

TINJAUAN PUSTAKA

Irigasi

Irigasi adalah usaha penyediaan dan pengaturan air untuk menunjang pertanian, yang jenisnya meliputi irigasi air permukaan, irigasi air bawah tanah, irigasi pompa, dan irigasi tambak. Daerah irigasi adalah kesatuan wilayah yang mendapat air dari satu jaringan irigasi. Jaringan irigasi adalah saluran, bangunan, dan bangunan pelengkap yang merupakan satu kesatuan dan diperlukan untuk pengaturan air irigasi mulai dari penyediaan, pengambilan, pembagian, pemberian, pembinaan, dan pembuangannya. Jaringan utama adalah jaringan irigasi yang berada dalam satu sistem irigasi, mulai dari bangunan utama, saluran induk/primer, saluran sekunder, dan bangunan sadap serta pelengkap (Bunganaen, 2009).

Air irigasi diberikan ke areal pertanaman dengan beberapa cara :

1. Permukaan tanah, dengan penggenangan (*flooding*) atau alur (*furrows*)

Pemberian air dengan cara ini memiliki efisiensi yang rendah karena air pada zona perakaran semakin ke ujung maka air akan semakin sedikit mengalir.

2. Bawah tanah, dalam hal ini permukaan tanah dibasahi sedikit apabila ada atau dengan pemasangan pipa di bawah tanah.

Pemberian air dengan cara ini memiliki efisiensi yang rendah karena mengakibatkan kondisi penggaraman dan alkali yang kurang produktif yang ditimbulkan oleh kapilerasi ke atas aliran air dari permukaan air tanah yang dangkal.

3. Irigasi curah

Pemberian air dengan cara seperti ini memiliki efisiensi yang cukup tinggi karena air masuk ke zona perakaran secara serentak (bersamaan).

4. Irigasi tetes

Pemberian air dengan cara seperti ini memiliki efisiensi yang lebih tinggi dibandingkan dengan irigasi curah. Karena pada irigasi tetes air langsung masuk ke daerah perakaran.

(Hansen, dkk, 1992).

Efisiensi penyaluran air

Untuk menghitung kehilangan air yang terjadi selama pengaliran pada saluran dan cara pemasukannya ke areal pertanian. Efisiensi penyaluran (*Conveyance efficiency*) adalah efisiensi di saluran pembawa air yang dapat dihitung dengan rumus :

$$Ec = \frac{Wf}{Wr} \times 100 \% \quad \dots\dots\dots(1)$$

dimana :

Ec = Efisiensi penyaluran (%)

Wf = jumlah air yang di salurkan (ml)

Wr = jumlah air yang diambil dari sungai / sumbernya (ml)

(Sumadiyono, 2011).

Efisiensi penyaluran air merupakan konsep awal untuk mengevaluasi kehilangan air, karena saluran sebagai penyalur air dari sumber utama ke areal pertanian dan kehilangan air bermula dari penyaluran tersebut.

Dumairy (1992) menyatakan efisiensi penyaluran air (E_c) dipengaruhi oleh faktor-faktor :

- (1) Kondisi jaringan irigasi, bangunan dan salurannya ; kehilangan air banyak terjadi pada waktu pengaliran, baik karena penguapan maupun peresapan/rembesan.
- (2) Adanya penyadapan air secara liar oleh petani pada saluran sekunder dan primer guna dialirkan secara langsung ke petak persawahan.

Faktor-faktor yang Mempengaruhi Efisiensi Penyaluran Air

Evaporasi

Evaporasi adalah penguapan air dari permukaan air, tanah dan bentuk permukaan bukan vegetasi lainnya oleh proses fisika. Dua unsur utama untuk berlangsungnya evaporasi adalah energi (radiasi) matahari dan ketersediaan air. Radiasi matahari merupakan sebagian radiasi gelombang pendek (*shortwave radiation*) matahari akan diubah menjadi energi panas didalam tanaman, air dan tanah. Energi panas tersebut akan menghangatkan udara disekitarnya. Ketersediaan air yaitu melibatkan tidak saja jumlah air yang ada, tapi juga persediaan air yang siap untuk terjadinya evaporasi. Permukaan bidang evaporasi yang kasar akan memberikan laju evaporasi lebih tinggi daripada bidang permukaan rata kerana pada bidang permukaan yang lebih kasar besarnya turbulen meningkat (Asdak, 2007).

