



**KONDISI MUKA AIR TANAH PADA GALIAN
MENGUNAKAN SUMUR POMPA
(UJI MODEL FISIK)**

SKRIPSI

Oleh

**Aniswati Hilmia
NIM 131910301122**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2015**



**KONDISI MUKA AIR TANAH PADA GALIAN
MENGUNAKAN SUMUR POMPA
(UJI MODEL FISIK)**

SKRIPSI

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Strata 1 Teknik
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

Aniswati Hilmia
NIM 131910301122

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2015**

PERSEMBAHAN

Sebuah usaha kecil dari kewajiban dalam agama-Mu (menuntut ilmu), Alhamdulillah telah Engkau lapangkan jalannya. Ya Allah, terima kasih atas rahmat serta hidayahnya kepadaku dan kepada Nabi Muhammad SAW teladanku dan umatnya yang membawa cahaya di dunia-Mu.

Tugas Akhir ini saya persembahkan untuk:

1. Kedua orang tuaku tercinta yang telah memberikan dukungan yang tak terbatas;
2. Guru-guruku sejak taman kanak-kanak sampai perguruan tinggi;
3. Almamater Fakultas Teknik Universitas Jember;
4. Teman-teman yang selalu membantu dan memberi dukungan;
5. Teman-teman kosant yang sudah membantu dan memberikan semangat.

MOTTO

Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman di antara kamu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat.

(Terjemahan Surat *Al-Mujadalah* ayat 11) ^{*)}

“Everything will be okay in the end. If it’s not okay, it’s not the end”

(jhon lennon)

“Live for something or die for nothing”

^{*)} Departemen Agama Republik Indonesia. 1998. *Al Qur'an dan Terjemahannya*. Semarang:PT Kumudasmoro Grafindo.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

NAMA : Aniswati Hilmia

NIM : 131910301122

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi yang berjudul “ Kondisi Muka Air Tanah pada Galian Menggunakan Sumur Pompa (Uji Model Fisik)” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi mana pun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 29 Juni 2015

Yang menyatakan,

Aniswati Hilmia

NIM 131910301122

SKRIPSI

**KONDISI MUKA AIR TANAH PADA GALIAN
MENGUNAKAN SUMUR POMPA
(UJI MODEL FISIK)**

Oleh

Aniswati Hilmia

NIM 131910301122

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama : Sri Wahyuni, ST., MT., Ph.D

Dosen Pembimbing Anggota : M. Farid Ma'ruf, ST., MT., Ph.D

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Kondisi Muka Air Tanah pada Galian Menggunakan Sumur Pompa (Uji Model Fisik)” telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal : 29 Juni 2015

tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember.

Tim Penguji:

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Anggota

Sri Wahyuni., ST., MT., Ph.D

M. Farid Ma'ruf, , ST., MT., Ph.D

NIP 19711209 199803 2 001

NIP 19721223 199803 1 002

Dosen Penguji I,

Dosen Penguji II,

Wiwik Yunarni W, ST., MT

Dr.Ir. Entin Hidayah, M.UM

NIP 19700613 199802 2 001

NIP 19661215 199503 2 001

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Teknik
Universitas Jember

Ir.Widyono Hadi., MT.

NIP 19610414 198902 1 001

RINGKASAN

Kondisi Muka Air Tanah pada Galian Menggunakan Sumur Pompa (Uji Model Fisik); Aniswati Hilmia, 131910301122; 2015, 54 halaman; Program Studi S1; Jurusan Teknik Sipil; Fakultas Teknik; Universitas Jember.

Air tanah adalah air yang terdapat dalam lapisan tanah atau bebatuan di bawah permukaan tanah (UU No. 7 2004 tentang Sumber Daya Air). Air tanah mempunyai peranan yang sangat penting terutama dalam menjaga keseimbangan dan ketersediaan bahan baku air. Namun air tanah dapat mengakibatkan suatu problem yang besar pada proyek konstruksi, apabila pengaruh air tidak dipertimbangkan. Agar dapat menghindari masalah di atas, kita dapat menggunakan metode Dewatering.

Oleh sebab itu perlu adanya penelitian tentang kondisi tinggi muka air tanah disekitar galian. Untuk mengetahui kondisi tinggi muka air tanah di sekitar galian perlu dilakukan uji model fisik dengan menggunakan *Ground Water Flow and Well Abstraction Unit*. Tapi sebelum melakukan pengujian tersebut perlu dilakukan pengujian permeabilitas untuk mengetahui nilai koefisien permeabilitas dari bahan yang digunakan dalam pengujian tersebut. Bahan yang digunakan dalam pengujian ini adalah pasir kuarsa berukuran antara 0,6-2 mm. Setelah diketahui nilai koefisien permeabilitas, maka dapat dihitung berat pasir yang akan digunakan dalam pengujian kondisi tinggi muka air tanah disekitar galian.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi galian yang akan dikeringkan, maka semakin besar penurunan muka airnya. Dan hasil perbandingan pengeringan galian dengan sumur tunggal dan sumur ganda, menunjukkan bahwa pengeringan dengan sumur tunggal lebih lama dari pada dengan sumur ganda. Sedangkan tingkat kesesuaian korelasi antara S pembacaan manometer dan S hasil perhitungan sangat kuat, karena korelasinya antara 0,80 – 1.

SUMMARY

Groundwater Condition In Mining Using Well Pump (Physical Model Test); Aniswati Hilmia, 131910301122; 2015, 54 pages; S1 Study Program; Department of Civil Engineering; Faculty Of Engineering; University of Jember.

Ground water is the water contained in the soil or rock layers below the soil surface (Law No. 7 of 2004 on Water Resources). Ground water has a very important role, especially in maintaining the balance and availability of raw water. However, groundwater can lead to a big problem on the construction project, if the effect of the water is not considered. In order to avoid the problems mentioned above, we can use the method Dewatering.

Therefore there is need for research on the condition of groundwater levels around the excavation. To determine the condition of groundwater levels around the excavation necessary to test physical models using Ground Water Flow and Well Abstraction Unit. But before doing these tests need to be performed to determine the permeability testing permeability coefficient of the materials used in the test. Materials used in this test is quartz sand measuring between 0.6 to 2 mm. Once known permeability coefficient value, it can be calculated by weight of sand to be used in testing the condition of groundwater levels around the excavation.

The results showed that the higher the excavation to be dried, the greater the decline in the face of the water. And the results of the comparison of drying excavation with a single well and double wells, indicating that the drying with a single well longer than the double wells. While the level of concordance correlation between the S and S manometer readings calculation results are very strong, because the correlation is between 0.80 to 1.

PRAKATA

Puji dan syukur ke hadirat Allah SWT. atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini yang berjudul ” Kondisi Muka Air Tanah pada Galian Menggunakan Sumur Pompa (Uji Model Fisik)”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan Program S1 Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember.

Penyusunan Skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ir. Widiono Hadi, MT., selaku Dekan Fakultas Teknik;
2. Dr.Ir. Entin Hidayah, M. UM., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil;
3. Sri Wahyuni, ST., MT, Ph.D., selaku Dosen Pembimbing I, M. Farid Ma'ruf, ST., MT., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing II;
4. Wiwik Yunarni W., ST.,MT., selaku dosen penguji 1, Dr.Ir. Entin Hidayah, M. UM., selaku dosen penguji 2, yang telah memberiku ilmu dan dengan sabar membimbing serta memberikan banyak masukan terhadap penyusunan skripsi ini;
5. Seluruh dosen Teknik Sipil beserta teknisi laboratorium;
6. Teman-teman Teknik Sipil.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan Skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, 29 Juni 2015

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBINGAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
SUMMARY	viii
PRAKATA	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
1.5 Batasan Masalah	2
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Permeabilitas	3
2.2 Muka Air Tanah	4
2.3 Aliran Tunak Radial (<i>Radial Steady Flow</i>)	5
2.4 Koefisien Korelasi Person	6
2.5 Koefisien Determinasi	6
BAB 3. METODE PENELITIAN	8

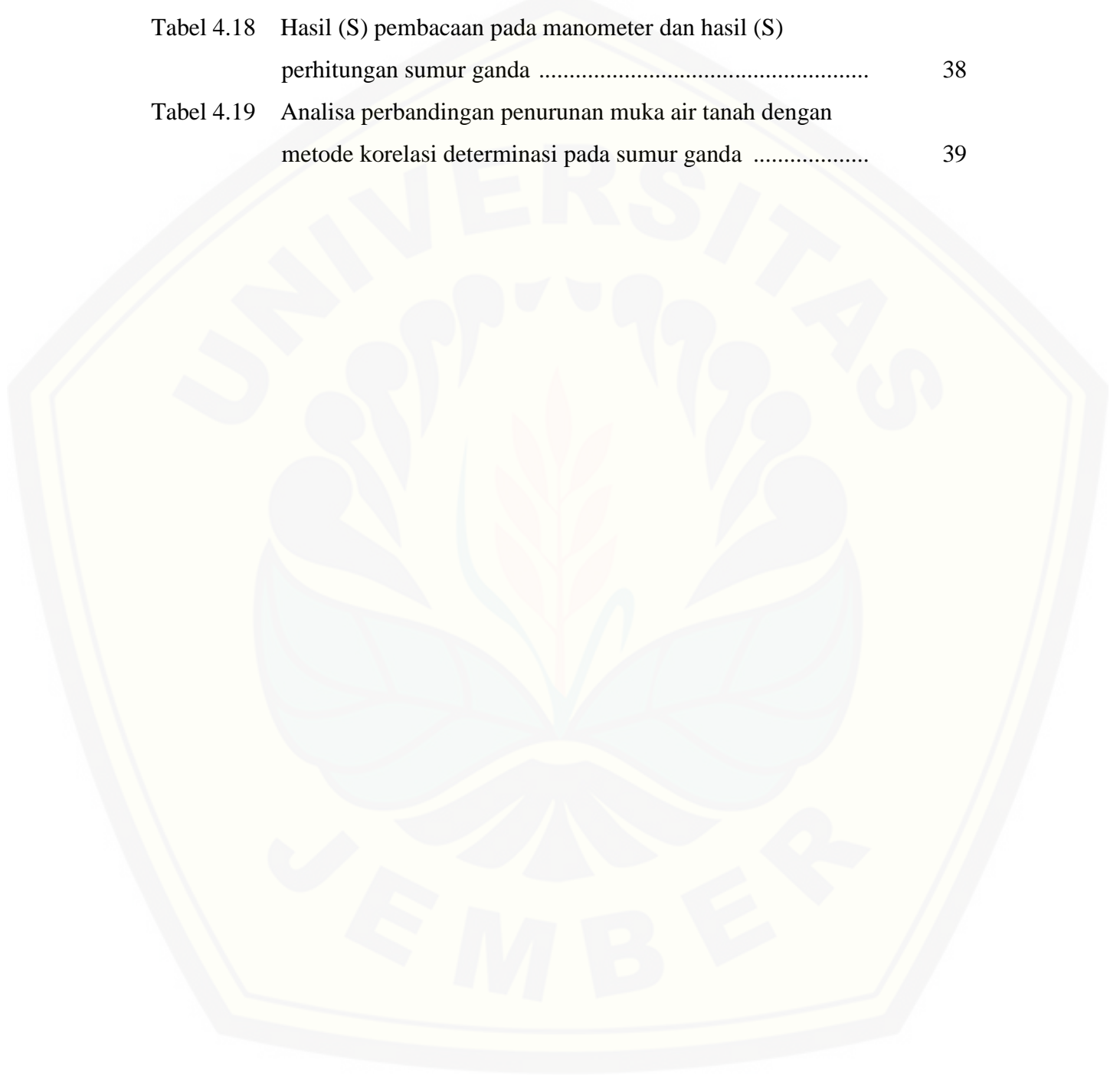
3.1 Metode Kepustakaan	8
3.2 Tempat Penelitian	8
3.3 Alat Penelitian	8
3.3.1 Permeameter Test	8
3.3.1.1 Persiapan Alat dan Bahan	8
3.3.1.1.1 Alat	8
3.3.1.1.2 Bahan	9
3.3.1.2 Langkah Kerja	10
3.3.2 <i>Ground Water Flow and Well Abstraction Unit</i>	10
3.3.2.1 Persiapan Alat dan Bahan	10
3.3.2.1.1 Alat	10
3.3.2.1.2 Bahan	11
3.3.2.2 Langkah Kerja.....	12
3.4 Tahapan Penelitian	16
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	18
4.1 Pengujian Permeabilitas.....	18
4.2 Berat Isi Pasir	18
4.3 Berat Pasir kering.....	20
4.4 Pembacaan Manometer	21
4.5 Pembacaan Manometer pada Sumur Tunggal	21
4.5.1 Pembacaan manometer pada sumur tunggal, dengan berat pasir kuarsa kering 73 kg	21
4.5.2 Pembacaan manometer pada sumur tunggal, dengan berat pasir kuarsa kering 87 kg	23
4.5.3 Pembacaan manometer pada sumur tunggal, dengan berat pasir kuarsa kering 101 kg	25
4.6 Pembacaan Manometer pada Sumur ganda	27
4.6.1 Pembacaan manometer pada sumur ganda, dengan berat pasir kuarsa kering 73 kg	27

4.6.2 Pembacaan manometer pada sumur ganda, dengan berat pasir kuarsa kering 87 kg	28
4.6.3 Pembacaan manometer pada sumur ganda, dengan berat pasir kuarsa kering 101 kg	30
4.7 overlay grafik abstraksi sumur tunggal dan ganda	32
4.7.1 Overlay grafik bacaan manometer sumur tunggal dan ganda 73 kg	32
4.7.2 Overlay grafik bacaan manometer sumur tunggal dan ganda 87 kg	33
4.7.3 Overlay grafik bacaan manometer sumur tunggal dan ganda 101 kg	34
4.8 Analisa teori penurunan muka air di titik pusat sumur tunggal dan ganda	35
BAB 5. PENUTUP	40
5.1 Kesimpulan	40
5.2 Saran	40
DAFTAR PUSTAKA	41
LAMPIRAN-LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Perhitungan berat pasir kuarsa kering	12
Tabel 3.2 Perhitungan berat pasir kuarsa kering dalam tabung	13
Tabel 3.3 Perhitungan berat total pasir kuarsa kering	13
Tabel 4.1 Koefisien permeabilitas dari pengujian permeabilitas	18
Tabel 4.2 Berat isi pasir	19
Tabel 4.3 Berat pasir kuarsa kering	20
Tabel 4.4 Berat pasir kuarsa kering dalam tabung	20
Tabel 4.5 Berat total pasir kuarsa kering	21
Tabel 4.6 Pembacaan manometer pada sumur tunggal, dengan berat pasir kuarsa kering 73 kg	22
Tabel 4.7 Pembacaan manometer pada sumur tunggal, dengan berat pasir kuarsa kering 87 kg	23
Tabel 4.8 Pembacaan manometer pada sumur tunggal, dengan berat pasir kuarsa kering 101 kg	25
Tabel 4.9 Pembacaan manometer pada sumur ganda, dengan berat pasir kuarsa kering 73 kg	27
Tabel 4.10 Pembacaan manometer pada sumur ganda, dengan berat pasir kuarsa kering 87 kg	28
Tabel 4.11 Pembacaan manometer pada sumur ganda, dengan berat pasir kuarsa kering 101 kg	30
Tabel 4.12 Debit (Q) sumur tunggal	36
Tabel 4.13 Penurunan muka air di titik pusat sumur tunggal (S)	36
Tabel 4.14 Hasil (S) pembacaan pada manometer dan hasil (S) perhitungan sumur tunggal	36
Tabel 4.15 Analisa perbandingan penurunan muka air tanah dengan metode korelasi determinasi pada sumur tunggal	37

