

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Rawa

Secara tata bahasa Indonesia rawa didefinisikan adalah lahan genangan air secara ilmiah yang terjadi terus-menerus atau musiman akibat drainase yang terhambat serta mempunyai ciri-ciri khusus secara fisika, kimiawi dan biologis. Dari segi hidrologi, pedologi dan ekologi, rawa tercakup dalam pengertian lahan basah. Menurut sifat airnya, rawa dapat dibagi menjadi rawa air tawar dan rawa air payau. Menurut letaknya, rawa dapat dibagi menjadi rawa pedalaman dan rawa pantai. Menurut gerakan airnya, rawa dibagi menjadi rawa bergenangan tetap, lebak, bonorowo, dan rawa pasang surut. Dalam istilah pustaka Inggris dijumpai berbagai istilah yang dapat dipadankan dengan kata rawa. Istilah-istilah itu sebetulnya menunjuk bentang lahan yang mempunyai beberapa tampilan (*feature*) yang berbeda. Ada juga istilah *swamp* yang berarti baruh (*lowland*), secara tetap berada dalam keadaan jenuh air, biasanya tertutup vegetasi yang berpohon di sana-sini, dan tanahnya berkadar bahan organik tinggi. (*A Dictionary of the Natural Environment*, Am. Geol. Inst., 1962; Moore, 1972; Monkhouse & Small, 1978).

## **B. Rawa Pasang Surut dan Non Pasang Surut**

### **1. Lahan Rawa Pasang Surut**

Lahan rawa pasang surut adalah lahan rawa yang karena elevasinya sangat rendah dan lokasinya berada dalam jangkauan pengaruh fluktuasi air laut. Lahan ini tergenang pada waktu pasang dan genangan tidak dapat terbuang habis pada waktu surut karena drainase yang kurang baik, sehingga sebagian air sisa genangan inilah yang akan membentuk rawa–rawa.

### **2. Lahan Rawa non Pasang Surut**

Lahan rawa non pasang surut (lebak) adalah lahan rawa yang karena elevasinya cukup tinggi (di atas muka air laut) atau lokasinya berada di luar jangkauan fluktuasi pasang surut air laut. Pada saat musim hujan, seluruh lahan akan tergenang baik akibat air hujan maupun akibat luapan air sungai, sedangkan pada musim kemarau sebagian lahan akan menjadi kering dan sisanya tergenang air sehingga membentuk rawa–rawa.

## **C. Klasifikasi Wilayah Rawa**

Lahan rawa yang berada di daratan dan menempati posisi peralihan antara sungai atau danau dan tanah darat (*uplands*), ditemukan di depresi, cekungan-cekungan di bagian terendah pelembahan sungai, di dataran banjir sungai-sungai besar, dan di wilayah pinggiran danau. Mereka tersebar di dataran rendah, dataran berketinggian sedang, dan dataran tinggi. Lahan rawa yang tersebar di dataran berketinggian sedang dan dataran tinggi, umumnya sempit atau tidak luas, dan terdapat setempat-setempat. Lahan rawa yang terdapat di dataran rendah, baik

yang menempati dataran banjir sungai maupun yang menempati wilayah dataran pantai, khususnya di sekitar muara sungai-sungai besar dan pulau-pulau deltananya adalah yang dominan. Pada kedua wilayah terakhir ini, karena posisinya bersambungan dengan laut terbuka, pengaruh pasang surut dari laut sangat dominan. Di bagian muara sungai dekat laut, pengaruh pasang surut sangat dominan, dan ke arah hulu atau daratan serta pengaruhnya semakin berkurang sejalan dengan semakin jauhnya jarak dari laut.

