

KOLEKSI	
HABIS/SEMI	
NO. TERIMA :	1 Juni 2001
NO. JUDUL :	02198
NO. N.V. :	02005198001
NO. INDUK :	

LAPORAN TUGAS AKHIR

EFEKTIFITAS DEBIT PENGAMBILAN BENDUNG DRONO

(Studi Kasus dari Bulan Juni 2001 hingga bulan Mei 2002)



Oleh:

Nama : SANTI ARDANIA
 No. Mhs. : 95 310 224
 NIRM. : 9500510131141200221

JURUSAN TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIS SIPIL DAN PERENCANAAN
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 2003

LEMBAR PENGESAHAN

**EFEKTIFITAS DEBIT PENGAMBILAN
BENDUNG DRONO**

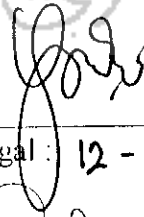
(Studi Kasus dari Bulan Juni 2001 hingga bulan Mei 2002)




Nama : SANTI ARDANIA
No. Mhs. : 95 310 224
NIRM. : 9500510131141200221

Telah diperiksa dan disetujui

Ir. Bambang Sulistiono, MSCE.
Dosen Pembimbing I


Tanggal : 12 - 03 - 2004

Ir. Sri Amini Yuni Astuti, MT.
Dosen Pembimbing II


Tanggal : 12 - 03 - 2004

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim:

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillahirobbil'alamin, akhirnya Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Walaupun bukan sesuatu yang luar biasa tapi diharapkan apa yang ada di dalam tulisan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi orang-orang yang tertarik di dalam menambah dan mengembangkan ilmu pengetahuan pada dirinya. Dalam buku ini penyusun berusaha untuk semaksimal mungkin menyajikan kajian berdasarkan data-data yang ada.

Terima kasih kepada kedua orang tua, ayah dan ibuku yang selalu mendukungu selama menuntut ilmu baik di bangku kampus maupun di luar kampus. Untuk adik-adikku Tohir, Afif, Aan, Lia, Zezen, Intan, Sukron yang sedikit banyak ikut merasakan repotnya proses penyusunan, terima kasih atas hari-hari yang kita dilewati bersama.

Kepada Bapak Ir. Bambang Sulistiono, MSCE dan Ibu Ir. Sri Amini Yuni Astuti, MT, diucapkan terima kasih yang tak terhingga. Kesabaran dan keikhlasan hati Bapak dan Ibu dalam membimbing penyusunan tugas akhir semoga menjadi sesuatu amal tersendiri, hanya Allah semata yang dapat memberikan balasan atas kesabaran dan keikhlasan tersebut.

Tugas akhir ini selesai tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penyusun mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Bp. Ir. Widodo, MSCE, Ph.D, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

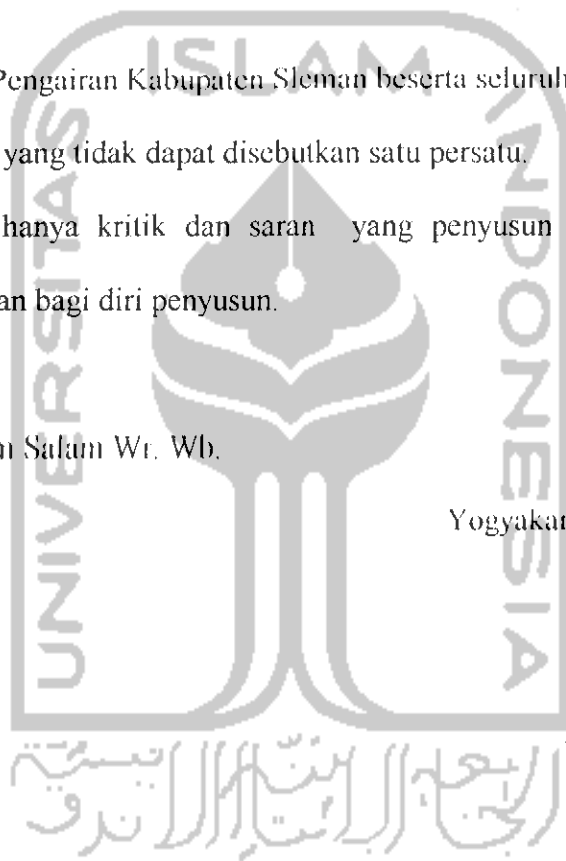
2. Bp. Ir. Munadhir, MS, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
3. Para staf dan karyawan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
4. Kepala Balai Progo Opak Oyo Daerah Istimewa Yogyakarta beserta seluruh stafnya.
5. Kepala Dinas Pengairan Kabupaten Sleman beserta seluruh staf,
6. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Akhirnya, hanya kritik dan saran yang penyusun harapkan untuk lebih menambah wawasan bagi diri penyusun.

Wa'alaikum Salam Wt. Wb.

Yogyakarta, November 2003

Penyusun



DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Halaman Pengesahan	ii
Kata Pengantar	iii
Daftar Isi	v
Daftar Tabel	vii
Daftar Gambar	viii
Daftar Lampiran	ix
Daftar Lambang, Notasi dan Singkatan	x
Intisari	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	2
1.4. Manfaat Penelitian	2
1.5. Batasan Masalah	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Darmawati, 2003	4
2.2. Anita Mardiana Agus Salim, 2002	6
BAB III LANDASAN TEORI	8
3.1. Irigasi dan Jaringan Irigasi	9
3.1.1. Jenis Jaringan Irigasi	11

3.1.2.	Bendung Drono	12
3.2.	Kebutuhan Air Irigasi	12
3.2.1.	Kebutuhan Air selama Penyiapan Lahan	14
3.2.2.	Kebutuhan Air Untuk Tanaman Padi Selama Masa Pemeliharaan	14
3.3.	Efektifitas	21
3.4.	Analisis Frekuensi	22
3.4.1.	Distribusi Peluang	24
3.4.2.	Distribusi Ektrim Tipe III	24
BAB IV	METODE PENELITIAN	29
4.1.	Umum	29
4.2.	Pengambilan Data	29
4.2.1.	Debit terukur	30
4.2.2.	Data Penguapan	31
4.2.3.	Data Curah Hujan	31
4.2.4.	Pola Tanam	32
4.2.5.	Jenis Tanaman	32
4.2.6.	Perkolasi	32
4.2.7.	Penggantian Lapisan Air	34
4.2.8.	Luas Areal yang Dialiri	34
4.3.	Pengolahan Data	34
4.3.1.	Perhitungan Evapotranspirasi Tetap (Eto)	35
4.6.3.	Pengolahan Data Curah Hujan menjadi Data	

Curah Hujan Efektif	36
BAB V PERHITUNGAN KEBUTUHAN DEBIT PENGAMBILAN	38
BAB VI PEMBAHASAN	40
BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN	44
5.1. Kesimpulan	44
5.2. Saran	44
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Permukaan tanah dengan daya infiltrasi tinggi	20
Gambar 2.2. Permukaan tanah dengan daya infiltrasi rendah	20



DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran I.a. Tabel Perhitungan Evapotranspirasi Tetap (Eto) setengah bulanan untuk masing-masing tahun(1992-2001)
- Lampiran I.b. Perhitungan Evapotranspirasi Setengah Bulanan
- Lampiran II.a. Tabel perhitungan Curah Hujan Setengah Bulanan Stasiun Beran Untuk Tiap-Tiap Tahun.
- Lampiran II.b. Perhitungan Koreksi Data
- Lampiran II.c. Perhitungan Curah Hujan Efektif
- Lampiran III. Perhitungan Kebutuhan Air Irigasi di Sawah dan Debit Pengambilan
- Lampiran VI. Peta Lokasi Bendung Drono



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Air merupakan salah satu kebutuhan pokok tanaman. Agar tanaman dapat tumbuh dan berkembang dengan baik sehingga mampu berproduksi secara maksimal, maka air harus baik dalam hal kualitas maupun kuantitasnya. Salah satu cara agar air yang tersedia sesuai dengan kebutuhan, maka dibangun sarana irigasi. Dengan adanya saluran irigasi diharapkan air yang tersedia akan dapat mencukupi kebutuhan. Idealnya air yang masuk ke lahan pertanian adalah sama dengan kebutuhan tanaman.

Salah satu jaringan irigasi yang telah dibangun guna memenuhi kebutuhan air untuk tanaman adalah Bendung Drono. Jumlah debit pengambilan air irigasi dari Bendung Drono yang diperlukan untuk mengairi ditentukan oleh luas areal persawahan. Dari mulai dibangun hingga saat ini, tentunya luas areal persawahan yang diairi oleh bendung tersebut mengalami pengurangan akibat adanya alih fungsi (misalnya untuk perumahan, pabrik/gudang), sehingga kebutuhan airpun menurun. Perlu diketahui apakah debit pengambilan dari Bendung Drono sesuai dengan kebutuhan air di areal persawahan. Untuk mengetahui hal itu maka perlu dilakukan perbandingan antara debit pengambilan yang terjadi dan debit pengambilan yang dibutuhkan dari Bendung Drono. Perbandingan inilah yang nantinya disebut sebagai efektifitas. Dari perhitungan efektifitas tersebut akan diketahui apakah air yang

dialirkan sesuai, kurang ataupun berlebihan dan juga diketahui seberapa besar kekurangan maupun kelebihan air tersebut. Dengan mengetahui kesesuaian pemberian air tersebut, maka akan dapat dilakukan langkah-langkah yang sesuai dengan kondisi efektifitas tersebut. Misalnya jika kekurangan air, maka perlu dilakukan upaya penambahan air sesuai dengan besarnya kekurangan, kemudian jika pemberian air berlebih, maka perlu dilakukan pengurangan, karena air yang tersisa tersebut dapat dimanfaatkan untuk hal-hal lain yang berguna, misalnya perikanan, air minum (dalam hal ini perlu dilakukan penelitian lagi), atau penyiraman taman kota.

1.2. Rumusan Masalah

Berapakah efektifitas debit pengambilam dari Bendung Drono untuk mengairi areal persawahan?

1.3. Tujuan Penelitian

Untuk mengetahui besarnya efektifitas debit pengambilan dari Bendung Drono.

1.4. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang dapat diambil dari hasil penelitian ini adalah seperti tersebut di bawah ini:

1. Sebagai literatur untuk studi/penelitian selanjutnya.
1. Menambah pemahaman dalam hal perencanaan jaringan irigasi.
2. Sebagai pertimbangan dalam melakukan perencanaan jaringan irigasi pada masa yang akan datang.
3. Sebagai pertimbangan untuk menentukan langkah dalam pemanfaatan air pada Bendung Drono.

1.5. Batasan Masalah

Untuk memudahkan penelitian, maka penelitian hanya dibatasi pada beberapa kondisi berikut:

1. Penelitian dilakukan di Bendung Drono (Kali Bedog) yang terletak di Kabupaten Sleman (peta lokasi dapat dilihat pada lampiran VI)
2. Perhitungan efektifitas debit pengambilan dilakukan pada pengambilan bulan Juni 2001 sampai dengan bulan Mei 2002.
3. Perhitungan hujan efektif dilakukan dengan menggunakan rumus yang tercantum dalam Standar Perencanaan Irigasi.
4. Pengolahan data curah hujan menjadi curah hujan setengah bulanan minimum dengan kala ulang lima tahun dihitung dengan menggunakan metode extreme tipe III (extreme type III distribution).
5. Data curah hujan yang digunakan adalah data curah hujan pada satu titik pengamatan dengan panjang data 10 tahun pengamatan.
6. Data penguapan yang digunakan adalah data penguapan pada satu titik pengamatan dengan panjang data 10 tahun pengamatan.
7. Penguapan setengah bulanan dihitung dengan menggunakan rata-rata, dan dianggap cukup mewakili.
8. Perhitungan hanya dilakukan pada tanaman padi.
9. Perhitungan atas dasar tinjauan teoritis kebutuhan air tanpa perubahan sistem pemberian air.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Darmawati, 2003

Dalam laporan tugas akhir yang ditulis oleh Darmawati (2003), yang berjudul “Tinjauan Perkumpulan Petani Pemakai Air (P3A) Dalam Pengelolaan Irigasi (Studi Kasus Daerah Pengamatan Demakijo di Kabupaten Sleman)”, disebutkan daerah Pengamatan Demakijo terdiri dari 7 Kejuron yang terdiri dari 63 Daerah Irigasi (DI). Termasuk salah satu di dalamnya adalah Kejuron Cebongan yang terdiri dari 8 Daerah Irigasi.

Kejuron tersebut dikelola oleh seorang juru pengairan, yang mempunyai tugas sebagai berikut:

1. Melaksanakan pembagian air kepada jaringan irigasi yang ada di wilayah kejuronnya.
2. Menyusun laporan periodik, yang menginformasikan tentang debit air, curah hujan, keadaan tanah, dan hasil tanaman.
3. Membina Pelaksanaan Teknis P3A dalam kegiatan Operasional dan Perawatan (O&P) jaringan irigasi.
4. Membantu perencanaan, persiapan dan pelaksanaan kegiatan O&P jaringan irigasi.
5. Melaksanakan pengamatan, pengendalian dan pengawasan operasi

bendung/pengambilan bebas.

Daerah Pengamatan Demakijo memiliki 50 buah P3A yang terdiri dari 50 daerah irigasi dan tersebar pada 7 kejuron.

Dalam laporan tersebut juga disebutkan bahwa pada pola tanam untuk daerah irigasi Pengamatan Demakijo, pola tanam yang berlaku adalah padi-padi-Palawija dan pada-padi-padi dengan jadwal tanam sebagai berikut:

Tabel 2.1. Tabel Pola Tanam Daerah Kemantren Demakijo

Bulan	Okt.	Nov.	Des.	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	Mei	Juni	Juli	Ags.	Sep.
Bagian Utara Saluran Induk Mataram		Padi				Padi						Palawija
Bagian Selatan Saluran Induk Mataram		Padi				Padi						Padi

Sistem pengambilan dan pembagian air irigasi pada daerah Pengamatan Demakijo menggunakan sistem jaringan irigasi konvensional, dimana penggantian dan pembagaian air diambil dengan menyadap dari sumber air dengan bantuan bangunan sadap seperti bendung untuk selanjutnya dialirkan ke saluran primer, sekunder, tersier dan akhirnya ke saluran-saluran petak sawah, sedangkan jaringan irigasi yang ada pada daerah pengamatan Demakijo adalah jaringan irigasi teknis dan semiteknis dimana status pengelolaan jaringan tersebut terdiri dari Penyerahan Irigasi Kecil (PIK), PU dan Desa.

2.2. Anita Mardiana Agus Salim, 2002

Laporan Tugas Akhirnya yang ditulis oleh Anita "Analisis Pengaruh

Penggunaan Pupuk Terhadap Kualitas Air Irigasi selama Masa Tanam I (Studi Kasus Daerah Irigasi Pijenan, Kabupaten Bantul Daerah Istimewa Yogyakarta) berisi tentang pengaruh pemberian pupuk pada kandungan cat kimia air irigasi. Penelitian dilakukan di Jaringan Irigasi Kebonongan yang dibangun Pemerintah Belanda pada tahun 1924. Pada tahun 1983-1984 Proyek Irigasi Kali Progo membangun bendung Pijenan yang terletak di Kali Bedog, 3 km dari bagian hulu intake Siyangan. Sumber air Irigasi Pijenan ini berasal dari sungai Bedog. Dengan beberapa batasan masalah yang telah ditentukan oleh penulis, maka didapatkan kesimpulan pengaruh pemberian pupuk pada air irigasi sebagai berikut:

1. Berdasarkan kualitas air bersih (Standar Nasional Golongan D dan berdasarkan persyaratan Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 416/MENKES/PER/IX/1990 tanggal 3 September 1990 tentang kualitas air bersih) baik untuk air yang masuk menuju sawah maupun untuk yang keluar dari sawah masih memenuhi syarat.
2. Pupuk mempengaruhi kualitas air. Faktor pemupukan untuk setiap parameter kualitas air dipengaruhi oleh debit air yang mengalir.
3. Berdasarkan hasil analisa pengujian didapatkan bahwa air untuk irigasi baik untuk yang menuju sawah maupun yang keluar dari sawah ada indikasi air tersebut mulai tercemar. Adapun indikator atau tanda air irigasi telah tercemar adalah adanya:
 - a. Nilai DO yang semakin menurun
 - b. Nilai BOD yang semakin besar (meningkat)
 - c. Nilai SS yang semakin meningkat (nilai SS menunjukkan tingkat

kekeruhan air),

- d. Nilai KmnO_4 yang besar (tidak memenuhi persyaratan lagi, jika air tersebut akan dipergunakan untuk keperluan air bersih dan air minum, walaupun nilai KmnO_4 untuk air yang keluar dari sawah menunjukkan penurunan.



BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Irigasi dan Jaringan Irigasi

Irigasi berarti usaha untuk mengatur air bagi keperluan pertanian, termasuk di dalamnya membuang kelebihan air yang tidak dibutuhkan lagi. Jadi yang termasuk dalam pembuatan sarana dan prasarana irigasi adalah pembuatan sarana dan prasarana untuk membagi-bagikan air (bangunan irigasi) dan sarana untuk pembuangan air (bangunan drainasi). Sedangkan jaringan irigasi adalah suatu kesatuan sarana dan prasarana, yang berfungsi untuk mengalirkan dan membagikan air dari suatu sumber ke daerah pertanian.

Tujuan irigasi secara langsung adalah membasahi tanah, agar dicapai suatu kondisi yang baik untuk pertumbuhan tanaman, dalam hubungannya dengan persentase kandungan air dan udara diantara butir-butir tanah. Adapun hal lain yang menunjang usaha pertanian (secara tidak langsung) dengan adanya pemberian air adalah:

1. Mengatur suhu tanah, misalnya pada suhu daerah yang suhunya terlalu tinggi, sehingga tidak sesuai untuk pertumbuhan tanaman, maka suhu tanah dapat diturunkan dengan cara mengalirkan air.
2. Membersihkan tanah, dilakukan pada tanah yang tidak subur akibat adanya racun-racun. Misalnya dengan cara menggenangi tanah untuk

melarutkan racun-racun, setelah itu air genangan dialirkan ke saluran pembuangan.

3. Memberantas hama, sebagai contoh dengan penggenangan maka liang tikus bisa direndam dan tikus keluar, lebih mudah dibunuh.
4. Mempertinggi permukaan air tanah, misalnya dengan perembesan melalui dinding-dinding saluran, permukaan air tanah dapat dipertinggi dan memungkinkan untuk mengambil air melalui akar-akar meskipun permukaan tanah tidak dibasahi.
5. Membersihkan buangan air kota, misal dengan prinsip pengenceran karena tanpa pengenceran, maka air kotor dari kota akan berpengaruh sangat jelek pada pertumbuhan tanaman.
6. Kolmatasi, yaitu menimbun tanah-tanah rendah dengan jalan mengalirkan air berlumpur dan akibat endapan lumpur tanah rendah tersebut menjadi cukup tinggi sehingga genangan yang terjadi selanjutnya tidak terlampau dalam kemudian dimungkinkan adanya usaha pertanian.
7. Memupuk tanah, maksudnya adalah mengalirkan air yang mengandung unsur-unsur hara yang diperlukan untuk kelangsungan hidup tanaman.
8. Mengatur pembagian air. Tidak semua tanaman dalam masa tumbuhnya memerlukan air sama besarnya. Untuk itu perlu diatur pembagian air yang sesuai kebutuhan pada masa pertumbuhannya.

