q_{andalan}$ (m ³ /s)	1.31	1.57	1.49	1.59	1.82	1.74	1.72	1.74	1.68	1.68	1.51	1.41	1.54	1.29	1.19

Debit Andalan Hari ke 260 – 274

TAHUN	Hari Ke														
	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274
2002	0.93	0.90	0.90	0.69	0.72	0.84	0.66	0.78	0.66	0.30	0.30	0.55	0.55	0.55	0.55
2005	1.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2009	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
$Q_{rata-rata}$ (m ³ /s)	0.97	0.90	0.90	0.69	0.72	0.84	0.66	0.78	0.66	0.30	0.30	0.55	0.55	0.55	0.55
Q_{tengah} (m ³ /s)	0.93	0.90	0.90	0.69	0.72	0.84	0.66	0.78	0.66	0.30	0.30	0.55	0.55	0.55	0.55
$Q_{andalan}$ (m ³ /s)	0.97	0.90	0.90	0.69	0.72	0.84	0.66	0.78	0.66	0.30	0.30	0.55	0.55	0.55	0.55

Lampiran 2 Perhitungan Debit Andalan

Debit Andalan Hari ke 275 – 289

TAHUN	Hari Ke														
	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288	289
2002	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.53	0.36	0.36	0.57
2005	3.83	2.49	2.19	1.80	1.92	2.19	2.58	3.76	2.95	1.98	1.95	1.98	65.52	19.89	5.59
2009	1.23	1.19	1.15	1.15	1.10	1.42	1.06	1.00	5.83	3.98	3.48	3.08	14.03	11.97	8.65
Q _{rata-rata} (m ³ /s)	2.53	1.84	1.67	1.47	1.51	1.80	1.82	2.38	4.39	2.98	2.71	1.87	26.64	10.74	4.94
Q _{tengah} (m ³ /s)	1.23	1.19	1.15	1.15	1.10	1.42	1.06	1.00	2.95	1.98	1.95	0.53	0.36	0.36	0.57
Q _{andalan} (m ³ /s)	2.53	1.84	1.67	1.47	1.51	1.80	1.82	2.38	4.39	2.98	2.71	1.98	14.03	11.97	5.59

Debit Andalan Hari ke 290 – 305

TAHUN	Hari Ke																
	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	
2002	2.40	1.29	1.53	1.14	0.87	0.99	0.78	0.78	0.78	0.81	0.84	0.84	7.16	8.49	30.23	10.10	
2005	3.69	3.18	3.18	33.60	10.20	6.25	5.94	15.87	54.75	11.61	25.21	24.62	30.46	31.76	42.20	76.93	
2009	4.74	3.44	2.10	1.36	13.30	10.18	6.14	4.59	20.49	15.73	19.55	22.65	11.62	24.38	22.00	6.18	
Q _{rata-rata} (m ³ /s)	3.61	2.63	2.27	12.03	8.13	5.81	4.29	7.08	25.34	9.38	15.20	16.04	16.41	21.54	31.47	31.07	
Q _{tengah} (m ³ /s)	2.40	1.29	1.53	1.14	0.87	0.99	0.78	0.78	0.78	0.81	0.84	0.84	7.16	8.49	22.00	6.18	
Q _{andalan} (m ³ /s)	3.69	3.18	2.10	1.36	10.20	6.25	5.94	4.59	20.49	11.61	19.55	22.65	11.62	24.38	30.23	10.10	

Lampiran 2 Perhitungan Debit Andalan

Debit Andalan Hari ke 306 – 320

TAHUN	Hari Ke														
	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320
2002	8.42	26.87	18.15	6.03	21.43	17.40	10.83	24.16	32.58	69.52	33.93	16.67	134.04	38.97	53.97
2005	80.26	38.99	32.34	38.05	16.48	14.75	5.03	32.70	24.31	9.77	8.38	5.40	6.00	6.30	5.79
2009	14.79	11.86	9.80	40.25	30.99	21.22	10.06	8.38	6.23	6.83	14.13	56.42	29.71	18.06	16.36
Q _{rata-rata} (m ³ /s)	34.49	25.91	20.10	28.11	22.97	17.79	8.64	21.74	21.04	28.71	18.81	26.16	56.58	21.11	25.37
Q _{tengah} (m ³ /s)	8.42	11.86	9.80	6.03	16.48	14.75	5.03	8.38	6.23	6.83	8.38	5.40	6.00	6.30	5.79
Q _{andalan} (m ³ /s)	14.79	26.87	18.15	38.05	21.43	17.40	10.06	24.16	24.31	9.77	14.13	16.67	29.71	18.06	16.36

Debit Andalan Hari ke 321 – 335

TAHUN	Hari Ke														
	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335
2002	59.56	33.98	73.08	68.08	35.56	37.72	43.65	27.44	38.66	28.20	15.48	11.88	44.55	7.89	7.91
2005	5.04	7.57	10.91	23.35	15.18	14.13	11.02	9.96	8.61	29.92	20.12	31.63	20.37	52.64	51.22
2009	10.74	10.62	191.45	112.39	113.86	76.02	27.64	50.20	19.05	13.50	24.16	37.99	89.84	68.05	53.98
Q _{rata-rata} (m ³ /s)	25.11	17.39	91.81	67.94	54.87	42.62	27.43	29.20	22.10	23.87	19.92	27.16	51.59	42.86	37.70
Q _{tengah} (m ³ /s)	5.04	7.57	10.91	23.35	15.18	14.13	11.02	9.96	8.61	13.50	15.48	11.88	20.37	7.89	7.91
Q _{andalan} (m ³ /s)	10.74	10.62	73.08	68.08	35.56	37.72	27.64	27.44	19.05	28.20	20.12	31.63	44.55	52.64	51.22

Lampiran 2 Perhitungan Debit Andalan

Debit Andalan Hari ke 336 – 350

TAHUN	Hari Ke														
	336	337	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350
2002	7.71	5.52	14.77	9.29	44.51	45.32	62.72	36.30	59.02	23.42	15.61	44.65	38.81	45.90	70.66
2005	95.33	82.22	22.73	12.68	18.91	23.70	13.85	13.76	31.31	35.74	53.72	28.69	24.32	23.58	55.37
2009	16.51	15.78	26.06	18.51	10.43	28.24	26.57	26.35	20.21	26.02	27.00	12.75	13.00	14.46	6.87
Q _{rata-rata} (m ³ /s)	39.85	34.51	21.19	13.50	24.62	32.42	34.38	25.47	36.85	28.40	32.11	28.70	25.38	27.98	44.30
Q _{tengah} (m ³ /s)	7.71	5.52	14.77	9.29	10.43	23.70	13.85	13.76	20.21	23.42	15.61	12.75	13.00	14.46	6.87
Q _{andalan} (m ³ /s)	16.51	15.78	22.73	12.68	18.91	28.24	26.57	26.35	31.31	26.02	27.00	28.69	24.32	23.58	55.37

Debit Andalan Hari ke 351 – 366

TAHUN	Hari Ke															
	351	352	353	354	355	356	357	358	359	360	361	362	363	364	365	366
2002	56.01	38.27	29.78	38.29	29.64	50.29	44.26	55.76	75.19	90.57	82.59	110.74	69.13	46.82	33.46	101.35
2005	32.80	72.28	106.16	91.25	37.51	61.71	91.84	80.32	249.59	64.89	62.11	72.35	39.98	77.37	60.16	135.19
2009	22.62	9.07	10.76	5.56	3.75	10.15	15.13	46.70	23.39	46.29	128.39	118.12	101.09	41.59	36.74	53.32
Q _{rata-rata} (m ³ /s)	37.14	39.88	48.90	45.03	23.63	40.72	50.41	60.93	116.06	67.25	91.03	100.40	70.07	55.26	43.45	96.62
Q _{tengah} (m ³ /s)	22.62	9.07	10.76	5.56	3.75	10.15	15.13	46.70	23.39	46.29	62.11	72.35	39.98	41.59	33.46	53.32
Q _{andalan} (m ³ /s)	32.80	38.27	29.78	38.29	29.64	50.29	44.26	55.76	75.19	64.89	82.59	110.74	69.13	46.82	36.74	101.35

3. Data Curah Hujan

Titik 10, Klampok LS 6° 51' 48", BT 109° 00' 12"

Tahun	Jan	Peb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des	Jumlah	Bobot
2000	324	223	193	108	142	201	23	4	14	120	174	174	1700	69.42%
2001	406	199	505	187	49	117	23	0	7	93	366	123	2075	
2002	555	142	113	216	101	5	20	0	0	0	119	207	1478	
2003	511	528	213	113	28	37	0	6	2	28	51	287	1804	
2004	464	340	335	123	81	35	68	0	0	12	98	382	1938	
2005	345	286	357	150	105	178	90	55	66	37	51	289	2009	
2006	605	275	214	218	188	50	0	0	0	0	49	106	1705	
2007	100	282	297	113	100	75	40	0	0	35	83	234	1359	
2008	225	144	129	157	2	22	0	46	0	48	121	350	1244	
2009	250	399	107	55	131	49	5	7	0	19	113	19	1154	

Titik 15, Larangan, LS 7° 00' 06" BT 108° 56' 53"

Tahun	Jan	Peb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des	Jumlah	Bobot
2000	287	587	301	180	132	223	79	2	131	251	304	258	2735	28.85%
2001	727	259	366	325	88	246	81	0	77	156	413	394	3132	
2002	549	182	222	149	278	74	9	0	0	15	175	468	2121	
2003	523	653	351	313	56	45	0	0	6	162	273	720	3102	
2004	685	314	746	330	205	122	86	0	33	37	121	551	3230	
2005	501	368	529	426	124	91	169	95	152	92	131	376	3054	
2006	327	435	627	342	191	21	24	0	0	0	192	269	2428	
2007	216	397	434	243	106	71	3	0	0	18	180	310	1978	
2008	313	340	244	260	41	43	0	59	0	198	261	403	2162	
2009	325	394	134	321	159	157	0	0	45	81	125	81	1822	

