

SKRIPSI

**ANALISIS HIDROLOGI DAN PERENCANAAN HIDROLIKA
PADA JARINGAN IRIGASI DI. LAMBALUMAMA
KABUPATEN PINRANG**

Disusun dan diajukan oleh:

**Muhammad Taufiq Febrian
D011191037**



**PROGRAM STUDI SARJANA DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2023**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

ANALISIS HIDROLOGI DAN PERENCANAAN HIDROLIKA PADA JARINGAN IRIGASI DI. LAMBALUMAMA KABUPATEN PINRANG

Disusun dan diajukan oleh

MUHAMMAD TAUFIQ FEBRIAN
D011 19 1037

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
Pada tanggal 21 Juni 2023
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,



Dr. Eng. Bambang Bakri, ST, MT

NIP: 198104252008121001

Pembimbing Pendamping,



Dr. A. Ildha Dwipuspita, ST, MT

NIP: 198907142020054001

Ketua Program Studi,



Prof. Dr. H. M. Wihardi Tjaronge, ST, M.Eng

NIP. 196805292002121002

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini ;
Nama : Muhammad Taufiq Febrian
NIM : D011191037
Program Studi : Teknik Sipil
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

(Analisis Hidrologi dan Perencanaan Hidrolika pada Jaringan Irigasi DI.
Lambalumama Kabupaten Pinrang)

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.


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.

Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan skripsi, yang akan dipublikasi oleh Penulis di masa depan harus mendapat persetujuan dari Dosen Pembimbing.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, 10 Juli 2023

Yang Menyatakan



Muhammad Taufiq Febrian

ABSTRAK

Muhammad Taufiq Febrian. *Analisis Hidrologi dan Perencanaan Hidrolika pada Jaringan Irigasi DI. Lambalumama Kabupaten Pinrang* (dibimbing oleh Dr.Eng. Bambang Bakri, ST, MT dan Dr. A. Ildha Dwipuspita ST, MT)

Air adalah salah satu sumber daya alam yang penting dalam memenuhi kebutuhan sehari-hari di berbagai sektor kehidupan. Keberadaan air mengikuti siklus hidrologis yang erat hubungannya dengan kondisi cuaca pada suatu daerah sehingga menyebabkan ketersediaan air tidak merata dalam setiap waktu dan setiap wilayah. Di Indonesia, pemanfaatan sumber daya air dapat digunakan untuk pemenuhan kebutuhan air pada irigasi. Salah satu jaringan irigasi di Indonesia adalah jaringan irigasi Lambalumama.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui keseimbangan antara ketersediaan air dan kebutuhan air pada daerah irigasi Lambalumama dan untuk mendesain dimensi saluran irigasi tersebut.

Metode yang digunakan dalam penelitian adalah mengumpulkan data-data yang diperlukan seperti data hidrologi dan data klimatologi. Lakukan perhitungan evapotranspirasi dan curah hujan pada daerah irigasi tersebut. Setelah itu analisis debit andalan menggunakan metode F.J.Mock dengan data-data yang ada. Selanjutnya melakukan perhitungan kebutuhan air irigasi yaitu perhitungan kebutuhan air penyiapan lahan, kebutuhan air penggunaan konsumtif dan kebutuhan air bersih di sawah. Bandingkan ketersediaan air yang ada dan kebutuhan air lalu merencanakan dimensi saluran irigasi.

Berdasarkan grafik keseimbangan air yang telah dibuat, pada seluruh bulan nilai ketersediaan air lebih besar dari nilai kebutuhan air. Artinya air pada daerah irigasi tersebut cukup untuk mengairi areal persawahan. Dimensi saluran primer Lambalumama yaitu kebutuhan air bendung adalah $Q = 0,36 \text{ m}^3/\text{dt}$, lebar saluran (b) = 1,50 m, tinggi muka air (h) = 1,00 m, kecepatan air di saluran (V) = 0,14 m/dt, kemiringan saluran (I) = 0,001360 m, dan kemiringan talud (m) = 1 : 1 dengan bentuk saluran trapesium.

Kata Kunci: Irigasi, ketersediaan air, kebutuhan air

ABSTRACT

Muhammad Taufiq Febrian. *Hydrological Analysis and Hydraulic Planning in Irrigation Networks DI. Lambalumama Pinrang District* (supervised by Dr.Eng. Bambang Bakri, ST, MT and Dr. A. Ildha Dwipuspita ST, MT)

Water is one of the essential natural resources in daily needs in various sectors of life. The existence of water follows the hydrological cycle which is very closely related to weather conditions in an area, causing the availability of water to be uneven at any time and in every area. In Indonesia, utilization of water resources can be useful to fulfill the needs of irrigation water. One of the irrigation networks in Indonesia is the Lambalumama irrigation network.

The purpose of this study was to determine the balance between the availability and requirement for water in the Lambalumama irrigation area and to design the dimensions of the irrigation canals.

The method used in the research is to collect the necessary data such as hydrological data and climatological data. Perform calculations of evapotranspiration and rainfall in the irrigation area. After that, the mainstay discharge analysis uses the F.J.Mock method with existing data. Next, calculate the need for irrigation water, namely the calculation of the water needed for land preparation, the water needed for consumptive use and the need for clean water in the fields. Compare the available water availability and water requirement and then plan the dimensions of the irrigation canals.

Based on the water balance graph that has been made, in all months the value of water availability is greater than the value of water requirement. This means that the water in the irrigation area is sufficient to irrigate the rice fields. The dimensions of the Lambalumama primary canal are the weir water requirement $Q = 0.36 \text{ m}^3/\text{s}$, canal width (b) = 1.50 m, water level (h) = 1.00 m, water velocity in the canal (V) = 0,14 m/s, channel slope (I) = 0.001360 m, and canal slope (m) = 1 : 1 with a trapezoidal channel shape.

Keywords: Irrigation, water availability, water requirement

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	i
PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
KATA PENGANTAR	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian/Perancangan	2
1.4 Manfaat Penelitian/Perancangan	3
1.5 Ruang Lingkup	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Irigasi	4
2.1.1 Pengertian irigasi.....	4
2.1.2 Tujuan irigasi	5
2.1.3 Manfaat irigasi.....	5
2.1.4 Fungsi irigasi	6
2.1.5 Irigasi di Indonesia.....	6
2.2 Jaringan Irigasi.....	7
2.2.1 Tingkat-tingkat jaringan irigasi	7
2.3 Ketersediaan Air	8
2.4 Debit Andalan	9
2.4.1 Pengertian debit andalan	9
2.4.2 Perhitungan debit andalan	10
2.4.3 Perhitungan debit andalan F.J.MOCK.....	11
2.5 Kebutuhan Air	14
2.5.1 Penyiapan lahan	14
2.5.2 Penggunaan konsumtif	16
2.5.3 Perkolasi dan rembesan	17
2.5.4 Pergantian lapisan air	17
2.5.5 Curah hujan efektif	17
2.6 Evapotranspirasi	18
2.6.1 Pengertian evapotranspirasi.....	18
2.6.2 Faktor-faktor penentu evapotranspirasi	18
2.6.3 Pengukuran/perhitungan evapotranspirasi	19
2.7 Neraca Air.....	21
2.8 Efisiensi Saluran	21
2.9 Dimensi Saluran.....	22

