

BAB II

KAJIAN TEORI

A. Irigasi

Air merupakan salah satu penentu dalam proses produksi pertanian. Oleh karena itu investasi irigasi menjadi sangat penting dan strategis dalam rangka penyediaan air untuk pertanian. Dalam memenuhi kebutuhan air untuk berbagai keperluan usaha tani, maka air (irigasi) harus diberikan dalam jumlah yang tepat, jika tidak maka tanaman akan terganggu pertumbuhannya yang pada gilirannya akan mempengaruhi produksi pertanian.

B. Tujuan Irigasi

Tujuan dalam irigasi dapat dibagi menjadi dua, yaitu:

1. Tujuan Langsung

Tujuan langsung adalah untuk membasahi tanah agar dicapai kondisi tanah yang baik untuk pertumbuhan tanaman dalam hubungannya dengan prosentase kandungan air dan udara diantara butir-butir tanah.

2. Tujuan Tidak Langsung

- Sebagai bahan pengangkut pupuk untuk perbaikan tanah.
- Menunjang usaha-usaha pertanian, yaitu:
- Mengatur suhu tanah

Jika suatu area mempunyai suhu tanah yang cukup tinggi sehingga mengganggu pertumbuhan tanaman, maka salah satu usaha menurunkan suhu tanah tersebut sehingga suhu tanah tersebut bisa turun.

- Membersihkan tanaman
- Untuk mencuci tanah dari segala jenis racun dengan cara mengisi areal tersebut dengan air, sehingga racun tersebut dapat larut.
- Memberantas hama
- Mempertinggi permukaan air
- Penimbunan dengan tanah lumpur

C. Kebutuhan Air irigasi

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 alam melalui hujan dan kontribusi air tanah (Sudjarwadi, 1992). Kebutuhan air di sawah dinyatakan dalam mm/hari atau lt/dt/ha. Kebutuhan air irigasi dengan maksud untuk menentukan besarnya debit air yang akan dipakai mengairi lahan daerah irigasi. Debit air ini digunakan sebagai dasar perencanaan jaringan irigasi.

Kebutuhan air irigasi dipengaruhi oleh faktor-faktor sebagai berikut :

1. Penyiapan lahan
2. Penggunaan konsumtif
3. Perkolasi dan rembesan

4. Pengganti lapisan air

5. Curah Hujan efektif

Curah hujan efektif diperhitungkan dalam mencari kebutuhan air di sawah.

Demikian juga efisiensi tercakup di dalam hitungan tersebut.

Data klimatologi yang diperlukan meliputi :

- Suhu udara rata-rata ($^{\circ}\text{C}$)
- Kelembapan udara relatif bulanan rata-rata (%)
- Kecepatan angin bulanan rata-rata (m/det)
- Penyinaran matahari bulanan rata-rata (%)

Kebutuhan air irigasi perlu dihitung dengan cermat disesuaikan dengan kondisi setempat agar tidak terjadi penborosan pemakaian air.

D. Evapotranspirasi

Evapotranspirasi adalah perpaduan dua proses yakni evaporasi dan transpirasi. Evaporasi adalah proses penguapan atau hilangnya air dari tanah dan badan-badan air (abiotik), sedangkan transpirasi adalah proses keluarnya air dari tanaman (biotik) akibat proses respirasi dan fotosintesis. Kombinasi dua proses yang saling terpisah dimana kehilangan air dari permukaan tanah melalui proses evaporasi dan kehilangan air dari tanaman melalui proses transpirasi disebut sebagai evapotranspirasi (ET). Proses hilangnya air akibat evapotranspirasi merupakan salah satu komponen penting dalam hidrologi karena proses tersebut dapat mengurangi simpanan air dalam badan-badan air,

tanah, dan tanaman. Untuk kepentingan sumber daya air, data ini untuk menghitung kesetimbangan air dan lebih khusus untuk keperluan penentuan kebutuhan air bagi tanaman (pertanian) dalam periode pertumbuhan atau periode produksi. Oleh karena itu data evapotranspirasi sangat dibutuhkan untuk tujuan irigasi atau pemberian air, perencanaan irigasi atau untuk konservasi air.

