

TUGAS AKHIR

**ANALISIS KETERSEDIAAN AIR PADA
BENDUNG TABO-TABO**

**ANALYSIS OF WATER AVAILABILITY AT
TABO-TABO WEIR**

**YUNI
D111 15 714**



**PROGRAM SARJANA DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
2022**

LEMBAR PENGESAHAN (TUGAS AKHIR)

ANALISIS KETERSEDIAAN AIR PADA BENDUNG TABO-TABO

Disusun dan diajukan oleh:

YUNI

D111 15 714

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin pada tanggal 31 Agustus 2022 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

menyetujui,

Pembimbing I,

Pembimbing II,



Dr.Eng. Ir. Hj. Rita Tahir Lopa, M.T.
NIP: 196703191992032010



Dr. Eng. Bambang Bakri, S.T., M.T.
NIP: 198104252008121001

Ketua Program Studi,



Prof. Dr. H. M. Wihardi Tjaronge, ST, M.Eng
NIP: 196805292002121002

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini, nama Yuni, dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang berjudul " **ANALISIS KETERSEDIAAN AIR PADA BENDUNG TABO-TABO**", adalah karya ilmiah penulis sendiri, dan belum pernah digunakan untuk mendapatkan gelar apapun dan dimanapun.

Karya ilmiah ini sepenuhnya milik penulis dan semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Gowa, September 2022
Yang membuat pernyataan,



Yuni
YUNI

NIM : D111 15 714

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat Rahmat dan Hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Selanjutnya dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini, penulis banyak sekali mendapatkan bantuan dan bimbingan dari banyak pihak. Untuk itu, pada kesempatan ini izinkan kami menghaturkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

- Bapak Prof. Dr. H. M. Wihardi Tjaronge, ST, M.Eng, selaku Ketua Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
- Bapak Dr. Eng. Muhammad Isran Ramli, ST, MT sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
- Ibu Dr.Eng. Ir. Hj. Rita Tahir Lopa,MT selaku Kepala Laboratorium Hidrolika Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin dan Sekaligus Pembimbing I penulis.
- Bapak Dr. Eng. Bambang Bakri, ST,MT. Selaku pembimbing II dan juga selaku Sekretaris Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
- Bapak-Ibu dosen dan staf administrasi pada Departemen Teknik Sipil. Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
- Teman-teman rekan kerja pada Bidang Sumber Daya Air Dinas Pekerjaan Umum dan Tata Ruang Kab. Pangkajene dan Kepulauan yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu atas dukungan dan support dalam penyelesaian Tugas Akhir ini
- Orang tua ayahanda Sahiruddin dan ibunda Djuhera atas kasih sayang dan segala dukungan selama ini, baik spiritual maupun materil, serta Saudara dan Suami tersayang atas dorongan dan dukungannya

Penulis sadar bahwa dalam penulisan Tugas Akhir ini, tidak luput dari segala kesalahan dan kekurangan sehingga tidak menutup kemungkinan dalam tugas akhir ini terdapat kekeliruan dan ketidaksempurnaan. Oleh karena itu kami akan menerima segala kritik dan saran yang sifatnya membangun.

Tiada imbalan yang dapat diberikan penulis selain doa kepada Tuhan Yang Maha Esa, yang melimpahkan karunia-Nya kepada kita semua. Semoga karya ini dapat bermanfaat bagi dunia Teknik Sipil dan bagi kita semua.

Gowa, September 2022

Penulis

ABSTRAK

Ketersediaan dan kebutuhan air irigasi secara keseluruhan harus diketahui karena merupakan salah satu tahap penting yang digunakan dalam perencanaan dan pengelolaan sistem irigasi sehingga perlu untuk menganalisa jumlah air dan kebutuhan air untuk mengetahui besaran intensitas tanam dan jadwal tanam yang sesuai dengan kondisi aktual di lapangan dalam hal mendukung aktivitas pertanian dalam model analisa keseimbangan air agar dapat dipastikan cukup atau tidakukupnya air yang berdampak terhadap luasan daerah layanan pada daerah studi. Pada penelitian ini lokasi studi adalah Bendung Tabo-Tabo, kabupaten Pangkajene dan Kepulauan dengan luas areal persawahan yang dialiri adalah seluas 7013 Ha. Sumber air irigasi berasal dari Bendung Tabo-Tabo yang telah mengalami penurunan fungsi. Analisis ketersediaan air dilakukan melalui Analisis debit sungai dari pencatatan debit pada Pos Duga Air dan penentuan debit andalan. Dalam hal mencari Jadwal tanam yang sesuai dengan kondisi di lapangan maka dilakukan rekayasa Jadwal Pola Tanam untuk mencari besaran Intensitas tanaman dan Pola Tanam yang efektif. Dari hasil analisa diperoleh bahwa debit minimum adalah 415,27 ltr/detik pada awal bulan Oktober I dan debit maksimum adalah 10809,57 ltr/detik pada Akhir bulan Januari II. Berdasarkan tabel rekapitulasi luas lahan yang dapat ditanami, diperoleh besaran intensitas tanaman untuk masing-masing pola tata tanam yang berbeda pada setiap pola tanamnya. Jumlah Intensitas tanam yang paling besar yaitu Pola Tata Tanam Alternatif I yaitu sebesar 159,08 % dengan mulai tanam November I (Padi I), Maret II (Padi II), dan Agustus I (Palawija). Pola Tata Tanam Alternatif I merupakan Pola Tanam yang paling sesuai dengan kondisi aktual ketersediaan air di Bendung Tabo-Tabo.

