

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Umum

Irigasi merupakan salah satu faktor penting untuk menunjang keberhasilan petani dalam meningkatkan hasil pertanian. Berdasarkan hal tersebut ketersediaan air yang cukup pada areal pertanian menjadi salah satu jaminannya. Daerah irigasi Karangan Marante terletak di Lembang Marante Kecamatan Sopai Kabupaten Toraja Utara. Daerah karangan marante merupakan salah satu irigasi yang berperan besar dalam mengairi lahan pertanian masyarakat setempat.

Pengelolaan irigasi diselenggarakan dengan mengutamakan kepentingan masyarakat petani dan dengan menempatkan Perkumpulan Petani Pemakai Air (P3A/Subak) sebagai pengambil keputusan dan pelaku utama dalam pengelolaan irigasi yang menjadi tanggung jawabnya. Dan untuk menjamin terselenggaranya pengelolaan irigasi yang efisien dan efektif serta dapat memberikan manfaat yang sebesar-besarnya kepada masyarakat petani, pengelolaan irigasi dilaksanakan dengan mengoptimalkan pemanfaatan air permukaan dan air bawah tanah secara terpadu.

Prinsip pengelolaan Irigasi harus memperhatikan kepentingan pengguna di bagian Hulu, Tengah, dan Hilir secara seimbang serta melibatkan semua pihak yang berkepentingan agar pengelolaan dan pemanfaatannya dapat berjalan dengan Baik dan Optimal.

Berdasarkan pengelolaannya dibedakan menjadi irigasi pedesaan dan irigasi pemerintah. Perbedaan itu berdasarkan sifat pengelolaannya. Sistem irigasi desa bersifat kumunal (berdiri sendiri) dan tidak menerima bantuan dari pemerintah pusat. Pembangunan dan pengelolaan seluruh jaringan irigasinya dilakukan sepenuhnya oleh masyarakat. Sedangkan sistem irigasi yang tergantung pada pemerintah dibagi kedalam tiga katagori : irigasi teknis, irigasi semi teknis dan irigasi sederhana. (Direktorat Jenderal Pengairan, 1986).

- a. Irigasi Teknis yaitu jaringan irigasi dimana saluran pembawa dan saluran pembuang terpisah dan pemberian airnya dapat diukur, diatur dan dikontrol pada setiap pembagian air. Semua bangunan bersifat permanen.
- b. Irigasi semi teknis yaitu pembagian air kesawah tidak sepenuhnya dapat diukur. Saluran pembuang berfungsi ganda, saluran pembawa dan pembuang menjadi satu. Memiliki sedikit bangunan permanen, dan hanya satu alat pengukur aliran yang biasanya pada intake atau pengambilan 7 bangunan bendung. Sistem pemberian air dan pembuangan air tidak terpisah.
- c. Irigasi sederhana yaitu biasanya menerima bantuan pemerintah untuk pembangunan dan penyempurnaannya, tetapi pengoperasiannya dikelola oleh aparat desa. Mempunyai bangunan semi permanen atau sangat sederhana, dan tidak mempunyai alat pengukur dan pengontrol aliran, sehingga aliran tidak dapat diatur dan diukur.

2.2 Air

Air merupakan faktor yang penting untuk bercocok tanam. Selain jenis tanaman, kebutuhan air bagi suatu tanaman juga dipengaruhi oleh sifat dan jenis tanah, keadaan iklim, kesuburan tanah, cara bercocok tanam, luas area pertanian, topografi, periode tumbuh dan sebagainya. cara pemberian air irigasi pada tanaman padi, tergantung pada umur dan fariatas padi yang ditanam.(Paembonan, 2018)

Kebutuhan air di sawah untuk tanaman padi dapat ditentukan oleh faktor-faktor sebagai berikut:

1. Kebutuhan Air Penyiapan Lahan (IR)

Kebutuhan air untuk penyiapan lahan umumnya sangat menentukan kebutuhan maksimum air irigasi. Bertujuan untuk mempermudah pembajakan dan penyiapan kelembaban tanah guna pertumbuhan tanaman. Metode ini didasarkan pada kebutuhan air untuk mengganti kehilangan air akibat evaporasi dan perkolasi disawah yang sudah dijenuhkan selama periode penyiapan lahan. Faktor-faktor penting yang menentukan besarnya

kebutuhan air untuk penyiapan lahan adalah lamanya waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan penyiapan lahan dan jumlah air yang diperlukan untuk penyiapan lahan. Perhitungan kebutuhan air irigasi untuk penyiapan lahan dapat digunakan metode yang *dikembangkan Van de Goor dan Zijlstra* (1968) Persamaan ditulis sebagai berikut.

$$IR = (M.e)^k / (e^k . 1) \dots\dots\dots (1)$$

$$M = E_o + P$$

$$K = (M.T)/S$$

Dimana :

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

M = Kebutuhan air untuk penggantian/mengkompensasi air yang hilang akibat evaporasi dan perkolasi disawah yang telah di jenuhkan (mm/hari)

E_o = Evaporasi air terbuka yang diambil 1,1 x ET. Selama penyiapan lahan (mm/hari)

P = Perkolasi (mm/hari)

K = Parameter fungsi dari air yang diperlukan untuk penjenuhan waktu penyiapan lahan dan kebutuhan air untuk lapisan pengganti ;

T = Jangka waktu penyiapan lahan (hari) ;

S = Kebutuhan untuk penjenuhan ditambahkan dengan lapisan air, dengan lapisan air 50 mm

$$E_k = 2,7182818246^k$$

Tabel 2. 1 Kebutuhan Air Irigasi Selama Penyiapan lahan

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

Sumber : Dirjen Pengairan 1985

2. Kebutuhan air untuk konsumtif (Etc)

Kebutuhan air konsumtif diartikan sebagai kebutuhan air untuk tanaman dilahan dengan memasukkan faktor koefisien tanaman (kc) persamaan umum yang digunakan sebagai berikut:

$$Etc = Eto \times kc \dots\dots\dots (2)$$

Dengan :

Etc = kebutuhan air konsumtif (mm/hari),

Eto = evapotranspirasi (mm/hari)

Kc = koefisien tanaman

Kebutuhan air konsumtif ini dibutuhkan untuk mengganti air yang hilang akibat penguapan. Air dapat menguap melalui permukaan air atau tanah maupun melalui tanaman. Bila kedua proses tersebut terjadi bersamaan, terjadilah proses evapotranspirasi, yaitu gabungan antara penguapan

air bebas (evaporasi) dan penguapan melalui tanaman (transpirasi). Dengan demikian besarnya kebutuhan air konsumtif ini adalah sebesar air yang hilang akibat proses evapotranspirasi dikalikan dengan koefisien tanaman.