Evapotranspirasi ditentukan oleh banyak faktor yakni:

- a. Radiasi surya (R_d): Komponen sumber energi dalam memanaskan badan-badan air, tanah dan tanaman. Radiasi potensial sangat ditentukan oleh posisi geografis lokasi
- b. Kecepatan angin (v): Angin merupakan faktor yang menyebabkan terdistribusinya air yang telah diuapkan ke atmosfer, sehingga proses penguapan dapat berlangsung terus sebelum terjadinya keejenuhan kandungan uap di udara,
- c. Kelembaban relatif (RH): Parameter iklim ini memegang peranan karena udara memiliki kemampuan untuk menyerap air sesuai kondisinya termasuk temperatur udara dan tekanan udara atmosfer.
- d. Temperatur: Suhu merupakan komponen tak terpisahkan dari RH dan Radiasi. Suhu ini dapat berupa suhu badan air, tanah, dan tanaman ataupun juga suhu atmosfer.

Proses terjadinya evaporasi dan transpirasi pada dasarnya akibat adanya energi yang disuplai oleh matahari baik yang diterima oleh air, tanah dan tanaman.

Evaporasi

Evaporasi adalah proses dimana air dalam bentuk cair dikonversi menjadi uap air (vaporization) dan dipindahkan dari permukaan penguapan (vapour removal). Air dapat berevaporasi dari berbagai permukaan seperti danau, sungai, tanah dan vegetasi hijau. Energi dibutuhkan untuk merubah bentuk molekul air dari fase cair ke fase uap. Radiasi matahari langsung dan faktor lingkungan yang mempengaruhi suhu udara merupakan sumber energi.

Gaya penggerak untuk memindahkan uap air dari permukaan penguapan adalah perbedaan tekanan antara uap air di permukaan penguapan dan tekanan udara atmosfer. Selama berlangsungnya proses, udara sekitar menjadi jenuh secara perlahan dan selanjutnya proses akan melambat dan kemungkinan akan berhenti jika udara basah tidak dipindahkan ke atmosfer. Pergantian udara jenuh dengan udara kering sangat tergantung pada kecepatan angin. Oleh karena itu, radiasi surya, temperature udara, kelembaban udara dan kecepatan angin merupakan parameter iklim yang dipertimbangkan dalam penentuan proses evaporasi. Jika permukaan penguapan adalah permukaan tanah, maka tingkat penutupan tanaman pelindung (crop canopy) dan jumlah air tersedia pada

permukaan penguapan juga menjadi faktor yang mempengaruhi proses evaporasi.

Kejadian hujan, irigasi dan gerakan vertikal air dalam tanah dari muka air tanah dangkal merupakan sumber pembasahan permukaan tanah. Jika tanah dapat menyuplai air dengan cepat yang memenuhi kebutuhan evaporasi, maka evaporasi dari tanah ditentukan hanya oleh kondisi meteorologi. Akan tetapi, bila interval antara hujan dan irigasi cukup lama dan kemampuan tanah mengalirkan lengas ke dekat permukaan tanah kecil, maka kandungan air di lapisan topsoil meturun dan menyebabkan permukaan tanah menjadi kering. Pada lingkungan dimana air terbatas, maka jumlah air tersedia menjadi faktor pembatas. Berkurangnya suplai air ke permukaan tanah menyebabkan evaporasi menurun drastis. Proses ini mungkin akan terjadi dalam beberapa hari.

Transpirasi

Proses transpirasi meliputi penguapan cairan (air) yang terkandung pada jaringan tanaman dan pemindahan uap ke atmosfer. Tanaman umumnya kehilangan air melalui stomata. Air bersama beberapa nutrisi lain diserap oleh akar dan ditransportasikan ke seluruh tanaman. Proses penguapan terjadi dalam daun, yang disebut ruang intercellular, dan pertukaran uap ke atmosfer dikontrol oleh celah stomata (stomatal aperture). Hampir semua air yang diserap oleh akar keluar melalui proses

transpirasi dan hanya sebahagian kecil saja yang digunakan dalam tanaman.