Kata Kunci: Ketersediaan Air, Pola Tata Tanam, Intensitas Tanam.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH Error! Bookmark not defined.	
KATA PENGANTAR	ii
ABSTRAK.....	ii
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL.....	ixx
BAB 1. PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Tujuan Penulisan	3
D. Ruang Lingkup Pembahasan	4
E. Batasan Masalah	4
F. Sistematika Penulisan	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	6
A. Irigasi	6
B. Ketersediaan Air.....	6
C. Debit Andalan	7
D. Pos Duga Air (PDA)	9
E. Kebutuhan Air Irigasi.....	9
BAB 3. METODE PENELITIAN.....	24
A. Gambaran Umum Objek Kajian.....	24
B. Lokasi Penelitian	24
C. Pengumpulan Data	26
D. Teknik Pengolahan Data	27
E. Bagan Alir.....	29
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	30
A. Ketersediaan Air.....	30

B. Kebutuhan Air	35
C. Keseimbangan Air (Water Balance)	68
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	74
A. Kesimpulan	74
B. Saran	74
DAFTAR PUSTAKA.....	76
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Pos Duga Air (PDA)	1
Gambar 2. Peta Administrasi Desa tabo-Tabo.....	24
Gambar 3. Peta Daerah Irigasi Tabo-Tabo	25
Gambar 4. Peta Citra Bendung Tabo-Tabo	25
Gambar 5. Diagram Alir Penelitian.....	29
Gambar 6. Catchman Area Bendung Tabo-Tabo dan Pos Pengamatan Dedit	30
Gambar 7. Grafik Ketersediaan Air pad Bendung Tabo-Tabo.....	36
Gambar 8. Grafik Kebutuhan Air Irigasi PTT Alt. I.....	64
Gambar 9. Grafik Kebutuhan Air Irigasi PTT Alt II.....	64
Gambar 10. Grafik Kebutuhan Air Irigasi PTT Alt. III.....	65
Gambar 11. Grafik Keseimbangan Air (ltr/detik) PTT Alt. I.....	69
Gambar 12. Grafik Keseimbangan Air (ltr/detik) PTT Alt.II.....	69
Gambar 13. Grafik Keseimbangan Air (ltr/detik) PTT Alt.III	70

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Kebutuhan Air di Sawah selama Penyiapan Lahan.....	12
Tabel 2. Harga – harga Koefisien Tanaman Padi	14
Tabel 3. Harga Perkolasi dari berbagai Jenis Tanah.....	16
Tabel 4. Harga – harga Koefisien Tanaman Evapotranspirasi FAO	20
Tabel 5. Rekapitulasi debit rata-rata tengah bulanan Januari-Juni.....	31
Tabel 6. Rekapitulasi debit rata-rata tengah bulanan Juli-Desember	32
Tabel 7. Rekapitulasi Debit Andalan (Q80) bulan Januari-Juni	34
Tabel 8. Rekapitulasi Debit Andalan (Q80) bulan Juli-Desember.....	34
Tabel 9. Debit Andalan (Q80) bulan Juli-Desember	35
Tabel 10. Debit Andalan (Q80) bulan Juli-Desember	35
Tabel 11. Alternatif Jadwal Musim Tanam	37
Tabel 12. Perhitungan Evapotranspirasi (Eto) Penmann Modifikasi.....	45
Tabel 13. Perhitungan Penyiapan Lahan Van de Goor dan Zijst.....	46
Tabel 14. Rekap besaran curah hujan 2 mingguan (Januari-Juni)	46
Tabel 15. Rekap besaran curah hujan 2 mingguan (Juli-Desember).....	47
Tabel 16. Rekapitulasi R80 bulan Januari-Juni.....	48
Tabel 17. Rekapitulasi R80 bulan Juli-Desember	48
Tabel 18. Curah Hujan Efektif untuk Padi	49
Tabel 19. Curah Hujan Efektif untuk Palawija	50
Tabel 20. Tabel koefisien tanam padi dan jagung.....	51
Tabel 21. Skema PTT Alt. I Bulan Januari-Juni	51
Tabel 22. Skema PTT Alt. I Bulan Juli-Desember	51
Tabel 23. Skema PTT Alt. II Bulan Januari-Juni.....	52
Tabel 24. Skema PTT Alt. II Bulan Juli-Desember	52
Tabel 25. Skema PTT Alt. III Bulan Januari-Juni.....	52
Tabel 26. Skema PTT Alt. III Bulan Juli - Desember	52
Tabel 27. Kebutuhan Air Irigasi untuk PTT Alt. I	60
Tabel 28. Kebutuhan Air Irigasi untuk PTT Alt. II	61
Tabel 29. Kebutuhan Air Irigasi untuk PTT Alt. III	62
Tabel 30. Rekapitulasi Kebutuhan Air.....	63

