

# ANALISIS ALIRAN AIR TANAH SATU DIMENSI (KAJIAN LABORATORIUM)

Saroha simaremare

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Jl.Raya Palembang - Prabumulih KM.32 Indralaya, Sumatera Selatan

E-mail: saroha\_simaremare@yahoo.co.id

## Abstrak

*Pada kasus-kasus aktual di lapangan, penelitian mengenai kondisi air tanah adalah sulit untuk dilakukan, sehingga untuk mempelajari lebih lanjut mengenai tinggi muka air tanah atau karakteristik air tanah perlu adanya penelitian yang di modelkan di laboratorium. Penelitian ini adalah penelitian tentang air tanah yang di lakukan di laboratorium dengan cara membuat pemodelan air tanah menggunakan alat Ground water flow apparatus. Tanah yang di gunakan adalah tanah pasir sebanyak dua sampel. Hal yang menjadi pengamatan adalah tinggi muka air tanah, hasil pengamatan uji laboratorium tersebut dibandingkan dengan hasil perhitungan. Dari perbandingan perbedaan tinggi muka air tanah di peroleh kesalahan absolute rata-rata untuk pasir I, 0,0014 pada percobaan I, 0,0003 pada percobaan II, dan 0,0005 pada percobaan III. Sedangkan untuk pasir II 0,0010 pada percobaan I, 0,0008 pada percobaan II, dan 0,0003 pada percobaan III. Konduktivitas hidrolik adalah salah satu yang menjadi penentu aliran air tanah untuk itu di lakukan pengujian konduktivitas hidrolik dengan metode constant head diperoleh hasil 0,0052 cm/detik untuk pasir I, dan 0,001723 cm/detik untuk pasir II.*

*Kata Kunci : Air tanah, konduktivitas hidrolik, kesalahan absolute.*

## Abstract

*In actual field case, research about ground water flow is difficult to carry out, for this reason ground water head and characteristics is studied through ground water hydraulic model at laboratory. The research conducted was about ground water hydraulic modeling at Laboratory by using Ground Water Flow Apparatus. Two Sand samples were used. The hydraulic head was measured and compared with calculated one. The result showed that average absolute error was 0.0014 for model I, 0.003 for model II, 0.005 for model III on 1<sup>st</sup> soil sample and 0.0010 for model I, 0.0008 for model II and 0.0003 for model III. The hydraulic conductivity was tested by using Constant Head Permeameter resulted in hydraulic conductivity 0.0052 cm/second for sample 1, 0.001723 m/second and 0.001723 cm/second for sample 2.*

*Keywords : ground water, hydraulic conductivity, absolute error.*

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Air tanah merupakan salah satu sumber daya air yang baik untuk air bersih dan air minum dibandingkan dengan sumber air lainnya. Kebutuhan air tanah selalu meningkat sesuai dengan pertumbuhan penduduk.

Air tanah memiliki sifat dan karakteristik tertentu, baik dalam pola pergerakannya, rebesan dan sebagainya. Oleh karena itu diperlukan kajian untuk memahami tentang tinggi muka air tanah dan pergerakan air tanah untuk mengetahui kuantitas air dan siklus hidrologi lainnya. Pengambilan air menimbulkan perubahan dalam tekanan pori-pori air dan biasanya berakibat dalam penurunan tanah sehingga dalam pengambilan air tanah perlu dilakukan studi terlebih dahulu. Adanya kenyataan bahwa air tanah mengalir dengan pola pergerakan tertentu, dan kecepatan aliran tertentu serta adanya perbedaan karakteristik air tanah antara suatu media permeabel dengan media permeabel lainnya. Pada kasus-kasus aktual di lapangan, penelitian

mengenai kondisi air tanah adalah sukar untuk dilakukan, sehingga untuk mempelajari lebih lanjut mengenai volume atau karakteristik air tanah perlu adanya penelitian yang di modelkan di laboratorium.

Kondisi sistem akifer di dalam tanah sangat rumit, namun dapat dipelajari dan diprediksi keberadaannya. Pada musim hujan kandungan air pada akifer meningkat sedangkan pada musim kemarau kandungan air menurun atau tidak ada sama sekali. Pada hal air sangat dibutuhkan dari waktu ke waktu untuk mendukung kehidupan semua makhluk hidup di bumi.

*Hydraulic conductivity* tanah dapat digambarkan sebagai kemampuan tanah dalam meloloskan air merupakan hal yang sangat penting dan berperan dalam aliran air tanah sehingga hubungan antara *hydraulic conductivity* dengan muka air tanah menjadi suatu masalah yang harus dikaji dalam penelitian ini.

Untuk mengetahui aliran air tanah maka dilakukan penelitian di Laboratorium Hidrolika Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya dengan

menggunakan alat uji *Ground-Water Flow Apparatus*.

### 1.2. Tujuan

1. Mendapatkan hubungan antara ukuran butir antrah dan *hydraulic conductivity*.
2. Menentukan hubungan tinggi muka air tanah pada titik yang ditinjau.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Air Tanah

Air yang kita gunakan sehari-hari telah menjalani siklus meteorik, yaitu telah melalui proses penguapan (*precipitation*) dari laut, danau, maupun sungai, lalu mengalami kondensasi di atmosfer, dan kemudian menjadi hujan yang turun ke permukaan bumi. Air hujan yang turun ke permukaan bumi tersebut ada yang langsung mengalir di permukaan bumi (*run off*) dan ada yang meresap ke bawah permukaan bumi (*infiltration*).