BAB 3 METODE PENELITIAN/PERANCANGAN	24
3.1 Bagan Alir Penelitian.....	24
3.2 Lokasi Penelitian	25
3.3 Metode Penelitian dan Sumber Data	25
3.4 Evapotranspirasi	25
3.5 Curah Hujan Efektif.....	26
3.6 Debit Andalan.....	25
3.7 Kebutuhan Air Irigasi	28
3.8 Neraca Air.....	30
3.9 Menentukan Dimensi Saluran	30
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	35
4.1 Ketersediaan Air Irigasi.....	35
4.2 Kebutuhan Air Irigasi	39
4.2.1 Hujan Andalan dan Hujan Efektif	39
4.2.2 Evapotranspirasi	41
4.2.3 Perhitungan Kebutuhan Air	44
4.3 Neraca Air.....	47
4.4 Perhitungan Dimensi Saluran	47
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	52
5.1 Kesimpulan.....	52
5.2 Saran	52
DAFTAR PUSTAKA	53

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Bagan alir penelitian.....	24
Gambar 2 Grafik ketersediaan air	37
Gambar 3 Grafik kebutuhan air	45
Gambar 4 Grafik hubungan antara kebutuhan air dan ketersediaan air	47
Gambar 5 Skema jaringan	48
Gambar 6 Contoh saluran	50

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Perbedaan tingkatan jaringan irigasi	8
Tabel 2 Harga koefisien tanaman kedelai dan palawija periode setengah bulanan	16
Tabel 3 Harga koefisien tanaman kedelai dan palawija.....	29
Tabel 4 Koefisien kekerasan saluran.....	33
Tabel 5 Kemiringan talud minimum	33
Tabel 6 Tinggi jagaan (W) minimum	33
Tabel 7 Pedoman untuk menentukan saluran irigasi	34
Tabel 8 Perhitungan debit andalan	38
Tabel 9 Hasil perhitungan curah hujan andalan dan hujan efektif.....	40
Tabel 10 Hasil perhitungan evapotranspirasi rerata bulanan	43
Tabel 11 Nama bangunan dan luas areal.....	48
Tabel 12 Perhitungan kebutuhan air	51
Tabel 13 Perhitungan dimensi saluran	51
Tabel 14 Curah hujan	55
Tabel 15 Hubungan temperature terhadap ea, w dan f(t).....	56
Tabel 16 Hubungan temperature terhadap radiasi gelombang pendek Ra.....	57
Tabel 17 Besaran angka koreksi c.....	57

DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL

Lambang/Singkatan	Arti dan Keterangan
ha	Hektar
DAS	Daerah Aliran Sungai
Eto	Evapotranspirasi
Q	Debit (m ³ /detik)
TR	Aliran total (mm)
lt	Liter
dt	Detik
IR	Kebutuhan air irigasi tingkat persawahan
Etc	Penggunaan konsumtif (mm/hari)
Re	Curah hujan efektif
V	Kecepatan aliran (m/detik)
NFR	Kebutuhan air di sawah
WLR	Pergantian lapisan air
K	Koefisien kekasaran strickler
t	Temperatur udara (°C)
Rh	Kelembaban udara (%)
n/N	Penyinaran matahari (%)
u	Kecepatan angin (m/detik)

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Tabel data penunjang.....	55
--------------------------------------	----

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbil‘aalamin, atas rahmat dan hidayah yang telah dilimpahkan oleh Allah Subhanahu wata’ala, maka penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini, sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi dan memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa banyak kendala yang dihadapi dalam penyusunan tugas akhir ini, namun berkat bantuan dari berbagai pihak, maka tugas akhir ini dapat terselesaikan. Oleh karena itu, dengan segala ketulusan dan kerendahan hati, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada :

1. **Bapak Prof Dr.Eng. Ir. Muhammad Isran Ramli, ST.,MT.,IPM., ASEAN.Eng. .**, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
2. **Bapak Prof. Dr. H. M Wihardi Tjaronge, ST., M.Eng.**, selaku Ketua Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
3. **Bapak Dr. Eng. Bambang Bakri, ST., MT.**, selaku dosen pembimbing I yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan mulai dari awal penelitian hingga selesainya penulisan ini.
4. **Ibu Dr. A. Ildha Dwipuspita ST, MT** selaku dosen pembimbing II yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan mulai dari awal penelitian hingga selesainya penulisan ini.
5. Seluruh dosen Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
6. Seluruh staf dan karyawan Departemen Teknik Sipil, staf dan karyawan Fakultas Teknik serta staf Laboratorium dan asisten Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Yang teristimewa penulis pesembahkan kepada :

1. Kedua orang tua tercinta, yaitu ayahanda Moch. Yunus Anis, dan ibunda Hikmawati, beserta seluruh keluarga, atas kasih sayang dan segala dukungan selama ini, baik spritiual maupun materi.
2. Saudari-saudari tercinta Anisa Winarti Maulidyah dan Nabila Najwa Fauziah yang selalu memberikan semangat dan motivasi dalam penyelesaian tugas akhir ini.
3. Keluarga besar DS yaitu Jono, Yyt, Tapa, Bombom, Adam, Didi, Mikel, Adrian, Rama, Iot, Davi, Hariz, Fandy dan Aman yang senantiasa memberikan warna yang sangat begitu indah, dukungan yang tiada henti, semangat dan dorongan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
4. Teman-teman seperjuangan bimbingan Adam dan Mariz yang selalu semangat dan terus maju dalam penyelesaian tugas akhir dan saudari Zahra Aranda Rizal yang senantiasa memberi dukungan, meluangkan waktu dan tenaganya untuk membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini.
5. Saudara-saudariku seangkatan 2019 Teknik Sipil dan Lingkungan, PORTLAND 2020 yang telah memberi warna dalam perjalanan perkuliahan saya.

Gowa, 17 April 2023

Penulis

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air adalah salah satu sumber daya alam yang vital, baik untuk kehidupan di muka bumi maupun untuk kebutuhan manusia dalam memenuhi kebutuhan sehari-hari di berbagai sektor kehidupan. Kebutuhan air sebagai sumber kehidupan masyarakat secara alami keberadaannya bersifat dinamis mengalir ke tempat yang lebih rendah tanpa mengenal batas wilayah administrasi. Keberadaan air mengikuti siklus hidrologis yang erat hubungannya dengan kondisi cuaca pada suatu daerah sehingga menyebabkan ketersediaan air tidak merata dalam setiap waktu dan setiap wilayah. Seiring dengan itu, bertambahnya jumlah penduduk mengakibatkan peningkatan akan kebutuhan air serta pengelolaannya yang keliru menyebabkan penurunan daya dukung lingkungan yang berdampak negatif terhadap kelestarian sumber daya air. Hal tersebut menuntut pengelolaan sumber daya air yang tepat agar kualitas dan kuantitas air tetap terjaga dan pemanfaatan sumber daya air untuk kehidupan manusia tetap terpenuhi hingga di masa yang akan datang. Salah satu pemanfaatan sumber daya air di Indonesia yaitu digunakan untuk pemenuhan kebutuhan air pada irigasi.

Irigasi diartikan sebagai usaha mengalirkan air secara buatan dari tempat sumber air untuk berbagai keperluan pertanian, membagikan air ke lahan-lahan pertanian secara merata sesuai dengan kebutuhan untuk pertumbuhan tanaman tertentu, dan kemudian membuang kelebihan air setelah dimanfaatkan. Pengertian irigasi menurut PP 23/82 Irigasi adalah usaha penyediaan dan pengaturan air untuk menunjang pertanian. Usaha penyediaan air ini dilakukan dengan mengambil air dari sumber air (sungai, danau, air tanah, air hujan dan sebagainya) untuk dialirkan ke lokasi/lahan yang akan diiri menuju jaringan irigasi. Jaringan irigasi adalah saluran dan bangunan yang merupakan kesatuan yang diperlukan untuk pengaturan air hujan dimulai dari pengadaan, pengambilan, pembagian, pemberian dan penggunaannya.