Transpirasi seperti evaporasi langsung tergantung pada suplai energi, tekan uap air dan angin. Kandungan lengas tanah dan kemampuan tanah melewatkan air ke akar juga menentukan laju transpirasi, termasuk genangan air dan salinitas air tanah. Laju transpirasi juga dipengaruhi oleh karakteristik tanaman, aspek lingkungan dan praktek pengolahan dan pengelolaan lahan. Perbedaan jenis tanaman akan memberikan laju transpirasi yang berbeda. Bukan hanya tipe tanaman saja, tetapi juga pertumbuhan tanaman, lingkungan dan manajemen harus dipertimbangkan dalam penentuan transpirasi.

Beriku data-data klimatologi yang dibutuhkan

Tabel 1. Data Suhu Udara

<p style="text-align: center;">Data Suhu Udara ($^{\circ}\text{C}$) Stasiun Pengamatan Klimatologi Wates Koordinat : $7^{\circ} .51'.23''\text{LS}/110^{\circ} .9'.26''\text{BT}$ Elevasi : + 50 m dpl</p>												
Bulan Tahun	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
2004	24.29	24.22	24.22	24.64	24.43	24.48	24.44	24.55	24.61	24.80	24.48	24.52
2005	23.35	30.34	30.50	28.13	29.32	28.78	27.08	26.87	26.85	26.42	26.42	26.16
2006	21.35	26.73	26.82	27.25	27.37	27.48	27.82	28.50	28.05	28.03	28.03	0.00
2007	27.90	27.54	27.60	27.88	28.50	27.88	28.16	28.15	27.22	27.68	27.55	26.94
2008	27.31	26.78	26.92	27.02	27.23	27.40	26.95	27.24	27.18	26.95	26.53	26.58
2009	22.15	27.12	26.92	27.02	27.23	27.40	26.95	27.24	27.18	26.95	26.53	26.58
2010	28.23	27.59	27.95	27.63	26.89	27.52	27.60	27.56	27.35	27.47	27.45	27.35
2011	27.63	27.46	27.45	27.38	27.84	29.17	29.24	29.34	29.32	28.37	28.05	26.45
2012	26.79	26.90	26.81	26.95	27.69	26.22	25.81	25.60	26.80	27.16	27.03	26.87
2013	27.27	27.46	27.45	27.60	27.39	26.98	26.44	25.35	28.42	27.71	27.87	27.24
Jumlah	256.28	272.14	272.64	271.51	273.88	273.32	270.48	270.41	272.98	271.54	269.95	238.70
Rata ²	25.63	27.21	27.26	27.15	27.39	27.33	27.05	27.04	27.30	27.15	26.99	23.87

Tabel 2. Data Kelembaban Relatif

Bulan	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sept	Okt	Nov	Des
Tahun												
2004	24.29	24.22	24.22	26.64	24.43	24.48	24.44	24.55	24.61	24.8	24.48	24.52
2005	23.35	30.34	30.5	28.13	29.32	28.78	27.08	26.87	26.85	26.42	26.42	26.16
2006	21.35	26.73	26.82	27.25	27.37	27.48	27.82	28.5	28.05	28.03	28.03	0
2007	27.9	27.54	27.6	27.88	28.5	27.88	28.16	28.15	27.22	27.68	27.55	26.94
2008	27.31	26.78	26.92	27.02	27.23	27.4	26.95	27.24	27.18	26.95	26.53	26.58
2009	22.15	27.12	26.92	27.02	27.23	27.4	26.95	27.24	27.18	26.95	26.53	26.58
2010	28.23	27.59	27.95	27.63	26.89	27.52	27.6	27.56	27.35	27.47	27.45	27.35
2011	27.63	27.46	27.45	27.38	27.84	29.17	29.24	29.34	29.32	28.37	28.05	26.45
2012	26.79	26.9	26.81	26.95	27.69	26.22	25.81	25.6	26.8	27.16	27.03	26.87
2013	27.27	27.46	27.45	27.6	27.39	26.98	26.44	25.35	28.42	27.71	27.87	27.24
Jumlah	256.27	272.14	272.64	273.5	273.89	273.31	270.49	270.4	272.98	271.54	269.94	238.69
Rata2	25.627	27.214	27.264	27.35	27.389	27.331	27.049	27.04	27.298	27.154	26.994	23.869