Evapotranspirasi dapat dihitung dengan metode penman berdasarkan data klimatologi setempat. Nilai koefisien tanaman (kc) mengikuti cara nodeco atau prosida seperti tercantum dalam (Paembonan, 2018), yaitu varietas biasa dengan masa pertumbuhan tanaman padi selama 3,5 bulan dan dapat dilihat pada tabel 2.2

Tabel 2. 2 Koefisien Tanaman Padi Dan Jagung

umur (Bulan)	Padi (nodeco/Prosida)		Padi (FAO)	Jagung (90)	
	Lokal	Unggul	Lokal	Unggul	
0,5	1,2	1,2	1,1	0,5	0,5
1	1,2	1,27	1,1	0,59	0,59
1,5	1,32	1,33	1,1	0,98	0,98
2	1,4	1,3	1,1	1,05	1,05
2,5	1,35	1,15	1,05	0,95	1,02
3	1,24	0	1,05	0	0,96
3,5	1,12		0,95		
4	0		0		

Sumber : Dirjen Pengairan 1985

3. Kebutuhan air untuk tanaman

Kebutuhan air tanaman dipengaruhi oleh faktor-faktor evaporasi, transpirasi yang kemudian di hitung sebagai evapotranspirasi.

- Evaporasi adalah suatu peristiwa perubahan air menjadi uap. Dalam proses penguapan air berubah menjadi uap dengan adanya energi matahari. Laju evapotranspirasi dipengaruhi oleh faktor lamanya penyinaran matahari, udara yang bertiup (angin), kelembapan udara, dan lain-lain.

$$E_o = 0,35 (P_a - P_u) (1 + U_2/100) \dots\dots\dots (3)$$

Dimana :

E_o = Penguapan dalam mm/hari.

P_a = Tekanan uap jenuh pada suhu rata harian dalam mmHg.

P_u = Tekanan uap sebenarnya dalam mmHg.

U_2 = Kecepatan angin pada ketinggian 2 m dalam mile/hari, sehingga bentuk U_2 dalam m/dt masih harus dikalikan dengan $24 \times 60 \times 60 \times 1600$.

Tabel 2. 3 Tekanan Uap Jenuh

0°c	P_a (mm/Hg)
20	17,55
30	31,86
40	55,40

Sumber : Irigasi Dan Bangunan Air, Gunadarma 1997

Tabel 2. 4 Kelembapan

Pembacaan Thermometer	Selisih antara thermometer bola kering dan basah 0,5 0,5 1,0 1,5 2,0 2,5 3,0 3,5 4,0 4,5 5,0 5,5 6,0 6,5 7,0												
Derajat centigrade 0c	Persentasi %												
25	100	95	90	86	82	78	74	71	67	64	61	58	56
	56	53	50										
26	100	95	91	86	82	78	75	71	68	65	62	59	52
	52	54	51										
27	100	95	91	87	83	79	75	72	68	65	62	59	57
	57	54	52										

Sumber : Irigasi Dan Bangunan Air, Gunadarma ,1997

- Transpirasi

Transpirasi adalah suatu proses pada peristiwa uap air meninggalkan tubuh tanaman dan memasuki atmosfer. Fakta iklim yang mempengaruhi laju transpirasi adalah: penyinaran matahari, tekanan uap air di udara, suhu, kecepatan angin.

- Evapotranspirasi

Evapotranspirasi sering disebut sebagai kebutuhan konsumtif tanaman yang merupakan jumlah air untuk evaporasi dari permukaan areal tanaman dengan air transpirasi dari tubuh tanaman. Faktor yang mempengaruhi kebutuhan air tanaman adalah sebagai berikut : Topografi, Hidrologi, Klimatologi, dan Tekstur tanah

2.3 Saluran Irigasi

Berdasarkan (Lhokseumawe et al., 2020) pada sistem irigasi teknis, menurut letak dan fungsinya, saluran dibagi menjadi empat :

1. Saluran primer yaitu saluran yang membawa air dari bangunan utama sampai bangunan akhir.

2. Saluran sekunder yaitu saluran yang membawa air dari saluran pembagi pada saluran primer sampai bangunan akhir.
3. Saluran tersier adalah saluran yang berfungsi mengairi satu petak tersier, yang mengambil airnya dari saluran sekunder atau saluran primer.
4. Saluran kuarter yaitu saluran di petak sawah dan mengambil air secara langsung dari saluran tersier.

2.4 Sistem Irigasi

Irigasi adalah sebuah konsep pembagian air melalui infrastruktur bangunan pembagi air yang berfungsi untuk mengairi petak-petak sawah. Sistem ini memudahkan para petani untuk mengairi sawah mereka karena telah ada saluran-saluran serta bangunan pembagi air. Sumber irigasi dapat berasal dari tanah, hujan maupun sungai. Banyak jenis irigasi, salah satunya adalah Irigasi Permukaan

Irigasi Permukaan adalah pengaliran air diatas permukaan dengan ketinggian air sekitar 10–15 cm diatas permukaan tanah. Irigasi permukaan merupakan sistem irigasi yang menyadap air langsung disungai melalui bangunan bendung maupun melalui bangunan pengambilan bebas (free intake) kemudian air irigasi dialirkan secara gravitasi melalui saluran sampai ke lahan pertanian. Disini dikenal saluran primer, sekunder , dan tersier. Pengaturan air ini dilakukan dengan irigasi agar sesuai dengan sistem dan mempermudah pelaksanaan irigasi. Menurut Assawa (2005) pelaksanaan pengelolaan irigasi mempengaruhi aspek rekayasa, sosial, ekonomi, budaya dan politik. Hal ini mengakibatkan terjadinya konflik, operasi yang kompleks, Ipair, pembagian air yang berlebihan dari petani sehingga perlu dibentuknya organisasi yang menaungi permasalahan tersebut.