Tabel 4.16	Debit (Q) sumur ganda	38
Tabel 4.17	Penurunan muka air di titik pusat sumur ganda (S)	38
Tabel 4.18	Hasil (S) pembacaan pada manometer dan hasil (S) perhitungan sumur ganda	38
Tabel 4.19	Analisa perbandingan penurunan muka air tanah dengan metode korelasi determinasi pada sumur ganda	39



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.2 <i>Drawdown</i> pada aliran tunak radial akuifer bebas	5
Gambar 3.1 <i>Groundwater Flow and Well Abstraction</i>	11
Gambar 3.2 Penempatan galian	13
Gambar 3.3 <i>lay out</i> manometer	14
Gambar 3.4 Tampak atas <i>Ground Water Flow And Wells Abstraction unit</i>	14
Gambar 3.5 Pastikan gelembung udara keluar	16
Gambar 3.6 Sumur pompa ganda	16
Gambar 3.7 Diagram Alir Proses Penelitian	17
Gambar 4.1 Grafik hubungan antara koefisien permeabilitas dan berat isi Pasir	19
Gambar 4.2 Bentuk pengaturan pasir kuarsa didalam tangki	20
Gambar 4.3.a Grafik pembacaan manometer pada sumur tunggal, dengan berat pasir kuarsa kering 73 kg	22
Gambar 4.3.b Grafik pembacaan manometer pada sumur tunggal, dengan berat pasir kuarsa kering 73 kg	23
Gambar 4.4.a Grafik pembacaan manometer pada sumur tunggal, dengan berat pasir kuarsa kering 87 kg	24
Gambar 4.4.b Grafik pembacaan manometer pada sumur tunggal, dengan berat pasir kuarsa kering 87 kg	24
Gambar 4.5.a Grafik pembacaan manometer pada sumur tunggal, dengan berat pasir kuarsa kering 101 kg	26
Gambar 4.5.b Grafik pembacaan manometer pada sumur tunggal, dengan berat pasir kuarsa kering 101 kg	26
Gambar 4.6.a Grafik pembacaan manometer pada sumur ganda, dengan berat pasir kuarsa kering 73 kg	27

Gambar 4.6.b	Grafik pembacaan manometer pada sumur ganda, dengan berat pasir kuarsa kering 73 kg	28
Gambar 4.7.a	Grafik pembacaan manometer pada sumur ganda, dengan berat pasir kuarsa kering 87 kg	29
Gambar 4.7.b	Grafik pembacaan manometer pada sumur ganda, dengan berat pasir kuarsa kering 87 kg	29
Gambar 4.8.a	Grafik pembacaan manometer pada sumur ganda, dengan berat pasir kuarsa kering 101 kg	31
Gambar 4.8.b	Grafik pembacaan manometer pada sumur ganda, dengan berat pasir kuarsa kering 101 kg	31
Gambar 4.9.a	Grafik bacaan manometer sumur tunggal dan ganda 73 kg	32
Gambar 4.9.b	Grafik bacaan manometer sumur tunggal dan ganda 73 kg	32
Gambar 4.10.a	Grafik bacaan manometer sumur tunggal dan ganda 87 kg	33
Gambar 4.10.b	Grafik bacaan manometer sumur tunggal dan ganda 87 kg	33
Gambar 4.11.a	Grafik bacaan manometer sumur tunggal dan ganda 101 kg	34
Gambar 4.11.b	Grafik bacaan manometer sumur tunggal dan ganda 101 kg	34
Gambar 4.12	Grafik Analisa perbandingan penurunan muka air tanah dengan metode korelasi determinasi pada sumur tunggal....	37
Gambar 4.13	Grafik Analisa perbandingan penurunan muka air tanah dengan metode korelasi determinasi pada sumur ganda	39

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A Uji Permeabilitas	42
Lampiran B Alat-alat yang digunakan	45
Lampiran C Dokumentasi Laboratorium Pengamatan Manometer Sumur Tunggal	49
Lampiran D Dokumentasi Laboratorium Pengamatan Manometer Sumur Ganda	52

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Air tanah adalah air yang terdapat dalam lapisan tanah atau bebatuan di bawah permukaan tanah (UU No. 7 2004 tentang Sumber Daya Air). Air tanah merupakan salah satu sumber daya air selain air sungai dan air hujan. Air tanah juga mempunyai peranan yang sangat penting terutama dalam menjaga keseimbangan dan ketersediaan bahan baku air untuk kepentingan rumah tangga maupun untuk kepentingan industri.

Namun air tanah dapat mengakibatkan suatu problem yang besar pada proyek konstruksi, apabila pengaruh air tidak dipertimbangkan. Sering dijumpai, bahwa problem air tanah yang tidak diharapkan dapat menyebabkan terlambatnya penyelesaian proyek konstruksi, dan bahkan dapat mengakibatkan perubahan desain konstruksi secara drastis. Agar dapat menghindari masalah-masalah di atas, kita dapat menggunakan metode Dewatering.

Dewatering (pekerjaan pengeringan) adalah pekerjaan sipil yang bertujuan untuk dapat mengendalikan air (air tanah/permukaan) agar tidak mengganggu/menghambat proses pelaksanaan suatu pekerjaan konstruksi, terutama untuk pelaksanaan bagian struktur yang berada dalam tanah dan di bawah muka air tanah (<http://belajarsipil.blogspot.com>). Akan tetapi eksploitasi (memanfaatkan sesuatu secara berlebihan) air tanah yang berlebihan akan menyebabkan turunnya muka air tanah pada daerah sekitarnya. Oleh karena itu perlu dilakukan kajian tentang pengaruh pengeringan galian terhadap tinggi muka air tanah disekitarnya, baik menggunakan sumur pompa tunggal maupun ganda.

Sudah ada penelitian sebelumnya yang membahas mengenai kondisi tinggi muka air tanah. Penelitian kondisi tinggi muka air tanah disekitar sumur yang dipompa, baik menggunakan sumur pompa tunggal maupun ganda yang dilakukan (Arif Rosyadi, 2013) pada bulan Maret 2013 sampai dengan bulan April tahun 2013 yang menghasilkan ketinggian air pada manometer pada sumur yang

pasirnya dipadatkan lebih rendah atau minimal sama dengan ketinggian air pada sumur yang pasirnya diratakan. Ketinggian air pada akuifer sumur tunggal lebih tinggi dibandingkan dengan sumur ganda. Namun dalam penelitian ini akan membahas mengenai kondisi tinggi muka air tanah disekitar galian yang dipompa, baik menggunakan sumur pompa tunggal maupun ganda, dimana hal tersebut tidak dibahas pada penelitian sebelumnya. Penelitian ini dilakukan pada Laboratorium Hidroteknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Jember

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana kondisi tinggi muka air tanah disekitar galian yang dipompa, baik menggunakan sumur pompa tunggal maupun ganda.

1.3 Tujuan

Adapun tujuan dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui kondisi tinggi muka air tanah disekitar galian yang dipompa, baik menggunakan sumur pompa tunggal maupun ganda.

1.4 Manfaat

Melalui penelitian ini diharapkan dapat memberi manfaat yaitu sebagai referensi tertulis dan gambaran kondisi tinggi muka air tanah disekitar galian yang dipompa.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah

1. Tidak melakukan analisis perhitungan dan pelaksanaan aplikasi di lapangan.
2. Tidak melakukan penelitian perbedaan karakteristik material pengujian.
3. Sumur pompa terletak diluar bidang galian.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Permeabilitas

Nilai rembesan (k) adalah nilai yang menyatakan kemudahan aliran air melalui tanah. Besar rembesan di dalam tanah tidaklah sama satu dengan yang lain. Permeabilitas tergantung pada beberapa factor, yaitu :

1. Ukuran butiran
2. Sifat aliran pori, yaitu kekentalan air
3. Angka pori tanah
4. Bentuk dan tata letak pori
5. Derajat kejenuhan

Ada dua metode yang dapat di gunakan yaitu :

1. Constant Head Permeameter

Uji ini digunakan untuk tanah yang memiliki butiran kasar dan memiliki koefisien permeabilitas yang tinggi.

Rumus :

$$Q = k.A.i.t$$

$$k = \frac{Q.L}{h.A.t}$$

Dengan :

Q = Debit (cm^3/dtk)

k = Koefisien Permeabilitas (cm/dtk)

A = Luas Penampang (cm^2)

i = Koefisien Hidrolik

t = Waktu (dtk)

2. Falling head Permeameter

Rumus :

$$k = 2,303.(a.L/A.L).\log (h_1/h_2)$$

Dengan :

- k = Koefisien Permeabilitas (cm/dtk)
- a = Luas Penampang Pipa (cm²)
- L = Panjang/Tinggi Sampel Tanah (cm)
- A = Luas Penampang Sampel Tanah (cm²)
- t = Waktu Pengamatan (dtk)
- h₁ = Tinggi Head Mula-mula (cm)
- h₂ = Tinggi Head Akhir (cm)

2.2 Muka Air Tanah

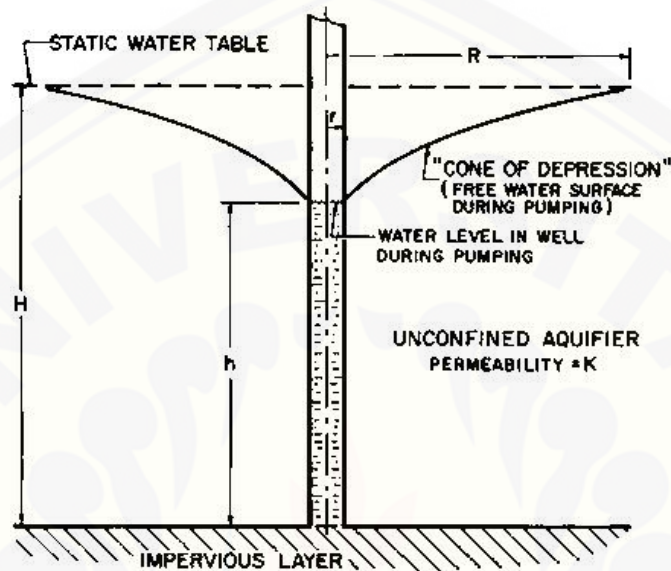
Air tanah adalah semua air yang terdapat pada lapisan pengandung air (akuifer) di bawah permukaan tanah, termasuk mata air yang muncul di permukaan tanah. Air yang berhasil meresap ke bawah tanah akan terus bergerak ke bawah sampai dia mencapai lapisan tanah atau batuan yang jarak antar butirannya sangat-sangat sempit yang tidak memungkinkan bagi air untuk melewatinya. Lapisan ini disebut lapisan aquitard (akuifer yang jenuh air) dan bersifat *impermeable* (kedap air). Air yang datang kemudian akan menambah volume air yang mengisi rongga-rongga antar butiran. Air yang tersimpan di bawah tanah itu disebut air tanah. Sementara air yang tidak bisa diserap dan berada di permukaan tanah disebut air permukaan.

Permukaan air tanah atau muka air tanah disebut *water table*, sementara lapisan tanah yang terisi air tanah disebut zona saturasi air. Model aliran air tanah itu sendiri akan dimulai pada daerah resapan air tanah atau sering juga disebut sebagai daerah imbuhan air tanah (*recharge zone*). Daerah ini adalah wilayah dimana air yang berada di permukaan tanah baik air hujan ataupun air permukaan mengalami proses penyusupan (infiltrasi) secara gravitasi melalui lubang pori tanah/batuan atau celah/rekahan pada tanah/batuan.

Dalam perjalanannya aliran air tanah ini seringkali melewati suatu lapisan akuifer yang di atasnya memiliki lapisan penutup yang bersifat kedap air (*impermeabel*). Hal ini mengakibatkan perubahan tekanan antara air tanah yang berada di bawah lapisan penutup dan air tanah yang berada di atasnya.

2.3 Aliran Tunak Radial (*Radial Steady Flow*) Pada Akuifer Bebas

Menurut Bisri (1991) aliran tunak sering kali terjadi. Terutama pada daerah sumur pompa yang melakukan pemompaan secara terus menerus, dimana aliran air tanah menuju kesatu titik (titik pompa), sehingga merupakan aliran radial.



Gambar 2.2 Drawdown pada aliran tunak radial akuifer bebas

(sumber : www.fao.org)

$$\text{Maka } S = \frac{Q_0}{2\pi KH} \ln \left(\frac{r}{R} \right)$$

Dimana:

S : Penurunan muka air (drow down)

Q₀ : Debit sumur (cm³/det)

K : Koefisien permeabilitas (cm/det)

H : Tinggi muka air konstan

r : Jari-jari sumur

R : Jarak tinggi muka air konstan ke sumur tunggal/ganda

2.4 Koefisien Korelasi Pearson

Analisis korelasi digunakan untuk menjelaskan kekuatan dan arah hubungan antara dua variabel. Korelasi bersifat *undirectional* yang artinya tidak ada yang ditempatkan sebagai *predictor* dan respon (IV dan DV).

Angka korelasi berkisar antara -1 s/d +1. Semakin mendekati 1 maka korelasi semakin mendekati sempurna. Sementara nilai negatif dan positif mengindikasikan arah hubungan. Apabila nilainya positif berarti bahwa apabila nilai x berada di atas nilai rata-ratanya, maka nilai y juga berada di atas nilai rata-rata y (Searah). Nilai kovarian negatif menunjukkan bahwa apabila nilai x berada di atas nilai rata-ratanya sedangkan nilai y berada di bawah nilai rata-ratanya (berlawanan arah). Apabila nilai kovarian mendekati nol menandakan bahwa kedua variabel tersebut tidak saling berhubungan.

Interprestasi angka korelasi menurut Prof. Sugiyono (2007)

0	–	0,199	: Sangat lemah
0,20	–	0,399	: Lemah
0,40	–	0,599	: Sedang
0,60	–	0,799	: Kuat
0,80	–	1,0	: Sangat kuat

Koefisien korelasi Pearson (r) biasa digunakan untuk mengetahui hubungan pada dua variabel. Korelasi dengan Pearson ini mensyaratkan data berdistribusi normal.

Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$r_{xy} = \frac{n \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{[n \sum X^2 - (\sum X)^2] [n \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

Dimana :

r = Koefisien korelasi pearson r

n = Jumlah sampel

2.5 Korelasi Determinasi

Koefisien determinasi merupakan ukuran untuk mengetahui kesesuaian atau ketepatan antara nilai dugaan dengan data sampel. Koefisien determinasi didefinisikan sebagai berikut.

Koefisien determinasi adalah bagian dari keragaman total variabel tak bebas Y (variabel yang dipengaruhi atau dependent) yang dapat diterangkan atau diperhitungkan oleh keragaman variabel bebas X (variabel yang mempengaruhi, independent).

