

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Irigasi

Irigasi bisa didefinisikan sebagai penyediaan sejumlah air yang diambil dari sungai atau bendung dengan menggunakan saluran buatan untuk menunjang kebutuhan pertanian. Kata irigasi memiliki asal kata dari “*irrigate*” (bahasa Belanda) yang berarti pengairan. Irigasi diartikan sebagai aktivitas yang berkaitan dengan upaya untuk bisa memperoleh air untuk kebutuhan tambak, perikanan, perkebunan, ladang, sawah, serta lainnya, atau ditujukan untuk kebutuhan usaha tani (Wirosoedarmo 1985).

Irigasi berperan sangat penting dalam meningkatkan dan mempertahankan Ketahanan Pangan Nasional serta kesejahteraan masyarakat khususnya para petani. Dalam hal terwujudnya produksi pangan yang meningkat maka diperlukan upaya melalui pengelolaan alokasi air irigasi dengan optimal agar keberadaan dan fungsinya tetap terpelihara.

Banyak orang yang membutuhkan irigasi untuk beberapa fungsi. Satu, yaitu untuk lengas tanah atau menambah air ke dalam tanah sebagai pemasok kebutuhan air untuk tanaman. Selanjutnya, penggunaan air irigasi juga untuk melunakkan lapis keras tanah, untuk mengurangi kerusakan karena jamur upas, pelarut garam-garam dalam tanah, menurunkan suhu tanah, dan untuk menjamin ketersediaan air jika terjadi betatan (Noerhayati dan Suprpto 2018).

Pengelolaan air irigasi menurut penjelasan dari Nurrochmad (1998) yaitu dalam rangka memenuhi kebutuhan daerah irigasi. Terdapat pula kriteria yang perlu dipenuhi, di antaranya kuantitas dan kualitas, dan tepat waktu, atau air irigasi harus sesuai kriteria yaitu bisa diprediksi, fleksibel, dan bisa diandalkan.

Dari penjelasan-penjelasan sebelumnya, maka bisa didapatkan kesimpulan bahwa irigasi yaitu proses manusia dalam rangka mendorong peningkatan manfaat

produksi tanaman pada pertanian sesuai kebutuhan manusia. Irigasi secara lebih tepatnya yaitu proses mengalirkan air ke sistem pertanaman dari suatu sumber air.

2.2 Analisis Klimatologi

Keadaan iklim termasuk kriteria yang sifatnya krusial untuk keberlangsungan pertumbuhan tanaman, khususnya bagi para petani dalam mengelola lahan pertanian. Apabila cuaca sedang tidak baik (buruk) maka tanamanpun tidak akan dapat bertahan lama.

Klimatologi menurut penjelasan dari Tjasyono (2004) merupakan ilmu yang memberikan penjelasan terkait sifat iklim, bagaimana hubungan antara aktivitas manusia dengan iklim, serta mengapa ada perbedaan iklim di berbagai tempat di bumi. Iklim dalam hal ini bisa dipergunakan dalam menentukan laju evapotranspirasi dan evaporasi, akan tetapi ini sangat dipengaruhi oleh radiasi matahari dan jam penyinaran.

2.2.1 Evaporasi

Evaporasi merupakan peristiwa terjadinya perubahan dari molekul cair menjadi uap. Salah satu kriteria terjadinya penguapan adalah dengan adanya energi dari sinar matahari untuk menyinari tanaman, pada waktu tersebutlah air menguap dan berubah menjadi gas.

(Suyono 1976) menyatakan bahwa evaporasi yaitu suatu peristiwa air yang berubah menjadi uap serta bergerak dari permukaan air dan tanah ke udara dinamakan. Evaporasi sangat berpengaruh terhadap penggunaan konsumtif untuk tanaman, berpengaruh terhadap kapasitas pompa untuk irigasi, kapasitas embung, serta sebagainya. Besarnya laju evaporasi dipengaruhi oleh faktor-faktor di bawah ini (Soemarto 1987):

- **Radiasi matahari**

Definisi dari evaporasi yaitu perubahan air ke uap air. Perubahan menjadi gas dari keadaan cair dalam evaporasi ini membutuhkan input energi berbentuk panas laten. Apabila terdapat penyinaran dari matahari secara langsung, maka proses tersebut akan aktif.