Pemerintah Republik Indonesia (2006), menyatakan bahwa macam-macam sistem irigasi meliputi prasarana irigasi, air irigasi, manajemen irigasi, kelembangaan pengelolaan irigasi dan sumber daya manusia. Faktor utama yang menunjang kegiatan irigasi adalah prasarana dan manajemen irigasi. Dalam pelaksanaan irigasi tidak hanya mengenai pembagian air pada petak sawah saja, namun ada pihak-pihak yang mengatur jalannya irigasi agar sesuai dengan sistem

dan mempermudah pelaksanaan irigasi. Menurut Assawa (2005) pelaksanaan pengelolaan irigasi mempengaruhi aspek rekayasa, sosial, ekonomi, budaya dan politik. Hal ini mengakibatkan terjadinya konflik, operasi yang kompleks, Ipair, pembagian air yang berlebihan dari petani sehingga perlu dibentuknya organisasi yang menaungi permasalahan tersebut (Snellen,1996).

Pemerintah Republik Indonesia (2006), menyatakan bahwa mcam-macam sistem irigasi meliputi prasarana irigasi, air irigasi, manajemen irigasi, kelembangaan pengelolaan irigasi dan sumber daya manusia. Faktor utama yang menunjang kegiatan irigasi adalah prasarana dan manajemen irigasi.(Kurniawati, 2017)

2.5 Bangunan Irigasi

Irigasi adalah proses pemberian air ke tanah untuk menyediakan cairan yang dibutuhkan untuk perkembangan tanaman (.E. Hansen, O.W. Israelsen, G.E Strigham, 1992). Sedangkan menurut Peraturan Menteri PUPR No.17/PRT/M/2015 tentang Komisi Irigasi, Irigasi adalah usaha penyediaan, pengaturan, dan pembuangan air irigasi untuk membantu kelancaran bidang usaha pertanian. Jenis irigasi meliputi irigasi permukaan, irigasi rawa, irigasi air bawah tanah, irigasi pompa, dan irigasi tambak.

Irigasi di suatu wilayah tujuannya adalah untuk mengalirkan dan mengendalikan air untuk membantu pertanian dengan cara mengangkutnya dari sumber air ke daerah-daerah yang membutuhkan dan mendistribusikannya dengan baik. Berikut ini adalah beberapa keunggulan sistem irigasi.

1. Untuk membantu membasahi tanah di tempat-tempat yang curah hujannya jarang atau tidak teratur.
2. Mengendalikan kadar air dalam tanah, sehingga daerah pertanian dapat disiram setiap saat, termasuk pada musim kemarau dan musim hujan.
3. Untuk menyuburkan tanah, khususnya dengan mengalirkan air yang mengandung lumpur ke daerah-daerah pertanian agar bahan-bahan pemupukan dapat disalurkan ke dalam tanah.

Kegiatan mengalirkan sejumlah air tertentu dari jaringan primer atau jaringan sekunder ke petak tersier dikenal sebagai suplai air irigasi. Menurut V.E. Hansen, OW Israelsen, dan G.E. Strigham (1992), air irigasi dapat disediakan dalam lima cara berbeda:

1. Saat terjadi banjir (flooding).
2. Menggunakan alur yang lebar atau sempit.
3. Menggunakan air di bawah permukaan tanah.
4. Menggunakan air dengan penyiraman.
5. Penggunaan sistem menetes (trickle).

Sedangkan menurut S.K. Sidharta, 1997. Ada 4 (empat) metode utama untuk mengalirkan dan membagi air irigasi:

1. Penyaluran air irigasi melalui permukaan tanah, khususnya penyaluran air irigasi melalui permukaan tanah.
2. Penyaluran air irigasi melalui pancaran, yaitu penyaluran air irigasi berupa pancaran dari pipa berlubang yang tetap atau bergerak pada sumbu vertikal. Air dipompa ke jaringan pipa dan daerah irigasi menggunakan jet yang mirip dengan yang digunakan untuk menyiram air saat hujan. Penyiram kadang-kadang dipasang di atas kereta dan dapat dipindahkan untuk memberikan penyiraman yang merata. Jenis penyaluran air dengan cara pancaran untuk keperluan irigasi untuk pertanian ini belum pernah digunakan di Indonesia.
3. Penyaluran air irigasi melalui bawah permukaan, yaitu air irigasi disalurkan melalui pipa dengan sambungan terbuka atau berlubang yang ditanam 30-100 cm di bawah permukaan tanah.
4. Penyaluran air melalui tetesan kecil (droplet), yaitu penyaluran air melalui pipa-pipa dengan peralatan untuk mengalirkan air sehingga menetes ke tanah. Di Indonesia, cara penyediaan air irigasi ini belum pernah diterapkan.

2.6 Definisi Irigasi

Irigasi merupakan salah satu faktor penting dalam kegiatan usaha tani dalam arti luas. Irigasi merupakan usaha yang dilakukan oleh manusia untuk mengairi

lahan pertanian. Dalam dunia modern, sudah banyak model irigasi yang dilakukan oleh manusia. Pada zaman dahulu jika persediaan air melimpah karena tempat yang dekat dengan sungai atau sumber mata air, maka irigasi dilakukan dengan mengalirkan air tersebut ke lahan pertanian. Irigasi digolongkan menjadi dua yaitu :

1. Tujuan langsung, yaitu untuk membasahi tanah yang berkaitan dengan kapasitas kandungan air dan udara dalam tanah sehingga dapat mencapai suatu kondisi yang sesuai dengan pertumbuhan tanaman.
2. Tujuan tidak langsung, yaitu mengatur suhu dari tanah, mencuci tanah yang mengandung racun, mengangkut bahan dengan melalui aliran yang ada, menaikkan muka air tanah, meningkatkan elevasi suatu daerah dengan cara mengalirkan air dan mengendapkan lumpur yang terbawa air, dan lain sebagainya.