Titik 25, Notog, LS 6° 51' 48", BT 109° 00' 12"

Tahun	Jan	Peb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des	Jumlah	Bobot
2000	370	636	732	223	97	130	72	5	10	184	395	295	3149	1.74%
2001	491	331	421	269	273	239	158	9	24	309	400	187	3111	
2002	581	304	371	348	114	29	0	0	0	14	186	306	2253	
2003	482	559	555	406	78	50	0	0	0	11	211	226	2578	
2004	760	284	565	352	237	54	159	0	71	138	183	573	3376	
2005	375	369	220	300	42	151	105	41	60	129	37	423	2252	
2006	556	607	323	1345	369	0	0	0	0	0	240	360	3800	
2007	100	470	506	486	118	86	43	0	0	8	115	294	2226	
2008	258	519	224	402	101	0	0	0	0	162	115	206	1987	
2009	616	382	78	209	231	119	10	0	0	35	249	35	1964	

4. Probabilitas Keandalan dari Curah Hujan

Tahun	Jan	Peb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des	rata-rata	M	P
2000	314	335	234	131	138	206	40	3	48	159	215	200	169	5	45.45%
2001	500	219	463	228	64	156	42	0	27	115	380	202	200	1	9.09%
2002	554	156	149	199	152	25	16	0	0	5	136	284	140	7	63.64%
2003	514	565	259	176	37	40	0	4	3	66	118	411	183	4	36.36%
2004	533	332	458	187	119	60	75	0	11	21	106	434	195	2	18.18%
2005	391	311	404	232	109	152	113	66	91	54	74	316	193	3	27.27%
2006	524	327	335	273	192	41	7	0	0	0	94	157	163	6	54.55%
2007	133	318	340	157	102	74	29	0	0	30	112	257	129	8	72.73%
2008	251	207	164	191	15	28	0	49	0	93	161	363	127	9	81.82%
2009	278	397	114	134	141	81	4	5	13	37	119	37	113	10	90.91%

Lampiran 3 Paramater Perhitungan Kebutuhan Air Irigasi

T (°C)	T_k^4 (MJm ⁻² d ⁻¹)	T (°C)	T_k^4 (MJm ⁻² d ⁻¹)	T (°C)	T_k^4 (MJm ⁻² d ⁻¹)
1	27.7	17	34.75	33	43.08
1.5	27.9	17.5	34.99	33.5	43.36
2	28.11	18	35.24	34	43.64
2.5	28.31	18.5	35.48	34.5	43.93
3	28.52	19	35.72	35	44.21
3.5	28.72	19.5	35.97	35.5	44.5
4	28.93	20	36.21	36	44.79
4.5	29.14	20.5	36.46	36.5	45.08
5	29.35	21	36.71	37	45.37
5.5	29.56	21.5	36.96	37.5	45.67
6	29.78	22	37.21	38	45.96
6.5	29.99	22.5	37.47	38.5	46.26
7	30.21	23	37.72	39	46.56
7.5	30.42	23.5	37.98	39.5	46.85
8	30.64	24	38.23	40	47.15
8.5	30.68	24.5	38.49	40.5	47.46
9	31.08	25	38.75	41	47.76
9.5	31.3	25.5	39.01	41.5	48.06
10	31.52	26	39.27	42	48.37
10.5	31.74	26.5	39.53	42.5	48.68
11	31.97	27	39.8	43	48.99
11.5	32.19	27.5	40.06	43.5	49.3
12	32.42	28	40.33	44	49.61
12.5	32.65	28.5	40.6	44.5	49.61
13	32.88	29	40.87	45	49.92
13.5	33.11	29.5	41.14	45.5	50.24
14	33.34	30	41.41	46	50.87
14.5	33.57	30.5	40.69	46.5	51.19
15	33.81	31	41.96	47	51.51
15.5	34.04	31.5	42.24	47.5	51.84
16	34.28	32	42.52	48	52.16
16.5	34.52	32.5	42.8	48.5	52.49

Lampiran 4 Hasil Wawancara dengan Petani

No.	PARAMETER	Satuan	ORANG						
			1	2	3	4	5	6	7
	ALAT SIRAM								
1	Berapa volume alat siram yang dipakai	m ³	0.0045	0.004	0.0045	0.005	0.0045	0.0045	0.0045
2	Berapa luas jangkauan alat siram (praktek di lapangan)	m	1.1	1	0.9	1	1.2	1.1	1
	DIMENSI LAHAN								
1	Berapa lebar bukit	m	1.5	1.3	1.4	1.3	1.45	1.1	1.25
2	Berapa lebar lembah	m	0.4	0.5	0.4	0.5	0.5	0.5	0.75
3	Berapa beda tinggi bukit dan lembah	m	0.7	0.65	0.6	0.6	0.65	0.55	0.65
4	Berapa tinggi air di lembah	m	0.3	0.27	0.25	0.25	0.27	0.23	0.18
	MASSA PERSIAPAN LAHAN								
1	Berapa lama massa persiapan lahan	Hari	7	10	8	8	8	12	6
2	Volume dan lama kegiatan								
	Membuat lahan menjadi bergelombang (bukit dan lembah)								
	lama waktu	Hari	1	2	1	1	1	3	1
	volume	m ³	0	0	0	0	0	0	0
	Menggemburkan lahan (bukit)								
	lama waktu	Hari	1	1	2	2	2	2	1
	volume	m ³	0.009	0.012	0.0135	0.01	0.0135	0.0135	0.009
	Membuat lahan menjadi bergaris-garis								
	lama waktu	Hari	1	1	1	1	1	1	2
	volume	m ³	0.0045	0.004	0.00675	0.01	0.0045	0.00675	0.00675
	tenggat waktu setiap kegiatan								

Universitas Indonesia

No.	PARAMETER	Satuan	ORANG						
			1	2	3	4	5	6	7
	lama waktu	Hari	2	3	2	2	2	3	1
	volume	m ³	0	0	0	0	0	0	0
MASSA PENANAMAN									
1	berapa massa penanaman	Hari	1	1	1	1	1	1	1
2	volume yang disiram dalam massa penanaman	m ³	0.0045	0.008	0.0045	0.005	0.0045	0.009	0.0045
MASSA PERTUMBUHAN									
1	Berapa umur bawang merah	Hari	50	50	50	45	45	40	45
2	Berapa hari libur penyiraman (saat tanaman disemprot pestisida)	Hari	10	8	0	5	0	0	5
3	Volume yang disiram dalam massa pertumbuhan								
	1 - 10 hari	m ³	0.0045	0.004	0.0045	0.005	0.0045	0.0045	0.0045
	11 - 20 hari	m ³	0.0045	0.004	0.0045	0.005	0.0045	0.0045	0.0045
	21 - 30 hari	m ³	0.0045	0.004	0.0045	0.005	0.0045	0.0045	0.0045
	31 - 40 hari	m ³	0.0045	0.004	0.0045	0.005	0.0045	0.0045	0.0045
	41 - 50 hari	m ³	0.0045	0.004	0.0045	0.005	0.0045	0.0045	0.0045
MASSA PANEN									
1	berapa volume yang disiram pada sehari sebelum panen	m ³	0.0045	0.004	0.0045	0.0045	0.005	0.0045	0.0045
2	berapa volume yang disiram pada saat panen	m ³	0	0	0	0	0	0	0
KONDISI ALAM (Hujan pada Malam Harinya)									
1	Pada kondisi daun bawang masih basah	m ³	0	0	0	0	0	0	0
2	Pada kondisi daun bawang masih kering	m ³	0.00225	0.004	0.00225	0.0025	0.0027	0.0027	0.00225

Lampiran 4 Hasil Wawancara dengan Petani

No.	PARAMETER	Satuan	ORANG						
			8	9	10	11	12	13	14
	ALAT SIRAM								
1	Berapa volume alat siram yang dipakai	m ³	0.0045	0.004	0.0045	0.0045	0.004	0.0045	0.0045
2	Berapa luas jangkauan alat siram (praktek di lapangan)	m	1.1	1	0.9	1	0.8	1	1
	DIMENSI LAHAN								
1	Berapa lebar bukit	m	1.6	1.3	1.2	1.25	1.35	1.3	1.35
2	Berapa lebar lembah	m	0.4	0.45	0.4	0.55	0.5	0.45	0.4
3	Berapa beda tinggi bukit dan limbah	m	0.7	0.65	0.65	0.7	0.6	0.6	0.65
4	Berapa tinggi air di lembah	m	0.35	0.28	0.25	0.25	0.2	0.25	0.14
	MASSA PERSIAPAN LAHAN								
1	Berapa lama massa persiapan lahan	Hari	4	5	7	7	12	10	9
2	Volume dan lama kegiatan								
	Membuat lahan menjadi bukit (suatan) dan lembah (solokan)								
	lama waktu	Hari	1	1	2	1	3	4	2
	volume	m ³	0	0	0	0	0	0	0
	Menggemburkan lahan bukit								
	lama waktu	Hari	2	1	2	1	2	2	2
	volume	m ³	0.009	0.012	0.0135	0.0135	0.012	0.0135	0.009
	Membuat lahan menjadi bergaris-garis								
	lama waktu	Hari	1	1	1	1	1	2	1
	volume	m ³	0.0045	0.004	0.00675	0.00675	0.008	0.00675	0.00675