3.1.1 Jenis Jaringan Irigasi

Berdasarkan cara pengaturan, pengukuran aliran air dan kelengkapan fasilitas, jaringan irigasi dapat dibedakan ke dalam tiga jenis/tingkatan, yaitu:

1. Jaringan irigasi sederhana, suatu jaringan irigasi dimana pembagian air tidak diukur atau diatur. Air lebih akan mengalir ke selokan pembuangan. Para pemakai air tergabung dalam suatu kelompok sosial yang sama, dan tidak diperlukan campur tangan pemerintah. Persediaan air biasanya melimpah dan kemiringan antara sedang sampai curam. Jaringan irigasi ini mudah diorganisasi tapi memiliki kelemahan-kelemahan yang serius, yaitu:
 - a. adanya pemborosan air, karena umumnya jaringan ini terletak di daerah yang tinggi, air yang terbuang tidak selalu sampai di daerah rendah yang subur.
 - b. terdapat banyak penyadapan yang memerlukan lebih banyak biaya dari penduduk, karena setiap desa membuat jaringan dan pengambilan sendiri-sendiri.
 - c. karena bangunan pengelaknya bukan bangunan tetap/permanen maka umumnya mungkin pendek.
2. Jaringan irigasi semiteknis adalah jaringan yang telah memiliki bendung di sungai lengkap dengan pengambilan dan bangunan pengukur di bagian hilir. Sistem pembagian air biasanya serupa dengan jaringan irigasi sederhana.
3. Jaringan irigasi teknis adalah jaringan irigasi dimana telah diadakan pemisahan antara jaringan irigasi (yang berfungsi untuk mengairi) dan jaringan pembuang/drainasi (berfungsi untuk membuang air lebih). Jaringan irigasi teknis pada dasarnya terdiri dari bangunan utama, bangunan pembawa dan pembuang dan bangunan pelengkap.

Adapun perbedaan dari ketiga jenis jaringan irigasi tersebut terlihat dari tabel

3.1.

Tabel 3.1. Klasifikasi jaringan irigasi

Uraian	Klasifikasi Jaringan Irigasi		
	Teknis	semiteknis	sederhana
1. Bangunan utama	bangunan permanen	bangunan permanen atau semipermanen	Bangunan sementara
2. Kemampuan bangunan dalam mengukur dan mengatur debit	Baik	Sedang	Jelek
3. Jaringan saluran	saluran irigasi dan pembuang terpisah	saluran irigasi dan pembuang tidak sepenuhnya terpisah	saluran irigasi dan pembuang jadi satu
4. Petak tersier	dikembangkan sepenuhnya	belum dikembangkan atau densitas bangunan tersier jarang	belum ada jaringan terpisah yang dikembangkan
5. Efisiensi secara keseluruhan	50%-60%	40%-50%	~ 40%
6. Luas areal sawah	Tak ada batasan	sampai 2000 ha	tak lebih dari 500 ha

Sumber: Standar Perencanaan Irigasi, Kriteria Perencanaan Bagian Perencanaan Jaringan Irigasi (KP-01)

3.1.2 Bendung Drono

Bendung Drono merupakan bendung kecil, termasuk dalam wilayah pengamatan Kemantren Demakijo, Kemandoran Cebongan. Bendung Drono terletak di Dusun Tridadi, Kabupaten Sleman. Total wilayah yang dialiri saat ini adalah 133

ha, atau sebanding dengan satu petak tersier. Dibangun pada jaman pemerintahan Belanda. Menurut keterangan penduduk bendung ini dibangun pada tahun 1921, kemudian diperbaiki pada tahun 1993/1994. Dan diperbaiki lagi tahun 1997 (penambahan atap bagi pintu bendung).

3.2 Kebutuhan Air Irigasi

Kebutuhan air irigasi adalah jumlah air yang harus diambil dari jaringan irigasi guna memenuhi kebutuhan air, dalam hal ini termasuk air yang hilang selama di perjalanan menuju daerah yang akan diairi. Perhitungan kebutuhan air irigasi mengacu pada “Standar Perencanaan Irigasi”, dalam hal ini Kriteria Perencanaan Bagian Perencanaan Jaringan Irigasi (KA 01) dan Kriteria Perencanaan Irigasi bagian Perencanaan Saluran (KP 03). Standar Perencanaan Irigasi ini dikeluarkan oleh Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Pengairan. Kebutuhan air irigasi dibedakan menjadi dua, yaitu:

1. Kebutuhan Air selama Penyiapan Lahan
2. Kebutuhan Air Untuk Tanaman Padi Selama Masa Pertumbuhan

3.2.1 Kebutuhan Air selama Penyiapan Lahan

Sebelum tanah sawah digunakan untuk menanam padi, maka terlebih dahulu harus diolah/disiapkan. Untuk mendapatkan lahan yang baik guna penanaman, maka harus ada cukup air untuk mengelola lahan. Seperti telah disebut di atas bahwa perhitungan kebutuhan air irigasi (baik selama masa penyiapan lahan maupun selama masa pemeliharaan) dalam penelitian kali ini memakai Standar Perencanaan Irigasi yang , yaitu buku Kriteria Perencanaan Bagian Irigasi (KP 01).

Di dalam KP 01 (lampiran 2) kebutuhan air selama penyiapan lahan dihitung menggunakan rumus yang dikembangkan oleh Van De Goor dan Zijlstra (1968). Metode tersebut didasarkan pada laju air konstan dalam l/dt selama periode penyiapan lahan didapat rumus sebagai berikut:

$$IR = \frac{Me^k}{(e^k - 1)} \quad (3.1)$$

sedangkan

$$M = E_o + P \quad (3.2)$$

dan

$$k = MT/S \quad (3.3)$$

dengan: IR = kebutuhan air irigasi di tingkat persawahan, mm/hari

M = kebutuhan air untuk mengganti/mengkompensasi kehilangan air akibat evaporasi dan perkolasi di sawah yang sudah dijenuhkan, mm/hari

E_o = evaporasi air terbuka yang diambil 1,1 E_t selama penyiapan lahan.

P = perkolasi

T = jangka waktu penyiapan lahan, hari

S = kebutuhan air, untuk penjenuhan ditambah dengan lapisan air 50 mm, yakni $200+50=250$ mm, atau jika tanah dibiarkan bera selama jangka waktu yang lama (2,5 bulan atau lebih) maka nilai S diambil 300 mm.

Untuk memudahkan perhitungan, maka disediakan tabel yang memperlihatkan kebutuhan air irigasi selama penyiapan lahan yang dihitung menurut rumus di atas:

Tabel 3.2. Kebutuhan air irigasi selama masa penyiapan lahan

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

Sumber: Dirjen Pengairan, Bina Program PSA 010, 1985.

3.2.2 Kebutuhan Air Untuk Tanaman Padi Selama Masa Pemeliharaan

Dalam KP 03 pasal 2.2.1, selama masa pemeliharaan kebutuhan air dihitung dengan rumus:

$$Q = \frac{C \times NFR}{e} A \quad (3.4)$$

- dengan:
- Q = debit kebutuhan air irigasi (l/det)
 - C = Koefisien pengurangan karena adanya sistem golongan (≈ 1)
 - NFR = Net Field Water Requirement (kebutuhan dasar air di sawah)
(l/dt/ha)
 - A = luas area yang dialiri (ha)
 - e = efisiensi saluran

Debit kebutuhan air irigasi adalah banyaknya air diambil untuk memenuhi kebutuhan tanaman akan air. Termasuk di dalam debit tersebut air yang hilang dalam perjalanan.

Nilai NFR didapatkan dari rumus di bawah ini:

$$NFR = Et_c + P - R_e + WLR \quad (3.5)$$

NFR = Net Field Water Requirement (kebutuhan dasar air di sawah)
(l/dt/ha)

Et_c = kebutuhan air bagi tanaman

P = perkolasi

R_e = Hujan efektif

WLR = penggantian lapisan air

a. Kebutuhan Air Bagi Tanaman (Et_c)

Kebutuhan air bagi tanaman, Et_c/Et_{crop} didefinisikan sebagai tebal air yang dibutuhkan untuk memenuhi jumlah air yang hilang melalui evapotranspirasi suatu tanaman sehat, tumbuh pada areal luas, pada tanah yang menjamin cukup lengas tanah, kesuburan tanah, dan lingkungan hidup tanaman cukup baik, sehingga secara potensial tanaman akan berproduksi secara baik. Untuk menghitung besarnya

kebutuhan air bagi tanaman (E_t) didapatkan dari perhitungan sebagai berikut:

$$E_{t_c} = E_{t_0} \cdot k_c \quad (3.6)$$

dengan: E_{t_c} = kebutuhan air bagi tanaman

E_{t_0} = evapotranspirasi tetapan

k_c = koefisien tanaman

Koefisien tanaman, k_c , adalah pengaruh dari watak tanaman terhadap kebutuhan air bagi tanaman. Pemilihan harga k_c didasarkan pada watak tanaman, waktu tanam, usia tanaman dan kondisi iklim pada umumnya. Nilai k_c untuk tanaman padi di Indonesia dapat menggunakan nilai di bawah ini:

Tabel 3.3. Harga koefisien tanaman, k_c

Bulan	Nedeco/Prosida		FAO	
	Varietas 2) biasa	Varietas unggul	Varietas 2) biasa	Varietas unggul
0,5	1,2	1,2	1,1	1,1
1	1,2	1,27	1,1	1,1
1,5	1,32	1,33	1,1	1,05
2	1,4	1,30	1,1	1,05
2,5	1,35	1,30	1,05	0,95
3	1,24	0	0,95	0
3,5	1,12		0	
4				

Sumber: Dirjen Pengairan, Bina Program PSA 010, 1985

Sedangkan evapotranspirasi tetapan (E_{t_0}) didefinisikan sebagai laju evapotranspirasi dari suatu permukaan luas tanaman rumput hijau setinggi 8 sampai 15 cm yang menutup tanah dengan ketinggian seragam, dan seluruh permukaan tanah teduh tanpa suatu bagian yang menerima sinar secara langsung dan rumput

masih tumbuh aktif tanpa kekurangan air. Evapotranspirasi tetapan sering disebut sebagai evapotranspirasi referensi.

Pada penelitian kali ini, untuk mendapatkan nilai Evaporatranspirasi tetapan (E_{t_0}) digunakan metode panci evaporasi. Metode panci evaporasi adalah suatu metode yang menggunakan hasil pengukuran panci evaporasi sebagai acuan. Hasil dari pengukuran panci evaporasi secara otomatis telah memasukkan pengaruh-pengaruh radiasi, angin, temperatur dan kelembaban. Refleksi radiasi matahari pada permukaan air bebas dan pada vegetasi berbeda, demikian pula kemampuan penyimpanan panas antara permukaan air dan permukaan tanaman. Karena adanya perbedaan itulah, maka untuk merubah laju evaporasi dalam permukaan panci menjadi evapotranspirasi tetapan (E_{t_0}) diperlukan suatu faktor, dan disini faktor tersebut diberi simbol k_p . Jadi untuk mendapatkan E_{t_0} dapat dicari dengan cara sebagai berikut:

$$E_{t_0} = k_p E_{pan} \quad (3.7)$$

Keterangan: k_p = koefisien panci

E_{pan} = penguapan pada panci

E_{pan} adalah penguapan panci, yang ditentukan dengan melakukan pengukuran lapangan. Sedangkan k_p adalah koefisien Besarnya nilai penguapan panci (E_p) didapat dari hasil pengukuran lapangan yang dilakukan dengan menggunakan panci kelas A (class A pan), sedangkan koefisien panci (k_p) didapat dari tabel, dengan menggunakan data kelembaban dan kecepatan angin.

Tabel 3.4. Tabel Perbandingan antara Evapotranspirasi dari Rumpuk Subur cukup air dan Evaporasi dari Class A Pan

angin (km/hari)	jarak angin dari tanaman (m)	kasus 1: panci dikelilingi oleh tanaman hijau pendek			jarak angin dari tanah (m)	kasus 2: panci dikelilingi oleh permukaan tanah kering		
		persentase kelembaban relatif				persentase kelembaban relatif		
		rendah	sedang	tinggi		rendah	sedang	tinggi
		20-40	40-70	>70		20-40	40-70	>70
sepoi	0	0,55	0,65	0,75	0	0,7	0,8	0,85
	10	0,65	0,75	0,85	10	0,6	0,7	0,8
<170 km/hari	100	0,7	0,8	0,85	100	0,55	0,65	0,75
	1000	0,75	0,85	0,85	1000	0,5	0,6	0,7
sedang	0	0,5	0,6	0,65	0	0,65	0,75	0,8
	10	0,6	0,7	0,75	10	0,55	0,65	0,7
170-425 km/hari	100	0,65	0,75	0,8	100	0,5	0,6	0,65
	1000	0,7	0,8	0,8	1000	0,45	0,55	0,6
kuat	0	0,45	0,5	0,6	0	0,6	0,65	0,7
	10	0,55	0,6	0,65	10	0,5	0,55	0,65
425-700km/hari	100	0,6	0,65	0,7	100	0,45	0,5	0,6
	1000	0,65	0,7	0,75	1000	0,4	0,45	0,55
>700 km/hari	0	0,4	0,45	0,5	0	0,5	0,6	0,65
	10	0,45	0,55	0,6	10	0,45	0,5	0,55
	100	0,5	0,6	0,65	100	0,4	0,45	0,5
	1000	0,55	0,6	0,65	1000	0,35	0,4	0,45

Sumber: Dari Doorenbos dan Pruitt (1974)

Pada tahun 1974 Doorenbos dan Pruitt (1974) mengembangkan perbandingan antara evapotranspirasi dengan evaporasi dari panci kelas A (Tabel 3.4). Koefisien mereka digunakan untuk kondisi awal tanah kering. Variasi nilai koefisien dipengaruhi kelembaban relatif, kecepatan angin dan tinggi angin bertiup.

b. Hujan Efektif

Dalam perhitungan debit kebutuhan air irigasi faktor hujan efektif, R_e ,

dimasukkan sebagai faktor negatif, ini berarti bahwa jika nilai hujan efektif semakin besar, maka kebutuhan dasar air irigasi di sawah juga akan berkurang, demikian juga sebaliknya jika nilai hujan efektif, R_e , semakin kecil maka kebutuhan dasar air di sawah akan meningkat.

Curah hujan efektif, R_e , adalah air hujan yang bisa masuk dan tertahan di zone perakaran, sehingga bermanfaat untuk pertumbuhan tanaman. Curah hujan sebagian hilang sebagai aliran permukaan, evaporasi maupun perkolasi. Hujan ringan biasanya terhadang oleh daun-daunan, lalu menguap sehingga tidak sampai ke tanah serta memasuki zone perakaran. Besarnya hujan efektif dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$R_e = 0,7 \times \frac{1}{15} \times R_5 \quad (3.8)$$

dengan: R_e = hujan efektif (mm)
 R_5 = curah hujan setengah bulanan minimum untuk kala ulang 5 tahunan

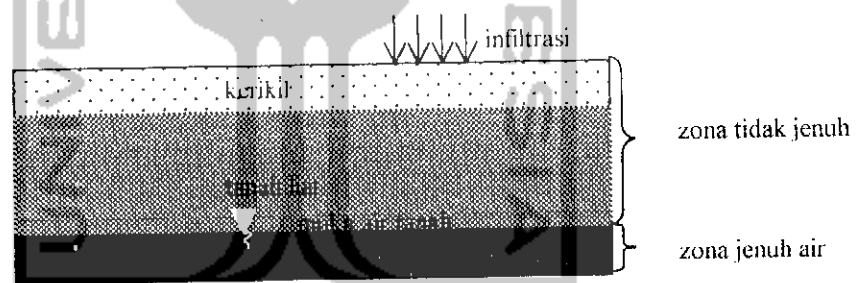
c. Perkolasi

Air irigasi yang mengalir ke sawah sebagian hilang karena menguap dan sebagian lagi hilang karena meresap ke dalam tanah. Masuknya air ke dalam tanah disebut dengan infiltrasi. Jumlah air yang masuk ke dalam tanah tiap satuan waktu disebut sebagai laju infiltrasi. Laju infiltrasi ditentukan oleh jenis permukaan tanah.

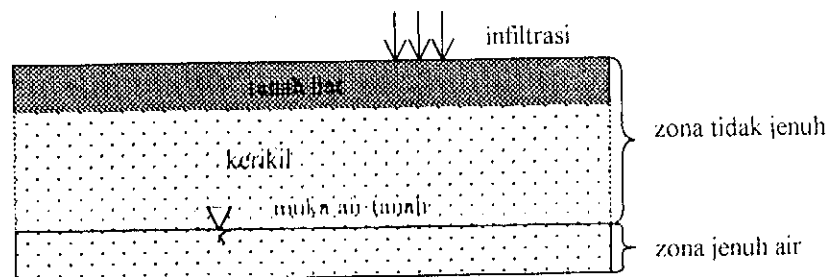
Dari permukaan tanah air masuk ke dalam tanah, mengisi rongga-rongga diantara butir-butirnya. Setelah rongga-rongga antara butir tanah tidak mampu lagi menampung air (tanah mencapai kapasitas lapang (field capacity), maka air akan mengalir menuju zona jenuh air. Peristiwa inilah yang disebut dengan perkolasi.

Jumlah air yang mengalir dari zona tidak jenuh air ke zona jenuh air tiap satuan waktu disebut sebagai laju perkolasi.

Daya infiltrasi adalah laju infiltrasi maksimum yang dimungkinkan, yang ditentukan oleh kondisi permukaan, termasuk lapisan atas tanah. Daya perkolasi adalah laju perkolasi maksimum yang dimungkinkan, yang besarnya dipengaruhi oleh kondisi tanah dalam zona tidak jenuh air, yang terletak antara permukaan tanah dengan permukaan air tanah. Daya perkolasi kecil akan terjadi di permukaan air tanah yang terbentuk karena mengumpulnya air tanah di atas lapisan semi kedap air, yang dinamakan perched groundwater table. Perkolasi mempunyai arti penting dalam teknik pengisian buatan (artificial recharge), yang memerlukan proses infiltrasi yang menerus.



Gambar 3.1. Permukaan tanah dengan daya infiltrasi tinggi



Gambar 3.2. permukaan tanah dengan daya infiltrasi rendah

Untuk memperjelas arti daya perkolasi dan daya infiltrasi, maka dapat dilihat gambar 3.1. dan 3.2. Lapisan tanah seperti yang terlihat pada gambar 2.2. akan menghasilkan daya infiltrasi yang besar, tapi daya perkolasi kecil, sedangkan Lapisan tanah seperti yang terlihat pada gambar 3.2. menghasilkan daya infiltrasi kecil, sedangkan daya perkolasi besar.

d. Penggantian Lapisan Air (WLR)

Di dalam KP 01 sub bab A.2.1.5 disebutkan tentang penggantian lapisan air sebagai berikut:

1. Setelah pemupukan, perlu diusahakan untuk menjadwalkan dan mengganti lapisan air menurut kebutuhan.
2. Jika tidak ada penjadwalan semacam itu, lakukan penggantian lapisan sebanyak dua kali, masing-masing 50 mm (atau 3,3 mm/hari selama ½ bulan) selama sebulan dan dua bulan setelah transplantasi.

3.3 Efektifitas

Debit pengambilan adalah jumlah air yang diambil tiap satuan waktu. Besarnya debit pengambilan idealnya sama dengan kebutuhan air irigasi. Sebelum memasuki lahan yang akan dialiri, air terlebih dahulu akan melewati alat ukur debit. Debit terukur, Q_m , nantinya akan dibandingkan dengan debit kebutuhan air di sawah (debit sawah), Q_t , sehingga akan diketahui apakah pengambilan tersebut efektif atau tidak. Debit sawah, Q_t , didapatkan melalui perhitungan dengan cara-cara yang telah disebutkan.

Nilai efektivitas dapat dihitung dengan cara sebagai berikut:

jika $Q_{in} < Q_t$, maka rumus yang dipakai adalah:

$$\text{Efektivitas} = \frac{Q_{in}}{Q_t} \quad (3.9)$$

jika $Q_{in} > Q_t$, maka rumus yang dipakai adalah

$$\text{Efektivitas} = \frac{Q_t}{Q_{in}} \quad (3.10)$$

dengan: Q_{in} = Debit terukur yang masuk ke areal persawahan

Q_t = Debit kebutuhan air di sawah menurut perhitungan.