Panci evaporasi di pergunakan untuk mengukur pengaruh integrasi antara radiasi, angin, temperatur dan kadar lengas terhadap evaporasi dari suatu permukaan air yang spesifik. Panas yang tersimpan pada panci bisa cukup besar

dan mungkin mengakibatkan besarnya pada waktu siang dan malam hari hampir sama. Dudukan daripada panci dan lingkungan disekelilingnya akan mempengaruhi hasil daripada pengukuran, terutama apabila panci diletakkan lebih rendah daripada tanaman yang ada disekitarnya. Selanjutnya besarnya evaporasi menurut metode panci ini adalah

$$E = K_p E_p \dots\dots\dots(2)$$

dimana :

E = evaporasi dari badan air (mm/hari)

K_p = koefisien panci (0,7)

E_p = evaporasi dari panci (mm/hari)

(Ginting, 2014)

Triatmodjo (2008 hal : 70 dalam Bunganaen, 2009) menyebutkan koefisien panci bervariasi menurut musim dan lokasi, yaitu berkisar antara 0,6 sampai 0,8. Biasanya digunakan koefisien panci tahunan sebesar 0,7.

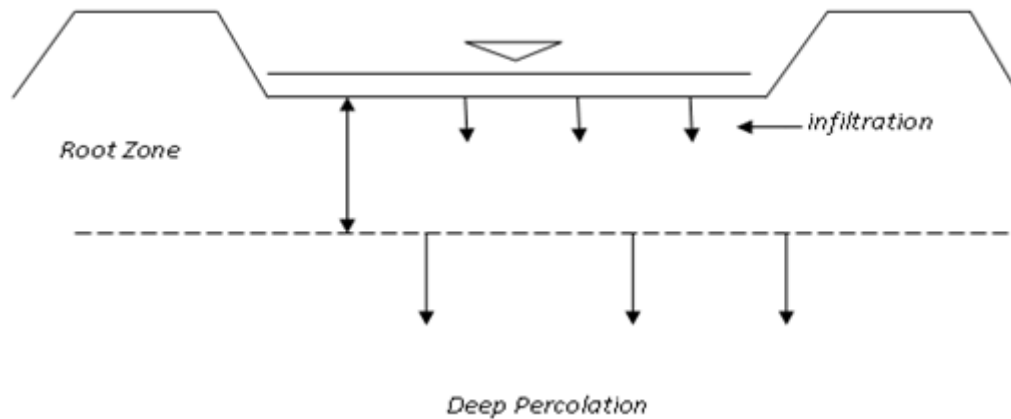
Permeabilitas

Permeabilitas adalah kemampuan tanah untuk dapat dirembes air. Rembesan air dalam tanah hampir selalu berjalan secara *linier* yaitu jalan atau garis yang ditempuh air merupakan garis dengan bentuk yang teratur (*smooth curve*). Koefisien permeabilitas dapat ditentukan dengan pengujian lapangan atau laboratorium. Koefisien permeabilitas untuk tanah berbutir kasar dapat ditentukan dari *constant head test*. Untuk tanah berbutir halus digunakan *falling head test*. Uji tersebut telah distandarisasikan pada suhu air 20°C, karena viskositas air bervariasi dari suhu 4°C sampai 30°C (Craig, 1987).

Permeabilitas dari tanah biasanya tergantung dari jenis tanah, gradasi, berat isi, angka pori, tingkat kejenuhan, besarnya beban konsolidasi, viskositas air yang ada di dalamnya, dan lain-lain (Dunn, dkk., 1992). Menurut Wesley (2012) mengatakan semua macam tanah terdiri dari butir-butir dengan ruangan-ruangan yang disebut pori (*void*) antar butir-butir tersebut. Pori-pori ini selalu berhubungan satu dengan yang lain sehingga air dapat mengalir melalui ruangan pori tersebut. Proses ini disebut rembesan (*seepage*) dan kemampuan tanah untuk dapat dirembes air disebut daya rembesan (*permeability*).

Perkolasi

Perkolasi adalah jumlah air yang masuk sampai ke dalam zona akar, dimana air tidak tersedia untuk tumbuh tanaman. Tingkat perkolasi ditentukan oleh permeabilitas tanah atau konduktivitas hidrolis. Kedua istilah ini menggambarkan kemudahan tanah dalam memindahkan air. Air merembes terutama melalui pori-pori besar di dalam tanah. Oleh karena perkolasi tergantung pada jumlah relatif dan kontinuitas pori-pori ini. Tanah dengan porositas tinggi dan tekstur kasar terbuka memiliki konduktivitas hidrolis tinggi. Untuk dua tanah dengan porositas total yang sama, tanah dengan kecil pori-pori memiliki konduktivitas lebih rendah dari tanah dengan pori-pori besar, karena resistensi terhadap aliran lebih besar pada pori-pori kecil. Schematik proses terjadinya perkolasi pada aplikasi air irigasi dapat di lihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Schematik Proses perkolasi

Besarnya perkolasi ditentukan oleh jenis tanah dimana air irigasi diaplikasikan. Untuk menentukan besarnya perkolasi pada suatu daerah irigasi tertentu maka setiap jenis tanah yang ada pada daerah irigasi tersebut perlu dipetakan sehingga untuk masing-masing jenis dapat diteliti besarnya perkolasi tersebut (Ginting, 2014).

