

KAJIAN KOEFISIEN REMBESAN SALURAN IRIGASI PADA TANAH ANDEPTS DALAM SKALA LABORATORIUM

(Review of Seepage Coefficient of Irrigation Channel on Andepts Soil at Laboratory Scale)

Siti Aisyah Ritonga^{1*}, Sumono¹, Achwil Putra Munir¹

¹)Program Studi Keteknikan Pertanian, Fakultas Pertanian USU
Jl. Prof. Dr. A. Sofyan No. 3 Kampus USU Medan 20155
*Email : sitiaisyahritonga@gmail.com

Diterima 21 Agustus 2014 / Disetujui 30 Agustus 2014

ABSTRACT

Seepage is one of the causes of lost of water in irrigation channel. It is difficult to measure the seepage directly on the field. Therefore there should be a model or equation to determine the channel seepage that in the first through laboratory scale. This research was done to analyze the seepage coefficient of irrigation channel on Andepts soil through laboratory scale. The water balance component which was measured were evaporation, percolation and the seepage through channel wall. The research showed that the coefficient of seepage was about 60082,56 mm/day to 65059,2 mm/day. The evaporation number value was 4,224 mm/day and channel percolation was 8925,12 mm/day.

Keyword : coefficient of seepage, irrigation channel, Andepts soil, laboratory scale.

PENDAHULUAN

Irigasi merupakan bentuk kegiatan penyediaan, pengambilan, pembagian, pemberian dan penggunaan air untuk pertanian dengan menggunakan satu kesatuan saluran dan bangunan berupa jaringan irigasi. Dalam cakupan pengertian pengembangan irigasi berkelanjutan (*sustainable irrigation development*), pengertian pertanian harus diartikan bukan hanya pertanian tumbuhan dan tanaman pangan, tetapi mencakup pertanian ternak dan ikan (perikanan) (Pusposutardjo, 2001).

Dengan adanya saluran irigasi maka pemberian air ke daerah-daerah pertanian akan dapat dikontrol sesuai dengan kebutuhan air pada areal tersebut. Namun dengan pengontrolan yang ketat masih ada kemungkinan terjadinya kehilangan air pada saluran irigasi, terutama pada saluran-saluran tanah. Kehilangan air pada saluran seperti adanya limpasan, transpirasi vegetasi pada saluran, evaporasi dalam saluran, rembesan, maupun perkolasi. Untuk itu pembangunan saluran irigasi yang dapat memperkecil terjadinya kehilangan air sangat penting untuk diperhatikan.

Kehilangan air pada saluran selain disebabkan faktor-faktor diatas, juga dipengaruhi oleh keadaan tanahnya seperti jenis tanah, tekstur tanah, porositas tanah dan bahan organik tanah. Berbeda jenis tanahnya berbeda pula besarnya kehilangan air di saluran terutama kehilangan melalui perkolasi dan rembesan air. Berbagai jenis tanah dipergunakan dalam budidaya pertanian, diantaranya adalah tanah Andepts. Tanah Andepts merupakan salah satu tanah yang dinilai cukup potensial dan tersebar pada beberapa tempat dan daerah tropika (Darmawijaya, 1990 dalam Hutabarat, 2010).

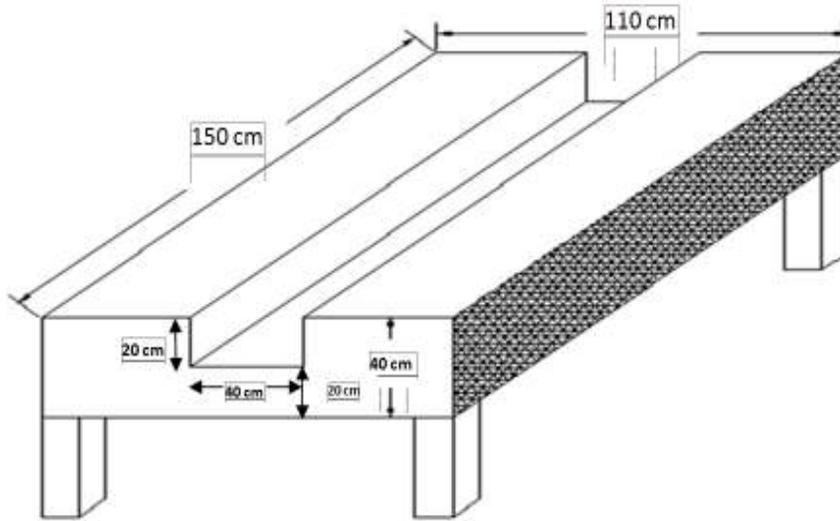
Seperti diketahui, pengukuran laju rembesan di lapangan sulit dilakukan, karena rembesan harus diukur dari hulu sampai hilir pada saluran irigasi. Untuk itu dibutuhkan ketelitian yang baik dalam pengukuran rembesan di saluran irigasi. Oleh karena itu sebelum menghitung kehilangan air karena rembesan di lapangan perlu didahului melalui penelitian di laboratorium untuk dapat lebih memahami dan lebih terinci menentukan besarnya komponen-komponen kehilangan air di saluran irigasi terutama laju rembesan air dan perkolasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji nilai koefisien rembesan saluran irigasi pada tanah andepts dalam skala Laboratorium.

