

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Irigasi

Irigasi adalah kegiatan-kegiatan yang bertalian dengan usaha mendapatkan air untuk mengairi sawah, ladang, perkebunan dan lain-lain usaha pertanian. Usaha tersebut terutama menyangkut pembuatan sarana dan prasarana untuk membagikan air ke sawah-sawah secara teratur dan membuang kelebihan yang tidak diperlukan lagi untuk memenuhi kebutuhan pertanian (Sudjarwadi, 1979 dalam Imron, 2012). Pengertian lain dari irigasi adalah penambahan kekurangan kadar air tanah secara buatan yaitu dengan memberikan air secara sistematis pada tanah yang diolah. Kebutuhan air irigasi untuk pertumbuhan tergantung pada banyaknya atau tingkat pemakaian dan efisiensi jaringan irigasi yang ada (Kartasaputra, 1991 dalam Imron, 2012).

Jaringan irigasi merupakan prasarana irigasi yang terdiri atas bangunan dan saluran air beserta pelengkapannya. Jaringan irigasi dapat dibedakan antara jaringan utama dan jaringan tersier. Jaringan irigasi utama meliputi bangunan-bangunan utama yang dilengkapi dengan saluran pembawa. Saluran pembuang dan bangunan pengukur. Jaringan irigasi tersier merupakan jaringan irigasi di petak tersier, beserta bangunan pelengkap lainnya yang berada di petak tersier (Kartasaputra, 1991 dalam Imron 2012).

Berdasarkan letak dan fungsinya saluran irigasi teknis dibedakan menjadi beberapa jenis antara lain :

1. Saluran primer (saluran induk) yaitu saluran yang langsung berhubungan dengan saluran bendungan yang fungsinya untuk menyalurkan air dari waduk ke saluran lebih kecil.
2. Saluran sekunder yaitu cabang dari saluran primer yang membagi saluran induk kedalam saluran yang lebih kecil (tersier).
3. Saluran tersier yaitu cabang dari saluran sekunder yang langsung berhubungan dengan lahan atau menyalurkan air ke saluran – saluran kwarter.
4. Saluran kwarter yaitu cabang dari saluran tersier dan berhubungan langsung dengan lahan pertanian.

Irigasi merupakan bangunan air yang berupa dan berfungsi menyalurkan air dari bendung ke petak secara periodik, guna mencukupi kebutuhan air bagi tanaman di petak sawah. Tujuan irigasi secara langsung adalah membasahi tanah agar dicapai suatu kondisi tanah yang baik untuk pertumbuhan tanaman dalam hubungannya presentase kandungan air dan udara diantara butir – butir tanah. Pemberian air dapat juga mempunyai tujuan sebagai pengangkut bahan – bahan pupuk untuk perbaikan tanah. Secara tidak langsung pemberian air dapat menunjang usaha pertanian melalui berbagai cara, antara lain :

1. Mengatur suhu tanah, misalnya pada suatu daerah suhu tanahnya terlalu tinggi dan tidak sesuai untuk pertumbuhan tanaman maka suhu tanah dapat disesuaikan dengan cara mengalirkan air yang bertujuan merendahkan suhu tanah.

2. Membersihkan tanah, dilakukan pada tanah yang tidak subur akibat adanya unsur – unsur racun dalam tanah. Salah satu usaha misalnya penggenangan air di sawah untuk melarutkan unsur – unsur berbahaya tersebut kemudian air genangan di alirkan ke tempat pembuangan.
3. Memberantas hama, sebagai contoh penggenangan maka liang tikus bisa direndam maka tikus keluar, lebih mudah di basmi.
4. Mempertinggi permukaan air tanah, misalnya melalui perembesan dinding – dinding saluran, permukaan tanah dapat dipertinggi dan memungkinkan tanaman untuk mengambil melalui akar-akar meskipun permukaan tidak di basahi.
5. Membersihkan air kotak, misal dengan prinsip pengenceran karena tanpa pengenceran tersebut air kotor dari kota akan berpengaruh sangat jelek bagi pertumbuhan tanaman.
6. Koltamasi, yaitu menimbun tanah-tanah rendah dengan jalan mengalirkan air berlumpur dan akibat endapan lumpur tanah rendah tersebut menjadi cukup tinggi sehingga genangan akan terjadi selanjutnya tidak terlampaui dalam kemudian dimungkinkan usaha pertanian.