Tabel 31. Rekapitulasi Luas Tanam.....	65
Tabel 32. Keseimbangan Air Januari-April PTT Alt. I	66
Tabel 33. Keseimbangan Air Mei-Agustus PTT Alt. I	66
Tabel 34. Keseimbangan Air September-Desember PTT Alt. I	66
Tabel 35. Keseimbangan Air Januari-April PTT Alt. II	67
Tabel 36. Keseimbangan Air Mei-Agustus PTT Alt. II	67
Tabel 37. Keseimbangan Air September-Desember Alt. II	67
Tabel 38. Keseimbangan Air Januari-April PTT Alt. III	68
Tabel 39. Keseimbangan Air Mei-Agustus PTT Alt. III	68
Tabel 40. Keseimbangan Air September-Desember Alt. III	68
Tabel 41. Rekapitulasi Intensitas Tanam	71

BAB 1. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Air merupakan sumber daya alam yang terpenting dan menjadi kebutuhan paling utama bagi kehidupan manusia serta makhluk hidup lainnya di bumi. Peranan air sangat penting, karena tanpa air tidak akan ada kehidupan di bumi bahkan ekosistem tidak akan berfungsi secara sempurna tanpa dukungan air. Kehidupan manusia tidak dapat dipisahkan dari kebutuhan air, baik untuk keperluan domestik (rumah tangga), pertanian, industri, perikanan, pembangkit listrik tenaga air, navigasi, dan rekreasi.

Indonesia memiliki potensi sumber daya air yang berlimpah, termasuk ke dalam lima terbesar di dunia dengan jumlah air 3.200 miliar m³/tahun yang tersebar dalam 7.956 sungai dan 521 danau, namun ketersediaannya bervariasi antar wilayah dan antar waktu, sehingga pada wilayah tertentu sering terjadi kekurangan air atau sebaliknya. Potensi Sumber Daya Air (SDA) tersebut belum dapat dimanfaatkan sebesar-besarnya untuk penyediaan air bagi beberapa keperluan, seperti penyediaan air irigasi, air baku untuk rumah tangga, perkotaan dan industri serta penyediaan untuk pembangkit energi listrik. Secara umum, total ketersediaan air baru dimanfaatkan sekitar 25% yakni untuk penyediaan irigasi, air baku untuk rumah tangga, perkotaan, dan industri.

Klasifikasi mutu air menurut undang-undang No. 82 tahun 2001 terdiri atas empat kelas, yaitu :

- a. Kelas I : air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut ;
- b. Kelas II : air yang peruntukannya dapat digunakan untuk sarana dan prasarana rekreasi air, pembudidayaan ikan tawar, peternakan, air

- untuk mengairi pertanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut;
- c. Kelas III : air yang peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana atau sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut;
 - d. Kelas IV : air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi pertanaman dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut (Kementerian Lingkungan Hidup, 2002 : 589).

Pada bidang pertanian/irigasi, air merupakan faktor utama penentu kelangsungan produksi pertanian, namun pengelolaannya untuk menjamin keberlanjutan sumber daya air masih menghadapi banyak kendala. Kendala yang sering dihadapi antara lain kelangkaan air, kekeringan dan banjir serta persaingan penggunaan air untuk berbagai kepentingan. Beberapa upaya yang telah dilakukan untuk menghadapi kendala tersebut antara lain mengembangkan teknologi panen air dengan mengkuantifikasi ketersediaan dan kebutuhan air untuk mengantisipasi kelangkaan air, kekeringan dan banjir serta melakukan analisis proporsi penggunaan air untuk kebutuhan industri, pertanian dan domestik. Oleh karena produksi pertanian melalui penyediaan air irigasi sangat dipengaruhi oleh faktor ketersediaan dan kebutuhan air, maka dipandang perlu untuk menentukan, menghitung dan menganalisa jumlah air yang dapat dimanfaatkan untuk mendukung aktivitas pertanian pada waktu dan daerah tertentu dalam model analisa keseimbangan air. Sehingga, dapat dipastikan cukup atau tidak cukupnya air yang berdampak terhadap luasan daerah layanan.

Luas seluruh areal persawahan yang di aliri oleh D.I. Tabo-Tabo adalah 7.013 Ha. Petani di daerah penelitian menggunakan pola tanam padi – padi untuk mengolah areal pertaniannyayang terbagi atas 2 periode

masa tanam. Periode masa tanam padi I dilakukan pada periode bulan Oktober sampai akhir bulan Maret (Okmar) dan masa tanam padi II dimulai pada awal bulan April sampai akhir Bulan September (Asep), dimana pada masa tanam di bulan kemarau akan menjadi persoalan yang akan diteliti karena sering terjadi kekurangan air.