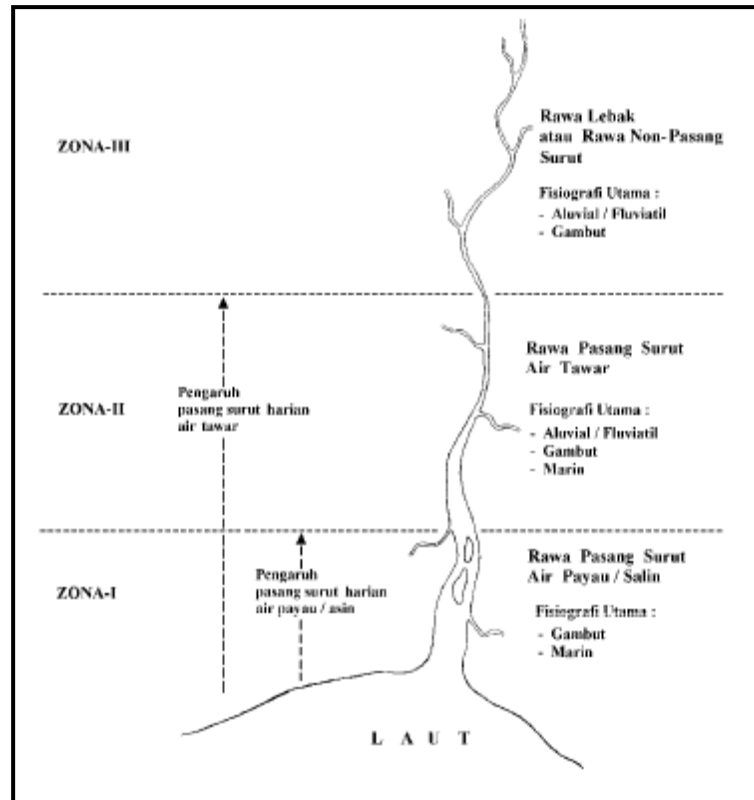
Berdasarkan pengaruh air pasang surut, khususnya sewaktu pasang besar (*spring tides*) di musim hujan, bagian daerah aliran sungai di bagian bawah (*down stream area*) dapat dibagi menjadi 3 (tiga) zona. Klasifikasi zona-zona wilayah rawa ini telah diuraikan oleh Widjaja-Adhi *et al.* (1992), dan lebih mendetail oleh Subagyo (1997). Ketiga zona wilayah rawa tersebut adalah :

Zona I : Wilayah rawa pasang surut air asin/payau

Zona II : Wilayah rawa pasang surut air tawar

Zona III : Wilayah rawa lebak, atau rawa non-pasang surut

Secara sederhana penempatan zona–zona rawa tersebut dapat dilihat pada Gambar 1 di bawah ini.



**Gambar 1. Pembagian Zona Lahan Rawa di Sepanjang DAS Bagian Bawah dan Tengah (Sumber : Potensi pengembangan dan tata ruang lahan rawa untuk pertanian, Subagyo, 1997)**

### 1. Zona I: Wilayah rawa pasang surut air asin/payau

Wilayah rawa pasang surut air asin/payau terdapat di bagian daratan yang bersambungan dengan laut, khususnya di muara sungai besar, dan pulau-pulau delta di wilayah dekat muara sungai besar. Di bagian pantai ini, dimana pengaruh pasang surut air asin/laut masih sangat kuat, sering kali disebut sebagai "*tidal wetlands*", yakni lahan basah yang dipengaruhi langsung oleh pasang surut air laut/salin.

### 2. Zona II: Wilayah rawa pasang surut air tawar

Wilayah pasang surut air tawar adalah wilayah rawa berikutnya ke arah

hulu sungai. Wilayahnya masih termasuk daerah aliran sungai bagian bawah, namun posisinya lebih ke dalam ke arah daratan, atau ke arah hulu sungai. Di wilayah ini energi sungai, berupa gerakan aliran sungai ke arah laut, bertemu dengan energi pasang surut yang umumnya terjadi dua kali dalam sehari (*semi diurnal*). Karena wilayahnya sudah berada di luar pengaruh air asin/salin, yang dominan adalah pengaruh air tawar (*fresh water*) dari sungai sendiri. Walaupun begitu, energi pasang surut masih cukup dominan, yang ditandai oleh masih adanya gerakan air pasang dan air surut di sungai.

### **3. Zona III: Wilayah rawa lebak, atau rawa non-pasang surut**

Wilayah rawa lebak terletak lebih jauh lagi ke arah pedalaman, dan dimulai di wilayah dimana pengaruh pasang surut sudah tidak ada lagi. Oleh karena itu, rawa lebak sering disebut sebagai rawa pedalaman, atau rawa non-pasang surut. Biasanya sudah termasuk dalam daerah aliran sungai bagian tengah pada sungai-sungai besar. *Landform* rawa lebak bervariasi dan dataran banjir (*floodplains*) pada sungai-sungai besar yang relatif muda umur geologisnya, sampai dataran banjir bermeander (*meandering floodplains*), termasuk bekas aliran sungai tua (*old river beds*), dan wilayah danau oxbow (*oxbow lakes*) pada sungai-sungai besar yang lebih tua perkembangannya. Pengaruh sungai yang sangat dominan adalah berupa banjir besar musiman, yang menggenangi dataran banjir di sebelah kiri-kanan sungai besar. Peningkatan debit sungai yang sangat besar selama musim hujan, "*verval*" sungai atau perbedaan penurunan tanah dasar sungai yang rendah, sehingga aliran sungai melambat,