Jadi secara teoritis, debit pengambilan dikatakan ideal jika nilai efektivitasnya sama dengan 1 atau mendekati satu. Jika nilai efektivitas mendekati satu hal tersebut berarti antara debit pengambilan (debit terukur / Q_{in} hampir sama), dan jika nilai efektivitas lebih kecil daripada 1 maka kemungkinan terjadi pemborosan maupun kekurangan air. Terjadi pemborosan jika $Q_{in} >$ dari Q_t dan terjadi kekurangan air jika $Q_{in} < Q_t$.

3.4 Analisis Frekuensi

Data ilmiah kuantitatif dikelompokkan menjadi dua macam, yaitu data eksperimen dan data historis. Data eksperimen adalah data yang diperoleh dari hasil percobaan, sedangkan data historis adalah data yang dikumpulkan dari kejadian alam yang sifatnya hanya terjadi sekali dan tidak akan terulang lagi.

Cara/prosedur pengumpulan, penyajian dan perhitungan data, analisis dan penafsiran data disebut dengan statistika. Metode tersebut dapat dibedakan menjadi

dua yaitu statistika descriptive (*descriptive statistics*) dan Statistika penafsiran (*statistical inference*).

Statistika descriptive adalah metode yang berkaitan dengan pengumpulan, perhitungan dan penyajian data sehingga dapat memberikan informasi yang berguna. Dalam statistika deskriptif hanya menyajikan, memberikan informasi hanya terbatas daripada data yang disajikan dan sama sekali tidak melakukan penafsiran atau pembuatan kesimpulan. Sembarang nilai yang dihitung dari suatu data sampel disebut dengan statistik.

Statistika penafsiran adalah semua metode yang berhubungan dengan analisis sebagian data untuk membuat peramalan, perkiraan atau penarikan kesimpulan mengenai suatu fenomena. Penarikan kesimpulan yang berhubungan dengan statistika penafsiran selalu mempunyai sifat tidak pasti, karena analisisnya hanya berdasarkan sebagian data. Untuk memperhitungkan ketidakpastian ini diperlukan pengetahuan tentang teori peluang (*probability*). Pengukuran yang dilakukan atas suatu kemungkinan kejadian yang didasarkan pada sampel data disebut probabilitas.

Masalah yang penting dalam hidrologi berhubungan dengan menafsirkan catatan kejadian hidrologi di masa lalu untuk memperkirakan kemungkinan kejadian di masa yang akan datang. Masalah ini timbul dalam hal memperkirakan frekuensi banjir, kekeringan, tampungan, curah hujan, dan lain-lain. Prosedur yang berhubungan dengan hal ini dikenal dengan analisis frekuensi.

Statistika penafsiran sering dipakai dalam setiap penelitian hidrologi, karena dalam setiap penelitian hidrologi harus diperoleh suatu kesimpulan. Untuk melakukan penafsiran analisis deskriptif yang benar, sedang untuk analisis statistika deskriptif

yang benar diperlukan prosedur pengukuran dan pengolahan data lapangan yang benar.

3.4.1 Distribusi Peluang

Telah banyak distribusi peluang yang dihasilkan untuk digunakan bagi keperluan analisis frekuensi hidrologi. Diantara sekian banyak distribusi peluang yang dihasilkan adalah distribusi ekstrim. Distribusi ini berhubungan dengan nilai ekstrim, baik itu maksimum maupun minimum.

Ada beberapa macam distribusi ekstrim, diantaranya adalah distribusi ekstrim tipe I dan distribusi ekstrim tipe III. Distribusi ekstrim tipe I atau sering disebut sebagai distribusi Gumbel tipe I sering digunakan untuk analisis nilai maksimum (misalnya banjir maksimum).

Distribusi ekstrim tipe III disebut juga distribusi Weibul, atau ada juga yang menyebutnya sebagai Distribusi Gumbel tipe III, digunakan terutama untuk analisis variabel hidrologi dengan nilai variat minimum. Gumbel menggunakan distribusi tipe III ini untuk analisis frekuensi kekeringan.

3.4.2 Distribusi Ekstrim tipe III

Seperti disebutkan tadi bahwa distribusi ekstrim tipe III berhubungan dengan nilai minimum, dan Gumbel pernah menggunakannya untuk analisis frekuensi kekeringan. Pada penelitian ini metode distribusi ekstrim tipe III dipakai untuk menghitung curah hujan setengah bulanan minimum dengan kala ulang 5 tahun. Dengan menggunakan ini maka diharapkan dapat dihasilkan nilai minimum curah hujan. Dengan nilai minimum ini maka akan berpengaruh pada kebutuhan air irigasi.

Jika nilai hujan minimum, maka air irigasi yang dibutuhkan akan maksimum. Kondisi ini diambil mengingat yang diperhitungkan adalah kebutuhan air irigasi, sehingga perlu diperhitungkan kondisi bahwa jika air hujan yang turun mengalami keadaan minimum dari hujan rata-ratanya.

Untuk mendapatkan curah hujan setengah bulanan minimum dengan kala ulang 5 tahun (R_5), maka data hujan harian yang didapat dari hasil pengukuran di lapangan harus diolah dulu.

Persamaan peluang kumulatif distribusi ekstrim tipe III adalah:

$$P(X) = e^{-\left(\frac{X-n}{\beta}\right)^\alpha} \quad (3.11)$$

dengan:

$P(X)$ = peluang kumulatif dari kejadian yang nilainya kurang atau sama dengan X

e = 2,71828

X = variabel acak kontinu

n = batas bawah nilai X

α = parameter skala

β = parameter lokasi

transformasinya adalah:

$$Y = \left| \frac{X-n}{\beta} \right|^\alpha \quad (3.12)$$

maka persamaan (4.36) menjadi :

$$P(X) = e^{-Y} \quad (3.13)$$

Besarnya nilai suatu variat (X) dari variabel hidrologi dengan kala ulang tertentu dapat dicari dengan menggunakan rumus berikut:

$$\log(X - \epsilon) = \log(\beta - \epsilon) + \frac{1}{\alpha}(\log Y) \quad (3.14)$$

keterangan:

X = suatu nilai variat dari suatu variabel hidrologi dengan kala ulang tertentu.

α = parameter skala

β = parameter lokasi

$\log y$ = faktor reduksi variat untuk suatu nilai kala ulang tertentu

Dengan menggunakan metode momen maka parameter distribusi ektrim tipe III adalah:

$$\beta = \bar{X} + A_0(S) \quad (3.15)$$

$$\epsilon = \beta - \beta_0(S) \quad (3.16)$$

$$CS = \frac{a}{S^3} \quad (3.17)$$

$$a = \frac{n}{(n-1)(n-2)} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3 \quad (3.18)$$

keterangan:

CS = koefisien kemencengan

\bar{X} = rata-rata hitung

n = jumlah data

a = parameter kemencengan

Adapun langkah dalam perhitungan untuk menentukan besarnya suatu variat dari variabel hidrologi dengan kala ulang tertentu dengan menggunakan metode ektrim tipe III, maka langkah yang dapat dilakukan adalah sebagai berikut:

1. menghitung nilai rata-rata (\bar{X}), deviasi standar (S), dan koefisien kemencengan (CS).
2. Menentukan nilai parameter $1/\alpha$, A_0 dan B_0 dengan menggunakan nilai CS.
3. Menghitung parameter β dan ϵ ,
4. menentukan nilai reduksi variat berdasarkan suatu kala ulang tertentu (tabel).
5. menentukan nilai variat (X) dengan menggunakan rumus:

$$\log(X - \epsilon) = \log(\beta - \epsilon) + \frac{1}{\alpha} (\log Y)$$

Dalam kondisi tertentu data pengukuran yang ada di lapangan terkadang tidak lengkap (ada data yang hilang). Data yang hilang ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor, misalnya karena alat rusak, tidak dilakukan pengukuran atau karena data yang telah ada hilang.

3.4.3 Koreksi Data Hilang

Untuk mengatasi hal ini maka dilakukan koreksi terhadap data yang hilang tersebut. Guna melengkapi data yang hilang tersebut maka pada penelitian kali ini dipakai “normal ratio method” (metode perbandingan normal)”. Cara “normal ratio method” dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$P_x = (N_x.P_a / N_a + N_x.P_b / N_b + \dots N_n.P_n / N_n) / N \quad (3.19)$$

dengan:

P_x = curah hujan di stasiun yang diperkirakan (selama satu bulan/tahun)

N_x = hujan normal tahunan/tinggi hujan (satu tahun) di stasiun x

N_a = hujan normal tahunan/tinggi hujan (satu tahun) di stasiun a

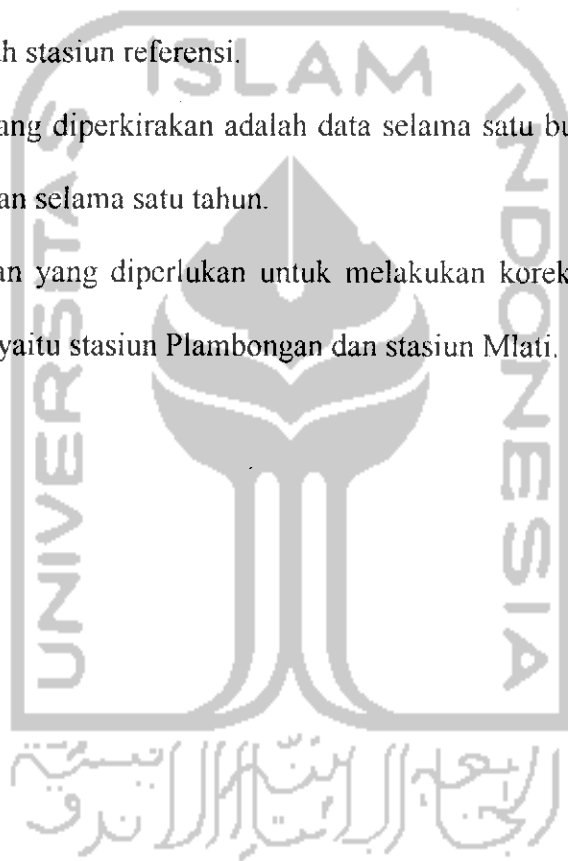
N_n = hujan normal tahunan/tinggi hujan (satu tahun) di stasiun n

P_a = hujan di stasiun a yang diketahui

N = jumlah stasiun referensi.

Karena yang diperkirakan adalah data selama satu bulan, maka yang dipakai adalah tinggi hujan selama satu tahun.

Data hujan yang diperlukan untuk melakukan koreksi diambil dari stasiun-stasiun terdekat, yaitu stasiun Plambongan dan stasiun Mlati.





BAB IV

METODE PENELITIAN dan PENGOLAHAN DATA

4.1 Umum

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode dokumentasi.. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besarnya efektifitas debit pengambilan pada Bendung Drono untuk bulan Juni 2001 sampai dengan bulan Mei 2002. Efektifitas pengambilan ini didapatkan dengan membandingkan antara debit pengambilan yang terjadi dan debit pengambilan yang dibutuhkan dari Bendung Drono.

Sebelum melakukan perhitungan maka terlebih dahulu dilakukan pengumpulan data. Data yang diperlukan didapat dari dokumentasi Dinas Pemerintah yang berhubungan dengan penelitian ini dan juga dari literatur. Setelah data yang dibutuhkan terkumpul kemudian baru dilakukan perhitungan. Secara singkat urutan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. pengambilan data
2. pengolahan data
3. analisis

4.2 Pengambilan Data

Efektifitas debit pengambilan Bendung Drono didapat dengan membandingkan antara debit pengambilan terukur dari Bendung Drono dan debit

pengambilan yang dibutuhkan Bendung Drono. Pengukuran debit dilakukan pada pintu pengambilan, nilai debit pengambilan yang terjadi didapat dari hasil dokumentasi Dinas Pekerjaan Umum Pengairan dan Pertambangan (DPUPP) Kabupaten Sleman. Sedangkan kebutuhan air irigasi dihitung dengan menggunakan data yang ada. Untuk mendapatkan besarnya nilai debit pengambilan yang diperlukan dari Bendung Drono, maka data yang dibutuhkan adalah sebagai berikut:

1. evapotranspirasi (E_t)
2. Curah hujan efektif (R_e)
3. Perkolasi
4. Pola tanam
5. Jenis tanaman, umur tanaman
6. Penggantian lapisan air atau dikenal dengan WLR (Water Layer Replacement)
7. Luas areal yang diari

Selain data debit pengambilan, maka data yang didapat dari dokumentasi pemerintahan adalah data klimatologi dan curah hujan dari Balai Progo Opak Oyo Daerah Istimewa Jogjakarta.

4.2.1 Debit terukur

Data debit terukur dari Dam Drono didapat dari instansi pemerintah, dalam hal ini Dinas Pengairan Kabupaten Sleman. Data debit berupa debit rata-rata setengah bulanan dari Juni 2001 sampai Mei 2002. Jadi data debit ini termasuk dalam data sekunder. Debit terukur dari Dam Drono ini adalah data yang siap pakai, jadi tidak perlu dilakukan pengolahan data.

4.2.2 Data Penguapan

Dalam penelitian kali ini, data evapotranspirasi tidak didapatkan data yang siap pakai. Untuk mendapatkan besarnya evapotranspirasi harus dilakukan perhitungan terhadap data penguapan yang ada. Dalam penelitian ini data penguapan adalah penguapan harian, data yang dipakai adalah data selama 10 (sepuluh) tahun, yaitu data dari tahun 1992 hingga 2001. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan panci kelas A. Pada penelitian kali ini data penguapan didapat dari dokumentasi Data Klimatologi stasiun Plambongan oleh Sub Dinas Pengairan DIY Balai Progo Opak Oyo. Pengolahan data penguapan menjadi evapotranspirasi dilakukan dengan menggunakan metode panci evaporasi.

Seperti telah disebutkan pada bab terdahulu, data penguapan diubah menjadi evapotranspirasi tetapan, baru kemudian diubah menjadi data evapotranspirasi

4.2.3. Data Curah Hujan

Data yang didapat adalah data curah hujan harian. Data ini dipergunakan untuk mencari besarnya nilai hujan efektif. Seperti halnya data untuk evapotranspirasi (klimatologi), data curah hujan ini juga merupakan data sekunder yang didapat dari dokumentasi Dinas Pengairan Balai Progo Opak Oyo DIY (Lampiran VI). Data curah hujan diambil hanya satu titik (yaitu stasiun Beran). Data ini untuk sementara dianggap cukup mewakili karena melihat luas wilayah yang akan dihitung relatif kecil. Data diambil dari tahun 1992 sampai dengan 2001.

Dari hasil pengukuran didapat beberapa data hilang maupun rusak. Hal ini disebabkan oleh rusaknya alat ukur. Untuk itu perlu dilakukan koreksi terhadap data

ini. Guna melengkapi data yang hilang tersebut maka dipakai rumus (3.19)

Data hujan yang diperlukan untuk melakukan koreksi diambil dari stasiun-stasiun terdekat, yaitu stasiun Plambongan dan stasiun Mlati.

4.2.4 Pola tanam

Telah disebutkan bahwa Bendung Drono ini terletak wilayah pengamatan Kemantren Demakijo. Menurut Surat Keputusan Bupati Kepala Daerah Tingkat II Sleman no. 24/Kep.KDII/1997 tentang pola tanam, disebutkan bahwa pola tanam di daerah Sleman adalah Padi-Padi-Palawija dengan mulai tanam bulan Oktober untuk golongan I. Dari laporan tugas akhir yang disusun Darmawati, 2003, diperoleh data bahwa jadwal tanam yang berlaku di wilayah Kemantren Demak Ijo sebelah utara Selokan Mataram adalah sebagai berikut:

Tabel 4.1. Tabel pola tanam areal sawah di utara selokan mataram

Bulan	Okt.	Nov.	Des.	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	Mei	Juni	Juli	Ags.	Sep.
Tanam	Padi			Padi			Palawija					

Jadi pola tanam yang ada di lapangan telah sesuai dengan Surat Keputusan Bupati

4.2.5 Jenis Tanaman

Jenis padi yang ditanam utamanya jenis unggul dengan usia tanaman 3 bulan. Padi jenis unggul ini dipilih karena usia tanamnya yang singkat, selain itu benih juga mudah didapat.

4.2.6 Perkolasi

Dari Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, didapat data tanah di daerah penelitian (Kecamatan Mlati) seperti pada tabel 4.2. Dari data tersebut

berdasarkan jenis tanah adalah pasir dan lempung berpasir, serta data permeabilitas cepat, maka diambil nilai perkolasi sebesar 2,2mm/hari. Dari KP 01 untuk besarnya perkolasi adalah antara 1 sampai 3 mm/hari, jadi nilai ini dianggap mewakili kondisi tersebut di atas.

Tabel 4.2. Parameter sifat tanah di Kecamatan Mlati pada daerah yang ditinjau

Parameter sifat tanah:	
Kedalaman tanah cm	(50-100)
Drainase	cepat
Permeabilitas	cepat
Bahan induk	aluvium
Lereng (%)	1-3
Lapisan atas:	
Ketebalan (cm)	10-20
Warna	coklat
Struktur	lepas
Tekstur	lempung berpasir
Reaksi tanah (Ph)	agak alkalis
C Organik (%)	sangat rendah
Nitrogen (%)	sangat rendah
P ₂ O ₅ tersedia	sangat rendah
Erodibilitas tanah (nilai K)	sangat rendah
Kandungan CaCO ₃	sangat rendah
Batu/Kerikil (% vol)	sangat rendah
Lapisan bawah	
Ketebalan (cm)	90-130
Warna	coklat sangat gelap
Tekstur	pasir
Reaksi tanah	netral
Kandungan CaCO ₃	netral
Batu/kerikil	netral
Kemudahan diolah	ringan

Sumber: Balai Penelitian dan Pengolahan Tanah DIY

4.2.7 Penggantian Lapisan Air

Di dalam KP 01 sub bab A.2.1.5 disebutkan tentang penggantian lapisan air sebagai berikut:

1. Setelah pemupukan, perlu diusahakan untuk menjadwalkan dan mengganti lapisan air menurut kebutuhan.
2. Jika tidak ada penjadwalan semacam itu, lakukan penggantian lapisan sebanyak dua kali, masing-masing 50 mm (atau 3,3 mm/hari selama ½ bulan) selama sebulan dan dua bulan setelah transplantasi.

Pada penelitian kali ini penggantian lapisan air ditentukan sebagai berikut:

1. selama satu bulan pertama setelah transplantasi penggantian lapisan air adalah 2,2 mm/hari
2. selama satu bulan kedua setelah transplantasi penggantian lapisan air adalah 1,1 mm/hari

4.2.8 Luas Areal yang Dialiri

Luas areal yang dialiri adalah 133 ha, data ini didapat dari Dinas Pekerjaan Umum Pengairan dan Pertambangan (DPUPP) Kabupaten Sleman..

4.3 Pengolahan Data

Tidak semua data yang didapat dari dokumentasi pemerintah adalah data yang siap pakai. Untuk data penguapan perlu dilakukan pengolahan data sehingga didapatkan data evapotranspirasi tetapan (Eto), sedangkan data curah hujan harus diolah terlebih dahulu guna mendapatkan data curah hujan efektif.

4.3.1 Perhitungan Evapotranspirasi Tetapan (E_t)

Untuk mendapatkan evapotranspirasi tetapan yang diinginkan maka data harian penguapan dari tahun pengamatan (1992-2001) diolah dengan menggunakan metode panci evaporasi. Secara teoritis metode panci evaporasi telah dijelaskan pada bab terdahulu.

Besarnya nilai penguapan panci (E_{pan}) didapat dari hasil pengukuran lapangan yang dilakukan dengan menggunakan panci kelas A (*class A pan*), sedangkan koefisien panci (k_p) didapat dari tabel, dengan menggunakan data kelembaban dan kecepatan angin. Data penguapan dan kelembaban angin diukur di lapangan, bersamaan dengan data lainnya. (Data selengkapnya dapat dilihat pada lampiran I.a.).