- **Angin**

Apabila terjadi penguapan air ke atmosfer, maka lapisan batas antara udara dengan tanah berubah menjadi jenuh, sehingga akan berhenti proses evaporasi yang terjadi. Supaya bisa terus berjalannya proses tersebut, maka harus dilakukan penggantian untuk lapisan jenuh tersebut dengan udara kering. Kemungkinan adanya pergantian tersebut yaitu sebatas jika terdapat angin, sehingga proses evaporasi ini dipengaruhi kecepatan angin.

- **Kelembapan (humiditas) relatif**

Evaporasi juga dipengaruhi faktor lainnya berupa kelembapan relatif udara. Apabila terjadi peningkatan kelembapan relatif, maka akan berkurang kemampuannya dalam menyerap uap air, sehingga akan terjadi penurunan laju evaporasi. Penggantian lapisan udara pada batas udara tanah yang kelembapan relatifnya sama tidak akan memperbesar laju evaporasi. Hal tersebut sebatas dimungkinkan apabila diganti udara yang lebih kering.

- **Suhu (temperatur)**

Apabila cukup tinggi suhu tanah dan udara, maka akan terjadi proses evaporasi yang lebih cepat daripada apabila suhu tanah dan udara rendah, sebab terdapatnya ketersediaan energi panas. Terjadi peningkatan kemampuan udara dalam penyerapan uap air yaitu apabila terjadi peningkatan suhu, sehingga suhu udara memiliki efek tunggal.

Eo atau dalam hal ini yaitu Evaporasi permukaan air terbuka, merupakan penguapan permukaan bebas tumbuhan. Rumus Penman dipergunakan pada kajian ini, yang bisa ditulis sebagaimana di bawah ini (Soewarno 2000):

$$E_o = \frac{\delta \cdot E_n + \tau \cdot E_a}{\delta + \tau} \dots \dots \dots (2.1)$$

Atau dapat menggunakan persamaan lain di bawah ini:

$$E_o = \frac{a \cdot E_n + E_a}{1 + a} \dots \dots \dots (2.2)$$

Keterangan:

Eo = Laju permukaan air bebas (cm/hari)

Ea = Laju penguapan karena pemindahan massa panas (cm/hari)

E_n = Radiasi bersih yang dinyatakan setara dengan satuan laju penguapan (cm/hari)

τ = Konstanta psikometrik

δ = Kemiringan kurva tekanan uap jenuh antara suhu air dengan suhu udara

a = $\frac{\delta}{\tau}$ (faktor pembanding)

2.2.2 Evapotranspirasi

Definisi dari evapotranspirasi yaitu jumlah air dari proses evaporasi dan transpirasi secara bersama-sama. Definisi lain dari evapotranspirasi adalah sebagai kebutuhan air konsumtif tanaman yaitu evaporasi dari air dan lahan yang dibutuhkan untuk transpirasi oleh tanaman. Hitungan transpirasi dan evaporasi dalam praktiknya dilakukan bersama-sama (Soemarto 1987).

Evapotranspirasi dipengaruhi oleh faktor-faktor yaitu sinar matahari, kelembaban tanah, kecepatan angin, tekanan udara, kelembapan udara, suhu air, suhu udara, serta kemungkinannya menjadi layu. Beberapa faktor berikut ini sangat menentukan hilangnya jumlah kadar air dalam tanah oleh proses evapotranspirasi (Soemarto 1987):

- a. Tipe dan cara kultivasi tumbuhan
- b. Faktor-faktor iklim (kelembaban, suhu, dll)
- c. Adanya persediaan air yang cukup (hujan, dll)