Jaringan irigasi Lambalumama terletak di Kelurahan Tadokkong, Kecamatan Lembang, Kabupaten Pinrang dengan luas daerah irigasi sebesar 217 Ha. Jaringan irigasi Lambalumama merupakan saluran sekunder dari daerah irigasi Kalosi yang mempunyai luas 1004 Ha. Untuk mengembalikan kinerja jaringan irigasi secara penuh, maka diperlukan suatu perencanaan jaringan yang disesuaikan dengan kondisi kerusakan dan pemanfaatan lahan. Dalam perencanaan jaringan irigasi perlu dilakukan analisa desain yang meliputi analisa curah hujan, perhitungan debit, dan dimensi saluran. Sehingga sistem irigasi tersebut dapat diartikan sebagai usaha penyediaan pemberian air yang optimal dan efisien guna untuk mendapatkan hasil produksi tanaman yang maksimal.

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka dilakukan penelitian dengan judul Analisis Hidrologi dan Perencanaan Hidrolika pada Jaringan Irigasi DI. Lambalumama Kabupaten Pinrang.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang terkait, maka penelitian ini dilaksanakan dalam upaya mencari:

1. Berapa besar ketersediaan air di sawah pada jaringan irigasi Lambalumama.
2. Berapa besar kebutuhan air di sawah pada jaringan irigasi Lambalumama.
3. Bagaimana perbandingan antara ketersediaan air dan kebutuhan air di sawah pada jaringan irigasi Lambalumama.
4. Bagaimana kesesuaian dimensi saluran dengan kebutuhan air irigasi.

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, maka penelitian ini bertujuan untuk :

1. Mengetahui ketersediaan air di sawah pada jaringan irigasi Lambalumama.
2. Mengetahui kebutuhan air di sawah pada jaringan irigasi Lambalumama.
3. Mengetahui perbandingan antara ketersediaan air dan kebutuhan air di sawah pada jaringan irigasi Lambalumama.
4. Mengetahui kesesuaian dimensi yang ada dengan kebutuhan air irigasi.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah diharapkan dapat memberikan referensi terkait dengan analisis hidrologi dan perencanaan hidrolika pada jaringan irigasi dan memberi gambaran tentang desain jaringan irigasi Lambalumama.

1.5 Ruang Lingkup

Ruang lingkup kajian pada penulisan ini adalah meliputi:

1. Perhitungan evapotranspirasi, hujan efektif dan kebutuhan air.
2. Perhitungan debit andalan.
3. Perhitungan/perencanaan dimensi saluran primer dan sekunder.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Irigasi

Ilmu irigasi adalah ilmu yang mempelajari tentang cara-cara pemberian air bagi daerah yang kering dan membutuhkan air serta cara-cara pembuangan air lebih (*drainase*). Dalam arti luas irigasi tak terbatas pada bidang pertanian saja, tetapi meliputi juga pemenuhan kebutuhan yang lain, misalnya kebutuhan kehidupan sehari-hari, perikanan, peternakan. Irigasi pertanian termasuk perladangan, persawahan, dll (Pane, dkk., 2021).

Dengan meningkatnya kemajuan-kemajuan di bidang teknik pertanian, ahli-ahli teknik sipil memerlukan teknik yang lebih tinggi dan lebih sempurna untuk mengimbangnya. Ahli-ahli teknik sipil bertugas untuk merencanakan (*planning* dan *design*), melaksanakan (*constructing*) dan mengatur air (*water management*). Cara-cara pemberian air serta pembuangan air lebih, harus merupakan satu kesatuan perencanaan untuk mengusahakan penggunaan (pemanfaatan) sumber-sumber air (*water resources*) dengan sebaik-baiknya (Pane, dkk., 2021).

2.1.1 Pengertian irigasi

Irigasi adalah segala usaha manusia yang berhubungan dengan perencanaan dan pembuatan sarana untuk menyalurkan serta membagi air ke bidang-bidang tanah pertanian secara teratur, serta membuang air kelebihan yang tidak diperlukan lagi. Sebagai suatu ilmu pengetahuan, irigasi tidak saja membicarakan dan menjelaskan metode-metode dan usaha yang berhubungan dengan pengambilan air dari bermacam-macam sumber, menampungnya dalam suatu waduk atau menaikkan elevasi permukaannya, dengan menyalurkan serta membagi-bagikannya ke bidang-bidang tanah yang akan diolah, tapi juga mencakup masalah-masalah pengendalian banjir sungai dan segala usaha yang berhubungan dengan pemeliharaan dan pengamanan sungai untuk keperluan pertanian (Sudirman, dkk., 2021).

Menurut Peraturan Pemerintah No. 23 tahun 1982 irigasi adalah usaha untuk penyediaan dan pengaturan air untuk menunjang pertanian, dan menurut Peraturan Pemerintah No. 20 tahun 2006 merupakan usaha penyediaan pengaturan dan

pembuangan air irigasi untuk menunjang pertanian yang jenisnya meliputi irigasi permukaan, irigasi rawa, irigasi air bawah tanah, irigasi pompa, dan irigasi tambak.

Sebagaimana telah diungkapkan, dalam dunia modern ini sudah banyak cara yang dapat dilakukan untuk melakukan irigasi, dan ini sudah berlangsung sejak Mesir Kuno. Irigasi juga merupakan suatu ilmu yang memanfaatkan air untuk tanaman, mulai dari tumbuh sampai masa panen. Air tersebut diambil dari sumbernya, dibawa melalui saluran, dibagikan kepada tanaman yang memerlukan air secara teratur dan setelah air tersebut terpakai, kemudian dibuang melalui saluran pembuang menuju sungai kembali (Pane, dkk., 2021).

2.1.2 Tujuan irigasi

Secara garis besar, tujuan irigasi dapat digolongkan menjadi 2 golongan, yaitu:

1. Tujuan Langsung

Irigasi mempunyai tujuan untuk membasahi tanah berkaitan dengan kapasitas kandungan air dan udara dalam tanah sehingga dapat dicapai suatu kondisi yang sesuai dengan kebutuhan untuk pertumbuhan tanaman yang ada di tanah tersebut (Najimuddin, 2019).

2. Tujuan Tidak Langsung

Irigasi mempunyai tujuan yang meliputi mengatur suhu dari tanah, mencuci tanah yang mengandung racun, mengangkut bahan pupuk dengan melalui aliran air yang ada, menaikkan muka air tanah, meningkatkan elevasi suatu daerah dengan cara mengalirkan air dan mengendapkan lumpur yang terbawa air, dan lain sebagainya (Najimuddin, 2019).

