

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi merupakan suatu bagian analisis awal dalam perencanaan bangunan air. Hal ini mempunyai pengertian bahwa informasi dan besaran yang diperoleh dalam analisis hidrologi merupakan masukan penting dalam analisis berikutnya. Hidrologi adalah salah satu aspek yang sangat penting peranannya, dimana tingkat keberhasilan suatu bangunan air dipengaruhi oleh ketelitian dalam menganalisis hidrologi. Parameter hidrologi yang sangat penting dalam perencanaan jaringan irigasi adalah curah hujan dan evapotranspirasi. Tujuan utama dari analisis hidrologi adalah untuk memahami dan memprediksi perilaku air di alam, yang sangat penting untuk berbagai aplikasi seperti pengelolaan sumber daya air, mitigasi bencana banjir, perencanaan irigasi, pengelolaan lingkungan, dan pengembangan infrastruktur.

2.1.1. Curah Hujan Rata-Rata

Ketersediaan air yang terbatas untuk keperluan pertanian masih menjadi masalah. Jumlah air maupun air irigasi belum dapat menjamin kelangsungan kebutuhan air sepanjang tahun. Usaha yang dilakukan untuk mengatasi masalah ini antara lain dengan mengembangkan sistem tata air yang efisien dan tepat. Usaha antara lain dengan perencanaan sistem jaringan irigasi yang benar dan efisien, misalnya dengan mendirikan bangunan-bangunan pengairan dan saluran-saluran serta mengatur pola tata tanam dengan mempertimbangkan berbagai faktor. Dalam hal ini besar kecilnya curah hujan yang dibutuhkan dalam mengatasi keterbatasan air sangat memegang peranan penting untuk pertanian. Untuk menentukan curah hujan rata-rata di atas areal tertentu dengan memanfaatkan data curah hujan dari beberapa titik pos penakar hujan, dapat menggunakan tiga metode yang sering digunakan yaitu Metode rata-rata Aljabar/Aritmatik, Metode polygon Thiessen dan Metode Isohyet ini.

1. Metode Rata-rata Aljabar

Perhitungan curah hujan rata-rata menggunakan cara rata-rata aljabar. Cara ini adalah perhitungan rata-rata aljabar curah hujan didalam dan disekitar daerah yang berangkutan. Cara mencari tinggi rata-rata curah hujan di dalam suatu daerah aliran dengan cara rata-rata Aljabar adalah salah satu cara yang sederhana sekali (Hartini, 2017) Biasanya cara ini dipakai pada daerah yang datar dan banyak stasiun curah hujannya, dengan anggapan bahwa di daerah tersebut sifat curah hujannya adalah sama rata (uniform distribution).

$$\frac{1}{n} = (R_1 + R_2 + \dots + R_n) \dots \dots \dots (2.1)$$

Dimana

R = Curah hujan daerah (mm)

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

R1, R2, Rn = Curah hujan ditiap titik pengamatan (mm)

2.1.2 Curah Hujan Andalan

Curah hujan andalan adalah curah hujan rerata daerah minimum untuk kemungkinan terpenuhi yang sudah ditentukan dan dapat dipakai untuk keperluan irigasi. Curah hujan andalan digunakan untuk menentukan curah hujan efektif yang merupakan curah hujan yang digunakan oleh tanaman untuk pertumbuhan. Curah hujan andalan untuk tanaman padi ditetapkan sebesar 80%, sedangkan untuk tanaman palawija sebesar 50% (Noerhayati et al., 2001). Curah hujan andalan ditentukan menggunakan rumus sebagai berikut. (Et al S., 2015) Perhitungan hujan andalan dilakukan melalui pengolahan data curah hujan bulanan yang ada dengan mengurutkan peringkat data curah hujan berdasarkan besar curah hujan rata – rata bulanan (Ramadhayanti & Helda , 2021). Lalu diperhitungkan peluang masing – masing dengan rumus:

$$P = \frac{M}{N+1} \times 100\% \dots \dots \dots (2.2)$$

Dimana :

P = Probabilitas (%)

m = nomor urut hujan

n = banyaknya data

2.1.3 Curah Hujan Efektif

Curah hujan efektif adalah curah hujan yang secara efektif dan secara langsung dipergunakan memenuhi kebutuhan air tanaman untuk pertumbuhan dari data hujan (Jonizar & Martini, 2016). Tidak semua curah hujan yang jatuh diatas tanah dapat dimanfaatkan tanaman untuk pertumbuhannya, ada sebagian yang menguap dan mengalir sebagai limpasan permukaan. Curah hujan efektif, yaitu sejumlah curah hujan yang jatuh pada suatu periode atau petak sawah semasa pertumbuhan tanaman dan dapat dipakai untuk memenuhi kebutuhannya.