Berdasarkan permasalahan di atas peneliti tertarik untuk menafsir berapa jumlah air yang dibutuhkan tanaman dan air yang tersedia dari Bendung Tabo-Tabo untuk kebutuhan air irigasi terutama pada musim kemarau yang cenderung kekurangan air bahkan krisis air di beberapa daerah. Selain itu peneliti jg akan menghitung besar intensitas tanam pada D.I. Tabo-Tabo berdasarkan nilai kebutuhan dan ketersediaan air. Berdasarkan hal tersebut penelitian ini diberi judul **“Analisis Ketersediaan Air pada Bendung Tabo-Tabo”**

B. Rumusan Masalah

Permasalahan yang akan dibahas dalam tulisan ini adalah sebagai berikut :

1. Analisa keseimbangan air (*Water Balance*)
2. Besaran Intensitas Tanaman pada D.I Tabo-Tabo
3. Pola tanam yang sesuai dengan D.I. Tabo-Tabo

C. Tujuan Penulisan

Tujuan penulisan kajian ini adalah sebagai berikut :

1. Menganalisis keseimbangan air dari Irigasi Bendung Tabo-Tabo
2. Menganalisis besar intensitas tanaman pada D.I. Tabo-Tabo
3. Menganalisis Pola Tanam yang sesuai dengan kondisi D.I. Tabo-Tabo

D. Ruang Lingkup Pembahasan

Ruang lingkup pembahasan dalam tulisan ini adalah analisis ketersediaan air pada Bendung Tabo-Tabo, Desa Tabo-Tabo, Kec. Bungoro, Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan.

E. Batasan Masalah

Adapun Batasan Masalah dari penulisan skripsi ini yaitu :

1. Data yang digunakan untuk menghitung ketersediaan air adalah data debit Sungai Tabo-Tabo selama 10 tahun.
2. Data Curah Hujan yang digunakan yaitu data curah hujan dari stasiun pengamatan Tabo-Tabo yang berada di dekat lokasi bendung.
3. Data luasan daerah layanan Irigasi adalah 7.013 ha sesuai informasi dari Juru D.I. Tabo-Tabo
4. Kebutuhan air yang dihitung adalah kebutuhan air irigasi

F. Sistematika Penulisan

Guna memudahkan penyusunan skripsi serta untuk memudahkan pembaca memahami uraian dan makna secara sistematis, maka skripsi disusun berpedoman pada pola sebagai berikut :

BAB 1 : PENDAHULUAN

Pendahuluan terdiri atas latar belakang, penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian dan manfaat penelitian.

BAB 2 : TINJAUAN PUSTAKA

Dalam bab ini dijelaskan mengenai kerangka acuan yang memuat berisi tentang teori singkat yang digunakan dalam menyelesaikan dan membahas permasalahan penelitian.

BAB 3 : METODE PENELITIAN

Menjelaskan metode pengumpulan dan pengolahan data terkait dengan ruang lingkup penulisan, rumusan alah dan batasan masalah

BAB 4 : HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini akan dibahas mengenai hasil penelitian dan pembahasan.

BAB 5 : PENUTUP

Bab ini merupakan penutup dari keseluruhan isi penelitian berupa kesimpulan dan saran atas permasalahan yang telah dibahas pada bab sebelumnya.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

A. Irigasi

Irigasi adalah usaha penyediaan dan pengaturan air untuk menunjang pertanian yang jenisnya meliputi irigasi air permukaan, irigasi air bawah tanah, irigasi pompa dan irigasi rawa. Irigasi berarti mengalirkan air secara buatan dari sumber air yang tersedia kepada sebidang lahan untuk memenuhi kebutuhan tanaman. Dengan demikian tujuan irigasi adalah mengalirkan air secara teratur sesuai kebutuhan tanaman pada saat persediaan lengas tanah tidak mencukupi untuk mendukung pertumbuhan tanaman, sehingga tanaman bisa tumbuh secara normal. Pemberian air irigasi yang efisien selain dipengaruhi oleh tata cara pengelolaan, juga ditentukan oleh kebutuhan air guna mencapai kondisi air tersedia yang dibutuhkan tanaman.

B. Ketersediaan Air

Analisis ketersediaan air dilakukan melalui Analisis debit sungai dan penentuan debit andalan. Debit andalan didefinisikan sebagai debit minimum rata-rata mingguan atau tengah bulanan. Debit minimum rata-rata mingguan atau tengah-bulanan ini didasarkan pada debit mingguan atau tengah bulanan rata-rata untuk kemungkinan tidak terpenuhi 20%. Debit andalan yang dihitung dengan cara ini tidak sepenuhnya dapat dipakai untuk irigasi karena aliran sungai yang dielakkan mungkin bervariasi sekitar harga rata-rata mingguan atau tengah-bulanan; dengan

debit puncak kecil mengalir diatas bendung. Sebagai harga praktis dapat diandaikan kehilangan 10%. Hasil analisis variasi dalam jangka waktu mingguan atau tengah bulanan dan pengaruhnya terhadap pengambilan yang direncanakan akan memberikan angka yang lebih tepat.