ditambah tekanan arus balik air pasang dari muara, mengakibatkan air sungai seakan-akan "berhenti" (*stagnant*), sehingga menimbulkan genangan banjir yang meluas. Tergantung dari letak dan posisi lahan di *landscape*, genangan dapat berlangsung dari sekitar satu bulan sampai lebih dari enam bulan. Sejalan dengan perubahan musim yang ditandai dengan berkurangnya curah hujan, genangan air banjir secara berangsur-angsur akan surut sejalan dengan perubahan musim ke musim kemarau berikutnya.

#### **D. Reklamasi Rawa**

Reklamasi rawa adalah suatu upaya pemanfaatan lahan rawa yang telah diusahakan untuk usaha pertanian melalui perbaikan prasarana dan sarana pertanian di kawasan tersebut sehingga meningkatkan kualitas dan produktifitas lahan. Mekanisme pelaksanaan fisik reklamasi lahan rawa dilakukan melalui pola padat karya, dengan sebesar-besarnya melibatkan partisipasi masyarakat/petani setempat.

#### **E. Jaringan Irigasi**

Irigasi berarti mengalirkan air secara buatan dari sumber air yang tersedia kepada sebidang lahan untuk memenuhi kebutuhan tanaman. Dengan demikian tujuan irigasi adalah mengalirkan air secara teratur sesuai kebutuhan tanaman pada saat persediaan lengas tanah tidak mencukupi untuk mendukung pertumbuhan tanaman, sehingga tanaman bisa tumbuh secara normal. Pemberian air irigasi yang efisien selain dipengaruhi oleh tatacara aplikasi, juga ditentukan oleh

kebutuhan air guna mencapai kondisi air tersedia yang dibutuhkan tanaman. Jaringan irigasi merupakan prasarana irigasi yang terdiri atas bangunan dan saluran air beserta perlengkapannya. Sistem jaringan irigasi dapat dibedakan antara jaringan irigasi utama dan jaringan irigasi 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 terdapat di petak tersier. Suatu kesatuan wilayah yang mendapatkan air dari suatu jaringan irigasi disebut dengan Daerah Irigasi.

## **F. Bangunan Irigasi**

Keberadaan bangunan irigasi diperlukan untuk menunjang pengambilan dan pengaturan air irigasi. Beberapa jenis bangunan irigasi yang sering dijumpai dalam praktek irigasi antara lain :

### **1. Bangunan Pembawa**

Bangunan pembawa mempunyai fungsi membawa/mengalirkan air dari sumbernya menuju petak irigasi. Bangunan pembawa meliputi saluran primer, saluran sekunder, saluran tersier, dan saluran kuarter. Termasuk dalam bangunan pembawa adalah talang, gorong-gorong, siphon, tedunan, dan got miring. Saluran primer biasanya dinamakan sesuai dengan daerah irigasi yang dilayaninya. Sedangkan saluran sekunder sering dinamakan sesuai dengan nama desa yang terletak pada petak sekunder tersebut. Berikut ini penjelasan berbagai saluran yang ada dalam suatu sistem irigasi, yaitu :

- Saluran primer membawa air dari bangunan sadap menuju saluran sekunder dan ke petak-petak tersier yang diairi. Batas ujung saluran primer adalah pada bangunan bagi yang terakhir.
- Saluran sekunder membawa air dari bangunan yang menyadap dari saluran primer menuju petak-petak tersier yang dilayani oleh saluran sekunder tersebut. Batas akhir dari saluran sekunder adalah bangunan sadap terakhir.
- Saluran tersier membawa air dari bangunan yang menyadap dari saluran sekunder menuju petak-petak kuarter yang dilayani oleh saluran sekunder tersebut. Batas akhir dari saluran sekunder adalah bangunan *box* tersier terakhir.
- Saluran kuarter membawa air dari bangunan yang menyadap dari *box* tersier menuju petak-petak sawah yang dilayani oleh saluran sekunder tersebut. Batas akhir dari saluran sekunder adalah bangunan *box* kuarter terakhir.