Dari dua defenisi tersebut dapat disimpulkan bahwa curah hujan efektif merupakan sebagian saja dari curah hujan nyata cara menghitung curah hujan efektif adalah melalui ketentuan berikut:

1. Curah hujan yang lebih kecil atau sama dengan 5 mm/hari pada suatu hari, tidak dianggap sebagai curah hujan efektif.
2. Curah hujan antara 5-36 mm/hari perhari diperhitungkan sebagai curah hujan efektif, sedangkan curah hujan yang lebih besar dari 36 mm/hari dianggap hanya sebesar 36 mm/hari yang efektif.
3. Curah hujan yang berturut-turut setiap hari, jumlahnya diperhitungkan sebagai curah hujan efektif. Jika curah hujan diselingi satu hari tidak ada hujan, tetap dianggap sebagai curah hujan berturut-turut dan diperhitungkan sebagai curah hujan efektif. Jumlah curah hujan berturut-turut $30 + 6HH$ (HH = jumlah hari hujan yang dihitung).
4. Curah hujan yang tidak berurutan, dimana 2 hari sebelumnya dan atau 2 hari sesungguhnya tidak terjadi hujan, tidak diperhitungkan sebagai curah hujan efektif.

Kegunaan curah hujan efektif :

- a. Untuk perhitungan kebutuhan air irigasi.
- b. Untuk merencanakan sistem saluran irigasi dan drainase di lahan irigasi.

Penentuan curah hujan efektif dapat dicari dengan menggunakan tahun dasar perencanaan. Pemilihan tahun dasar perencanaan didasarkan pada teori dasar peluang peristiwa hidrologis. Peluang dinyatakan sebagai perbandingan

antara peristiwa sebenarnya terhadap jumlah peristiwa seluruhnya yang mungkin terjadi. Peluang yang dipilih dapat beragam yaitu 80%, 85%, 95% dan sebagainya.

Curah hujan efektif untuk tanaman lahan tergenang berbeda dengan curah hujan efektif untuk tanaman pada lahan kering dengan memperhatikan pola periode musim hujan dan musim kemarau. Perhitungan curah hujan efektif dilakukan atas dasar prinsip hubungan antara keadaan tanah, cara pemberian air dan jenis tanaman. Besarnya curah hujan efektif diperoleh dari pengolahan data curah hujan harian hasil pengamatan pada stasiun curah hujan yang ada di daerah irigasi/daerah sekitarnya dimana sebelum menentukan curah hujan efektif terlebih dahulu ditentukan nilai curah hujan andalan yakni curah hujan rata-rata setengah bulanan (mm/15 hari) dengan kemungkinan terpenuhi 80% dan kemungkinan tak terpenuhi 20% dengan menggunakan rumus analisis.

Apabila intensitas curah hujan yang turun rendah, maka jumlah air tersedia tidak mencukupi untuk pertumbuhan tanaman dan begitu pula sebaliknya, jika intensitas curah hujan yang turun tinggi, maka jumlah air yang tersedia cukup untuk pertumbuhan tanaman. Besarnya curah hujan efektif untuk tanaman ditentukan per 10 tahun (Noerhayanti et al., 2017). Curah hujan efektif ditentukan besarnya R80 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 R80 mempunyai kemungkinan hanya 20%.

a. Metode PU

Menurut Departemen PU KP.01-2013, Untuk irigasi pada curah hujan efektif bulanan diambil 70 persen dari curah hujan minimum tengah bulanan dengan periode ulang 5 tahun.

$$Re = 0,7 \cdot \left(\frac{1}{15}\right) \cdot R \text{ (setengah bulanan)}5 \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana

Re = Curah hujan efektif, (mm/hari)

R (setengah bulan)5 = Curah hujan minimum tengah bulanan dengan periode ulang 5 tahun (mm)

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 ET tanaman rata-rata bulanan dan curah hujan rata-rata bulanan.