2.1.3 Manfaat irigasi

Menuru Pane dkk (2019) manfaat dari irigasi adalah:

1. Sistem dapat menjamin sepenuhnya persediaan air untuk tanaman
2. Sistem dapat menjamin waktu panen pada saat musim kering
3. Menjaga suhu tanah agar tetap dingin
4. Mencuci garam-garam yang berada dalam tanah
5. Memperkecil resiko rembesan air tanah
6. Tanah lebih mudah dikerjakan pada waktu membajak

2.1.4 Fungsi irigasi

Menurut Zaman dkk (2022) fungsi irigasi adalah:

1. Memasok kebutuhan air pada tanaman
2. Menjamin ketersediaan air di musim kemarau
3. Menurunkan suhu tanah
4. Mengurangi kerusakan tanah

2.1.5 Irigasi di Indonesia

Irigasi di Indonesia ini mulai dikembangkan semenjak Indonesia tidak mampu lagi mencapai swasembada beras. Awalnya irigasi itu sendiri dianggap penting oleh pemerintah umumnya dan petani sendiri khususnya. Semuanya hanya berpikiran bahwa Indonesia ini adalah Negara yang kaya, makmur, subur serta segalanya mudah sehingga pemikiran untuk jangka panjang tentang ketersediaan pangan pun tak lagi dihiraukan. Pikiran awal petani Indonesia dulu hanyalah keberhasilan panen, dan pemerintah hanya bangga karena saat itu mampu mencapai swasembada beras tanpa harus repot mengupayakan ketersediaan air dilahan (Pane, 2022).

Memasuki keadaan seperti sekarang ini, petani mulai mengeluh tentang minimnya ketersediaan air di lahan sawahnya khususnya petani-petani daerah jawa. Atas keluhan tersebut berimbas pada kurangnya minat petani untuk menanam padi lagi. Masalah besar pun jelas terjadi, ketersediaan beras sebagai makanan utama bangsa Indonesia ini pun jadi mulai dikhawatirkan tidak tersedia. Mencapai swasembada beras pun kini dirasa hanyalah mimpi, keberhasilan era orde baru dianggap hanyalah masa lalu yang tak mungkin terulang lagi (Pane, 2022).

2.1.6 Jenis-jenis irigasi di Indonesia

Menurut Pane dkk (2021) jenis-jenis irigasi di Indonesia adalah:

1. Irigasi permukaan: Mengambil air dari sumber-sumber yang ada, lalu membuat bangunan penangkapnya, kemudian mengalirkannya melalui saluran primer dan sekunder ke petak-petak sawah (Pane, dkk., 2021).
2. Irigasi tambak: Mengatur tata air dari sumber irigasi yang sudah ada melalui system drainase (menahan dan mengairi padi) (Pane, dkk., 2021).

3. Irigasi air tanah: Mengambil air tanah kemudian memompa dan mendistribusikannya ke petak-petak sawah (Pane, dkk., 2021).
4. Irigasi pompa: Diutamakan untuk areal persawahan di dataran tinggi (Pane, dkk., 2021).

2.2 Jaringan Irigasi

Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.32/PRT/M/2007, disebutkan bahwa jaringan irigasi adalah saluran, bangunan, dan bangunan pelengkap yang merupakan satu kesatuan yang diperlukan untuk penyediaan, pembagian, pemberian, penggunaan, dan pembuangan air irigasi. Ada beberapa jenis jaringan irigasi yaitu:

1. Jaringan irigasi primer adalah bagian dari jaringan irigasi yang terdiri atas bangunan utama, saluran induk/primer, saluran pembuangannya, bangunan bagi, bangunan bagi-sadap, bangunan sadap, dan bangunan pelengkap (Permen PU, 2007).
2. Jaringan irigasi sekunder adalah bagian dari jaringan irigasi yang terdiri atas saluran sekunder, saluran pembuangannya, bangunan bagi, bangunan bagi-sadap, bangunan sadap, dan bangunan pelengkap (Permen PU, 2007).
3. Jaringan irigasi tersier adalah jaringan irigasi yang berfungsi sebagai prasarana pelayanan air irigasi dalam petak tersier yang terdiri atas saluran tersier, saluran kuarter dan saluran pembuang, bokstersier, boks kuarter, serta bangunan pelengkap (Permen PU, 2007).

2.2.1 Tingkat-tingkat jaringan irigasi

Berdasarkan cara pengaturan, pengukuran aliran air dan lengkapnya fasilitas, jaringan irigasi dapat dibedakan kedalam tiga tingkatan yaitu: (Pane, dkk., 2021).

1. Sederhana
2. Semi Teknis
3. Teknis

Tabel 1 Perbedaan tingkatan jaringan irigasi

No	Item	Teknis	Semi Teknis	Sederhana
1.	Bangunan utama	Bangunan permanen	Bangunan permanen/semi permanen	Bangunan sementara
2.	Kemampuan bangunan dalam mengukur dan mengatur debit	Baik	Sedang	Jelek
3.	Jaringan tersier	Saluran irigasi dan pembuangan terpisah	Saluran irigasi dan pembuangan tidak terpisah	Saluran irigasi dan pembuangan jadi satu
4.	Petak tersier	Dikembangkan sepenuhnya	Sepenuhnya terpisah	Belum ada jaringan terpisah yang dikembangkan
5.	Efisiensi secara keseluruhan	50-60%	40-50%	<40%
6.	Luas lahan	Tak ada batasan	Sampai 2000 ha	Tak lebih dari 500 ha

Sumber: Pane dkk, 2021

2.3 Ketersediaan Air

Ketersediaan air adalah jumlah air (debit) yang diperkirakan terus-menerus ada di suatu lokasi (bendung atau bangunan air lainnya) di sungai dengan jumlah tertentu dan dalam jangka waktu (periode) tertentu. Ketersediaan air dalam pengertian sumber daya air pada dasarnya berasal dari air hujan (atmosferik), air permukaan dan air tanah. Hujan yang jatuh di atas permukaan pada suatu Daerah Aliran Sungai (DAS) atau Wilayah Sungai (WS) sebagian akan menguap kembali sesuai dengan proses iklimnya sebagian akan mengalir melalui permukaan dan sub permukaan masuk ke dalam saluran, sungai atau danau dan sebagian lagi akan meresap jatuh ke tanah sebagai pengisian kembali (*recharge*) pada kandungan air tanah yang ada (Sukri, dkk., 2022).

Secara keseluruhan jumlah air di bumi ini relatif tetap dari masa ke masa. Ketersediaan air yang merupakan bagian dari fenomena alam, sering sulit untuk diatur dan diprediksi dengan akurat. Hal ini karena ketersediaan air mengandung

unsur variabilitas ruang (*spatial variability*) dan variabilitas waktu (*temporal variability*) yang sangat tinggi (Sukri, dkk., 2022).

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk menganalisa ketersediaan air adalah metode Mock, yang dapat dihitung sebagai berikut: Metode Mock ditemukan dan dikembangkan oleh FJ, Mock dalam makalahnya, "*Land Capability Appraisal Indonesia & Water Availability Appraisal*" Mock memperkenalkan model sederhana simulasi keseimbangan air (*water balance*) untuk menghitung aliran sungai dari data curah hujan, evapotranspirasi dan karakteristik hidrologi Daerah Aliran Sungai (DAS) untuk memperkirakan ketersediaan air di sungai (Sukri, dkk., 2022).

Pada prinsipnya, metode Mock memperhitungkan volume air yang masuk, keluar dan yang disimpan di dalam tanah (*soil storage*). Volume air masuk adalah hujan dan volume air keluar adalah infiltrasi, perkolasi dan yang paling dominan adalah evapotranspirasi (Sukri, dkk., 2022).

Secara keseluruhan, perhitungan debit sungai dengan Metode Mock ini mengacu pada *water balance* dimana volume air total yang ada di bumi adalah tetap hanya sirkulasi dan distribusinya yang bervariasi. Air hujan yang jatuh (*presipitan*) pada *catchment area* dan sebagian akan mengalami evapotranspirasi sebagian lagi langsung menjadi aliran permukaan (*direct run off*) dan lagi akan masuk ke dalam tanah infiltrasi. Evapotranspirasi pada Metode Mock adalah evapotranspirasi yang dipengaruhi oleh jenis vegetasi, permukaan tanah dan jumlah hari hujan. Infiltrasi pertama akan menjenuhkan *top soil*, kemudian menjadi perkolasi membentuk air bawah tanah (*ground water*) yang kemudian akan keluar ke sungai sebagai aliran dasar atau *base flow* (Sukri, dkk., 2022).