METODOLOGI

Bahan yang diperlukan diantaranya rancangan saluran irigasi buatan yang dirancang sendiri sesuai ukuran yang ditentukan, tanah Andepts yang diambil dari lahan penelitian USU di Kuala Bekala, papan triplek dan kawat kassa yang digunakan untuk membangun saluran.

Alat yang digunakan adalah stopwatch, kalkulator, *tape* (meteran), *ring sample*, gelas ukur, oven, *evapopan*, timbangan digital, *Erlenmeyer*, alat tulis, dan ayakan 20 mesh.

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen yang dilakukan dengan mengukur parameter-parameter yang diteliti selanjutnya dilakukan analisis koefisien rembesan saluran irigasi pada tanah andepts. Saluran irigasi buatan skala laboratorium dirancang dengan panjang saluran 1,5 m, tebal tebing / bendung 40 cm, lebar saluran 40 cm, dalam saluran 20 cm, dan tebal dasar saluran 20 cm. Seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Saluran irigasi buatan skala Laboratorium

Pada saluran irigasi buatan dimasukkan tanah yang telah diayak dengan ayakan 20 mesh ke dalam saluran dan tanah dipadatkan dan dimantapkan dengan memberi air secara berkala ke dalam saluran berbentuk persegi. Saluran diisi air dan dijaga ketinggiannya konstan. Debit diukur dengan menampung air dalam satuan waktu tertentu. Pada tebing saluran dibuat lubang untuk mengukur dan mengetahui garis aliran rembesan.

Sifat fisik tanah dianalisis dilaboratorium untuk menentukan tekstur, kerapatan partikel, kerapatan massa, porositas serta bahan organik tanah.

Tekstur Tanah

Tekstur tanah dianalisis di Laboratorium

Kerapatan Massa Tanah (Islami dan Utomo, 1995).

Kerapatan massa dianalisis dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$B_d = \frac{M_p}{V_t} \dots\dots\dots (1)$$

dimana :

- B_d = kerapatan massa (*bulk density*) (g/cm³)
- M_p = massa padatan tanah (g)
- V_t = volume total tanah (cm³)

Kerapatan Partikel Tanah (Islami dan Utomo, 1995).

Kerapatan partikel dianalisis dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$P_d = \frac{M_p}{V_p} \dots\dots\dots (2)$$

dimana :

- P_d = kerapatan partikel tanah (g/cm³)
- M_p = massa padatan tanah (g)
- V_p = volume partikel (cm³)

Porositas Tanah (Hansen, dkk, 1992).

Porositas tanah dianalisis dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\theta = \left(1 - \frac{B_d}{P_d}\right) \times 100 \% \dots\dots\dots (3)$$

dimana :

- θ = porositas (%)

B_d = kerapatan massa (g/cm^3)
 P_d = kerapatan partikel (g/cm^3)

Kandungan Bahan Organik Tanah

Kandungan bahan organik tanah dianalisis di laboratorium.

Evaporasi (Triatmodjo, 2008 : hal 69, dalam Bunganaen, 2009).

Pengukuran evaporasi dilakukan dengan menggunakan evaporasi dan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$E = k \cdot E_p \dots\dots\dots(4)$$

dimana :

E = evaporasi dari badan air (mm/hari)
 k = koefisien panci (0,8)
 E_p = evaporasi dari panci (mm/hari)

Perkolasi / Koefisien Rembesan Dasar saluran (Wesley, 2012).

Pengukuran perkolasi / koefisien rembesan dasar saluran dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$k = \frac{q_1 L}{h A} \dots\dots\dots (5)$$

dimana :

k = koefisien rembesan dasar saluran (mm/hari)
 q_1 = debit aliran pada dasar saluran (ml/s)
 L = tinggi dasar saluran (cm)
 h = tinggi hidrolik (cm)
 A = luas penampang melintang dasar saluran (cm)

Koefisien Rembesan pada Bendung (Suprpto, 2003).