Jadi koefisien determinasi adalah kemampuan variabel X mempengaruhi variabel Y. Semakin besar koefisien determinasi menunjukkan semakin baik kemampuan X mempengaruhi Y.

$$r^2 = \left[\frac{n \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{[n \sum X^2 - (\sum X)^2] [n \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}} \right]^2$$

Apabila nilai koefisien korelasi sudah diketahui, maka untuk mendapatkan koefisien determinasi dapat diperoleh dengan mengkuadratkannya

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Kepustakaan

Metode kepustakaan digunakan sebagai landasan atau dasar penelitian skripsi untuk mendapatkan jawaban atas persoalan yang ada pada rumusan masalah, yaitu bagaimana kondisi tinggi muka air tanah disekitar galian yang dipompa, baik menggunakan sumur pompa tunggal maupun ganda.

Pada penelitian ini dilakukan dua kali pengujian, yaitu pengujian permeabilitas dan pengujian kondisi muka air tanah disekitar galian yang dipompa, baik menggunakan sumur pompa tunggal maupun ganda. Pengujian permeabilitas dilakukan guna untuk menentukan koefisien permeabilitas dan berat pasir yang nantinya akan digunakan dalam pengujian kondisi muka air tanah disekitar galian yang dipompa.

3.2 Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Mekanika Tanah dan Laboratorium Hidroteknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Jember.

3.3 Alat Penelitian

Pada penelitian ini peralatan yang digunakan adalah *Permeameter Test* dan *Ground Water Flow and Well Abstraction Unit*.

3.3.1 Permeameter Test

Permeameter Test adalah alat yang digunakan untuk mengetahui nilai koefisien permeabilitas (k). Dalam penelitian ini menggunakan metode Constant Head, sebab pasir memiliki butiran kasar dan memiliki koefisien permeabilitas yang tinggi.

3.3.1.1 Persiapan Alat dan Bahan

3.3.1.1.1 Alat

Alat yang digunakan sebagai berikut:

a. Permeameter

Permeameter digunakan untuk menentukan koefisien permeabilitas.

b. Tabung

Tabung digunakan sebagai tempat untuk pasir yang akan diuji.

c. Corong

Corong digunakan untuk memasukkan pasir kedalam tabung.

d. Batu pori

Batu pori digunakan untuk menahan pasir dalam tabung supaya tidak keluar bersama air.

e. Perojok

Perojok digunakan untuk memadatkan pasir.

f. Gelas ukur

Gelas ukur digunakan untuk mengukur volume air.

g. *Stopwatch*

Stopwatch digunakan untuk menghitung waktu pengumpulan volume air.

h. Jangka sorong

Jangka sorong digunakan untuk mengukur diameter tabung dan pipa.

3.3.1.1.2 Bahan

Bahan yang digunakan sebagai berikut :

a. Pasir

Pasir yang digunakan sebagai bahan penelitian adalah pasir kuarsa yang dipergunakan sebagai akuifer sederhana. Untuk mempelajari naik-turunnya gradasi air, pasir kuarsa harus berukuran 0,6-2 mm. Pasir harus dicuci bersih dan terbebas dari lumpur maupun bahan kimia lainnya. Berat pasir yang digunakan sesuai perhitungan berat pasir yang ada di BAB 4.

b. Air

Air bersih yang terbebas dari kotoran.

3.3.1.2 Langkah kerja

Langkah-langkah dalam pengujian ini adalah sebagai berikut:

1. Siapkan alat dan bahan.
2. Lepaskan tutup tabung atas dengan cara melepaskan baut-bautnya lalu masukkan batu pori.
3. Masukkan pasir kuarsa kedalam tabung lalu dipadatkan dengan alat perojok dengan ketinggian 8,1 cm.
4. Letakkan batu pori dan pegas diatasnya, lalu tutup kembali tabung dan pasang baut-bautnya.
5. Setelah benda uji siap dalam tabung, hubungkan selang intik ke corong lalu isi corong dengan air sampai penuh.
6. Setelah air mengalir dan keluar dari lubang selang bawah menuju stand pipe dengan ketinggian 7cm lalu kran stand pipe dikunci.
7. Hidupkan stopwatch bersama dengan membuka kran stand pipe.
8. Setelah mencapai 47cm kunci kran stand pipe dan matikan stopwatch secara bersamaan.
9. Catat waktu yang diperoleh.
10. Ukur volume air yang keluar dari dalam stand pipe.

3.3.2 *Ground Water Flow and Well Abstraction Unit.*

Ground Water Flow and Well Abstraction Unit adalah peralatan yang digunakan untuk mendemonstrasikan, dalam skala kecil, prinsip hidrolis aliran air tanah dan aplikasi ini untuk konstruksi rekayasa tertentu.

3.3.2.1 Persiapan Alat dan Bahan

3.3.2.1.1 Alat

Alat yang digunakan sebagai berikut:

- a. *Ground Water Flow and Well Abstraction Unit.*



Gambar 3.1 *Groundwater Flow and Well Abstraction*
(sumber: *manual instruction Ground Water flow, Wells abstraction unit*)

- b. Circular open ring (cincin silinder terbuka).

Alat yang digunakan untuk membuat sebuah sumuran menyerupai galian.

- c. *Hydraulic bench*

Hydraulic bench digunakan sebagai pemasok air ke dalam tangki *Ground Water Flow and Well Abstraction Unit*.

- d. Ember

Ember digunakan untuk menampung volume air yang keluar dari pipa aliran pembuangan.

- e. *Stopwatch*

Stopwatch digunakan untuk menghitung waktu pengumpulan volume air.

- f. Gelas ukur

Digunakan untuk mengukur volume air yang terkumpul.

3.3.2.1.2 Bahan

Bahan yang digunakan sebagai berikut:

- a. Pasir

Pasir yang digunakan sebagai bahan penelitian adalah pasir kuarsa yang dipergunakan sebagai akuifer sederhana. Untuk mempelajari naik-turunnya gradasi air, pasir kuarsa harus berukuran 0,6-2 mm. Pasir harus dicuci bersih dan terbebas dari lumpur maupun bahan kimia lainnya.

b. Air

Alat ini memerlukan pasokan air bersih dengan tekanan minimum 1 bar dan tekanan maksimal 3 bar.

3.3.2.2 Langkah kerja

Langkah-langkah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pastikan peralatan harus benar-benar terkumpul dan terpasang dengan benar sesuai instruksi manual.
2. Pastikan *hydraulics bench* telah terhubung pada pipa inlet air ke *Ground Water Flow and Well Abstraction Unit*.
3. Menyiapkan pasir kuarsa yang telah dicuci bersih dan dikeringkan.
4. Timbang pasir kuarsa kering sesuai dengan hitungan untuk variasi berat pasir (Tabel 3.3).
5. Masukkan pasir kuarsa kedalam tangki pasir hingga menjadi datar dengan cara perataan dan pemadatan sesuai ketinggian yang tertera pada (Tabel 3.1) dilakukan pada tiap-tiap variasi berat pasir.
6. Tempatkan cincin silender di atas pasir, lalu tekan kebawah secara vertikal melalui pasir di sepanjang garis tengah dari tangki, sehingga berjarak sama antara dua sumur (Gambar 3.2) Penekanan cincin sampai tepi atasnya setingkat dengan tinggi pasir.
7. Ambil semua pasir yang ada di dalam cincin silender, sehingga membentuk sebuah lubang.

Tabel 3.1 Perhitungan berat pasir kuarsa kering

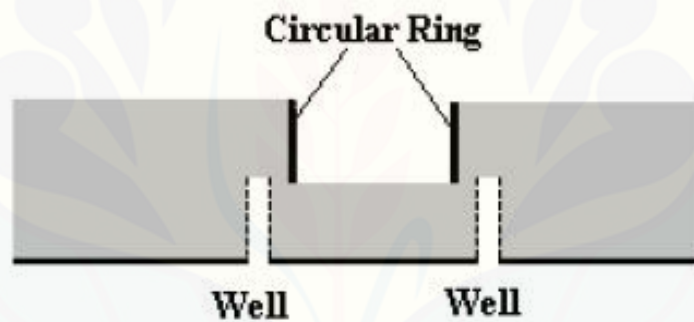
Panjang tangki pasir (cm)	Lebar tangki pasir (cm)	Tinggi pasir (cm)	Volume (cm ³)	Berat pasir (gram)	Berat pasir (kg)	
99	49	10	48510	1,526	74026	74
99	49	12	58212	1,526	88832	89
99	49	14	67914	1,526	103637	104

Tabel 3.2 Perhitungan berat pasir kuarsa kering dalam tabung

Diameter tabung	.r ²	Tinggi Tabung	V Tabung (m ³)	Berat pasir (gram)	Berat pasir (kg)
20	314	2	628	1,526	958
20	314	4	1256	1,526	1917
20	314	6	1884	1,526	2875

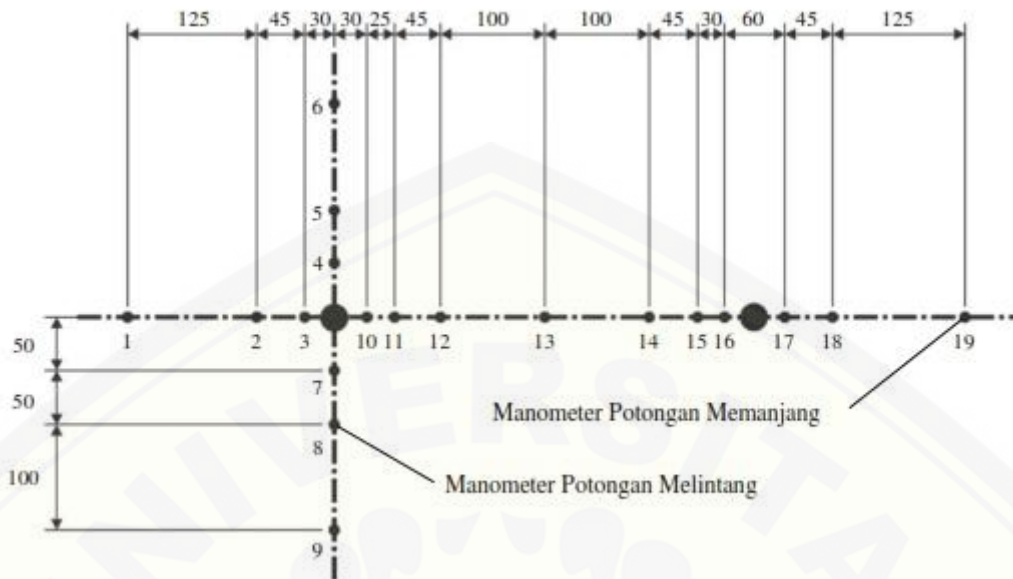
Tabel 3.3 Perhitungan berat total pasir kuarsa kering

Berat pasir kuarsa kering (kg)	Berat pasir kuarsa kering dalam tabung (kg)	Berat total pasir kuarsa kering (kg)
74	1	73
89	2	87
104	3	101



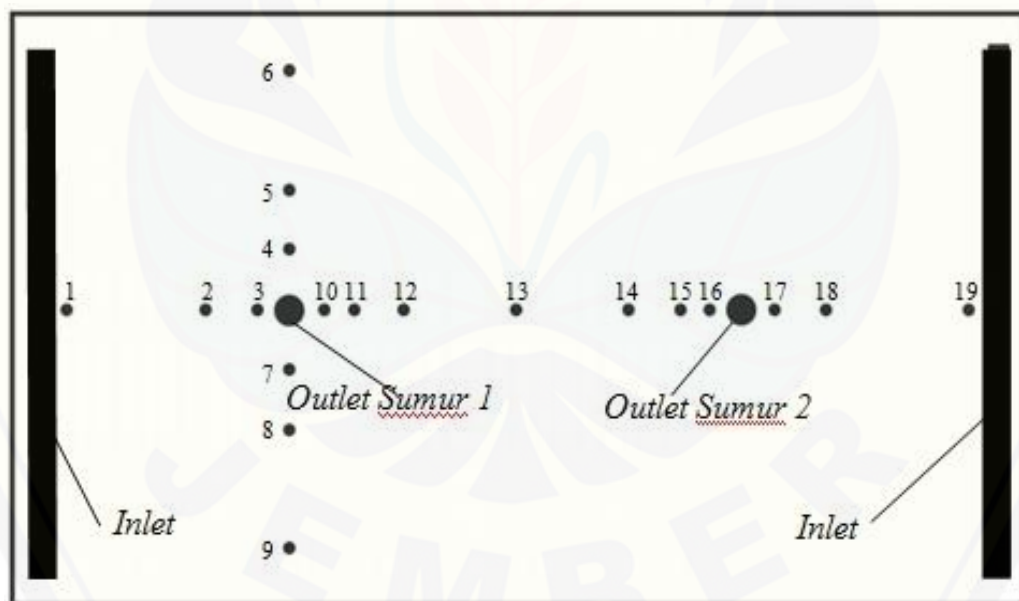
Gambar 3.2 Penempatan galian

(sumber: *manual instruction Ground Water flow, Wells abstraction unit*)



Gambar 3.3 *lay out* manometer

(sumber: *manual instruction Ground Water flow, Wells abstraction unit*)



Gambar 3.4 Tampak atas *Ground Water Flow And Wells Abstraction unit*

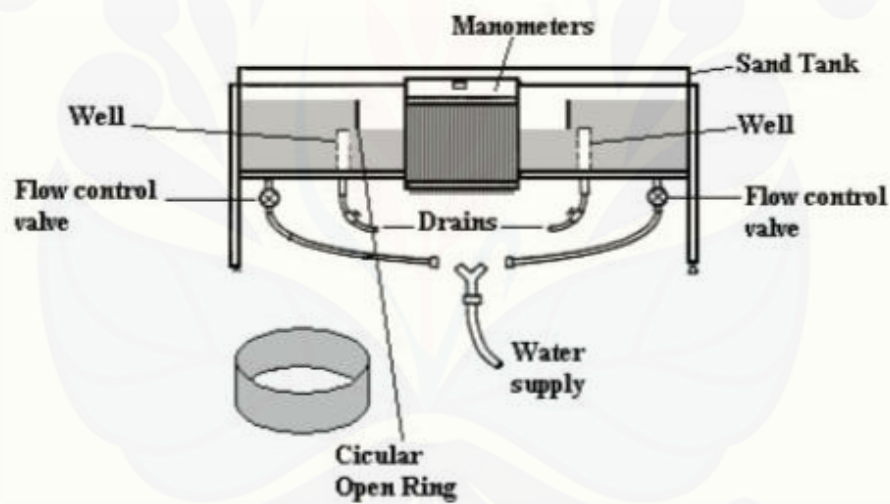
(sumber: *manual instruction Ground Water Flow and Well Abstraction Unit*)

- a. Langkah kerja sumur pompa tunggal
 1. Nyalakan pasokan air dari *hydraulics bench*.
 2. Buka keran inlet aliran kiri dan kanan untuk menjenuhkan tangki pasir. Sehingga lokasi galian akan terisi dengan air dan level air di dalam tangki setinggi pasir. Pastikan pada selang manometer tidak ada gelembung udara yang terperangkap (Gambar 3.5).
 3. Matikan pasokan air dari *hydraulics bench*.
 4. Tutup keran inlet aliran kiri dan kanan.
 5. Buka sumur pompa tunggal, sebelah kanan untuk menurunkan tingkat air hingga galian mengering.
 6. Catat tingkat ketinggian air pada monometer.
 7. Catat volume air yang keluar dari sumur pompa tunggal dan waktu untuk mengukur laju aliran (Q).
 8. Semua tahapan di atas berlaku pada sumur pompa tunggal dengan variasi berat pasir (Tabel 3.3).