Air ini dapat tersimpan dan mengalir pada lapisan batuan yang kita kenal dengan akuifer (*aquifer*). Akuifer adalah lapisan bawah tanah yang mengandung air dan mampu mengalirkan air. Hal ini disebabkan karena lapisan tersebut bersifat *permeable* yaitu mampu mengalirkan air baik karena adanya pori-pori pada lapisan tersebut ataupun memang sifat dari lapisan batuan tertentu (Herlambang, 1996). Berdasarkan kadar kedap air dari batuan yang melingkupi akuifer Menurut Krussman dan Ridder (1970) dalam Utaya (1990), yaitu :

1. Akuifer tertekan (*confined aquifer*)  
 Akuifer tertekan adalah akuifer yang lapisan atas dan bawahnya dibatasi oleh lapisan yang kedap air.
2. Akuifer setengah tertekan (*semi confined aquifer*)  
 Akuifer setengah tertekan adalah akuifer yang lapisan atas atau di bawahnya masih mampu meluluskan atau dilewati air meskipun sangat kecil.
3. Akuifer setengah bebas (*semi unconfined aquifer*)  
 Akuifer jenis ini merupakan peralihan antara akuifer setengah tertekan dengan akuifer tidak tertekan (bebas). Dimana ,lapisan bawahnya yang merupakan lapisan kedap air, sedangkan lapisan atasnya merupakan material berbutir halus, sehingga pada lapisan penutupnya masih memungkinkan adanya gerakan air.
4. Akuifer bebas (*unconfined aquifer*)  
 Pada akuifer jenis ini lapisan atasnya mempunyai permeabilitas yang tinggi, sehingga tekanan udara di permukaan air sama dengan atmosfer. Air tanah dari akuifer ini disebut air tanah bebas (tidak tertekan) dan akuifernya sendiri sering disebut *water-table aquifer*.

### 2.2. Aliran Air tanah

Aliran tanah dalam keadaan sebenarnya tidak berubah, aliran tersebut dipengaruhi oleh prinsip-prinsip hidrolika yang telah tersusun baik terhadap aliran air tanah lewatakuifer yang pada umumnya merupakan sebagai media alir dan dapat berlakukannya hukum Darcy.

Pergerakan air tanah pergerakan terjadi mulai dari *recharge area* (masuknya air dalam tanah), bergerak menuju *Discharge area* (keluarnya air tanah dalam bentuk mata air, rembesan atau limpasan pada sumur). Pergerakan air tanah dapat didekati dengan Hukum Darcy sebagai berikut:

$$V = Ki = K \Delta h / L$$

Sehingga debit air tanah :

$$Q = V.A = K.i.A$$

Dimana : V = Kecepatan aliran air dalam akifer (m/s)

- K = *Hydraulic Conductivity* (cm/s)
- i = Gradien hidraulik searah aliran  $\Delta h =$  Tinggi tekan piezometrik (potential head) =  $h_1 - h_2$
- L = Jarak titik tinjauan
- Q = Debit air melalui akifer ( $m^3 / det$ )
- A = Luas penampang ( $m^2$ )

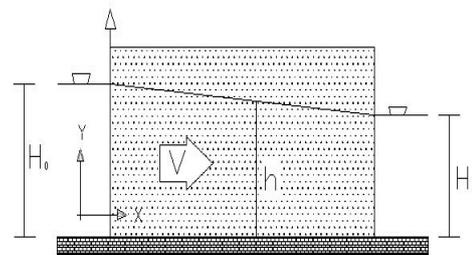
### 2.3. Analisis aliran air tanah.

Aliran air tanah adalah aliran yang terjadi di bawah permukaan air tanah ke elevasi yang lebih rendah yang akhirnya menuju sungai atau langsung ke laut. Air tanah mengalir dari titik berenergi potensial tinggi ke arah titik berenergi potensial lebih rendah, antara titik-titik yang berenergi potensial sama tidak terdapat pengaliran air tanah.

Analisis aliran air tanah yang di modelkan oleh alat *Ground Water flow apparatus* pada penelitian ini ialah sebagai berikut :

1. Aliran air tanah tanpa *discharge*.

Aliran air tanah pada aliran ini ialah air tanah mengalir satu arah ke arah x dan tidak ada aliran ke arah y, seperti yang terlihat pada gambar di bawah ini :



Gambar II.1. Aliran air tanah tanpa *discharge*.

Pada akuifer ini tinggi air tanah dapat di hitung dengan :

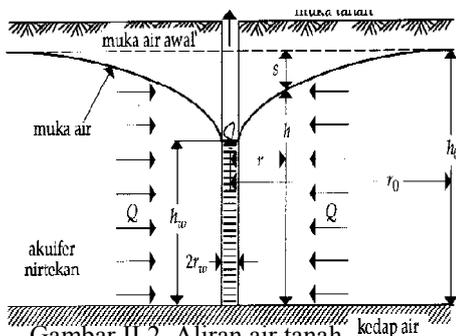
$$h^2 = H_0^2 + (H_1^2 - H_0^2) \frac{x}{L}$$

Dimana :

- h = Tinggi air tanah yang ditinjau (mm)
- H<sub>0</sub> = Tinggi permukaan air Tertinggi (mm)
- H<sub>1</sub> = Tinggi permukaan air terendah (mm)
- X = Jarak dari titik yang di tinjau terhadap H<sub>0</sub> (mm)
- L = Jarak H<sub>1</sub> dan H<sub>0</sub> (mm)

2. Aliran radial pada akifer bebas air mengalir masuk kedalam sumur.

Aliran radial ini terjadi pada pemompaan, dengan aliran air tanah menuju ke sumur (titik pompa), semakin dekat ke pipa pemompaan permukaan air semakin curam ini disebabkan kecepatan air tanah semakin besar seperti yang terlihat pada gambar di bawah ini :



Gambar II.2. Aliran air tanah Satu discharge.