Air irigasi yang masuk ke lahan pertanian dapat diketahui dari debit air yang mengalir. (Dairi, 2021)

Debit Aktual

$$Q = V_{av} \times A \dots\dots\dots (4)$$

Dengan :

A = Luas Saluran (m^2)

V_{av} = Kecepatan rata-rata yang dihitung
berdasarkan pengamatan suatu metode (m/s).

Q = Debit aliran (liter/detik atau m^3/s)

Untuk mencari kecepatan aliran (V), kecepatan rata-rata (V_{av}) dan luas penampang (A) dapat digunakan Persamaan 2, 3 dan 4 yaitu :

$$V = \frac{\text{jarak}}{\text{waktu}} \dots\dots\dots (5)$$

$$V_{av} = k \times V$$

$$A = 1/2 (b_a + b_b) \times h_s$$

Dengan :

b_a = Lebar atas saluran (m)

bb = Lebar bawah saluran (m)

hb = Tinggi permukaan air (m), dan

hs = Tinggi saluran (m)

2.7 Kebutuhan Air Irigasi

Kebutuhan air irigasi padi sawah meliputi kebutuhan untuk evapotranspirasi, kehilangan air karena perkolasi dan rembesan, di samping itu untuk pengairan awal dibutuhkan sejumlah air untuk penjemuran tanah. Sedangkan pada tanaman selain padi sawah kehilangan air karena perkolasi dan rembesan tidak termasuk kebutuhan air irigasi. Fungsi air tanaman padi adalah untuk mengatur suhu tanaman dan kondisi kelembaban serta mempengaruhi pertumbuhan dan hasil tanaman padi (Winarso dalam Fuadi et al., 2016)

Menurut Rizal et al mengatakan kebutuhan air irigasi menggunakan sistem SRI lebih hemat air dibandingkan dengan sistem konvensional hingga 35%. Nilai kebutuhan air yang dilakukan dengan metode SRI yaitu 2,44 mm/hari dan metode konvensional lebih tinggi yaitu 3,79 mm/hari (Fuadi et al., 2016)

2.8 Kebutuhan Air Tanaman Dan Perkolasi

Kebutuhan air untuk tanaman adalah kebutuhan air untuk memenuhi evapotranspirasi atau *consumptive use* tanaman, yaitu air irigasi yang diperlukan untuk memenuhi evapotranspirasi dikurangi curah hujan efektif.

Respons tanaman terhadap air tidak dapat diperlakukan secara terpisah dari faktor agronomis lainnya yakni pemupukan, kerapatan tanaman dan perlindungan tanaman, sebab faktor-faktor tersebut juga menentukan hasil aktual dan juga hasil maksimum yang dapat dicapai. Faktor tanggapan hasil merupakan hasil perbandingan antara nilai penurunan hasil relatif dan penurunan evapotranspirasi relatif.

Tanggapan hasil tanaman terhadap air (Yield response to water) merupakan fungsi dari hubungan hasil tanaman terhadap pasokan air irigasi. Jumlah air irigasi yang diberikan pada tanaman akan menentukan faktor hasil pada tanaman, karena besarnya air irigasi menentukan besarnya nilai Evapotranspirasi Tanaman (Etc).

Besarnya nilai evapotranspirasi dipengaruhi oleh faktor jenis tanaman dan tingkat pertumbuhan. Faktor iklim yang berpengaruh adalah suhu, kelembaban udara, kecepatan angin serta radiasi matahari dan garis lintang.

Kebutuhan air tanaman penting untuk diketahui agar air irigasi dapat diberikan sesuai dengan kebutuhan. Jumlah air yang diberikan secara tepat, akan merangsang pertumbuhan tanaman dan meningkatkan efisiensi penggunaan air sehingga dapat meningkatkan luas areal tanaman yang bisa diairi. Dalam perancangan sistem irigasi, kebutuhan air untuk tanaman dihitung dengan menggunakan metode prakira empiris berdasar rumus tertentu.

Pada saat ini ketersediaan air merupakan faktor yang sangat mempengaruhi kebutuhan air di sawah. Air yang tidak cukup menyebabkan pertumbuhan padi tidak sempurna bahkan bisa menyebabkan padi mati kekeringan.

Defisit air yang terjadi pada tahapan periode pertumbuhan tertentu, menyebabkan respons tanaman juga akan berbeda tergantung pada kepekaan (sensitivity) tanaman pada tahapan pertumbuhan tersebut. Secara umum tanaman lebih peka terhadap defisit air pada periode perkecambahan, pembungaan dan awal pembentukan hasil (yield formation) dari pada awal vegetatif dan pematangan. Laju perkolasi sangat tergantung pada sifat-sifat tanah, dan sifat tanah umumnya tergantung pada kegiatan pemanfaatan lahan atau pengolahan tanah. Pada tanah bertekstur lempung berat dengan karakteristik pengolahan (puddling) yang baik, laju perkolasi dapat mencapai 1-3 mm/hari. Pada tanah-tanah yang bertekstur lempung lebih ringan, laju perkolasi bisa lebih tinggi. Kebutuhan air untuk mengganti lapisan air ditetapkan berdasarkan Standar Perencanaan Irigasi 1986 KP-01. Besar kebutuhan air untuk penggantian lapisan air adalah 50 mm/bulan (atau 3,3 mm/hari selama $\frac{1}{2}$ bulan) selama sebulan dan dua bulan setelah transplantasi.(Fuadi et al., 2016)

2.9 Kebutuhan Air Irigasi Sawah Metode *Water Balance*

Kebutuhan air irigasi adalah kebutuhan air total yang akan diberikan pada petak sawah yang merupakan kebutuhan air untuk pengolahan tanah dan

pertumbuhan tanaman. Kebutuhan air di sawah pada umumnya dinyatakan dengan persamaan berikut (Ditjen Pengairan, 1986:5):

$$\text{NFR} = \text{Etc} + \text{P} - \text{Reff} + \text{WLR} \dots\dots\dots (6)$$

dimana :

NFR = Kebutuhan air bersih di sawah (mm/hari).