Kapasitas perkolasi adalah kapasitas perkolasi maksimum, karena pergerakan air yang memasuki lapisan permukaan ini mengarah ke bawah, maka kapasitas perkolasi ditentukan oleh kondisi tanah dibawah permukaan pada *Aeration Zone* atau *Unsaturated Zone* (diantara permukaan tanah dan muka air tanah). Perkolasi tidak akan terjadi lagi, apabila *Unsaturated Zone* mencapai kapasitas lapang (*field capacity*) (Martha dan Adidarma, 1983).

Menurut Kohnke (1968) bahwa laju perkolasi dapat diklasifikasikan oleh *U.S. Soil Conservation Service* dapat dilihat pada Tabel 1.

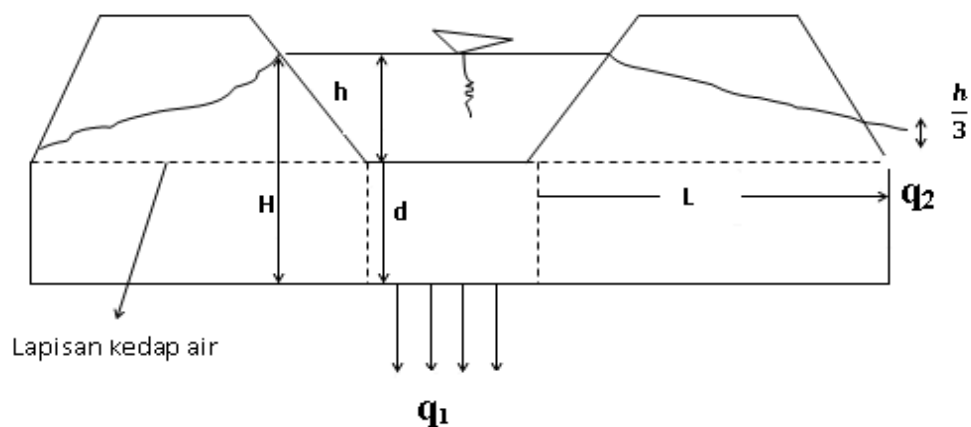
Tabel 1. Laju perkolasi pada berbagai jenis aliran

Jenis	Laju perkolasi	
	In./hr	mm/hr
Aliran Deras	>6,3	>160
Aliran Sedang	2,0 – 6,3	50 – 160
Aliran Lunak	0,63 – 2,0	16 – 50
Aliran Cukup lambat	0,20 – 0,63	5,0 – 16
Aliran Lambat	0,05 – 0,20	1,25 – 5,0
Aliran Sangat lambat	< 0,05	< 1,25

Rembesan

Koefisien rembesan tergantung pada ukuran rata-rata pori yang dipengaruhi oleh distribusi ukuran partikel, bentuk partikel, dan struktur tanah. Secara garis besar, makin kecil ukuran partikel, makin rendah koefisien rembesannya. Berarti suatu lapisan tanah berbutir kasar yang mengandung butiran-butiran halus memiliki harga k yang lebih rendah. Koefisien rembesan merupakan fungsi dari angka pori. Kalau tanahnya berlapis-lapis, rembesan untuk aliran sejajar lapisan lebih besar daripada rembesan untuk aliran tegak lurus lapisan (Craig, 1987).

Rembesan terjadi akibat dari perbedaan potensial energi. Konsep ini sama dengan konsep aliran air di dalam pipa pada mekanika fluida. Hukum Darcy menyatakan bahwa kecepatan rembesan dalam tanah sebanding dengan gradien hidrolis. Adapun sketsa penampang melintang saluran irigasi bendungan dapat dilihat dari Gambar 2.



Gambar 2. Sketsa penampang melintang saluran irigasi bendungan

$$\text{Volume} : q_1 t = k i A t$$

$$q_1 = kiA \dots\dots\dots (3)$$

dimana :

q_1 = debit aliran ($m^3/detik$)

i = gradien hidrolik (m/m)

A = luas penampang aliran (m^2)

K = sifat fisik tanah yang disebut koefisien rembesan atau koefisien permeabilitas. Juga disebut konduktivitas hidrolik ($m/hari$)

Gradien hidrolik adalah perbandingan perubahan tinggi hidrolik terhadap jarak horizontal, yaitu :

$$i = \frac{H}{d} \dots\dots\dots (4)$$

dimana: H adalah perubahan tinggi hidrolik dan d adalah jarak perubahan tersebut terjadi. Untuk rembesan pada dasar saluran dihitung dengan persamaan :

$$q_1 = k (H/d) A$$

$$k = \frac{q_1 d}{HA} \dots\dots\dots (5)$$

dimana : k = koefisien rembesan dasar saluran ($m/hari$)