B. Siklus Hidrologi

Daur atau siklus hidrologi adalah gerakan air laut ke udara, yang kemudian jatuh ke permukaan tanah lagi sebagai hujan atau bentuk presipitasi lain, dan

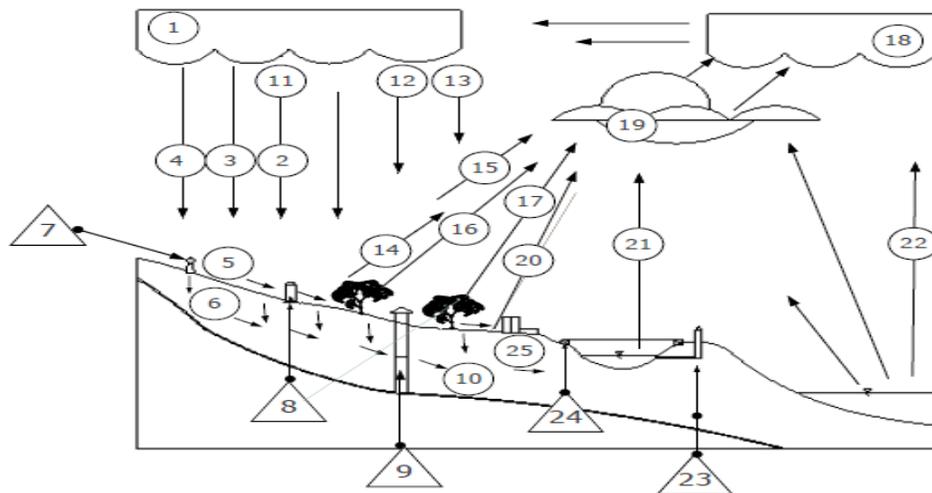
akhirnya mengalir ke laut kembali. Susunan secara siklis peristiwa tersebut sebenarnya tidaklah sesederhana yang kita gambarkan (Soemarto, 1986).

Yang pertama daur tersebut dapat merupakan daur pendek, yaitu misalnya hujan yang jatuh di laut, danau atau sungai yang segera dapat mengalir kembali ke laut.

Kedua, tidak adanya keseragaman waktu yang diperlukan oleh suatu daur. Pada musim kemarau kelihatannya daur berhenti sedangkan dimusim hujan berjalan kembali.

Ketiga, intensitas dan frekwensi daur tergantung pada keadaan geografi dan iklim, yang mana hal ini merupakan akibat adanya matahari yang berubah-ubah letaknya terhadap meridian bumi sepanjang tahun (sebenarnya yang berubah-ubah letaknya adalah planet bumi terhadap matahari).

Keempat, berbagai bagian daur dapat menjadi sangat kompleks, sehingga kita hanya dapat mengamati bagian akhirnya saja dari suatu hujan yang jatuh di atas permukaan tanah dan kemudian mencari jalannya untuk kembali ke laut. Siklus hidrologi selengkapnya dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Siklus Hidrologi (Sosrodarsono, 2006 dalam Imron, 2012).

Keterangan Gambar 2.1 adalah sebagai berikut:

- | | |
|---------------------------------------|-------------------------------------|
| 1. Awan dan uap air di udara | 16. Evapotranspirasi |
| 2. Hujan | 17. Transpirasi |
| 3. Hujan es | 18. Awan dan uap air |
| 4. Salju | 19. Evaporasi |
| 5. Limpasan permukaan | 20. Evaporasi dari tanah |
| 6. Perkulasi | 21. Evaporasi dari sungai dan danau |
| 7. Alat ukur salju | 22. Evaporasi dari laut |
| 8. Alat ukur hujan | 23. Pengamatan debit |
| 9. Sumur pengamatan | 24. Pengamatan kualitas air |
| 10. Air tanah | 25. Pengamatan evaporasi |
| 11. Presipitasi | |
| 12. Salju yang mencair | |
| 13. Lain-lain | |
| 14. Intersepsi | |
| 15. Evaporasi hujan yang sedang jatuh | |