2.4 Debit Andalan

2.4.1 Pengertian Debit Andalan

Debit andalan adalah debit yang dapat diandalkan untuk suatu tingkat keandalan atau reliabilitas tertentu. Untuk keperluan irigasi biasa digunakan debit andalan dengan reliabilitas 80% sebagaimana ditetapkan dalam Kriteria Perencanaan Irigasi. Artinya dengan kemungkinan 80% debit yang terjadi adalah lebih besar atau sama dengan debit tersebut, atau dengan kata lain sistem irigasi boleh gagal sekali

dalam lima tahun. Untuk keperluan air minum dan industri dituntut reliabilitas yang lebih tinggi, yaitu sekitar 90% sampai dengan 95%. Jika air sungai digunakan untuk pembangkitan listrik tenaga air, maka diperlukan reliabilitas yang sangat tinggi, yaitu antara 95% sampai dengan 99% (Hatmoko, dkk., 2022).

Data debit andalan pada umumnya diperlukan untuk perencanaan pengembangan air irigasi, air baku dan pembangkit tenaga listrik tenaga air (PLTA), yaitu untuk menentukan perhitungan persediaan air pada bangunan pengambilan (*intake*). Ada berbagai cara yang dapat dipakai dalam menganalisis debit andalan. Masing-masing cara tersebut memiliki ciri khas tersendiri, pemilihan metode yang sesuai, umumnya didasarkan atas pertimbangan-pertimbangan, yaitu data yang tersedia, jenis kepentingan dan pengalaman-pengalaman (Hatmoko, dkk., 2022).

2.4.2 Perhitungan debit andalan

Untuk menghitung debit andalan sebaiknya digunakan data debit harian, mingguan atau rata-rata bulanan hasil pencatatan lebih dari 15 tahun terakhir. Apabila tidak tersedia data debit dapat menggunakan data hujan harian atau bulanan dan data Daerah Aliran Sungai (DAS) untuk menghitung debit andalan dengan model matematik (Suwignyo, 2021).

1. Berdasarkan Data Debit

Apabila data debit tersedia, analisa ketersediaan dapat menggunakan metode sebagai berikut:

a. Perhitungan debit andalan metode tahun dasar perencanaan.

Metode analisa ini menggunakan nilai rata-rata debit tahunan sebagai dasar perhitungan. Analisa dapat dikerjakan secara analitis atau grafis dengan tingkat keandalan atau probabilitas yang ditetapkan. Data debit tahunan rata-rata diurutkan dari besar ke kecil, dihitung probabilitas kejadiannya dan ditetapkan besaran debit tahunan tertentu sebagai debit andalan (Suwignyo, 2021).

b. Perhitungan debit andalan metode bulan dasar perencanaan.

Metode analisa ini menggunakan nilai rata-rata debit bulanan sebagai dasar perhitungan. Analisa dapat dikerjakan secara analitis atau grafis dengan tingkat keandalan atau probabilitas yang ditetapkan. Data debit bulanan rata-rata

diurutkan dari besar ke kecil, dihitung probabilitas kejadiannya dan ditetapkan besaran debit bulanan tertentu sebagai debit andalan (Suwignyo, 2021).

2. Berdasarkan Data Hujan

Apabila yang tersedia data hujan, analisa ketersediaan air dapat dihitung dengan metode matematik, antara lain: (Suwignyo, 2021).

- a. Perhitungan Debit Andalan Metode N-RECA
- b. Perhitungan Debit Andalan Metode F.J.MOCK

2.4.3 Perhitungan debit andalan metode F.J.MOCK

Belum tersedianya data aliran di suatu wilayah sungai merupakan salah satu kendala yang sering dijumpai dalam pengembangan sumber daya air di Indonesia. Untuk pengembangan di wilayah tersebut, maka ketersediaan data yang lengkap sangat diperlukan, tetapi dengan adanya keterbatasan data yang ada, maka diperlukan model-model hidrologi untuk mengalihragamkan hujan menjadi aliran. Salah satu model hujan aliran yang relatif sederhana adalah model Mock Model tersebut banyak diterapkan untuk memprediksi data aliran terutama untuk interval waktu yang cukup panjang (Suwignyo, 2021).

Pada prinsipnya metode FJ. Mock ini didasarkan pada konsep pokok hidrologi water balance atau konsep keseimbangan air di bumi. Metode ini adalah modifikasi dari metode Thorntwhite yang oleh Mock telah disesuaikan dengan keadaan iklim di Indonesia (Suwignyo, 2021).

Metode yang digunakan untuk menghitung besarnya ketersediaan air untuk Daerah Irigasi didasarkan model sederhana simulasi keseimbangan air bulanan untuk aliran sungai yang diperlukan oleh Dr. F.J. Mock, data-data yang di perlukan untuk metode ini adalah:

- 1) Curah hujan bulanan (P), berdasarkan curah hujan rata-rata sesuai perhitungan aritmatik.
- 2) Jumlah hari hujan (n), data jumlah hari hujan yang digunakan diambil dari stasiun hujan yang terdekat dengan catchment areas sungai.
- 3) Evapotranspirasi Potensial (Eto), dihitung berdasarkan metode Penman sesuai yang disyaratkan prosedur F.J. Mock.

Sedangkan parameter fisik daerah aliran disesuaikan dengan angka konstan dan tidak berubah selama penggunaan metode ini, yaitu:

1. Neraca Kelengasan Tanah

a. Kapasitas Kelengasan Tanah (mm)

Kapasitas kelengasan tanah adalah suatu ukuran tentang kesanggupan tanah itu untuk menahan air. Kalau kelengasan tanah kurang dari kapasitas, tanah itu akan menyerap air dari curah hujan. Begitu tanah itu mencapai kapasitasnya, dia tidak dapat lagi dapat menyerap air hujan itu melimpas. Kapasitas lengas tanah tergantung dari jenis tanah. Berikut variasi tipikal lengas tanah tersebut: (1) Tanah tekstur kasar (seperti kerikil dan pasir kasar)- 60 mm/m, (2) Tanah tekstur sedang (pasir halus, sehih pasiran) 140 mm/m, (3) Tanah tekstur berat (pasir lempungan dan beberapa jenis lempung) = 200 mm/m.

b. Faktor Infiltrasi (0.0-1.0 tanpa satuan)

Faktor infiltrasi adalah ukuran air lebih yang akan menambah simpanan air tanah setelah tanah itu menjadi jenuh (defisit lengas tanah adalah nol). Infiltrasi tergantung dari jenis tanah daerah aliran, dengan angka yang tinggi untuk tanah pasiran yang sangat permeabel dan angka rendah untuk tanah-tanah lempungan.

c. Neraca Air Tanah

a. Simpanan Air Tanah (mm)

Simpanan air tanah (ground water storage) awal ialah suatu perkiraan tentang berapa banyak air tanah tersimpan pada permulaan metode dijalankan.

b. Koefisien Resesi Air Tanah (0.0-10 tanpa satuan)

Timbunan air (aquifer) diasumsikan menurun hingga angka yang konstan dimana terjadi defisit lengas tanah. Kalau kelengasan tanah mencapai kapasitas lapangan, sebagian air lebih tertapis (infiltrasi) untuk menambah timbunan air (yang ditentukan oleh faktor infiltrasi yang diuraikan diatas). Dari seluruh infiltrasi, sebagian masuk aquifer $(1+K)/2$, dengan K koefisien resesi tanah, sementara sisanya langsung menjadi aliran dasar.