## 2. Petak Tersier

Petak tersier terdiri dari beberapa petak kuarter masing-masing seluas kurang lebih 8 sampai dengan 15 hektar. Pembagian air, eksploitasi dan pemeliharaan di petak tersier menjadi tanggungjawab para petani yang mempunyai lahan di petak yang bersangkutan dibawah bimbingan pemerintah. Petak tersier sebaiknya mempunyai batas-batas yang jelas, misalnya jalan, parit, batas desa, dan batas-batas lainnya. Ukuran petak tersier berpengaruh terhadap efisiensi pemberian air. Beberapa faktor lainnya yang berpengaruh dalam penentuan luas petak tersier antara lain



jumlah petani, topografi, dan jenis tanaman. Apabila kondisi topografi memungkinkan, petak tersier sebaiknya berbentuk bujur sangkar atau segi empat. Hal ini akan memudahkan dalam pengaturan tata letak dan pembagian air yang efisien. Petak tersier sebaiknya berbatasan langsung dengan saluran sekunder atau saluran primer. Sedapat mungkin dihindari petak tersier yang terletak tidak secara langsung di sepanjang jaringan saluran irigasi utama, karena akan memerlukan saluran muka tersier yang membatasi petak-petak tersier lainnya.

### **3. Petak Sekunder**

Petak sekunder terdiri dari beberapa petak tersier yang kesemuanya dilayani oleh satu saluran sekunder. Biasanya petak sekunder menerima air dari bangunan bagi yang terletak di saluran primer atau sekunder. Batas-batas petak sekunder pada umumnya berupa tanda topografi yang jelas misalnya saluran drainase. Luas petak sekunder dapat berbeda-beda tergantung pada kondisi topografi daerah yang bersangkutan. Saluran sekunder pada umumnya terletak pada punggung di sisi kanan dan kiri saluran tersebut sampai saluran drainase yang membatasinya. Saluran sekunder juga dapat direncanakan sebagai saluran garis tinggi yang mengairi lereng-lereng medan yang lebih rendah.

### **4. Petak Primer**

Petak primer terdiri dari beberapa petak sekunder yang mengambil langsung air dari saluran primer. Petak primer dilayani oleh satu saluran primer yang mengambil air langsung dari bangunan penyadap. Daerah di sepanjang saluran primer sering tidak dapat dilayani dengan mudah

dengan cara menyadap air dari saluran sekunder. Apabila saluran primer melewati sepanjang garis tinggi daerah saluran primer yang berdekatan harus dilayani langsung dari saluran primer.

### **G. Sistem Tata Air**

Perencanaan sistem tata air yang diterapkan pada daerah reklamasi rawa adalah sistem tata air tradisional, sistem garpu, dan sistem sisir. Akan tetapi di sebagian daerah lain yang diterapkan adalah sistem semi terbuka, yaitu open sistem untuk saluran primer dan sekunder namun dilengkapi dengan bangunan ambang air. Konsep ini terdiri atas saluran primer, sekunder, dan saluran tersier yang pada masing-masing ujung saluran dilengkapi dengan bangunan ambang air. Konsep ini terdiri dari atas saluran sekunder yang dibuat menyirip ikan dengan saluran primer, serta saluran tersier yang dibuat juga menyirip ikan dengan saluran sekunder, dimana pada saluran sekunder maupun saluran tersier dilengkapi oleh bangunan ambang air.

Pengelolaan tata air pada lahan rawa pasang surut dapat diartikan sebagian sistem pengaturan air secara tepat untuk meningkatkan produksi pertanian.

### **H. Data Hujan**

Variabel yang paling utama adalah analisis hidrologi adalah data hujan. Data hujan tersebut dalam analisa hidrologi dapat dianggap bersifat lumped yang artinya bahwa besaran hujan tidak mempunyai variabilitas ruang. Dengan kata lain bahwa hujan dianggap merata pada seluruh DPS yang ditinjau. Data curah hujan tersebut diperoleh dari alat ukur hujan yang tersedia pada suatu DPS, baik

yang otomatis (*Automatic Rain Gauge*) dan manual atau yang biasa. (Hidrologi Teknik, Soemarto, 1986).

## **I. Curah Hujan Efektif**

Curah hujan efektif ini dimaksudkan untuk mengetahui tingkat ketersediaan curah hujan selama masa tanam baik itu pada padi maupun palawija. Untuk menganalisa besarnya curah hujan efektif tersebut, curah hujan di musim kemarau dan penghujan akan sangat penting artinya.