Untuk proyek-proyek irigasi yang besar dimana selalu tersedia data-data debit harian, harus dipertimbangkan studi simulasi. Pengamatan di bagian hilir dapat lebih membantu memastikan debit minimum hilir yang harus dijaga. Para pengguna air irigasi di daerah hilir harus sudah diketahui pada tahap studi. Hal ini akan dicek lagi pada tahap perencanaan. Kebutuhan mereka akan air irigasi akan disesuaikan dengan perhitungandebit dan waktu. Juga di daerah irigasi air mungkin saja dipakai untuk keperluan selain irigasi.

C. Debit Andalan

Debit Andalan (*dependable flow*) adalah debit minimum sungai dengan besaran tertentu yang mempunyai kemungkinan terpenuhi yang dapat digunakan untuk berbagai keperluan (Bambang Triatmodjo, 2008). Kemungkinan terpenuhi ditetapkan 80% (kemungkinan bahwa debit sungai lebih rendah dari debit andalan adalah 20%). Debit andalan ditentukan untuk periode tengah bulanan. Debit minimum sungai dianalisis atas dasar data debit harian sungai. Dalam menghitung debit andalan, harus mempertimbangkan air yang diperlukan dari sungai di hilir pengambilan.

Dalam praktek ternyata debit andalan dari waktu ke waktu mengalami penurunan seiring dengan penurunan fungsi daerah tangkapan air. Penurunan debit andalan dapat menyebabkan kinerja irigasi berkurang yang mengakibatkan pengurangan areal persawahan. Antisipasi keadaan ini perlu dilakukan dengan memasukan faktor koreksi besaran 80% - 90% untuk debit andalan. Faktor koreksi tersebut bergantung pada kondisi perubahan daerah aliran sungai (DAS).

Perhitungan debit andalan dihitung dengan persamaan probabilitas Weibull (Soemarto, 1995) sebagai berikut :

$$P(X \geq x) = \frac{m}{n+1} 100\% \quad (1)$$

Keterangan :

- $P (X \geq x)$ adalah probabilitas terjadinya variable X (debit) yang sama dengan atau lebih besar dari x m^3/det
- m adalah peringkat data
- n adalah jumlah data
- X adalah seri data debit
- x adalah debit andalan jika probabilitas sesuai dengan peruntukannya, misal ($X \geq Q_{80} \%$) = 0.80

D. Pos Duga Air (PDA)

Pos duga air adalah bangunan di sungai yang dipilih untuk mengamati tinggi muka air secara sistematis agar dapat berfungsi untuk memantau fluktuasi muka air yang dapat ditransfer ke dalam debit dengan menggunakan RC (Rating Curve). (SNI 03-2226-1991, Rev 2004). Pos duga air dapat dilihat pada gambar berikut.



Gamba 01. Pos Duga Air (PDA)

E. Kebutuhan Air Irigasi

Kebutuhan air irigasi adalah jumlah volume air yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan evaporasi, kehilangan air, kebutuhan air untuk tanaman dengan memperhatikan jumlah air yang diberikan oleh alam melalui hujan dan kontribusi air tanah (Sosrodarsono dan Takeda, 2003).

E.1. Kebutuhan Air di Sawah Untuk Padi

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

- a. Penyiapan lahan
- b. Penggunaan konsumtif
- c. Perkolasi dan rembesan
- d. Penggantian lapisan air
- e. Curah hujan efektif

1. Penyiapan Lahan

Penyiapan lahan adalah merupakan pekerjaan pengolahan tanah secara basah mulai dari pemberian air yang pertama, membersihkan jerami dan akar-akar sisa tanaman padi yang lalu sampai siap ditanami. Tanah permukaan dibajak atau dicangkul sedalam 20 – 30 cm agar tanah menjadi lunak dan membalikkan permukaan, kemudian digemburkan lalu dibuat rata dan siap untuk ditanami bibit padi yang diambil dari tempat persemaian.

Lama pekerjaan penyiapan lahan tergantung jumlah tenaga kerja, hewan dan peralatan yang digunakan serta faktor-faktor sosial setempat. Biasanya Pengolahan lahan dilakukan sebelum masa tanam padi dan berlangsung selama 30 – 45 hari. Untuk penyiapan lahan digunakan rumus empiris v d Goor dan Zijlstra.

$$Pd = \frac{M \cdot e^k}{(e^k - 1)} \quad (2)$$

Dengan :

Pd = Kebutuhan air irigasi di tingkat persawahan pada saat pengolahan lahan (mm/hari)

- M** = Kebutuhan air untuk mengganti/mengkompensasi air yang hilang akibat evaporasi air terbuka selama penyiapan lahan ($1.1 \times ETo$) dan akibat perkolasi, atau $M = (1.1 \times ETo) + P$, dalam mm/hari.
- K** = MT/S
- T** = Jangka waktu penyiapan lahan (hari)
- S** = Kebutuhan air untuk penjenhuan ditambah dengan lapisan air 50 mm
- e** = Bilangan dasar dalam logaritma 2,7183

Untuk menyikapi perubahan iklim yang selalu berubah dan juga dalam rangka penghematan air maka diperlukan suatu metode penghematan air pada saat pasca konstruksi (operasional). Pada saat ini perhitungan kebutuhan air dihitung secara konvensional yaitu dengan metode genangan, yang berkonotasi bahwa metode genangan adalah metode boros air. Metode perhitungan kebutuhan air yang paling menghemat air adalah metode *intermitten* yang di Indonesia saat ini dikenal dengan nama SRI atau *System Rice Intensification*.