C. Cuaca dan Rancangan Irigasi (Irrigation Plan)

1. Kebutuhan data meteorologi dan data hidrologi

Untuk menetapkan rancangan irigasi, diperlukan survai dan penyelidikan berturut-turut sebagai berikut:

a. Data meteorologi:

Untuk penentuan tahun/periode dasar bagi rancangan irigasi harus dikumpulkan data curah hujan dengan waktu sepanjang mungkin, curah hujan efektif, banyaknya hari-hari kering untuk periode irigasi dan lain-lain. Disamping data curah hujan, penyelidikan evapotranspirasi, kecepatan angin, arah angin, suhu udara, jumlah jam penyinaran matahari, kelembaban dan lain-lain.

Data curah hujan dan evapotranspirasi harus dihitung sebagai data lima hari, sepuluh hari, sebulan atau satu periode irigasi sesuai dengan tujuan dan kebutuhan. Jika tidak terdapat data curah hujan yang cukup didalam daerah yang akan direncanakan, maka harus dikumpulkan data dari tiga atau lebih tempat-tempat pengukuran di sekeliling daerah yang akan direncanakan ini. Kemudian diadakan perhitungan curah hujan daerah (*areal rainfall*) dengan cara Thiessen.

b. Penyelidikan debit sungai:

Data hidrologi dari sungai yang menjadi sumber utama air untuk irigasi harus diselidiki/dikumpulkan lebih dari 10 tahun, terutama data debit air biasa/normal, debit air rendah, debit air musim kering dan lain-lain. Data-data tersebut perlu ditetapkan dengan mengadakan pengukuran aliran sungai minimum selama 1 tahun.

c. Survai air tanah:

Jika diperkirakan bahwa air tanah itu dapat dipergunakan sebagai sumber air untuk irigasi, maka perkiraan variasi bulanan dari volume air tanah yang ada itu harus didahului oleh survai geologi dan observasi selama 1 tahun dari muka air tanah.

2. Rancangan irigasi dan curah hujan

Hal pertama untuk penetapan rancangan irigasi, yaitu harus menentukan luas daerah irigasi beserta cara irigasi yang akan direncanakan. Cara irigasi ditentukan oleh jenis tanaman, cara pengolahan dan lain-lain. Langkah selanjutnya adalah sebagai berikut:

- a. Menentukan keperluan airnya
- b. Mempelajari air yang akan disalurkan/digunakan
- c. Menetapkan sumber air yang cocok beserta cara penyalurannya

Penentuan tahun dasar (*basic year*) untuk perancangan adalah hal yang sangat penting sekali untuk menyusun rancangan tersebut. Tahun dasar untuk perancangan ini diperlukan untuk menentukan besarnya kemungkinan tahun kering yang diperhitungkan dalam membuat rancangan dengan memperhatikan efek ekonomi dan lain-lain. Jadi akhirnya yang dipelajari adalah hubungan antara rancangan irigasi dan hujan.

Penentuan tahun dasar untuk perancangan ini adalah berbeda-beda menurut faktor-faktor yang menentukan unsur-unsur dalam rancangan irigasi (misalnya curah hujan tahunan digunakan untuk penentuan keperluan air, banyaknya hari kering untuk penentuan besarnya waduk). Sebagai contoh di Jepang diambil tahun kering yang terjadi sekali dalam sepuluh tahun yang menjadi tahun dasar.

Keperluan air adalah dasar untuk penentuan besarnya konstruksi-konstruksi pengambilan air dan saluran-saluran. Keperluan air yang digunakan dalam tahun dasar untuk perancangan disebut keperluan air perencanaan (*design water requirement*). Untuk menentukan kapasitas waduk, diperlukan data mengenai besarnya keperluan air, tingkat pertumbuhan padi selama periode irigasi dan untuk menentukan besarnya konstruksi-konstruksi pengambilan air dan saluran diperlukan air maksimum (*maximum water requirement*).

Curah hujan efektif yang digunakan di Jepang misalnya, untuk tanaman padi diambil 80% dari curah hujan harian antara 5 mm-80 mm.