Tabel 3. Data Kecepatan Angin

Bulan	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sept	Okt	Nov	Des
Tahun												
2004	2.72	2.93	2.89	2.16	1.59	1.87	2.23	2.56	2.74	2.25	2.31	2.25
2005	2.12	2.61	2.57	2.24	1.96	2	2.27	2.15	2.44	2.26	3.54	2.26
2006	2.67	2.53	2.32	2.25	1.78	1.61	1.71	2.55	2.23	2.4	3.13	0
2007	0.29	0.21	0.24	0.23	0.21	1.62	0.23	0.22	0.2	0.2	0.21	0.2
2008	0.19	0.16	0.16	0.16	0.16	0.17	0.18	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17
2009	0.21	0.2	0.16	0.16	0.16	0.17	0.18	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17
2010	0.2	0.19	0.16	0.18	0.17	0.17	0.17	0.17	0.16	0.16	0.16	0.16
2011	0.16	0.17	0.16	0.17	0.17	0.18	0.17	0.17	0.14	0.14	0.14	0.26
2012	1.79	1.7	1.63	1.52	1.48	1.43	0.41	0.44	0.45	0.64	0.27	0.61
2013	1.05	0.56	0.62	0.54	0.34	0.38	0.5	0.56	0.5	2.32	1.91	2.87
Jumlah	11.4	11.26	10.91	9.61	8.02	9.6	8.05	9.16	9.2	10.71	12.01	8.95
Rata2 (Km/Jam)	1.14	1.126	1.091	0.961	0.802	0.96	0.805	0.916	0.92	1.071	1.201	0.895
Rata2 (M/Detik)	0.32	0.31	0.30	0.27	0.22	0.27	0.22	0.25	0.26	0.30	0.33	0.25

Tabel 4. Data Penyinaran Matahari

Bulan	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sept	Okt	Nov	Des
Tahun												
2004	54.64	39.18	47.77	62.4	74.23	69.35	72.13	81.8	70.9	64.39	0	0
2005	54.64	46.71	42.48	53.83	53.35	30.34	41.99	53.83	0	37.51	47.41	16.07
2006	26.15	37.96	38.98	37.76	38.03	29.04	37.41	59.89	53.75	45.94	78.37	34.85
2007	65.37	32.54	37.94	20.97	36.62	26.24	35.92	53.41	67	69	43	58
2008	42.92	24.33	31.08	32.78	33.89	23.03	30.82	44.96	40.84	40.15	0	24.05
2009	38.47	24.72	48.62	34.97	19.84	34.3	42.89	59.86	49.48	40.15	0	24.05
2010	34.13	34.61	45.53	38.31	27.16	21.74	29.46	53.25	36.66	31.64	34.79	22.77
2011	32.69	25.38	35.65	29.24	18.37	39.47	0	60.01	53.37	51.42	39.46	29.36
2012	30.68	36.78	35.05	46.56	38.57	41.16	48.36	56.4	58.65	48.12	33.36	24.7
2013	31.23	36.34	51.17	44.34	37.24	29.87	47.75	51.81	64.01	53	39.45	18.79
Jumlah	410.92	338.55	414.3	401.2	377.3	344.5	386.7	575.2	494.6	481.3	315.8	252.6
Rata2	41.092	33.855	41.43	40.12	37.73	34.45	38.67	57.52	49.46	48.13	31.58	25.26

Besaran evapotranspirasi dihitung menggunakan metode penman sebagai berikut

a. Menghitung En

1. Menghitung radiasi matahari netto yang diserap bumi (Sn)

Radiasi matahari biasanya diukur di stasiun meteorology dengan menggunakan radiometer. Selain menggunakan alat tersebut, radiasi matahari juga dapat diukur dengan alat perekam penyinaran matahari. Untuk wilayah Indonesia banyaknya radiasi matahari yang jatuh dapat ditaksir menggunakan persamaan berikut

:

$$S_n = S_o (1-\alpha) (0,29 + 0,42 \frac{n}{N})$$

Keterangan

S_n = Radiasi matahari netto yang diserap bumi (cal./cm²/hari)

S_o = Radiasi matahari global harian yang jatuh pada permukaan horizontal tiap satuan luas di bagian luar atmosfer (cal./cm²/hari)

A = Koefisien refleksi (albedo)