Untuk tujuan tersebut data curah hujan harian akan dianalisa untuk mendapatkan tingkat ketelitian yang dapat diterima. Data curah hujan harian yang akan dipakai tersebut meliputi periode  $\pm 10$  tahun terakhir. (Kriteria Perencanaan Bagian Parameter Bangunan Standar Perencanaan Irigasi, Dinas PU, 1986).

## **J. Kebutuhan Air pada Tanaman Padi**

### **1. Pola Tanam**

Perhitungan pola tanam diambil jenis padi FAO, padi jenis unggul untuk mendapatkan hasil maksimal dalam usaha pertanian dengan mempertimbangkan potensi yang ada yang meliputi ketersediaan lahan, air baku, dan tenaga kerja/penggarap, maka sistem pola tanam yang dipergunakan adalah padi-padi-palawija.

Tanaman padi yang dipergunakan dalam pola tanam ini adalah padi dengan varietas unggul karena usianya lebih pendek (90 hari) dibanding dengan padi varietas biasa (120 hari). Maka pembagian hari penanaman

adalah untuk padi rendengan 90 hari, padi gadu 45 hari dan palawija 85 hari. Untuk penyiapan lahan digunakan jangka waktu 45 hari sebelum penanaman padi rendengan dan 30 hari sebelum padi gadu. Apabila akan dilakukan perawatan pada sarana irigasi maka dibutuhkan waktu untuk pengeringan saluran. Biasanya waktu pengeringan yang diperlukan adalah 25 hari.

Setelah ditetapkan waktu-waktu tersebut selama jangka waktu 1 tahun maka kita diasumsikan jadwal pertama penanaman padi rendengan pada bulan November minggu pertama. Setelah mendapatkan besarnya harga dari parameter-parameter seperti evapotranspirasi, hujan efektif, perkolasi, pergantian lapisan air, penyiapan lahan, kelembaban air tanah, akumulasi potensi kehilangan air, dan kapasitas air tanah. Kemudian besarnya harga dari masing-masing parameter tersebut disusun berdasarkan bulan-bulan bersangkutan untuk mendapatkan besarnya kebutuhan air di sawah sesuai jadwal tanam yang telah dibuat. (Kriteria Perencanaan Bagian Parameter Bangunan Standar Perencanaan Irigasi, Dinas PU, 1986).

## **2. Evapotranspirasi**

Evapotranspirasi adalah jumlah air pada suatu areal yang digunakan untuk transpirasi pembentukan jaringan tumbuh-tumbuhan yaitu banyaknya air yang diuapkan dari tanah dan diserap oleh tanaman dalam rangka mencari kebutuhan air total. Besarnya evapotranspirasi ini tergantung pada temperatur udara, kelembaban udara, kecepatan angin dan penyinaran matahari. (Kriteria Perencanaan Bagian Parameter Bangunan Standar Perencanaan Irigasi, Dinas PU, 1986). Perhitungan evapotranspirasi ini

dimaksudkan untuk mengetahui tingkat kebutuhan air selama masa tanam padi atau palawija. (Kriteria Perencanaan Bagian Parameter Bangunan Standar Perencanaan Irigasi, Dinas PU, 1986).

### **3. Penggunaan Air Konsumtif**

Penggunaan air konsumtif adalah banyaknya air yang dibutuhkan untuk mengairi sawah sedemikian rupa sehingga tanaman dapat menyerap air untuk kebutuhan dengan baik. (Kriteria Perencanaan Bagian Parameter Bangunan Standar Perencanaan Irigasi, Dinas PU, 1986)

### **4. Efisiensi Irigasi**

Pada saat air bergerak dari sumbernya menuju petak sawah melalui sistem saluran pembawa dan saat air berada di sawah, maka air akan terjadi kehilangan volumenya yang disebabkan oleh rembesan, penguapan dan lain-lain. Mengingat hal tersebut diatas maka perlu diperhitungkan daya efisiensi irigasinya.

### **K. Luas Areal yang Dapat diairi**

Dengan diketahuinya jumlah kebutuhan air pada tanaman padi dan besarnya air pada intake serta besarnya debit andalan yang ada, maka dapat diketahui seberapa besar luas areal yang dapat diairi. (Kriteria Perencanaan Bagian Parameter Bangunan Standar Perencanaan Irigasi, Dinas PU, 1986).