- b. Langkah kerja sumur pompa ganda
 1. Nyalakan pasokan air dari *hydraulics bench*.
 2. Buka keran inlet aliran kiri dan kanan untuk menjenuhkan tangki pasir. Sehingga lokasi galian akan terisi dengan air dan level air di dalam tangki setinggi pasir. Pastikan pada selang manometer tidak ada gelembung udara yang terperangkap (Gambar 3.5).
 3. Matikan pasokan air dari *hydraulics bench*.
 4. Tutup keran inlet aliran kiri dan kanan.
 5. Buka sumur pompa ganda, sebelah kanan dan kiri (Gambar 3.6) untuk menurunkan tingkat air hingga galian mengering.
 6. Catat tingkat ketinggian air pada monometer.
 7. Catat volume air yang keluar dari sumur pompa ganda dan waktu untuk mengukur laju aliran (Q).
 8. Semua tahapan di atas berlaku pada sumur pompa ganda dengan variasi berat pasir (Tabel 3.3).



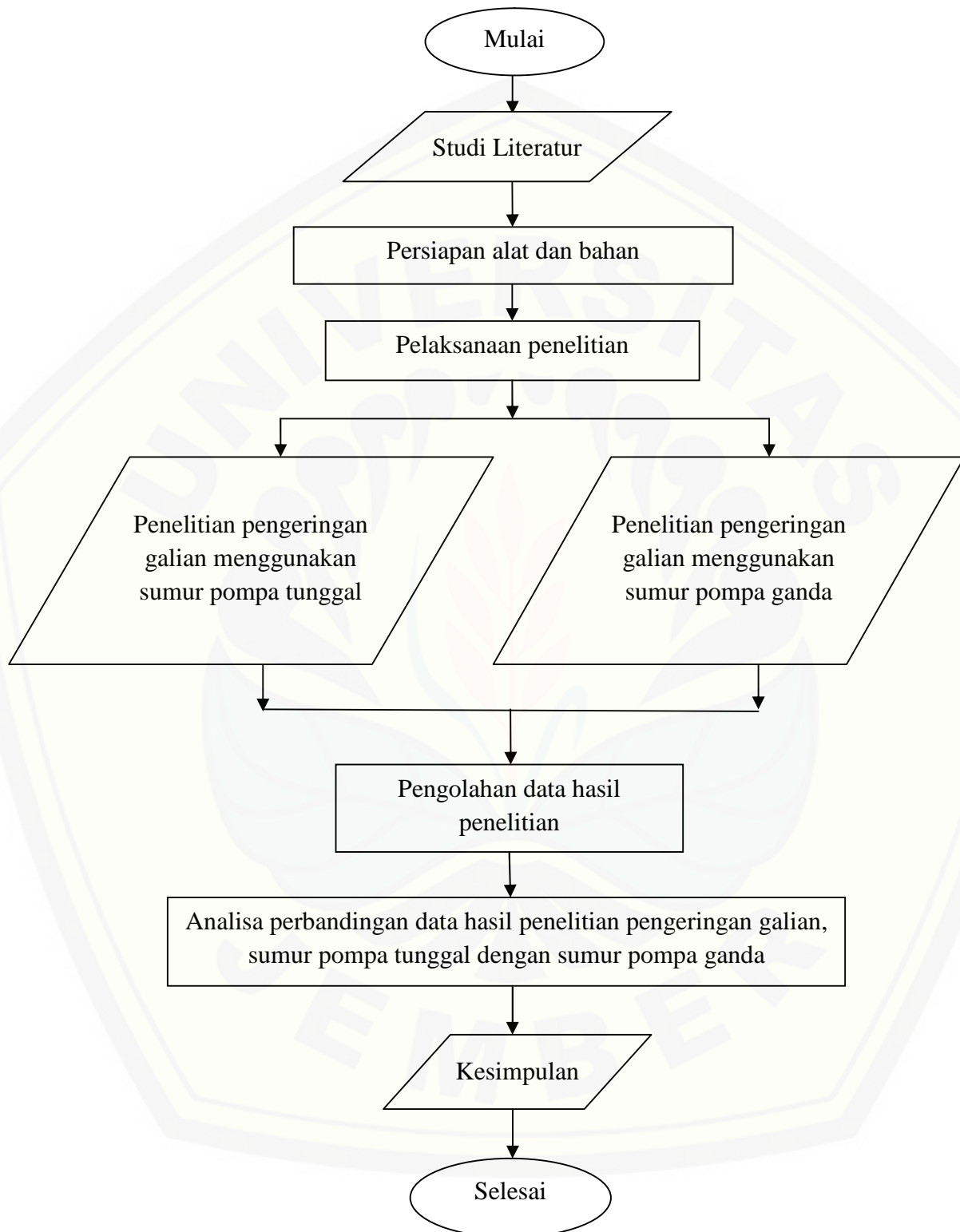
Gambar 3.5 Pastikan gelembung udara keluar



Gambar 3.6 Sumur pompa ganda

(sumber: *manual instruction Ground Water flow, Wells abstraction unit*)

3.4 Tahapan penelitian



Gambar 3.7 Diagram Alir Proses Penelitian

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian Permeabilitas

Pengujian permeabilitas dilakukan untuk mencari nilai koefisien permeabilitas (k) dari pasir kuarsa yang digunakan sebagai bahan untuk pengujian kondisi muka air tanah disekitar galian yang dipompa, baik menggunakan sumur pompa tunggal maupun ganda. Nilai koefisien permeabilitas digunakan untuk menghitung penurunan muka air. Hasil perhitungan koefisien permeabilitas dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Koefisien permeabilitas dari pengujian permeabilitas

No	Berat Pasir (gr)	V (cm ³)	L (cm)	h (cm)	A (cm ²)	t (dt)	k (cm/dt)
1	400	76	8,1	40	32,3549	20	0,024
2	405	76	8,1	40	32,3549	25	0,019
3	410	76	8,1	40	32,3549	30	0,016
4	415	76	8,1	40	32,3549	35	0,014
5	420	76	8,1	40	32,3549	39	0.012

Sumber : Hasil Perhitungan

4.2 Berat Isi Pasir

Perhitungan berat isi (γ) pasir digunakan untuk menentukan berat pasir kering yang akan digunakan dalam pengujian kondisi tinggi muka air tanah diberbagai kemiringan lahan. Untuk menghitung berat isi (γ) diperlukan data berat pasir (W) dan data volume tabung permeameter (V) yang didapat dari pengujian permeabilitas. Perhitungan berat isi pasir kuarsa dihitung dengan rumus sebagai berikut :

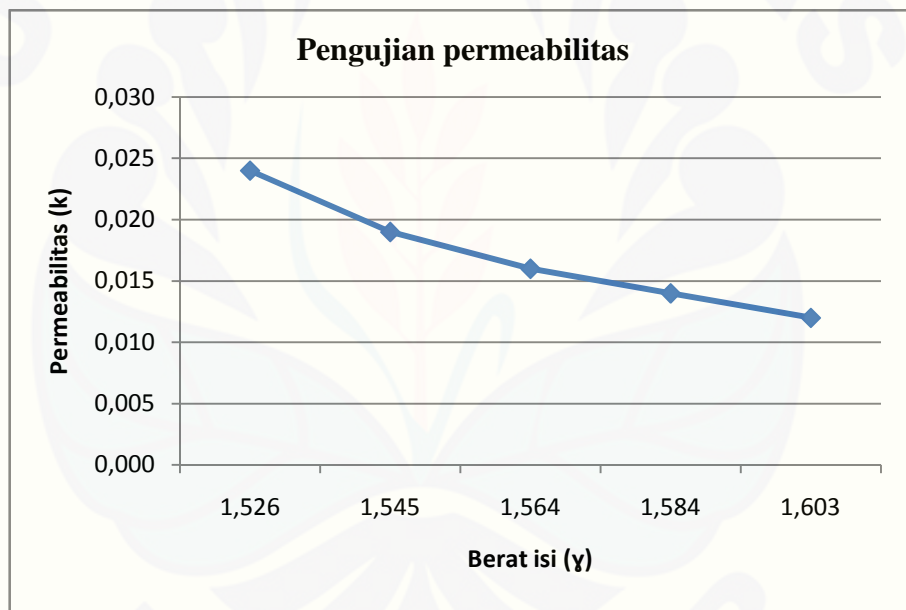
$$\gamma = \frac{W}{V}$$

Tabel 4.2 Berat isi pasir

No	W (gr)	V (cm ³)	(gr/cm ³)	k (cm/dt)
1	400	262,074	1,526	0,024
2	405	262,074	1,545	0,019
3	410	262,074	1,564	0,016
4	415	262,074	1,584	0,014
5	420	262,074	1,603	0.012

Sumber : Hasil Perhitungan

Berikut adalah grafik hubungan antara koefisien permeabilitas dan berat isi pasir kuarsa :



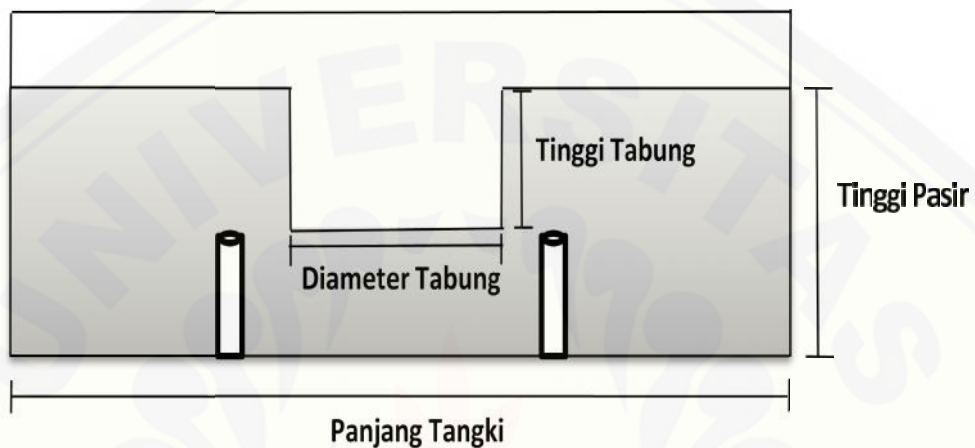
Gambar 4.1 Grafik hubungan antara koefisien permeabilitas dan berat isi pasir

Berdasarkan grafik di atas, maka berat isi pasir yang akan digunakan untuk pengujian selanjutnya adalah 1,526 gr/cm³, karena berat isi pasir tersebut merupakan berat isi pasir terkecil sehingga pasir yang digunakan untuk pengujian selanjutnya lebih sedikit.

4.3 Berat Pasir Kering

Untuk menghitung berat pasir kuarsa kering yang digunakan untuk pengujian kondisi muka air tanah disekitar galian yang dipompa, baik menggunakan sumur pompa tunggal maupun ganda menggunakan berat isi () = 1,526 gr/cm³.

Berikut adalah gambar bentuk pengaturan pasir :



Gambar 4.2 Bentuk pengaturan pasir kuarsa didalam tangki

Berikut adalah tabel hasil perhitungan volume pasir kuarsa :

Tabel 4.3 Berat pasir kuarsa kering

Panjang tangki pasir (cm)	Lebar tangki pasir (cm)	Tinggi pasir (cm)	Volume (cm ³)	(gram/cm ³)	Berat pasir (gram)	Berat pasir (kg)
99	49	10	48510	1,526	74026	74
99	49	12	58212	1,526	88832	89
99	49	14	67914	1,526	103637	104

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.4 Berat pasir kuarsa kering dalam tabung

Diameter tabung (cm)	.r ²	Tinggi Tabung (cm)	V Tabung (cm ³)	(gram/cm ³)	Berat pasir (gram)	Berat pasir (kg)
20	314	2	628	1,526	958	1
20	314	4	1256	1,526	1917	2
20	314	6	1884	1,526	2875	3

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.5 Berat total pasir kuarsa kering

Berat pasir kuarsa kering (kg)	Berat pasir kuarsa kering dalam tabung (kg)	Berat total pasir kuarsa kering (kg)
74	1	73
89	2	87
104	3	101

Sumber : Hasil Perhitungan

Dalam penelitian ini dilakukan beberapa skenario, yaitu antara lain :

1. Sumur tunggal
 - 1.1 Berat pasir kuarsa kering 73 kg
 - 1.2 Berat pasir kuarsa kering 87 kg
 - 1.3 Berat pasir kuarsa kering 101 kg
2. Sumur ganda
 - 2.1 Berat pasir kuarsa kering 73 kg
 - 2.2 Berat pasir kuarsa kering 87 kg
 - 2.3 Berat pasir kuarsa kering 101 kg

4.4 Pembacaan Manometer

Pembacaan manometer merupakan pembacaan ketinggian muka air pada manometer yang terhubung dengan titik-titik lubang yang berada pada tangki pasir. Dengan melakukan pembacaan manometer, maka dapat mengetahui kondisi tinggi muka air tanah yang berada disekitar galian yang dipompa, baik menggunakan sumur pompa tunggal maupun ganda.