Universitas Indonesia

No.	PARAMETER	Satuan	ORANG						
			8	9	10	11	12	13	14
	tenggat waktu setiap kegiatan								
	lama waktu	Hari	0	1	1	2	3	1	2
	volume	m ³	0	0	0	0	0	0	0
	MASSA PENANAMAN								
1	berapa massa penanaman	Hari	1	1	1	1	1	1	1
2	volume yang disiram dalam massa penanaman	m ³	0.0045	0.004	0.0045	0.0045	0.004	0.0045	0.0045
	MASSA PERTUMBUHAN								
1	Berapa umur bawang merah	Hari	50	50	50	45	50	50	40
2	Berapa hari libur penyiraman (saat tanaman disemprot pestisida)	Hari	0	8	0	0	0	5	5
3	Volume yang disiram dalam massa pertumbuhan								
	1 - 10 hari	m ³	0.0045	0.004	0.0045	0.0045	0.004	0.0045	0.0045
	11 - 20 hari	m ³	0.0045	0.004	0.0045	0.0045	0.004	0.0045	0.0045
	21 - 30 hari	m ³	0.0045	0.004	0.0045	0.0045	0.004	0.0045	0.0045
	31 - 40 hari	m ³	0.0045	0.004	0.0045	0.0045	0.004	0.0045	0.0045
	41 - 50 hari	m ³	0.0045	0.004	0.0045	0.0045	0.004	0.0045	0.0045
	MASSA PANEN								
1	berapa volume yang disiram pada sehari sebelum panen	m ³	0.0045	0.0045	0.004	0.0045	0.0045	0.004	0.0045
2	berapa volume yang disiram pada saat panen	m ³	0	0	0	0	0	0	0
	KONDISI ALAM (Hujan pada Malam Harinya)								
1	Pada kondisi daun bawang masih basah	m ³	0	0	0	0	0	0	0
2	Pada kondisi daun bawang masih kering	m ³	0.00225	0.004	0.00225	0.0027	0.004	0.00225	0.0027

Lampiran 4 Hasil Wawancara dengan Petani

No.	PARAMETER	Satuan	ORANG						rata - rata
			15	16	17	18	19	20	
	ALAT SIRAM								
1	Berapa volume alat siram yang dipakai	m ³	0.0045	0.004	0.0045	0.005	0.0045	0.0045	0.00445
2	Berapa luas jangkauan alat siram (praktek di lapangan)	m	1.1	1	0.9	1.2	1.1	1	1.02
	DIMENSI LAHAN								
1	Berapa lebar bukit	m	1.5	1.3	1.4	1.35	1.25	1.55	1.35
2	Berapa lebar lembah	m	0.4	0.5	0.4	0.4	0.5	0.5	0.47
3	Berapa beda tinggi bukit dan limbah	m	0.7	0.65	0.6	0.65	0.65	0.65	0.6425
4	Berapa tinggi air di lembah	m	0.3	0.27	0.25	0.14	0.23	0.22	0.244
	MASSA PERSIAPAN LAHAN								
1	Berapa lama massa persiapan lahan	Hari	9	7	8	7	9	9	8.1
2	Volume dan lama kegiatan								
	Membuat lahan menjadi bergelombang (bukit dan lembah)								
	lama waktu	Hari	1	1	1	1	1	2	1.55
	volume	m ³	0	0	0	0	0	0	0
	Menggemburkan lahan (bukit)								
	lama waktu	Hari	2	1	2	1	2	2	1.65
	volume	m ³	0.009	0.012	0.0135	0.01	0.009	0.0135	0.0115
	Membuat lahan menjadi bergaris-garis								
	lama waktu	Hari	2	1	1	1	2	1	1.2
	volume	m ³	0.0045	0.008	0.00675	0.0075	0.0045	0.00675	0.006238

Universitas Indonesia

No.	PARAMETER	Satuan	ORANG						rata - rata
			15	16	17	18	19	20	
	tenggat waktu setiap kegiatan								
	lama waktu	Hari	2	2	2	2	2	2	1.85
	volume	m ³	0	0	0	0	0	0	0
	MASSA PENANAMAN								
1	berapa massa penanaman	Hari	1	1	1	1	1	1	1
2	volume yang disiram dalam massa penanaman	m ³	0.0045	0.004	0.0045	0.005	0.0045	0.0045	0.004875
	MASSA PERTUMBUHAN								
1	Berapa umur bawang merah	Hari	50	50	50	45	50	50	47.75
2	Berapa hari libur penyiraman (saat tanaman disemprot pestisida)	Hari	5	0	0	0	0	5	2.8
3	Volume yang disiram dalam massa pertumbuhan								
	1 - 10 hari	m ³	0.0045	0.004	0.0045	0.005	0.0045	0.0045	0.00445
	11 - 20 hari	m ³	0.0045	0.004	0.0045	0.005	0.0045	0.0045	0.00445
	21 - 30 hari	m ³	0.0045	0.004	0.0045	0.005	0.0045	0.0045	0.00445
	31 - 40 hari	m ³	0.0045	0.004	0.0045	0.005	0.0045	0.0045	0.00445
	41 - 50 hari	m ³	0.0045	0.004	0.0045	0.005	0.0045	0.0045	0.00445
	MASSA PANEN								
1	berapa volume yang disiram pada sehari sebelum panen	m ³	0.0045	0.0045	0.004	0.0045	0.005	0.0045	0.00445
2	berapa volume yang disiram pada saat panen	m ³	0	0	0	0	0	0	0
	KONDISI ALAM (Hujan pada Malam Harinya)								
1	Pada kondisi daun bawang masih basah	m ³	0	0	0	0	0	0	0
2	Pada kondisi daun bawang masih kering	m ³	0.00225	0.004	0.00225	0.0025	0.0027	0.00225	0.002738

Lampiran 5 Perhitungan Dimensi Saluran Suplesi Untuk Lahan pertanian Bawang Merah

No	Saluran	Jarak (m)	Elevasi	Q _{total} (m ³ /s)	L (m)	H (m)	S	n	V (m/s)	R (m)	A (m ²)	P (m)	Dimensi Perhitungan	
													B (m)	Y (m)
		0	29.9											
1	Saluran Induk Pemali	1500	29	90.775	1500	0.9	0.06%	0.02	0.5	0.26	181.55	696.00	12.5	6.9
2		5800	26.5	90.616	4300	2.5	0.06%	0.02	0.5	0.27	181.23	678.56	12.5	6.9
3		8550	25	90.230	2750	1.5	0.05%	0.02	0.5	0.28	180.46	644.09	12.4	6.9
4	S.S. Gegerkunci	1314	24	3.964	1314	1	0.08%	0.02	0.5	0.22	7.93	36.33	2.9	1.4
5		2850	23	2.659	1536	1	0.07%	0.02	0.5	0.25	5.32	21.67	2.0	1.2
6		3927	22	1.264	1077	1	0.09%	0.02	0.5	0.19	2.53	13.45	1.6	0.8
7		5830	21	0.616	5830	1	0.02%	0.02	0.5	0.67	1.23	1.85	0.9	0.6
9	S.S Cenang	783	21	0.776	783	2	0.26%	0.02	0.5	0.09	1.55	17.62	0.8	0.7
10	S.S Pemali kiri	2279	23	66.276	2279	1	0.04%	0.02	0.5	0.33	132.55	401.86	13.7	5.4
11		4050	22	66.088	1771	1	0.06%	0.02	0.5	0.27	132.18	484.16	13.7	5.4
8		6198	21.5	65.337	2148	0.5	0.02%	0.02	0.5	0.53	130.67	246.26	13.4	5.4
12		6689	21	65.095	6689	0.5	0.01%	0.02	0.5	1.24	130.19	104.66	13.3	5.4
13		7672	20.5	19.559	7672	0.5	0.01%	0.02	0.5	1.38	39.12	28.37	6.4	3.1
14		8818	20	19.339	1146	0.5	0.04%	0.02	0.5	0.33	38.68	116.76	6.3	3.1
15		10540	19.8	18.885	1722	0.2	0.01%	0.02	0.5	0.89	37.77	42.26	6.0	3.1
16		11830	19.5	18.423	11830	0.3	0.00%	0.02	0.5	2.80	36.85	13.17	5.7	3.1
17		12630	19.4	16.817	12630	0.1	0.00%	0.02	0.5	6.70	33.63	5.02	4.6	3.1
18		13688	19.3	15.381	1058	0.1	0.01%	0.02	0.5	1.04	30.76	29.49	3.7	3.1

Saluran	Jarak (m)	Elevasi	Q _{total} (m ³ /s)	L (m)	H (m)	S	n	V (m/s)	R (m)	A (m ²)	P (m)	Dimensi Perhitungan	
												B(m)	Y (m)
S.S Bulakelor	1368	20	1.206	1368	2	0.15%	0.02	0.5	0.13	2.41	18.04	2.0	0.7
	2516	19	0.919	1148	1	0.09%	0.02	0.5	0.20	1.84	9.32	1.5	0.7
	3290	18	0.632	774	1	0.13%	0.02	0.5	0.15	1.26	8.61	1.2	0.6
S.S Luwunggedhe	1353	20	0.903	1353	1	0.07%	0.02	0.5	0.22	1.81	8.10	1.8	0.6
	2895	19	0.527	1542	1	0.06%	0.02	0.5	0.25	1.05	4.28	1.1	0.5
S.S. Ramin	1908	20	0.871	1908	1	0.05%	0.02	0.5	0.29	1.74	6.04	1.7	0.6
S.S Kedungbokor	435	15	1.168	435	1	0.23%	0.02	0.5	0.10	2.34	24.53	1.3	0.8
	1130	14	0.469	695	2	0.29%	0.02	0.5	0.08	0.94	11.66	0.9	0.5
S.S Blewah	740	20	3.856	740	1	0.14%	0.02	0.5	0.14	7.71	54.35	4.8	1.1
	2066	19	3.010	1326	1	0.08%	0.02	0.5	0.22	6.02	27.39	4.0	1.0
	3762	18	0.594	1696	1	0.06%	0.02	0.5	0.26	1.19	4.49	1.4	0.5
S.S Sikancil	670	16	1.848	670	1	0.15%	0.02	0.5	0.13	3.70	28.07	2.3	0.9
	1461	15	1.353	791	1	0.13%	0.02	0.5	0.15	2.71	18.15	2.5	0.7
	2280	14.5	1.139	819	0.5	0.06%	0.02	0.5	0.26	2.28	8.85	1.9	0.7
	2640	14	1.085	2640	0.5	0.02%	0.02	0.5	0.62	2.17	3.50	1.7	0.7
	3708	13	0.642	3708	1	0.03%	0.02	0.5	0.48	1.28	2.70	1.6	0.5