Untuk Padi :

$$Re \text{ Padi} = 0,7 \times \frac{1}{30} R_{80} \dots\dots\dots (2.4)$$

Untuk Palawija :

$$Re \text{ Palawija} = 0,5 \times \frac{1}{30} R_{80} \dots\dots\dots (2.5)$$

Dimana :

Re = Curah hujan efektif (mm/hari)

R_{80} = Curah hujan dengan kemungkinan terjadi 80%

b. Metode Harza

Besaran curah hujan efektif digunakan rumus Hazra, dimana hujan efektif dihitung berdasarkan urutan dari yang terkecil (Hidayat & Empung, 2016)

$$m = \frac{n}{5} + 1 \dots\dots\dots (2.6)$$

Dimana

m = Rangking dari urutan terkecil

n = Jumlah tahun pengamatan

c. Metode Sanyu Consultant

1. Menggunakan Metode Hazen

2. Dibanding *actual record*, dengan memperhatikan ketentuan curah hujan efektif adalah sebagai berikut:

- a) Curah hujan harian < 5mm, dianggap tidak efektif untuk pertumbuhan tanaman
- b) Curah hujan harian antara 5-36 mm dianggap efektif.
- c) Curah hujan yang berturut-turut:
 - Bila < 30 mm, dianggap curah hujan efektif
 - Diselingi satu hari tidak hujan (masih dianggap curah huajn efektif).
 - Apabila curah hujan berturut-turut yang melebihi $Re = 30 + 6x$

curah hujan perhitungan $> R_e$, maka curah hujan efektif = R_e perhitungan.

- Apabila jumlah hujan berturut-turut $< R_e$ perhitungan, maka curah hujan efektif = jumlah curah hujan berturut-turut
- (Curah hujan tahunan selama ini tahun diurut dari kecil ke besar)
- (Dengan rumus diatas, maka didapat urutan curah hujan yang diambil sebagai curah hujan efektif)

d. Metode Blaney-Criddle

Metode Blaney-Criddle, besarnya suhu dan panjang hari (lama waktu penyinaran matahari) merupakan suatu masukan utama (Wang at el. , (2007)) menjelaskan bahwa metode Blaney-Criddle merupakan salah satu metode empiris yang tergolong sementara dan memiliki akurasi yang cukup baik, serta membutuhkan sedikit masukan.

Rumus:

$$ET_o = P \times (0,46T + 8) \dots \dots \dots (2.7)$$

Dimana :

ET_o = Evapotranspirasi Potensial (mm/hari)

T = Suhu rata-rata harian (°C)

P = Persen dari total waktu siang hari tahunan selama bulan tertentu (berkisar antara 0 dan 1, tergantung lintang dan bulan)

2.2 Pola Tata Tanam dan jadwal Tanam

2.2.1 Pola Tata Tanam

Pola tata tanam merupakan jadwal perencanaan mengenai tanaman yang akan ditanam pada waktu-waktu tertentu. Pola tanam merupakan cara yang terpenting dalam perencanaan tata tanam. Maksud pola tata tanam adalah untuk pengaturan waktu, tempat, jenis dan luas tanaman pada daerah irigasi, tujuan tata tanam adalah untuk memanfaatkan persediaan air irigasi seefisien mungkin, sehingga tanaman dapat tumbuh baik (Nadjamuddin et al., 2014). Untuk memenuhi kebutuhan air tanaman, penentuan pola tanam merupakan hal yang perlu dipertimbangkan. Tabel di bawah ini merupakan contoh pola tanam yang dipakai (Sari, 2019)

Untuk merencanakan sistem jaringan irigasi, maka diperlukan suatu pola tata tanam dan jadwal penanaman pada daerah yang akan dibuat jaringan irigasi. Dalam satu tahun terdapat dua kali masa tanam, yaitu musim hujan (Oktober-Maret) dan musim kemarau (April-September). Batasan waktu tersebut digunakan untuk menentukan awal penanaman padi (di musim hujan), demikian pula untuk tanaman lainnya. Untuk memenuhi kebutuhan air bagi tanaman, penentuan pola tanam merupakan hal yang perlu dipertimbangkan. Tabel dibawah ini merupakan contoh pola tanam yang dapat dipakai.