Adapun langkah perhitungan evapotranspirasi tetapan adalah sebagai berikut:

1. Mengubah penguapan harian dari evaporasi panci (E_p) menjadi evapotranspirasi tetapan (E_t) harian dengan rumus 3.7.

$$E_t = k_p \cdot E_{pan}$$

2. Menghitung evapotranspirasi tetapan (E_t) harian menjadi setengah bulanan untuk masing-masing tahun pengamatan.
3. Menghitung rata-rata evapotranspirasi tetapan (E_t) setengah bulanan masing-masing bulan selama tahun 1992-2001.

Contoh hitungan dan hasil perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran I.b., sedangkan rekapitulasi E_t setengah bulanan yang didapat dari hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3. Data Evapotranspirasi tetapan setengah bulanan (mm/hari)

Setengan bulan	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Juni	Juli	Agst	Sep	Okt	Nov	Des
1	3,8	4,4	3,9	4,3	3,8	2,9	3,2	3,4	4,0	3,8	4,4	4,1
2	4,0	4,0	3,6	3,4	3,3	3,0	3,4	3,9	3,9	4,6	3,7	3,9

4.3.2 Pengolahan Data Curah Hujan menjadi Data Curah Hujan Efektif

Hujan efektif dihitung dengan menggunakan rumus (3.8), yaitu

$$R_e = 0,7 \times \frac{1}{15} \times R_5$$

Dari data sekunder didapat yang didapat dari Balai Pengairan Progo Opak Oyo adalah data curah hujan yang diukur secara harian. Data diambil dari tahun 1992-2001. Untuk menentukan curah hujan setengah bulanan minimum dengan kala ulang 5 tahunan (R_5), digunakan analisis distribusi exktreme tipe III.

Berikut adalah langkah perhitungan pengolahan data curah hujan harian menjadi curah hujan setengah bulanan minimum dengan kala ulang lima tahun (R_5):

1. mengubah data curah hujan harian menjadi data curah hujan setengah bulanan dengan jumlah hari dalam setengah bulan sebanyak 15 hari atau 16 hari (Lampiran II.a).
2. Melakukan koreksi pada data yang hilang.

Dari lampiran II.a maka dapat dilihat bahwa data yang hilang/rusak seperti pada tabel 4.5. Dengan menggunakan rumus (3.19) dihitung koreksi datanya. Perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran II.b.

3. Setelah data diubah dalam bentuk curah hujan setengah bulanan,



BAB V

PERHITUNGAN KEBUTUHAN DEBIT PENGAMBILAN

Sebelum memperhitungkan debit pengambilan yang diperlukan, maka terlebih dahulu harus dihitung kebutuhan air di sawah berdasarkan data-data yang telah ada. Setelah kebutuhan air irigasi di sawah dihitung, langkah selanjutnya adalah menghitung debit pengambilan. Data yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Evapotranspirasi tetapan (E_{t_0}) (Tabel 4.3) digunakan data stasiun Plambongan yang telah diolah. (lihat lampiran I.a dan I.b)
2. Curah hujan efektif (tabel 4.5) digunakan data stasiun Beran yang telah diolah. (lihat lampiran II dan III)
3. Perkolasi diambil 2,2mm/hari seperti yang telah diterangkan sebelumnya.
4. Pola tanam adalah padi-padi-palawija
5. Jenis padi yang ditanam adalah jenis unggul.
6. Masa penyiapan lahan 1,5 bulan,
7. Penggantian lapisan air selama masa pemeliharaan adalah seperti berikut ini:
 - a. selama satu bulan pertama setelah transplantasi penggantian lapisan air adalah 2,2 mm/hari
 - b. selama satu bulan kedua setelah transplantasi penggantian lapisan air adalah 1,1 mm/hari

8. Efisiensi diambil 0,775 hal ini didasarkan pada pertimbangan bahwa lahan areal sawah relatif kecil (petak tersier). (Kriteria Perencanaan 03)
9. Luas areal yang dialiri adalah 133 ha.

Adapun perhitungan kebutuhan air di sawah dan perhitungan debit pengambilan disajikan pada lampiran III, sedangkan rekapitulasi hasil perhitungan debit pengambilan yang dibutuhkan adalah seperti yang disajikan pada tabel 5.1.

Tabel 5.1. Debit pengambilan (hasil perhitungan) yang dibutuhkan dari Bendung Drono (Qt dalam lt/detik)

Setengah bulan	Bulan											
	Okt.	Nov.	Des.	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	Mei.	Juni	Juli	Agst.	Sep.
1	206,6	164,9	67,53	-13,9	-147	109,2	79,45	135,1	67,53			
2	212,5	7,395	113,2	-33,8	87,4	131,1	115,2	117,2	43,7			

BAB VI
PEMBAHASAN

Perhitungan efektifitas debit pengambilan Bendung Drono ini bertujuan untuk mengetahui efektifitas debit pengambilan. Perhitungan dilakukan dengan membagi debit pengambilan terukur (Q_m) dengan debit pengambilan hasil perhitungan (Q_t). Secara matematis rumus tersebut ditulis menurut persamaan 3.9 dan 3.10. Idealnya besarnya nilai efektifitas adalah 1 (satu), jadi banyaknya debit yang masuk ke areal sawah sama dengan debit pengambilan hasil perhitungan.

Jika nilai efektifitas kurang daripada 1 (satu), maka kemungkinan yang terjadi adalah adanya pemborosan ataupun kekurangan air.

Data hasil pengukuran oleh Dinas Pengairan Kabupaten Sleman didapat data debit terukur (dari bulan Juni 2001 sampai dengan bulan Mei 2002) seperti yang disajikan dalam tabel 6.1. Sedangkan hasil perhitungan efektifitas disajikan dalam tabel 6.2. Pada data debit pengambilan terukur ditemukan adanya data yang hilang yaitu data bulan Januari 2002 dan bulan Februari 2002.

Tabel 6.1. Debit Terukur (Q in) dalam lt/ detik
selama bulan Juni 2001 sampai dengan bulan Mei 2002

Setengah bulan	Bulan											
	Juni	Juli	Agst.	Sep.	Okt.	Nov.	Des.	Jan.	Feb.	Maret	April	Mei
1	160	59	148	122	25	177	202	0	0	0	191	273
2	184	158	134	134	108	273	172	0	0	181	416	161

Tabel 6.2. Efektifitas Debit Pengambilan

Bulan		Debit Pengambilan yang terjadi (Q_m l/dt)	Q_i l/dt	efektifitas	Keterangan
Juni	1	160	67,5	0,422	terjadi pemborosan
	2	184	43,7	0,238	terjadi pemboronsa
Juli	1	59	pa		tidak dilakukan perhitungan
	2	158	la		tidak dilakukan perhitungan
Agustus	1	148	w		tidak dilakukan perhitungan
	2	134	i		tidak dilakukan perhitungan
September	1	122	j		tidak dilakukan perhitungan
	2	134	a		tidak dilakukan perhitungan
Oktober	1	25	206,6	0,121	kekurangan air di sawah
	2	108	212,5	0,508	kekurangan air di sawah
November	1	177	164,9	0,932	efektif
	2	273	87,4	0,320	terjadi pemborosan
Desember	1	202	67,5	0,334	terjadi pemborosan
	2	172	113,2	0,658	terjadi pemborosan
Januari	1	da	-13,9		
	2	ta	-33,8		
Februari	1	hi	-147		
	2	la	87,4		
Maret	1	ng	109,2		
	2	181	131,1	0,724	terjadi pemborosan
April	1	191	79,5	0,416	terjadi pemborosan
	2	416	115,2	0,277	terjadi pemborosan
Mei	1	273	135,1	0,495	terjadi pemborosan
	2	161	117,2	0,728	terjadi pemborosan

Dari tiga belas perhitungan terhadap nilai efektifitas hasilnya dapat dikelompokkan menjadi 3 (tiga) kategori, yaitu:

1. Kategori pertama adalah nilai efektifitas lebih kecil dari 1 (satu), dengan Q_m lebih

besar dari Q_0 , sebanyak 10 perhitungan (76,9 %). Pada kasus ini terjadi pemborosan.

2. Kategori kedua adalah nilai efektifitas yang mendekati 1 (satu). Perhitungan dengan hasil yang mendekati 1 ini hanya terdapat pada 1 (satu) perhitungan (7%), yaitu pada bulan November pertama. Jadi dapat disimpulkan bahwa pada bulan November kedua ini telah terjadi kondisi ideal.
3. Kategori ketiga adalah nilai efektifitas lebih kecil daripada 1 (satu), dengan Q_{in} lebih kecil dari Q_0 , sebanyak 2 perhitungan (15,4%). Pada kasus ini dapat dikatakan bahwa pada bulan-bulan yang bersangkutan telah terjadi kekurangan air.

Hasil perhitungan debit pengambilan, debit terukur dan nilai efektifitas adalah hasil perhitungan dari bulan Juni 2001 sampai dengan bulan Mei 2002. Dari perhitungan yang telah dilakukan, maka pengambilan air irigasi selama tahun yang bersangkutan lebih banyak terjadi pemborosan, walaupun ada yang mendekati kondisi ideal dan ada pula yang mengalami kekurangan air, akan tetapi jumlahnya relatif kecil dibandingkan bulan-bulan yang mengalami pemborosan.

Pemborosan yang terjadi kemungkinan disebabkan oleh pintu pengambilan yang dibuka terlalu besar. Kondisi ideal dapat disebabkan oleh pintu pengambilan yang dibuka sesuai dengan debit yang dibutuhkan atau juga mungkin debit yang tersedia jumlahnya sama dengan debit yang dibutuhkan. Untuk kondisi yang kekurangan air ada dua kemungkinan yang menyebabkan terjadinya hal tersebut, yaitu pintu pengambilan yang dibuka lebih kecil daripada yang seharusnya atau pada

bulan yang bersangkutan sedang mengalami musim kering, jadi debit yang tersedia tidak mencukupi untuk mengairi areal sawah yang ada.

Hasil dari perhitungan ini meskipun tidak dapat mewakili nilai efektifitas sepanjang tahun (untuk tahun-tahun selanjutnya) akan tetapi dapat dijadikan acuan untuk melakukan kontrol pada pelaksanaan pengairan selanjutnya. Hasil perhitungan efektifitas ini dapat dikatakan tidak dapat mewakili nilai efektifitas sepanjang tahun, karena perhitungan ini dipengaruhi oleh luas daerah yang diamati, debit pengambilan terukur. Jika areal persawahan mengalami pengurangan, maka debit pengambilan yang dibutuhkan juga mengalami pengurangan, sedangkan debit pengambilan terukur sangat dipengaruhi oleh bukaan pada pintu pengambilan dan juga dipengaruhi oleh ketersediaan air (curah hujan), dimana kita ketahui bahwa curah hujan dari tahun ke tahun kemungkinan mengalami perubahan.

Untuk bulan-bulan yang ditanami palawija, meskipun tidak dilakukan perhitungan, akan tetapi mengingat palawija tidak memerlukan banyak air, maka air yang tersedia telah mencukupi kebutuhan untuk bertanam palawija, karena dari data terlihat bahwa debit yang masuk ke areal persawahan pada bulan-bulan tersebut relatif besar. Akan tetapi besarnya pemborosan yang terjadi belum dapat diketahui dengan pasti karena tidak dilakukan perhitungan.

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

Dari hasil perhitungan dengan beberapa pembatasan masalah, maka dapat diambil kesimpulan tentang efektifitas debit pengambilan Bendung Drono, baik secara kualitatif maupun secara kuantitatif sebagai berikut:

1. besarnya efektifitas debit pengambilan dari bendung Drono bervariasi,
2. efektifitas ideal terdapat pada bulan November pertama sebesar 0,932.
3. selama bulan Juni 2001 sampai bulan Mei 2002 debit pengambilan yang terjadi sebagian besar lebih besar dari jumlah air yang dibutuhkan, sehingga dapat disimpulkan telah terjadi pemborosan.

7.2 Saran

Dalam penulisan ini masih terdapat banyak kekurangan, diantaranya adalah bahwa perkolasi diambil nilai perkiraan dengan beberapa pertimbangan dan juga pada pengolahan data. Beberapa saran yang bersifat umum maupun khusus penulis sertakan guna perbaikan dalam penelitian maupun praktek di lapangan, diantaranya adalah:

1. Guna menghasilkan perhitungan yang lebih akurat dan tepat, perlu dilakukan analisis lebih dalam pada perhitungan curah hujan efektif, dan

pengukuran perkolasi di sawah.

2. perlu dilakukan perhitungan kebutuhan air secara berkala, sehingga diketahui debit yang dibutuhkan di lapangan.
3. Berdasarkan hasil perhitungan, maka terlihat bahwa telah terjadi pemborosan air, hal ini kemungkinan diakibatkan oleh bukaan yang terlalu besar pada pintu pengambilan, oleh karena itu perlu dilakukan pengecekan dan pengaturan secara berkala pada pintu pengambilan agar bukaan pada pintu pengambilan sesuai dengan debit yang dibutuhkan.
4. Untuk memanfaatkan air yang berlebih, dapat kiranya dilakukan pemanfaatan, misalnya memperluas area perikanan.



DAFTAR PUSTAKA

- Anita Mardiana Agus Salim, 2002, **LAPORAN TUGAS AKHIR: ANALISIS PENGARUH PENGGUNAAN PUPUK TERHADAP KUALITAS AIR IRIGASI SELAMA MASA TANAM I (Studi Kasus Daerah Irigasi Pijenan, Kabupaten Bantul Daerah Istimewa Yogyakarta)**, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- CD. Soemarto, 1987, **HIDROLOGI TEKNIK**, Edisi 1, Penerbit Usaha Nasional, Surabaya.
- CD. Soemarto, 1995, **HIDROLOGI TEKNIK**, Edisi 2, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Chow, Ven Te, 1964, **HANDBOOK OF APPLIED HYDROLOGY**, McGraw-Hill Book Company, USA.
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Pengairan, 1986, **STANDAR PERENCANAAN IRIGASI (KRITERIA PERENCANAAN BAGIAN PERENCANAAN JARINGAN IRIGASI KP 01)**, C.V. Galang Persada, Bandung.
- Darmawati, 2003, **LAPORAN TUGAS AKHIR: TINJAUAN PERKUMPULAN PETANI PEMAKAI AIR (P3A) DALAM PENGELOLAAN IRIGASI (STUDI KASUS DAERAH PENGAMATAN DEMAKIJO DI KABUPATEN SLEMAN)**, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Kyoto Mori, Hieo Ishii, Akira Somatani, Akira Hatakeyama, Ir. Djumarno, SP, MBA. L. Talu, Dipl.CH.(Delf), 1983, **HIDROLOGI UNTUK PENGAIRAN**, edisi 4, Pradnya Paramita, Jakarta.
- Soedjarwadi, 1979, **PENGANTAR TEKNIK IRIAGASI**, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta,.
- Soewarno, 1995, **HIDROLOGI (APLIKASI METODE STATISTIK UNTUK ANALISIS DATA) JILID 2**, Nova, Bandung.
- Setiawan Farouk, 1997, **LAPORAN TUGAS IRIGAS/BANGUNAN AIR**, , Yogyakarta.
- Soedjarwadi, 1979, **PENGANTAR TEKNIK IRIAGASI**, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta,.
- Sri Harto, 1991, **HIDROLOGI TERAPAN**, edisi 3, Penerbit, Keluarga Mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

LAMPIRAN I.a.

TABEL PERHITUNGAN EVAPOTRANSPIRASI TETAPAN (E_{t_0})
SETENGAH BULANAN MASING-MASING TAHUN (1992-2001)



Tabel 1 a.3. Evaporasi panci dan Evapotranspirasi Terapan (harian) tahun 1993

tanggal	k _p	Tahun 1993																								
		Januari		Februari		Maret		April		Mei		Juni		Juli		Agustus		September		Oktober		November		Desember		
		E _p	E _t	E _p	E _t	E _p	E _t	E _p	E _t	E _p	E _t	E _p	E _t	E _p	E _t	E _p	E _t	E _p	E _t	E _p	E _t	E _p	E _t	E _p	E _t	
1	0,77	7,0	5,4	6,1	4,7	6,6	4,6	3,4	2,6	5,4	4,2	4,0	3,1	3,5	2,7	5,0	3,9	4,0	3,1	7,5	5,8	6,0	4,5	5,7	4,4	
2	0,77	4,4	3,4	3,2	2,5	4,3	3,3	3,6	2,8	7,4	5,7	4,0	3,1	4,0	3,1	3,0	3,9	6,0	4,5	4,9	3,8	6,5	5,0	7,1	5,5	
3	0,77	5,0	3,9	4,6	3,9	3,5	3,0	3,0	2,3	4,5	3,5	4,0	3,1	4,0	3,1	4,0	3,1	6,5	5,0	1,0	0,8	5,3	4,1	4,9	3,8	
4	0,77	6,0	4,6	8,0	6,2	5,0	3,9	3,2	2,5	4,5	3,5	4,1	3,2	4,5	3,5	4,0	3,1	6,5	5,0	4,5	3,5	5,5	4,2	4,6	3,5	
5	0,77	3,6	2,8	6,3	4,9	6,1	4,9	5,9	4,5	2,7	2,1	3,7	2,8	3,0	3,9	5,0	3,9	6,0	4,6	5,0	3,9	3,0	2,3	5,7	4,4	
6	0,77	3,3	2,5	6,5	5,0	3,9	3,0	6,4	4,9	4,0	3,1	4,0	3,1	5,0	3,9	5,0	3,9	5,0	3,9	7,0	5,4	4,0	3,1	1,2	0,9	
7	0,77	3,6	2,8	3,4	2,6	2,5	1,9	3,4	2,6	4,9	3,8	4,7	3,6	4,0	3,1	5,5	4,2	4,5	3,5	6,0	4,6	6,0	4,6	7,7	5,9	
8	0,77	3,2	2,5	5,7	4,4	6,1	4,9	6,2	4,8	4,5	3,5	3,3	2,5	5,0	3,9	4,0	3,1	5,5	4,2	6,5	5,0	6,0	4,6	1,9	1,5	
9	0,77	3,8	2,9	5,0	3,9	2,6	2,0	5,2	4,0	4,0	3,1	2,0	1,5	5,0	3,9	5,0	3,9	6,0	4,6	6,5	5,0	6,0	4,6	4,0	3,1	
10	0,77	4,9	3,8	6,0	4,6	2,3	1,8	6,9	5,3	4,0	3,1	4,5	3,5	5,0	3,9	4,0	3,1	5,0	3,9	6,0	4,6	5,5	4,2	4,0	3,1	
11	0,77	4,4	3,4	5,0	3,9	3,6	2,8	3,0	2,3	5,0	3,9	4,0	3,1	4,4	3,4	4,5	3,5	4,5	3,5	6,0	4,6	6,7	5,2	8,3	6,4	
12	0,77	4,0	3,1	6,0	4,6	7,1	5,5	4,0	3,1	5,3	4,1	4,4	3,4	4,5	3,5	4,5	3,5	6,0	4,6	6,0	4,6	5,4	4,2	3,0	2,3	
13	0,77	4,3	3,3	6,0	4,6	3,5	3,0	5,0	3,9	5,5	4,2	4,6	3,5	2,5	2,9	4,9	3,8	6,5	5,0	5,5	4,2	6,1	4,7	4,7	3,6	
14	0,77	5,1	3,2	6,5	5,0	6,0	4,6	2,3	1,8	5,5	4,2	4,0	3,1	4,0	3,1	4,0	3,1	6,5	5,0	7,0	5,4	2,3	1,8	5,6	4,3	
15	0,77	3,3	2,5	4,5	3,5	6,5	5,0	5,6	4,3	6,0	4,6	4,5	3,5	3,5	2,7	5,0	3,9	6,0	4,6	6,5	5,0	4,6	3,5	6,0	4,6	
16	0,77	5,6	4,1	3,2	2,5	4,8	3,7	6,3	4,9	4,5	3,5	3,5	2,7	5,0	3,9	3,5	2,7	5,0	3,9	6,0	4,6	5,6	4,3	7,0	5,4	
17	0,77	1,3	1,0	3,2	2,5	4,8	3,7	6,3	4,9	4,5	3,5	3,5	2,7	5,0	3,9	3,5	2,7	5,0	3,9	6,0	4,6	3,7	2,8	5,0	3,9	
18	0,77	4,8	3,7	4,5	3,5	5,2	4,0	5,6	4,3	4,5	3,5	4,4	3,4	4,5	3,5	5,0	3,9	4,0	3,1	6,0	4,6	6,3	4,9	8,6	6,6	
19	0,77	2,5	1,9	5,0	3,9	6,3	4,9	2,7	2,1	5,2	4,0	4,0	3,1	4,5	3,5	5,0	3,9	5,0	3,9	5,0	3,9	8,1	6,2	0,8	0,6	
20	0,77	4,5	3,5	4,8	3,7	4,6	3,5	4,1	3,2	4,5	3,5	6,9	5,3	5,0	3,9	5,5	4,2	4,0	3,1	7,1	5,5	2,6	2,0	4,3	3,3	
21	0,77	5,5	4,2	4,2	3,2	6,0	4,6	4,1	3,2	5,0	3,9	5,0	3,9	5,0	3,9	6,0	4,6	4,5	3,5	6,5	5,0	4,2	3,2	4,5	3,5	
22	0,77	1,4	1,1	3,3	2,6	5,8	4,5	5,5	4,2	4,0	3,1	2,0	1,5	5,0	3,9	6,0	4,6	4,5	3,5	6,5	5,0	3,7	2,8	4,4	3,4	
23	0,77	3,7	2,5	6,0	4,6	2,2	1,7	5,0	3,9	4,5	3,5	5,5	4,2	4,5	3,5	6,5	5,0	4,0	3,1	7,0	5,4	1,7	1,3	4,3	3,3	
24	0,77	5,6	4,3	7,5	5,8	5,2	4,0	6,6	5,1	4,0	3,1	5,0	3,9	5,0	3,9	6,0	4,6	6,0	4,6	6,7	5,2	4,5	3,5	0,3	0,2	
25	0,77	4,0	3,1	2,9	2,2	6,9	5,3	5,0	3,9	4,0	3,1	5,0	3,9	5,0	3,9	5,0	3,9	6,0	4,6	6,5	5,0	2,8	2,2	5,3	4,1	
26	0,77	5,7	4,4	4,7	3,6	6,0	4,6	4,7	3,6	3,5	2,7	4,0	3,1	4,0	3,1	5,0	3,9	6,0	4,6	7,0	5,4	4,5	3,5	5,6	4,3	
27	0,77	5,8	4,5	5,0	3,9	3,5	2,5	5,0	3,9	3,7	2,8	5,5	3,5	4,0	3,1	5,5	4,2	5,0	3,9	6,0	4,6	2,6	2,0	6,5	5,0	
28	0,77	5,5	4,2			5,5	4,2	4,0	3,1	4,0	3,1	3,0	2,3	4,5	3,5	5,5	4,2	6,5	5,0	6,0	4,6	6,2	4,8	6,0	4,6	
29	0,77	3,9	3,0			6,7	5,2	3,5	2,7	4,0	3,1	4,0	3,1	4,0	3,1	5,5	4,2	7,0	5,4	7,0	5,4	4,5	3,5	5,0	3,9	
30	0,77	6,8	5,2			4,4	3,4			4,0	3,1			5,0	3,9	4,8	3,7			5,5	4,2			6,5	5,0	
31	0,77																									