N = durasi penyinaran matahari harian (%)

N = durasi penyinaran matahari maksimum yang mungkin terjadi (%)

Tabel 5. Nilai albedo

Jenis Permukaan	Albedo
Air terbuka	0,05-0,15
Batuan	0,12-0,15
Pasir	0,10-0,20
Tanah kering	0,14
Tanah basah	0,08-0,09
Hutan	0,05-0,20
Rumput	0,10-0,33
Rumput kering	0,15-0,25
Salju	0,90
Es	0,40-0,50
Tanaman	0,20

2. Menghitung radiasi matahari netto yang dipancarkan bumi (L_n)
3. Beberapa ahli telah mengembangkan suatu hubungan antara kehilangan radiasi gelombang panjang netto dan parameter meteorology di dekat permukaan tanah. Persamaannya sebagai berikut

$$L_n = \sigma T^4 (0,56 - 0,092 \sqrt{ed}) (0,1 + 0,9 \frac{n}{N})$$

Keterangan :

L_n = radiasi matahari netto yang dipancarkan permukaan bumi

(cal./cm²/hari)

σ = Konstanta Stevan-Boltzman ($1,17 \times 10^{-7}$ cal./cm²/°K⁴/hari)

T = Temperatur (°K)

e_d = Tekanan uap air di atas permukaan (mm Hg)

$e_d = (e_s.r)$

r = Kelembaban relatif (%)

n = Durasi penyinaran matahari harian (%)

Tabel 6. Tekanan uap air jenuh

Suhu (°C)	Tekanan Uap Air Jenuh (Es)
	mm Hg
10	9,20
11	9,84
12	10,52
13	11,23
14	11,98
15	12,78
16	13,63
17	14,53
18	15,46
19	16,46
20	17,53
21	18,65
22	19,82
23	21,05
24	22,27
25	23,75
26	25,31
27	26,74
28	28,32

Suhu (°C)	Tekanan Uap Air Jenuh (Es)
	mm Hg
29	30,03
30	31,82
31	33,70
32	35,66
33	37,73
34	39,90
35	42,18

3. Menghitung Radiasi Netto (Rn)

Radiasi netto yang diserap permukaan bumi merupakan selisih antara radiasi matahari netto gelombang pendek yang diterima permukaan bumi dikurangi radiasi matahari netto gelombang panjang yang dipancarkan permukaan bumi. Persamaannya sebagai berikut

$$R_n = S_n - L_n$$

Keterangan

R_n = Radiasi Netto (cal./cm²/hari)

S_n = Radiasi matahari netto yang diserap permukaan bumi
(cal./cm²/hari)

L_n = Radiasi matahari netto yang dipancarkan permukaan bumi
(cal./cm²/hari)

4. Menghitung Panas Penguapan Laten (Iv)

Selama terjadi penguapan, air menyerap energy yang disebut dengan panas penguapan laten. Panas penguapan laten tersebut diperlukan untuk penguapan, yang merupakan fungsi dari temperature. Persamaan sebagai berikut

$$I_v = 597,3 - 0,564 \cdot T$$

Keterangan :

I_v = Panas penguapan laten (cal/gr)

T = Temperatur ($^{\circ}\text{C}$)

5. Menghitung Kedalaman Penguapan (E_n)

Kedalaman air yang menguap dihitung dengan persamaan sebagai berikut

E_n = Kedalaman penguapan (cm/hari)

R_n =Radiasi netto (cal./cm²/hari)

ρ_w = Rapat massa air (gr/cm³)

I_v = Panas penguapan laten (cal/gr)

Tabel 7. Harga Rapat Massa Air (ρ_w)

Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	Rapat Massa ρ (kg/m ³)	Viskositas Dinamik μ (Nd/m ²)	Viskositas Kinematik ν (m ² /d)	Tegangan Permukaan σ (N/m)	Modulus Elastisitas K (MN/m ²)
0.0	999,9	$1,792 \times 10^{-3}$	$1,792 \times 10^{-6}$	$7,56 \times 10^{-2}$	2040
5.0	1000	1,519	1,519	7,54	2060
10.0	999,7	1,308	1,308	7,48	2110
20.0	988,2	1,005	1,007	7,36	2200
30.0	995,7	0,811	0,804	7,18	2230