Tabel 2.1 Contoh Pola Tanam Yang Dapat Dipakai

No	Ketersediaan Air untuk Jaringan Irigasi	Pola Tanam dalam Satu Tahun
1	Tersedia air cukup banyak	Padi-Padi-Padi
		Padi-Padi-Palawija
2	Tersedia air dalam jumlah cukup	Padi-Padi-Bera
		Padi-Palawija-Palawija
3	Kurang air	Padi-Palawija-Bera
		Palawija-Padi-Bera

(Sumber: (Sari,2019))

Pola tanam ini diterapkan dengan tujuan memanfaatkan sumber daya secara optimal dan untuk menghindari resiko kegagalan. Namun yang penting persyaratan tumbuh antara kedua tanaman atau lebih terhadap lahan hendaklah mendekati kesamaan. Pola tanam di daerah tropis, biasanya disusun selama satu tahun dengan memperhatikan curah hujan, terutama pada daerah atau lahan yang sepenuhnya

tergantung dari hujan. Mekan pemilihan jenis/varietas yang ditanam pun perlu disesuaikan dengan keadaan air yang tersedia ataupun curah hujan.

Pola tanam terbagi dua yaitu pola tanam monokultur dan pola tanam polikultur. 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. Sedangkan pola tanam polikultur ialah pola pertanian dengan banyak jenis tanaman pada satu bidang lahan yang tersusun dan terencana dengan menerapkan aspek lingkungan yang lebih baik.

Dua hal pokok yang mendasari diperlukannya tata tanam adalah :

1. Persediaan air irigasi (dari sungai) di musim kemarau yang terbatas.
2. Air yang terbatas harus di manfaatkan sebaik-baiknya sehingga tiap petak mendapatkan air secukupnya sesuai jumlah yang di butuhkan.

Berdasarkan pengertian tata tanam seperti di atas, ada empat faktor yang harus diatur, yaitu:

1. Waktu

Pengaturan waktu dalam perencanaan tata tanam merupakan hal yang pokok. Sebagai contoh bila hendak mengusahakan padi rendeng pertama-tama adalah melakukan pengolahan tanah untuk pembibitan. Pada waktu mulai tanam biasanya musim hujan mulai turun sehingga persediaan air relatif kecil. Untuk menghindari hal-hal yang tidak diinginkan maka waktu penggarapan dan urutan tata tanam diatur sebaik-baiknya.

2. Tempat

Pengaturan tempat masalahnya hampir sama dengan pengaturan waktu. Dengan dasar pemikiran bahwa tanaman membutuhkan air dan persediaan air yang ada dipergunakan bagi tanaman. Untuk dapat mencapai hal itu tanaman diatur tempat penanamannya, agar pelayanan irigasi dapat lebih mudah.

3. Pengaturan Jenis Tanaman

Tanaman yang diusahakan antara lain padi, palawija dan lain-lain, tiap jenis tanaman mempunyai tingkat kebutuhan air yang berlainan. Berdasarkan hal tersebut, jenis tanaman yang diusahakan harus diatur

sedemikian rupa sehingga kebutuhan air dapat terpenuhi. Misalnya jika persediaan air sedikit diusahakan dengan menanam tanaman yang membutuhkan air relatif sedikit. Pada musim kemarau persediaan air sedikit, untuk menghindari terjadinya lahan yang tidak terpakai areal tanaman harus dibatasi luasnya dengan menanamnya palawija. Berarti sudah memanfaatkan areal dan meningkatkan produksi pangan.

4. Pengaturan Luas Tanaman

Pengaturan luas tanaman hampir sama dengan pengaturan jenis tanaman. Pengaturan pada pembatasan luas tanaman akan membatasi besarnya kebutuhan air bagi tanaman yang bersangkutan. Pengaturan ini hanya terjadi pada daerah yang airnya terbatas, misalnya jika air irigasi yang sedikit, petani hanya boleh menanam palawija.

2.2.2 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: radiasi matahari, temperatur, kelembapan, kecepatan angin. Proses terjadinya evaporasi dan transpirasi pada dasarnya akibat adanya energi yang disuplai oleh matahari baik yang diterima oleh air, tanah dan tanaman.

a. Evaporasi

Evaporasi (Ep) adalah penguapan yang terjadi dari permukaan air (seperti laut, sungai), permukaan tanah (genangan di atas tanah dan penguapan dari permukaan air tanah yang dekat dengan permukaan tanah), dan permukaan tanah (intersepsi), (Hartini, 2017). Evaporasi dipengaruhi oleh kondisi iklim terutama temperatur, kelembapan, radiasi, dan kecepatan angin serta kandungan air tanah (KAT). Perhitungan penguapan berdasarkan pendekatan Evaporasi dari permukaan tanah dan Transpirasi dari vegetasi (ET) berdasarkan penggunaan Neraca air, berikut rumus :
Evaporasi atau penguapan : $ET + P - (R+S)$(2.7)