4.5 Pembacaan Manometer pada Sumur Tunggal

- 4.5.1 Pembacaan manometer pada sumur tunggal, dengan berat pasir kuarsa kering 73 kg

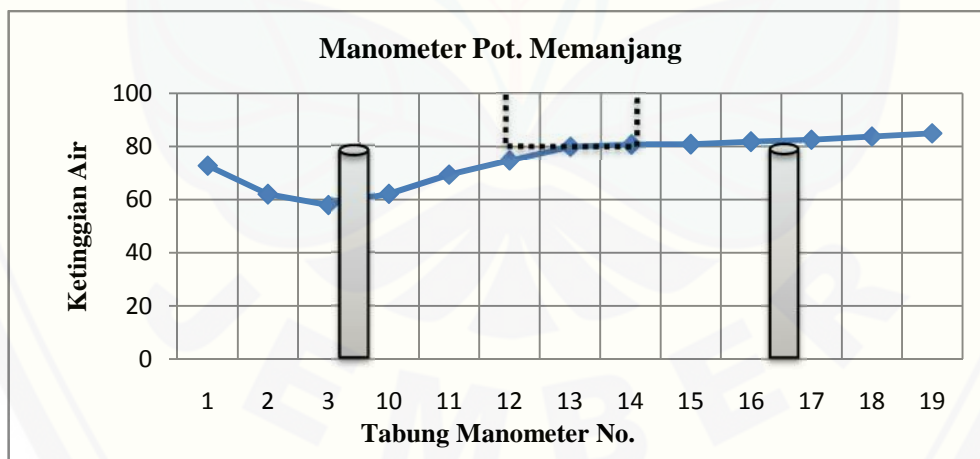
Berikut adalah tabel dan grafik dari hasil pembacaan pada manometer :

Tabel 4.6 Pembacaan manometer pada sumur tunggal, dengan berat pasir kuarsa kering 73 kg

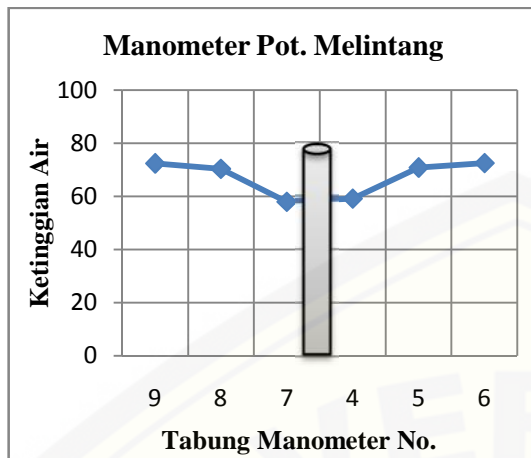
Potongan Memanjang	Tinggi air (mm)												
	1	2	3	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1 Percobaan 1	73	62	58	62	70	75	80	81	81	83	84	83	85
2 Percobaan 2	71	64	59	63	68	74	80	81	81	82	83	84	85
3 Percobaan 3	73	61	57	61	70	75	80	81	81	81	82	84	86
4 Percobaan 4	74	61	58	63	70	75	80	80	80	82	81	85	84
5 Percobaan 5	73	62	58	62	69	75	80	81	81	81	83	83	85
Rata-rata	73	62	58	62	69	75	80	81	81	82	83	84	85

Potongan Melintang	Tinggi air (mm)						t (det)	v (cm ³)	Q (cm ³ /det)
	9	8	7	4	5	6			
1 Percobaan 1	72	71	58	59	71	73	360	900	2,500
2 Percobaan 2	70	68	57	60	69	70	355	910	2,563
3 Percobaan 3	74	71	58	58	72	74	360	903	2,508
4 Percobaan 4	74	72	59	60	72	74	363	889	2,449
5 Percobaan 5	72	70	58	59	70	72	360	900	2,500
Rata-rata	72	70	58	59	71	73	360	900	2,504

Sumber : Hasil Pengamatan



Gambar 4.3.a Grafik pembacaan manometer pada sumur tunggal, dengan berat pasir kuarsa kering 73 kg



Gambar 4.3.b Grafik pembacaan manometer pada sumur tunggal, dengan berat pasir kuarsa kering 73 kg

Gambar 4.3 Menunjukkan hasil dari pengamatan manometer dengan galian sedalam 20 mm yang berada di atas manometer ke 13, menggunakan sumur tunggal, dengan berat pasir kuarsa kering 73 kg. Di dapatkan penurunan maksimum muka air tanah terjadi pada manometer ke 3, dengan ketinggian 58 mm. Hal ini disebabkan karena pengeringan dilakukan sampai air pada galian habis dan karena letak sumur tunggal berada di sekitar manometer ke 3. Untuk mengeringkan galian pada variasi ini air yang dibuang sebesar 900 cm³ dengan waktu 360 det.

4.5.2 Pembacaan manometer pada sumur tunggal, dengan berat pasir kuarsa kering 87 kg

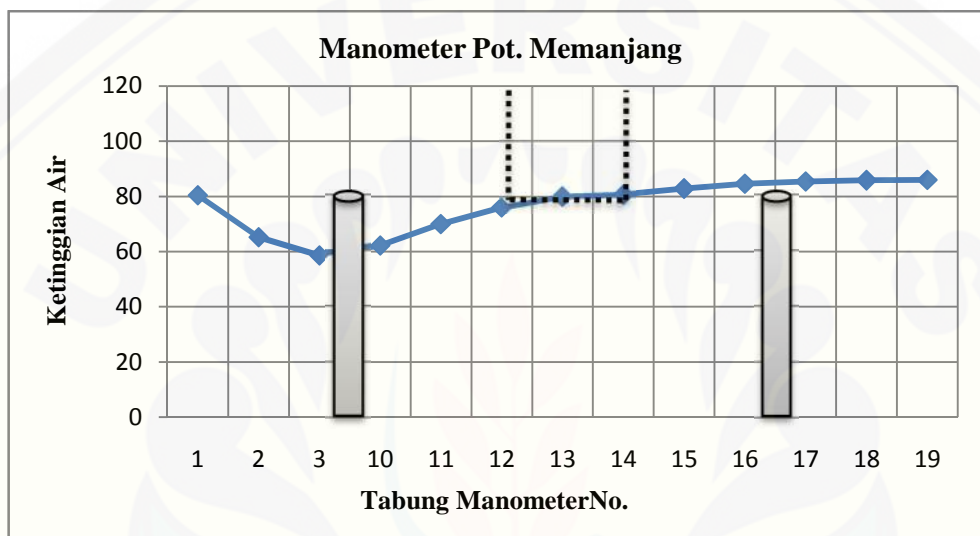
Berikut adalah tabel dan grafik dari hasil pembacaan pada manometer :

Tabel 4.7 Pembacaan manometer pada sumur tunggal, dengan berat pasir kuarsa kering 87 kg

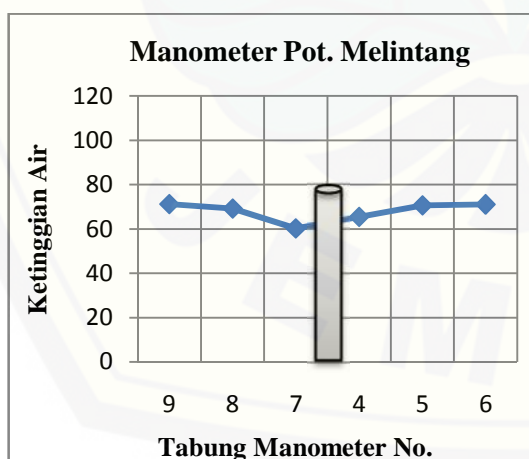
Potongan Memanjang	Tinggi air (mm)												
	1	2	3	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1 Percobaan 1	80	66	58	60	70	76	80	80	81	84	86	85	86
2 Percobaan 2	80	65	57	65	70	75	80	81	83	85	85	86	87
3 Percobaan 3	81	65	59	64	69	76	80	80	83	84	87	87	86
4 Percobaan 4	82	66	59	62	72	77	80	81	84	83	85	85	86
5 Percobaan 5	79	64	60	60	69	76	80	82	83	87	84	86	85
Rata-rata	80	65	59	62	70	76	80	81	83	85	85	86	86

Potongan Melintang		Tinggi air (mm)						t (det)	v (cm ³)	Q (cm ³ /det)
		9	8	7	4	5	6			
1	Percobaan 1	70	68	59	63	67	69	425	1722	4,052
2	Percobaan 2	72	70	60	65	69	71	420	1725	4,107
3	Percobaan 3	71	68	61	64	68	71	426	1720	4,038
4	Percobaan 4	71	69	59	65	69	71	427	1715	4,016
5	Percobaan 5	69	66	58	61	66	68	425	1720	4,047
Rata-rata		71	69	60	65	71	71	425	1720	4,052

Sumber : Hasil Pengamatan



Gambar 4.4.a Grafik pembacaan manometer pada sumur tunggal, dengan berat pasir kuarsa kering 87 kg



Gambar 4.4.b Grafik pembacaan manometer pada sumur tunggal, dengan berat pasir kuarsa kering 87 kg

Gambar 4.4 Menunjukkan hasil dari pengamatan manometer dengan galian sedalam 40 mm yang berada di atas manometer ke 13, menggunakan sumur tunggal, dengan berat pasir kuarsa kering 87 kg. Di dapatkan penurunan maksimum muka air tanah terjadi pada manometer ke 3, dengan ketinggian 59 mm. Hal ini disebabkan karena pengeringan dilakukan sampai air pada galian habis dan karena letak sumur tunggal berada di sekitar manometer ke 3. Untuk mengeringkan galian pada variasi ini air yang dibuang sebesar 1720 cm^3 dengan waktu 425 det.

4.5.3 Pembacaan manometer pada sumur tunggal, dengan berat pasir kuarsa kering 101 kg

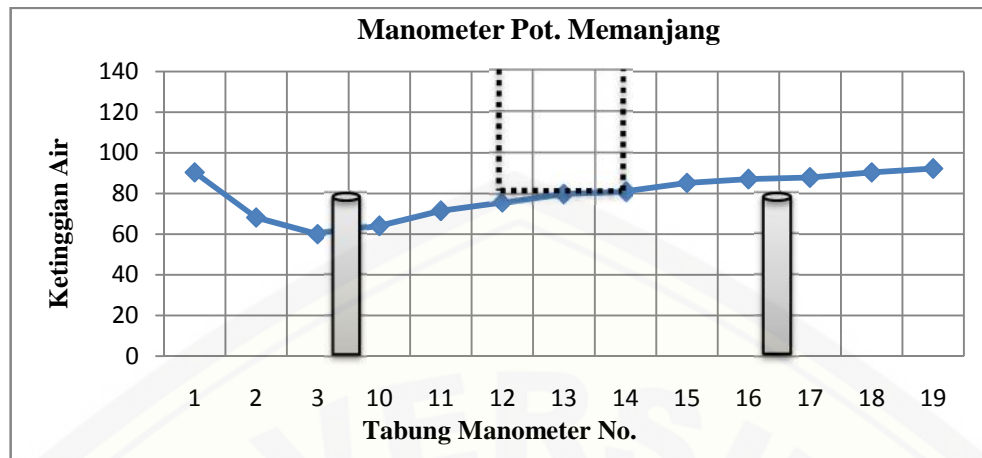
Berikut adalah tabel dan grafik dari hasil pembacaan pada manometer :

Tabel 4.8 Pembacaan manometer pada sumur tunggal, dengan berat pasir kuarsa kering 101 kg

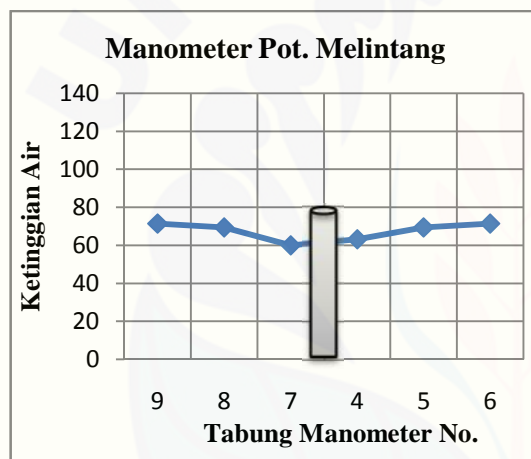
Potongan Memanjang		Tinggi air (mm)												
		1	2	3	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	Percobaan 1	90	69	60	64	71	76	80	81	85	86	88	90	92
2	Percobaan 2	91	68	62	63	72	75	80	82	85	87	89	91	91
3	Percobaan 3	89	66	60	65	70	76	80	80	87	88	89	92	92
4	Percobaan 4	92	70	58	64	73	77	80	81	84	87	86	90	93
5	Percobaan 5	90	68	60	64	71	74	80	81	85	87	87	89	93
Rata-rata		90	68	60	64	71	76	80	81	85	87	88	90	92

Potongan Melintang		Tinggi air (mm)						t (det)	v (cm^3)	Q (cm^3/det)
		9	8	7	4	5	6			
1	Percobaan 1	71	66	61	62	67	70	480	2550	5,313
2	Percobaan 2	72	64	60	60	64	72	483	2555	5,290
3	Percobaan 3	70	66	61	61	66	72	484	2540	5,248
4	Percobaan 4	71	66	61	61	66	73	480	2555	5,323
5	Percobaan 5	71	67	63	63	67	72	482	2550	5,290
Rata-rata		71	69	60	63	69	71	482	2550	5,293

Sumber : Hasil Pengamatan



Gambar 4.5.a Grafik pembacaan manometer pada sumur tunggal, dengan berat pasir kuarsa kering 101 kg



Gambar 4.5.b Grafik pembacaan manometer pada sumur tunggal, dengan berat pasir kuarsa kering 101 kg

Gambar 4.5 Menunjukkan hasil dari pengamatan manometer dengan galian sedalam 60 mm yang berada di atas manometer ke 13, menggunakan sumur tunggal, dengan berat pasir kuarsa kering 101 kg. Di dapatkan penurunan maksimum muka air tanah terjadi pada manometer ke 3, dengan ketinggian 60 mm. Hal ini disebabkan karena pengeringan dilakukan sampai air pada galian habis dan karena letak sumur tunggal berada di sekitar manometer ke 3. Untuk mengeringkan galian pada variasi ini air yang dibuang sebesar 2550 cm^3 dengan waktu 482 det.

4.6 Pembacaan Manometer pada Sumur Ganda

4.6.1 Pembacaan manometer pada sumur ganda, dengan berat pasir kuarsa kering 73 kg

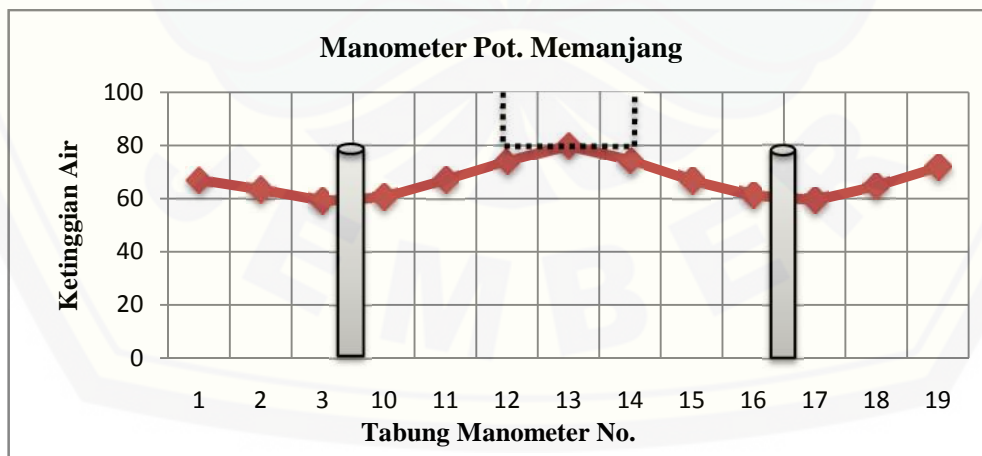
Berikut adalah tabel dan grafik dari hasil pembacaan pada manometer :

Tabel 4.9 Pembacaan manometer pada sumur ganda, dengan berat pasir kuarsa kering 73 kg

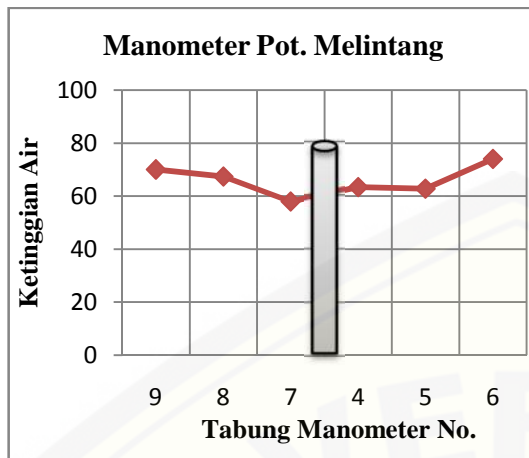
Potongan Memanjang		Tinggi air (mm)												
		1	2	3	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	Percobaan 1	67	64	59	61	68	74	80	75	67	62	60	65	70
2	Percobaan 2	66	62	59	60	66	74	80	75	67	61	59	65	72
3	Percobaan 3	69	65	60	62	68	75	80	74	67	61	59	64	72
4	Percobaan 4	66	63	60	60	67	74	80	74	67	61	59	65	73
5	Percobaan 5	67	63	58	60	66	73	80	74	66	61	60	64	72
Rata-rata		67	63	59	61	67	74	80	74	67	61	59	65	72

Potongan Melintang		Tinggi air (mm)						t (det)	v (cm ³)	Q (cm ³ /det)
		9	8	7	4	5	6			
1	Percobaan 1	70	68	58	64	63	74	183	1009	5,514
2	Percobaan 2	69	67	59	62	64	73	181	1010	5,580
3	Percobaan 3	71	68	57	65	63	75	180	1011	5,617
4	Percobaan 4	70	67	58	63	61	74	178	1008	5,663
5	Percobaan 5	70	67	58	63	63	74	180	1010	5,611
Rata-rata		70	67	58	63	63	74	180,4	1010	5,597

Sumber : Hasil Pengamatan



Gambar 4.6.a Grafik pembacaan manometer pada sumur ganda, dengan berat pasir kuarsa kering 73 kg



Gambar 4.6.b Grafik pembacaan manometer pada sumur ganda, dengan berat pasir kuarsa kering 73 kg

Gambar 4.6 Menunjukkan hasil dari pengamatan manometer dengan galian sedalam 20 mm yang berada di atas manometer ke 13, menggunakan sumur ganda, dengan berat pasir kuarsa kering 73 kg. Di dapatkan penurunan maksimum muka air tanah di sumur 1 terjadi pada manometer ke 3 dengan ketinggian 59 mm dan di sumur 2 pada manometer ke 17 dengan ketinggian 59 mm. Hal ini disebabkan karena pengeringan dilakukan sampai air pada galian habis dan karena letak sumur ganda berada di sekitar manometer ke 3 dan ke 17. Untuk mengeringkan galian pada variasi ini air yang dibuang sebesar 1010 cm³ dengan waktu 180 det.