Pengukuran koefisien rembesan pada bendung dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$k = \frac{q_2 d}{H_1} \dots\dots\dots(6)$$

dimana :

k = koefisien rembesan (mm/hari)
 q_2 = debit rembesan per satuan panjang bendungan (ml/s)
 d = jarak mendatar diukur dari titik kontak permukaan air di hulu bendungan dengan bidang kemiringan bendung hingga dasar lapisan kedap air di hilir bendungan (cm)
 H_1 = tinggi air di hulu bendungan (cm)

Garis Aliran Rembesan

Garis aliran rembesan digambar berdasarkan tinggi air pada lubang yang telah dibuat pada tebing saluran.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tekstur Tanah

Hasil analisa tekstur tanah dapat dilihat pada Tabel 1. Dari Tabel 1 diketahui bahwa tanah Andepts Kuala Bekala bertekstur lempung liat berpasir, yang menunjukkan komposisi pasir yang lebih tinggi.

Tabel 1. Hasil Analisa Tekstur Tanah

Fraksi	Persentase (%)	Tekstur tanah
Pasir	49,28	
Debu	16,00	Lempung liat
Liat	34,72	berpasir
C-organik	0,26	

Kerapatan massa tanah

Hasil pengukuran kerapatan massa tanah dapat dilihat pada Tabel 2. Dari Tabel 2 dapat dilihat bahwa nilai kerapatan massa pada saluran berada diantara 1,00 g/cm^3 sampai 1,13 g/cm^3 . Hal ini sesuai dengan pernyataan Islami dan Utomo (1995) besarnya kerapatan massa tanah-tanah pertanian bervariasi dari sekitar 1,0 g/cm^3 sampai 1,6 g/cm^3 .

Tabel 2. Hasil analisa kerapatan massa tanah

Lokasi	Kerapatan Massa (g/cm^3)
Dasar saluran	1,13
Tepi kanan saluran	1,00
Tepi kiri saluran	1,07

Kerapatan partikel tanah

Hasil pengukuran kerapatan partikel tanah dapat dilihat pada Tabel 3. Dari Tabel 3 dapat dilihat bahwa nilai kerapatan partikel untuk bagian dalam saluran lebih tinggi dibandingkan bagian tepi kanan dan tepi kiri saluran. Bagian tepi kanan lebih rendah jika dibandingkan dengan bagian tepi kiri saluran. Nilai kerapatan partikel pada beberapa titik di saluran berada diantara 2,57 g/cm^3 sampai 2,71 g/cm^3 . Kerapatan partikel di bagian dasar saluran lebih tinggi dikarenakan tekanan air lebih tinggi ke dasar saluran dengan ketinggian air yang dipertahankan tetap dengan posisi vertikal.

Tabel 3. Hasil Analisa kerapatan partikel tanah

Lokasi	Kerapatan Partikel (g/cm^3)
Dasar saluran	2,71
Tepi kanan saluran	2,57
Tepi kiri saluran	2,58

Porositas Tanah

Hasil pengukuran porositas tanah dapat dilihat pada Tabel 4. Dari Tabel 4 diperoleh bahwa pada bagian kanan saluran nilai porositas lebih tinggi dibandingkan pada bagian dalam dan tepi kiri saluran. Hardjowigeno (2007) menyatakan bahwa nilai *bulk density* dan *particel density* merupakan petunjuk kepadatan tanah atau porositas tanah, makin padat suatu tanah maka makin tinggi nilai *bulk density*-nya, yang berarti makin sulit meneruskan air atau ditembus akar.

Porositas pada tepi kanan saluran lebih tinggi dibandingkan tepi kiri saluran dan dasar saluran karena tepi kanan saluran memiliki nilai kerapatan massa dan kerapatan partikel yang lebih kecil (Tabel 3). Artinya tanah pada bagian tepi kanan lebih porous dibandingkan dengan tanah pada tepi kiri dan dasar saluran.

Tabel 4. Hasil analisa porositas tanah

Lokasi	Porositas (%)
Dasar saluran	58,30
Tepi kanan saluran	61,08
Tepi kiri saluran	58,52

Kandungan Bahan Organik Tanah

Kandungan bahan organik pada tanah andepts kuala bekala dapat dilihat pada Tabel 1 diatas, dimana hasil analisa laboratorium menunjukkan bahwa kandungan C-Organik untuk tanah andepts adalah 0,26 % yang berarti bahwa kandungan bahan organik rendah.