Untuk menentukan tinggi air tanah dapat di hitung dengan persamaan sebagai berikut :

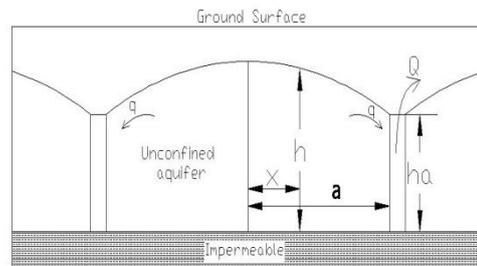
$$h^2 = H_0^2 + \frac{Q_0}{\pi K} \ln \frac{r}{R_0}$$

Dimana :

- h = Tinggi air tanah yang ditinjau (mm)
- H<sub>0</sub> = Tinggi air tanah paling jauh dari sumur (mm)
- Q<sub>0</sub> = Debit air yang keluar di sumur (mm<sup>3</sup>)
- r = Jarak titik air yang ditinjau terhadap sumur (mm)
- R<sub>0</sub> = Jarak H<sub>0</sub> terhadap sumur (mm)

3. Pada akuifer bebas dengan dua discharge.

Aliran air tanah pada yang terjadi adalah air tanah yang mengalir ke arah dua saluran sepanjang akuifer, seperti yang terlihat pada gambar di bawah ini :



Gambar II.3. Air tanah dengan dua Discharge.

Menurut Dupuit, aliran air tanah persatuan tebal penampang basah air tanah pada saluran paralel yang menembus akifer tersebut adalah :

$$h^2 = h_a^2 + \frac{Q}{K} (a^2 - x^2)$$

Dimana

- x = jarak dari tengah akifer ke titik yg ditinjau
- h<sub>a</sub> = tinggi muka air di saluran (mm)
- a = Jarak dari tengah akifer ke tengah saluran (mm)
- Q = Debit air yang keluar (mm<sup>3</sup>)

#### 2.4. Konduktivitas Hidrolik Tanah.

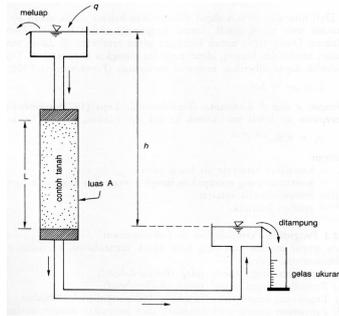
Konduktivitas hidrolik merupakan ukuran dari kemampuan media berpori meloloskan fluida yang melewatinya (Aji, 2012). Nilai konduktivitas hidrolik tergantung dari jenis media berpori serta fluida yang melewatinya dengan dimensi yang sama dengan kecepatan.

Koefisien konduktivitas hidrolik tergantung pada ukuran rata-rata pori yang dipengaruhi oleh distribusi ukuran partikel, bentuk partikel, dan struktur tanah. Secara garis besar, semakin kecil ukuran partikel, semakin kecil pula ukuran pori dan makin rendah konduktivitas hidroliknya (Craig, 1991).

Untuk menentukan koefisien konduktivitas hidrolik tanah di laboratorium dilakukan dengan cara dua metode di bawah ini :

##### 2.4.1. Metode tinggi air konstan (constant head method)

Metode ini adalah dalam pengujian memasukkan air ke alat uji secara tetap ketinggianya, uji ini biasanya untuk tanah yang konduktivitas hidrolik tanahnya yang tinggi  $k > 10^{-3}$  cm/s.



Gambar II.4. Permeameter  
Constan Head Method

Dari percobaan diatas didapatkannilai k :

$$K = \frac{Q \times L}{h \times A \times t}$$

Dimana :

K = Hidrolikketerhantaratanah (cm/s)

Q = Debit air (cm<sup>3</sup>/s)

L = Panjangtanah yang diukur (cm)

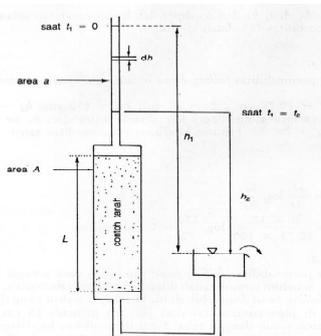
h =Tinggitekanankonstan (cm)

A = Luaspermukaanalatuji (cm<sup>2</sup>)

t = Waktu (detik)

#### 2.4.2. Metode bedatinggitekanan (falling head)

Metode ini ialah dalam pengujian air yang dimasukkan ke alat uji ketinggian air berubah setiap waktu tertentu. Uji untuk tanah yang konduktivitas hidrolik tanahnya rendah  $k < 10^{-3}$  cm/s.



Gambar. II.5. Permeameter Falling head

Untuk mendapatkan nilai k maka di gunakan persamaan berikut :

$$k = 2,303 \cdot \left( \frac{aL}{At} \right) \cdot \log \left( \frac{h1}{h2} \right)$$

Dimana

k = konduktivitas hidrolik (cm/s)

h = h1-h2 = beda tinggi sembarang waktu t (cm)

A = luas potongan melintang benda uji (cm<sup>2</sup>)

a = luas pipa pengukur (cm<sup>2</sup>)

L = panjang sampel (cm)

#### 2.5. Analisa Saringan.

Sifat suatu tanah tergantung juga pada ukuran butiran, oleh karena itu pengukuran butiran tanah amat penting di dalam mekanika tanah sebagai dasar untuk mengklasifikasikan tanah tersebut Analisa saringan adalah pengayakan dan penggetaran sampel tanah melalui satu set ayakan dari yang terbesar sampai dengan yang terkecil. Pada saringan kasar ukurannya ditentukan menurut dimensi lubangnya. Sedangkan untuk saringan yang lebih kecil lagi, ukuran saringan ditentukan berdasarkan jumlah kawat perinci, ukurana saringan yang digunakan pada Satndart ASTM ialah sebagai berikut :

Tabel II.1. Ukuran Saringan Standart ASTM.