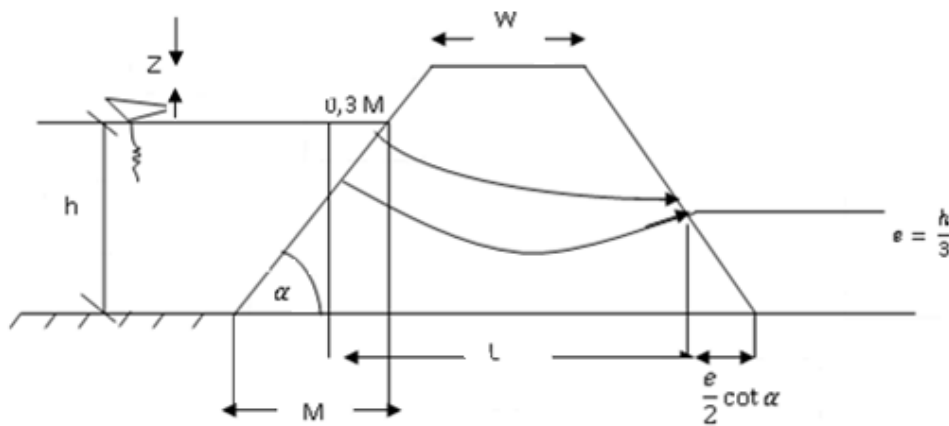
q_1 = debit aliran pada dasar saluran ($m^3/hari$)

d = tebal dasar saluran (m)

H = tinggi hidrolik (m)

A = luas penampang melintang dasar saluran (m^2)

(Wesley, 2012).



Gambar 3. Penentuan garis rembesan pada bendungan

Menurut Hardiyatmo (2002) hukum Darcy dapat juga diterapkan untuk menghitung debit rembesan yang melalui struktur bendungan (Gambar 3). Dalam merencanakan sebuah bendungan, perlu diperhatikan stabilitasnya terhadap bahaya longsor, erosi lereng dan kehilangan air akibat rembesan yang melalui tubuh bendungannya. Pengaruh rembesan pada stabilitas tanah menurut Canonica (1991) yaitu jika air mengalir melalui sebuah dam atau tanggul yang dibuat dari tanah yang homogen, di daerah dekat ujung kaki tanggul ($\sim h/3$) partikel-partikel tanah dapat tarik menjauh dari gaya rembesan dan akan didapatkan erosi. Berdasarkan asumsi bahwa kemiringan bendung untuk aliran dalam perbandingan 1:1 dapat dituliskan :

$$e = \frac{h}{3} \dots \dots \dots (6)$$

dimana :

e = jarak dari permukaan air di hulu bendungan yang memotong garis rembesan bendung hingga dasar lapisan kedap air di hilir bendungan (m).

h = Jarak dari dasar lapisan kedap air ke permukaan air atau tinggi hulu bendungan (m).

Hukum Darcy menyatakan jarak dari bendung yang diasumsikan bahwa debit aliran pada saluran menjadi $(h + e)/2$, sehingga rumus untuk menghitung debit aliran pada sebuah bendung :

$$q_2 = \frac{K(h-e)}{dx} \frac{(h+e)}{2} = \frac{K}{2} \frac{(h^2 - e^2)}{L} \dots\dots\dots (7)$$

Sehingga nilai e dengan q maksimum dapat dihitung berdasarkan perkiraan $h/3$ dari kemiringan 1:1, maka dapat disubsitusiksan $h/3$ dari rumus e yang ditulis :

$$q_2 = \frac{4Kh^2}{9L} \dots\dots\dots (8)$$

$$K = \frac{9q_2L}{4h^2} \dots\dots\dots (9)$$

untuk mengitung panjang aliran (L) dapat ditulis :

$$L = (2Z + h - e/2) \cot \alpha + W + 0.3 M \dots\dots\dots (10)$$

dimana :

q_2 = debit aliran per unit panjang ($m^3/hari$)

K = koefisien rembesan dari bendung ($m/hari$)

L = panjang aliran (m)

W = lebar atas bendungan (m)

M = lebar alas segitiga dari tepi hilir bendung dan hulu bendungan (m)

Z = tinggi jagaan bendung (m)

α = Sudut kemiringan bendung ($^{\circ}$)

(Schwab, dkk., 1955).