Etc = Evapotranspirasi aktual atau penggunaan konsumtif tanam selama pertumbuhan (mm/hari).

P = Perkolasi.

Reff = hujan efektif (mm/hari).

WLR = Penggantian lapisan air (mm/hari).

Kebutuhan air di sawah untuk tanaman padi ditentukan oleh beberapa faktor antara lain :

1. penyiapan lahan.
2. Penggunaan air untuk konsumtif Evapotranspirasi.
3. Koefisien Tanaman (kc).
4. Perkolasi.
5. Penggantian Lapisan Air.
6. Perhitungan Hujan Efektif
7. Efisiensi Irigasi.

2.10 Pola Tanam

Pola tanam adalah pembakuan dari pada jenis tanaman yang harus ditanam pada suatu lahan serta periode musim tanam tertentu Tanaman dalam suatu areal dapat diatur menurut jenisnya yaitu monokultur, campuran, dan bergilir. Pola tanam monokultur yaitu menanam tanaman sejenis pada satu areal tanam. Pola tanam campuran yaitu beragam tanaman ditanam pada satu areal. Pola tanam bergilir yaitu menanam tanaman secara bergilir beberapa jenis tanaman pada berbeda di areal yang sama.

Pola tanam dapat digunakan sebagai landasan untuk meningkatkan produktivitas lahan. Hanya saja dalam pengelolaannya diperlukan ketrampilan yang

baik tentang semua faktor yang menentukan produktivitas lahan tersebut. Biasanya, pengelolaan lahan sempit untuk mendapatkan hasil yang optimal maka pendekatan pertanian terpadu, ramah lingkungan, dan semua hasil tanaman merupakan produk utama adalah pendekatan yang bijak.(Lhokseumawe et al., 2020)

Pola tanam merupakan gambaran rencana tanam berbagai jenis tanaman yang akan dibudidayakan dalam suatu lahan beririgasi dalam satu tahun. Faktor yang mempengaruhi pola tanam:

1. Ketersediaan air dalam satu tahun
2. Prasarana yang tersedia dalam lahan tersebut
3. Jenis tanah setempat
4. Kondisi umum daerah tersebut
5. Kebiasaan dan kemampuan petani setempat

Tujuan pola tanam adalah memanfaatkan persediaan air irigasi seefektif mungkin, sehingga tanaman dapat tumbuh dengan baik. Sedangkan tujuan dari penerapan pola tanam adalah sebagai berikut:

1. Menghindari ketidak seragaman tanaman.
2. Menetapkan jadwal waktu tanam agar memudahkan dalam usaha pengelolaan air irigasi.
3. Peningkatan efisiensi irigasi.
4. Persiapan tenaga kerja untuk penyiapan tanah agar tepat waktu.
5. Peningkatan hasil produksi pertanian.

Penentuan jenis pola tanam disesuaikan dengan debit air yang tersedia pada setiap musim tanam. Jenis pola tanam suatu daerah irigasi dapat digolongkan menjadi:

1. Padi – Padi
2. Padi – Padi – Palawija
3. Padi – Palawija – Palawija

2.11 Kinerja Jaringan Irigasi

Kinerja jaringan irigasi adalah kerangka kerja yang dilakukan untuk mengukur dan mengevaluasi seberapa efektif dan efisien suatu sistem irigasi dalam mencapai tujuannya, yaitu menyalurkan air secara optimal ke lahan pertanian untuk meningkatkan produktivitas. Kinerja jaringan irigasi tidak hanya mencakup aspek teknis seperti kondisi fisik infrastruktur, tetapi juga aspek non-teknis seperti pengelolaan, partisipasi petani, dan dampak sosial ekonomi.

Evaluasi kinerja jaringan irigasi merupakan salah satu cara untuk dapat menggambarkan suatu keadaan dan karakteristik pada suatu sistem irigasi. Dalam mengevaluasi kinerja sistem irigasi beberapa hal yang perlu diperhatikan adalah menyangkut tingkat kecukupan dan ketetapan pemberian air, efisien irigasi, kondisi dan fungsi jaringan irigasi dan lain sebagainya. Dalam evaluasi kinerja jaringan irigasi maka tidak akan terlepas dari kegiatan operasi dan pemeliharaan (O&P) saluran irigasi operasi. Operasi dan pemeliharaan suatu saluran irigasi memegang peran yang penting dalam kinerja suatu sistem irigasi. Untuk dapat menilai suatu kinerja jaringan irigasi dan pemeliharaan sistem irigasi maka hal-hal yang perlu diperhatikan adalah menyangkut kinerja fungsi dan infrastruktur jaringan irigasi, kinerja pelayanan air, kinerja kelembagaan pemerintah dan kinerja kelembagaan petani.

Untuk menilai kinerja operasi dan pemeliharaan maka perlu diketahui bobot penilaian kinerja operasi dan pemeliharaan kinerja sistem irigasi dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2. 5 bobot penilaian kinerja operasi dan pemeliharaan kinerja sistem irigasi.

Komponen penilaian	Kriteria penilaian	Nilai				
		Bobot (%)	1	2	3	4
Kinerja fungsional infrastruktur jaringan irigasi	Kondisi fisik infrastruktur	14	Sangat buruk	Buruk	Baik	Sangat baik
	Kondisi fungsional infrastruktur	14	Sangat buruk	Buruk	Baik	Sangat baik
Kinerja pelayanan air	Tingkat kecukupan air	15	Sangat kurang	Kurang	cukup	Sangat cukup
	Tingkat ketetapan air	15	Sangat terlambat	terlambat	tepat	Sangat tepat
Kinerja kelembagaan pemerintah	Manajemen kelembagaan	10	Sangat buruk	buruk	Baik	Sangat baik
	Ketersediaan dana	11	Tidak memadai	Kurang memadai	memadai	Sangat memadai
	SDM	10	Tidak memadai	Kurang memadai	memadai	Sangat memadai
Kinerja kelembagaan petani	Struktur kelembagaan AD/ART, anggota program kerja prasarana dan keaktifan anggota	11	Sangat buruk	buruk	baik	Sangat baik

Sumber : Peraturan Menteri PUPR No. 12/PRT/M/2015.

