

LAPORAN PENELITIAN

PENENTUAN KOEFISIEN REMBESAN PADA TANAH

LEMPUNG SRENGSENG DENGAN CARA

WELL MINI PUMPING

Dikerjakan Oleh :

**Ir. Idrus M.Sc
Staff Pengajar Jurusan Sipil ISTN**

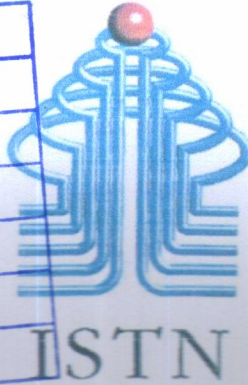


ISTN

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
INSTITUT SAINS DAN TEKNOLOGI NASIONAL
JAKARTA
1996**

**LEMBAR PENGESAHAN
LAPORAN PENELITIAN**

| | |
|----------------|--------------|
| Tanggal | : 07/02/1997 |
| No. Inventaris | : |
| Kode Eksemplar | : |
| No. Panggil | : |
| Sumber | : |
| Lokasi | : |
| Paraf | : |



**PENENTUAN KOEFISIEN REMBESAN PADA
TANAH LEMPUNG SRENGSENG DENGAN
CARA WELL MINI PUMPING**

Dikerjakan Oleh:

Ir .Idrus M.Sc, (Staff Pengajar Jurusan Teknik Sipil)

Mengetahui :

Ketua Jurusan Teknik Sipil



Ir. Arimulyo Diah Utami, M.T

Program Studi Teknik Sipil
Institut Sains dan Teknologi Nasional
Jakarta 1996

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim,

Alhamdulillah, segala puji dan syukur dipanjatkan ke hadirat Allah SWT, karena Rakhmat dan Karunia-Nya maka penulis dapat menyelesaikan Laporan Penelitian ini dengan sebaik-baiknya.

Pembuatan Laporan Penelitian ini merupakan salah satu syarat akademis yang harus diselesaikan pada Fakultas Teknik Sipil – Institut Sains dan Teknologi Nasional, Jakarta.

Laporan Penelitian ini berjudul **“Penentuan Koefisien Rembesan Pada Tanah Lempung Srengseng Dengan Cara Well Mini Pumping”**.

Dalam menyusun laporan penelitian ini, penulis menyadari masih banyak terdapat kekurangan – kekurangan, karena keterbatasan dan kemampuan yang ada. Walaupun demikian laporan penelitian ini telah dibuat dengan usaha semaksimal mungkin dengan dukungan dan bantuan yang diberikan dari berbagai pihak.

Penulis menyadari bahwa Laporan Penelitian ini masih kurang sempurna, oleh karena itu segala saran dan kritikan yang membangun akan penulis terima dengan senang hati.

Akhir kata, mudah – mudahan laporan Penelitian ini dapat memberikan sumbangan yang berarti bagi perkembangan ilmu Teknik Sipil.

Jakarta, 1996
Penulis

(Ir. IDRUS M.Sc)

DAFTAR ISI

| | halaman |
|---|---------|
| Lembar Persetujuan | i |
| Surat Pernyataan Pengganti Sumpah | iii |
| Abstrak | iv |
| Kata Pengantar | v |
| Daftar Isi | vii |
| Daftar Gambar | ix |
| Daftar Tabel | xi |
| | |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| I.1 Latar Belakang | 1 |
| I.2 Maksud dan Tujuan | 2 |
| I.3 Ruang Lingkup Pembahasan | 2 |
| I.4 Sistematika Pembahasan | 2 |
| | |
| BAB II STUDY PUSTAKA – PENGERTIAN UMUM TENTANG KOEFISIEN REMBESAN | 4 |
| II.1 Umum | 4 |
| II.2 Penentuan Koefisien Rembesan di Lapangan | 5 |
| II.3 Penentuan Koefisien Rembesan di Laboratorium | 8 |
| | |
| BAB III PROSEDUR PERHITUNGAN DAN PERCOBAAN DI LABORATORIUM DAN LAPANGAN | 10 |
| III.1 Sistematika Penelitian | 10 |
| III.2 Percobaan Sifat Fisik Tanah | 10 |
| III.2.1 Kadar Air (w) | 10 |
| III.2.2 Berat Jenis Tanah | 12 |