## L. Analisis Curah Hujan Efektif

### 1. Curah hujan efektif untuk padi

Curah hujan efektif untuk padi diperhitungkan sebesar 70 % dari curah hujan setengah bulanan yang terlampaui 80 % dari waktu periode tertentu. Untuk menghitung besarnya curah hujan efektif dilakukan dengan cara menyusun data curah hujan tengah bulanan secara berurutan dari ranking terkecil hingga terbesar dengan metode empiris (Kriteria Perencanaan Bagian Parameter Bangunan Standar Perencanaan Irigasi, Dinas PU, 1986).

$$Rn = \frac{(100-n)x N}{100} + 1 \dots\dots\dots (2.3)$$

dengan :

n = prosentase yang terlampaui

N = lamanya pengamatan

Rn = curah hujan andalan terlampaui (mm/hari)

### 2. Curah Hujan Efektif untuk Palawija

Curah hujan efektif untuk palawija ditentukan dengan periode bulanan yang terlampaui 50 % (Kriteria Perencanaan Bagian Parameter Bangunan Standar Perencanaan Irigasi, Dinas PU, 1986).

$$Rn = \frac{(100-n)x N}{100} + 1 \dots\dots\dots (2.4)$$

dengan :

n = prosentase yang terlampaui

N = lamanya pengamatan

Rn = curah hujan andalan terlampaui (mm/hari)

Curah hujan efektif dapat dihitung dengan rumus. (Kriteria Perencanaan Bagian Parameter Bangunan Standar Perencanaan Irigasi, Dinas PU, 1986).

$$Re = \frac{70 \% \times Rn}{15} \dots\dots\dots (2.5)$$

dengan :

Re = curah hujan efektif

Rn = curah hujan Andalan n %

### **M. Analisis Evapotranspirasi Tanaman**

Besarnya evapotranspirasi dalam menghitung besarnya kebutuhan air pada tanaman padi adalah menggunakan persamaan Penman Modifikasi, yaitu

$$Eto = c [W .Rn + (1-W) . f (u). (ea - ed)] \dots\dots\dots (2.7)$$

$$Rn = Rns - Rn1 \dots\dots\dots (2.8)$$

$$Rns = ((0,25 + 0,50 (n/N)). Ra \dots\dots\dots (2.9)$$

$$Rn1 = f(T). f(ed). f(n/N) \dots\dots\dots (2.10)$$

$$f(ed) = 0,34 - 0,044 . Ed^{0,5} \dots\dots\dots (2.11)$$

$$f(n/N) = 0,10 + 0,9 (n/N) \dots\dots\dots (2.12)$$

$$f(u) = 0,27 [1 + (u/100)] \dots\dots\dots (2.13)$$

dengan:

Eto = evapotranspirasi potensial tanaman (mm/jam)

Ra = radiasi Matahari (mm/hari)

n = rata-rata lama cahaya matahari yang sebenarnya (jam/hari)

N = lama cahaya matahari maksimum yang mungkin

n/N = presentasi penyinaran matahari (%)

$f(u)$  = faktor kecepatan angin

$W$  = faktor temperatur

$F(T)$  = pengaruh temperatur

$R_h$  = kelembaban temperatur

$E_d$  = tekanan uap udara dalam keadaan jenuh (mm hg)

$E_a$  = tekanan uap udara pada temperatur rata-rata (mm hg)

#### **N. Analisis Penggunaan Konsumtif**

Besarnya penggunaan konsumtif tanaman dalam menghitung besarnya kebutuhan air untuk tanaman padi dapat dihitung dengan menggunakan rumus. (Kriteria Perencanaan Bagian Parameter Bangunan Standar Perencanaan Irigasi, Dinas PU, 1986).

$$E_{tc} = E_{to} \times K_c \dots\dots\dots (2.14)$$

Dengan :

$E_{tc}$  = penggunaan konsumtif tanaman (mm/hr)

$E_{to}$  = evapotranspirasi potensial tanaman (mm/hr)

$K_c$  = koefisien tanaman untuk tanaman padi

#### **O. Modulus Drainase**

Modulus Drainase (*Drain Module*) adalah besarnya limpasan air yang harus dibuang dari lahan. Modulus drainase tergantung pada jenis tanaman, jenis tanah dan pola pembuangan yang direncanakan.



Perhitungan modulus drainase dihitung berdasarkan 2 pola yaitu untuk lahan padi dan lahan kering. Dari keduanya diambil yang terbesar guna perencanaan dimensi saluran pembuang.