Saringan #	Diameter
	Butir Ansar (mm)
no. 4	4.75
no. 10	2
no. 20	0.85
no. 40	0.425
no. 60	0.2
no. 100	0.15
no. 200	0.075
PAN	-

Distribusi ukuran partikel dapat digambarkan di atas kertas semi logaritmik dengan sumbu ordiantanya adalah persentase berat partikel yang lebih kecil dari pada ukuran yang diketahui, hasil analisis saringan ini menentukan sifat gradasi tanah yaitu :

##### 1. Tanah bergradasi baik (well-graded)

Tanah bergradasi baik adalah rentang distribusi ukuran partikel yang relatif lebih luas, menghasilkan kurva distribusi yang lurus dan panjang.

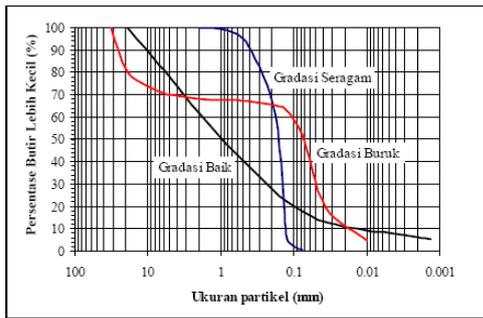
##### 2. Tanah gradasi seragam (uniform soil)

Tanah bergradasi seragam adalah distribusi partikel-partikelnya memiliki ukuran yang relatif sama.

##### 3. Tanah gradasi buruk (gap graded atau poorly graded)

Tanah bergradasi buruk adalah memiliki distribusi ukuran partikel yang terputus yang mana tidak terdapat ukuran partikel antara butir kasar dan halus.

Untuk menentukan gradasi tanah dengan cara analisa saringan yaitu sesuai dengan Standart ASTM satu set saringan yang kemudian dibuat dalam grafik gradasi berikut :



Gambar II.6. Grafik Gradasi Tanah.

Dari grafik di atas didapat koefisien keseragaman :

1. Koefisien keseragaman

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

Dimana :

$C_u$  = Koefisien keseragaman

$D_{60}$  = diameter yang bersesuaian dengan 60% lolos ayakan.

$D_{10}$  = diameter yang bersesuaian dengan 10% lolos ayakan.

2. Koefisien Gradasi

$$C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10}D_{60}}$$

Dimana :

$C_c$  = koefisien gradasi

$D_{30}$  = diameter yang bersesuaian dengan 30% lolos ayakan.

Berdasarkan USCS (*Unified Soil Classification System*), ditentukan bahwa tanah yang bergradasi baik (*well graded*) adalah yang memenuhi :

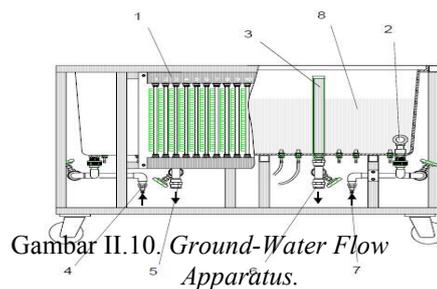
- Untuk gravel :  $C_u > 4$  dan  $1 < C_c < 3$
- Untuk pasir :  $C_u > 6$  dan  $1 < C_c < 3$

Bila syarat di atas tidak terpenuhi, maka tanah tersebut bergradasi buruk (*poorgraded*). Semakin landai kurva distribusi semakin besar rentang distribusinya sementara semakin curam kurvanya, semakin kecil rentang distribusinya. Secara umum tanah bergradasi baik diwakili oleh kurva distribusi yang cembung (Craig,19910) sementara tanah bergradasi buruk ditandai dengan ukuran partikel yang seragam atau dengan adanya lompatan pada distribusi ukuran partikelnya sehingga pada kondisi ini *hydraulic conductivity* pada tiap lapisan tanah sama.

## 2.6. Ground-Water Flow Apparatus.

*Ground-Water Flow Apparatus* adalah alat yang digunakan untuk menyelidiki prinsip-prinsip hidrologi aliran air tanah, dan untuk memeriksa hubungan antara aliran air tanah dengan yang berkaitan dengan teknik sipil.

Berikut ini adalah gambar alat *Ground-Water Flow Apparatus* serta penjelasan alat ini :



Gambar II.10. *Ground-Water Flow Apparatus*.

## 2.7. Kesalahan hasil Laboratorium dan perhitungan.

Menurut Adidarma (2004) untuk menilai kedekatan atau kecocokan data hasil pengamatan di laboratorium dengan data hasil perhitungan, dilakukan uji kecocokan dengan menggunakan fungsi objektif atau fungsi kesalahan yang merupakan persamaan dari perhitungan dan pengamatan menggunakan Kesalahan Absolute Rata-rata (KAR). Persamaan untuk menghitung KAR menggunakan persamaan berikut :

$$KAR = \frac{1}{N} \sum \frac{(h_{comp} - h_{obs})}{h_{obs}}$$

Dimana

KAR : Kesalahan absolute rata-rata

$h_{comp}$  : Hasil perhitungan

$h_{obs}$  : Hasil percobaan.

N : Jumlah data

## 3. METODOLOGI PENELITIAN.

### 3.1. Alat dan Bahan

#### A. Alat

1. Satu set *Ground-water Apparatus*

Pada penelitian ini alat yang digunakan merupakan satu set model hidraulik bernama *Ground-Water Flow Apparatus*. Alat ini merupakan alat yang sudah tersedia di laboratorium Hidrolika jurusan Teknik sipil, Universitas Sriwijaya seperti yang terlihat pada gambar di bawah ini.