Beberapa nilai koefisien rembesan pada beberapa jenis tanah dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Koefisien rembesan untuk beberapa jenis tanah

Bahan	Koefisien Rembesan (m/detik)	Uraian
Kerikil	$\geq 0,01$	Dapat dikeringkan dengan pemompaan, yaitu, air akan keluar dari rongga karena gravitasi.
Pasir kasar	10^{-2} sampai 10^{-3}	Air tidak dapat mengalir keluar dari rongga karena gravitasi
Pasir sedang	10^{-3} sampai 10^{-4}	Hampir tidak dapat dirembes air
Pasir halus	10^{-5} sampai 10^{-6}	
Lanau	10^{-6} sampai 10^{-7}	
Lempung kelanauan	10^{-7} sampai 10^{-9}	
Lempung	10^{-8} sampai 10^{-11}	

(Wesley, 2012).

Faktor-faktor yang mempengaruhi rembesan

Koefisien rembesan menurut Vidayanti (2011) tergantung pada beberapa faktor yaitu :

- a. Tekstur tanah, apabila tekstur tanah liat maka laju rembesan rendah hal ini karena tekstur liat lebih kuat memegang air, demikian pula sebaliknya untuk tanah pasir.
- b. Ukuran pori-pori tanah, apabila ukuran pori besar maka laju rembesan semakin besar juga karena pori tanah yang besar akan memudahkan air masuk melalui pori tersebut dan akan semakin cepat merembes. Dan sebaliknya apabila ukuran pori tanah kecil.
- c. Kekasaran permukaan butiran tanah, apabila butiran tanah terlalu kasar maka laju rembesan akan besar karena permukaan tanah yang kasar sulit menyimpan air.
- d. Bahan organik tanah (BOT), apabila tanah mengandung bahan organik yang tinggi maka laju rembesan akan semakin kecil karena kandungan BOT yang tinggi dapat memperkecil laju air.

- e. Derajat kejenuhan tanah, apabila derajat kejenuhan tanah rendah maka rembesan akan semakin besar karena air akan berpindah dari potensial tinggi ke potensial rendah dan pada saat itu air akan lebih cepat mengalir ke bagian tanah yang kering atau potensialnya rendah. Pada tanah berlempung struktur tanah memegang peranan penting dalam menentukan koefisien rembesan. Faktor-faktor lain yang mempengaruhi sifat rembesan tanah lempung adalah konsentrasi ion dan ketebalan lapisan air yang menempel pada butiran lempung.

Selain itu, adapun faktor-faktor lain yang mempengaruhi koefisien rembesan yaitu :

- a. Struktur tanah, apabila struktur tanah remah maka laju rembesan besar hal ini karena pada tanah struktur remah air akan lebih mudah lolos, demikian pula sebaliknya untuk struktur tanah gumpal. Selain itu struktur tanah remah memiliki tingkat kemantapan yang rendah, demikian pula sebaliknya untuk struktur tanah gumpal (Hasibuan,2011).
- b. Tebal Tanggul, apabila tebal tanggul didesain dengan baik maka rembesan yang terjadi akan semakin kecil karena tanggul merupakan hal penting dalam kemampuan melewatkan debit air dengan tinggi jagaan sehingga bangunan aman dari kerusakan berat akibat bahaya pelimpasan dan dapat mencegah terjadinya gerusan, erosi dari dasar dan dinding saluran (Suroso, 2011).
- c. Kedalaman air dalam saluran merupakan jarak vertikal titik terendah pada penampang saluran sampai ke permukaan bebas. Apabila kedalaman air dalam saluran relatif kecil maka rembesan yang terjadi cukup besar.

Menurut Canonica (1991) gaya rembesan tidak bergantung pada kecepatan air karena jika air mengalir sangat perlahan, gaya rembesan tetap bekerja penuh karena gaya rembesan bergantung pada gradien hidrolik, sehingga pada saluran yang lebih dalam menyebabkan kecepatan yang relatif lebih rendah di sepanjang batas saluran yang disebut juga dengan aliran subkritis. Kedalaman air dalam saluran ini juga mempengaruhi volume sedimen dimana volume sedimen adalah 5 % dari kedalaman air kali lebar dasar saluran kali panjang total saluran (Direktorat Jendral SDA, 2010).