Rumus – rumus empiris dengan mempertimbangkan faktor klimatologi di atas bisa digunakan untuk menghitung besarnya evapotranspirasi. Modifikasi termasuk rumus empiris yang umum dipergunakan untuk perhitungan evapotranspirasi yaitu melalui persamaan (Wilson, 1993)

$$E_{to} = C (W \times R_n + (1-W) \times f(U) \times (e_a - e_d)) \dots \dots \dots (2.3)$$

Keterangan:

E_{to} = evapotranspirasi potensial (mm/hari)

e_a = tekanan uap jenuh (mbar)

F(U) = fungsi kecepatan angin (m/s)

R_n = radiasi netto ekuivalen (mm/hari)

w = faktor tmeperatur

c = faktor koreksi

Nilai radiasi netto ekuivalen yaitu suatu rasio dari masuknya radiasi gelombang pendek ke permukaan bumi dengan radiasi gelombang panjang yang kembali dipantulkan, yaitu melalui persamaan di bawah ini (Nugroho Hadisusanto,2011):

$$R_n = R_{ns} - R_{nl} \dots \dots \dots (2.4)$$

Keterangan:

R_{ns}= radiasi gelombang pendek (mm/hari)

R_{nl}= radiasi gelombang panjang (mm/hari)

Persamaan untuk menghitung nilai radiasi gelombang pendek yang diterima permukaan bumi, yaitu (Nugroho Hadisusanto,2011):

$$R_{ns} = (0,25 + 0,50 \frac{n}{N}) R_a \dots \dots \dots (2.5)$$

Keterangan:

R_a = radiasi matahari (mm/hari)

n/N = persentase penyinaran matahari (%)

Temperatur (w) adalah fungsi dari elevasi dan suhu. Faktor ini termasuk pula penyesuaian pada pengaruh angin. Nilai dari faktor ini, bisa diketahui sebagaimana berikut:

Tabel 2.1 Hubungan antara T dengan ea,w, dan f(T)

Suhu (t) C	ea mbar	w elvs 0	w elvs 250	(1 - w) elvs 0	(1 - w) elvs 250	f(t)
24.0	29.85	0.730	0.735	0.270	0.265	15.40
24.2	30.21	0.732	0.737	0.268	0.263	15.45
24.4	30.57	0.734	0.739	0.266	0.261	15.50
24.6	30.94	0.736	0.741	0.264	0.259	15.55
24.8	31.31	0.738	0.743	0.262	0.270	15.60
25.0	31.69	0.740	0.745	0.260	0.255	15.65
25.2	32.06	0.742	0.747	0.258	0.253	15.70
25.4	32.45	0.744	0.749	0.256	0.251	15.75
25.6	32.83	0.746	0.751	0.254	0.249	15.80
25.8	33.22	0.748	0.753	0.252	0.247	15.85
26.0	33.62	0.750	0.755	0.250	0.245	15.90
26.2	34.02	0.752	0.757	0.248	0.243	15.94
26.4	34.42	0.754	0.759	0.246	0.241	15.98
26.6	34.83	0.756	0.761	0.244	0.239	16.02
26.8	35.25	0.758	0.763	0.242	0.237	16.06
27.0	35.66	0.760	0.765	0.240	0.235	16.10
27.2	36.09	0.762	0.767	0.238	0.233	16.14
27.4	36.50	0.764	0.769	0.236	0.231	16.18
27.6	36.94	0.766	0.771	0.234	0.229	16.22
27.8	37.37	0.768	0.773	0.232	0.227	16.26
28.0	37.81	0.770	0.775	0.230	0.225	16.30
28.2	38.25	0.771	0.777	0.229	0.223	16.34
28.4	38.70	0.772	0.779	0.228	0.221	16.38
28.6	39.14	0.773	0.781	0.227	0.219	16.42
28.8	39.61	0.774	0.783	0.226	0.217	16.46
29.0	40.06	0.775	0.785	0.225	0.215	16.50