n ₁	31,0	28,0								31,0	31,0	30,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0
n ₂	15,0	14,0								15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0
n ₃	16,0	14,0								16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0
E _{tot}	105,1	109,4								113,7	113,7	94,3	104,3	104,3	104,3	115,5	127,1	127,1	127,1	140,7	140,7	199,6	199,6	120,3	
Jumlah L ₀	51,3	58,4								57,1	57,1	44,1	50,1	50,1	50,1	50,2	67,0	67,0	67,0	63,8	63,8	59,1	59,1	58,6	
Jumlah E ₀	53,8	51,0								56,5	56,5	50,2	54,3	54,3	65,3	60,1	60,1	60,1	76,8	76,8	50,5	50,5	61,7	61,7	
ratio E ₀	3,4	3,9								3,7	3,7	3,1	3,4	3,4	3,7	4,2	4,2	4,2	4,5	4,5	3,7	3,7	3,9	3,9	
ratio E ₁	3,4	4,2								3,8	3,8	2,9	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	4,3	4,3	4,5	4,5	3,9	3,9	
ratio E ₂	3,4	3,6								3,5	3,5	3,3	3,6	3,6	4,2	4,2	4,2	4,2	5,1	5,1	4,4	4,4	3,4	3,4	

Tabel 1a.11. Evaporasi panci dan Evapotranspirasi Tetapan (harian) tahun 2001

tanggal	k_p	Tahun 2001																							
		Januari		Februari		Maret		April		Mei		Juni		Juli		Agustus		September		Oktober		November		Desember	
		E_t	E_p	E_t	E_p	E_t	E_p	E_t	E_p	E_t	E_p	E_t	E_p	E_t	E_p	E_t	E_p	E_t	E_p	E_t	E_p	E_t	E_p	E_t	E_p
1	0,77	5,0	3,9	2,7	1,7	5,5	4,2	4,2	3,2	3,3	2,5	3,0	2,3	4,0	3,1	4,0	3,1	5,0	3,9	5,7	4,4	3,0	3,0	4,2	3,2
2	0,77	4,2	3,2	2,6	2,0	14,4	11,1	4,5	3,5	9,8	7,5	3,2	2,5	4,0	3,1	4,0	3,1	5,0	3,9	1,0	0,8	2,2	1,7	4,5	3,5
3	0,77	1,9	1,5	2,3	1,8	3,0	2,3	5,5	4,2	3,7	2,8	3,0	2,3	4,0	3,1	4,0	3,1	2,0	1,5	4,1	3,2	24,2	18,6	5,5	4,2
4	0,77	0,6	0,5	1,2	1,1	6,2	4,8	1,8	1,4	3,0	2,3	3,5	2,7	4,0	3,1	4,0	3,1	5,0	3,9	2,0	1,5	4,0	3,1	1,8	1,4
5	0,77	4,0	3,1	4,1	3,2	6,7	5,2	4,4	3,4	4,0	3,1	2,3	1,8	4,0	3,1	5,0	3,9	5,0	3,9	3,3	2,5	3,0	2,5	4,4	3,4
6	0,77	4,1	3,2	4,5	3,5	10,0	7,7	2,8	2,2	4,0	3,1	3,0	2,3	4,0	3,1	4,0	3,1	5,0	3,9	5,0	3,9	46,8	36,0	2,8	2,2
7	0,77	4,0	3,1	6,1	4,7	3,9	3,0	5,7	4,4	4,0	3,1	3,9	3,0	4,0	3,1	4,0	3,1	6,0	4,6	5,0	3,9	2,0	1,5	5,7	4,4
8	0,77	10,4	8,0	5,3	4,1	5,5	4,2	4,4	3,4	5,0	3,9	4,0	3,1	4,0	3,1	4,0	3,1	6,0	4,6	5,5	4,2	3,5	2,7	4,7	3,6
9	0,77	4,7	3,6	3,1	2,4	3,7	2,8	4,1	3,2	4,4	3,4	2,6	2,0	4,0	3,1	4,0	3,1	6,0	4,6	5,0	3,9	5,0	3,9	4,4	3,4
10	0,77	1,3	1,0	5,0	3,9	3,1	2,4	6,0	4,6	5,0	3,9	4,0	3,1	4,0	3,1	4,5	3,5	6,0	4,6	5,0	3,9	4,0	3,1	4,1	3,2
11	0,77	3,0	2,3	5,0	3,9	5,0	3,9	5,0	3,9	5,0	3,9	4,0	3,1	4,0	3,1	4,0	3,1	5,0	3,9	5,0	3,9	6,0	4,6	6,0	4,6
12	0,77	5,0	3,9	5,5	4,4	5,0	3,9	4,5	3,5	4,0	3,1	4,0	3,1	4,0	3,1	4,0	3,1	5,0	3,9	5,0	3,9	5,5	4,2	4,5	3,5
13	0,77	4,0	3,1	4,8	3,7	2,0	1,5	3,8	2,9	4,0	3,1	1,5	1,2	4,5	3,5	5,0	3,9	5,0	3,9	7,2	5,5	30,5	23,5	3,8	2,9
14	0,77	3,7	2,8	4,9	3,8	4,0	3,1	4,0	3,1	4,0	3,1	6,4	4,9	2,5	1,9	4,5	3,5	4,0	3,1	1,7	1,3	4,0	3,1	4,0	3,1
15	0,77	0,5	0,4	6,0	4,6	5,5	4,2	3,5	2,7	4,0	3,1	3,0	2,3	2,5	1,9	3,0	2,3	6,0	4,6	4,4	3,4	4,3	3,3	3,5	2,7
16	0,77	2,7	2,1	7,0	5,4	4,5	3,5	3,4	2,6	4,5	3,5	4,0	3,1	4,0	3,1	5,0	3,9	5,0	3,9	3,9	3,0	5,7	4,4	3,4	2,6
17	0,77	3,5	2,7	5,8	4,5	3,7	2,8	5,4	4,2	5,0	3,9	4,0	3,1	5,2	4,0	4,5	3,5	5,0	3,9	8,0	6,2	5,7	4,4	5,4	4,2
18	0,77	4,6	3,5	8,2	6,3	7,7	5,9	3,3	2,5	6,7	5,2	2,6	2,0	3,0	2,3	5,0	3,9	5,0	3,9	7,5	5,8	6,1	4,7	3,3	2,5
19	0,77	7,7	5,9	5,0	3,9	3,8	2,9	3,4	2,6	4,0	3,1	1,6	1,2	3,5	2,7	5,0	3,9	5,0	3,9	66,7	51,4	5,5	4,2	3,4	2,6
20	0,77	2,8	2,2	3,0	2,3	5,9	4,5	4,0	3,1	4,0	3,1	4,0	3,1	2,6	2,0	5,0	3,9	5,5	4,2	3,9	3,0	3,3	2,5	4,0	3,1
21	0,77	4,7	3,6	4,0	3,1	2,7	2,1	4,0	3,1	4,0	3,1	3,0	2,3	8,2	6,3	5,0	3,9	4,0	3,1	2,1	1,6	15,0	11,6	4,0	3,1
22	0,77	3,9	3,0	4,0	3,1	4,4	3,4	4,0	3,1	4,0	3,1	4,0	3,1	4,0	3,1	3,0	2,3	6,0	4,6	1,5	1,2	5,0	3,9	4,0	3,1
23	0,77	5,5	4,2	4,0	3,1	1,7	1,3	5,0	3,9	4,0	3,1	3,5	2,7	8,0	2,7	5,0	3,9	5,0	3,9	0,0	0,0	5,5	4,2	5,0	3,9
24	0,77	8,5	6,5	2,2	1,7	2,4	1,8	5,0	3,9	4,0	3,1	4,0	3,1	4,0	3,1	5,0	3,9	5,0	3,9	0,0	0,0	6,3	4,9	5,0	3,9
25	0,77	1,6	1,2	5,0	3,9	5,0	3,9	4,2	3,2	4,0	3,1	4,0	3,1	4,0	3,1	4,0	3,1	5,0	3,9	5,0	3,9	6,9	5,3	3,9	3,0
26	0,77	5,0	3,9	5,0	3,9	5,5	4,2	6,0	4,6	3,2	2,5	4,0	3,1	4,5	3,5	5,0	3,9	5,0	3,9	5,8	4,5	3,5	2,7	6,0	4,6
27	0,77	4,0	3,1	6,4	4,9	4,2	3,2	6,0	4,6	2,6	2,0	4,0	3,1	4,5	3,5	4,0	3,1	5,0	3,9	0,0	0,0	4,0	3,1	6,0	4,6
28	0,77	5,5	4,2	4,6	3,5	4,6	3,5	3,2	2,5	4,0	3,1	4,0	3,1	4,0	3,1	4,0	3,1	5,0	3,9	0,2	0,2	5,0	3,9	3,2	2,5
29	0,77	5,0	3,9	4,4	3,4	4,3	3,3	4,0	3,1	4,0	3,1	4,0	3,1	4,0	3,1	4,0	3,1	5,0	3,9	5,0	3,9	5,0	3,9	3,0	2,5
30	0,77	2,3	1,8	3,5	2,7	6,0	4,6	3,5	2,7	4,0	3,1	4,0	3,1	4,0	3,1	4,0	3,1	5,0	3,9	5,0	3,9	5,0	3,9	3,0	2,5
31	0,77	2,3	1,8	3,5	2,7	6,0	4,6	3,5	2,7	4,0	3,1	4,0	3,1	4,0	3,1	4,0	3,1	5,0	3,9	5,0	3,9	5,0	3,9	3,0	2,5

n_1 31,0
 n_2 15,0
 n_3 15,0
 n_4 16,0
 E_{t_1} 99,1
 E_{t_2} 46,9
 jumlah E_{t_1} 52,2
 jumlah E_{t_2} 3,2
 rata-rata E_{t_1} 3,1
 rata-rata E_{t_2} 3,3
 n_1 31,0
 n_2 15,0
 n_3 15,0
 n_4 16,0
 E_{t_1} 99,1
 E_{t_2} 46,9
 jumlah E_{t_1} 52,2
 jumlah E_{t_2} 3,2
 rata-rata E_{t_1} 3,1
 rata-rata E_{t_2} 3,3
 n_1 31,0
 n_2 15,0
 n_3 15,0
 n_4 16,0
 E_{t_1} 99,1
 E_{t_2} 46,9
 jumlah E_{t_1} 52,2
 jumlah E_{t_2} 3,2
 rata-rata E_{t_1} 3,1
 rata-rata E_{t_2} 3,3
 n_1 31,0
 n_2 15,0
 n_3 15,0
 n_4 16,0
 E_{t_1} 99,1
 E_{t_2} 46,9
 jumlah E_{t_1} 52,2
 jumlah E_{t_2} 3,2
 rata-rata E_{t_1} 3,1
 rata-rata E_{t_2} 3,3
 n_1 31,0
 n_2 15,0
 n_3 15,0
 n_4 16,0
 E_{t_1} 99,1
 E_{t_2} 46,9
 jumlah E_{t_1} 52,2
 jumlah E_{t_2} 3,2
 rata-rata E_{t_1} 3,1
 rata-rata E_{t_2} 3,3
 n_1 31,0
 n_2 15,0
 n_3 15,0
 n_4 16,0
 E_{t_1} 99,1
 E_{t_2} 46,9
 jumlah E_{t_1} 52,2
 jumlah E_{t_2} 3,2
 rata-rata E_{t_1} 3,1
 rata-rata E_{t_2} 3,3
 n_1 31,0
 n_2 15,0
 n_3 15,0
 n_4 16,0
 E_{t_1} 99,1
 E_{t_2} 46,9
 jumlah E_{t_1} 52,2
 jumlah E_{t_2} 3,2
 rata-rata E_{t_1} 3,1
 rata-rata E_{t_2} 3,3
 n_1 31,0
 n_2 15,0
 n_3 15,0
 n_4 16,0
 E_{t_1} 99,1
 E_{t_2} 46,9
 jumlah E_{t_1} 52,2
 jumlah E_{t_2} 3,2
 rata-rata E_{t_1} 3,1
 rata-rata E_{t_2} 3,3
 n_1 31,0
 n_2 15,0
 n_3 15,0
 n_4 16,0
 E_{t_1} 99,1
 E_{t_2} 46,9
 jumlah E_{t_1} 52,2
 jumlah E_{t_2} 3,2
 rata-rata E_{t_1} 3,1
 rata-rata E_{t_2} 3,3
 n_1 31,0
 n_2 15,0
 n_3 15,0
 n_4 16,0
 E_{t_1} 99,1
 E_{t_2} 46,9
 jumlah E_{t_1} 52,2
 jumlah E_{t_2} 3,2
 rata-rata E_{t_1} 3,1
 rata-rata E_{t_2} 3,3
 n_1 31,0
 n_2 15,0
 n_3 15,0
 n_4 16,0
 E_{t_1} 99,1
 E_{t_2} 46,9
 jumlah E_{t_1} 52,2
 jumlah E_{t_2} 3,2
 rata-rata E_{t_1} 3,1
 rata-rata E_{t_2} 3,3
 n_1 31,0
 n_2 15,0
 n_3 15,0
 n_4 16,0
 E_{t_1} 99,1
 E_{t_2} 46,9
 jumlah E_{t_1} 52,2
 jumlah E_{t_2} 3,2
 rata-rata E_{t_1} 3,1
 rata-rata E_{t_2} 3,3
 n_1 31,0
 n_2 15,0
 n_3 15,0
 n_4 16,0
 E_{t_1} 99,1
 E_{t_2} 46,9
 jumlah E_{t_1} 52,2
 jumlah E_{t_2} 3,2
 rata-rata E_{t_1} 3,1
 rata-rata E_{t_2} 3,3
 n_1 31,0
 n_2 15,0
 n_3 15,0
 n_4 16,0
 E_{t_1} 99,1
 E_{t_2} 46,9
 jumlah E_{t_1} 52,2
 jumlah E_{t_2} 3,2
 rata-rata E_{t_1} 3,1
 rata-rata E_{t_2} 3,3
 n_1 31,0
 n_2 15,0
 n_3 15,0
 n_4 16,0
 E_{t_1} 99,1
 E_{t_2} 46,9
 jumlah E_{t_1} 52,2
 jumlah E_{t_2} 3,2
 rata-rata E_{t_1} 3,1
 rata-rata E_{t_2} 3,3
 n_1 31,0
 n_2 15,0
 n_3 15,0
 n_4 16,0
 E_{t_1} 99,1
 E_{t_2} 46,9
 jumlah E_{t_1} 52,2
 jumlah E_{t_2} 3,2
 rata-rata E_{t_1} 3,1
 rata-rata E_{t_2} 3,3
 n_1 31,0
 n_2 15,0
 n_3 15,0
 n_4 16,0
 E_{t_1} 99,1
 E_{t_2} 46,9
 jumlah E_{t_1} 52,2
 jumlah E_{t_2} 3,2
 rata-rata E_{t_1} 3,1
 rata-rata E_{t_2} 3,3
 n_1 31,0
 n_2 15,0
 n_3 15,0
 n_4 16,0
 E_{t_1} 99,1
 E_{t_2} 46,9
 jumlah E_{t_1} 52,2
 jumlah E_{t_2} 3,2
 rata-rata E_{t_1} 3,1
 rata-rata E_{t_2} 3,3
 n_1 31,0
 n_2 15,0
 n_3 15,0
 n_4 16,0
 E_{t_1} 99,1
 E_{t_2} 46,9
 jumlah E_{t_1} 52,2
 jumlah E_{t_2} 3,2
 rata-rata E_{t_1} 3,1
 rata-rata E_{t_2} 3,3
 n_1 31,0
 n_2 15,0
 n_3 15,0
 n_4 16,0
 E_{t_1} 99,1
 E_{t_2} 46,9
 jumlah E_{t_1} 52,2
 jumlah E_{t_2} 3,2
 rata-rata E_{t_1} 3,1
 rata-rata E_{t_2} 3,3
 n_1 31,0
 n_2 15,0
 n_3 15,0
 n_4 16,0
 E_{t_1} 99,1
 E_{t_2} 46,9
 jumlah E_{t_1} 52,2
 jumlah E_{t_2} 3,2
 rata-rata E_{t_1} 3,1
 rata-rata E_{t_2} 3,3
 n_1 31,0
 n_2 15,0
 n_3 15,0
 n_4 16,0
 E_{t_1} 99,1
 E_{t_2} 46,9
 jumlah E_{t_1} 52,2
 jumlah E_{t_2} 3,2
 rata-rata E_{t_1} 3,1
 rata-rata E_{t_2} 3,3
 n_1 31,0
 n_2 15,0
 n_3 15,0
 n_4 16,0
 E_{t_1} 99,1
 E_{t_2} 46,9
 jumlah E_{t_1} 52,2
 jumlah E_{t_2} 3,2
 rata-rata E_{t_1} 3,1
 rata-rata E_{t_2} 3,3
 n_1 31,0
 n_2 15,0
 n_3 15,0
 n_4 16,0
 E_{t_1} 99,1
 E_{t_2} 46,9
 jumlah E_{t_1} 52,2
 jumlah E_{t_2} 3,2
 rata-rata E_{t_1} 3,1
 rata-rata E_{t_2} 3,3
 n_1 31,0
 n_2 15,0
 n_3 15,0
 n_4 16,0
 E_{t_1} 99,1
 E_{t_2} 46,9
 jumlah E_{t_1} 52,2
 jumlah E_{t_2} 3,2
 rata-rata E_{t_1} 3,1
 rata-rata E_{t_2} 3,3
 n_1 31,0
 n_2 15,0
 n_3 15,0
 n_4 16,0
 E_{t_1} 99,1
 E_{t_2} 46,9
 jumlah E_{t_1} 52,2
 jumlah E_{t_2} 3,2
 rata-rata E_{t_1} 3,1
 rata-rata E_{t_2} 3,3
 n_1 31,0
 n_2 15,0
 n_3 15,0
 n_4 16,0
 E_{t_1} 99,1
 E_{t_2} 46,9
 jumlah E_{t_1} 52,2
 jumlah E_{t_2} 3,2
 rata-rata E_{t_1} 3,1
 rata-rata E_{t_2} 3,3
 n_1 31,0
 n_2 15,0
 n_3 15,0
 n_4 16,0
 E_{t_1} 99,1
 E_{t_2} 46,9
 jumlah E_{t_1} 52,2
 jumlah E_{t_2} 3,2
 rata-rata E_{t_1} 3,1
 rata-rata E_{t_2} 3,3
 n_1 31,0
 n_2 15,0
 n_3 15,0
 n_4 16,0
 E_{t_1} 99,1
 E_{t_2} 46

Berikut ini adalah uraian pengolahan data penguapan panci menjadi data evapotranspirasi (E_t).