Beberapa faktor sifat fisik tanah yang mempengaruhi koefisien rembesan, lebih dirinci dalam uraian berikut ini:

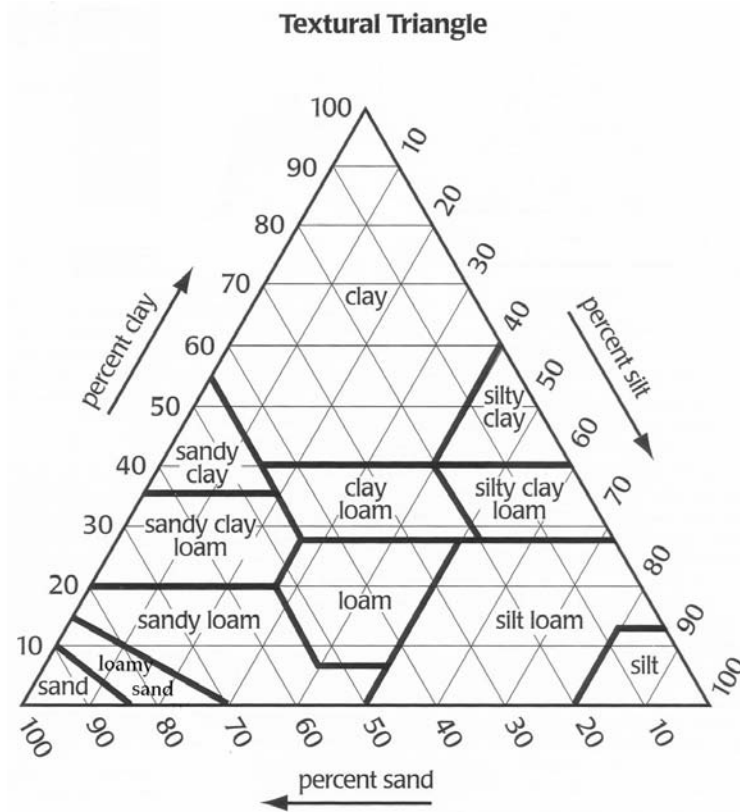
Tekstur tanah

Tekstur tanah ialah perbandingan relatif (dalam persen) fraksi-fraksi pasir, debu, dan liat. Tekstur tanah penting diketahui, oleh karena komposisi ketiga fraksi butir-butir tanah tersebut akan menentukan sifat-sifat fisika tanah, fisika kimia dan kimia tanah. Menurut Hakim, dkk (1896) bahwa klasifikasi ukuran, jumlah dan luas permukaan fraksi tanah menurut sistem USDA (*United State Department of Agriculture*) dan Sistem Internasional tertera pada Tabel 3 berikut :

Tabel 3. Klasifikasi ukuran, jumlah dan luas permukaan fraksi-fraksi tanah menurut Sistem USDA dan Sistem Internasional

Separat Tanah	Diameter (mm)		Jumlah Partikel (g ⁻¹)	Luas Permukaan (cm ² g ⁻¹)
	USDA	Internasional		
Pasir sangat kasar	2,00 – 1,00	–	90	11
Pasir kasar	1,00 – 0,50	–	720	23
Pasir sedang	0,50 – 0,25	–	5.700	45
Pasir	–	2,00 – 0,20	4.088	29
Pasir halus	0,25 – 0,10	–	46.000	91
Pasir sangat halus	0,10 – 0,05	–	722.000	227
Debu	0,05 – 0,002	–	5.776.000	454
Debu	–	0,02 – 0,002	2.334.796	271
Liat	<0,002	<0,002	90.250.853.000	8.000.000

Secara skematis klasifikasi tanah tersebut dapat dilihat melalui klasifikasi segitiga USDA, seperti terlihat pada Gambar 4 :



Gambar 4. Diagram segitiga tekstur tanah menurut USDA (Foth, 1994).

Kerapatan massa tanah

Menurut Hakim, dkk (1986) kerapatan massa adalah berat persatuan volume tanah, biasanya ditetapkan sebagai gr/cm^3 . Menurut Islami dan Utomo (1995), bobot volume tanah “*bulk density*” yaitu nisbah antara massa padatan tanah dalam keadaan kering dengan volume total tanah.

$$B_d = \frac{M_p}{V_t} \dots\dots\dots(11)$$

dimana :

B_d = kerapatan massa (*bulk density*) (g/cm^3)

M_p = Massa padatan tanah (g)

V_t = Volume total tanah (cm^3)

Tanah-tanah yang tersusun dari partikel yang halus dan tersusun secara tidak teratur, mempunyai struktur yang baik, ruang porinya tinggi sehingga bobot volumenya rendah (sekitar $1,2 \text{ g/cm}^3$). Tanah yang baru berkembang mengandung bahan organik tinggi karena kepadatan jenis bahan organik rendah, maka bobot volume tanah atau kerapatan massa tanah rendah, mempunyai bobot volume kurang dari $1,0 \text{ g/cm}^3$ (Islami dan Utomo, 1995).

Kerapatan massa lapisan olah berstruktur halus biasanya berkisar antara $1,0\text{g/cm}^3$ - $1,3 \text{ g/cm}^3$. Sedangkan jika tekstur tanah itu kasar, maka kisaran itu selalu diantara $1,3\text{g/cm}^3$ - $1,8\text{g/cm}^3$. Semakin berkembang struktur tanah lapisan olah yang bertekstur biasanya memiliki nilai kerapatan massa yang rendah dibandingkan pada tanah-tanah berpasir (Hakim, dkk., 1986).