40.0	992,2	0,656	0,661	7,01	2270
50.0	988,1	0,549	0,556	6,82	2300
60.0	983,2	0,469	0,477	6,68	2280
70.0	977,8	0,406	0,415	6,50	2250
80.0	971,8	0,357	0,367	6,30	2210
90.0	965,3	0,317	0,328	6,12	2160
100.0	958,4	$1,284 \times 10^{-3}$	$0,296 \times 10^{-6}$	$5,94 \times 10^{-2}$	2070

b. Menghitung evaporasi (E)

John Dalton mengusulkan persamaan evaporasi, yang dikenal dengan hukum Dalton, dimana evaporasi sebanding dengan perbedaan antara tekanan uap jenuh dan tekanan uap karena kelembaban udara. Dengan memasukkan nilai koefisien dan fungsi kecepatan angin didapatkan persamaan sebagai berikut

$$E = 0,35 (0,5 + 0,54 u) (es - ed)$$

Keterangan :

E = Evaporasi (mm/hari)

U = Kecepatan angina (m/detik)

ed = Tekanan uap air di atas permukaan (mm Hg)

es = Tekanan uap air jenuh (mm Hg)

c. Mencari β

$B = \Delta/\gamma$ yang merupakan fungsi temperature, sehingga nilai β akan ditemukan bila temperature diketahui. Nilai β dapat dilihat dalam tabel 10.

Tabel 8. Nilai β

Temperatur (°C)	$B = \Delta/\gamma$
0	0,68
5	0,93
10	1,25
15	1,66
20	2,19
25	2,86
30	3,69
35	4,73

d. Mencari Evapotranspirasi (E_t)

Penman menggabungkan metode transfer massa dan metode neraca energy untuk menghitung evaporasi. Selanjutnya evapotranspirasi diperoleh dengan menghasilkan persamaan berikut :

$$E_t = \frac{\beta E_n + E}{\beta + 1}$$

Keterangan :

E_t = Evapotranspirasi (mm/hari)

E_n = Kedalaman penguapan (mm/hari)

E = evaporasi (mm/hari)

β = Fungsi temperatur

E. Pola Tanam

Pola tanam adalah usaha penanaman pada sebidang lahan dengan mengatur susunan tata letak dan urutan tanaman selama periode waktu tertentu termasuk masa pengolahan tanah dan masa tidak ditanami selama periode tertentu. Pola tanam di daerah tropis, biasanya disusun selama satu tahun dengan memperhatikan curah hujan, terutama pada daerah atau lahan yang sepenuhnya tergantung dari curah hujan. Maka pemilihan jenis/varietas yang ditanam pun perlu disesuaikan dengan keadaan air yang tersedia ataupun curah hujan.

Macam Jenis Pola Tanam

Pola tanam terbagi dua yaitu pola tanam monokultur dan pola tanam polikultur.

1. Pola Tanam Monokultur

Pertanian monokultur adalah pertanian dengan menanam tanaman sejenis. Misalnya sawah ditanami padi saja, jagung saja, atau kedelai saja. Tujuan menanam secara monokultur adalah meningkatkan hasil pertanian. Kelebihan sistem ini yaitu teknis budidayanya relatif mudah karena tanaman yang ditanam maupun yang dipelihara hanya satu jenis. Sedangkan kelemahan sistem ini adalah tanaman relative mudah terserang hama maupun penyakit.

2. Pola Tanam Polikultur

Pola tanam Polikultur ialah pola pertanian dengan banyak jenis tanaman pada satu bidang lahan yang terusun dan terencana dengan

menerapkan aspek lingkungan yang lebih baik. Keuntungan sistem ini antara lain :

- a. Mengurangi serangan Organisme Pengganggu Tanaman (OPT), karena tanaman yang satu dapat mengurangi serangan OPT lainnya, selain itu siklus hidup hama atau penyakit dapat terputus.
- b. Menambah kesuburan tanah. Misalnya dengan menanam tanaman yang mempunyai perakaran berbeda, misalnya tanaman berakar dangkal ditanam berdampingan dengan tanaman berakar dalam, maka tanah disekitarnya akan lebih gembur.
- c. Memperoleh hasil panen yang beragam. Penanaman lebih dari satu jenis tanaman akan menghasilkan panen yang beragam. Ini menguntungkan karena bila harga salah satu komoditas rendah, dapat ditutup oleh harga komoditas lainnya.