Sumber : suhardjono (1994)

Fungsi faktor kecepatan angin f(U) dalam hal ini yaitu suatu fungsi kecepatan angin pada suatu ketinggian serta dihitung menurut persamaan di bawah ini (Nugroho Hadisusanto,2011);

$$f(U) = 0,27 + (1 + (\frac{U}{100})) \dots\dots\dots(2.6)$$

keterangan:

U=kecepatan angin (km/hari)

f(U) = faktor kecepatan angin (m/s)

Faktor koreksi (c) dalam hal ini yaitu penyesuaian faktor dari beragam kondisi yang ada di lapangan, contohnya kecepatan angin, radiasi netto, dan kelembapan relatif.

Nilai angka koreksi bisa diketahui berikut ini.

Tabel 2.2 Angka Koreksi Penman

Bulan	Angka Koreksi (c)		
	Blaney - Criddel	Radiasi	Penman
Januari	0,8	0,8	1,1
Februari	0,8	0,8	1,1
Maret	0,75	0,75	1
April	0,75	0,75	1
Mei	0,7	0,7	0,95
Juni	0,7	0,7	0,95
Juli	0,75	0,75	1
Agustus	0,75	0,75	1
September	0,8	0,8	1,1
Oktober	0,8	0,8	1,1
Nopember	0,825	0,825	1,15
Desember	0,825	0,825	1,15

Sumber : suhardjono (1994)

2.3 Analisis Debit Andalan

Definisi dari debit andalan yakni perhitungan kemampuan air yang telah ada guna memenuhi kebutuhan air daerah irigasi yang tersedia, yaitu melalui tetap memperhatikan presentase resiko kegagalan dari besarnya debit sepanjang tahun.

Menurut Standar Perencanaan Irigasi KP-01 Kriteria Perencanaan Jaringan Irigasi (Departemen PU 1986), menyatakan bahwa debit andalan yaitu suatu debit dari sumber air yang dikehendaki bisa untuk kebutuhan irigasi. Contohnya, debit andalan yang ditetapkan 80%, ini memiliki arti bahwa risiko terdapatnya debit yang lebih kecil dari 20% debit andalan akan dihadapi (Soemarto 1987).

Dalam studi kali ini analisis besarnya debit andalan dengan memanfaatkan metode *basic year* atau metode tahun dasar perencanaan dimana ini umum dipergunakan dalam perencanaan dan pengelolaan irigasi dengan keandalan sebesar 80%. Persamaan yang akan dipakai pada studi kali ini yaitu dengan menggunakan metode F. J. Mock.

Perhitungan data hujan menjadi data debit metode F.J Mock dirumuskan sebagai berikut (Suwignyo, 2021).

$$Q = A \times R_o \dots \dots \dots (2.7)$$

$$R_o = D_{ro} + B_f \text{ atau } (W_s - 1) (I - V_n^1) \dots \dots \dots (2.8)$$

$$W_s = R - EI \dots \dots \dots (2.9)$$

$$V_n^1 = V_n - V_{n-1} \dots \dots \dots (2.10)$$

$$V_n = 0,5 (1 + k)I + k (V_{n-1}) \dots \dots \dots (2.11)$$

Dimana:

Q= Debit (m³/det)

A=Luas daerah tangkapan hujan (km²)

R_o= limpasan langsung/*Driect Run off* (mm/bulan)

B_f=Aliran dasar / *Base flow* (mm/bulan)

W_s = Surplus Air / *Water Surflus* (mm/bulan)

I = Infiltrasi (mm/bulan)

EI = Limit Evapotranspirasi (mm/bulan)

V_n = Tampung air tanah (mm/bulan)

R = Curah Hujan (mm/bulan)

K = Koefisien

2.4 Analisis Kebutuhan Air Irigasi

Langkah untuk mengetahui kebutuhan air irigasi yaitu melalui menghitung kebutuhan air tanaman. Terdapat beberapa faktor yang juga mempengaruhi seberapa besar kebutuhan air menurut Standar Perencanaan Irigasi KP-01 Kriteria Perencanaan Jaringan Irigasi (Departemen PU 1986) antara lain:

2.4.1 Penyiapan Lahan

Pada umumnya air yang dibutuhkan untuk mengelola lahan lebih besar dibandingkan untuk pertumbuhan tanaman, yakni berkisar dari 200 mm hingga 300 mm. Sedangkan untuk jangka waktu dibutuhkan rata-rata 1 bulan waktu untuk penyelesaian pekerjaan penyiapan lahan untuk kajian.

Rumus yang dikembangkan Goor dan Zijlstra (1982) bisa digunakan untuk menghitung seberapa besar kebutuhan air untuk pengelolaan lahan. Metode ini dengan berdasarkan kepada laju air konstan dalam lt/dt selama periode

penyiapan lahan, dengan perhitungan yang mengacu persamaan di bawah ini (Departemen PU 1986):

$$IR = \frac{M \cdot e^k}{e^k - 1} \dots \dots \dots (2.12)$$

Dimana:

IR = Kebutuhan air untuk pengolahan lahan (mm/hari)

M = Kebutuhan air untuk penggantian kehilangan air akibat evaporasi dan perkolasi di sawah yang sudah dijenuhkan (mm/hari)

P = Perkolasi (mm/hari)

M = Eo + P (mm/hari)

Eo = Evaporasi air terbuka yang diambil 1,1 Eto selama penyiapan lahan (mm/hari)

k = (M . T) / S

S = Kebutuhan air untuk penjenuhan yang besarnya berdasar dari tekstur tanah

T = Jangka waktu penyiapan lahan (hari)

e = Koefisien atau Bilangan eksponensial (2,71828)

2.4.2 Penggunaan Konsumtif

Arti dari kebutuhan air konsumtif yaitu kedalaman air yang dipergunakan untuk evapotranspirasi tanaman bebas penyakit dan tumbuh di lingkungan yang baik dengan perhitungannya yaitu melalui penggunaan faktor koefisien tanaman (= kc). Penggunaan air konsumtif dirumuskan dengan persamaan sebagaimana di bawah ini:

$$ETc = kc \cdot Eto \dots \dots \dots (2.13)$$

Keterangan:

ETc = Evapotranspirasi tanaman, mm/hari

kc = Koefisien tanaman

Eto = Evapotranspirasi tanaman acuan, mm/hari

2.4.3 Perkolasi

Pengertian dari perkolasi yaitu gerakan mengalirnya air ke bawah dari daerah tidak jenuh yang tertekan antara daerah jenuh atau permukaan tanah ke permukaan air tanah. Laju perkolasi bergantung pada sifat-sifat tanah seperti letak permukaan tanah, tebal lapisan tanah bagian atas, permeabilitas tanah, dan tekstur tanah. Saat secara terus-menerus lahan digenangi air, maka akan menjenuhkan kondisi tanah dan air dalam lapisan tanah akan bergerak ke arah horizontal dan vertikal. Perkolasi adalah pergerakan air ke arah vertikal serta dinamakan rembesan untuk pergerakan ke arah horizontal. Belum terdapat cara empiris yang bisa digunakan untuk menentukan besarnya nilai perkolasi. Akan tetapi, diperkirakan kisaran nilainya untuk wilayah Indonesia yaitu 2 s/d 5 mm/hari.