### **1. Tanaman Pangan**

- Sebagai beban rencana dipakai hujan 3 (tiga) harian maksimum dengan periode ulang 5 tahun.
- Sistem drainase direncanakan sedemikian rupa sehingga dapat mengembalikan keadaan air paling lama 3 hari sejak terjadinya hujan.
- Kedalaman maksimum air tanah untuk padi diambil sampai dengan zona akar yaitu 50 cm.
- Simpanan (*storage*) di sawah diambil 15 cm.
- Kebutuhan air untuk tanaman dari sistem pengairan zona akar.
- Sistem pengairan dari saluran pemberi dengan sistem pengairan zona akar.

### **2. Tanaman Keras**

- Sebagai beban rencana dipakai hujan sungai maksimum dengan periode ulang 5 tahun.
- Sistem drainase direncanakan sedemikian rupa sehingga dapat mengembalikan keadaan air tanah pada kedalaman yang optimal paling lama 5 hari sejak terjadinya hujan.
- Kedalaman optimal air tanah untuk tanaman keras diambil sesuai dengan zona akar yaitu 100 cm.
- Simpanan (*storage*) dari hujan atau genangan air dari hujan di lahan perkebunan adalah 0 cm.

Volume atau besarnya air yang harus dibuang terutama pada musim hujan ditentukan oleh besarnya modulus drainase dan daerah layanan yang dibagi atas blok-blok primer, sekunder, dan tersier.

#### **P. Beban Drainase Saluran**

Besarnya beban drainase dari saluran pembuang primer dari hulu sampai ke hilir, dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$Q_d = 1,62 \cdot D_m \cdot A^{0,92} \quad \text{untuk lahan padi } A > 400 \text{ ha}$$

$$Q_d = D_m \cdot A \quad \text{untuk lahan padi } A < 400 \text{ ha}$$

$$D_m = D_n / (n \times 8,64)$$

$$D_n = R(n) T + n (I_r - ET \cdot P) \Delta S$$

Dengan :

$$Q_d = \text{debit rencana (l/dt)}$$

$$D_m = \text{modulus drainase (l/det/ha)}$$

$$A = \text{luas areal (ha)}$$

$$n = \text{jumlah hari berturut-turut}$$

$$D_n = \text{limpasan hujan selama n hari (mm)}$$

$$R(n)T = \text{curah hujan selama n hari berturut-turut dengan periode ulang tahun (mm)}$$

$$I_r = \text{pemberian air irigasi (mm/ha)}$$

$$ET = \text{evapotranspirasi (mm/hari)}$$

$$P = \text{perkolasi (mm/hari)}$$

$$S = \text{tampungan tambahan (mm)}$$

## Q. Saluran Drainase

Perencanaan saluran drainase didasarkan pada '*Stable Channel*', sehingga harus memenuhi persyaratan :

- Tidak terjadi gerusan
- Tidak terjadi pengendapan

Kemiringan dasar saluran perlu mempertimbangkan kemiringan medan yang ada. Kemiringan talud tergantung dari kondisi tanah di lokasi. Kemiringan talud direncanakan 1 : 1,5 dan kecepatan maksimum yang diijinkan adalah 0,4-0,7 m/det.

Penampang saluran direncanakan berbentuk trapesium. Dimensi saluran digunakan persamaan Strickler. Persamaan ini digunakan untuk keadaan *Steady-Flow*, yaitu pada aliran seragam yang dijumpai pada saluran-saluran buatan yang mempunyai penampang sama dan tertentu tiap *section*.

Adapun persamaannya adalah sebagai berikut :

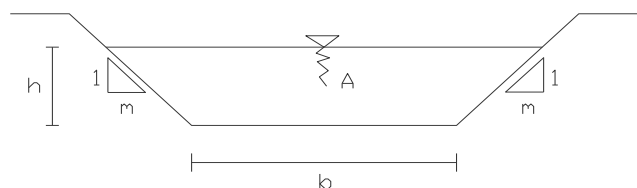
$$Q = A \cdot V$$

$$V = 1/n \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

$$A = (b + mh) h$$

$$R = A / P$$

$$P = b + 2h (m^2 + 1)^{1/2}$$



**Gambar 2. Dimensi Saluran Drainase**

Dimana :

Q = debit pembuang ( $m^3/det$ )

K = koefisien kekasaran Strickler

A = luas penampang basah ( $m^2$ )

m = kemiringan talud

b = lebar dasar saluran (m)

h = kedalaman air (m)

R = koefisien kekasaran Strikler

p = keliling basah (m)

I = kemiringan dasar saluran

### **1. Tinggi Jagaan Saluran**

Tinggi jagaan merupakan tambahan tinggi pada tanggul saluran untuk menampung loncatan air dari permukaan air saluran yang sedang mengalir. Hal ini sangat penting untuk menghindari limpasan mengingat tanggul sebagai konstruksi urugan tanah yang sangat lemah terhadap limpasan.