4.6.2 Pembacaan manometer pada sumur ganda, dengan berat pasir kuarsa kering 87 kg

Berikut adalah tabel dan grafik dari hasil pembacaan pada manometer :

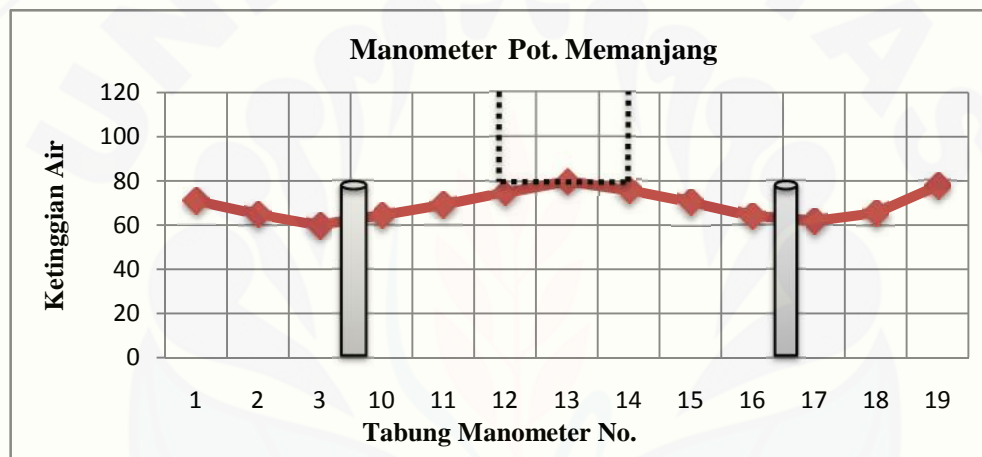
Tabel 4.10 Pembacaan manometer pada sumur ganda, dengan berat pasir kuarsa kering 87 kg

Potongan Memanjang	Tinggi air (mm)												
	1	2	3	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1 Percobaan 1	71	63	62	62	68	74	80	78	70	64	62	65	76
2 Percobaan 2	72	67	61	68	71	75	80	76	71	64	61	67	78
3 Percobaan 3	72	65	63	64	69	75	80	72	71	63	61	65	78
4 Percobaan 4	69	64	64	64	69	75	80	76	70	65	62	65	79

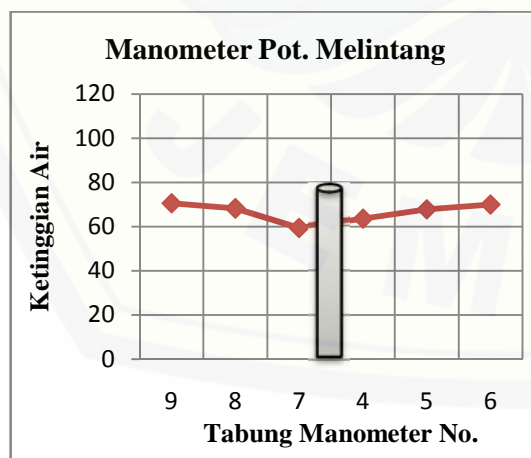
5	Percobaan 5	71	65	61	64	69	75	80	77	70	64	63	65	78
	Rata-rata	71	65	62	64	69	75	80	76	70	64	62	65	78

Potongan Melintang	Tinggi air (mm)						t (det)	v (cm ³)	Q (cm ³ /det)	
	9	8	7	4	5	6				
1	Percobaan 1	70	68	61	64	72	70	212	1840	8,679
2	Percobaan 2	73	71	60	67	71	72	211	1835	8,697
3	Percobaan 3	71	69	60	65	69	71	210	1833	8,729
4	Percobaan 4	71	69	61	65	69	71	213	1835	8,615
5	Percobaan 5	71	69	59	66	72	71	212	1834	8,651
	Rata-rata	71	68	59	64	68	70	211,6	1835,4	8,674

Sumber : Hasil Pengamatan



Gambar 4.7.a Grafik pembacaan manometer pada sumur ganda, dengan berat pasir kuarsa kering 87 kg



Gambar 4.7.b Grafik pembacaan manometer pada sumur ganda, dengan berat pasir kuarsa kering 87 kg

Gambar 4.7 Menunjukkan hasil dari pengamatan manometer dengan galian sedalam 40 mm yang berada di atas manometer ke 13, menggunakan sumur ganda, dengan berat pasir kuarsa kering 87 kg. Di dapatkan penurunan maksimum muka air tanah di sumur 1 terjadi pada manometer ke 3 dengan ketinggian 60 mm dan di sumur 2 pada manometer ke 17 dengan ketinggian 62 mm. Hal ini disebabkan karena pengeringan dilakukan sampai air pada galian habis dan karena letak sumur ganda berada di sekitar manometer ke 3 dan ke 17. Untuk mengeringkan galian pada variasi ini air yang dibuang sebesar 1835 cm^3 dengan waktu 212 det.

4.6.3 Pembacaan manometer pada sumur ganda, dengan berat pasir kuarsa kering 101 kg

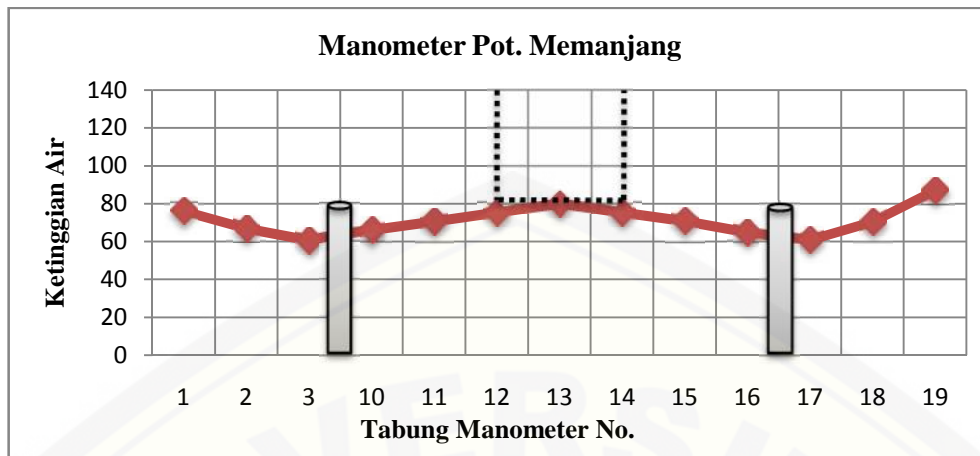
Berikut adalah tabel dan grafik dari hasil pembacaan pada manometer :

Tabel 4.11 Pembacaan manometer pada sumur ganda, dengan berat pasir kuarsa kering 101 kg

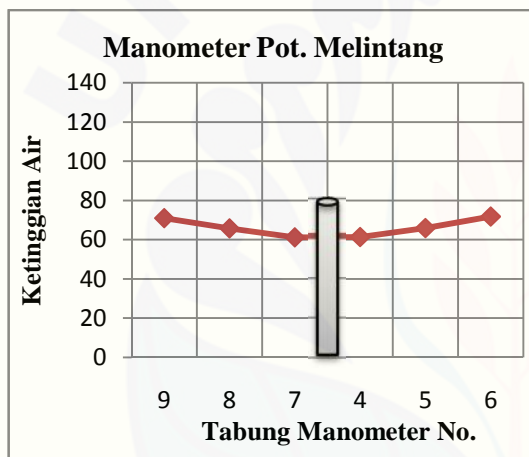
Potongan Memanjang	Tinggi air (mm)												
	1	2	3	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1 Percobaan 1	76	68	60	66	71	76	80	77	73	62	62	71	87
2 Percobaan 2	75	66	59	65	72	75	80	75	70	66	62	72	87
3 Percobaan 3	77	67	61	67	69	75	80	74	69	63	61	70	87
4 Percobaan 4	76	67	62	65	70	75	80	76	71	66	59	70	86
5 Percobaan 5	76	66	61	67	71	76	80	75	71	67	60	69	88
Rata-rata	76	67	61	66	71	75	80	75	71	65	61	70	87

Potongan Melintang	Tinggi air (mm)						t (det)	v (cm^3)	Q (cm^3/det)
	9	8	7	4	5	6			
1 Percobaan 1	72	70	61	64	70	72	242	2653	10,963
2 Percobaan 2	71	69	60	63	69	71	244	2650	10,861
3 Percobaan 3	71	69	60	64	69	71	240	2649	11,038
4 Percobaan 4	71	69	59	63	69	71	241	2651	11,000
5 Percobaan 5	72	70	60	62	70	72	242	2648	10,942
Rata-rata	71	66	61	61	66	72	242	2650	10,961

Sumber : Hasil Pengamatan



Gambar 4.8.a Grafik pembacaan manometer pada sumur ganda, dengan berat pasir kuarsa kering 101 kg

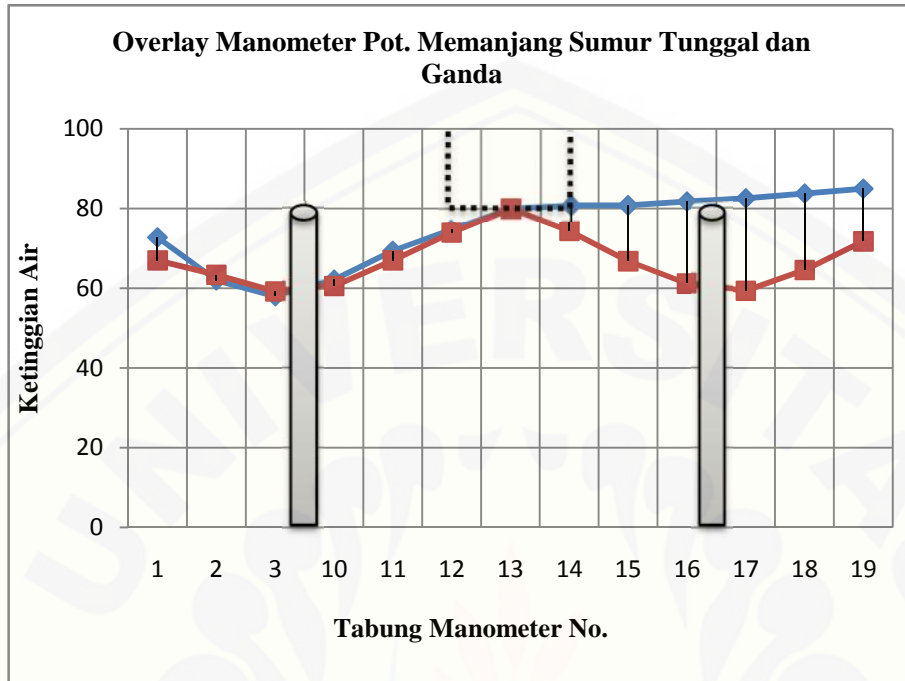


Gambar 4.8.b Grafik pembacaan manometer pada sumur ganda, dengan berat pasir kuarsa kering 101 kg

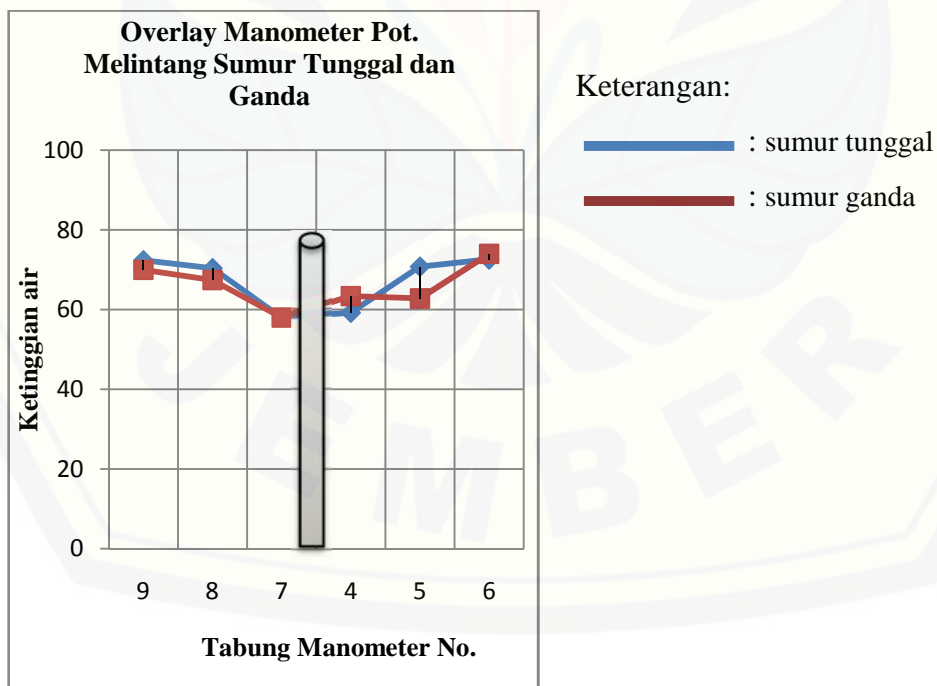
Gambar 4.8 Menunjukkan hasil dari pengamatan manometer dengan galian sedalam 60 mm yang berada di atas manometer ke 13, menggunakan sumur ganda, dengan berat pasir kuarsa kering 101 kg. Di dapatkan penurunan maksimum muka air tanah di sumur 1 terjadi pada manometer ke 3 dengan ketinggian 61 mm dan di sumur 2 pada manometer ke 17 dengan ketinggian 61 mm. Hal ini disebabkan karena pengeringan dilakukan sampai air pada galian habis dan karena letak sumur ganda berada di sekitar manometer ke 3 dan ke 17. Untuk mengeringkan galian pada variasi ini air yang dibuang sebesar 2650 cm^3 dengan waktu 242 det.