Laju perkolasi pada tanah-tanah lempung berat yang memiliki karakteristik pengolahan baik yaitu bisa sekitar 1-3 mm/hari. Sedangkan, laju perkolasi dapat lebih tinggi pada tanah-tanah yang lebih ringan. Laju perkolasi ditentukan dengan harus mempertimbangkan tinggi muka air tanah. Harga perkolasi bermacam jenis tanah bisa diketahui sebagaimana berikut:

Tabel 2.3 Harga - harga perkolasi berbagai jenis tanah

No.	Macam Tanah	Perkolasi Vertikal (mm/hari)
1	Clay	1-2
2	Loam	2-3
3	Sandy Loam	3-6

Sumber: Rice Irrigation In Japan (Fukuda dan Tsutsui 1973)

2.4.4 Pergantian Lapisan Air (*Water Layer Requirement*)

Pergantian lapisan air ditujukan dalam rangka mengurangi eek dari reduksi yang terjadi pada tanah dan pertumbuhan tanaman. Pergantian lapisan air erat hubungannya dengan kesuburan tanah. Sesudah digenangkannya air dalam beberapa waktu, air menjadi kotor serta di dalamnya terdapat berbagai zat

yang tidak dibutuhkan tanaman akibat hal tersebut tanamanpun akan menjadi rusak.. Air genangan yang kotor perlu dibuang dan kemudian diganti air baru. Ketentuan dalam penggantian lapisan air berdasarkan Standard KP-01 Kriteria Perencanaan Jaringan Irigasi (Departemen PU 1986) antara lain:

- a. Penggantian lapisan air (KDL) dilakukan ketika sudah terjadi pemupukan
- b. Besarnya kebutuhan KDL yaitu 50 mm/bulan
- c. Jangka waktu KDL yaitu 1 bulan dan 2 bulan sesudah transplantasi

2.4.5 Pola Tanam

Definisi dari pola tanam yaitu susunan rencana penanaman yang ada pada satu bidang lahan dengan mengatur tata urutan dan tata letak tanaman selama satu tahun, dengan rencana penanaman kali ini menggunakan dua jenis tanaman yaitu padi dan kedelai. Ada tiga hal yang perlu untuk diperhatikan dalam pola tanam ini, yakni kurun waktu, lahan, dan jenis tanaman (Sosrodimoelyo 1983).

Pola tanam secara umum akan mengikuti ketersediaan debit andalan untuk memperoleh luas tanam seluas mungkin. Persiapan dan perencanaan jadwal tanam dan pola tanam suatu jaringan irigasi sangat beragam sesuai jadwal tanam dan kebiasaan petani terhadap jenis budidaya tanaman. Jadwal tanam dan pola tanam dalam penerapannya terkadang petani mempertimbangkan beragam faktor lainnya, di antaranya yaitu pangsa pasar, ketersediaan benih, hama, cuaca, buruh, dan keterbatasan modal (Sidharta 1997).

Biasanya Surat Keputusan Kepala Daerah setempat dijadikan acuan untuk melakukan pola tanam dalam satu tahun dari suatu daerah irigasi. Penentuan dalam pola tanam ini bukan sebatas untuk pertimbangan dalam menunjang kebijakan pangan nasional, akan tetapi juga dibentuk dengan didasarkan pada aspirasi petani dan berdasarkan faktor ketersediaan air.

2.4.6 Perencanaan Golongan Tanaman

Dalam merencanakan pola tanam biasanya terdapat jenis tanaman yang umumnya di Indonesia digolongkan menjadi dua macam yaitu tanaman Padi dan

Kedelai. Untuk penanamannya terdapat tiga variasi tanam dalam satu tahun, dan dari dua jenis variasi tanam maka akan membentuk pola tanam yang disusun menurut debit andalan.

Sumber ketersediaan air tidak setiap saat bisa menyediakan kebutuhan air irigasi, untuk itu rencana pembagian air yang optimal harus dibuat supaya ketersediaan air bisa dipergunakan dengan rata. Pada waktu air tidak dapat mencukupi kebutuhan air tanaman dengan pengaliran yang dilakukan kontinyu, sehingga tanaman akan diberi air dengan cara bergilir. Di saat musim kemarau pemberian air akan diprioritaskan pada tanaman yang telah direncanakan terlebih dahulu. Berikut keuntungan dari sistem giliran yaitu:

- Kebutuhan pengambilan akan bertambah secara berangsur pada waktu penyiapan lahan
 - Kebutuhan pengambilan puncak akan berkurang
- Beberapa hal yang tidak menguntungkan, yaitu:

- Akan muncul komplikasi sosial
- Tanaman pertama akan memiliki jangka waktu irigasi yang lebih lama, akibatnya tanaman kedua akan memiliki waktu yang sedikit
- Siklus gangguan serangga, pemakaian insektisida

2.4.7 Koefisien Tanaman

Koefisien tanaman yaitu suatu faktor yang bisa dipergunakan dalam menentukan seberapa besar air yang terpakai untuk masa pertumbuhan tanaman. Besarnya evapotranspirasi yang dikalikan faktor koefisien tanaman dapat berpengaruh pada kebutuhan air untuk tanaman, serta perhitungannya yaitu melalui rumus berikut ini (Suhardjono 1994):

$$Et = k \cdot Eto \dots\dots\dots(2.14)$$

Dimana:

- Et = kebutuhan air untuk tanaman, bisa dinyatakan dalam Cu (mm/hari)
- Eto = evapotranspirasi potensial (mm/hari)
- k = koefisien tanaman

Kondisi iklim secara umumnya, umur tanam, waktu tanam, dan jenis tanaman mempengaruhi koefisien tanaman. Secara umum harga koefisien tanaman sudah ditabelkan sesuai penyelidikan. Berikut tabel harga-harga koefisien tanaman padi dan koefisien tanaman palawija yang akan dipakai.

Tabel 2.4 Harga - harga koefisien tanaman

Bulan	Nedeco atau Prosida		FAO	
	Varietas Biasa	Varietas Unggul	Varietas Biasa	Varietas Unggul
0,5	1,20	1,20	1,10	1,10
1	1,20	1,27	1,10	1,10
1,5	1,32	1,33	1,10	1,05
2	1,40	,130	1,10	1,05
2,5	1,35	1,30	1,10	0,95
3	1,24	0	1,05	0
3,5	1,12		0,95	
4	0		0	

Sumber: Bina Program PSA 010. (Dirjen Pengairan 1985)

2.4.8 Kebutuhan Air Lapang (*NFR*)

Persamaan netto kebutuhan air *Net Field Requirement* (*NFR*) digunakan untuk menghitung kebutuhan air irigasi guna kebutuhan di sawah. Berikut persamaan kebutuhan air irigasi dengan metode Standard Perencanaan Irigasi:

- Kebutuhan air irigasi untuk padi

$$NFR_{padi} = IR + ET_c + KDL + P - Re_{padi} \dots \dots \dots (2.15)$$

- Kebutuhan air irigasi untuk kedelai

$$NFR_{kedelai} = ET_c + P - Re_{kedelai} \dots \dots \dots (2.16)$$

Keterangan:

NFR_{padi} = Netto kebutuhan air padi disawah (mm/hari)

$NFR_{kedelai}$ = Netto kebutuhan air kedelai (mm/hari)

$Re_{kedelai}$ = Curah hujan efektif untuk kedelai (mm/hari)

Re_{padi} = Curah hujan efektif untuk padi di sawah (mm/hari)

P = Kehilangan akibat perkolasi (mm/hari)

KDL = Kebutuhan air untuk penggantian lapisan air (mm/hari)

ET_c = Kebutuhan air konsumtif untuk tanaman (mm)

IR = Kebutuhan air untuk persiapan lahan (mm/hari)

2.4.9 Efisiensi Irigasi

Definisi dari efisiensi irigasi yaitu presentase perbandingan antara penggunaan debit air irigasi untuk pertumbuhan tanaman yang keluar dari pintu pengambilan dengan debit air yang sampai di pintu tersier lahan pertanian. Perbandingan jumlah air tersebut dikarenakan kehilangan-kehilangan dalam saluran, baik saluran primer, sekunder, maupun tersier yang disebabkan oleh berbagai faktor yaitu terdapat kebocoran, rembesan, dan penguapan. Asumsi yang mendasari efisiensi irigasi ini yaitu bahwa akan hilang beberapa bagian dari jumlah air yang diambil, baik dipetak sawah ataupun di saluran (Triatmodjo 2010). Berikut nilai efisiensi irigasi yang telah tersedia:

Tabel 2.5 Efisiensi Irigasi

Jaringan	Efisiensi Irigasi (%)
Pimer	80
Sekunder	90
Tersier	90
Total EI	65

Sumber: SPI bagian penunjang (Departemen PU 1986)

2.4.10 Kebutuhan Air di Pintu Pengambilan (*intake*)

Pembagian antara jumlah kebutuhan air di sawah dengan efisiensi dari irigasinya dinamakan dengan kebutuhan air di pintu pengambilan. Perhitungan nilai kebutuhan air *intake* bisa diketahui dengan persamaan di bawah ini:

$$DR = \frac{NFR}{8,64 \cdot EI} \dots \dots \dots (2.17)$$

Keterangan:

- DR = Kebutuhan air di pintu pengambilan (l/dt/ha)
- 1/8,64 = Angka konversi satuan dari mm/hari ke lt/dt/ha
- EI = Efisiensi irigasi secara total (%)
- NFR = Kebutuhan air di sawah (mm/hari)

2.5 Simulasi Operasi Embung

Pengertian dari simulasi yaitu proses peniruan dari suatu hal kondisi lapangan. Simulasi pada umumnya yaitu penggambaran sifat karakteristik kunci dari siste abstrak atau sistem fisik. Pelaksanaan simulasi pada studi ini yaitu di Embung Gonoriti Kemirigede dalam rangka memperoleh gambaran mengenai kapasitas embuh dalam memenuhi kebutuhan air irigasi dan air baku sekitar. Simulasi ini memiliki lingkup waktu yaitu 1 tahun operasi atau lebih yang bergantung pada kebutuhan. Terdapat pembagian salah satu operasi menjadi beberapa periode, contohnya harian, mingguan 10 harian, 15 harian, ataupun bulanan.

Simulasi embung memiliki aturan umum, yaitu:

1. Air embung tidak diperbolehkan untuk turun di bawah tampungan aktif. Batas bawah tampungan aktif ini dalam banyak kondisi ditentukan oleh tinggi dari lubang outlet embung.
2. Air embung tidak boleh melampaui batas tampungan aktif. Batas atas tampungan aktif ini pada bermacam kondisi dipengaruhi oleh puncak *spillway*. Jika kelebihan air terjadi, amak akan terjadi *spillout* atau kelebihan ini akan melimpah.
3. Terdapat beberapa waduk dengan *outflow* atau mempunyai batasan debit yang dikeluarkan, baik debit minimum atau maksimum.

2.6 Keandalan Waduk

Keandalan waduk yaitu persentase keadaan dimana waduk dapat memenuhi kebutuhannya. Cara mengetahui keandalan waduk yaitu dengan mengetahui total periode waduk bisa memenuhi kebutuhan air. Sedangkan persentase keadaan di aman kebutuhan air melebihi masukan pada waduk disebut dengan kegagalan waduk. Ukuran level atau tingkat yang bisa diandalkan dalam berbagai tingkat hasil oleh waduk. Kemampuan pemenuhan pasokan air terhadap berbagai kebutuhan sangat menentukan ukuran tingkatan keandalan. Faktor yang mempengaruhi tingkat keandalan ini, di antaranya yaitu periode risiko kegagalan, variasi volume, serta periode waktu. Tingkat keberhasilan $\geq 80\%$ atau kegagalan $\leq 20\%$. Rumus untuk menghitung keandalan kapasitas waduk, yaitu (Seyhan,1979):

$$R = 1 - (P/N) \dots \dots \dots (2.17)$$

Keterangan:

R = Keandalan kapasitas waduk (%)

N = Total data

P = Total kejadian kegagalan waduk