Setelah bobot dan penilaian kinerja operasi dan pemeliharaan irigasi diketahui, maka dapat dianalisis kriteria kinerja operasi dan pemeliharaan sistem irigasi. Kemudian dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2. 6 Kriteria operasi dan pemeliharaan sistem irigasi.

No	Jumlah skor	Kriteria
1	3-4	Sangat baik
2	2-2,99	baik
3	1-1,99	sedang
4	< 1	buruk

Sumber : Permen PUPR No. 12/PRT/M/2015

2.12 Kinerja Pelayanan Air

Penilaian terhadap indikator Pelayanan Air terdiri dari 2 aspek yakni sebagai berikut:

a. Tingkat kecukupan air

Penentuan tingkat kecukupan air didasarkan kepada berapa kali suatu jaringan irigasi dapat mengairi wilayah yang di bebaskan kepadanya. Kriteria penilaian terhadap aspek ini mempunyai acuan seperti yang disajikan pada Tabel 2.5 berikut:

Tabel 2. 7 Pedoman penentuan kinerja pelayanan air.

No	Masa Tanam (Per-Tahun)	Kriteria
1	3 kali	Masa Tanam (Per-Tahun)
2	2 kali	Cukup
3	1 kali	Kurang
4	1 kali dan air kurang	Sangat kurang

Sumber: Buku Sistem Informasi Manajemen Pembangunan di Pedesaan (BAPPENAS)

Jakarta,2000

b. Debit Air

Debit adalah besarnya volume air yang mengalir dari suatu sumber dalam setiap satuan waktu, dan umumnya dinyatakan dalam liter per detik.

1. Rumus untuk menghitung debit aliran sungai yaitu :

$$Q = A \times V$$

Dimana :

Q = Debit

A = luas penampang (m^2) V = kecepatan aliran

V = kecepatan aliran

2. Pengukuran kecepatan aliran dengan pelampung:

- Waktu tempuh rata-rata

$$\frac{T1 + T2 + T3 + T4 + T5}{n}$$

- Kecepatan aliran permukaan

$$V_p = D/t$$

Dimana :

V_p = kecepatan aliran permukaan (m/s)

D = panjang lintasan (m)

T = waktu tempuh (s)

- Kecepatan aliran

$$V = k \times V_p$$

Dimana :

V = kecepatan aliran

K = koefisien (0,6 untuk $h < 0,5$) dan 0,85 untuk kondisi normal

c. Tingkat ketepatan pemberian air Elemen yang kedua ini dapat dianalisis menggunakan Tabel 2.6.

Tabel 2. 8 Pedoman penentuan kinerja ketetapan pemberian air

No	Ketepatan Pemberian Air	Kriteria
1	Sesuai dengan jadwal yang telah disepakati	Sangat Tepat
2	Terlambat beberapa jam	Tepat
3	Terlambat lebih dari satu hari	Terlambat
4	Terlambat lebih dari tiga hari	Sangat terlambat

Sumber : Dinas PSDA, 2013.

2.13 Kebutuhan Air Irigasi Sawah Metode Water Balance

Kebutuhan air irigasi merujuk pada total volume air yang harus disuplai ke lahan sawah untuk memenuhi seluruh proses budidaya, mulai dari tahap pengolahan tanah hingga fase pertumbuhan tanaman. Dengan kata lain, kebutuhan ini mencakup seluruh jumlah air yang diperlukan agar tanaman dapat berkembang secara optimal dalam berbagai kondisi lapangan. Dalam praktiknya, perhitungan kebutuhan air di sawah umumnya dinyatakan melalui suatu persamaan tertentu yang telah distandardisasi, sebagaimana dijelaskan oleh Direktorat Jenderal Pengairan (1986:5).

$$NFR = Etc + P + WLR - Re$$

dimana :

NFR = Kebutuhan air bersih di sawah (mm/hari).

Etc = Evapotranspirasi aktual atau penggunaan konsumtif tanam selama pertumbuhan (mm/hari).

P = Perkolasi.

WLR = Penggantian lapisan air (mm/hari).

Re = Kebutuhan air irigasi (mm/hari)

Kebutuhan air disawah untuk tanaman padi ditentukan oleh beberapa faktor antara lain :

1. penyiapan lahan.
2. Penggunaan air untuk konsumtif Evapotranspirasi.
3. Koefisien Tanaman (kc).
4. Perkolasi.
5. Penggantian Lapisan Air.
6. Perhitungan Hujan Efektif
7. Efisiensi Irigasi.

2.14 Kinerja Kelembagaan Pemerintah dan Petani

a) Kinerja kelembagaan pemerintah

Manajemen kelembagaan pemerintah mencakup beberapa elemen yang terkait dengan kegiatan operasi dan pemeliharaan jaringan irigasi, seperti kepala ranting, petugas mantra, staf ranting, petugas operasi bendung, dan petugas pintu air. Indikator ini dapat dianalisis dengan menggunakan Tabel 2.9

Tabel 2. 9 Pedoman penentuan kinerja kelembagaan pemerintah 1

No	Ketersediaan Petugas	Kriteria
1	Ketua, sekretaris, bendahara, seksi operasi air, seksi pemeliharaan, seksi kewanairan	Sangat baik
2	Salah satu petugas tidak tersedia	Baik
3	Dua dari lima kategori tidak tersedia	Buruk
4	Lebih dari dua kategori petugas tidak tersedia	Sangat buruk

Sumber: PERMEN PUPR No12 Tahun 2015

b) Kinerja kelembagaan petani

Penilaian pada indikator ini terdapat beberapa elemen yang ditinjau yang terdiri dari Struktur kelembagaan, prasarana, dan keaktifan yang memadai seperti yang disajikan pada Tabel 2.8

Tabel 2. 10 Pedoman penentuan kinerja kelembagaan pemerintah 2

No		Kriteria
1	Struktur kelembagaan, prasarana dan keaktifan anggota memadai	Sangat baik
2	Salah satu elemen tidak memadai	Baik
3	Dua diantara elemen kelembagaan petani tidak berjalan dengan baik	Buruk
4	Ketiga elemen tidak tersedia	Sangat buruk