Sistem pola tanam polikultur juga memiliki kekurangan, yaitu:

- a) Terjadi persaingan penyerapan unsur hara antar tanaman, dan
- b) OPT banyak sehingga sulit dalam pengendaliannya.

Tanaman Polikultur Terbagi Menjadi:

1. Tumpang sari (*Intercropping*), adalah penanaman lebih dari satu tanaman pada waktu yang bersamaan atau selama periode tanam pada satu tempat yang sama.

2. Tumpang gilir (*Multiple Cropping*), dilakukan secara beruntun sepanjang tahun dengan mempertimbangkan faktor-faktor lain untuk mendapat keuntungan maksimum.
3. Tanaman Bersisipan (*Relay Cropping*), merupakan pola tanam dengan menyisipkan satu atau beberapa jenis tanaman selain tanaman pokok (dalam waktu tanam yang bersamaan atau waktu yang berbeda).
4. Tanaman Campuran (*Mixed Cropping*), merupakan penanaman terdiri beberapa tanaman dan tumbuh tanpa diatur jarak tanam maupun larikannya, semua tercampur jadi satu. Lahan efisien, tetapi riskan terhadap ancaman hama dan penyakit.
5. Tanaman bergiliran (*Sequential Planting*), merupakan penanaman dua jenis tanaman atau lebih yang dilakukan secara bergiliran. Setelah tanaman yang satu panen kemudian baru ditanam tanaman berikutnya pada sebidang lahan yang sama.

F. Perkolasi

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

Pada tanah-tanah lempung berat dengan karakteristik pengelolaan (*puddling*) yang baik, laju perkolasi dapat mencapai 1-3 mm/hari. Pada tanah-tanah yang lebih ringan laju perkolasi bisa lebih tinggi. Berikut disajikan tabel harga perkolasi berbagai jenis tanah.

Tabel 9. Harga perkolasi berbagai jenis tanah

No	Macam Tanah	Perkolasi (mm/hr)
1.	<i>Sandy loam</i>	3-6
2.	<i>Loam</i>	2-3
3.	<i>Clay</i>	1-2

G. Penggantian Lapisan Air

Setelah permupukan dilakukan penjadwalan dan penggantian lapisan air menurut kebutuhan. Jika tidak ada penjadwalan, dilakukan penggantian sebanyak 2 kali, masing-masing 50 mm (atau 3,3 mm/hari selama ½ bulan) selama sebulan dan dua bulan setelah transplantasi.

H. Curah Hujan Efektif (Re)

Untuk irigasi padi curah hujan efektif diambil 70% dari curah hujan minimum tengah bulanan dengan periode ulang 5 tahun.

$$Re = 0,7 \times \frac{1}{15} R \text{ (Setengah bulanan)}_s$$

Keterangan :

Re = Curah hujan efektif (mm/hari)

R (Setengah bulanan)_s = Curah hujan minimum tengah bulanan dengan periode ulang 5 tahun (mm)

I. Kebutuhan Air di Sawah Untuk Padi

Kebutuhan total air di sawah (GFR) mencakup penyiapan lahan, penggunaan konsumtif, perkolasi dan rembesan, pergantian lapisan air. Kebutuhan bersih air di sawah (NFR) juga memperhitungkan curah hujan efektif. Efisiensi juga dicakup dalam memperhitungkan kebutuhan pengambilan irigasi.