Kerapatan partikel tanah

Kerapatan partikel merupakan perbandingan antara massa tanah kering (padatan) dengan volumenya (volume padatan).

$$P_d = \frac{M_p}{V_p} \dots\dots\dots(12)$$

dimana:

P_d = Kerapatan partikel tanah (g/cm^3)

M_p = Massa padatan tanah (g)

V_p = Volume padatan tanah (cm^3)

Kerapatan partikel merupakan fungsi perbandingan antara komponen bahan mineral dan bahan organik. Kerapatan partikel untuk tanah-tanah mineral

berkisar antara $2,6\text{g/cm}^3$ sampai $2,7\text{ g/cm}^3$, dengan nilai rata-rata $2,65\text{ g/cm}^3$, sedang kerapatan partikel tanah organik berkisar $1,30\text{ g/cm}^3$ sampai $1,50\text{ g/cm}^3$ (Pandutama, dkk., 2003).

Menurut Hardiyatmo (1992) dalam Idkham (2005) nilai kerapatan partikel dari berbagai jenis tanah dapat dilihat pada Tabel 4 :

Tabel 4. Kerapatan partikel dari berbagai jenis tanah

Jenis tanah	Kerapatan partikel (g/cm^3)
Kerikil	2,65 - 2,68
Pasir	2,65 – 2,68
Liat tak organik	2,62 – 2,68
Liat organik	2,58 – 2,65
Lempung tak organik	2,68 – 2,75
Humus	1,37
Gambut	1,25 – 1,80

Sumber : Hardiyatmo (1992).

Porositas

Di dalam tanah terdapat sejumlah ruang pori-pori. Air dan udara (gas-gas) juga bergerak melalui ruang pori-pori ini. Berat tanah berhubungan dengan jumlah ruang pori-pori. Penyediaan air dan S_2 untuk pertumbuhan tanaman dan jumlah air yang bergerak melalui tanah berkaitan erat dengan jumlah dan ukuran pori-pori tanah. Berat dan ruang pori-pori tanah bervariasi dari satu horizon ke horizon lain, sama halnya dengan sifat-sifat tanah lainnya dan kedua variabel ini di pengaruhi oleh tekstur dan struktur tanah (Hakim, dkk., 1986).

Hardjowigeno (1987) menyatakan bahwa nilai *bulk density* dan *particel density* merupakan petunjuk kepadatan tanah atau porositas, makin padat suatu tanah maka makin tinggi nilai *bulk density*nya, yang berarti makin sulit meneruskan air atau ditembus akar.

Untuk menghitung persentase ruang pori (θ) yaitu dengan membandingkan nilai kerapatan massa dan kerapatan partikel dengan persamaan:

$$\theta = \left(1 - \frac{B_d}{P_d}\right) \times 100\% \dots\dots\dots(13)$$

dimana: θ = porositas (%)

B_d = Kerapatan massa (g/cm^3)

P_d = Kerapatan partikel (g/cm^3)

(Hansen, dkk, 1992).

Nilai porositas tanah pertanian bervariasi dari 40 sampai 60 %, sedang nilai rasio rongga dari 0,3 - 2,0. Porositas dipengaruhi oleh ukuran partikel dan struktur. Tanah berpasir mempunyai porositas rendah (40 %) dan tanah lempung mempunyai porositas tinggi, jika strukturnya baik dapat mempunyai porositas 60% (Islami dan Utomo, 1995).

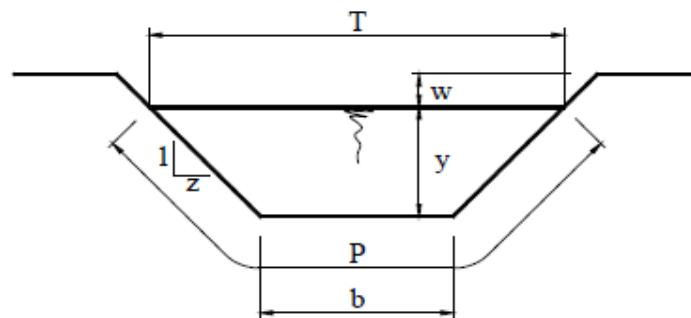
Kandungan bahan organik tanah

Bahan organik adalah bahan pemantap agregat tanah yang tiada taranya. Sekitar setengah dari kapasitas tukar kation (KTK) berasal dari bahan organik. Sumber primer bahan organik adalah jaringan tanaman berupa akar, ranting, daun, bunga dan buah. Jaringan ini akan mengalami dekomposisi dan akan terangkut ke lapisan bawah tanah. Pengaruh bahan organik pada ciri fisika tanah yaitu kemampuan menahan air meningkat, warna tanah menjadi coklat hingga hitam, merangsang granulasi agregat dan memantapkannya dan menurunkan plastisitas, kohesi dan sifat buruk lainnya dari liat (Hakim, dkk., 1986).