Gambar III.1. *Alat Ground-water Flow Apparatus*

2. Satu Set Saringan.

Alat ini digunakan untuk melakukan pengujian analisa saringan yaitu sesuai dengan standart ASTM yang dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah.



Gambar III.2. Satu set Saringan.

3. Satu set alat Permea meter.

Alat ini digunakan untuk melakukan pengujian Konduktivitas hidrolis tanah yang dilakukan di Laboratorium Hidrolika.



Gambar III.3. Permea meter.

**B. Bahan**

1. Pasir

Pasir yang digunakan adalah pasir yang sampelnya telah diujikan analisa saringan di laboratorium mekanika tanah yaitu pasir yang sudah tersedia di dalam alat sebelumnya yang sayasebut sebagai Pasir I dan pasir Tanjung Raja, Ogan Ilir yang sayasebut sebagai Pasir II.

2. Air

Air yang digunakan pada penelitian ini adalah air yang jernih yaitu air yang tersedia di laboratorium Hidrolika, air ini digunakan untuk mengalirkan pasir yang akan diteliti aliran air tanahnya.

**3.2. Pengujian .**

**A. Pengujian Analisa Saringan**

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan buktian pasir yang

digunakan dalam penelitian ini yaitu dengan cara ayakan Standart ASTM, benda uji untuk analisa saringan halus ini dalam keadaan kering yaitu sebanyak 500 gram.

Saringan #	Diameter Butir Ansar (mm)	Berat Tanah Tertahan (gr)	Kumulatif Tertahan (gr)	Tertahan %	Lolos %
2 in	50.4	0	0.00	0.00	100.00
1 in	25.2	0	0.00	0.00	100.00
3/8 in	19	0	0.00	0.00	100.00
no. 4	4.75	0.62	1.50	0.30	99.70
no. 10	2	17.04	17.66	3.53	96.47
no. 20	0.85	104.23	121.89	24.38	75.62
no. 40	0.425	252.38	374.27	74.85	25.15
no. 60	0.2	94.24	468.51	93.70	6.30
no. 100	0.15	23.81	492.32	98.46	1.54
no. 200	0.075	3.56	495.88	99.18	0.82
PAN	-	4.12	500.00	100.00	0.00

**B. Pengujian Konduktivitas hidrolis tanah**

Pada pengujian konduktivitas hidrolis tanah pada penelitian ini sayamenggunakan cara *Constan Head*.

**3.3. Pengamatan Tinggi air tanah.**

Pada pengukuran aliran air tanah yang dilakukan menggunakan alat *Ground water Flow Apparatus* dengan tiga pemodelan yaitu :

1. Percobaan I : Aliran air tanah di antara dua saluran air yang dimodelkan dengan inlet satu sebagai saluran satu dan inlet dua sebagai saluran kedua.
2. Percobaan II : Aliran air tanah yang di pompa dengan satu sumur yang dimodelkan dengan outlet satu sebagai sumur yang di pompa dan inlet satu sebagai sumur mata air.
3. Percobaan III : Aliran air tanah yang di pompa diantara dua sumur yang saling berdekatan yang dimodelkan dengan outlet satu sebagai pompa satu dan dan outlet dua sebagai pompa dua dan inlet

Saringan #	Diameter Butir Ansar (mm)	Berat Tanah Tertahan (gr)	Kumulatif Tertahan (gr)	Tertahan %	Lolos %
2 in	50.4	0	0.00	0.00	100.00
1 in	25.2	0	0.00	0.00	100.00
3/8 in	19	0	0.00	0.00	100.00
no. 4	4.75	1.5	1.50	0.30	99.70
no. 10	2	21.72	23.22	4.64	95.36
no. 20	0.85	324.83	348.05	69.61	30.39
no. 40	0.425	116.06	464.11	92.82	7.18
no. 60	0.2	25.8	489.91	97.98	2.02
no. 100	0.15	0.1	490.01	98.00	2.00
no. 200	0.075	6.95	496.96	99.39	0.61
PAN	-	3.04	500.00	100.00	0.00

satu dan dua sebagai mata air.

**Tabel IV.1.** Hasil data analisis Saringan Pasir I

**4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

**4.1. Data Hasil Penelitian**

4.1.1. Analisa Saringan

2. Pasir II

**Tabel IV.2.** Hasil data analisis Saringan pasir II

1. Pasir I

**4.1.2. Hasil pengujian konduktivitas hidrolitik tanah dengan cara *Constan head***

Tabel IV.3. Konduktivitas Hidrolitik tanah pasir I.

Q (cm <sup>3</sup> /menit)	D (cm)	L (cm)	h (cm)	t (detik)	A (cm <sup>2</sup> )	K (cm/detik)
105	10	10	154	60	78,5	1,447 x 10 <sup>-3</sup>
145	10	10	154	60	78,5	1,999 x 10 <sup>-3</sup>
Rata-rata						1,723 x 10 <sup>-3</sup>

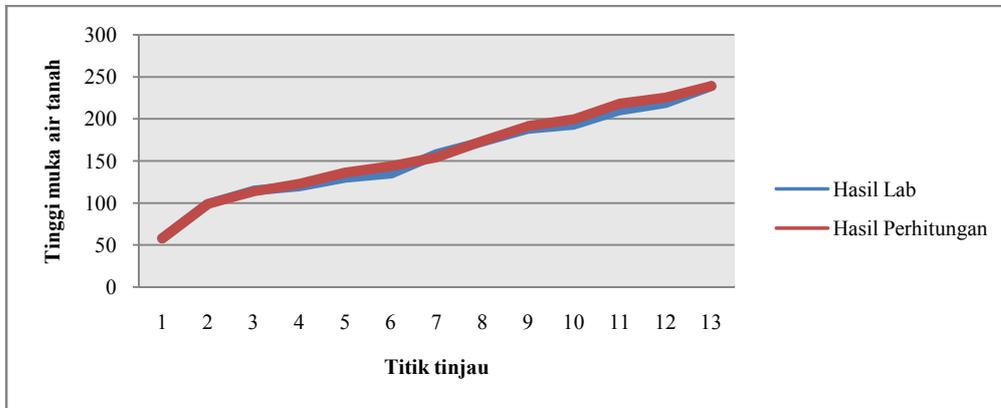
Tabel IV.4. Konduktivitas Hidrolitik tanah pasir II.