Dimana:

- ET = Evapotranspirasi
- P = Presipitasi atau hujan
- R = Runn off
- S = Simpanan lengas

b. Transpirasi

Transpirasi (Et) adalah penguapan melalui tanaman, dimana air tanah diserap oleh akar tanaman yang kemudian dialirkan melalui batang sampai ke permukaan daun dan menguap menuju atmosfer. Semua jenis tanaman memerlukan air untuk kelangsungan hidupnya, dan setiap jenis tanaman kebutuhannya berbeda-beda. Hanya sebagian kecil air yang berada dalam tubuh tanaman, sebagian besar akan diserap lewat akar dan dahan yang ditranspirasikan lewat akar dan daun. Dalam kondisi medan (field capacity) tidak mungkin membedakan antara evaporasi dan transpirasi jika tanahnya tertutup oleh tumbuhan. Kedua proses tersebut saling berkaitan, sehingga dinamakan proses evapotranspirasi.

c. Evapotranspirasi Potensial (Metode Penman)

Evapotranspirasi potensial adalah evapotranspirasi yang mungkin terjadi pada kondisi air yang tersedia berlebihan. Faktor penting yang mempengaruhi evapotranspirasi potensial adalah tersedianya air yang cukup banyak. Jika jumlah air selalu tersedia secara berlebihan dari yang diperlukan oleh tanaman selama proses transpirasi, maka jumlah air yang ditranspirasikan relatif lebih besar dibandingkan apabila tersedianya air dibawah keperluan.

Besarnya evapotranspirasi potensial dipengaruhi oleh keadaan iklim antara lain suhu (air dan udara), kelembapan relatif, kecepatan angin, tekanan udara, sinar matahari dan lain-lain. Disamping itu terdapat faktor lain yang juga berpengaruh yaitu jenis tanaman dan kadar kelembapan tanah (banyak sedikitnya air yang

tersedia) untuk tanaman (terutama pada fase pertumbuhan) sangat menentukan besaran evapotranspirasi, bila tersedia air yang cukup. Jumlah kadar air yang hilang dalam tanah akibat proses evapotranspirasi.

Besar evaporasi potensial dapat dihitung menggunakan cara Penman modifikasi. Data yang diperlukan untuk menghitung evaporasi potensial adalah letak lintang, suhu, kecepatan angin, kecerahan matahari dan kelembaban relatif. - Suhu udara rata-rata bulanan (T)

Rumus Penman Modifikasi dipakai untuk menganalisa evapotranspirasi potensial seperti pada Persamaan (1) (Panjaitan, 2012) :

$$E_{To} = c [(W x R_n)] + (1 - W) x f(u) x (e_a - e_d \dots \dots \dots (2.8)$$

Dimana

- E_{To} = Evapotranspirasi Potensial (mm/hri)
- C = Faktor asumsi yang tergantung dari musim
- W = Koefisien Pembobotan
- R_n = Penyinaran rdiasi bersih matahari (mm/hri)
- $(1 - W)$ = Faktor Koreksi
- $f(u)$ = Fungsi dari angin relatif (km/hri)
- e_a = Tekanan uap jenuh yang tergantung dari suhu
- e_d = Tekanan uap air (mbar)

d. Evapotranspirasi Aktual

Evapotranspirasi aktual, merupakan istilah yang mengacu pada jumlah air yang benar-benar dihilangkan dari permukaan melalui proses evaporasi dan transpirasi. Oleh karena itu, ini menjelaskan pertukaran air dan energi antara tanah, permukaan tanah, dan atmosfer. Evapotranspirasi aktual sulit diukur. Tetapi ini adalah proses yang sangat penting dalam ekosistem alami. Selain itu, ini adalah komponen utama dari siklus air karena mempengaruhi keseimbangan air.