SRI adalah metode penghematan air dan peningkatan produksi dengan jalan pengurangan tinggi genangan di sawah dengan system pengaliran terputus (*intermitten*). Metode ini tidak direkomendasikan untuk dijadikan dasar perhitungan kebutuhan air, tetapi bias dijadikan referensi pada saat pasca konstruksi (operasional).

Tabel berikut memperlihatkan kebutuhan air irigasi selama penyiapan lahan yang dihitung menurut rumus di atas.

Tabel 1. Kebutuhan Air di Sawah selama Penyiapan Lahan

M E _o + PMm/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	13,0	14,5	10,5	11,4
8,5	13,3	14,8	10,8	11,8
9,0	13,6	15,2	11,2	12,1
9,5	14,0	15,5	11,6	12,5
10,0	14,3	15,8	12,0	12,9
10,5	14,7	16,2	12,4	13,2
11,0	15,0	16,5	12,8	13,6

2. Penggunaan Konsumtif

Penggunaan konsumtif adalah jumlah air yang dipakai oleh tanaman untuk proses fotosintesis dari tanaman tersebut. Penggunaan konsumtif dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$ET_c = K_c * ET_0 \quad (3)$$

Dengan :

ET_c = Evapotranspirasi tanaman, mm/hari

K_c = Koefisien Tanaman,

ET_0 = Evapotranspirasi tanaman acuan (potensial),
mm/hari

2.1. Evapotranspirasi (ET_0)

Evapotranspirasi tanaman acuan adalah evapotranspirasi tanaman yang dijadikan acuan, yakni rerumputan pendek. ET_0 adalah kondisi evaporasi berdasarkan keadaan – keadaan meteorology seperti :

- Temperatur,
- Sinar matahari atau radiasi,
- Kelembaban,
- Kecepatan Angin.

Bila evaporasi diukur di stasiun agrometeorologi, maka biasanya digunakan pan kelas A. Harga – harga pan evaporasi (E_{pan}) dikonversi ke dalam angka – angka ET_0 dengan menerapkan faktor pan K_p antara 0.65 dan 0.85 bergantung pada kecepatan angin, kelembaban relative serta elevasi.

$$ET_0 = K_p * E_{pan} \quad (4)$$

Harga – harga faktor pun mungkin sangat bervariasi bergantung kepada lamanya angin bertiup, vegetasi di daerah sekitar dan lokasi pan. Evaporasi pan diukur harian, demikian pula harga – harga ET_0 . Perhitungan evaporasi, dianjurkan menggunakan persamaan *Penman* yang dimodifikasi. Temperature, kelembaban, kecepatan angin dan sinar matahari

merupakan parameter dalam persamaan tersebut. Data – data ini diukur secara harian pada stasiun – stasiun (agro) meteorologi.

Berikut persamaan Penman Modifikasi FAO diberikan :

$$ET_0 = c * W * R_n * + (1-W) * f(u) * (ea - ed) \quad (5)$$

Dengan :

c = Faktor koreksi,

W = Faktor yang berhubungan dengan suhu dan elevasi,

R_n = Net radiasi equivalen evaporasi (mm/hari),

$f(u)$ = Fungsi kecepatan angin,

e_a = Tekanan uap jenuh pada suhu t °C (mbar),

e_d = Tekanan uap udara (mbar).

2.2. Koefisien Tanaman

Harga – harga koefisien tanaman padi diberikan dalam table berikut :

Tabel 2. Harga – harga Koefisien¹ Tanaman Padi

Bulan	Nedeco / Prosida		FAO	
	Varietas ² Biasa	Varietas ² Unggul	Varietas Biasa	Varietas Unggul
0.5	1.20	1.20	1.10	1.10
1.0	1.20	1.27	1.10	1.10
1.5	1.32	1.33	1.10	1.05
2.0	1.40	1.30	1.10	1.05
2.5	1.35	1.30	1.10	0.95

3.0	1.24	0	1.05	0
3.5	1.12		0.95	
4.0	0 ⁴		0	

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

¹*Harga-harga koefisien ini akan dipakai dengan rumus evapotranspirasi Penman yang sudah dimodifikasi dengan menggunakan metode yang diperkenalkan oleh Nedeco/Prosida atau FAO*

²*Varietas padi biasa adalah varietas padi yang masa tumbuhnya lama*

³*Varietas unggul adalah varietas padi yang jangka waktu tumbuhnya pendek*

⁴*Selama setengah bulan terakhir pemberian air rigasi ke sawah dihentikan kemudian koefisien tanaman diambil "no!" dan padi akan menguning dengan air yang tersedia.*

3. Perkolasi dan Rembesan

Perkolasi adalah gerakan air ke bawah dari zona tidak jenuh, yang tertekan di antara permukaan tanah sampai ke permukaan air tanah (zona jenuh). Daya perkolasi (P) adalah laju perkolasi maksimum yang dimungkinkan, yang besarnya dipengaruhi oleh kondisi tanah dalam zona tidak jenuh yang terletak antara permukaan tanah dengan permukaan air tanah. Besarnya perkolasi dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain :

1. Tekstur tanah, makin besar tektur tanah semakin besar angka perkolasinya dan sebaliknya.
2. Permeabilitas tanah, semakin besar permeabilitasnya, semakin kecil perkolasi yang terjadi.
3. Tebal lapisan tanah bagian atas, semakin tipis lapisan tanah bagian atas semakin kecil angka perkolasinya.