Evaporasi, Perkolasi dan koefisien rembesan pada bendung

Pengukuran perkolasi dan koefisien rembesan pada bendung dapat dilihat pada Tabel 6. Nilai koefisien perkolasi atau rembesan pada dasar saluran lebih rendah jika dibandingkan dengan rembesan pada dinding kanan dan dinding kiri, disebabkan nilai kerapatan partikel (padatnya tanah) pada bagian dasar saluran lebih kecil dan porositasnya lebih rendah dibandingkan bagian kanan dan kiri saluran (Tabel 3). Dilihat dari segi kerapatan massanya dan kerapatan partikelnya, semakin tinggi nilai kerapatan massa tanah dan kerapatan partikel tanah, maka semakin padat tanah sehingga sulit tanah tersebut untuk dilalui oleh air, sehingga perkolasi atau rembesan pada bagian dasar saluran lebih rendah.

Nilai koefisien perkolasi atau rembesan pada dasar saluran lebih rendah jika dibandingkan dengan rembesan pada dinding kanan dan dinding kiri, disebabkan nilai

kerapatan partikel (padatnya tanah) pada bagian dasar saluran lebih kecil dan porositasnya lebih rendah dibandingkan bagian kanan dan kiri saluran (Tabel 3). Dilihat dari segi kerapatan massanya dan kerapatan partikelnya, semakin tinggi nilai kerapatan massa tanah dan kerapatan partikel tanah, maka semakin padat tanah sehingga sulit tanah tersebut untuk dilalui oleh air, sehingga perkolasi atau rembesan pada bagian dasar saluran lebih rendah.

Tabel 6. Hasil pengukuran Evaporasi, perkolasi dan koefisien rembesan pada bendung

Komponen kehilangan air	mm/hari
Evaporasi	4,224
Perkolasi	8925,12
Koefisien rembesan dinding kanan	64313,28
Koefisien rembesan dinding kiri	63383,04

Nilai koefisien perkolasi atau rembesan pada dasar saluran lebih rendah jika dibandingkan dengan rembesan pada dinding kanan dan dinding kiri, disebabkan nilai kerapatan partikel (padatnya tanah) pada bagian dasar saluran lebih kecil dan porositasnya lebih rendah dibandingkan bagian kanan dan kiri saluran (Tabel 3). Dilihat dari segi kerapatan massanya dan kerapatan partikelnya, semakin tinggi nilai kerapatan massa tanah dan kerapatan partikel tanah, maka semakin padat tanah sehingga sulit tanah tersebut untuk dilalui oleh air, sehingga perkolasi atau rembesan pada bagian dasar saluran lebih rendah.

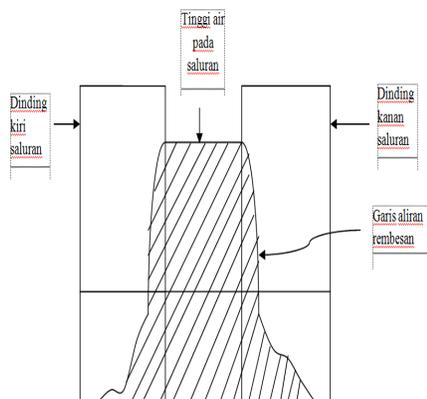
Garis Aliran Rembesan pada Saluran

Pengukuran garis aliran rembesan pada dinding kanan dan dinding kiri saluran dapat dilihat pada Tabel 7. Dari Tabel 7 dapat digambarkan garis aliran rembesan pada saluran seperti pada Gambar 2. Dari kedua gambar garis aliran diatas dapat disimpulkan bahwa garis rembesan akan selalu lebih tinggi pada bagian terdekat dengan saluran yaitu jarak 10 cm dan akan selalu lebih rendah pada bagian terjauh dari saluran. Hal ini dikarenakan pada jarak terdekat dengan saluran, tekanan yang diberikan lebih besar dan berdekatan dengan sumber air yang dipertahankan ketinggiannya tetap. Dimana tekanan dalam hal ini dipengaruhi oleh gaya gravitasi. Apabila tekanan lebih besar, maka air akan lebih cepat merembes. Sebaliknya rembesan akan mengalami penurunan jika

semakin jauh dari sumber perembesan (Hamzah, dkk, 2008).