Evapotranspirasi aktual adalah evapotranspirasi yang terjadi sesungguhnya sesuai dengan keadaan persediaan air/kelembaban tanah yang tersedia. Di Indonesia, Mock pada tahun 1973, menyarankan memperkirakan E_a untuk analisa neraca air, dengan persamaan menggunakan data di Indonesia sebagai berikut (Soewarno, 2000 : 173):

$$E_a = E_{to} - E_{to} (m/20) (18 - N_r) (2-17) \dots \dots \dots (2.9)$$

Dimana

Eta = Evapotranspirasi aktual (mm/bulan)

Eto = Evapotranspirasi potensial (mm/bulan)

M = Luas kawasan tidak bervegetasi (%)

Nr = Jumlah hari hujan/bulan

2.2.3 Kebutuhan Air Tanaman

Kebutuhan air tanaman adalah kebutuhan air total yang akan diberikan pada petak-petak pertanian tingkat tersier atau ke jaringan irigasi yang merupakan kebutuhan air tanaman atau kebutuhan air untuk pengolahan tanah atau disebut juga kebutuhan air di lapangan.

Kebutuhan air untuk tanaman adalah banyaknya air yang dibutuhkan sejak masa pengolahan tanah, pertumbuhan tanaman sampai masa panen. Secara umum perkiraan banyaknya air yang dibutuhkan untuk tanaman pada suatu petak sawah meliputi:

1. Kebutuhan air untuk masa penyiapan lahan (IR)
2. Kebutuhan air untuk masa pertumbuhan (Etc).
3. Kebutuhan air untuk mengganti lapisan air (WLR)

Adapun kebutuhan bersih air di sawah untuk tanaman padi (NFR) dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$NFR = Etc + P + WLR - Re \dots \dots \dots (2.10)$$

Dimana

NFR = Kebutuhan air bersih di sawah untuk padi

Etc = Air untuk masa pertumbuhan

WLR = Air untuk mengganti lapisan air

Re = Hujan efektif

Sedangkan banyaknya air yang dibutuhkan oleh tanaman palawija dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$NFR = Etc + P - Re + WLR \dots \dots \dots (2.11)$$

Kebutuhan air tanaman (ET crop) didefinisikan sebagai kedalaman (atau jumlah) air yang dibutuhkan untuk memenuhi kehilangan air melalui evapotranspirasi. Dengan kata lain, jumlah air yang dibutuhkan berbagai tanaman untuk tumbuh optimal. Kebutuhan air tanaman selalu mengacu pada tanaman yang ditanam dalam kondisi optimal, yaitu tanaman seragam, aktif

tumbuh, menaungi tanah sepenuhnya, bebas penyakit, dan kondisi tanah yang mendukung (termasuk kesuburan dan air). Dengan demikian, tanaman mencapai potensi produksi penuhnya pada lingkungan tertentu.

Kebutuhan air tanaman terutama bergantung pada:

- **Iklm**
Iklm cerah dan panas, tanaman membutuhkan lebih banyak air perhari dibandingkan di iklim berawan dan sejuk.
- **Jenis Tanaman**
- Tanaman seperti jagung atau tebu membutuhkan lebih banyak air dibandingkan tanaman seperti millet atau sorgum.
- **Tahap Pertumbuhan Tanaman**
- Tanaman yang sudah dewasa membutuhkan lebih banyak air dibandingkan tanaman yang baru ditanam.

Kebutuhan air tanaman sebagai pengganti konsumtif ditentukan oleh koefisien tanaman dan evaporasi potensial, yaitu dalam hubungan:

$$ET_c = k \times E_{t_o} \dots\dots\dots(2.12)$$

Dimana

- ET_c = Evaporasi sebenarnya
- k = Koefisien tanaman
- E_{t_o} = Evapotranspirasi potensial

2.2.4 Kebutuhan Air Di Sawah

Menurut Departemen PU KP.01-2013, besarnya kebutuhan air di sawah tergantung dari jenis tanaman, yang diperoleh dengan persamaan berikut :

1. Untuk tanaman padi

$$NFR = E_{t_c} + WLR + P - RE \text{ padi} \dots\dots\dots(2.13)$$

2. Untuk tanaman palawija

$$NFR = E_{t_c} - RE \text{ palawija} \dots\dots\dots(2.14)$$

Dimana

- NFR = Kebutuhan air di sawah (lt/dt/ha)
- E_{t_c} = Kebutuhan air tanaman (mm/hari)
- WLR = Kebutuhan air untuk pembibitan (mm/hari)

- P = Perkolasi (mm/hari)
RE = Curah hujan efektif (mm)