Daerah perladangan diambil 80% dari curah hujan harian dari 5mm sampai sekali jumlah pemberian air. Air yang tersedia adalah air yang ada di sungai-sungai, waduk-waduk, dan yang ada di daerah yang mempunyai mata air dan lain-lain. Kehilangan air adalah kehilangan yang disebabkan oleh penyaluran, biasanya disaluran induk kehilangan air sebesar 5%, di saluran sekunder dan seterusnya sebesar 10%, sehingga jumlah kehilangan totalnya sekitar 15%.

Penentuan sumber pengambilan air umumnya menggunakan beberapa cara, yaitu:

- 1) Data debit sungai selama 10 tahun terakhir, pada titik yang ditentukan harus dikumpulkan. Jika tidak terdapat data untuk jangka waktu yang panjang, maka data debit ini harus diperkirakan dengan cara analisa dan lain-lain berdasarkan data curah hujan yang ada.
- 2) Menentukan debit sungai yang tersedia setiap 5 atau 10 hari.
- 3) Menentukan keperluan air total pada titik pengambilan sumber air
- 4) Menghitung selisih antara debit sungai yang tersedia dengan keperluan air total, setelah itu diselidiki hasilnya yang akan digunakan sebagai penentuan tahun dasar perancangan.
- 5) Tahun dasar untuk perancangan yang ditentukan dari butir keempat diatas, harus dihitung dengan menggunakan neraca air (perhitungan penampungan dan penyaluran air) dengan menggunakan data debit yang tersedia beserta data air perencanaan setiap 5 atau 10 hari, sehingga dapat diadakan evaluasi apakah air yang tersedia mencukupi atau tidaknya. Jika air yang tersedia tidak mencukupi, maka perlu diadakan penyelidikan mengenai kemungkinan pembangunan waduk di bagian hulu, dari sungai yang dapat menampung air rentang waktu yang kering.

D. Metode Perhitungan Evapotranspirasi

Beberapa metode untuk menghitung Evapotranspirasi yang umumnya digunakan adalah sebagai berikut:

1. Metode Pan Evaporasi

Evaporasi dapat diukur dengan alat seperti *Atmometer Piche*, *Atmometer Living Stone* dan Pan evaporasi. Ukuran alat Pan evaporasi U.S.A, Standar (*the class a evaporation pan*) berbentuk lingkaran dengan diameter 121 cm dan dalamnya 25,50 cm. Pan evaporasi ini biasanya ditempatkan pada stasiun klimatologi dan dicatat setiap hari berkisar pukul 07.00 pagi, alat ini di letakan rangka kayu setinggi 15 m dari permukaan tanah agar turbulensi angin yang berpengaruh terhadap rata-rata penguapan dapat dikurangi. Adapun jenis Pan evaporasi ini mempunyai koefisien (C) 0,60 dan 0,80. Untuk memasukan massa air dibuat jenis Pan yang lain yaitu "*floting pan*" alatnya sama dengan class a pan evaporasi tetapi di pasang di waduk, danau tempat genangan air yang lain untuk koefisien (C) alat ini besarnya 0,80.

Dari hasil pengamatan di lapangan biasanya angka penguapan pada pan evaporasi lebih besar dari penguapan sebenarnya, sehingga angka yang di dapat dari pengukuran harus dikalikan koefisien yang disesuaikan dengan kondisi iklim setempat. Perbedaan ini di sebabkan oleh faktor-faktor sebagai berikut:

- a. Pada Pan evaporasi tidak ada gelombang karena turbulensi udara diatas air panci lebih kecil dari danau atau waduk.
- b. Terjadinya pertukaran panas antara Pan evaporasi dengan tanah, air dan udara disekitarnya.
- c. Kemampuan menyimpan panas berbeda antara Pan evaporasi dan danau.
- d. Ada tambahan radiasi matahari pada sistem Pan evaporasi.
- e. Pengaruh panas, kelembaban, angin akan berbeda antara permukaan kecil dan besar.