1. Kebutuhan air total selama penyiapan lahan

Untuk perhitungan kebutuhan irigasi selama penyiapan lahan digunakan metode yang didasarkan pada laju air konstan dalam liter/detik selama periode penyiapan lahan

a. Air untuk mengganti/mengkompensasi kehilangan air

Dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$\mathbf{M = E_o + P \text{ (mm.hari)}}$$

Keterangan :

M = Kebutuhan air untuk mengganti /mengkompensasi kehilangan air

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

P = Perkolasi

b. Konstanta

Dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$\mathbf{K = M \frac{T}{S}}$$

Keterangan :

K = Konstanta

T = Jangka waktu penyiapan lahan (hari)

S = Kebutuhan air, untuk penjemuran ditambah dengan lapisan air 50 mm, yaitu $200 + 50 = 250$ mm

M = Kebutuhan air untuk mengganti / mengkompensasi kehilangan air

c. Kebutuhan air irigasi di tingkat persawahan

Dihitung dengan persamaan

$$IR = \frac{M \cdot e^K}{(e^K - 1)}$$

Keterangan :

IR = Kebutuhan air irigasi di tingkat persawahan (mm/hari)

E = Efisiensi irigasi

M = Kebutuhan air untuk mengganti/mengkompensasi kehilangan air akibat evaporasi dan perkolasi di sawah yang sudah dijemurkan

K = Konstanta

Tabel 10. Kebutuhan 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	11,5

Eo + P mm/hari	T=30 hari		T=45 hari	
	S = 250 mm	S = 300 mm	S = 250 mm	S = 300 mm
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
11,1	15,0	16,5	12,8	13,6

- d. Kebutuhan air netto selama penyiapan lahan

Dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$\mathbf{NFR = IR - Re}$$

Keterangan

NFR = Kebutuhan air netto selama penyiapan lahan

IR = Kebutuhan air irigasi di tingkat persawahan

Re = Curah hujan efektif (mm/hari)

- e. Penggunaan konsumtif

Dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut

$$\mathbf{ETc = Kc \times ETo}$$

Keterangan :

ETc = Evapotranspirasi tanaman (mm/hari)

ETo = Evapotranspirasi tanaman acuan (mm/hari)

Kc = Koefisien tanaman

f. Kebutuhan air netoo setelah penyiapan lahan

Dihitung menggunakan persamaan :

$$\mathbf{NFR = (ETc = P) - (Re + WLR)}$$

Keterangan :

NFR = Kebutuhan air netto

ETc = Evapotranspirasi tanaman (mm/hari)

P = Perkolasi (mm)

Re = Curah hujan efektif (mm/hari)

WLR = Penggantian lapisan air (mm)

Tabel 11. Harga Koefisien Tanaman Padi

Bulan	Nedeco / 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	1,30	1,10	1,05
2,5	1,35	1,30	1,10	0,95
3	1,24	0	1,05	0
3,35	1,12		0,95	
4	0		0	

Tabel 12. Harga Koefisien Tanaman Palawija

Tanaman	Jangka Tumbuh / hari	1/2 Bulan No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Kedelai	85		0,5	0,75	1,0	1,0	0,82	0,45							
Jagung	80		0,5	0,59	0,96	1,05	1,02	0,95							
Kacang Tanah	130		0,5	0,51	0,66	0,85	0,95	0,95	0,95	0,55	0,55				
Bawang	70		0,5	0,51	0,69	0,90	0,95								
Buncis	75		0,5	0,64	0,89	0,95	0,88								
Kapas	195		0,5	0,5	0,58	0,75	0,91	1,04	1,05	1,05	1,05	0,78	0,65	0,65	0,65

2. Kebutuhan air pengambilan

a. Rotasi teknis

Untuk membentuk system rotasi teknis, petak tersier dibagi-bagi menjadi beberapa golongan, sehingga tiap golongan terdiri dari petak-petak tersier yang tersebar di seluruh daerah irigasi. Petak-petak yang termasuk dalam golongan yang sama akan mengikuti pola penggarapan tanah yang sama.

Kebutuhan air total pada waktu tertentu ditentukan dengan menambahkan besarnya kebutuhan air di berbagai golongan pada waktu itu. Agar kebutuhan puncak dapat dikurangi, maka areal irigasi harus dibagi-bagi menjadi dua golongan

b. Kebutuhan pengambilan dengan rotasi teknis

Kebutuhan pengambilan pada waktu tertentu dihitung dengan menjumlah besarnya kebutuhan air semua golongan.

$$DR = NFR / (e \cdot 8,64)$$

Keterangan :

DR = Kebutuhan pengambilan

NFR = Kebutuhan bersih netto di sawah

Efisiensi irigasi :

- Saluran tersier = 1,11
- Saluran sekunder = 1,11
- Saluran Primer = 1,25