1. Mengubah penguapan harian dari evaporasi panci (E_p) menjadi evapotranspirasi tetapan (E_t) harian dengan rumus 3.7.

$$E_t = k_p \cdot E_{pan}$$

k_p = koefisien panci

E_{pan} = penguapan pada panci

Contoh hitungan:

Data bulan Januari 1993 tanggal 1:

Evaporasi panci (E_p) = 7 mm

Kecepatan angin = 53,7 km/hari

Kelembaban (RH) = 99%

Ketinggian angin terukur dari tanah = 2 m

Berdasarkan data yang ada yaitu:

angin 62,7 km/hari termasuk dalam kategori angin sepoi,

kelembaban 92 lebih besar dari 70%,

dan ketinggian angin 2,

daerah pengamatan dikelilingi rumput hijau,

maka koefisien berada diantara angka 0,75 dan 0,85.

Untuk mendapatkan koefisien yang dimaksud, maka dilakukan interpolasi

berdasarkan jarak angin 0 m dan 10 m.

$$\begin{aligned} k_p &= \frac{2-0}{10-0} \times (0,85 - 0,75) + 0,75 \\ &= 0,77 \end{aligned}$$

jadi E_{t_0} dapat dihitung:

$$E_{t_0} = k_p \times E_p$$

$$E_{t_0} = 0,77 \times 7$$

$$= 5,39 \text{ mm}$$

Didapat E_{t_0} pada 1 Januari 1993 adalah 5,39 mm

2. Menghitung evapotranspirasi tetapan (E_{t_0}) harian menjadi setengah bulanan untuk masing-masing tahun pengamatan.

Contoh perhitungan:

Misalnya untuk menghitung evapotranspirasi tetapan (E_{t_0}) setengah bulan pertama bulan Januari 2000, maka data yang diambil adalah tanggal 1 sampai dengan 15 bulan Januari 2000. Dari data tersebut dihitung Evapotranspirasi setengah bulan pertama bulan Januari sebagai berikut:

$$\text{rata-rata } E_{t_{01}} = \frac{E_{t_{01-15}}}{n}$$

$$\text{rata-rata } E_{t_{01}} = \frac{4,0 + 4,0 + 4,0 + 3,5 + 3,5 + 4,0 + 3,0 + 4,0 + 4,0 + 4,0 + 4,0 + 4,0 + 4,0 + 4,0 + 4,5}{15}$$

$$E_{t_{01}} = \frac{45}{15}$$

$$E_{t_{01}} = 3,0 \text{ mm/hari}$$

Keterangan: $E_{t_{01-15}}$ = Evapotranspirasi harian dari tanggal 1 sampai 15

$E_{t_{01}}$ = Evapotranspirasi setengah bulan pertama bulan Januari

n = jumlah hari pada setengah bulan pertama

1.a.1. Tabel Perbandingan antara Evapotranspirasi dari Rumput Subur cukup air dan Evaporasi dari Class A Pan

angin (km/hari)	jarak angin dari tanaman (m)	kasus 1: panci dikelilingi oleh tanaman hijau pendek			jarak angin dari tanah (m)	kasus 2: panci dikelilingi oleh permukaan tanah kering		
		persentase kelembaban relatif				persentase kelembaban relatif		
		rendah 20-40	sedang 40-70	tinggi >70		rendah 20-40	sedang 40-70	tinggi >70
sepoi	0	0,55	0,65	0,75	0	0,7	0,8	0,85
	10	0,65	0,75	0,85	10	0,6	0,7	0,8
<170 km/hari	100	0,7	0,8	0,85	100	0,55	0,65	0,75
	1000	0,75	0,85	0,85	1000	0,5	0,6	0,7
sedang	0	0,5	0,6	0,65	0	0,65	0,75	0,8
	10	0,6	0,7	0,75	10	0,55	0,65	0,7
170-425 km/hari	100	0,65	0,75	0,8	100	0,5	0,6	0,65
	1000	0,7	0,8	0,8	1000	0,45	0,55	0,6
	0	0,45	0,5	0,6	0	0,6	0,65	0,7
kuat	10	0,55	0,6	0,65	10	0,5	0,55	0,65
	100	0,6	0,65	0,7	100	0,45	0,5	0,6
425-700km/hari	1000	0,65	0,7	0,75	1000	0,4	0,45	0,55
	0	0,4	0,45	0,5	0	0,5	0,6	0,65
>700 km/hari	10	0,45	0,55	0,6	10	0,45	0,5	0,55
	100	0,5	0,6	0,65	100	0,4	0,45	0,5
	1000	0,55	0,6	0,65	1000	0,35	0,4	0,45

Sumber: Dari Doorenbos dan Pruitt (1974)

2. Menghitung rata-rata evapotranspirasi tetapan (E_{t_0}) setengah bulanan masing-masing bulan selama tahun 1992-2001.

Contoh perhitungan:

Data evapotranspirasi bulan Januari dari tahun 1999 sampai 2001.

$$E_{t_0} = \frac{\sum E_{t_n}}{n}$$

$$E_{t_0} = \frac{4,9 + 3,4 + 3,4 + 4,1 + 4,6 + 4,3 + 4,1 + 3,2 + 3,3 + 3,1}{10}$$

$$E_{t_0} = 3,8 \text{ mm/hari}$$

Keterangan: ΣEt_0 = Jumlah evapotranspirasi setengah bulan dari tahun 1999-2001

Et_0 = Evapotranspirasi setengah bulanan

n = jumlah data

Jadi evapotranspirasi setengah bulan pertama bulan Januari (Et_0 Januari pertama) adalah 3,8 mm/hari

Dari data ditemukan bahwa kelembaban relatif (RH) disepanjang sepanjang hari pada tahun yang diteliti semuanya lebih besar dari 70% dan kecepatan angin berada di bawah 170 km/hari. Berdasarkan data tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa koefisien panci (k_p) sama besar untuk setiap data pengukuran yaitu: 0,77.

Keterangan:

n_t = jumlah data/hari selama satu bulan

n_1 = jumlah data/hari selama setengah bulan pertama

n_2 = jumlah data/hari selama setengah bulan kedua

jumlah Et_{0t} = jumlah evapotranspirasi tetapan selam satu bulan

jumlah Et_{01} = jumlah evapotranspirasi tetapan selama setengah bulan pertama

jumlah Et_{02} = jumlah evapotranspirasi tetapan selama setengah bulan kedua

rata-rata Et_{0t} = rata-rata evapotranspirasi tetapan satu bulan

rata-rata Et_{01} = rata-rata evapotranspirasi tetapan setengah bulan pertama

rata-rata Et_{02} = rata-rata evapotranspirasi tetapan setengah bulan kedua

Dari perhitungan sebelumnya didapat E_{t_0} untuk tiap-tiap setengah bulan pada dari tahun 1992 sampai dengan tahun 2001. Dari data tersebut, kemudian dihitung E_{t_0} setengah bulanan, yang akan dipakai dalam perhitungan kebutuhan air irigasi di sawah. Adapun cara perhitungannya adalah cara rata-rata.

Contoh perhitungan:

Data : bulan Januari pertama dari tahun 1992 sampai tahun 2001.

Perhitungan:

$$E_{t_0} = \frac{\sum E_{t_0} \text{ bulan yang bersangkutan}}{\text{jumlah data}}$$

$$E_{t_0 \text{ Januari pertama}} = \frac{4,9 + 3,4 + 3,4 + 4,1 + 4,6 + 4,3 + 4,1 + 3,2 + 3,3 + 3,1}{10}$$

$$E_{t_0 \text{ Januari pertama}} = 3,8 \text{ mm/hari}$$

Tabel 1.a.1. Evapotranspirasi tetapan mulai bulan Januari pertama sampai dengan bulan Juni kedua

Tahun	Bulan											
	Januari		Februari		Maret		April		Mei		Juni	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1992	4,9	3,8	6,7	4,3	3,7	3,3	7,9	4,0	3,4	3,9	3,2	3,1
1993	3,4	3,4	4,2	3,6	3,6	4,3	3,4	3,7	3,8	3,5	2,9	3,4
1994	3,4	4,9	3,3	3,6	4,5	3,8	4,9	3,1	3,9	3,3	2,9	3,4
1995	4,1	4,4	5,4	5,1	3,9	3,5	4,3	3,1	3,2	3,4	2,9	2,7
1996	4,6	3,4	2,5	4,0	3,4	3,7	3,7	3,5	3,7	3,0	2,8	3,1
1997	4,3	3,3	5,3	3,3	4,1	3,8	3,4	3,0	5,0	3,1	3,2	3,3
1998	4,1	6,9	5,7	3,7	4,6	3,8	4,8	3,5	3,0	3,3	3,2	2,9
1999	3,2	4,4	3,7	4,1	3,4	2,9	3,0	3,8	3,1	3,2	2,6	2,8
2000	3,3	2,6	4,4	4,2	3,4	4,1	3,8	3,4	4,9	3,2	2,8	2,7
2001	3,1	3,3	2,9	3,9	4,2	3,3	3,4	3,3	3,5	3,2	2,6	2,7
E_{t_0} (mm/hari)	3,8	4,0	4,4	4,0	3,9	3,6	4,3	3,4	3,8	3,3	2,9	3,0

Tabel 1.a.2. Evapotranspirasi tetapan mulai bulan Juli pertama sampai dengan bulan Desember kedua

Tahun	Bulan											
	Juli		Agustus		September		Oktober		November		Desember	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1992	3,1	3,6	3,7	3,3	3,1	2,9	2,8	6,5	4,7	3,3	3,3	4,1
1993	3,3	3,6	3,4	4,4	4,5	4,0	4,3	5,1	3,9	3,4	3,9	4,1
1994	3,0	3,6	3,3	4,1	4,5	4,9	3,9	4,9	4,5	4,0	3,2	4,1
1995	4,3	3,0	3,3	3,2	4,1	4,3	4,2	4,2	3,7	3,7	3,4	3,1
1996	3,3	3,8	3,4	4,1	3,8	4,4	4,0	3,2	3,7	4,2	3,0	4,3
1997	3,0	3,4	3,5	4,3	4,1	4,2	4,2	5,0	4,1	3,3	3,2	4,2
1998	3,3	3,0	3,5	3,7	4,0	2,9	4,2	3,9	6,3	3,8	3,1	4,2
1999	2,5	3,1	3,1	4,2	4,2	4,1	3,8	3,6	2,6	4,4	3,7	3,6
2000	3,0	3,2	3,4	4,0	3,9	3,6	3,4	3,5	2,5	2,7	10,6	3,3
2001	3,0	3,3	3,4	3,8	3,9	3,9	3,2	6,2	7,7	4,3	3,4	3,6
E_t (mm/hari)	3,2	3,4	3,4	3,9	4,0	3,9	3,8	4,6	4,4	3,7	4,1	3,9



LAMPIRAN II.a.

TABEL PERHITUNGAN CURAH HUJAN SETENGAH BULANAN
STASIUN BERAN UNTUK TIAP-TIAP TAHUN



Tabel II.a.3. Curah hujan dua minggu (setengah bulanan) tahun 1994

Tgl	Januari		Februari		Maret		April		Mei		Juni		Juli		Agustus		September		Oktober		November		Desember		
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
	B	O	R	B	O	R	B	O	R	B	O	R	B	O	R	B	O	R	B	O	R	B	O	R	B
1	6	160	160	20	25	80	80	140	140	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	3	40	40	60	80	20	40	40	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	2	80	80	40	60	20	40	40	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	1	20	20	40	60	40	60	40	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	2	180	180	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	2	200	200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	13	13	60	60	60	60	60	60	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	12	12	10	10	40	40	40	40	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	6	6	140	140	280	280	280	280	280	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	46	46	440	440	440	440	440	440	440	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	7	80	80	40	40	40	40	40	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	35	35	90	90	140	140	140	140	140	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	9	160	160	10	10	280	280	280	280	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	7	10	10	10	10	10	10	10	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	210	210	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
17	230	230	280	280	400	400	400	400	400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	15	15	140	140	140	140	140	140	140	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	11	11	10	10	10	10	10	10	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	20	20	20	20	20	20	20	20	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	20	20	20	20	20	20	20	20	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	20	20	20	20	20	20	20	20	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	20	20	20	20	20	20	20	20	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	20	20	20	20	20	20	20	20	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	20	20	20	20	20	20	20	20	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	20	20	20	20	20	20	20	20	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	20	20	20	20	20	20	20	20	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	20	20	20	20	20	20	20	20	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	20	20	20	20	20	20	20	20	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	20	20	20	20	20	20	20	20	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B-3																									

2003/370516

- Keterangan:
 B alat ukur biasa
 O alat ukur otomatis
 R rata-rata
 jm jumlah
 jt jumlah hari dalam setengah bulan
 H rata-rata tinggi hujan/hari (mm)
 Hs tinggi hujan dalam 15 hari (setengah bulan) mm
 * data dipilih salah satu

Sumber: Baku Pengantar: Progo Opak O: D.Y.

Tabel II.a.5. Curah hujan dua minggu (setengah bulanan) tahun 1996

Tgl	Januari		Februari		Maret		April		Mei		Juni		Juli		Agustus		September		Oktober		November		Desember	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jml	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Jh	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
R	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Tinggi hujan

selama satu

hari

Norma sel

Keterangan

P alat ukur biasa

R alat ukur otomatis

Jml jumlah

Jh jumlah hari dalam setengah bulan

R rata-rata tinggi hujan (mm)

R.S tinggi hujan dalam 15 hari (setengah bulan) mm

data dipilih salah satu



Tabel II.a.6. Curah hujan dua mingguan (setengah bulanan) tahun 1997

Tgl	Januari		Februari		Maret		April		Mei		Juni		Juli		Agustus		September		Oktober		November		Desember		
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
	B	O	B	O	B	O	B	O	B	O	B	O	B	O	B	O	B	O	B	O	B	O	B	O	B
1	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
2	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
3	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
4	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
7	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
8	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
9	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
10	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
13	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
14	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
15	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
16	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Jml	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700
Jh	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140
R	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Jml	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100



Tinggi hujan
setengah hari

1178.2496

Seterangan:
B: alat ukur biasa
O: alat ukur otomatis
R: rata-rata
jml: jumlah
jh: jumlah hari dalam setengah bulan
rh: rata-rata tinggi hujan hari (mm)
RIS: tinggi hujan dalam 15 hari (setengah bulan) mm
*: data diolah salah satu

Sumber: Data Pengukuran Proje. Opak. Cyo. DIY

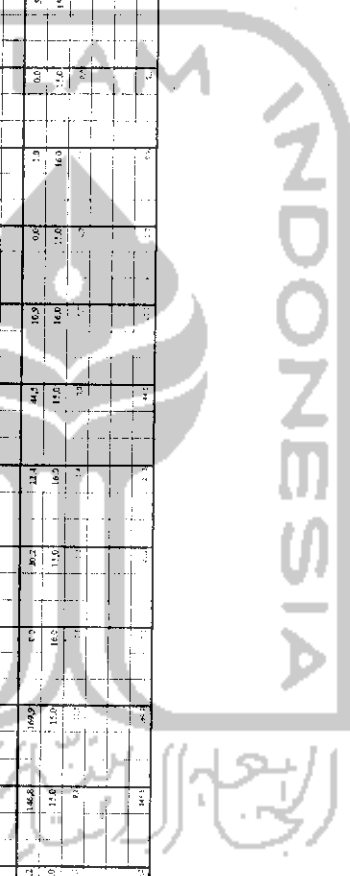
Tabel II a.8. Curah hujan dua minggu (setengah bulanan) tahun 1999

No	Bulan																							
	Januari		Februari		Maret		April		Mei		Juni		Juli		Agustus		September		Oktober		November		Desember	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	BO	OR	BO	OR	BO	OR	BO	OR	BO	OR	BO	OR	BO	OR	BO	OR	BO	OR	BO	OR	BO	OR	BO	OR
2	42	420	63	17	60	05	02	60	00	63	05	06	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
3	6	0	30	0	185	08	144	10	34	12	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
4	0	0	0	4	14	424	03	14	14	14	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
5	5	5	18	1	11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	8	51	8	7	6	09	00	20	280	27	40	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	32	29	303	21	21	63	83	68	21	6	198	24	15	0	286	29	160	108	104	0	0	0	0	0
9	33	90	143	27	2	246	25	20	20	280	254	25	0	5	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	11	0	108	00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	11	12	12	00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	11	10	106	1	2	136	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jml	1092	182	1712	32	307	1628	1662	1628	1628	1628	1628	1628	1628	1628	1628	1628	1628	1628	1628	1628	1628	1628	1628	1628
rh	1316	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140
rh	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140

24/10/99

- Keamatan
- B alat ukur bias
- R alat ukur OKULAS
- R rain-gauge
- rh jumlah
- rh jumlah hari hujan setengah bulan
- rh rata-rata tinggi hujan hari (mm)
- rh nis tinggi hujan dalam 15 hari (setengah bulanan) mm
- * data dipilih sahaja setu

Sumber: Balai Pengukuran Tinggi-Ciput, OYO, DTY



Tabel II a 10. Curah hujan dua mingguan (setengah bulanan) tahun 2001

No	Januari		Februari		Maret		April		Mei		Juni		Juli		Agustus		September		Oktober		November		Desember		
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
	B	R	B	R	B	R	B	R	B	R	B	R	B	R	B	R	B	R	B	R	B	R	B	R	B
1	13	12	30	30	28	29	94	26	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
2	15	15	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
3	20	20	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
4	38	38	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
5	10	10	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
6	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
7	38	38	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
8	10	10	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
9	38	38	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
10	38	38	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
11	8	8	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
12	10	10	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
13	20	20	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
14	20	20	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
15	8	8	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
16	8	8	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Juni	212	212	326	326	342	342	392	392	416	416	440	440	464	464	488	488	512	512	536	536	560	560	584	584	
Juli	152	152	184	184	192	192	200	200	208	208	216	216	224	224	232	232	240	240	248	248	256	256	264	264	
Ag	120	120	144	144	152	152	160	160	168	168	176	176	184	184	192	192	200	200	208	208	216	216	224	224	
Sept	100	100	120	120	128	128	136	136	144	144	152	152	160	160	168	168	176	176	184	184	192	192	200	200	
Ok	80	80	100	100	108	108	116	116	124	124	132	132	140	140	148	148	156	156	164	164	172	172	180	180	
Nov	60	60	80	80	88	88	96	96	104	104	112	112	120	120	128	128	136	136	144	144	152	152	160	160	
Des	40	40	60	60	68	68	76	76	84	84	92	92	100	100	108	108	116	116	124	124	132	132	140	140	
Rata-rata	15	15	20	20	22	22	24	24	26	26	28	28	30	30	32	32	34	34	36	36	38	38	40	40	

ANSR 2001:15

- Keterangan
 B: alat ukur biasa
 C: alat ukur otomatis
 R: rata-rata
 jml: jumlah
 jh: jumlah hari dalam setengah bulan
 rh: rata-rata tinggi hujan hari (mm)
 h:5 tinggi hujan dalam 15 hari (setengah bulan) mm
 * data dipilih salah satu

Sumber: Balai Pengajaran, Peng. Opa, O. D. D.