Q (cm <sup>3</sup> /menit)	D (cm)	L (cm)	h (cm)	t (detik)	A (cm <sup>2</sup> )	K (cm/detik)
170	10	10	154	60	78,5	2,35 x 10 <sup>-3</sup>
195	10	10	154	60	78,5	2,69 x 10 <sup>-3</sup>
Rata-rata						2,52 x 10 <sup>-3</sup>

**4.1.3. Perbandingan Tinggi muka air tanah Hasil Laboratorium dan Hasil Perhitungan.**

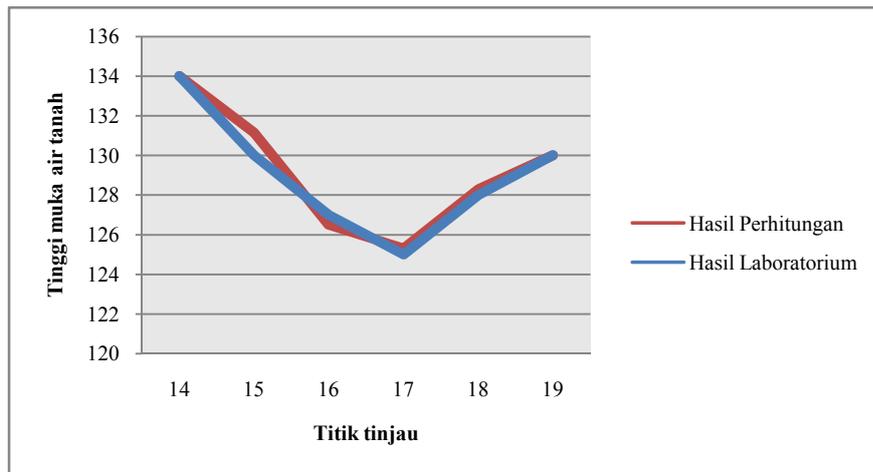
1. Pasir I

A. Percobaan I



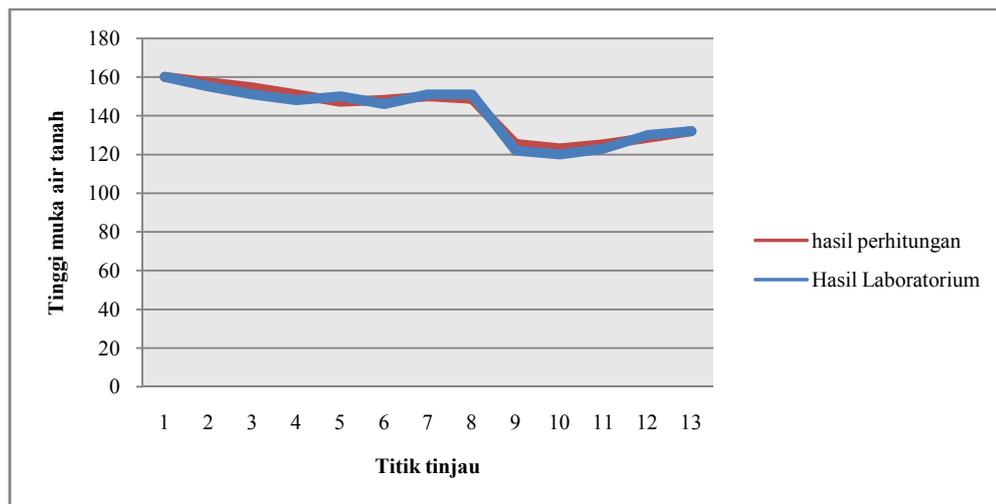
Gambar IV.15. Grafik perbandingan hasil laboratorium dan hasil perhitungan percobaan I pasir I.

B. Percobaan II



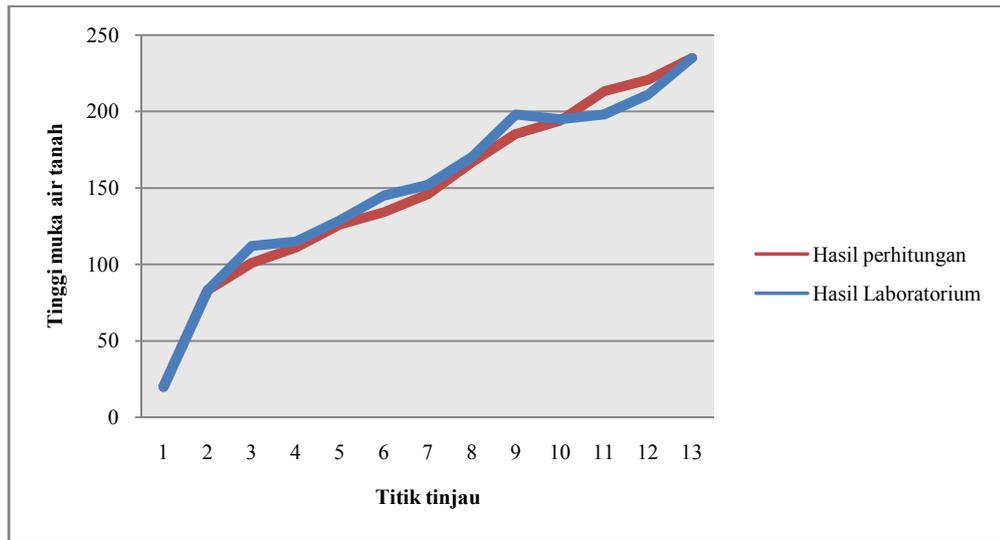
Gambar.IV.16.Grafik perbandingan hasil laboratorium dan hasil perhitungan percobaan II pasir I.