Pengaruh gabungan dari K dan faktor infiltrasi mengendalikan aliran dasar baik selama musim hujan maupun musim kemarau. Jika K tinggi memberikan suatu resesi air tanah yang lambat seperti yang terdapat dalam lapisan yang sangat permeabel. Nilai K yang tinggi juga berakibat infiltrasi yang lebih kecil ke aquifer

dan menjadi bagian yang lebih besar untuk aliran dasar. Penyesuaian yang hati-hati untuk faktor K dan faktor infiltrasi diperlukan dalam kalibrasi.

Langkah-langkah perhitungan *Water balance* metode FJ. Mock dengan prosedur sebagai berikut:

$$E = Et_0 \left[\frac{m}{20} (18 - n) \right] \dots \dots \dots (1)$$

= Evapotranspirasi pada bidang terbuka, mm

$$EL = Et_0 - E \dots \dots \dots (2)$$

= Limit Evapotranspirasi, mm

$$EP = P - EL \dots \dots \dots (3)$$

= Hujan Efektif, mm

SMS = Soil Moisture Storage / Kapasitas Kelengasan Tanah

= 200 mm/m, untuk tanah tekstur berat (pasir lempungan dan beberapa jenis lempung), sebagai nilai tampungan awal.

Contoh : SMS_{JAN} = jika $200 + EP_{JAN} \geq 200$, tulis 200

= jika $200 + EP_{JAN} < 200$, tulis jumlah sebenarnya

SMS_{FEB} = jika $SMS_{JAN} + EP_{FEB} \geq 200$, tulis 200

= jika $SMS_{JAN} + EP_{FEB} < 200$, tulis jumlah sebenarnya

Ws = Water Surplus/ Kelebihan Air

= hitungan didapat dari hubungan antara nilai:

$$I = 0.4 \times W_s \text{ (infiltrasi, mm)} \dots \dots \dots (4)$$

$$\text{Aquifer} = I \times (1+K)/2 \rightarrow K = 0.8 \dots \dots \dots (5)$$

$$V_n = \text{Aquifer} + (K \times V_{n-1}) \dots \dots \dots (6)$$

= V_{n-1} = volume tampungan sebelum, hitungan berhenti bila nilai

($K \times V_{n-1}$) dan V_n telah stabil.

$$V_n' = V_n - V_{n-1} \dots \dots \dots (7)$$

$$BF = I - V_n' \dots \dots \dots (8)$$

$$DR = W_s - I \dots \dots \dots (9)$$

$$TR = BF + DR \dots \dots \dots (10)$$

$$Q = TR \times A \dots \dots \dots (11)$$

Dimana:

Q = Debit (m^3/detik)

TR = Aliran Total (mm)

A = Luas DAS (km^2)

2.5 Kebutuhan Air

Kebutuhan air irigasi adalah jumlah volume air yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan evapotranspirasi, kehilangan air, kebutuhan air untuk tanaman dengan memperhatikan jumlah air yang diberikan oleh curah hujan dan kontribusi air tanah (Sukri, 2022).

Kebutuhan air sawah untuk padi ditentukan oleh faktor berikut :

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

Pada pengelolaan kebutuhan air irigasi di wilayah sungai, data kebutuhan air irigasi dapat diperoleh dari pengelola wilayah sungai, melalui Dinas Pekerjaan Umum Pengairan (DPUP) Kabupaten/Kota, atau Dinas Sumber Daya Air Provinsi, atau Balai dan Balai Besar Wilayah Sungai, sebagai masukan untuk pengelolaan kebutuhan air irigasi (Sukri, 2022).

Besarnya kebutuhan air irigasi di lapangan ini dapat diperiksa kebenarannya dengan bantuan model komputer untuk menghitung kebutuhan air irigasi, berdasarkan parameter-parameter yang mempengaruhi pada kriteria perencanaan jaringan irigasi KP-01 dari Direktorat Jenderal Pengairan (1985). Kebutuhan air disawah dinyatakan dalam mm/hari atau lt/dt/ha (Sukri, 2022).

2.5.1 Penyiapan lahan

Kebutuhan air untuk penyiapan lahan umumnya menentukan kebutuhan air irigasi pada suatu proyek irigasi. Faktor-faktor penting yang menentukan besarnya kebutuhan air untuk penyiapan lahan (Pane, dkk., 2021) adalah:

a. Lamanya waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan penyiapan lahan.

b. Jumlah air yang diperlukan untuk penyiapan lahan

Faktor – faktor penting yang menentukan lamanya jangka waktu penyiapan lahan adalah :

a. Tersedianya tenaga kerja dan ternak penghela atau traktor untuk menggarap tanah

b. Perlu memperpendek jangka waktu tersebut agar tersedia cukup waktu untuk menanam padi sawah atau padi ladang kedua.

Faktor-faktor tersebut saling berkaitan, kondisi sosial, budaya yang ada di daerah penanaman padi akan mempengaruhi lamanya waktu yang diperlukan untuk penyiapan lahan. Untuk daerah irigasi baru, jangka waktu penyiapan lahan akan ditetapkan berdasarkan kebiasaan yang berlaku di daerah-daerah didekatnya. Sebagai pedoman diambil jangka waktu 1,5 bulan untuk menyelesaikan penyiapan lahan diseluruh petak tersier (Pane, dkk., 2021).

Perlu diingat bahwa transplantasi (pindahan bibit ke sawah) mungkin sudah dimulai setelah 3 sampai 4 minggu di beberapa bagian petak tersier dimana pengolahan sudah selesai (Pane, dkk., 2021).

2.5.1.1 Kebutuhan air selama penyiapan lahan

Untuk perhitungan kebutuhan irigasi selama penyiapan lahan, digunakan metode yang dikembangkan oleh Van de Goor dan Zijlstra (1968). Metode tersebut didasarkan pada laju air konstan dalam lt/dt selama periode penyiapan lahan dan menghasilkan rumus (Maryono, 2016) sebagai berikut:

$$IR = (M \times e^k) / (e^k - 1) \dots \dots \dots (12)$$

dengan :

IR = Kebutuhan air irigasi ditingkat persawahan (mm/hari)

M = Kebutuhan air untuk mengganti kehilangan air akibat evaporasi dan perkolasi di sawah yang sudah dijenuhkan $M = E_o + P$ (mm/hari)

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

P = Perkolasi

- T = Jangka waktu penyiapan lahan (hari)
- S = Kebutuhan air, untuk penjumlahan di tambah dengan lapisan air 50 mm.