Lampiran 5 Perhitungan Dimensi Saluran Suplesi Untuk Lahan pertanian Bawang Merah

Saluran	Jarak (m)	Elevasi	Q _{total} (m ³ /s)	L (m)	H (m)	S	n	V (m/s)	R (m)	A (m ²)	P (m)	Dimensi Perhitungan	
												B(m)	Y (m)
S.S Sawojajar	890	18	44.668	890	1	0.11%	0.02	0.5	0.16	89.34	548.26	12.2	4.3
	1364	16	40.560	474	2	0.42%	0.02	0.5	0.06	81.12	1342.98	10.3	4.3
	2778	14.5	40.302	1414	1.5	0.11%	0.02	0.5	0.17	80.60	473.79	10.8	4.2
	4050	14	25.132	1272	0.5	0.04%	0.02	0.5	0.36	50.26	140.32	10.0	3.1
	5150	13	24.366	1100	1	0.09%	0.02	0.5	0.19	48.73	255.13	8.8	3.2
	6725	12.5	18.362	1575	0.5	0.03%	0.02	0.5	0.42	36.72	87.34	8.9	2.6
	8420	12	17.641	1695	0.5	0.03%	0.02	0.5	0.44	35.28	79.41	8.4	2.6
	9912	11.5	17.025	1492	0.5	0.03%	0.02	0.5	0.40	34.05	84.33	7.9	2.6
	11900	11	16.306	1988	0.5	0.03%	0.02	0.5	0.50	32.61	65.13	7.3	2.6
	13400	10	14.589	1500	1	0.07%	0.02	0.5	0.24	29.18	121.06	6.0	2.6
	14950	9	11.436	1550	1	0.06%	0.02	0.5	0.25	22.87	92.59	6.0	2.2
	15750	8	10.660	800	1	0.13%	0.02	0.5	0.15	21.32	141.74	5.3	2.2
	16350	7.5	8.586	600	0.5	0.08%	0.02	0.5	0.20	17.17	84.22	4.0	2.1
	17630	7	7.398	1280	0.5	0.04%	0.02	0.5	0.36	14.80	41.11	4.0	1.9
	18250	6.8	7.264	620	0.2	0.03%	0.02	0.5	0.42	14.53	34.97	3.8	1.9
	19070	6.5	5.911	820	0.3	0.04%	0.02	0.5	0.38	11.82	31.27	2.4	1.9
	20118	6	4.280	1048	0.5	0.05%	0.02	0.5	0.31	8.56	27.63	2.7	1.5
	20687	5.5	2.499	569	0.5	0.09%	0.02	0.5	0.20	5.00	25.51	1.8	1.2
	22590	5	0.878	1903	0.5	0.03%	0.02	0.5	0.48	1.76	3.62	1.1	0.7
23220	4	0.846	630	1	0.16%	0.02	0.5	0.13	1.69	13.45	1.0	0.7	
24143	3	0.105	923	1	0.11%	0.02	0.5	0.17	0.21	1.26	0.7	0.2	
25010	2.7	0.026	867	0.3	0.03%	0.02	0.5	0.39	0.05	0.13	0.3	0.1	

Saluran	Jarak (m)	Elevasi	Q _{total} (m ³ /s)	L (m)	H (m)	S	n	V (m/s)	R (m)	A (m ²)	P (m)	Dimensi Perhitungan	
												B(m)	Y (m)
S.S Pakijangan	2200	9	2.008	2200	1	0.05%	0.02	0.5	0.32	4.02	12.50	2.0	1.0
	3274	8	1.618	1074	1	0.09%	0.02	0.5	0.19	3.24	17.25	1.8	0.9
	5000	7	1.497	1726	1	0.06%	0.02	0.5	0.27	2.99	11.18	1.5	0.9
S.S Dukuhringin	2141	10	0.906	2141	1	0.05%	0.02	0.5	0.31	1.81	5.76	1.8	0.6
S.S Bangsri	1400	18	0.801	1400	1	0.07%	0.02	0.5	0.23	1.60	7.00	1.5	0.6
S.S Sigentong	950	6	0.945	950	1	0.11%	0.02	0.5	0.17	1.89	11.04	1.9	0.6
S.S Sibajag	1950	5	1.439	1950	1	0.05%	0.02	0.5	0.29	2.88	9.81	2.0	0.8
S.S Tegalgandu	1700	9	1.152	1700	1	0.06%	0.02	0.5	0.26	2.30	8.70	1.3	0.8
S.S Wanasari	600	12	5.439	600	1	0.17%	0.02	0.5	0.12	10.88	89.72	5.0	1.4
	1689	11	4.558	1089	1	0.09%	0.02	0.5	0.19	9.12	48.09	3.7	1.4
	3540	10	4.401	1851	1	0.05%	0.02	0.5	0.28	8.80	31.19	3.5	1.4
	5321	9	2.719	1781	1	0.06%	0.02	0.5	0.27	5.44	19.84	1.1	1.4
	6864	8	1.752	1543	1	0.06%	0.02	0.5	0.25	3.50	14.23	1.5	1.0
	10439	7	0.581	3575	1	0.03%	0.02	0.5	0.46	1.16	2.51	0.7	0.6
S.S Pemali Kanan	1818	24.5	19.520	1818	0.5	0.03%	0.02	0.5	0.47	39.04	83.38	9.8	2.6
	2800	24.3	19.195	982	0.2	0.02%	0.02	0.5	0.59	38.39	65.45	9.6	2.6
	3500	23	18.975	700	1.3	0.19%	0.02	0.5	0.11	37.95	339.50	9.4	2.6
	5060	22.5	18.371	1560	0.5	0.03%	0.02	0.5	0.42	36.74	88.02	8.9	2.6
	6498	22	17.085	1438	0.5	0.03%	0.02	0.5	0.39	34.17	87.01	8.7	2.5
	7778	21.5	15.837	1280	0.5	0.04%	0.02	0.5	0.36	31.67	88.01	7.7	2.5
	7905	21	13.367	127	0.5	0.39%	0.02	0.5	0.06	26.73	420.18	5.7	2.5
	9097	20.5	13.226	1192	0.5	0.04%	0.02	0.5	0.34	26.45	77.53	5.6	2.5

Lampiran 5 Perhitungan Dimensi Saluran Suplesi Untuk Lahan pertanian Bawang Merah

Saluran	Jarak (m)	Elevasi	Q _{total} (m ³ /s)	L (m)	H (m)	S	n	V (m/s)	R (m)	A (m ²)	P (m)	Dimensi Perhitungan	
												B(m)	Y (m)
S.S Payung	951	22	0.859	951	1	0.11%	0.02	0.5	0.17	1.72	10.03	1.7	0.6
S.S. Wanatawang	1400	22	0.804	1400	1	0.07%	0.02	0.5	0.23	1.61	7.03	1.2	0.7
S.S Pamengger	1850	21	0.769	1850	1	0.05%	0.02	0.5	0.28	1.54	5.45	1.4	0.6
S.S. Bojong	1825	20	2.065	1825	1	0.05%	0.02	0.5	0.28	4.13	14.79	2.8	0.9
	2385	19	1.714	560	1	0.18%	0.02	0.5	0.12	3.43	29.78	2.0	0.9
	3597	18	1.417	1212	1	0.08%	0.02	0.5	0.21	2.83	13.80	1.3	0.9
S.S Tembelang	679	18	0.699	679	1	0.15%	0.02	0.5	0.13	1.40	10.51	4.1	0.3
	2300	17	0.533	2300	1	0.04%	0.02	0.5	0.33	1.07	3.21	1.9	0.4
S.S Tegalwulung	694	19.6	3.635	694	0.4	0.06%	0.02	0.5	0.27	7.27	27.05	4.4	1.1
	1744	19	2.435	1050	1	0.10%	0.02	0.5	0.18	4.87	26.40	2.2	1.1
	3075	18	1.953	1331	1	0.08%	0.02	0.5	0.22	3.91	17.73	2.5	0.9
	4560	17	0.881	1485	1	0.07%	0.02	0.5	0.24	1.76	7.36	1.7	0.6
	6492	16	0.705	1932	1	0.05%	0.02	0.5	0.29	1.41	4.84	1.2	0.6
S.S Kendawa	1914	19	8.914	1914	1	0.05%	0.02	0.5	0.29	17.83	61.61	7.1	1.7
	3364	18	8.583	1450	1	0.07%	0.02	0.5	0.23	17.17	73.05	7.5	1.6
	5405	17.5	7.973	2041	0.5	0.02%	0.02	0.5	0.51	15.95	31.22	6.8	1.6
S.S Krasak	2050	17.7	2.767	2050	0.3	0.01%	0.02	0.5	0.75	5.53	7.36	3.5	1.0
	2944	16	2.560	894	2	0.22%	0.02	0.5	0.10	5.12	52.66	3.1	1.0
	4005	14	2.049	1061	2	0.19%	0.02	0.5	0.11	4.10	37.07	3.5	0.8
	4627	10	1.660	622	2	0.32%	0.02	0.5	0.07	3.32	44.82	2.5	0.8
	5272	8	1.487	645	2	0.31%	0.02	0.5	0.08	2.97	39.09	2.1	0.8