2.3 Jadwal Tanam

Tujuan penyusunan jadwal tanam adalah agar air yang tersedia (dari sungai) dapat dimanfaatkan dengan efektif untuk irigasi, sesuai dengan jumlah yang dibutuhkan tiap lahan. Pada musim kemarau, kekurangan jumlah air dapat diatasi dengan mengatur pola tata tanam sesuai tempat, jenis tanaman dan luas lahan. Penentuan jadwal tata tanam harus disesuaikan dengan jadwal penanaman yang ditetapkan dalam periode musim hujan dan musim kemarau. Penerapan jadwal tanam yang tepat dapat menjadi salah satu upaya pemanfaatan lahan yang semakin berkurang (Mila Safitri & Dwi Yulianto, 2019) Jadwal tanam merupakan sebuah upaya yang harus diterapkan dengan memperhatikan beberapa aspek, diantaranya umur tanaman, iklim, dan perlakuan. Saat ini petani menetapkan jadwal pola tanam masih mengacu pada kebiasaan turun temurun dari para leluhur petani antara lain berdasarkan bulan dan terjadinya musim hujan serta musim kemarau.

Jadwal tanam yang ditetapkan menjadi kurang optimal karena tanpa mempertimbangkan beberapa aspek dapat menyebabkan beberapa masalah hingga resiko gagal panen akibat kegagalan prediksi. Informasi yang akurat dari teknologi yang memadai sangat diperlukan dalam penentuan jadwal tanam agar diperoleh hasil produksi yang optimal dan juga dapat meminimalisir kendala yang akan terjadi pada saat proses penanaman, pemeliharaan, hingga pemanenan. Jadwal tanam di lahan kering sangat ditentukan oleh kondisi curah hujan bulanan pada suatu wilayah, sehingga dapat berpengaruh pada proses perubahan masyarakat dan kebiasaan petani dalam melakukan usaha tani (Dwiratna et al, 2013).

2.4 Kebutuhan Air Irigasi

Kebutuhan air irigasi adalah jumlah air yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan evapotranspirasi, kehilangan air dan kebutuhan air untuk tanaman dengan memperhatikan jumlah air yang diberikan oleh alam melalui hujan dan kontribusi air tanah. Menurut Departemen PU KP.01-2013, Kebutuhan air air

irigasi ditentukan oleh beberapa faktor, seperti evapotranspirasi, curah hujan efektif, penyiapan lahan, penggunaan konsumtif, perkolasi dan pergantian lapisan air.

- a. Evapotranspirasi merupakan proses di mana air hilang menuju atmosfer dari tanah dan tumbuhan. Proses ini terjadi ketika matahari bersinar pada siang hari, menyebabkan air menguap dari permukaan tanah dan tumbuhan. Metode yang digunakan untuk menghitung evapotranspirasi adalah metode penman yang dimodifikasi oleh FAO (Rahman, 2021). ET_0 adalah kondisi evaporasi berdasarkan keadaan-keadaan meteorologi seperti:

- Temperatur
- Sinar matahari atau radiasi
- Kelembapan
- Angin

Besarnya evapotranspirasi dihitung dengan metode penman yang telah di modifikasi dengan rumus :

$$Eto = C (W.Rn + (1 - W).f (u) (ea - ed).....(2.15)$$

Dimana

Eto = Evapotranspirasi tanaman (mm/hari)

C = Faktor peyesuaian kondisi cuaca akibat siang dan malam

W = Faktor pembobotan yang mempengaruhi dari temperatur dan ketinggian tempat

Rn = Radiasi penyinaran matahari (mm/hari)

$(1-w)$ = Faktor bobot yang di pengaruhi oleh angin dan kelembapan

$F(u)$ = Fungsi kecepatan angin

Ea = Tekanan uap jenuh tergantung dari temperatur

$(ea-ed)$ = Selisih tekanan uap jenuh dan aktual pada temperatur rata-rata udara.