Sumber: Dinas PSDA Provinsi Sumatera Utara, 2013

2.15 Kinerja Infrastruktur Jaringan Irigasi

Penentuan kinerja berdasarkan persentase kerusakan bangunan fisiknya menggunakan standar yang di sajikan pada Tabel berikut:

Tabel 2. 11 Pedoman penentuan kriteria kondisi fisik infrastruktur saluran irigasi

Bobot Penilaian	Kondisi Baik sekali (90 – 100)%	Kondisi Baik (80- <90)%	Kondisi Sedang (60 - <80)%	Kondisi Jelek (<60)%
50	Profil setiap saluran memenuhi kapasitas rencana	Profil pada beberapa ruas mengalami perubahan kecil sehingga kapasitas berkurang 20%	Profil pada beberapa saluran mengalami perubahan dan penurunan kapasitas berkurang lebih dari 40% dari kapasitas rencana	Profil pada setiap ruas mengalami perubahan dan kapasitas berkurang lebih dari 40% dari kapasitas rencana
40	Di sepanjang ruas saluran tidak terdapat sadap liar dan tidak terdapat bocoran, Efisiensi	Terdapat sadap liar dan bocoran relative kecil yang sedikit berpengaruh	Terdapat beberapa sadap liar dan bocoran yang berpengaruh terhadap	Terdapat banyak sadap liar dan bocoran yang secara kuantitas mempengaruhi

	memenuhi yg disyaratkan >90%	terhadap kapasitas saluran, Efisiensi antara 80% 90%. Terdapat satu pengambilan liar pada setiap 200 m panjang saluran	kapasitas saluran. Efisiensi antara 60% - 70%. Terdapat satu pengambilan liar pada setiap 100 m panjang saluran	kapasitas rencana. Efisiensi dibawah 60% Terdapat satu pengambilan liar pada setiap 50 m panjang saluran
10	Tidak terdapat endapan atau erosi yang berpengaruh terhadap kapasitas saluran	Endapan dan atau erosi sedikit berpengaruh terhadap kapasitas saluran antara 10%- 20% dari kapasitas saluran rencana	Endapan erosi banyak berpengaruh terhadap kapasitas saluran 20% - 40% dari kapasitas saluran rencana	Endapan atau erosi berpengaruh besar terhadap kapasitas saluran > 40%

Sumber: Indeks Penilaian sistem irigasi (IKSI),2021)

Untuk Penentuan klasifikasi dari setiap aspek pada jaringan irigasi dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 2. 12 Klasifikasi Kondisi Jaringan Irigasi

No	Tingkat Kerusakan	Klasifikasi
1	90 % - 100 %	Baik Sekali
2	>80 % - 90 %	Baik
3	60 % - 80 %	Sedang
4	<60 %	Jelek

Sumber: Indeks Penilaian sistem irigasi (IKSI),2021)

Penetapan kriteria penilaian kinerja sistem irigasi dalam monitoring dan evaluasi sebagai berikut (sesuai Peraturan Menteri PUPR No. 12/PRT/M/2015) :

1. Nilai bobot antara: 80 – 100 Kinerja Sangat Baik
2. Nilai bobot antara: 70–79 KinerjaBaik
3. Nilai bobot antara: 55–69 KinerjaKurang dan Perlu Perhatian
4. Nilai bobot antara: < 55 Kinerja Jelek dan Perlu Penanganan Segera

2.16 Kinerja Fungsional Infrastruktur

Indikator ini mempunyai 2 elemen peninjauan, yaitu:

- a. Kondisi fisik infrastruktur jaringan irigasi
- b. Penentuan kinerja berdasarkan persentase kerusakan bangunan fisiknya menggunakan standar yang disajikan pada Tabel berikut:

Tabel 2. 13 Pedoman penentuan kinerja kelembagaan pemerintah 1

No	Ketersediaan Petugas	Kriteria
1	Kepala ranting, mantri, staf ranting, POB, dan PPA	Sangat baik
2	Salah satu petugas tidak tersedia	Baik
3	Dua dari lima kategori tidak tersedia	Buruk
4	Lebih dari dua kategori petugas tidak tersedia	Sangat buruk

Sumber: Peraturan Kementerian PUPR No12 Tahun 2015

Tabel 2. 14 Pedoman penentuan kriteria kondisi fisik infrastruktur

No	Kondisi Fisik Infrastruktur	Kriteria
1	Tingkat kerusakan < 10%	Sangat baik
2	Tingkat kerusakan 10% - 20%	Baik
3	Tingkat kerusakan 21% - 40%	Buruk
4	Tingkat kerusakan > 40%	Sangat buruk

Sumber: Peraturan Kementerian PUPR No12 Tahun 2015

Penilaian kondisi fisik infrastruktur dapat diketahui sebagai berikut:

1. Indikator bangunan utama (Bu) bangunan utama berfungsi dengan baik (Buf) jumlah total bangunan utama (But) kemudian dikali dengan bobotnya.

$$\text{Atau Bu} = \frac{\text{Buf}}{\text{But}} \times \text{bobot} \dots\dots\dots (7)$$

2. Indikator saluran irigasi (Is) panjang saluran berfungsi baik (Sf) panjang saluran total (St) kemudian di kali dengan bobotnya.

$$\text{Atau Is} = \frac{\text{Sf}}{\text{St}} \times \text{bobot} \dots\dots\dots (8)$$

saluran yang dimaksud adalah saluran primer, sekunder, dan tersier.

3. Indikator bangunan (Ib) jumlah bangunan yang berfungsi dengan baik (Bf) jumlah bangunan total (Bt) kemudian dikali dengan bobotnya

$$\text{Atau Is} = \frac{\text{Sf}}{\text{St}} \times \text{bobot} \dots\dots\dots (9)$$

bangunan yang dimaksud mencakup bangunan penunjang kegiatan irigasi di suatu daerah irigasi seperti bangunan bagi bangunan sadap dan lain sebagainya. Setelah nilai masing-masing indikator di kethui, maka di hitung persentase kondisi fisik infrastruktur dengan rumus:

$$\text{kondisi fisik infrastruktur} = \text{Bu} + \text{Is} + \text{Ib} \dots\dots\dots (10)$$

Bobot indikator untuk menentukan kondisi fisik jaringan irigasi, dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2. 15 Bobot indikator kondisi fisik infrastruktur jaringan irigasi

No	Indikator	Bobot %
1	Bangunan utama	38,65%
2	Bangunan pembawa	31,70%
3	Bangunan pada saluran	29,65%

Sumber :Kementrian PU Direktorat Jenderal Sumber Daya Air

c. kondisi fungsional infrastruktur jaringan irigasi.