Besarnya tinggi jagaan pada saluran, nilainya bervariasi tergantung dari besarnya debit banjir yang dipakai dalam perhitungan.

Tabel berikut ini menunjukkan besarnya tinggi jagaan berdasarkan debit banjir rencana.

**Tabel 1. Tinggi Jagaan pada Saluran**

|                                            |       |           |            |             |              |         |
|--------------------------------------------|-------|-----------|------------|-------------|--------------|---------|
| Debit Banjir Rencana (m <sup>3</sup> /det) | < 200 | 200 – 500 | 500 – 2000 | 2000 – 5000 | 5000 – 10000 | > 10000 |
| Tinggi Jagaan (m)                          | 0.6   | 0.8       | 1          | 1.2         | 1.5          | 2       |

## 2. Tanggul Saluran

Tanggul merupakan bangunan menerus yang sangat panjang dengan konstruksi urugan tanah, sehingga dibutuhkan volume bahan urugan yang cukup besar. Dipilihnya bahan tanggul dari urugan tanah adalah karena tanah merupakan bahan yang sangat mudah penggarapannya dan setelah jadi tanggul sangat mudah pula menyesuaikan diri dengan lapisan tanah pondasi yang mendukungnya, serta mudah menyesuaikan dengan kemungkinan penurunan yang tidak merata, sehingga perbaikan yang disebabkan oleh penurunan tersebut mudah dikerjakan.

Mercu tanggul diperlukan dalam rangka pencegahan bahaya banjir yaitu untuk mencegah bobolnya tanggul akibat limpasan atau gelombang air. Mercu tanggul biasanya juga difungsikan sebagai jalan inspeksi atau jalan penghubung. Lebar mercu tanggul ditentukan oleh besarnya debit banjir rencana yang dipakai dalam perhitungan. Tabel berikut ini menunjukkan lebar mercu tanggul yang dibutuhkan berdasarkan besarnya debit banjir rencana.

**Tabel 2. Lebar Mercu Tanggul**

| Debit banjir Rencana (m <sup>3</sup> /det) | < 500 | 500 – 2000 | 2000 – 5000 | 5000 – 10000 | > 10000 |
|--------------------------------------------|-------|------------|-------------|--------------|---------|
| Lebar Mercu (m)                            | 3.0   | 4.0        | 5.0         | 6.0          | 7.0     |

Dalam perencanaan ini dipakai lebar mercu tanggul 3,0 m.

### 3. Kemiringan Lereng Tanggul

Penentuan kemiringan tanggul merupakan tahapan yang paling penting dalam perencanaan tanggul dan sangat erat kaitannya dengan karakteristik mekanika tanah tubuh tanggul tersebut. Dalam perencanaan ini dipakai kemiringan lereng tanggul rencana adalah 1 : 1.

#### R. *Benefit Cost Ratio (B/C)*

*Benefit cost ratio (B/C R)* merupakan suatu analisa pemilihan proyek yang biasa dilakukan karena mudah, yaitu perbandingan antara *benefit* dengan *cost*. Kalau nilainya < 1 maka proyek itu tidak ekonomis, dan kalau > 1 berarti proyek itu *feasible*. Kalau B/C ratio = 1 dikatakan proyek itu *marginal* (tidak rugi dan tidak untung). (Analisis Ekonomi Teknik, Robert Kodoatie, 1994).

#### S. *Net Present Value (NPV)*

*Net present value (NPV)* atau nilai bersih sekarang merupakan selisih antara PV kas bersih (*PV of proceed*) dengan PV investasi (*capital outlays*) selama umur investasi. Selisih antara nilai PV inilah yang disebut dengan *Net Present Value (NPV)*.

Rumus yang biasa digunakan dalam menghitung NPV adalah sebagai berikut:

$$NPV = \frac{Kas\ Bersih\ n}{(1+r)^n} - investasi$$

Dengan n adalah tahun, dan r adalah tingkat bunga pengembalian. Jika NPV yang dihasilkan bernilai positif, maka investasi diterima, namun bila NPV yang dihasilkan bernilai negatif maka investasi ditolak. (Studi Kelayakan Bisnis, Kasmir dan Jakfar, 2003).