LAMPIRAN II.b

Perhitungan Koreksi Data



Dari data hujan harian terlihat bahwa data yang hilang adalah sebagai berikut:

Tabel II.b. 1 Data hujan yang hilang

Tahun	Bulan
1992	Maret pertama
	Maret kedua
	November pertama
	November kedua
1996	Oktober pertama
	Oktober kedua
	November pertama
	November kedua
	Desember pertama
	Desember kedua
1997	Januari pertama
	Januari kedua

Sedangkan rekapitulasi hujan normal untuk tahun yang dikoreksi terdapat dalam tabel II.b.2

Tabel II.b.2. Rekapitulasi tinggi hujan untuk tahun yang dikoreksi

Tahun	Curah Hujan (mm)
1992	2207,5
1996	955,45
1997	1086,1

Dari lampiran I.a. Data Klimatologi Stasiun Plambongan, didapat data seperti pada tabel II.b.3.

Tabel il.b.3. Curah hujan setengah bulanan stasiun Plambongan untuk koreksi data

Tanggal	1992		1996			1997
	Maret	Novembe	Oktober	November	Desember	Januari
1	0	14,3	3,9	0,1	54,20	11,1
2	1,1	0,0	48,3	42,6	2,10	0
3	0	0,0	5,6	11,6	4,20	0
4	0	0,1	0,2	11,4	7,40	86,8
5	0	0,0	0,0	2,2	8,40	0,7
6	3,7	0,0	0,0	3,4	0,00	13,4
7	1,9	0,0	0,6	0,2	0,00	28,3
8	1,7	7,9	33,2	8,6	1,30	5,2
9	10,3	8,7	0,0	44,9	0,30	2,2
10	16,1	13,9	0,0	0,3	30,60	66,1
11	12,9	62,3	0,0	1,4	8,80	0,7
12	4,6	0,0	0,0	0,6	70,80	3,9
13	18,7	0,0	0,0	0,0	22,90	15,8
14	1,8	0,0	2,6	0,0	27,20	52,3
15	40,5	110,6	0,0	11,2	1,20	3
16	6,1	44,4	6,2	21,1	1,60	5,9
17	20,5	37,6	17,4	3,1	6,90	39,8
18	7,6	0,2	14,4	27,2	3,20	3
19	2,9	19,2	0,0	36,0	0,70	5,6
20	19,6	14,3	11,3	44,4	0,00	0,4
21	4,4	0,4	2,8	6,0	0,20	10,7
22	2,2	10,6	5,2	56,4	0,00	4,6
23	0	0,4	0,0	11,6	0,30	12,8
24	0	5,6	30,8	0,0	1,80	0,2
25	39,8	0,3	10,6	12,0	0,80	21,4
26	0	3,1	7,7	64,8	15,10	0
27	0	1,5	5,6	0,0	0,20	0
28	0	14,0	14,0	0,0	0,00	0
29	21,9	16,2	7,9	0,0	10,50	0
30	28,9	73,2	5,6	27,7	0,00	0
31	2,2		29,7		0,00	0
CH ₁	269,4	458,8	94,4	138,5	239,4	289,5
CH ₂	156,1	241,0	169,2	310,3	41,3	104,4
h ₁	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0
h ₂	16,0	15,0	16,0	15,0	16,0	16,0
h15 ₁	269,4	458,8	94,4	138,5	239,4	289,5
h15 ₂	146,3	241,0	158,6	310,3	38,7	97,9

Keterangan:

- CH₁ : Tinggi hujan setengah bulan pertama
- CH₂ : Tinggi hujan setengah bulan kedua
- h15₁ : Tinggi hujan dalam 15 hari (setengah bulan) pertama
- h15₂ : Tinggi hujan dalam 15 hari (setengah bulan) kedua
- h₁ : jumlah hari dalam setengah bulan pertama

Sedangkan rekapitulasi hujan Normal untuk stasiun Plambongan pada tahun yang datanya akan dikoreksi adalah sebagai berikut:

Tabel II.b.4. Rekapitulasi hujan normal pada stasiun Plambongan

Tahun	Curah Hujan (mm)
1992	
1996	2175,2
1997	2120

Sedangkan dari stasiun Mlati data yang didapat tidak dalam bentuk hujan harian, tapi hujan bulanan, oleh karena itu dianggap bahwa curah hujan setengah pertama sama dengan curah hujan setengah bulan kedua. Untuk data koreksi dari stasiun Mlati diperoleh data seperti pada tabel di bawah ini:

Tabel II.b.5. Curah hujan setengah bulanan stasiun Mlati untuk koreksi data (dalam mm)

	1992		1996			1997
	Maret	Novembe	Oktober	November	Desember	Januari
	310	575	586	526	410	393
CH ₁	155	287,5	293	263	205	196,5
CH ₂	155	287,5	293	263	205	196,5

Keterangan:

CH₁ : curah hujan setengah bulan pertama
 CH₂ : curah hujan setengah bulan kedua

Tabel II.b.6. Rekapitulasi hujan normal pada stasiun Mlati

Tahun	Curah Hujan (mm)
1992	3599
1996	2879
1997	1338

Dengan data di atas maka dapat dikoreksi data yang hilang/rusak dengan menggunakan rumus 3.19, yaitu:

$$P_b = (N_b \cdot P_m / N_m + N_b \cdot P_p / N_p) / N$$

dimana: P_b = hujan di stasiun Beran pada bulan yang dikoreksi (selama satu bulan)

N_b = tinggi hujan selama setahun di stasiun Beran pada tahun yang dikoreksi

N_m = tinggi hujan selama setahun di stasiun Mlati pada tahun yang akan dikoreksi

P_m = hujan di stasiun Mlati pada bulan yang dikoreksi

N_p = tinggi hujan selama setahun di stasiun Plambongan pada tahun yang akan dikoreksi

P_p = hujan di stasiun Plambongan pada bulan yang dikoreksi

N_p = 2

Contoh perhitungan:

Untuk koreksi data bulan Oktober pertama 1996

Data yang diperoleh:

P_b = dicari

N_b = 955,45 mm

N_m = 2879 mm

P_m = 293 mm

P_p = 94,4 mm

N_p = 2175,2 mm

N = jumlah stasiun referensi

Tabel II.b.7. Koreksi Data Curah hujan yang hilang/rusak

Tahun	Bulan	Nm (mm)	Np (mm)	Nb (mm)	Pm (mm)	Pp (mm)	Pb (mm)
1992	Maret 1	3599	3776,6	2207,5	155	269,7	126,3584
	Maret 2	3599	3776,6	2207,5	155	146,3	90,29345
	November 1	3599	3776,6	2207,5	287,5	458,8	222,2602
	November 2	3599	3776,6	2207,5	287,5	241	158,6059
1996	Oktober 1	2879	2175,2	955,45	293	94,4	69,35122
	Oktober 2	2879	2175,2	955,45	293	158,6	83,45105
	November 1	2879	2175,2	955,45	263	138,5	74,05859
	November 2	2879	2175,2	955,45	263	310,3	111,7899
	Desember 1	2879	2175,2	955,45	205	239,4	86,5944
	Desember 2	2879	2175,2	955,45	205	38,7	42,51597
1997	Januari 1	1338	2120,3	1086,1	196,5	289,5	153,8994
	Januari 2	1338	2120,3	1086,1	196,5	97,9	104,8269



LAMPIRAN II.c

Perhitungan Curah Hujan Efektif



Sebelum menghitung curah hujan efektif, maka terlebih dahulu data diolah menjadi curah hujan setengah bulanan dengan menggunakan distribusi extreme tipe III (extreme value type III), adapun langkah perhitungannya adalah sebagai berikut:

- 1) menghitung nilai rata-rata (\bar{X}), deviasi standar (S), dan koefisien kemencengan (CS).

Contoh: diambil data curah hujan dua mingguan pada bulan Januari 1 dari tahun 1992-2001.

Jumlah curah hujan Januari pertama dari tahun 1992 sampai 2001 adalah

$$\begin{aligned}\Sigma X &= 353,0 + 180 + 239 + 300,5 + 113,9 + 109,8 + 178,3 + 245,3 + 213 \\ &= 1932,6 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$\bar{X} = \frac{\Sigma X}{n} = \frac{1932,6}{9} = 214,727778 \text{ mm}$$

Tabel II.c.1. Curah hujan dua mingguan bulan Januari 1 dari tahun 1992-2001

Tahun	Curah Hujan dua mingguan (mm)		
(1)	X	(X- \bar{X})	(X- \bar{X}) ²
	(2)	(3)	(4)
1992	353,0	118,92	14141,97
1993	180,0	-54,08	2924,646
1994	239,0	4,92	24,2064
1995	300,5	66,42	4411,616
1996	113,9	-120,23	14455,25
1997	-	-	-
1998	109,8	-124,28	15445,52
1999	178,3	-55,83	3116,989
2000	245,2	11,07	122,5449
2001	213,0	-21,08	444,3664
Jumlah $\Sigma(X)$	1932,55		
jumlah data (n)	9		
rata-rata (\bar{X})	214,727778		
Standar deviasi (S)	80,40252682		
Koefisien kemencengan (CS)	0,323086762		

Kemudian dihitung nilai deviasi standarnya, dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n}}$$

keterangan:

S = deviasi standar

X_i = nilai variat ke i

\bar{X} = nilai rata-rata

n = jumlah data

Sedangkan koefisien kemencengan (CS) dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut

$$CS = \frac{a}{S^3}$$

$$a = \frac{n}{(n-1)(n-2)} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3$$

keterangan:

CS = koefisien kemencengan

\bar{X} = rata-rata hitung

n = jumlah data

a = parameter kemencengan

- 2) Menentukan nilai parameter $1/\alpha$, Λ_0 dan B_0 dengan menggunakan nilai CS (tabel II.c.3).

Dari perhitungan di atas didapat nilai CS sebesar 0,258169252 terletak diantara 0,469 dan 0,523, sehingga (dari tabel II.c.3) nilai:

Tabel II.c.2. Nilai Reduksi Variat untuk Distribusi ektrim tipe III

Periode Ulang $T=1/P(X)$	Peluang P (X)	Reduksi Log Y
1,01	0,990	0,663
1,05	0,952	0,482
1,10	0,909	0,380
1,20	0,833	0,253
1,30	0,769	0,166
1,40	0,714	0,098
1,50	0,667	0,041
1,58	0,633	0,000
2,00	0,500	-0,159
3,00	0,333	-0,393
4,00	0,250	-0,541
5,00	0,200	-0,652
10,00	0,100	-0,979
15,00	0,067	-1,155
20,00	0,050	-1,292
25,00	0,040	-1,379
30,00	0,030	-1,469
40,00	0,025	-1,602
50,00	0,020	-1,699
75,00	0,013	-1,886
100,00	0,010	-2,000

UNIVERSITAS
 ILMU
 AL-AMIN
 رابطة العالم الإسلامي
 الجمعية الإسلامية العالمية
 للتعاون والتكاتف

Tabel II.c.3. Skala Parameter untuk Distribusi Ekstrim Tipe III

CS	$1/a$	A_0	B_0	CS	$1/a$	A_0	B_0
				1,054	0,66	0,162	1,649
				1,081	0,67	0,157	1,623
0,007	0,28	0,355	3,357	1,107	0,68	0,152	1,596
0,038	0,29	0,350	3,468	1,134	0,69	0,147	1,573
0,069	0,30	0,346	3,570	1,160	0,70	0,142	1,549
0,099	0,31	0,341	3,677	1,187	0,71	0,136	1,526
0,129	0,32	0,338	3,790	1,214	0,72	0,131	1,503
0,158	0,33	0,334	3,908	1,240	0,73	0,126	1,480
0,188	0,34	0,331	4,030	1,267	0,74	0,121	1,458
0,217	0,35	0,327	4,155	1,294	0,75	0,116	1,436
0,245	0,36	0,317	4,285	1,321	0,76	0,111	1,415
0,274	0,37	0,312	4,418	1,348	0,77	0,106	1,394
0,302	0,38	0,307	4,554	1,375	0,78	0,101	1,374
0,331	0,39	0,302	4,692	1,402	0,79	0,096	1,354
0,359	0,40	0,297	4,834	1,430	0,80	0,092	1,334
0,386	0,41	0,292	4,978	1,457	0,81	0,087	1,314
0,414	0,42	0,287	5,124	1,484	0,82	0,082	1,295
0,442	0,43	0,282	5,272	1,512	0,83	0,077	1,276
0,469	0,44	0,277	5,422	1,540	0,84	0,072	1,258
0,469	0,45	0,271	5,574	1,567	0,85	0,067	1,240
0,523	0,46	0,266	5,728	1,595	0,86	0,063	1,222
0,551	0,47	0,261	5,884	1,623	0,87	0,058	1,204
0,577	0,48	0,256	6,041	1,651	0,88	0,053	1,187
0,604	0,49	0,251	6,199	1,680	0,89	0,049	1,170
0,631	0,50	0,246	6,359	1,708	0,90	0,044	1,154
0,658	0,51	0,240	6,520	1,737	0,91	0,040	1,137
0,684	0,52	0,235	6,682	1,765	0,92	0,035	1,121
0,711	0,53	0,230	6,845	1,794	0,93	0,031	1,105
0,738	0,54	0,225	7,009	1,823	0,94	0,026	1,089
0,764	0,55	0,219	7,175	1,852	0,95	0,022	1,074
0,790	0,56	0,214	7,341	1,881	0,96	0,017	1,059
0,817	0,57	0,209	7,509	1,911	0,97	0,013	1,044
0,843	0,58	0,204	7,677	1,940	0,98	0,009	1,029
0,870	0,59	0,199	7,846	1,970	0,99	0,004	1,014
0,896	0,60	0,193	8,015	2,000	1,00	0,000	1,000
0,922	0,61	0,188	8,186	2,309	1,10	-0,040	0,865
0,949	0,62	0,183	8,357	2,640	1,20	-0,077	0,752
0,975	0,63	0,178	8,529	2,996	1,30	-0,109	0,652
1,002	0,64	0,172	8,702	3,382	1,40	-0,136	0,563
1,028	0,65	0,167	8,875	3,802	1,50	-0,160	0,486

CS² 1/α terletak antara nilai 0,36 (untuk CS=0,245) dan 0,37 (untuk CS=0,274), dengan regresi linier, maka dapat dicari besarnya 1/α.

$$1/\alpha = 0,45 + \frac{0,32308676 - 0,469}{0,523 - 0,469} * (0,45 - 0,46)$$

$$= 0,42297903$$

CS³ A₀ terletak antara nilai 0,271 (untuk CS=0,469) dan 0,266 (untuk CS=0,523) dengan regresi linier, maka dapat dicari besarnya A₀.

$$A_0 = 0,266 + \frac{0,32308676 - 0,469}{0,523 - 0,469} * (0,0,271 - 0,266)$$

$$= 0,28451049$$

CS⁴ B₀ terletak antara nilai 2,274 (untuk CS=0,469) dan 2,328 (untuk CS=0,523), dengan regresi linier, maka dapat dicari besarnya B₀.

$$B_0 = 2,374 + \frac{0,258169252 - 0,469}{0,523 - 0,469} * (2,374 - 2,328)$$

$$= 2,4982646$$

3) Menghitung parameter β dan c,

$$\beta = \bar{X} + A_0.S$$

$$= 214,727778 + 0,2841049 \times 80,4025268$$

$$= 237,60314$$

$$c = \beta - B_0.S$$

$$= 237,60314 - 2,49829646 \times 80,4025268$$

$$= 36,7337914$$

4) menentukan nilai reduksi variat berdasarkan suatu kala ulang tertentu reduksi variat untuk kala ulang 5 tahun adalah -0,652 (dari tabel II.c.2).

5) menentukan nilai variat (X) dengan menggunakan rumus:

$$\log(X - \epsilon) = \log(\beta - \epsilon) + \frac{1}{\alpha} (\log Y), \text{ dimana X dalam hal ini adalah } R_5.$$

$$\log(X - 37,29772217) = \log 200,8693486 - 0,275782328$$

$$\log(X - 37,29772217) =$$

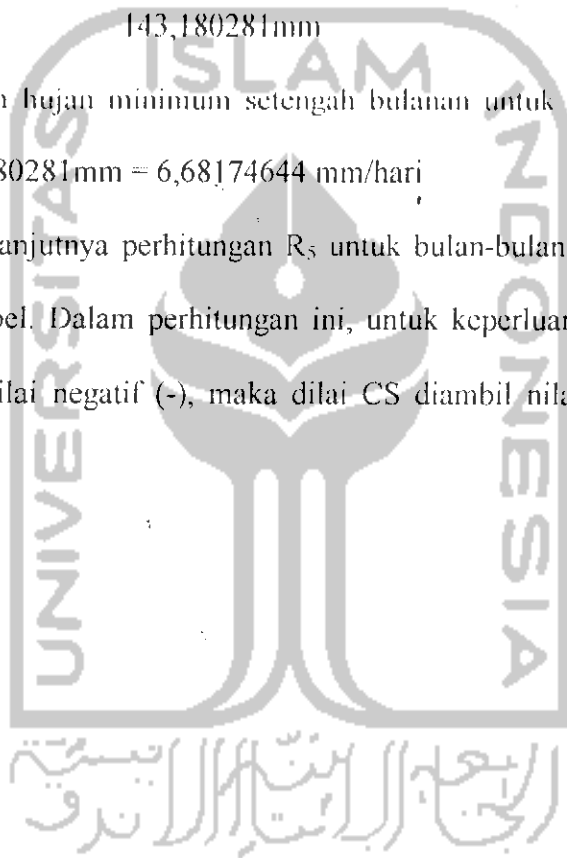
$$X = 10^{+37,29772217}$$

$$143,180281 \text{ mm}$$

Jadi curah hujan minimum setengah bulanan untuk bulan Januari I adalah

$$R_5 = 143,180281 \text{ mm} = 6,68174644 \text{ mm/hari}$$

Untuk selanjutnya perhitungan R_5 untuk bulan-bulan lainnya akan disajikan dalam bentuk tabel. Dalam perhitungan ini, untuk keperluan praktis, maka apabila ditemui CS bernilai negatif (-), maka dilai CS diambil nilai yang minimum yang bukan nol.