2.5.2 Penggunaan konsumtif

Kebutuhan air untuk konsumtif tanaman merupakan kedalaman air yang diperlukan untuk memenuhi evapotranspirasi tanaman yang bebas penyakit, tumbuh di areal pertanian pada kondisi cukup air dari kesuburan tanah dengan potensi pertumbuhan yang baik dan tingkat lingkungan pertumbuhan yang baik. Menghitung kebutuhan air untuk konsumtif tanaman digunakan persamaan empiris (Sukri, 2022) sebagai berikut:

$$Etc = Kc \times Eto \dots\dots\dots(13)$$

Dimana:

- Etc = penggunaan konsumtif (mm/hari)
- Kc = koefisien tanaman
- Eto = Evaporasi tanaman acuan (mm/hari)

Koefisien tanaman ini merupakan faktor yang dapat digunakan untuk mencari besarnya air yang habis terpakai untuk tanaman untuk masa pertumbuhannya. Adapun harga koefisien tanaman kedelai dan palawija untuk periode setegah bulanan disajikan pada tabel di bawah ini:

Tabel 2 Harga koefisien tanaman kedelai dan palawija periode setegah bulanan

Bulan	Nedeco/Prosida		FAO		Palawijaya (Kedelai)
	Varietas ² Biasa	Varietas ³ Unggul	Varietas ² Biasa	Varietas ³ Unggul	
0.5	1.20	1.20	1.10	1.10	0.5
1.0	1.20	1.27	1.10	1.10	0.75
1.5	1.32	1.33	1.10	1.05	1
2.0	1.40	1.30	1.10	1.05	0.82
2.5	1.35	1.30	1.10	0.95	0.82
3.0	1.24	0	1.05	0	0.45
3.5	1.12	0	0.95	0	0
4.0	0	0	0	0	0

Sumber: Kp-01 bagian jaringan irigasi, 1986

2.5.3 Perkolasi dan rembesan

Perkolasi diartikan sebagai kecepatan air yang meresap ke bawah secara vertikal sebagai kelanjutan proses infiltrasi. Perkolasi merupakan faktor yang menentukan kebutuhan air tanaman (Etc = evaporasi konsumtif). Laju perkolasi sangat tergantung kepada sifat-sifat tanah. Penyelidikan perkolasi di lapangan sangat diperlukan untuk mengetahui secara benar angka-angka perkolasi yang terjadi.

Laju perkolasi normal pada tanah lempung sesudah dilakukan genangan air berkisar 1 sampai 3 mm/hari. Untuk daerah dengan kemiringan di atas 5%, paling tidak akan terjadi kehilangan 5 mm/hari akibat perkolasi dan rembesan.

2.5.4 Pergantian lapisan air

Pergantian lapisan air pada lahan irigasi dilakukan:

- a) Setelah pemupukan, usahakan untuk menjadwalkan dan mengganti lapisan air menurut kebutuhan.
- b) Jika tidak ada penjadwalan semacam itu, dilakukan penggantian sebanyak 2 kali, masing-masing 50 mm (atau 3,3 mm/hari selama setengah bulan) selama sebulan dan dua bulan setelah transplantasi.

2.5.5 Curah hujan efektif

Curah hujan efektif adalah curah hujan yang dapat digunakan langsung untuk pertumbuhan tanaman. Untuk perhitungan curah hujan efektif disesuaikan dengan kebutuhan air untuk tiap jenis tanaman yang direncanakan, yaitu tanaman padi dan palawija.

a. Curah Hujan Efektif untuk Padi

Perhitungan curah hujan efektif pada padi mengacu pada KP-01 yaitu diambil 70% dari curah hujan minimum 15 harian dengan probabilitas 80 %, yang dinyatakan dengan rumus berikut :

$$Re = 0,7 \times \frac{R80}{15} \dots\dots\dots(14)$$

Dimana :

Re = curah hujan efektif (mm/hari),

R80 = curah hujan dengan probabilitas 80% (mm).

b. Curah Hujan Efektif untuk Palawija

Curah hujan efektif untuk palawija menurut KP-01, dapat ditentukan dengan periode bulanan dan dihubungkan dengan curah hujan rata-rata bulanan terpenuhi 50% (R50) serta mempertimbangkan rata-rata bulanan evapotranspirasi tanaman. Curah hujan efektif dapat pula dihitung dengan persamaan berikut:

$$Re = \frac{R50}{15} \dots\dots\dots(15)$$

Dimana :

Re = curah hujan efektif (mm/hari),

R50 = curah hujan dengan probabilitas 50% (mm).

2.6 Evapotranspirasi

2.6.1 Pengertian evapotranspirasi

Evapotranspirasi (Eto) adalah jumlah air total yang dikembalikan lagi ke atmosfer dari permukaan tanah, badan air, dan vegetasi oleh adanya pengaruh faktor-faktor iklim dan fisiologis vegetasi. Sesuai dengan namanya, Eto juga merupakan gabungan antara proses-proses evaporasi, intersepsi dan transpirasi. Evaporasi adalah proses penguapan, yaitu perubahan dari zat cair menjadi uap air atau gas dari semua bentuk permukaan kecuali vegetasi. Transpirasi adalah perjalanan air dalam jaringan vegetasi (proses fisiologis) dari akar tanaman ke permukaan daun dan akhirnya menguap ke atmosfer. Intersepsi adalah penguapan air dari permukaan vegetasi ketika berlangsung hujan. Besarnya laju transpirasi kurang lebih sama dengan laju evaporasi apabila pori-pori daun (stomata) terbuka. Proses pembukaan pori-pori daun tampaknya dikendalikan oleh besarnya pembukaan diameter pori-pori daun. Ketika pori-pori daun menutup, proses transpirasi tetap berlangsung tetapi dengan laju yang sangat lambat (Asdak, 2023).

2.6.2 Faktor-faktor penentu evapotranspirasi

Untuk mengetahui faktor-faktor yang dianggap berpengaruh terhadap besarnya evapotranspirasi, dalam hal ini evapotranspirasi perlu dibedakan menjadi evapotranspirasi potensial (PET) dan evapotranspirasi aktual (AET). PET lebih

dipengaruhi oleh faktor-faktor meteorologi, sementara AET lebih dipengaruhi oleh faktor fisiologi tanaman dan unsur tanah. Uraian tentang pengaruh faktor lingkungan terhadap evapotranspirasi akan lebih ditekankan pada pengaruh faktor-faktor tersebut pada PET (Asdak, 2023).

Faktor-faktor dominan yang memengaruhi PET adalah radiasi matahari dan suhu, kelembapan atmosfer serta angin, dan secara umum besarnya PET akan meningkat ketika suhu, radiasi matahari, kelembapan, dan kecepatan angin bertambah besar (Asdak, 2023).

Pengaruh radiasi matahari terhadap PET adalah melalui proses fotosintesis. Dalam mengatur hidupnya, tanaman memerlukan sirkulasi air melalui sistem akar-batang-daun. Sirkulasi perjalanan air dari bawah (perakaran) ke atas (daun) dipercepat dengan meningkatnya jumlah radiasi matahari terhadap vegetasi yang bersangkutan. Pengaruh suhu terhadap PET dapat dikatakan secara langsung berkaitan dengan intensitas dan lama waktu radiasi matahari. Namun demikian, perlu dikemukakan bahwa suhu yang akan memengaruhi PET adalah suhu permukaan daun, bukan suhu udara di sekitar daun. Pengaruh angin terhadap PET adalah melalui mekanisme dipindahkannya uap air yang keluar dari pori-pori daun. Semakin besar kecepatan angin, semakin besar pula laju evapotranspirasi yang dapat terjadi. Jika dibandingkan dengan pengaruh radiasi matahari, pengaruh angin terhadap laju Eto lebih kecil (Asdak, 2023).

Kelembapan tanah juga berperan untuk memengaruhi terjadinya evapotranspirasi. Telah sering kali dikemukakan oleh ahli fisiologi tanaman bahwa evapotranspirasi berlangsung ketika vegetasi yang bersangkutan sedang tidak kekurangan suplai air. Dengan kata lain, evapotranspirasi (potensial) berlangsung ketika kondisi kelembapan tanah berkisar antara titik *wilting point* dan *field capacity*. Karena ketersediaan air dalam tanah ditentukan oleh tipe tanah, dengan demikian, secara tidak langsung, peristiwa PET juga dipengaruhi oleh faktor tanah (Asdak, 2023).