C. Percobaan III.



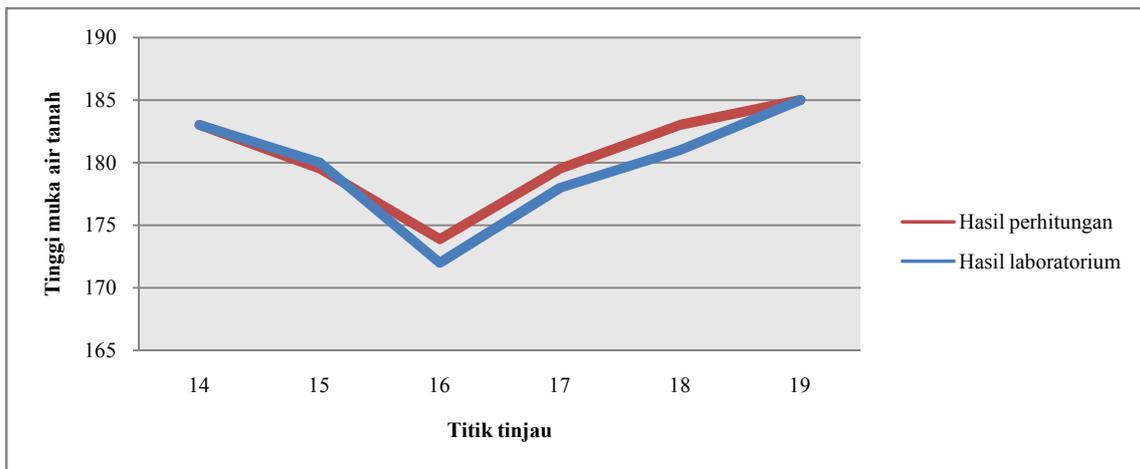
Gambar.IV.17.Grafik perbandingan hasil laboratorium dan hasil perhitungan percobaan III pasir I.

2. Pasir II  
A. Percobaan I



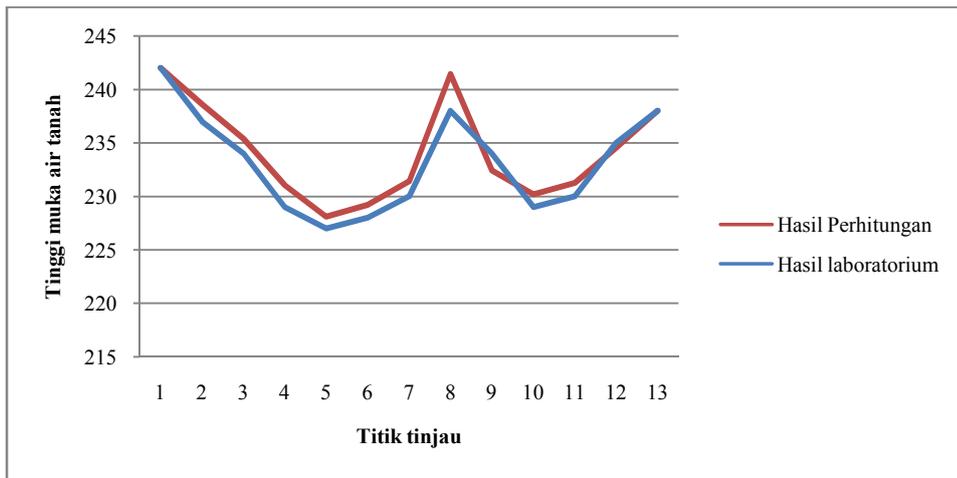
Gambar.IV.18.Grafik perbandingan hasil laboratorium dan hasil perhitungan percobaan I pasir II

B. Percobaan II



Gambar.IV.19.Grafik perbandingan hasil laboratorium dan hasil perhitungan percobaan II pasir II.

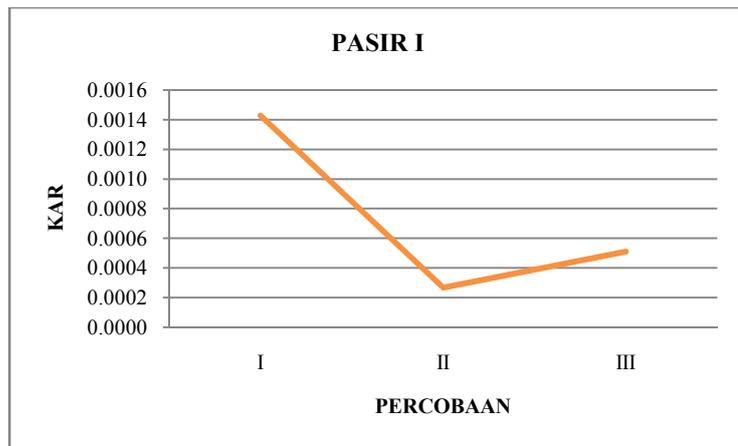
C. Percobaan III



Gambar.IV.20.Grafik perbandingan hasil laboratorium dan hasil perhitungan percobaan III pasir II.