Tabel II.c.4 perhitungan curah hujan dua mingguan dengan kala ulang 5 tahun

Tahun	Januari 1	Januari 2	Februari 1	Februari 2	Maret 1	Maret 2
	Curah hujan (mm)	Curah hujan (mm)	Curah hujan (mm)	Curah hujan (mm)	Curah hujan (mm)	Curah hujan (mm)
1992	353,0	126,6	237,9	182,0	126,4	90,3
1993	180,0	189,4	137,1	62,1	179,8	328,1
1994	239,0	283,1	303,2	277,5	410,0	182,8
1995	300,5	240,5	379,8	261,4	163,0	138,8
1996	119,8	131,7	220,4	91,3	77,5	87,0
1997	153,9	104,8	286,7	191,5	26,1	53,8
1998	109,8	220,7	342,8	258,8	190,4	135,9
1999	199,2	170,7	184,4	174,3	367,4	48,5
2000	245,2	102,1	275,4	190,0	158,0	186,6
2001	213,0	151,9	259,3	127,5	215,0	388,1
\bar{X}	211,32494	172,149878	262,698214	181,646607	191,34084	163,979345
S	76,7805822	60,7318646	72,1238706	72,3444348	118,285001	113,685944
CS	0,48370631	0,61235459	-0,1282796	-0,276533	0,80548477	1,12747657
Cs ₁	0,469	0,604	0,007	0,007	0,414	0,949
Cs ₂	0,523	0,631	0,007	0,007	0,442	0,975
skala parameter 1/α	0,45272339	0,49309429	0,28	0,28	0,55981599	0,68864484
skala parameter 1/α.1	0,45	0,49	0,51	0,58	0,42	0,62
skala parameter 1/α.2	0,46	0,5	0,52	0,59	0,43	0,63
faktor frekuensi Ao	0,2696383	0,24945285	0,355	0,355	0,21709201	0,14867758
faktor frekuensi Ao	0,271	0,251	0,24	0,204	0,287	0,181
faktor frekuensi Ao	0,266	0,246	0,235	0,199	0,282	0,178
faktor frekuensi Bo	2,3614724	2,18662283	3,357	3,357	1,79695686	1,56479446
faktor frekuensi Bo1	2,374	2,199	2,12	1,877	2,524	1,757
faktor frekuensi Bo2	2,328	2,159	2,082	1,846	2,472	1,729
$\bar{\beta} = \bar{X} + A_o.S$	232,027926	187,299614	288,302188	207,328881	217,019568	180,881896
$\epsilon = \bar{\beta} - B_o.S$	50,7127002	54,5019327	46,1823547	-35,531386	4,46652474	2,98676032
reduksi variat untuk kala ulang 5 tahun	-0,652	-0,652	-0,652	-0,652	-0,652	-0,652
Curah Hujan dua mingguan dengan kala ulang 5 tahun (mm)	142,600663	117,844114	205,209172	123,981756	96,1872126	66,2523617
Curah Hujan efektif (mm/hari)	6,65469762	5,49939199	9,57642802	5,78581527	4,48873659	3,09177688

Tabel II.c.5. perhitungan curah hujan dua mingguan dengan kala ulang 5 tahun

Tahun	April 1	April 2	Mei 1	Mei 2	Juni 1	Juni 2
	Curah hujan (mm)	Curah hujan (mm)	Curah hujan (mm)	Curah hujan (mm)	Curah hujan (mm)	Curah hujan (mm)
1992	247,0	92,5	46,0	133,1	26,0	7,5
1993	274,0	61,0	115,0	9,4	59,5	27,8
1994	164,0	72,0	82,0	0,0	0,0	0,0
1995	92,3	97,0	57,0	28,1	122,0	77,8
1996	79,3	80,1	0,2	45,0	3,9	7,5
1997	62,6	32,5	81,1	0,1	0,0	5,6
1998	208,0	47,0	46,0	16,9	151,0	152,8
1999	166,2	146,8	169,9	0,0	20,2	21,0
2000	224,0	130,0	14,0	64,2	33,3	24,4
2001	120,0	44,0	45,0	42,7	185,0	13,1
X	163,73	80,275	65,605	33,9515625	60,085	33,75
S	73,8384167	37,2150078	49,4814188	41,2737269	67,9509057	47,3047488
CS	0,04793216	0,59772141	0,93863755	1,71471883	0,97565425	2,18393179
Cs ₁	0,038	0,577	0,922	1,708	0,975	2
Cs ₂	0,069	0,604	0,949	1,737	1,002	2,309
skala parameter 1/α	0,29320392	0,48767459	0,61616206	0,90231684	0,63024231	1,05952485
skala parameter 1/α	0,29	0,48	0,61	0,9	0,63	1
skala parameter 1/α	0,3	0,49	0,62	0,91	0,64	1,1
faktor frekuensi Ao	0,34871843	0,2521627	0,18491897	0,04307326	0,17785461	-0,0238099
faktor frekuensi Ao	0,35	0,256	0,188	0,044	0,178	0
faktor frekuensi Ao	0,346	0,251	0,183	0,04	0,172	-0,04
faktor frekuensi Bo	3,43660157	2,2087667	1,76813004	1,15006137	1,72834575	0,91964145
faktor frekuensi Bo1	3,468	2,241	1,786	1,154	1,729	1
faktor frekuensi Bo2	3,37	2,199	1,757	1,137	1,702	0,865
$\beta = X + Ao.S$	189,478817	89,6592369	74,7550531	35,7293567	72,1703819	32,6236768
$\epsilon = \beta - Bo.S$	-64,274402	7,45996691	-12,73453	-11,737962	-45,272277	-10,879731
reduksi variat untuk kala ulang 5 tahun	-0,652	-0,652	-0,652	-0,652	-0,652	-0,652
Curah Hujan dua mingguan dengan kala ulang 5 tahun (mm)	99,122043	46,9879018	21,9566193	0,51057194	0,32174296	-2,0140302
Curah Hujan efektif (mm/hari)	4,62569534	2,19276875	1,02464223	0,02382669	0,01501467	-0,0939881

Tabel II.c.6. perhitungan curah hujan dua mingguan dengan kala ulang 5 tahun

Tahun	Juli 1	Juli 2	Agustus 1	Agustus 2	September 1	September 2
	Curah hujan (mm)	Curah hujan (mm)	Curah hujan (mm)	Curah hujan (mm)	Curah hujan (mm)	Curah hujan (mm)
1992	24,5	0,0	3,0	176,3	69,0	23,0
1993	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0
1994	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1995	66,5	3,1	0,3	0,0	0,0	4,0
1996	0,8	0,0	9,0	4,3	0,1	0,0
1997	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1998	83,0	155,1	27,6	4,2	16,6	55,7
1999	44,5	10,2	0,0	0,9	0,0	5,7
2000	1,0	23,2	0,0	3,7	0,0	1,2
2001	6,0	4,7	0,0	0,0	0,0	2,0
X	22,625	19,6359375	4,18	18,9375	8,57	9,15
S	31,2762534	48,1639121	8,67609103	55,3055831	21,8635186	17,7703248
CS	1,15703637	3,03298507	2,64483107	3,1555372	2,87293592	2,45250439
Cs ₁	1,134	2,996	2,64	2,996	2,64	2,309
Cs ₂	1,16	3,382	2,996	3,382	2,996	2,64
skala parameter 1/α	0,69886014	1,30958162	1,20135704	1,34133088	1,26543144	1,1433548
skala parameter 1/α	0,69	1,3	1,2	1,3	1,2	1,1
skala parameter 1/α	0,7	1,4	1,3	1,4	1,3	1,2
faktor frekuensi A ₀	0,14256993	-0,111587	-0,0774343	-0,0165324	-0,0979381	-0,0560413
faktor frekuensi A ₀	0,147	-0,109	-0,077	0	-0,077	-0,04
faktor frekuensi A ₀	0,142	-0,136	-0,109	-0,04	-0,109	-0,077
faktor frekuensi B ₀	1,55173566	0,64347235	0,75064296	0,94420331	0,68656856	0,81600908
faktor frekuensi B ₀₁	1,573	0,652	0,752	1	0,752	0,865
faktor frekuensi B ₀₂	1,549	0,563	0,652	0,865	0,652	0,752
$\beta = X + A_0.S$	27,0840533	14,2614692	3,50817337	18,0231686	6,42872941	8,15412832
$c = \beta - B_0.S$	-21,448425	-16,730677	-3,0044733	-34,196546	-8,5820751	-6,346618
reduksi variat untuk kala ulang 5 tahun	-0,652	-0,652	-0,652	-0,652	-0,652	-0,652
Curah Hujan dua mingguan dengan kala ulang 5 tahun (mm)	-4,4512923	-12,391529	-1,931787	-27,22568	-6,336422	-3,7409263
Curah Hujan efektif (mm/hari)	-0,207727	-0,5782714	-0,0901501	-1,2705317	-0,2956997	-0,1745766

Tabel II.c.7. perhitungan curah hujan dua mingguan dengan kala ulang 5 tahun

Tahun	Oktober 1	Oktober 2	November 1	November 2	Desember 1	Des 2
	Curah hujan (mm)	Curah hujan (mm)	Curah hujan (mm)	Curah hujan (mm)	Curah hujan (mm)	Curah hujan (mm)
1992	93,5	174,4	222,3	158,6	135,0	31,9
1993	1,4	2,2	204,0	147,8	259,1	173,9
1994	16,5	14,5	30,0	74,0	166,0	94,7
1995	53,2	102,6	281,4	389,1	204,7	38,0
1996	69,4	83,5	74,1	111,8	86,6	42,5
1997	0,2	6,1	46,0	46,2	185,3	84,6
1998	174,0	386,1	118,4	156,7	100,2	269,3
1999	69,2	155,5	100,1	138,2	187,5	160,5
2000	113,0	136,9	121,0	207,0	257,0	30,9
2001	109,0	269,1	311,0	329,0	105,3	67,7
X	69,930122	133,070105	150,811879	175,83358	168,64944	99,407847
S	55,2387088	122,67909	98,1056278	107,536681	61,9043653	78,6499989
CS	0,38041198	0,95470709	0,48419845	1,08827823	0,18816423	1,27586569
Cs ₁	0,359	0,949	1,028	0,764	0,099	1,267
Cs ₂	0,386	0,975	1,054	0,79	0,129	1,294
skala parameter 1/α	0,40793036	0,62219503	0,44084556	0,6747224	0,33972141	0,74328359
skala parameter 1/α	0,4	0,62	0,65	0,55	0,31	0,74
skala parameter 1/α	0,41	0,63	0,66	0,56	0,32	0,75
faktor frekuensi A ₀	0,29303482	0,18190248	0,27157722	0,1566388	0,32613929	0,11935821
faktor frekuensi A ₀	0,297	0,183	0,167	0,219	0,311	0,121
faktor frekuensi A ₀	0,292	0,178	0,162	0,214	0,336	0,116
faktor frekuensi B ₀	2,58958998	1,75085391	2,19280155	1,55094385	3,01842372	1,45077611
faktor frekuensi B ₀₁	2,634	1,757	1,649	1,975	3,277	1,458
faktor frekuensi B ₀₂	2,578	1,729	1,623	1,941	3,19	1,436
$\bar{\beta} = X + A_0.S$	86,1169871	155,385736	177,455133	192,677997	188,838886	108,79537
$\epsilon = \beta - B_0.S$	-56,92862	-59,407428	-37,67104	25,8946433	1,98528128	-5,3081694
reduksi variat untuk kala ulang 5 tahun	-0,652	-0,652	-0,652	-0,652	-0,652	-0,652
Curah Hujan dua mingguan dengan kala ulang 5 tahun (mm)	20,607476	24,993903	73,3133622	86,4613136	114,187933	32,0751805
Curah Hujan efektif (mm/hari)	0,96168222	1,16638214	3,42129024	4,0348613	5,3287702	1,49684176

LAMPIRAN III

Perhitungan Kebutuhan Air Irigasi di Sawah dan Debit Pengambilan



III.1. Perhitungan Kebutuhan Air Irigasi di Sawah

Tabel III.1. Kebutuhan Air Irigasi di Sawah untuk Petak Tersier dengan jangka waktu penyiapan lahan 1,5 bulan

Bulan	E_{t_0} mm/hari	P mm/hari	Re mm/hari	WLR mm/hari	c_1	c_2	c_3	c	E_t mm/hari	NFR mm/hari
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
Okt.	3,8	2,2	1		LP	LP	LP	LP	11,4	10,4
	4,6	2,2	1,2		1,1	LP	LP	LP	11,9	10,7
Nov.	4,4	2,2	3,4		1,1	1,1	LP	LP	11,7	8,3
	3,7	2,2	4	2,2	1,05	1,1	1,1	1,1	4,0	4,4
Des.	4,1	2,2	5,1	2,2	1,05	1,05	1,1	1,1	4,3	3,4
	3,9	2,2	1,5	1,1	0,95	1,05	1,05	1,0	3,9	5,7
Jan.	3,8	2,2	6,6	1,1	0	0,95	1,05	0,7	2,6	-0,7
	4,0	2,2	5,2			0	0,95	0,3	1,3	-1,7
Feb.	4,4	2,2	9,6				0	0,0	0,0	-7,4
	4,0	2,2	5,8		LP	LP	LP	LP	10,2	4,4
Mar.	3,9	2,2	4,7		1,1	LP	LP	LP	10,2	5,5
	3,6	2,2	3,4		1,1	1,1	LP	LP	10,0	6,6
Apr.	3,8	2,2	4,6	2,2	1,05	1,1	1,1	1,1	4,2	4,0
	3,4	2,2	2,2	2,2	1,05	1,05	1,1	1,1	3,6	5,8
Mei	4,4	2,2	1	1,1	0,95	1,05	1,05	1,0	4,5	6,8
	4,0	2,2	0	1,1	0	0,95	1,05	0,7	2,6	5,9
Juni	3,9	2,2	0			0	0,95	0,3	1,2	3,4
	3,6	2,2	0				0	0,0	0,0	2,2
Juli	3,2	2,2	0							
	3,4	2,2	0							
Ags.	3,1	2,2	0							
	3,9	2,2	0							
Sep	4,0	2,2	0							
	3,9	2,2	0							

keterangan: LP= masa penyiapan lahan

Contoh perhitungan:

Untuk penyiapan lahan:

Kebutuhan air total untuk penyiapan lahan dihitung dengan menggunakan rumus 3.1, 3.2 dan 3.3.

Untuk masa tanam pertama:

Data-data: E_{t_0} = 3,8 mm/hari

P = 2,2 mm/hari

$$Re = 1 \text{ mm/hari}$$

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

$$\begin{aligned} M &= E_0 + P \\ &= (1,1 \times 3,8) + 2,2 \\ &= 6,38 \text{ mm/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} k &= MT/S \\ &= 6,38 \times 45 / 300 \\ &= 0,957 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} IR &= \frac{6,38 \times e^{0,957}}{(e^{0,957} - 1)} \\ &= 11,4 \text{ mm/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} NFR &= IR - Re \\ &= 11,4 - 1 \\ &= 10,4 \text{ mm/hari} \end{aligned}$$

dimana: IR = kebutuhan air irigasi di tingkat persawahan, mm/hari

M = kebutuhan air untuk mengganti/mengkompensasi kehilangan air akibat evaporasi dan perkolasi di sawah yang sudah dijenuhkan, mm/hari

E_0 = evaporasi air terbuka yang diambil 1,1 E_t selama penyiapan lahan.

P = perkolasi

T = jangka waktu penyiapan lahan, hari

S = kebutuhan air, untuk penjenuhan ditambah dengan lapisan air 50 mm, yakni 200+50=250 mm, atau jika tanah dibiarkan bera selama jangka waktu yang lama (2,5 bulan atau lebih) maka nilai S diambil 300 mm.

Perhitungan NFR selama masa tanam kedua juga sama, hanya sama nilai S diambil 250 mm.

Selama masa pertumbuhan:

Kebutuhan air total selama masa pertumbuhan dihitung dengan menggunakan rumus 3.5.

Data-data: $E_{t_0} = 3,7 \text{ mm/hari}$

$P = 2,2 \text{ mm/hari}$

$R_e = 4 \text{ mm/hari}$

$WLR = 2,2 \text{ mm/hari}$

$\bar{c} = 1,1$

Sebelum menghitung NFR maka terlebih dahulu dihitung kebutuhan air bagi tanaman dengan menggunakan rumus 3.6.

$$E_{tc} = k_c \times E_{t_0}$$

dimana $k_c = c$

$$E_{tc} = 3,8 \times 1,1$$

$$= 4 \text{ mm/hari}$$

Setelah nilai E_{tc} didapat maka dihitung nilai NFR dengan menggunakan rumus 3.5

$$NFR = E_{tc} + P - R_e + WLR$$

$$= 4 + 2,2 - 4 + 2,2$$

$$= 4,4 \text{ mm/hari}$$

dimana: $NFR = \text{Net Field Water Requirement (kebutuhan dasar air di sawah)}$

(l/dt/ha)

E_{tc} kebutuhan air bagi tanaman

P perkolasi

R_e = Hujan efektif

WLR – penggantian lapisan air

III.2. Perhitungan Debit Pengambilan Teoritis

Tabel.III.2. Perhitungan Debit Pengambilan

Bulan		NFR mm/hari	NFR l/detik/ha	A ha	e	Q_t lt/det
Okt.	1	10,4	1,2	133	0,775	206,6
	2	10,7	1,2	133	0,775	212,5
Nov.	1	8,3	1,0	133	0,775	164,9
	2	4,4	0,5	133	0,775	87,4
Des.	1	3,4	0,4	133	0,775	67,5
	2	5,7	0,7	133	0,775	113,2
Jan.	1	-0,7	-0,1	133	0,775	-13,9
	2	-1,7	-0,2	133	0,775	-33,8
Feb.	1	-7,4	-0,9	133	0,775	-147,0
	2	4,4	0,5	133	0,775	87,4
Mar.	1	5,5	0,6	133	0,775	109,2
	2	6,6	0,8	133	0,775	131,1
Apr.	1	4,0	0,5	133	0,775	79,5
	2	5,8	0,7	133	0,775	115,2
Mei	1	6,8	0,8	133	0,775	135,1
	2	5,9	0,7	133	0,775	117,2
Juni	1	3,4	0,4	133	0,775	67,5
	2	2,2	0,3	133	0,775	43,7
Juli	1					
	2					
Ags.	1					
	2					
Sep	1					
	2					

Keterangan: Q_t = debit pengambilan teoritis.
 A = luas areal sawah
 E = efisiensi

Perhitungan debit pengambilan teoritis dihitung dengan menggunakan rumus 3.4.

Contoh Perhitungan:

Data-data bulan oktober pertama:

NFR = 10,4 mm/hari

e = 0,775

mengubah NFR dari satuan mm/hari menjadi lt/detik/hari

$$\begin{aligned} NFR &= \frac{10,4 \times 10^{-2} \times 10^6}{24 \times 60 \times 60} \\ &= 1,2 \text{ lt/detik/ha} \end{aligned}$$

Perhitungan debit pengambilan teoritis

$$Q_t = \frac{C \times NFR}{e} A \quad (3.4)$$

Q_t = debit kebutuhan air irigasi (l/det)

C = Koefisien pengurangan karena adanya sistem golongan (≈ 1)

NFR = Net Field Water Requirement (kebutuhan dasar air di sawah)
(l/dt/ha)

A = luas area yang dialiri (ha)

e = efisiensi saluran

$$\begin{aligned} Q_t &= \frac{1 \times 1,2}{0,775} \times 133 \\ &= 206,6 \text{ l/detik} \end{aligned}$$

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
الرَّبِيعَةُ الرَّابِعَةُ
الرَّبِيعَةُ الرَّابِعَةُ

Lampiran IV

Peta Lokasi Bendung Drono