2.6.3 Pengukuran/perhitungan evapotranspirasi

Perhitungan evapotranspirasi sangat penting sebagai faktor kehilangan air dalam perencanaan pengembangan sumber-sumber air. Sehingga, untuk mengukur

besarnya evapotranspirasi diperlukan pemilihan metode yang tepat sesuai dengan data meteorologi yang tersedia. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode penman (Barkah, dkk., 2021).

- Metode penman

Metode Penman pada mulanya dikembangkan untuk menentukan besarnya evaporasi dari permukaan air terbuka. Dalam perkembangannya, metode tersebut juga digunakan untuk menentukan besarnya evapotranspirasi potensial (PET) dari suatu tegakan vegetasi dengan memanfaatkan data iklim mikro yang diperoleh dari atas permukaan vegetasi yang menjadi kajian. Dengan menggunakan metode Penman, perhitungan besarnya evaporasi dari permukaan vegetasi jenuh air dapat ditentukan tanpa harus mengukur suhu pada permukaan bidang penguapan (Barkah, dkk., 2021).

Besarnya evapotranspirasi dihitung berdasarkan rumus Penman yang disederhanakan untuk perhitungan di daerah Indonesia, adalah sebagai berikut:

$$E_{to} = C \times E_{to}^* \dots\dots\dots(16)$$

$$E_{to}^* = W \cdot R_n + (1 - \omega) \cdot f(u) \cdot (e_a - e_d) \dots\dots\dots(17)$$

Dimana :

- W = faktor yang berhubungan dengan suhu (t) dan elevasi daerah.
- R_s = Radiasi gelombang pendek, dalam suatu evaporasi ekuivalen (m/det)
= (0,25 + 0,54 n/N). R_a
- R_a = Radiasi gelombang pendek yang memenuhi batas luar atmosfer (angka angot). Besarnya angka angot ini berhubungan dengan lintang daerah.
- R_{n.1} = Radiasi bersih gelombang panjang (mm/hari)
= (f_t) . (f(ed).f(n/N)
- F(t) = fungsi suhu
- F(ed) = fungsi tekanan uap jenuh
= 0,34 – 0,44 √ed
- n/N = kecerahan matahari
- f(n/N) = fungsi kecerahan matahari
= 0,1 + 0,9 n/N (e_a – e_d)

$(e_a - e_d)$ = perbedaan tekanan uap jenuh dengan tekanan uap yang sebenarnya.

E_d = $e_a \cdot R_h$

n/N = kecerahan matahari

E_a = tekanan uap sebenarnya yang besarnya berhubungan dengan t

R_h = kelembaban udara relative (%)

Sesudah E_{to}^* dihitung, besarnya harga evapotranspirasi potensial dapat dicari, dimana harga evaporasi potensial adalah :

E_{to} = $C \times E_{to}^*$

Dengan :

C = angka koreksi penman atau faktor penyesuai untuk mengintai pengaruh keadaan siang dan malam.

2.7 Neraca Air

Perkiraan secara kuantitatif dari siklus hidrologi dapat dinyatakan berdasar prinsip konservasi massa, yang dikenal dengan persamaan neraca air. Persamaan tersebut menggambarkan bahwa di dalam suatu sistem hidrologi (DAS, waduk, danau, aliran permukaan) dapat dievaluasi air yang masuk dan yang keluar dari sistem tersebut dalam suatu periode waktu tertentu. Neraca air dapat dinyatakan dalam interval waktu singkat atau untuk durasi panjang, untuk suatu DAS atau badan air seperti waduk atau danau (Hatmoko, dkk., 2022).

Dalam perhitungan neraca air, hujan satu titik dan hujan wilayah dapat menggunakan nilai rata-rata selama beberapa tahun pengamatan atau menggunakan peluang melampaui nilai tertentu. Setelah sampai di permukaan perjalanan air hujan akan ditentukan oleh karakteristik permukaan yang meliputi sifat fisik tanah, penutupan vegetasi dan karakteristik air permukaan pada badan air seperti sungai dan cekungan yang menyimpan air. Akhirnya, sebagai keluaran dalam perhitungan neraca air adalah limpasan dan evapotranspirasi (Hatmoko, dkk., 2022).

2.8 Efisiensi Saluran

Efisiensi saluran irigasi merupakan kemampuan saluran untuk mengalirkan air dari sumber air ke lahan pertanian. Seperempat sampai sepertiga dari jumlah air yang

diambil akan hilang sebelum air itu sampai ke sawah. Kehilangan ini disebabkan oleh: (Ansori, dkk., 2018)

- Kegiatan eksploitasi
- Evaporasi
- Rembesan

Kehilangan akibat evaporasi dan rembesan sangat kecil bila dibanding dengan kehilangan akibat kegiatan akibat eksploitasi. Perhitungan rembesan hanya dilakukan bila kelulusan tanah cukup tinggi. Kehilangan air di jaringan irigasi dapat dibagi-bagi sebagai berikut: (Ansori, dkk., 2018)

- 15%-22,5% = di petak tersier antara bangunan sadap ke sawah (e_t)
- 7,5% -12,5% = di saluran sekunder (e_s)
- 7,5% -12,5% = di saluran utama (e_p)

Efisiensi secara keseluruhan (total) dihitung sebagai berikut:

Eff. Jaringan Tersier (e_t) x Eff. Jaringan Sekunder (e_s) x Eff. Jaringan Primer (e_p)

Dan antara 0,59-0,73.

Oleh karena itu, kebutuhan bersih air di sawah (NFR) harus dibagi e untuk memperoleh jumlah air yang dibutuhkan di bangunan pengambilan dari sungai.

Sebagai contoh:

- efisiensi di jaringan irigasi tersier (e_t): 80%
- efisiensi di jaringan irigasi sekunder (e_s): 90%
- efisiensi di jaringan irigasi primer (e_p): 90%

Efisiensi total: $80\% \times 90\% \times 90\% = 64,8\%$ atau 0,65

2.9 Dimensi saluran

Umumnya saluran irigasi dibuat dengan bentuk penampang trapesium, namun pada beberapa kebutuhan sering dibuat dengan penampang persegi empat atau setengah lingkaran. Penggunaan penampang trapesium lebih memungkinkan untuk mendapatkan stabilitas lereng bila dibandingkan dengan penampang persegi empat, maka perkuatan dengan tujuan untuk stabilitas selalu menggunakan perkuatan dari beton/beton bertulang. Secara operasional debit saluran irigasi relatif tetap terhadap waktu, dan ini dilakukan dalam waktu yang cukup panjang dengan tidak merubah besarnya debit operasional irigasi suatu DI yang diairi (Ansori, dkk., 2018).

Perhitungan debit yang mengalir di saluran menggunakan rumus:

$$Q = V.A \dots \dots \dots (18)$$

Keterangan:

Q = Debit saluran (m^3/dt)

V = Kecepatan air rata-rata di saluran (m/dt)

A = Luas penampang basah

Rumus- rumus lain yang digunakan untuk menentukan besarnya kecepatan aliran pada aliran terbuka adalah:

- Rumus Strickler

$$v = K.R^{2/3}.I^{1/2} \dots \dots \dots (19)$$

Di mana:

v = kecepatan aliran (m/dt)

K = koefisien Strickler

R = jari-jari hidrolis (m)

A = luas penampang saluran (m^2)

P = keliling basah saluran (m)

m = kemiringan talud