Tabel 7. Pengukuran garis aliran rembesan pada dinding kiri dan dinding kanan saluran

Jarak pengukuran rembesan pada tebing (cm)	Tinggi air dalam tebing kanan (cm)	Tinggi air dalam tebing kiri (cm)
0	15	15
10	4	4
15	1,5	1
20	1,3	0,2
25	0,3	0,2
30	0	0



Gambar 2. Penampang garis aliran pada saluran

Menurut Hansen, dkk (1992) aliran air melalui tanah juga dipengaruhi oleh besar kecilnya bentuk partikel tanah dan rongga (tekstur dan struktur tanah). Jika tanah memiliki rongga yang besar, artinya tanah porous, maka aliran akan bergerak lebih cepat. Dari kedua gambar garis aliran di atas, dapat dilihat bahwa garis aliran pada dinding kanan saluran berbeda dengan garis aliran pada dinding kiri saluran. Hal ini disebabkan nilai porositas pada dinding kanan saluran lebih besar, yaitu 61,08 %. Sedangkan nilai porositas pada dinding kiri saluran adalah 58,52 %. Sehingga dapat disimpulkan bahwa air akan lebih cepat mengalir pada dinding kanan saluran karena lebih banyak ruang pori untuk pergerakan air dan udara.

Azmeri, dkk (2013) menyatakan bahwa pola garis aliran rembesan berbeda menurut tingkat kepadatan tanahnya. Semakin tinggi tingkat kepadatan pada tubuh bendungan, maka semakin kecil rembesan yang terjadi. Maka pola garis aliran akan membentuk lengkungan yang kecil. Hal ini disebabkan karena semakin padat timbunan tanah, maka semakin kecil rongga pori dari tanah tersebut sehingga menghambat atau

memperlambat jalannya air dari tanah itu sendiri dan juga kuat geser tanah semakin besar. Pada Gambar 2 diatas, dapat dilihat bahwa tingkat kepadatan tanah rendah karena jika dilihat dari pola alirannya, garis aliran rembesan membentuk lengkungan yang cukup besar. Hal ini disebabkan tanah memiliki nilai porositas yang tinggi (Tabel 4) sehingga air lebih cepat merembes keluar.

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Tanah Andepst dari kuala bekal memiliki tekstur lempung liat berpasir dengan kandungan bahan organik 0,26 %.
2. Koefisien rembesan pada dasar saluran / perkolasi lebih rendah dibandingkan pada dinding kanan dan kiri saluran
3. Koefisien rembesan pada tanah andepts berkisar antara 60082,56 mm/hari sampai 76705,92 mm/hari.
4. Perkolasi pada tanah andepts berkisar antara 8830,08 mm/hari sampai 9046,08 mm/hari.
5. Evaporasi pada saluran yaitu 4,224 mm/hari.
6. Garis aliran rembesan membentuk lengkungan yang besar.
7. Kerapatan massa dan kerapatan partikel lebih tinggi pada dasar saluran serta porositas tanah lebih kecil pada dasar saluran.

DAFTAR PUSTAKA

- Azmeri, Rizalihaldi, M., dan Irma, Y., 2013. Observasi Garis Freatis pada Model Bendungan Berdasarkan Kepadatan Tanah Melalui Model Fisik. Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh. [Jurnal].
- Bunganaen, W., 2009. Analisis Efisiensi dan Kehilangan Air pada Jaringan Utama Daerah Irigasi Air Sagu. Undana, Kupang. [Modul].
- Ginting, S.A.S., 2013. Kajian Saluran Irigasi Tersier di Desa Sei Beras Sekata daerah Irigasi Sei Krio Kecamatan Sunggal Kabupaten Deli Serdang. Fakultas Pertanian USU. Medan [Skripsi].
- Hamzah, M., Djko, S., Wahyudi, W.P dan Budi, S., 2008. Pemodelan Perembesan Air dalam Tanah. Tim Penyusun Semnas Matematika dan Pendidikan Matematika, Bandung.

- Hansen, V. E., O.W. Israelsen dan G. E. Stringham, 1992. Dasar-Dasar dan Praktek Irigasi. Penerjemah: Endang. Erlangga, Jakarta.
- Hardjowigeno, S., 2007. Ilmu Tanah. Akademika Pressindo, Jakarta.
- Hutabarat, Y.H., 2010. Kajian Tingkat Bahaya Erosi Tanah Anepts pada Penggunaan Lahan Tanaman Jagung Di Kebun Percobaan Kwala Bekala USU, Medan [Skripsi].
- Islami, T. dan W. H. Utomo, 1995. Hubungan Tanah Air dan Tanaman. IKIP Semarang Press, Malang.
- Pusposutardjo, S., 2001. Pengembangan Irigasi Usaha Tani Berkelanjutan dan Gerakan Hemat Air. Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi, Jakarta.
- Suprpto, 2003. Pengaruh Penambahan Abu Layang pada Inti Bendungan terhadap Besarnya Debit Rembesan. Universitas Diponegoro, Semarang. [Tesis]
- Wesley, L.D., 2012. Mekanika Tanah. Penerbit ANDI, Yogyakarta.