2. Metode Penman

Daerah dimana tersedia data temperatur udara, kelembaban relatif, kecepatan angin, lama penyinaran matahari dan radiasi matahari, dianjurkan menggunakan perhitungan evaporasi dengan metode Penman, dimana metode ini lebih teliti apabila dibandingkan dengan metode lain, karena menggunakan variabel meteorologi yang lebih lengkap. Aslinya metode Penman (1948) dihasilkan dari percobaan untuk memperkirakan evaporasi permukaan air, kemudian dikembangkan untuk menghitung kehilangan air pada tanaman akibat transpirasi yaitu dengan cara mengalikan faktor tanaman (C) dengan evaporasi. Dari hasil perhitungan tersebut diperoleh nilai evapotranspirasi. Metode Penman terdiri dari 2 metode yaitu :

a. Metode Penman Modifikasi

Food and agriculture organization of the united nation (FAO), pada buku pedoman untuk memprediksi kebutuhan air untuk tanaman (*guidelines for predicting crop water requirments*) tahun 1977, telah sedikit memodifikasi persamaan Penman untuk perhitungan penetapan nilai evapotranspirasi (ET_o), termasuk revisi bagian fungsi kecepatan angin. Metode ini membutuhkan data rata-rata iklim harian, kondisi cuaca sepanjang siang dan malam hari yang diperkirakan mempunyai pengaruh terhadap evapotranspirasi.

Prosedur untuk perhitungan evapotranspirasi terlihat lebih komplikasi dikarenakan rumus persamaannya berisi komponen yang dibutuhkan derivasi data pengukuran yang berhubungan dengan iklim. Namun demikian apabila tidak ada data pengukuran, dapat dilakukan langkah perhitungan dengan menggunakan variabel-variabel yang ada. Sebagai contoh apabila suatu tempat tidak ada data pengukuran langsung *net radiation* (R_n), variabelnya dapat dipenuhi dari data pengukuran radiasi matahari, lama penyinaran matahari atau observasi awan, bersamaan dengan pengukuran *humidity* dan temperatur udara.

b. Metode Penman Monteith

Pada tahun 1948, Penman telah mengkombinasikan keseimbangan energi dengan metode transfer massa, kemudian diturunkan untuk menghitung evaporasi dari permukaan air berdasarkan pencatatan data klimatologi. Selanjutnya persamaan Penman dikembangkan oleh para peneliti untuk menghitung evaporasi permukaan tanaman dengan mempertimbangkan faktor-faktor resistensi.

Faktor-faktor resistensi ini dapat dibedakan antara faktor resistensi permukaan terhadap radiasi dan resistensi aerodinamis. Resistensi permukaan (R_s) menerangkan resistensi aliran uap melalui stomata daun, total luas dedaunan dan luas permukaan tanah. Resistensi aerodinamis (r_a) menerangkan resistensi dari vegetasi ke atas dan termasuk gesekan aliran udara di atas permukaan vegetasi. Walaupun proses perubahan pada lapisan vegetasi lebih kompleks, ini dapat diterangkan secara utuh oleh dua faktor resistensi. Misalnya, korelasi yang baik akan dapat dicapai antara pengukuran dan perhitungan evapotranspirasi khususnya pada permukaan rumput yang seragam.

3. Metode Thornthwaite Mather

Apabila suatu daerah hanya mempunyai data temperatur udara saja, maka perhitungan evaporasi dapat dihitung dengan metode Thornthwaite Mather walaupun hasilnya sangat kasar, karena variabel iklim lainnya tidak diperhitungkan. Metode Thornthwaite Mather ini biasanya digunakan untuk perhitungan neraca air sebagai fungsi meteorologis untuk evaluasi ketersediaan air di suatu wilayah terutama untuk mengetahui kapan terjadi surplus dan defisit air. Rumus ini diturunkan dari hasil percobaan Dr. Thornthwaite, berdasarkan data temperatur udara rata-rata bulanan yang diterapkan pada tanaman-tanaman rendah sehingga menghasilkan evapotranspirasi potensial.

4. Metode Blaney- Criddle

Metode Blaney-Criddle disarankan digunakan pada daerah dimana data klimatologi yang tersedia juga hanya temperatur udara saja, seperti halnya metode Thornthwaite. Pada dasarnya metode Blaney-Criddle (1950) untuk mengukur kebutuhan air konsumtif bagi tanaman yang diairi.

5. Metode Truc-Langbein-Wundt

Apabila stasiun klimatologi hanya mempunyai data temperatur udara dan hujan saja, maka untuk menghitung evaporasi daerah sekitarnya dapat digunakan metode pendekatan Truc-Langbein-Wundt, dimana metode ini dihasilkan dari percobaan neraca air pada 254 daerah aliran sungai.