| | | | |
|---------|---------|--|----|
| | III.2.3 | Berat Isi Tanah (γ) | 12 |
| | III.2.4 | Batas-batas Atterberg | 13 |
| | III.2.5 | Pemeriksaan Gradasi | 15 |
| | | III.2.5.1 A n a l i s a | 15 |
| | | Ayakan | |
| | | III.2.5.2 A n a l i s a | 16 |
| | | Hydrometer . . | |
| III.3 | | Prosedur Percobaan di Laboratorium dan | 18 |
| | | Lapangan | |
| III.3.1 | | Peralatan yang Digunakan di Laboratorium . | 18 |
| | III.3.2 | Prosedur Percobaan di | 18 |
| | | Laboratorium | |
| | III.3.3 | Prosedur Percobaan di | 20 |
| | | Lapangan | |
| BAB IV | | HASIL PENELITIAN DAN ANALISA DATA | 33 |
| | IV.1 | Hasil Pengujian di Lapangan | 33 |
| | IV.2 | Hasil Pengujian di Laboratorium | 44 |
| BAB V | | KESIMPULAN DAN SARAN | 55 |
| | V.1 | Kesimpulan | 55 |
| | V.1 | Saran | 56 |
| | | DAFTAR PUSTAKA | 57 |

DAFTAR GAMBAR

- Gambar II.1 Pengujian di lapangan
- Gambar III.1 Sistematika penelitian
- Gambar III.2 Potongan melintang (pemompaan pada lubang bor ϕ 4")
- Gambar III.3 Peta lokasi pengujian di lapangan belakang ruang diesel
ISTN Jakarta
- Gambar III.4 Lubang Pengamatan di lapangan
- Gambar III.5 Lubang bor ϕ 4"
- Gambar III.6 Lubang bor ϕ 3"
- Gambar III.7 Pengukuran tinggi muka air tanah pada lubang bor ϕ 4"
- Gambar III.8 Pengukuran tinggi muka air tanah pada kondisi konstan
setelah pemompaan
- Gambar III.9 Waktu dihitung memakai stop watch dan air ditampung
dalam gelas ukur untuk mendapatkan debit
- Gambar Penurunan tinggi muka air tanah setelah pemompaan pada
lubang bor ϕ 3"
- Gambar Penurunan tinggi muka air tanah setelah pemompaan pada
lubang bor ϕ 2"
- Gambar Penurunan tinggi muka air tanah setelah pemompaan pada
lubang bor ϕ 4"
- Gambar IV.1 Grafik hubungan antara T dan K
Percobaan I di laboratorium untuk ϕ 3"
- Gambar IV.2 Grafik hubungan antara T dan K
Percobaan II di laboratorium untuk ϕ 3"
- Gambar IV.3 Grafik hubungan antara T dan K
Percobaan III di laboratorium untuk ϕ 3"
- Gambar IV.4 Grafik hubungan antara T dan K
Percobaan I di laboratorium untuk ϕ 4"

Gambar IV.5 Grafik hubungan antara T dan K
Percobaan II di laboratorium untuk ϕ 4"

Gambar IV.6 Grafik hubungan antara T dan K
Percobaan III di laboratorium untuk ϕ 4"

DAFTAR GAMBAR

| | |
|------------|---|
| Tabel II.1 | Harga-harga koefisien rembesan |
| Tabel IV.1 | Hasil penelitian di lapangan |
| Tabel | Data pengukuran tinggi muka air tanah |
| Tabel | Data untuk perhitungan debit |
| Tabel IV.2 | Hasil penelitian di laboratorium |
| Tabel IV.3 | Hasil perhitungan k dari data-data yang diperoleh di laboratorium |



ISTN

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanah merupakan susunan butiran padat dengan pori-pori yang saling berhubungan satu sama lain, sehingga air dapat mengalir dari satu titik yang mempunyai energi lebih tinggi ke titik yang mempunyai energi lebih rendah. Proses ini disebut Rembesan (Seepage) dan kemampuan tanah untuk dapat dirembes oleh air disebut Daya Rembesan (Permeability).

Dalam mekanika tanah, hal ini sangat diperlukan dalam memperkirakan jumlah rembesan air dalam tanah, menyelidiki permasalahan-permasalahan yang menyangkut pemompaan air untuk konstruksi di bawah tanah dan menganalisa kestabilan dari suatu bendungan tanah dan konstruksi dinding penahan tanah yang terkena gaya rembesan.

Untuk mempelajari perilaku tanah perlu diketahui terlebih dahulu sifat asli tanah tersebut. Bila pada klasifikasi tanah termasuk lempung maka dapat dilakukan penyelidikan sifat keteknikan tanah yang meliputi kekuatan geser, hubungan antara kelembaban dan kepadatan, pemampatan tanah juga daya rembes. Untuk penyelidikan tersebut kita perlu mengambil contoh tanah dari lubang-lubang bor percobaan dan melanjutkannya ke laboratorium.