4.7 Overlay grafik sumur pompa tunggal dan ganda

4.7.1 Overlay grafik bacaan manometer sumur tunggal dan ganda 73 kg

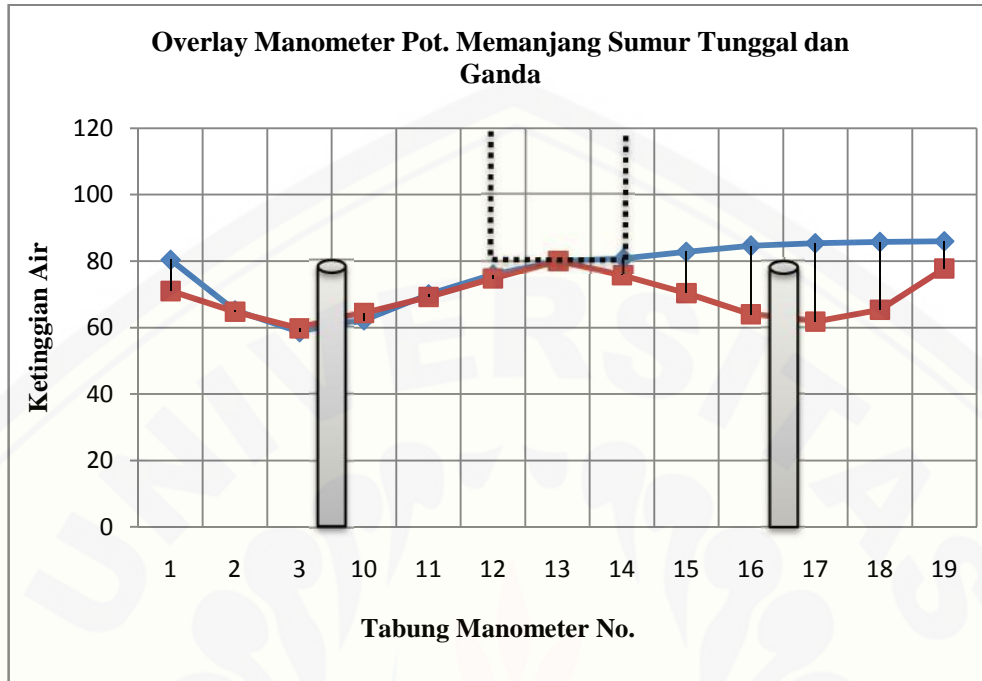


Gambar 4.9.a Grafik bacaan manometer sumur tunggal dan ganda 73 kg

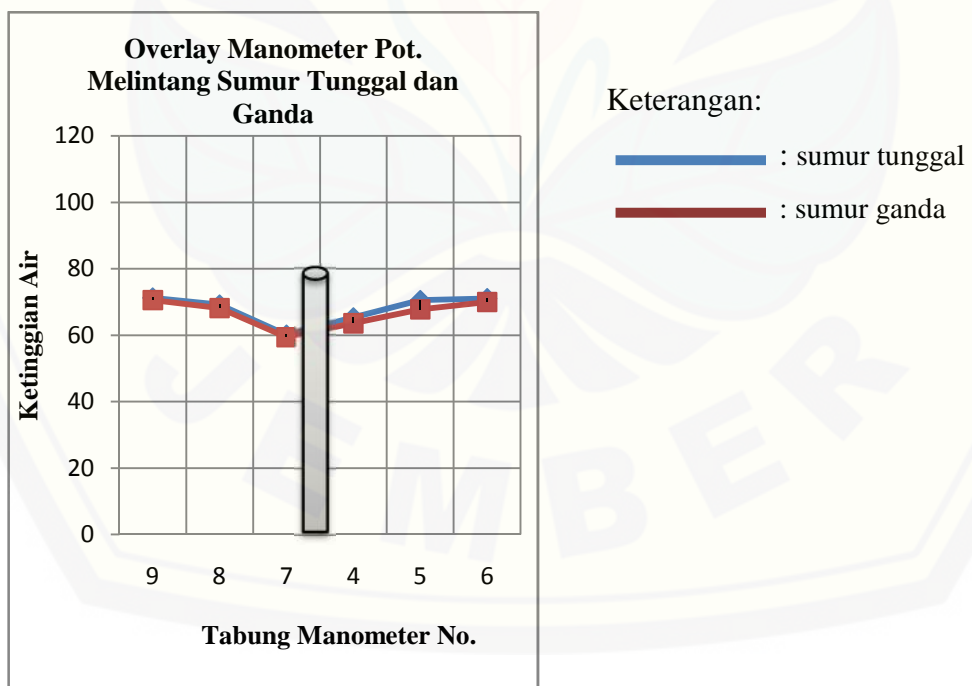


Gambar 4.9.b Grafik bacaan manometer sumur tunggal dan ganda 73 kg

4.7.2 Overlay grafik bacaan manometer sumur tunggal dan ganda 87 kg

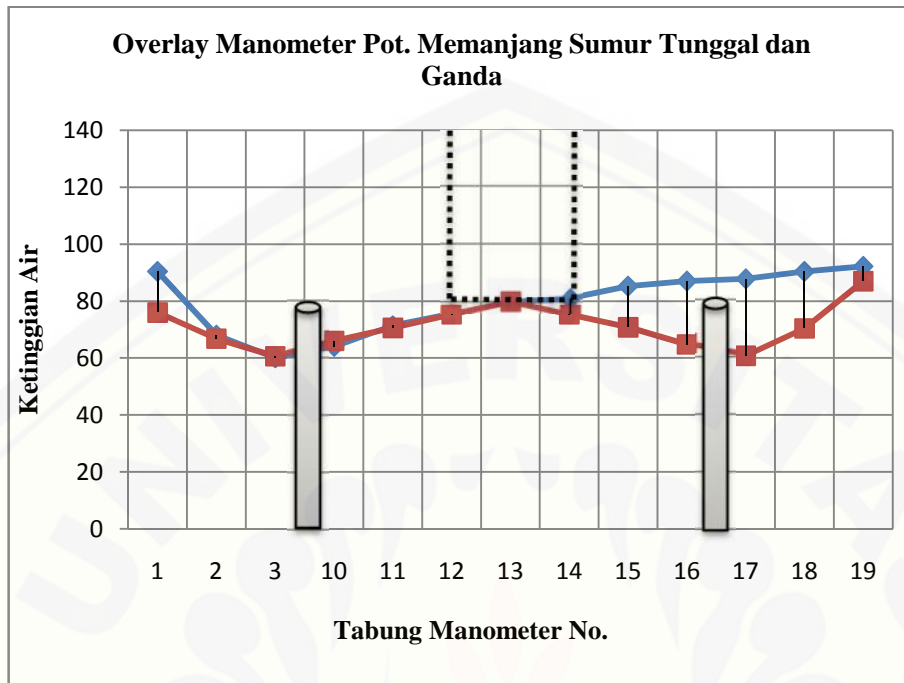


Gambar 4.10.a Grafik bacaan manometer sumur tunggal dan ganda 87 kg

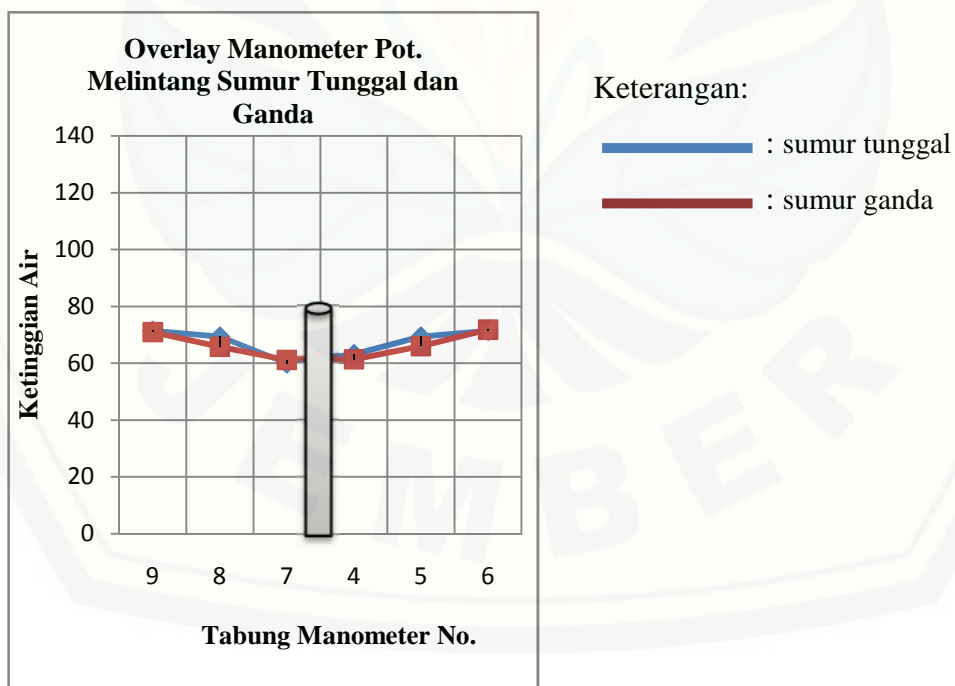


Gambar 4.10.b Grafik bacaan manometer sumur tunggal dan ganda 87 kg

4.7.3 Overlay grafik bacaan manometer sumur tunggal dan ganda 101 kg



Gambar 4.11.a Grafik bacaan manometer sumur tunggal dan ganda 101 kg



Gambar 4.11.b Grafik bacaan manometer sumur tunggal dan ganda 101 kg

Berdasarkan hasil overlay grafik 4.9 - 4.11 yaitu sumur tunggal dan ganda pada semua variasi berat pasir yang dilakukan, terdapat perbedaan penurunan muka air tanah yang ditunjukkan melalui manometer. Ketinggian muka air pada manometer menunjukkan bahwa semakin tinggi galian yang akan dikeringkan, maka semakin besar penurunan muka airnya. Hal ini dikarenakan pengeringan dilakukan sampai air pada galian habis.

4.8 Analisa teori penurunan muka air di titik pusat sumur tunggal dan ganda.

Penurunan muka air dapat terjadi pada sekitar daerah sumur yang melakukan pemompaan secara terus menerus. Dapat dihitung dengan persamaan penurunan muka air (drow down) berikut:

$$Q = \frac{\text{volume tampung}}{\text{waktu}}$$

$$S = \frac{Q_0}{2\pi KH} \ln \left(\frac{r}{R} \right)$$

Dimana:

S : Penurunan muka air (drow down)

Q : Debit sumur (cm³/det)

K : Koefisien permeabilitas (cm/det)

H : Tinggi muka air konstan

r : Jari-jari sumur

R : Jarak tinggi muka air konstan ke sumur tunggal/ganda

Dalam perhitungan ini diambil pembacaan manometer sumur tunggal dan sumur ganda. Dari hasil perhitungan yang diperoleh adalah sebagai berikut:

Tabel 4.12 Debit (Q) sumur tunggal

Berat pasir (kg)	V yang dibuang (cm ³)	t yang didapat (dt)	Q (cm ³ /dt)
73	900	360	2,504
87	1720	425	4,052
101	2550	482	5,293

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.13 Penurunan muka air di titik pusat sumur tunggal (S)

Q (cm ³ /dt)	H	k (cm/det)	2 KH	ln (r/R)	S (cm)
2,504	10	0,024	1,507	-2,773	4,606
4,052	12	0,024	1,809	-2,773	6,211
5,293	14	0,024	2,110	-2,773	6,954

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.14 Hasil (S) pembacaan pada manometer dan hasil (S) perhitungan sumur tunggal

Berat pasir (kg)	(S) pembacaan manometer (cm)	(S) perhitungan (cm)
73	4,2	4,606
87	6,1	6,211
101	8	6,954

Sumber : Hasil Perhitungan

Untuk membandingkan penurunan muka air tanah antara hasil (S) pembacaan manometer dan (S) perhitungan sumur tunggal menggunakan metode korelasi determinasi (r^2). Berikut adalah rumus dari metode korelasi determinasi :

$$r^2 = \left[\frac{n \sum x_1 x_2 - \sum x_1 \sum x_2}{\sqrt{[n \sum x_1^2 - (\sum x_1)^2][n \sum x_2^2 - (\sum x_2)^2]}} \right]^2$$

Dimana :

x1 = S pembacaan manometer

x2 = S hasil perhitungan

n = Banyaknya variasi berat pasir

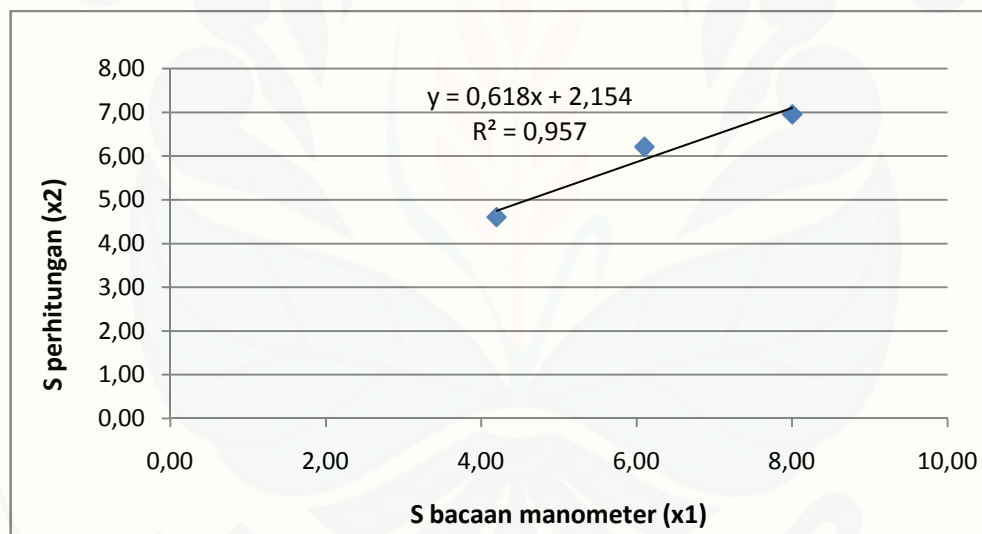
Tabel 4.15 Analisa perbandingan penurunan muka air tanah dengan metode korelasi determinasi pada sumur tunggal

Berat pasir (kg)	x1	x2	x1.x2	x1 ²	x2 ²
73	4,2	4,606	19,345	17,64	21,216
87	6,1	6,211	37,889	37,21	38,580
101	8	6,954	55,635	64	48,364
n = 3	x1=18,3	x2=17,772	x1.x2=112,870	x1 ² =118,85	x2 ² =108,16

Sumber : Hasil Pengamatan dan Perhitungan

Perhitungan korelasi determinasi pada sumur tunggal sebagai berikut :

$$r^2 = \left[\frac{3(112,870) - (18,3)(17,772)}{\sqrt{[3(118,85) - (18,3)^2][3(108,16) - (17,772)^2]}} \right]^2 = 0,957$$



Gambar 4.12 Grafik Analisa perbandingan penurunan muka air tanah dengan metode korelasi determinasi pada sumur tunggal

Berdasarkan hasil perhitungan korelasi determinasi pada sumur tunggal didapatkan 0,957. Hasil tersebut berada diantara 0,80 – 1,0 yang berarti tingkat kesesuaian antara (S) pembacaan manometer dan (S) hasil perhitungan pada sumur tunggal sangat kuat.