4. Letak permukaan air tanah, Semakin dangkal air tanah semakin kecil angka perkolasinya. Perkolasi dapat mencapai 1–3 mm per hari.

Laju perkolasi sangat bergantung kepada sifat-sifat tanah. Pada tanah-tanah lempung berat dengan karakteristik pengolahan (puddling) yang baik, laju perkolasi dapat mencapai 1-3 mm/hari. Pada tanah-tanah yang lebih ringan; laju perkolasi bisa lebih tinggi. Pada tanah-tanah yang lebih ringan laju perkolasi bisa lebih tinggi

Tabel 3. Harga Perkolasi dari berbagai Jenis Tanah

No.	Jenis Tanah	Laju Perkolasi (P) (mm/hari)
1	<i>Sandy Loam</i>	3 - 6
2	<i>Loam</i>	2 - 3
3	<i>Clay</i>	1 - 2

4. Penggantian Lapisan Air

Penggantian lapisan air dilakukan setelah kegiatan pemupukan yang telah di-jadwalkan. Jika tidak ada penjadwalan semacam itu, maka penggantian lapisan air tersebut dilakukan sebanyak 2 kali, masing-masing 50 mm per 15 hari (3,33 mm/hari selama setengah bulan). Selama 1 dan 2 bulan setelah awal tanam.

5. Curah Hujan Efektif (R_e)

Curah hujan efektif adalah hujan tersedia yang dimanfaatkan oleh tanaman untuk memenuhi kebutuhannya. Untuk irigasi pada curah hujan efektif bulanan diambil 70% dari curah hujan minimum tengah bulanan dengan periode ulang 5 tahun kering (probabilitas terpenuhi 80%, R_{80}).

$$R_{80} = \frac{m}{n+1} \quad (6)$$

Dengan :

R_{80} = Curah hujan dengan probabilitas terpenuhi 80%,

n = Jumlah data curah hujan,

m = Rangkaian data curah hujan yang dipilih.

$$R_e = 0.70 * R_{80} / \text{Setengah bulan}(15) \quad (7)$$

Dengan:

R_e = Curah hujan efektif, mm/hari

R_{80} = Curah hujan minimum tengah bulanan 80%, mm

15 = Jumlah hari, setengah bulan,

E.2. Kebutuhan Air Irigasi untuk Pengambilan Intake

1. Kebutuhan bersih air di sawah untuk padi adalah :

$$NFR = ET_c + P + WLR - R_e \quad (8)$$

Dengan :

NFR = *Netto Field Water Requirement*, mm/hari

ET_c = Kebutuhan konsumtif tanaman, mm/hari

P = Perkolasi, mm/hari

WLR = Penggantian lapisan air, mm/hari

R_e = Curah hujan efektif, mm/hari

2. Kebutuhan air irigasi :

$$IR = \frac{NFR}{e} \quad (9)$$

Dengan :

IR = Kebutuhan air irigasi, mm/hari

e = Efisiensi irigasi secara keseluruhan

Efisiensi irigasi (e) adalah angka perbandingan jumlah debit air irigasi terpakai dengan debit yang dialirkan; dan dinyatakan dalam prosentase (%). Untuk tujuan perencanaan, dianggap seperempat atau sepertiga dari jumlah air yang diambil akan hilang sebelum air itu sampai di sawah. Kehilangan ini disebabkan oleh kegiatan eksploitasi, evaporasi dan rembesan. Efisiensi irigasi keseluruhan rata-rata berkisar antara 59 % - 73 %. Oleh karena itu kebutuhan bersih air di sawah (**NFR**) harus dibagi efisiensi irigasi untuk memperoleh jumlah air yang dibutuhkan di intake.

1. Saluran tersier, kehilangan air = 20%, sehingga efisiensi \approx 80 %
2. Saluran sekunder, kehilangan air 10 %, sehingga efisiensi \approx 90 %
3. Saluran utama/induk, kehilangan air 10 %, sehingga efisiensi \approx 90 %

Efisiensi secara keseluruhan dihitung sebagai berikut = efisiensi jaringan tersier (80%) x efisiensi jaringan sekunder (90%) x efisiensi jaringan primer (90%), sehingga efisiensi irigasi secara keseluruhan $\approx 65\%$.

3. Kebutuhan Pengambilan di Intake :

$$DR = \frac{IR}{8.64} * A \quad (10)$$

Dengan :

DR = Kebutuhan pengambilan di intake, lt/det

IR = Kebutuhan air irigasi dengan efisiensi, lt/det/ha

A = Luas areal layanan daerah irigasi, ha

1/8.64 = Konversi mm/hari ke lt/det/ha.