4.1.4. Kesalahan Absolut rata-rata.

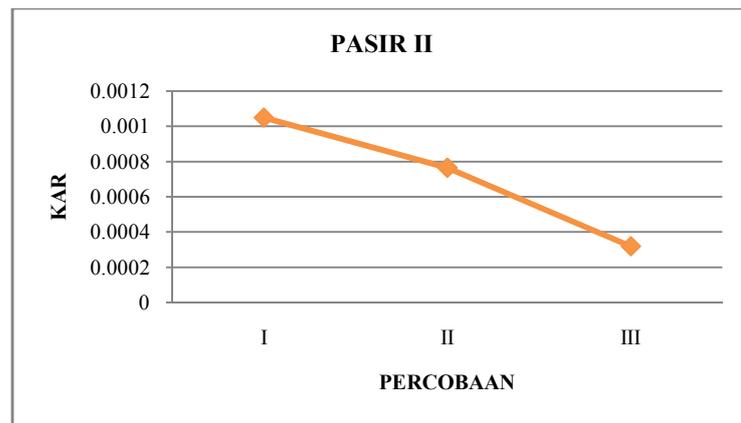
1. Pasir I



Gambar IV.21. Grafik perbedaan KAR pasir I.

Dari grafik diatas kita dapat mengamati bahwa nilai KAR terbesar ialah terjadi di percobaan I sebesar 0,0014 dan KAR terkecil terdapat pada percobaan II yaitu sebesar 0,0002. Kesalahan abasolut rata-rata ini menjadi acuan kesesuaian antara hasil uji di laboratorium dengan hasil perhitungan perbedaan tinggi muka air tanahnya tidak signifikan artinya seluruh tinggi muka air tanah dari laboratorium dan hasil perhitungan perbedaanya kecil.

## 2. Pasir II



Gambar IV.22. Grafik perbedaan KAR pasir II.

Dari grafik diatas kita dapat mengamati bahwa nilai KAR terbesar ialah terjadi di percobaan I sebesar 0,0010 dan KAR terkecil terdapat pada percobaan III yaitu sebesar 0,0003. Kesalahan abasolut rata-rata ini menjadi acuan kesesuaian antara hasil uji di laboratorium dengan hasil perhitungan perbedaan tinggi muka air tanahnya tidak signifikan artinya seluruh tinggi muka air tanah dari laboratorium dan hasil perhitungan perbedaanya kecil.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

1. Pada pengujian analisa saringan di peroleh koefisien keseragaman 1,056 untuk pasir I dan 1,106 maka dapat di simpulkan bahwa tanah yang di gunakan adalah tanah pasir sesuai dengan ketentuan untuk tanah pasir  $1 < C_u < 3$ .
2. Pada pengujian analisa saringan di peroleh *hydraulic konduktiviti*  $2,52 \times 10^{-3}$  untuk pasir I dan  $1,73 \times 10^{-3}$  maka dapat di simpulkan bahwa bahwa *hydraulic konduktiviti* sesuai dengan ketentuan nilai *hydraulic konduktiviti* tanah pasir yaitu berkisar  $10^{-3} - 10^{-1}$ .
3. Nilai *hydraulic konduktiviti* yang di peroleh pada penelitian ini pada pasir I lebih besar di bandingkan dengan pasir II.
4. Nilai Kesalahan absolut rata-rata antara hasil laboratorium dan hasil perhitungan pada pasir I terjadi pada pemodelan percobaan I sebesar 0,0014, dan pada pasir II terjadi pada percobaan I juga yaitu sebesar 0,0010.

### 5.2. Saran

1. Perlu nya penyediaan alat pengukur debit yang lebih baik sehingga hasil penelitian yang diperoleh lebih akurat.

### DAFTAR PUSTAKA

- Azmeri, Rizalihadhi, M dan Irma Yanita, *Observasi Garis Freatis pada Model Bendungan Berdasarkan Kepadatan Tanah Melalui Model Fisik*, Vol. 20 No. 1, Darussalam Banda Aceh, 2013.
- Cipta Aji, Herlambang, *Pemodelan Fisik Aliran Air*, Vol. 9 No 1 0,2012.
- Canonica, Lucio, 2000, *Memahami Hidrolik*, Penerbit Angkasa, Bandung.
- Djarwanti, Noegroho, *Komparasi koefisien permeabilitas (k) pada tanah kohesif*, Jurnal Media teknik sipil, 2008

Kashef, A.I, *Groundwater Engineering*,  
McGraw-Hill Book Co. Inc.,  
New York, 1986.

Luknanto, Djoko, *Aliran Air Tanah ,Diktat Kuliah  
Aliran Air Tanah, Universitas Gajah  
Mada, Yogyakarta, 2000.*

Pallu ,M. S, Arfan ,H dan Inayah, *Studi  
Eksperimental Debit Aliran Air Tanah  
Pada Kondisi Akuiifer Bebas Dan  
Akuiifer Tertekan, Volume 1  
No.2, Makassar, 2013.*

SNI 3423, *Cara Uji Analisis Ukuran  
Butiran Tanah*, Badan Standarisasi  
Nasional, Bandung, 2008.

Soemarto, C.D, *Hidrologi Teknik Edisi  
Kedua*, Penerbit Erlangga, Jakarta, 1999.

W. Delleur, Jacques , *Ground Water  
Engeenering second Edition*,  
Department of Mathematics Purdue  
University, United State, 2006.

Wangsadipura, M, *Analisis Hidraulik Aliran  
Bawah Permukaan Melalui Media  
Gambut*, Vol.12 No.1, 2005.

Wilson, E.M, *Hidrologi Teknik Edisi  
Keempat*, Penernit ITB, Bandung, 1993.