Universitas Indonesia

Saluran	Jarak (m)	Elevasi	Q _{total} (m ³ /s)	L (m)	H (m)	S	n	V (m/s)	R (m)	A (m ²)	P (m)	Dimensi Perhitungan	
												B(m)	Y (m)
S.S Wangandalem	2050	17	2.786	2050	1	0.05%	0.02	0.5	0.30	5.57	18.29	4.4	0.9
	3635	15	2.636	1585	2	0.13%	0.02	0.5	0.15	5.27	35.30	4.1	0.9
	5520	14	2.346	1885	1	0.05%	0.02	0.5	0.29	4.69	16.40	4.3	0.8
	6105	13	1.947	585	1	0.17%	0.02	0.5	0.12	3.89	32.74	3.3	0.8
	6617	11	1.810	512	2	0.39%	0.02	0.5	0.06	3.62	56.55	2.9	0.8
	7700	9	1.510	1083	2	0.18%	0.02	0.5	0.11	3.02	26.90	2.9	0.7
	8775	7	1.315	1075	2	0.19%	0.02	0.5	0.11	2.63	23.56	3.2	0.6
	9575	5	0.396	800	2	0.25%	0.02	0.5	0.09	0.79	8.85	2.0	0.3
10650	3	0.000	1075	2	0.19%	0.02	0.5	0.11	0.00	0.00	0.0	0.0	
S.S Wanganbui	1030	17	2.419	1030	1	0.10%	0.02	0.5	0.18	4.84	26.61	2.8	1.0
	2562	15	2.084	1532	2	0.13%	0.02	0.5	0.15	4.17	28.63	2.8	0.9
	5060	13	1.947	2498	2	0.08%	0.02	0.5	0.21	3.89	18.53	2.5	0.9
	5460	12	1.778	400	1	0.25%	0.02	0.5	0.09	3.56	39.75	3.2	0.8
	6236	11	1.743	776	1	0.13%	0.02	0.5	0.15	3.49	23.71	3.1	0.8
	7236	9	1.545	1000	2	0.20%	0.02	0.5	0.11	3.09	29.22	3.0	0.7
	7736	8	1.369	500	1	0.20%	0.02	0.5	0.11	2.74	25.90	2.5	0.7
	8877	7	1.321	1141	1	0.09%	0.02	0.5	0.20	2.64	13.46	2.4	0.7
9676	6.5	1.222	799	0.5	0.06%	0.02	0.5	0.25	2.44	9.67	2.1	0.7	
S.S Cimohong	659	19	13.574	659	1	0.15%	0.02	0.5	0.13	27.15	208.73	25.1	1.0
	1887	18	13.370	1228	1	0.08%	0.02	0.5	0.21	26.74	128.90	16.3	1.4
	2600	17	13.220	713	1	0.14%	0.02	0.5	0.14	26.44	191.62	5.0	2.6

Lampiran 5 Perhitungan Dimensi Saluran Suplesi Untuk Lahan pertanian Bawang Merah

Saluran	Jarak (m)	Elevasi	Q _{total} (m ³ /s)	L (m)	H (m)	S	n	V (m/s)	R (m)	A (m ²)	P (m)	Dimensi Perhitungan	
												B(m)	Y (m)
S.S Bulakparen	516	11	7.105	516	1	0.19%	0.02	0.5	0.11	14.21	131.25	4.3	1.8
	2000	10	6.495	1484	1	0.07%	0.02	0.5	0.24	12.99	54.33	3.6	1.8
	3392	9	5.091	1392	1	0.07%	0.02	0.5	0.23	10.18	44.68	2.1	1.8
	5685	8	4.382	2293	1	0.04%	0.02	0.5	0.33	8.76	26.45	1.3	1.8
S.S Rancawuluh	1390	14	3.782	1390	1	0.07%	0.02	0.5	0.23	7.56	33.23	3.9	1.2
	3095	13.5	2.860	1705	0.5	0.03%	0.02	0.5	0.45	5.72	12.82	2.4	1.2
	3969	13	2.199	874	0.5	0.06%	0.02	0.5	0.27	4.40	16.27	2.4	1.0
	4458	12	1.765	489	1	0.20%	0.02	0.5	0.10	3.53	33.95	2.1	0.9
	4490	11.7	1.487	32	0.3	0.94%	0.02	0.5	0.03	2.97	89.62	2.1	0.8
	6041	11.5	0.747	1551	0.2	0.01%	0.02	0.5	0.83	1.49	1.81	1.3	0.6
S.S Kluwut	2391	8	0.600	2391	1	0.04%	0.02	0.5	0.34	1.20	3.51	0.8	0.6
S.S Pulogading	985	13.5	14.899	985	0.5	0.05%	0.02	0.5	0.30	29.80	100.77	5.6	2.7
	2284	13	14.382	1299	0.5	0.04%	0.02	0.5	0.36	28.76	79.04	5.3	2.7
	3493	12	13.906	1209	1	0.08%	0.02	0.5	0.21	27.81	135.65	4.9	2.7
	4484	11	13.389	991	1	0.10%	0.02	0.5	0.18	26.78	151.61	5.1	2.6
S.S Petunjungan	386	11.2	2.873	386	0.5	0.13%	0.02	0.5	0.15	5.75	39.23	3.0	1.1
	1740	11	2.445	1354	0.2	0.01%	0.02	0.5	0.75	4.89	6.55	2.2	1.1
	3061	10.7	1.286	1321	0.3	0.02%	0.02	0.5	0.54	2.57	4.76	2.3	0.7
	4288	10.4	0.709	1227	0.3	0.02%	0.02	0.5	0.51	1.42	2.77	1.2	0.6

Lampiran 5 Perhitungan Dimensi Saluran Suplesi Untuk Lahan pertanian Padi

Saluran	Jarak (m)	Elevasi	Q _{total} (m ³ /s)	L (m)	H (m)	S	n	V (m/s)	R (m)	A (m ²)	P (m)	Dimensi Perhitungan	
												B (m)	Y (m)
Saluran Induk Pemali	0	29.9											
	1500	29	121.796	1500	0.9	0.06%	0.02	0.5	0.26	243.59	933.85	11.7	8.5
	5800	26.5	121.582	4300	2.5	0.06%	0.02	0.5	0.27	243.16	910.44	11.6	8.5
	8550	25	121.064	2750	1.5	0.05%	0.02	0.5	0.28	242.13	864.20	11.5	8.5
S.S. Gegerkunci	1314	24	5.319	1314	1	0.08%	0.02	0.5	0.22	10.64	48.74	2.9	1.7
	2850	23	3.567	1536	1	0.07%	0.02	0.5	0.25	7.13	29.08	2.3	1.4
	3927	22	1.696	1077	1	0.09%	0.02	0.5	0.19	3.39	18.04	2.0	0.9
	5830	21	0.827	5830	1	0.02%	0.02	0.5	0.67	1.65	2.48	1.0	0.7
S.S Cenang	783	21	1.041	783	2	0.26%	0.02	0.5	0.09	2.08	23.65	1.0	0.8
S.S Pemali kiri	2279	23	88.924	2279	1	0.04%	0.02	0.5	0.33	177.85	539.19	13.7	6.6
	4050	22	88.672	1771	1	0.06%	0.02	0.5	0.27	177.34	649.61	13.7	6.6
	6198	21.5	87.665	2148	0.5	0.02%	0.02	0.5	0.53	175.33	330.41	14.3	6.5
	6689	21	87.340	6689	0.5	0.01%	0.02	0.5	1.24	174.68	140.43	14.5	6.4
	7672	20.5	26.243	7672	0.5	0.01%	0.02	0.5	1.38	52.49	38.07	6.8	3.7
	8818	20	25.947	1146	0.5	0.04%	0.02	0.5	0.33	51.89	156.66	6.6	3.7
	10540	19.8	25.339	1722	0.2	0.01%	0.02	0.5	0.89	50.68	56.70	6.3	3.7
	11830	19.5	24.718	11830	0.3	0.00%	0.02	0.5	2.80	49.44	17.67	6.0	3.7
	12630	19.4	22.564	12630	0.1	0.00%	0.02	0.5	6.70	45.13	6.74	4.8	3.7
	13688	19.3	20.637	1058	0.1	0.01%	0.02	0.5	1.04	41.27	39.56	3.8	3.7