- b. Curah Hujan Efektif

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

$$Re = 0.7 \times \frac{1}{15} \cdot R \dots \dots \dots (2.16)$$

Dimana

Re = Curah hujan efektif (mm/hari)

R(setengah bulan)5 = curah hujan minimum tengah bulanan dengan periode ulang tahun / mm

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

Untuk padi

$$Re \text{ Padi} = (R80 \times 0,7) / \text{periode pengamatan} \dots \dots \dots (2.17)$$

Untuk Palawija

$$Re \text{ palawija} = (R80 \times 0,5) / \text{periode pengamatan} \dots \dots \dots (2.18)$$

Dimana

Re = Curah hujan efektif (mm/hari)

R80 = curah hujan dengan kemungkinan terjadi sebesar 80%

c. Penggunaan konsumtif

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

$$Etc = Kc \cdot ETo \dots \dots \dots (2.19)$$

Dimana

Etc = Evapotranspirasi tanaman

Kc = koefisien tanaman

ETo = evapotranspirasi potensial (mm/hari)

Koefisien tanaman diberikan untuk menghubungkan ETo dengan Etc dan dipakai dalam rumus penman.

Tabel 2.2 Harga-harga Koefisien Tanaman Padi

Bulan	<i>Nedecol/prosida</i>		FAO	
	Varietas ² Biasa	Varietas ³ Unggul	Varietas Biasa	Varietas Unggul
0,5	1,20	1,20	1,10	1,10
1,0	1,20	1,27	1,10	1,10
1,5	1,32	1,33	1,10	1,05
2,0	1,40	1,30	1,10	1,05
2,5	1,35	1,30	1,10	0,95
3,0	1,24	0	1,05	0
3,5	1,12		0,95	
4,0	0 ⁴		0	

(Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, 2013)

Tabel 2.3 Harga Koefisien Tanaman Jagung

Tanaman	Jangka Tumbuh/hari	$\frac{1}{2}$ 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	197		0,5	0,50	0,58	0,75	0,91	1,04	1,05	1,05	1,05	0,78	0,65	0,65	0,65

(Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, 2013)

d. Perkolasi dan rembesan

Perkolasi adalah gerakan air ke bawah dari zona tidak jenuh, yang tertekan diantara permukaan tanah sampai ke permukaan air tanah (zona jenuh). Daya perkolasi (P) adalah laju perkolasi maksimum yang dimungkinkan, yang besarnya dipengaruhi oleh kondisi tanah dalam zona tidak jenuh yang terletak antara permukaan tanah dengan permukaan air tanah. Pada tanah-tanah lempung berat dengan karakteristik pengolahan (puddling) yang baik, laju perkolasi dapat mencapai 1-3 mm/ hr. Pada tanah-tanah yang lebih ringan laju perkolasi bisa lebih tinggi (Langoy, 2016)

Tabel 2.4 Harga Perkolasi dan Berbagai Jenis Tanah

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

e. Pengganti Lapisan air

Penggantian lapisan air dilakukan setelah pemupukan. Penggantian lapisan air dilakukan menurut kebutuhan. Jika tidak ada penjadwalan semacam itu, lakukan penggantian sebanyak 2 kali, masing-masing 50 mm (atau 3,3 mm/hr selama 1/2 bulan) selama sebulan dan dua bulan setelah transplantasi

2.4.1 Kebutuhan Air Irigasi Untuk Tanaman

Kebutuhan air irigasi untuk tanaman adalah jumlah air total yang akan diberikan pada petak sawah dari jaringan irigasi. Besarnya kebutuhan air di petak sawah dipengaruhi oleh banyaknya air yang dibutuhkan untuk pengolahan tanah dan pertumbuhan tanaman (Jiwa Osly, 2019). Suatu pertumbuhan tanaman sangat dibatasi oleh ketersediaan air yang di dalam tanah. Kekurangan air akan mengakibatkan terjadinya gangguan aktifitas fisiologis tanaman, sehingga pertumbuhan tanaman akan terhenti (Sari, 2019)

- a. Kebutuhan air bersih di sawah untuk padi adalah :

$$NFR = Etc + P + WLR - Re \dots\dots\dots(2.20)$$

Dimana

NFR = Netto field water requiment, kebutuhan air bersih di sawah (mm/hari)

Etc = Evapotranspirasi tanaman (mm/hr)

P = perkolasi (mm/hr)

WLR = Penggantian lapisan air (mm/hr)

Re = Curah hujan efektif (mm/hr)

- b. Kebutuhan air Irigasi untuk padi

$$IR = \frac{NFR}{e} \cdot R \dots\dots\dots(2.21)$$

Dimana

IR = Kebutuhan air Irigasi (mm/hari)

E = Efisiensi irigasi secara keseluruhan

Kebutuhan air Irigasi untuk Palawija

$$IR = \frac{Etc - Re}{e} \dots\dots\dots(2.22)$$