E.3. Kebutuhan Air di Sawah untuk Tanaman Ladang (Palawija)

Kebutuhan air di sawah untuk palawija ditentukan oleh faktor berikut :

1. Penyiapan lahan
2. Penggunaan konsumtif
3. Curah hujan efektif

1. Penyiapan Lahan

Masa pra-irigasi diperlukan guna menggarap lahan untuk ditanami dan menciptakan kondisi tanah lembab yang memadai untuk persemaian yang baru tumbuh. Banyaknya air yang dibutuhkan bergantung kepada kondisi tanah dan pola tanam yang diterapkan. Jumlah air 50 mm sampai 100

mm dianjurkan untuk tanaman ladang dan 100 mm sampai 120 mm untuk tanaman tebu, kecuali jika terdapat kondisi – kondisi khusus (misalnya ada tanaman lain yang ditanam segera sesudah padi).

2. Penggunaan Konsumtif

Seperti halnya untuk padi, dianjurkan bahwa untuk indeks evapotranspirasi dipakai rumus evapotranspirasi *Penman* yang dimodifikasi, sedangkan cara perhitungannya (kebutuhan konsumtif) bisa menurut cara FAO atau cara Nedeco/Prosida.

Harga – harga koefisien tanaman untuk palawija didasarkan pada data – data dari FAO (dengan data – data untuk negara – negara yang paling mirip) dan menggunakan metode perhitungan untuk menjabarkan koefisien tanaman tersebut. Berikut harga – harga koefisien tanaman untuk palawija :

Tabel 4. Harga – harga koefisien untuk diterapkan dengan metode perhitungan evapotranspirasi FAO

Tanaman	Jangka Tumbuh/h ari	Jangka												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Kedelai	85	0.50	0.75	1.00	1.00	0.82	0.45*							

Jagung	80	0.50	0.59	0.96	1.05	1.02	0.95*							
Kacang Tanah	130	0.50	0.51	0.66	0.85	0.95	0.95	0.95	0.55	0.55*				
Bawang	70	0.50	0.51	0.69	0.90	0.95*								
Buncis	75	0.50	0.64	0.89	0.95	0.88								
Kapas	195	0.50	0.50	0.58	0.75	0.91	1.04	1.05	1.05	1.05	0.78	0.65	0.65	0.65

*untuk sisanya kurang dari ½ bulan

Catatan :

- a. Diambil dari *FAO Guideline for Crop Water Requirement* (Ref. FAO, 1977)
- b. Untuk diterapkan dengan metode ET Prosida, kalikan harga-harga koefisien tanaman dengan 1.15
- c.

3. Curah Hujan Efektif

Curah hujan efektif adalah hujan tersedia yang dimanfaatkan oleh tanaman untuk memenuhi kebutuhannya. Untuk irigasi pada curah hujan efektif bulanan diambil 50% dari curah hujan minimum tengah bulanan dengan periode ulang 5 tahun kering (probabilitas terpenuhi 80%, R_{80}).

$$R_{80} = \frac{n}{5} + 1 \quad (11)$$

Dengan :

- R_{80} = Curah hujan dengan probabilitas terpenuhi 80%,
 n = Jumlah data curah hujan,
 m = Rangkaian data curah hujan yang dipilih.

$$R_e = 0.50 * R_{80} / \text{Setengah bulan}(15) \quad (12)$$

Dengan:

R_e = Curah hujan efektif, mm/hari

R_{80} = Curah hujan minimum tengah bulanan 80%, mm

15 = Jumlah hari, setengah bulan,

F. Neraca Air

Dalam perhitungan neraca air, kebutuhan pengambilan yang dihasilkannya untuk pola tanam yang dipakai akan dibandingkan dengan debit andalan untuk tiap setengah bulan dan luas daerah yang bisa diairi. Apabila debit sungai melimpah, maka luas daerah proyek irigasi adalah tetap karena luas maksimum daerah layanan (command area) dan proyek akan direncanakan sesuai dengan pola tanam yang dipakai. Bila debit sungai tidak berlimpah dan kadang-kadang terjadi kekurangan debit maka ada 3 pilihan yang bisa dipertimbangkan :

- luas daerah irigasi dikurangi :
bagian-bagian tertentu dari daerah yang bisa diairi (luas maksimum daerah layanan) tidak akan diairi
- melakukan modifikasi dalam pola tanam:
dapat diadakan perubahan dalam pemilihan tanaman atau tanggal tanam untuk mengurangi kebutuhan air irigasi di sawah (l/dt/ha) agar ada kemungkinan untuk mengairi areal yang lebih luas dengan debit yang tersedia.
- rotasi teknis golongan:

untuk mengurangi kebutuhan puncak air irigasi. Rotasi teknis atau golongan mengakibatkan eksploitasi yang lebih kompleks dan dianjurkan hanya untuk proyek irigasi yang luasnya sekitar 10.000 ha atau lebih.

Kebutuhan air yang dihitung untuk minum, budidaya ikan, industri akan meliputi kebutuhan-kebutuhan air untuk minum, budidaya ikan, keperluan rumah tangga, pertanian dan industri.