No	Saluran	Jarak (m)	Elevasi	Q ^{total} (m ³ /s)	L (m)	H (m)	S	n	V (m/s)	R (m)	A (m ²)	P (m)	Dimensi Perhitungan	
													B(m)	Y (m)
19	S.S Bulakelor	1368	20	1.619	1368	2	0.15%	0.02	0.5	0.13	3.24	24.21	1.8	0.9
20		2516	19	1.233	1148	1	0.09%	0.02	0.5	0.20	2.47	12.51	1.5	0.8
21		3290	18	0.848	774	1	0.13%	0.02	0.5	0.15	1.70	11.56	1.0	0.7
22	S.S Luwunggedhe	1353	20	1.212	1353	1	0.07%	0.02	0.5	0.22	2.42	10.87	1.4	0.8
23		2895	19	0.707	1542	1	0.06%	0.02	0.5	0.25	1.41	5.74	1.8	0.5
24	S.S. Ramin	1908	20	1.169	1908	1	0.05%	0.02	0.5	0.29	2.34	8.10	1.3	0.8
25	S.S Kedungbokor	435	15	1.567	435	1	0.23%	0.02	0.5	0.10	3.13	32.91	2.3	0.8
26		1130	14	0.630	695	2	0.29%	0.02	0.5	0.08	1.26	15.64	1.5	0.5
27	S.S Blewah	740	20	5.173	740	1	0.14%	0.02	0.5	0.14	10.35	72.92	3.9	1.5
28		2066	19	4.038	1326	1	0.08%	0.02	0.5	0.22	8.08	36.76	3.6	1.3
29		3762	18	0.797	1696	1	0.06%	0.02	0.5	0.26	1.59	6.03	1.8	0.6
30	S.S Sikancil	670	16	2.480	670	1	0.15%	0.02	0.5	0.13	4.96	37.66	4.6	0.8
31		1461	15	1.816	791	1	0.13%	0.02	0.5	0.15	3.63	24.35	2.2	0.9
32		2280	14.5	1.529	819	0.5	0.06%	0.02	0.5	0.26	3.06	11.88	1.6	0.9
33		2640	14	1.456	2640	0.5	0.02%	0.02	0.5	0.62	2.91	4.70	1.4	0.9
34		3708	13	0.861	3708	1	0.03%	0.02	0.5	0.48	1.72	3.62	1.7	0.6

No	Saluran	Jarak (m)	Elevasi	Q _{total} (m ³ /s)	L (m)	H (m)	S	n	V (m/s)	R (m)	A (m ²)	P (m)	Dimensi Perhitungan	
													B (m)	Y (m)
35	S.S Sawojajar	890	18	59.932	890	1	0.11%	0.02	0.5	0.16	119.86	735.61	12.0	5.3
36		1364	16	54.421	474	2	0.42%	0.02	0.5	0.06	108.84	1801.91	11.8	5.0
37		2778	14.5	54.074	1414	1.5	0.11%	0.02	0.5	0.17	108.15	635.70	11.6	5.0
38		4050	14	33.720	1272	0.5	0.04%	0.02	0.5	0.36	67.44	188.27	8.9	4.0
39		5150	13	32.692	1100	1	0.09%	0.02	0.5	0.19	65.38	342.31	9.0	3.9
40		6725	12.5	24.637	1575	0.5	0.03%	0.02	0.5	0.42	49.27	117.19	9.0	3.2
41		8420	12	23.669	1695	0.5	0.03%	0.02	0.5	0.44	47.34	106.55	8.4	3.2
42		9912	11.5	22.842	1492	0.5	0.03%	0.02	0.5	0.40	45.68	113.15	7.9	3.2
43		11900	11	21.879	1988	0.5	0.03%	0.02	0.5	0.50	43.76	87.39	7.3	3.2
44		13400	10	19.575	1500	1	0.07%	0.02	0.5	0.24	39.15	162.43	5.8	3.2
45		14950	9	15.344	1550	1	0.06%	0.02	0.5	0.25	30.69	124.23	3.2	3.2
46		15750	8	14.303	800	1	0.13%	0.02	0.5	0.15	28.61	190.17	3.5	3.0
47		16350	7.5	11.520	600	0.5	0.08%	0.02	0.5	0.20	23.04	113.00	4.2	2.5
48		17630	7	9.927	1280	0.5	0.04%	0.02	0.5	0.36	19.85	55.16	4.6	2.2
49		18250	6.8	9.747	620	0.2	0.03%	0.02	0.5	0.42	19.49	46.92	4.5	2.2
50		19070	6.5	7.931	820	0.3	0.04%	0.02	0.5	0.38	15.86	41.96	2.8	2.2
51		20118	6	5.743	1048	0.5	0.05%	0.02	0.5	0.31	11.49	37.08	2.2	1.9
52		20687	5.5	3.353	569	0.5	0.09%	0.02	0.5	0.20	6.71	34.23	1.5	1.5
53		22590	5	1.178	1903	0.5	0.03%	0.02	0.5	0.48	2.36	4.86	1.3	0.8
54		23220	4	1.135	630	1	0.16%	0.02	0.5	0.13	2.27	18.05	1.2	0.8
55	24143	3	0.141	923	1	0.11%	0.02	0.5	0.17	0.28	1.69	-0.4	0.5	
56	25010	2.7	0.034	867	0.3	0.03%	0.02	0.5	0.39	0.07	0.17	0.5	0.1	

Saluran	Jarak (m)	Elevasi	Q _{total} (m ³ /s)	L (m)	H (m)	S	n	V (m/s)	R (m)	A (m ²)	P (m)	Dimensi Perhitungan	
												B (m)	Y (m)
S.S Pakijangan	2200	9	2.694	2200	1	0.05%	0.02	0.5	0.32	5.39	16.77	2.1	1.2
	3274	8	2.171	1074	1	0.09%	0.02	0.5	0.19	4.34	23.15	1.7	1.1
	5000	7	2.008	1726	1	0.06%	0.02	0.5	0.27	4.02	15.00	1.5	1.1
S.S Dukuhringin	2141	10	1.216	2141	1	0.05%	0.02	0.5	0.31	2.43	7.73	2.1	0.7
S.S Bangsri	1400	18	1.075	1400	1	0.07%	0.02	0.5	0.23	2.15	9.39	1.1	0.8
S.S Sigentong	950	6	1.268	950	1	0.11%	0.02	0.5	0.17	2.54	14.82	1.6	0.8
S.S Sibajag	1950	5	1.931	1950	1	0.05%	0.02	0.5	0.29	3.86	13.16	1.9	1.0
S.S Tegalgandu	1700	9	1.546	1700	1	0.06%	0.02	0.5	0.26	3.09	11.68	1.1	1.0
S.S Wanasari	600	12	7.297	600	1	0.17%	0.02	0.5	0.12	14.59	120.39	4.5	1.8
	1689	11	6.115	1089	1	0.09%	0.02	0.5	0.19	12.23	64.52	3.2	1.8
	3540	10	5.905	1851	1	0.05%	0.02	0.5	0.28	11.81	41.85	3.0	1.8
	5321	9	3.649	1781	1	0.06%	0.02	0.5	0.27	7.30	26.62	1.9	1.5
	6864	8	2.351	1543	1	0.06%	0.02	0.5	0.25	4.70	19.10	2.1	1.1
	10439	7	0.779	3575	1	0.03%	0.02	0.5	0.46	1.56	3.37	2.1	0.5
S.S Pemali Kanan	1818	24.5	26.191	1818	0.5	0.03%	0.02	0.5	0.47	52.38	111.87	14.9	2.6
	2800	24.3	25.754	982	0.2	0.02%	0.02	0.5	0.59	51.51	87.82	9.7	3.2
	3500	23	25.459	700	1.3	0.19%	0.02	0.5	0.11	50.92	455.52	9.5	3.2
	5060	22.5	24.650	1560	0.5	0.03%	0.02	0.5	0.42	49.30	118.09	9.0	3.2
	6498	22	22.924	1438	0.5	0.03%	0.02	0.5	0.39	45.85	116.74	9.3	3.0
	7778	21.5	21.249	1280	0.5	0.04%	0.02	0.5	0.36	42.50	118.09	8.2	3.0
	7905	21	17.935	127	0.5	0.39%	0.02	0.5	0.06	35.87	563.77	6.0	3.0
	9097	20.5	17.746	1192	0.5	0.04%	0.02	0.5	0.34	35.49	104.03	8.5	2.6

No	Saluran	Jarak (m)	Elevasi	Q _{total} (m ³ /s)	L (m)	H (m)	S	n	V (m/s)	R (m)	A (m ²)	P (m)	Dimensi Perhitungan	
													B (m)	Y (m)
82	S.S Payung	951	22	1.152	951	1	0.11%	0.02	0.5	0.17	2.30	13.45	1.3	0.8
83	S.S. Wanatawang	1400	22	1.079	1400	1	0.07%	0.02	0.5	0.23	2.16	9.43	1.1	0.8
84	S.S Pamengger	1850	21	1.032	1850	1	0.05%	0.02	0.5	0.28	2.06	7.32	2.2	0.6
85	S.S. Bojong	1825	20	2.771	1825	1	0.05%	0.02	0.5	0.28	5.54	19.85	2.2	1.2
86		2385	19	2.300	560	1	0.18%	0.02	0.5	0.12	4.60	39.95	2.6	1.0
87		3597	18	1.901	1212	1	0.08%	0.02	0.5	0.21	3.80	18.51	2.4	0.9
88	S.S Tembelang	679	18	0.938	679	1	0.15%	0.02	0.5	0.13	1.88	14.10	1.9	0.6
89		2300	17	0.715	2300	1	0.04%	0.02	0.5	0.33	1.43	4.31	1.9	0.5
90	S.S Tegalwulung	694	19.6	4.878	694	0.4	0.06%	0.02	0.5	0.27	9.76	36.29	2.9	1.6
91		1744	19	3.267	1050	1	0.10%	0.02	0.5	0.18	6.53	35.43	3.0	1.2
92		3075	18	2.621	1331	1	0.08%	0.02	0.5	0.22	5.24	23.79	2.6	1.1
93		4560	17	1.182	1485	1	0.07%	0.02	0.5	0.24	2.36	9.88	2.0	0.7
94		6492	16	0.946	1932	1	0.05%	0.02	0.5	0.29	1.89	6.50	2.0	0.6
95	S.S Kendawa	1914	19	11.961	1914	1	0.05%	0.02	0.5	0.29	23.92	82.67	7.2	2.1
96		3364	18	11.515	1450	1	0.07%	0.02	0.5	0.23	23.03	98.01	7.5	2.0
97		5405	17.5	10.697	2041	0.5	0.02%	0.02	0.5	0.51	21.39	41.89	7.5	1.9
98	S.S Krasak	2050	17.7	3.713	2050	0.3	0.01%	0.02	0.5	0.75	7.43	9.88	3.8	1.2
99		2944	16	3.434	894	2	0.22%	0.02	0.5	0.10	6.87	70.66	4.0	1.1
100		4005	14	2.749	1061	2	0.19%	0.02	0.5	0.11	5.50	49.74	3.5	1.0
101		4627	10	2.227	622	2	0.32%	0.02	0.5	0.07	4.45	60.14	4.0	0.8
102		5272	8	1.996	645	2	0.31%	0.02	0.5	0.08	3.99	52.45	3.4	0.8