Kondisi fungsional infrastruktur jaringan irigasi erat kaitannya infrastruktur baik maka hampir dapat di pastikan kondisi fungsional infrastruktur jaringan irigasinya juga demikian. Penilaian kondisi fungsional infrastruktur jaringan irigasi dapat di lakukan dengan cara berikut:

- a. Indikator saluran irigasi (I_s) panjang sluran berfungsi baik (S_f) / panjang sluran total (S_t) kemudian di kali 100%

$$\text{Atau } I_b = \frac{S_f}{S_t} \times 100\% \dots\dots\dots (11)$$

- b. Indikator bangunan (I_b) jumlah bangunan irigasi yang berfungsi baik (B_f) / atau jumlah bangunan total (B_t) kemudian dikali 100%

$$\text{Atau } I_b = \frac{B_f}{B_t} \times 100\% \dots\dots\dots (12)$$

Setela nilai masing-masing indikator di ketahui maka di hitung persentase kondisi fisik infrastruktur dengan rumus:

$$\text{Kondisi fungsional infrastruktur} = \frac{I_s + I_b}{2} \dots\dots\dots (13)$$

kriteria kondisi fungsional infrastruktur jaringan irigasi dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2. 16 kriteria fungsional infrastruktur jaringan irigasi

No	Kondisi Fisik Infrastruktur	Kriteria
1	Tingkat kerusakan fungsional < 10%	Sangat baik
2	Tingkat kerusakan fungsional 10% - 20%	Baik
3	Tingkat kerusakan fungsional 21% - 40%	Buruk
4	Tingkat kerusakan fungsional > 40%	Sangat buruk

Sumber : Peraturan Kementerian PUPR No 32 Tahun 2007

2.17 Curah Hujan

2.17.1 Curah Hujan Rata-Rata

Cara rata-rata aljabar.

Cara ini adalah perhitungan rata-rata aljabar curah hujan di dalam dan di sekitar daerah yang bersangkutan.

$$R = \frac{1}{n} (R_1 + R_2 + \dots + R_n) \dots\dots\dots (14)$$

Dimana:

R = Curah hujan daerah (mm)

n = Jumlah titik-titik (pos-pos) pengamatan

$R_1, R_2, \dots, R_n$ = Curah hujan di tiap titik pengamatan (mm)

Hasil yang diperoleh dengan cara ini tidak berbeda jauh dari hasil yang didapat dengan cara lain, jika titik pengamatan itu banyak dan tersebar merata diseluruh daerah itu. Keuntungan cara ini ialah bahwa cara ini adalah obyektif yang berbeda dengan cara isohyet, dimana faktor subyektif turut menentukan. (Langoy, 2016)

2.17.2 Curah Hujan Efektif

Curah hujan efektif ditentukan besarnya R_{80} yang merupakan curah hujan yang besarnya dapat dilampaui sebanyak 80% atau dengan kata lain dilampauinya 8 kali kejadian dari 10 kali kejadian. Dengan kata lain bahwa

besarnya curah hujan yang lebih kecil dari R_{80} mempunyai kemungkinan hanya 20%. Bila dinyatakan dengan rumus adalah sebagai berikut:

$$R_{80} = \frac{m}{n+1} \rightarrow m = R_{80} \times (n + 1) \dots\dots\dots (15)$$

Dimana:

R_{80} = Curah hujan sebesar 80%

n = Jumlah data

m =Rangking curah hujan yang dipilih

Curah hujan efektif untuk padi adalah 70% dari curah hujan tengah bulanan yang terlampaui 80% dari waktu periode tersebut. Untuk curah hujan efektif untuk palawija ditentukan dengan periode bulanan (terpenuhi 50%) dikaitkan dengan tabel Evapotranspirasi tanaman rata-rata bulanan dan curah hujan rata-rata bulanan.

Untuk padi:

$$Re \text{ padi} = (R_{80} \times 0,7) / \text{periode pengamatan} \dots\dots\dots (16)$$

Untuk palawija:

$$Re \text{ palawija} = (R_{80} \times 0,5) / \text{periode pengamatan} \dots\dots\dots (17)$$

Dimana:

Re = curah hujan efektif (mm/hr)

R_{80} =curah hujan dengan kemungkinan terjadi sebesar 80%.

2.18 ANALISIS KEBUTUHAN AIR IRIGASI

2.18.1 Kebutuhan Bersih Air Di Sawah Untuk Padi

$$NFR = ET_c + P + WLR - Re \dots\dots\dots (18)$$

Dimana:

NFR = *Netto Field Water Requirement*, kebutuhan bersih air di sawah (mm/hr)

ETc = Evapotranspirasi tanaman (mm/hr)

P = Perkolasi (mm/hr)

WLR = Penggantian lapisan air (mm/hr)

Re = Curah hujan efektif (mm/hr)

2.18.2 Kebutuhan Air Irigasi Untuk Padi

$$IR = \frac{NFR}{e} \dots\dots\dots (19)$$

Dimana:

IR = Kebutuhan air irigasi (mm/hr)

e = Efisiensi irigasi secara keseluruhan

2.18.3 Kebutuhan Air Irigasi Untuk Palawija

$$IR = \frac{ETc-R}{e} \dots\dots\dots (20)$$

2.18.4 Kebutuhan Pengambilan Air Pada Sumbernya

$$DR = \frac{IR}{8,64} \dots\dots\dots (21)$$

Dimana:

DR = Kebutuhan pengambilan air pada sumbernya (lt/dt/ha)

8,64 = konstanta pengubah mm/hr ke l/dt/ha