6. Metode Hargreave's

Hargreave's menganjurkan pemakaian *Class A Evaporation Pan* sebagai indeks iklim untuk perhitungan pendekatan evapotranspirasi aktual, akan tetapi *Class A Evaporation Pan* evaporasi pan ini tidak selalu terdapat di beberapa daerah maka Hargreave's mengembangkan rumus empiris yang dianggap sama dengan *Class A Evaporation Pan*.

7. Metode Chirtiansen

Persamaan Chirstiansen dikembangkan dari korelasi antara pengukuran Pan Evaporasi dengan data klimatologi pada tempat yang lokasinya berbeda. Persamaan Chistiansen bukanlah merupakan persamaan yang dihasilkan dari perhitungan analitis, tetapi dihasilkan dari percobaan lapangan.

Kebutuhan data meteorologi untuk setiap metode perhitungan evapotranspirasi dapat dilihat pada Tabel 2.1. Dalam Tabel 2.1 tersebut simbol (√) menandakan kebutuhan data yang harus diukur.

Tabel 2.1 Data Meteorologi Untuk Perhitungan Evaporasi dan Evapotranspirasi

No	Metode	Temperatur	humidity	kecepatan angin	sunshine	radiasi	evaporasi	hujan
1	Pan evaporasi	-	-	-	-	-	-	√
2	Penman	√	√	√	√	√	-	-
3	Thornthweite	√	-	-	-	-	-	-
4	Blaney-Criddle	√	-	-	-	-	-	-
5	Turc Langbein Wund	√	√	-	-	-	-	√
6	Hargreaves	√	√	√	√	-	-	-
7	Christiansen	√	√	√	√	-	-	-

Sumber: Hadisusanto, 2011 dalam Imron, 2012

E. Hasil Penelitian Terdahulu

Penelitian sejenis mengenai kebutuhan dan ketersediaan air pada jaringan irigasi sebelumnya pernah ditulis oleh Imron (2012) dengan judul Kajian Kebutuhan dan Ketersediaan Air Pada Jaringan Irigasi Karangasem. Hasil penelitian tersebut adalah sebagai berikut:

1. Kebutuhan air yang meliputi :
 - a. Nilai Evapotranspirasi (Eto) terbesar bulan Oktober sebesar 5,474 mm/hari sedangkan nilai Eto terkecil pada bulan Juni sebesar 3,392 mm/hari.
 - b. *Consumptive use* (Etc) untuk tanaman Padi pada awal masa tanam (penyiapan lahan) merupakan nilai Etc terbesar mendekati masa panen nilai Etc akan menurun. Nilai Etc untuk tanaman Padi terbesar pada ½ bulan ke 1 dan 2 bulan November sebesar 12,82 mm/hari sedangkan nilai Etc untuk tanaman Palawija terbesar pada ½ bulan ke 2 bulan Oktober sebesar 5,39 mm/hari.
 - c. Curah hujan setengah bulanan rata-rata terbesar pada ½ bulan ke 1 dan 2 bulan Desember sebesar 340,00 mm/hari sedangkan curah hujan setengah bulanan rata-rata terkecil pada ½ bulan ke 1 dan 2 bulan Agustus sebesar 4,80 mm/hari.
 - d. Kebutuhan air total terbesar pada ½ bulan ke 1 dan 2 bulan November sebesar 3,14 m³/dtk, sedangkan kebutuhan air total terkecil pada ½ bulan ke

2 bulan Februari dan ½ bulan ke 2 bulan Juni serta ½ bulan ke 1 bulan Juli sebesar 0,00 m³/dtk.

2. Ketersediaan debit setengah bulanan rata-rata di intake per bulan terbesar pada ½ bulan ke 1 bulan Februari sebesar 11,82 m³/dtk sedangkan terkecil pada ½ bulan ke 1 pada bulan Oktober sebesar 1,51 m³/dtk .
3. Dengan pola tanam Padi-Padi (Varietas unggul FAO) – Palawija (Jagung), kebutuhan air di Daerah Irigasi Pijenan masih dapat dilayani dengan ketersediaan air yang ada.