No	Saluran	Jarak (m)	Elevasi	Q ^{total} (m ³ /s)	L (m)	H (m)	S	n	V (m/s)	R (m)	A (m ²)	P (m)	Dimensi Perhitungan	
													B(m)	Y (m)
106	S.S Wangandalem	2050	17	3.739	2050	1	0.05%	0.02	0.5	0.30	7.48	24.54	4.6	1.1
107		3635	15	3.537	1585	2	0.13%	0.02	0.5	0.15	7.07	47.36	4.2	1.1
108		5520	14	3.148	1885	1	0.05%	0.02	0.5	0.29	6.30	22.01	4.3	1.0
109		6105	13	2.612	585	1	0.17%	0.02	0.5	0.12	5.22	43.92	3.2	1.0
110		6617	11	2.428	512	2	0.39%	0.02	0.5	0.06	4.86	75.88	2.9	1.0
111		7700	9	2.026	1083	2	0.18%	0.02	0.5	0.11	4.05	36.09	2.7	0.9
112		8775	7	1.764	1075	2	0.19%	0.02	0.5	0.11	3.53	31.61	2.8	0.8
113		9575	5	0.531	800	2	0.25%	0.02	0.5	0.09	1.06	11.87	2.9	0.3
114		10650	3	0.000	1075	2	0.19%	0.02	0.5	0.11	0.00	0.00	0.0	0.0
115		S.S Wanganbui	1030	17	3.246	1030	1	0.10%	0.02	0.5	0.18	6.49	35.71	3.0
116	2562		15	2.796	1532	2	0.13%	0.02	0.5	0.15	5.59	38.41	2.9	1.1
117	5060		13	2.612	2498	2	0.08%	0.02	0.5	0.21	5.22	24.87	2.5	1.1
118	5460		12	2.385	400	1	0.25%	0.02	0.5	0.09	4.77	53.34	2.8	1.0
119	6236		11	2.338	776	1	0.13%	0.02	0.5	0.15	4.68	31.81	3.4	0.9
120	7236		9	2.073	1000	2	0.20%	0.02	0.5	0.11	4.15	39.20	2.8	0.9
121	7736		8	1.837	500	1	0.20%	0.02	0.5	0.11	3.67	34.75	3.0	0.8
122	8877		7	1.773	1141	1	0.09%	0.02	0.5	0.20	3.55	18.06	2.8	0.8
123	9676		6.5	1.640	799	0.5	0.06%	0.02	0.5	0.25	3.28	12.98	3.3	0.7
124	S.S Cimohong	659	19	18.213	659	1	0.15%	0.02	0.5	0.13	36.43	280.06	5.0	3.2
125		1887	18	17.939	1228	1	0.08%	0.02	0.5	0.21	35.88	172.95	4.8	3.2
126		2600	17	17.738	713	1	0.14%	0.02	0.5	0.14	35.48	257.11	4.7	3.2
127		3688	16	17.369	1088	1	0.09%	0.02	0.5	0.19	34.74	183.38	5.0	3.1

No	Saluran	Jarak (m)	Elevasi	Q _{total} (m ³ /s)	L (m)	H (m)	S	n	V (m/s)	R (m)	A (m ²)	P (m)	Dimensi Perhitungan	
													B(m)	Y (m)
135	S.S Bulakparen	516	11	9.533	516	1	0.19%	0.02	0.5	0.11	19.07	176.10	7.0	1.8
136		2000	10	8.715	1484	1	0.07%	0.02	0.5	0.24	17.43	72.90	2.5	2.4
137		3392	9	6.830	1392	1	0.07%	0.02	0.5	0.23	13.66	59.94	2.3	2.1
138		5685	8	5.880	2293	1	0.04%	0.02	0.5	0.33	11.76	35.49	1.9	2.0
139	S.S Rancawuluh	1390	14	5.075	1390	1	0.07%	0.02	0.5	0.23	10.15	44.58	3.8	1.5
140		3095	13.5	3.837	1705	0.5	0.03%	0.02	0.5	0.45	7.67	17.20	2.1	1.5
141		3969	13	2.951	874	0.5	0.06%	0.02	0.5	0.27	5.90	21.83	2.5	1.2
142		4458	12	2.368	489	1	0.20%	0.02	0.5	0.10	4.74	45.55	2.1	1.1
143		4490	11.7	1.996	32	0.3	0.94%	0.02	0.5	0.03	3.99	120.25	1.4	1.1
144	6041	11.5	1.002	1551	0.2	0.01%	0.02	0.5	0.83	2.00	2.43	0.9	0.8	
145	S.S Kluwut	2391	8	0.805	2391	1	0.04%	0.02	0.5	0.34	1.61	4.71	0.9	0.7
146	S.S Pulogading	985	13.5	19.990	985	0.5	0.05%	0.02	0.5	0.30	39.98	135.21	6.1	3.2
147		2284	13	19.297	1299	0.5	0.04%	0.02	0.5	0.36	38.59	106.05	5.7	3.2
148		3493	12	18.658	1209	1	0.08%	0.02	0.5	0.21	37.32	182.01	5.8	3.1
149		4484	11	17.965	991	1	0.10%	0.02	0.5	0.18	35.93	203.42	5.4	3.1
162	S.S Petunjungan	386	11.2	3.854	386	0.5	0.13%	0.02	0.5	0.15	7.71	52.63	2.7	1.4
163		1740	11	3.280	1354	0.2	0.01%	0.02	0.5	0.75	6.56	8.79	2.4	1.3
164		3061	10.7	1.726	1321	0.3	0.02%	0.02	0.5	0.54	3.45	6.39	2.0	0.9
165		4288	10.4	0.951	1227	0.3	0.02%	0.02	0.5	0.51	1.90	3.72	1.3	0.7

Lampiran 6 Perbandingan Dimensi Eksisting dengan Dimensi Usulan

No	Saluran	Jarak (m)	Perhitungan Dimensi untuk Bawang Merah		Perhitungan Dimensi untuk Padi		Dimensi Eksisting	
			B(m)	Y (m)	B(m)	Y (m)	B(m)	Y (m)
		0						
1	Saluran Induk Pemali	1500	12.5	6.9	11.7	8.5	12.0	3.5
2		5800	12.5	6.9	11.6	8.5	12.0	3.5
3		8550	12.4	6.9	11.5	8.5	10.0	2.2
4	S.S. Gegerkunci	1314	2.9	1.4	2.9	1.7	3.0	0.5
5		2850	2.0	1.2	2.3	1.4	2.3	0.7
6		3927	1.6	0.8	2.0	0.9	2.0	0.6
7		5830	0.9	0.6	1.0	0.7	1.0	0.4
9	S.S Cenang	783	0.8	0.7	1.0	0.8	0.6	0.7
10	S.S Pemali kiri	2279	13.7	5.4	13.7	6.6	14.0	2.3
11		4050	13.7	5.4	13.7	6.6	0.0	0.0
8		6198	13.4	5.4	14.3	6.5	15.0	1.9
12		6689	13.3	5.4	14.5	6.4	15.0	1.9
13		7672	6.4	3.1	6.8	3.7	7.0	1.4
14		8818	6.3	3.1	6.6	3.7	6.5	1.5
15		10540	6.0	3.1	6.3	3.7	6.0	1.4
16		11830	5.7	3.1	6.0	3.7	6.0	1.2
17		12630	4.6	3.1	4.8	3.7	5.5	1.2
18		13688	3.7	3.1	3.8	3.7	5.5	1.2

Lampiran 6 Perbandingan Dimensi Eksisting dengan Dimensi Usulan (lanjutan)

No	Saluran	Jarak (m)	Perhitungan Dimensi untuk Bawang Merah		Perhitungan Dimensi untuk Padi		Dimensi Eksisting	
			B(m)	Y (m)	B(m)	Y (m)	B(m)	Y (m)
19	S.S Bulakelor	1368	2.0	0.7	1.8	0.9	2.0	0.6
20		2516	1.5	0.7	1.5	0.8	1.7	0.6
21		3290	1.2	0.6	1.0	0.7	1.4	0.4
22	S.S Luwunggedhe	1353	1.8	0.6	1.4	0.8	1.7	0.5
23		2895	1.1	0.5	1.8	0.5	1.7	0.5
24	S.S. Ramin	1908	1.7	0.6	1.3	0.8	1.5	0.4
25	S.S Kedungbokor	435	1.3	0.8	2.3	0.8	1.5	0.5
26		1130	0.9	0.5	1.5	0.5	0.0	0.0
27	S.S Blewah	740	4.8	1.1	3.9	1.5	4.5	0.9
28		2066	4.0	1.0	3.6	1.3	4.0	0.7
29		3762	1.4	0.5	1.8	0.6	2.0	0.4
30	S.S Sikancil	670	2.3	0.9	4.6	0.8	2.5	0.6
31		1461	2.5	0.7	2.2	0.9	2.5	0.6
32		2280	1.9	0.7	1.6	0.9	2.0	0.5
33		2640	1.7	0.7	1.4	0.9	2.0	0.5
34		3708	1.6	0.5	1.7	0.6	1.5	0.4