Tabel 4.16 Debit (Q) sumur ganda

Berat pasir (kg)	V yang dibuang (cm ³)	t yang didapat (dt)	Q (cm ³ /dt)
73	1010	180	5,596
87	1835	212	8,674
101	2650	242	10,960

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.17 penurunan muka air di titik pusat sumur ganda (S)

Q (cm ³ /dt)	1/2 Q (cm ³ /det)	H	k (cm/det)	2 KH	ln (r/R)	S (cm)
5,596	2,798	10	0,024	1,507	-2,773	5,148
8,674	4,337	12	0,024	1,809	-2,773	6,648
10,960	5,480	14	0,024	2,110	-2,773	7,201

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.18 Hasil (S) pembacaan pada manometer dan hasil (S) perhitungan sumur ganda

Berat pasir (kg)	(S) pembacaan manometer (cm)	(S) perhitungan (cm)
73	4,1	5,148
87	5,8	6,648
101	7,9	7,201

Sumber : Hasil Perhitungan

Untuk membandingkan penurunan muka air tanah antara hasil (S) pembacaan manometer dan (S) perhitungan sumur ganda menggunakan metode korelasi determinasi (r^2). Berikut adalah rumus dari metode korelasi determinasi :

$$r^2 = \left[\frac{n \sum x_1 x_2 - \sum x_1 \sum x_2}{\sqrt{[n \sum x_1^2 - (\sum x_1)^2][n \sum x_2^2 - (\sum x_2)^2]}} \right]^2$$

Dimana :

- x1 = S pembacaan manometer
- x2 = S hasil perhitungan
- n = Banyaknya variasi berat pasir

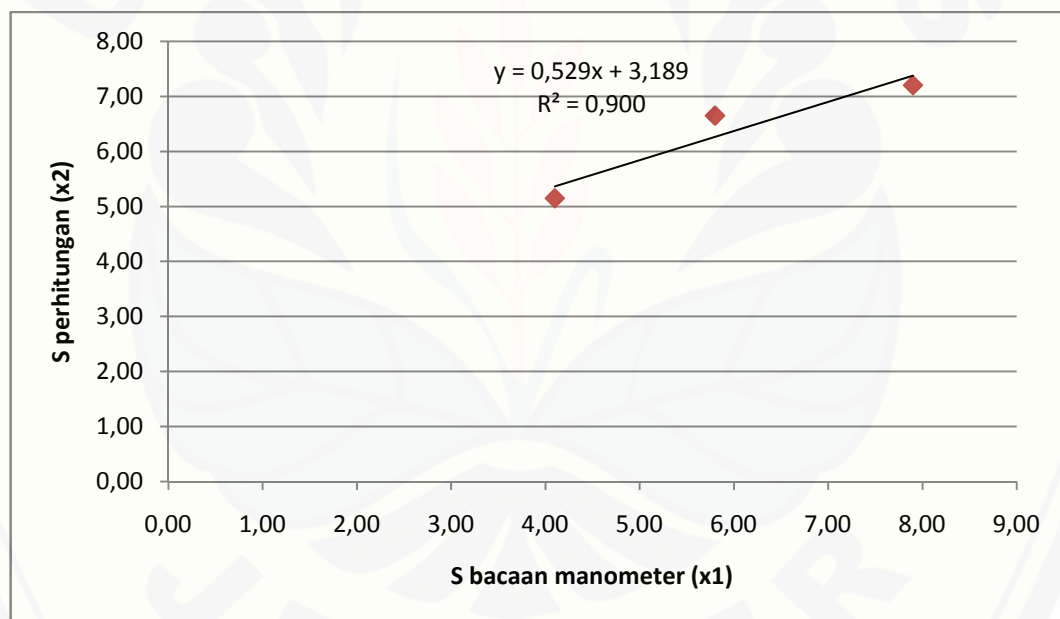
Tabel 4.19 Analisa perbandingan penurunan muka air tanah dengan metode korelasi determinasi pada sumur ganda

Berat pasir (kg)	x1	x2	x1.x2	x1 ²	x2 ²
73	4,1	5,148	21,105	16,81	26,497
87	5,8	6,648	38,561	33,64	44,201
101	7,9	7,201	56,886	62,41	51,851
n = 3	x1=17,8	x2=18,997	x1.x2=116,552	x1 ² =112,86	x2 ² =122,549

Sumber : Hasil Pengamatan dan Perhitungan

Perhitungan korelasi determinasi pada sumur ganda sebagai berikut :

$$r^2 = \left[\frac{3(116,552) - (17,8)(18,997)}{\sqrt{[3(112,86) - (17,8)^2][3(122,549) - (18,997)^2]}} \right]^2 = 0,900$$



Gambar 4.13 Grafik Analisa perbandingan penurunan muka air tanah dengan metode korelasi determinasi pada sumur ganda

Berdasarkan hasil perhitungan korelasi determinasi pada sumur ganda didapatkan 0,900. Hasil tersebut berada diantara 0,80 – 1,0 yang berarti tingkat kesesuaian antara (S) pembacaan manometer dan (S) hasil perhitungan pada sumur ganda sangat kuat.

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari pemodelan yang telah dilakukan pada *Ground Water Flow and Well abstraction unit* dengan media pasir kuarsa, kesimpulan yang dapat diambil untuk menjawab rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Ketinggian muka air pada manometer pada semua variasi berat pasir menunjukkan bahwa semakin tinggi galian yang akan dikeringkan, maka semakin besar penurunan muka airnya. Hal ini dikarenakan pengeringan dilakukan sampai air pada galian habis.
- Hasil perbandingan pengeringan galian dengan sumur tunggal dan sumur ganda, menunjukkan bahwa pengeringan dengan sumur tunggal lebih lama dari pada dengan sumur ganda. Hal ini karena kemampuan pemompaan sumur tunggal lebih kecil dan volume air yang dikeluarkan juga lebih kecil, sedangkan kemampuan pemompaan sumur ganda lebih besar dan volume air yang dikeluarkan juga lebih besar.
- Dari hasil perhitungan korelasi determinasi, tingkat kesesuaian antara S pembacaan manometer dan S hasil perhitungan pada sumur tunggal sebesar 0,957 sedangkan pada sumur ganda sebesar 0,900. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa tingkat kesesuaian korelasinya sangat kuat.

5.2 Saran

Untuk penyempurnaan penelitian selanjutnya, sebaiknya lubang galian ditempatkan diatas sumur pompa agar menyerupai pengeringan galian pada umumnya.

DAFTAR PUSTAKA

Armfield .2011.*S11 Issue 9 Instruction Manual*.

Mohammad Bisri.1991.*Aliran Air Tanah.Universitas Brawijaya*.Malang.

Rosyadi, A. 2013. *Kondisi Muka Air Tanah dan Penurunannya pada Ground Water Flow and Well Abstraction Unit*. Tidak Diterbitkan. Skripsi. Jember.

Universitas Jember. 2011. *Pedoman Penulisan Karya Ilmiah*. Jember University Press. Jember.

UU No. 7 2004 tentang Sumber Daya Air.

<http://belajarsipil.blogspot.com/2012/05/dewatering-pada-pekerjaan-sipil.html>.

[http:// biosystems.okstate.edu/mo_full.php?moid=99&fname=geox0813.html](http://biosystems.okstate.edu/mo_full.php?moid=99&fname=geox0813.html).

[http:// www.fao.org/post 89386-3](http://www.fao.org/post/89386-3).

Lampiran A. Uji Permeabilitas

No.	Test No.	1	2	3
1	Berat Pasir, (gr) , W	400	400	400
2	Tabung permeameter			
	Diameter, (cm) , D	6,42	6,42	6,42
	Luas penampang, (cm ²) , A	32,3549	32,3549	32,3549
	Volume tabung, (cm ³) , V	262,074	262,074	262,074
3	Panjang sampel, (cm) , L	8,1	8,1	8,1
4	Volume air, (cm ³) , V	76	76	76
5	Selisih tinggi manometer, h	40	40	40
6	Waktu dari h ₀ ke h, (dt) , t	20	19	20
7	Koefisien permeabilitas, (cm/dt) , k	0,024	0,025	0,024
8	Rata-rata koefisien permeabilitas, k	0,024		
9	Berat Isi, (gr/cm ³), γ	1,526		

No.	Test No.	1	2	3
1	Berat Pasir, (gr) , W	405	405	405
2	Tabung permeameter			
	Diameter, (cm) , D	6,42	6,42	6,42
	Luas penampang, (cm ²) , A	32,3549	32,3549	32,3549
	Volume tabung, (cm ³) , V	262,074	262,074	262,074
3	Panjang sampel, (cm) , L	8,1	8,1	8,1
4	Volume air, (cm ³) , V	76	76	76
5	Selisih tinggi manometer, h	40	40	40
6	Waktu dari h ₀ ke h, (dt) , t	26	25	25
7	Koefisien permeabilitas, (cm/dt) , k	0,018	0,019	0,019
8	Rata-rata koefisien permeabilitas, k	0,019		
9	Berat Isi, (gr/cm ³), γ	1,545		

No.	Test No.	1	2	3
1	Berat Pasir, (gr) , W	410	410	410
2	Tabung permeameter			
	Diameter, (cm) , D	6,42	6,42	6,42
	Luas penampang, (cm ²) , A	32,3549	32,3549	32,3549
	Volume tabung, (cm ³) , V	262,074	262,074	262,074
3	Panjang sampel, (cm) , L	8,1	8,1	8,1
4	Volume air, (cm ³) , V	76	76	76
5	Selisih tinggi manometer, h	40	40	40
6	Waktu dari h ₀ ke h, (dt) , t	30	30	29
7	Koefisien permeabilitas, (cm/dt) , k	0,016	0,016	0,016
8	Rata-rata koefisien permeabilitas, k	0,016		
9	Berat Isi, (gr/cm ³) , γ	1,564		

No.	Test No.	1	2	3
1	Berat Pasir, (gr) , W	415	415	415
2	Tabung permeameter			
	Diameter, (cm) , D	6,42	6,42	6,42
	Luas penampang, (cm ²) , A	32,3549	32,3549	32,3549
	Volume tabung, (cm ³) , V	262,074	262,074	262,074
3	Panjang sampel, (cm) , L	8,1	8,1	8,1
4	Volume air, (cm ³) , V	76	76	76
5	Selisih tinggi manometer, h	40	40	40
6	Waktu dari h ₀ ke h, (dt) , t	34	36	35
7	Koefisien permeabilitas, (cm/dt) , k	0,014	0,013	0,014
8	Rata-rata koefisien permeabilitas, k	0,014		
9	Berat Isi, (gr/cm ³) , γ	1,584		

No.	Test No.	1	2	3
1	Berat Pasir, (gr) , W	420	420	420
2	Tabung permeameter			
	Diameter, (cm) , D	6,42	6,42	6,42
	Luas penampang, (cm ²) , A	32,3549	32,3549	32,3549
	Volume tabung, (cm ³) , V	262,074	262,074	262,074
3	Panjang sampel, (cm) , L	8,1	8,1	8,1
4	Volume air, (cm ³) , V	76	76	76
5	Selisih tinggi manometer, h	40	40	40
6	Waktu dari h _o ke h, (dt) , t	38	40	39
7	Koefisien permeabilitas, (cm/dt) , k	0,013	0,012	0,012
8	Rata-rata koefisien permeabilitas, k	0,012		
9	B	1,603		

Sumber : Hasil Uji Laboratorium

$$k = \frac{Q \cdot L}{h \cdot A \cdot t}$$

$$\gamma = \frac{W}{V}$$



Lampiran B. Alat-Alat yang digunakan

B.1 Permeameter test



Permeameter



Pengaturan sampel pada permeameter

B.2 Ground Water flow and Wells Abctraction Unit



Ground Water flow and Wells Abctraction Unit



hydraulics bench



Katup kontrol *inlet*



Bukaan keran *inlet* kanan



Bukaan keran *inlet* kiri



Pastikan gelembung udara keluar pada manometer



Cara perataan



Galian sedalam 20 mm



Galian sedalam 40 mm



Galian sedalam 60 mm

Lampiran C. Dokumentasi Laboratorium Pengamatan Manometer Sumur Tunggal

C.1 Pembacaan manometer, dengan berat pasir kuarsa kering 73 kg



Percobaan ke 1



Percobaan ke 2



Percobaan ke 3



Percobaan ke 4



Percobaan ke 5

Kondisi muka air tanah pada manometer dengan berat pasir kuarsa kering 73 kg

C.2 Pembacaan manometer, dengan berat pasir kuarsa kering 87 kg



Percobaan ke 1



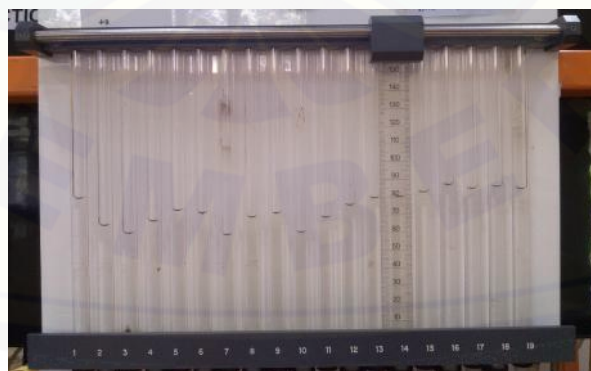
Percobaan ke 2



Percobaan ke 3



Percobaan ke 4



Percobaan ke 5

Kondisi muka air tanah pada manometer dengan berat pasir kuarsa kering 87 kg

C.3 Pembacaan manometer, dengan berat pasir kuarsa kering 101 kg



Percobaan ke 1



Percobaan ke 2



Percobaan ke 3



Percobaan ke 4



Percobaan ke 5

Kondisi muka air tanah pada manometer dengan berat pasir kuarsa kering 101 kg

Lampiran D. Dokumentasi Laboratorium Pengamatan Manometer Sumur Ganda**D.1 Pembacaan manometer, dengan berat pasir kuarsa kering 73 kg**

Percobaan ke 1



Percobaan ke 2



Percobaan ke 3



Percobaan ke 4



Percobaan ke 5

Kondisi muka air tanah pada manometer dengan berat pasir kuarsa kering 73 kg

D.2 Pembacaan manometer, dengan berat pasir kuarsa kering 87 kg



Percobaan ke 1



Percobaan ke 2



Percobaan ke 3



Percobaan ke 4



Percobaan ke 5

Kondisi muka air tanah pada manometer dengan berat pasir kuarsa kering 87 kg

D.3 Pembacaan manometer, dengan berat pasir kuarsa kering 101 kg



Percobaan ke 1



Percobaan ke 2



Percobaan ke 3



Percobaan ke 4



Percobaan ke 5

Kondisi muka air tanah pada manometer dengan berat pasir kuarsa kering 101 kg