Tanah-tanah mineral pada umumnya mempunyai kandungan bahan organik sekitar 3% - 5%.Kandungan bahan organik pada satu jenis tanah berbeda menurut kedalamannya.Semakin dalam tanah, semakin berkurang kandungan bahan organiknya, demikian pula dengan pengolahan tanah, semakin sering tanah diolah, semakin berkurang kandungan bahan organik tanah tersebut (Hasibuan, 2011).

Geometri Saluran

Unsur-unsur geometrik adalah sifat-sifat suatu penampang saluran yang dapat diuraikan seluruhnya berdasarkan geometri penampang dan kedalaman aliran.Penampang saluran buatan biasanya dirancang berdasarkan bentuk geometris yang umum.Bentuk yang paling umum dipakai untuk saluran ber dinding tanah yang tidak dilapisi adalah bentuk trapesium. Berikut ini unsur geometris saluran penampang trapesium yaitu :



Gambar 5. Unsur geometris penampang saluran berbentuk trapesium

$$A = (b + zy) y \dots\dots\dots (14)$$

$$P = b + 2y \sqrt{1 + z^2} \dots\dots\dots (15)$$

$$R = \frac{A}{p} = \frac{(b+zy)y}{b+2y\sqrt{1+z^2}} \dots\dots\dots (16)$$

$$T = b + 2zy \dots\dots\dots (17)$$

$$D = \frac{A}{T} = \frac{(b+zy)y}{b+2zy} \dots\dots\dots (18)$$

$$Z = \frac{A^{1,5}}{\sqrt{T}} = \frac{[(b+zy)y]^{1,5}}{\sqrt{b+2zy}} \dots\dots\dots (19)$$

Dimana :

A = luas penampang melintang (m²)

P = keliling basah (m)

R = jari-jari hidrolik (m)

T = lebar puncak (m)

D = kedalaman hidrolik (m)

Z = faktor penampang

b = lebar dasar (m)

y = tinggi air/tinggi saluran (m)

z = kemiringan talut

w = tinggi jagaan (m)

(Chow, 1992)

Tanah Latosol

Jenis tanah latosol berasal dari bahan induk vulkanik, baik tufa maupun batuan beku. Ciri-ciri umumnya bertekstur lempung sampai liat, struktur remah sampai gumpal dan konsistensi gembur. Warna tanah kemerahan tergantung dari susunan mineralogi bahan induknya, drainase, umur dan keadaan

iklimnya. Kandungan unsur hara rendah sampai sedang, sehingga sifat tanahnya secara fisik tergolong baik, namun secara kimia kurang baik (Nugroho, 2009).

Tanah golongan *Latosolic* terbentang luas disepanjang garis khatulistiwa yaitu dari *Tropical of Cancer* sampai *Tropical of Capricorn* atau 22° 30' LS yaitu batas daerah tropis. Banyak diantara tanah ini telah berkembang di bawah curah hujan yang tinggi, temperatur tinggi dan tumbuhan berdaun lebar berupa vegetasi yang menggugurkan daun di musim dingin. Pencucian larutan cenderung didasari pH lebih tinggi bila dibandingkan pencucian asam-asam yang terjadi pada tanah *podzolic* yang menyebabkan *silicanya* hilang dan besinya tertinggal. Tanah ini mempunyai sifat fisik yang baik (struktur) tetapi berkemampuan rendah untuk menahan dan membutuhkan pemberian pupuk yang agak sering. Banyak tanah di Indonesia tergolong tanah *Latosolic* (Hakim dkk, 1986).

Tanah latosol meliputi tanah yang relatif masih muda hingga tanah yang relatif tua yang dalam taksonomi tanah termasuk inceptisol, ultisol hingga oxisol. Sebagian besar tanah sawahnya terdapat pada tanah yang relatif muda. Tanahnya cukup subur sehingga mudah diolah dan permeabilitasnya rendah. Pada tanah ini terbentuk profil tanah sawah tipikal seperti dikemukakan oleh Koenings (1950) profil tanah sawah tipikal memiliki ciri lapisan olah berwarna pucat (tereduksi), di bawahnya terdapat lapisan tapak bajak yang padat. Di bagian bawahnya lagi ditemukan campuran karatan Fe dan Mn, sedangkan lapisan tanah terbawah merupakan tanah asli yang tidak terpengaruh oleh penggenangan pada saat ditanami padi (Hardjowigeno dan Reyes, 2005).