Lampiran 6 Perbandingan Dimensi Eksisting dengan Dimensi Usulan (lanjutan)

No	Saluran	Jarak (m)	Perhitungan Dimensi untuk Bawang Merah		Perhitungan Dimensi untuk Padi		Dimensi Eksisting	
			B(m)	Y (m)	B(m)	Y (m)	B(m)	Y (m)
35	S.S Sawojajar	890	12.2	4.3	12.0	5.3	12.0	1.2
36		1364	10.3	4.3	11.8	5.0	12.0	1.2
37		2778	10.8	4.2	11.6	5.0	11.0	1.5
38		4050	10.0	3.1	8.9	4.0	10.0	1.8
39		5150	8.8	3.2	9.0	3.9	9.0	1.2
40		6725	8.9	2.6	9.0	3.2	9.0	1.4
41		8420	8.4	2.6	8.4	3.2	8.5	1.4
42		9912	7.9	2.6	7.9	3.2	8.0	1.5
43		11900	7.3	2.6	7.3	3.2	6.0	1.2
44		13400	6.0	2.6	5.8	3.2	6.0	1.3
45		14950	6.0	2.2	3.2	3.2	6.0	1.4
46		15750	5.3	2.2	3.5	3.0	5.0	1.2
47		16350	4.0	2.1	4.2	2.5	4.0	1.4
48		17630	4.0	1.9	4.6	2.2	4.5	1.3
49		18250	3.8	1.9	4.5	2.2	4.5	1.2
50		19070	2.4	1.9	2.8	2.2	3.8	1.0
51		20118	2.7	1.5	2.2	1.9	3.0	0.8
52		20687	1.8	1.2	1.5	1.5	2.0	0.8
53	22590	1.1	0.7	1.3	0.8	1.6	0.7	
54	23220	1.0	0.7	1.2	0.8	1.6	0.7	

Lampiran 6 Perbandingan Dimensi Eksisting dengan Dimensi Usulan (lanjutan)

No	Saluran	Jarak (m)	Perhitungan Dimensi untuk Bawang Merah		Perhitungan Dimensi untuk Padi		Dimensi Eksisting	
			B(m)	Y (m)	B(m)	Y (m)	B(m)	Y (m)
57	S.S Pakijangan	2200	2.0	1.0	2.1	1.2	2.0	1.2
58		3274	1.8	0.9	1.7	1.1	2.0	0.8
59		5000	1.5	0.9	1.5	1.1	2.0	0.7
60	S.S Dukuhringin	2141	1.8	0.6	2.1	0.7	2.0	0.4
61	S.S Bangsri	1400	1.5	0.6	1.1	0.8	1.4	0.6
62	S.S Sigentong	950	1.9	0.6	1.6	0.8	1.6	0.6
63	S.S Sibajag	1950	2.0	0.8	1.9	1.0	1.7	0.6
64	S.S Tegalgandu	1700	1.3	0.8	1.1	1.0	1.2	0.6
65	S.S Wanasari	600	5.0	1.4	4.5	1.8	5.0	1.1
66		1689	3.7	1.4	3.2	1.8	2.5	1.3
67		3540	3.5	1.4	3.0	1.8	2.5	1.4
68		5321	1.1	1.4	1.9	1.5	2.0	1.0
69		6864	1.5	1.0	2.1	1.1	2.0	0.7
71		10439	0.7	0.6	2.1	0.5	0.7	0.9
72	S.S Pemali Kanan	1818	9.8	2.6	14.9	2.6	10.0	1.2
73		2800	9.6	2.6	9.7	3.2	10.0	1.3
74		3500	9.4	2.6	9.5	3.2	10.0	1.0
75		5060	8.9	2.6	9.0	3.2	0.0	0.0

Lampiran 6 Perbandingan Dimensi Eksisting dengan Dimensi Usulan (lanjutan)

No	Saluran	Jarak (m)	Perhitungan Dimensi untuk Bawang Merah		Perhitungan Dimensi untuk Padi		Dimensi Eksisting	
			B(m)	Y (m)	B(m)	Y (m)	B(m)	Y (m)
82	S.S Payung	951	1.7	0.6	1.3	0.8	1.5	0.4
83	S.S. Wanatawang	1400	1.2	0.7	1.1	0.8	1.0	0.3
84	S.S Pamengger	1850	1.4	0.6	2.2	0.6	2.0	0.5
85	S.S. Bojong	1825	2.8	0.9	2.2	1.2	2.5	0.5
86		2385	2.0	0.9	2.6	1.0	2.5	0.3
87		3597	1.3	0.9	2.4	0.9	2.5	0.5
88	S.S Tembelang	679	4.1	0.3	1.9	0.6	2.0	0.2
89		2300	1.9	0.4	1.9	0.5	2.0	0.2
90	S.S Tegalwulung	694	4.4	1.1	2.9	1.6	3.0	0.6
91		1744	2.2	1.1	3.0	1.2	3.0	0.5
92		3075	2.5	0.9	2.6	1.1	3.0	0.8
93		4560	1.7	0.6	2.0	0.7	2.0	0.5
94		6492	1.2	0.6	2.0	0.6	1.5	0.3
95	S.S Kendawa	1914	7.1	1.7	7.2	2.1	7.5	1.1
96		3364	7.5	1.6	7.5	2.0	7.5	1.1
97		5405	6.8	1.6	7.5	1.9	8.0	1.1
98	S.S Krasak	2050	3.5	1.0	3.8	1.2	4.0	0.6
99		2944	3.1	1.0	4.0	1.1	4.0	0.6
##		4005	3.5	0.8	3.5	1.0	4.0	0.5

Lampiran 6 Perbandingan Dimensi Eksisting dengan Dimensi Usulan (lanjutan)

No	Saluran	Jarak (m)	Perhitungan Dimensi untuk Bawang Merah		Perhitungan Dimensi untuk Padi		Dimensi Eksisting	
			B(m)	Y (m)	B(m)	Y (m)	B(m)	Y (m)
106	S.S Wangandalem	2050	4.4	0.9	4.6	1.1	4.5	0.6
107		3635	4.1	0.9	4.2	1.1	4.5	0.7
108		5520	4.3	0.8	4.3	1.0	4.5	0.6
109		6105	3.3	0.8	3.2	1.0	3.0	0.7
110		6617	2.9	0.8	2.9	1.0	3.0	0.6
112		8775	3.2	0.6	2.8	0.8	3.3	0.6
113		9575	2.0	0.3	2.9	0.3	3.3	0.7
114		10650	0.0	0.0	0.0	0.0	3.3	0.6
115	S.S Wanganbui	1030	2.8	1.0	3.0	1.2	3.0	0.7
116		2562	2.8	0.9	2.9	1.1	3.0	0.7
117		5060	2.5	0.9	2.5	1.1	3.0	0.7
120		7236	3.0	0.7	2.8	0.9	3.3	0.6
121		7736	2.5	0.7	3.0	0.8	3.3	0.6
122		8877	2.4	0.7	2.8	0.8	3.3	0.7
123		9676	2.1	0.7	3.3	0.7	3.3	0.6
124		659	25.1	1.0	5.0	3.2	5.0	1.0
125	S.S Cimohong	1887	16.3	1.4	4.8	3.2	5.0	1.4
126		2600	5.0	2.6	4.7	3.2	5.0	1.1
127		3688	4.8	2.6	5.0	3.1	5.0	0.8
128		4394	4.6	2.6	4.8	3.1	5.0	1.0

Lampiran 6 Perbandingan Dimensi Eksisting dengan Dimensi Usulan (lanjutan)

No	Saluran	Jarak (m)	Perhitungan Dimensi untuk Bawang Merah		Perhitungan Dimensi untuk Padi		Dimensi Eksisting	
			B(m)	Y (m)	B(m)	Y (m)	B(m)	Y (m)
135	S.S Bulakparen	516	4.3	1.8	7.0	1.8	4.5	1.8
136		2000	3.6	1.8	2.5	2.4	2.8	0.8
137		3392	2.1	1.8	2.3	2.1	2.2	0.3
138		5685	1.3	1.8	1.9	2.0	2.2	0.3
139	S.S Rancawuluh	1390	3.9	1.2	3.8	1.5	4.0	0.7
140		3095	2.4	1.2	2.1	1.5	2.5	0.8
141		3969	2.4	1.0	2.5	1.2	2.5	0.8
142		4458	2.1	0.9	2.1	1.1	2.5	0.6
143		4490	2.1	0.8	1.4	1.1	2.0	0.5
144		6041	1.3	0.6	0.9	0.8	0.0	0.0
145	S.S Kluwut	2391	0.8	0.6	0.9	0.7	1.0	0.4
146	S.S Pulogading	985	5.6	2.7	6.1	3.2	6.0	1.4
147		2284	5.3	2.7	5.7	3.2	5.5	1.3
148		3493	4.9	2.7	5.8	3.1	5.0	1.3
149		4484	5.1	2.6	5.4	3.1	5.0	1.0
162	S.S Petunjunan	386	3.0	1.1	2.7	1.4	3.0	0.5
163		1740	2.2	1.1	2.4	1.3	2.7	0.9
164		3061	2.3	0.7	2.0	0.9	2.3	0.5
165		4288	1.2	0.6	1.3	0.7	1.4	0.4