I.2 Maksud dan Tujuan

Maksud dan tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui besarnya koefisien rembesan pada tanah lempung Srengseng dengan menggunakan alat bantu pompa.

I.3 Ruang Lingkup Pembahasan

Dalam penulisan ini, penulis ingin mengetahui berapa besarnya k (Koefisien Rembesan) pada tanah lempung Srengseng.

Dalam menentukan nilai k , dapat dipakai cara Constant Head Permeameter (untuk tanah berbutir kasar) dan cara Variable Head Permeameter (untuk tanah berbutir halus). Pada percobaan ini dibuat tiga buah lubang bor berselubung pipa yang telah dilubangi dengan diameter yang berbeda-beda dan dengan jarak yang sama antara lubang bor satu ke lubang bor lainnya. Penentuan Koefisien Rembesan di laboratorium digunakan Uji Tinggi Jatuh (Falling Head Test) dengan menggunakan contoh tanah tidak terganggu (undisturbed). Pengujian harus dilakukan beberapa kali dengan harga H_0 dan H_1 yang berbeda dan dengan diameter pipa yang berbeda.

I.4 Sistematika Pembahasan

Sistematika pembahasan dalam penulisan ini adalah sebagai berikut :

Bab I Pendahuluan

Dalam bab ini dikemukakan tentang latar belakang dari penulisan tugas akhir ini yang selanjutnya dilengkapi dengan maksud dan tujuan penulisan,

ruang lingkup serta metode penulisan yang digunakan dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Sebagai penutup dari bab ini adalah sistematika pembahasan.

Bab II Study Pustaka

Dalam bab ini diuraikan mengenai semua teori-teori rembesan yang menyangkut pembahasan masalah guna melengkapi penelitian yang dilaksanakan untuk penulisan tugas akhir ini.

Bab III Prosedur Perhitungan dan Percobaan di Laboratorium dan Lapangan

Dalam bab ini diuraikan tentang prosedur pengujian di laboratorium dan lapangan serta perhitungan-perhitungannya guna mendapatkan hasil akhir dari penelitian ini.

Bab IV Hasil Penelitian dan Analisa Data

Dalam bab ini diberikan semua data dan hasil akhir dari percobaan yang dilakukan di lapangan dan di laboratorium.

Bab V Kesimpulan dan Saran

Dalam bab ini diuraikan kesimpulan yang didapat dari percobaan ini dan saran-saran tentang kesimpulan tersebut.



ISTN

BAB II

STUDY PUSTAKA

PENGERTIAN UMUM TENTANG KOEFISIEN REMBESAN

II.1 Umum

Koefisien rembesan (Coefficient of Permeability) tanah adalah tergantung pada beberapa faktor, yaitu : kekentalan cairan, distribusi ukuran pori, distribusi ukuran butir, angka pori, kekasaran permukaan butiran tanah dan derajat kejenuhan tanah.

Pada tanah berlempung, struktur tanah memegang peranan penting dalam menentukan koefisien rembesan. Faktor-faktor lain yang mempengaruhi sifat rembesan tanah lempung adalah konsentrasi ion dan ketebalan lapisan air yang menempel pada butiran lempung.

Harga koefisien rembesan (k) untuk tiap-tiap tanah adalah berbeda-beda.

Beberapa harga koefisien rembesan diberikan dalam Tabel II.1.

TABEL II.1 HARGA-HARGA KOEFISIEN REMBESAN

| JENIS TANAH | k | |
|----------------|-----------------|-----------------|
| | (cm / detik) | (ft / menit) |
| Kerikil bersih | 1,0 - 100 | 2,0 - 200 |
| Pasir kasar | 1,0 - 0,01 | 2,0 - 0,02 |
| Pasir halus | 0,01 - 0,001 | 0,02 - 0,002 |
| Lanau | 0,001 - 0,00001 | 0,002 - 0,00002 |
| Lempung | < 0,000001 | < 0,000002 |

Untuk aliran air satu dimensi pada lapisan tanah jenuh sempurna, dipakai rumus Empiris DARCY :

$$V = k i$$

dimana :

v = kecepatan aliran

(banyaknya air yang mengalir dalam satuan waktu melalui suatu satuan luas penampang melintang tanah yang tegak lurus arah aliran)

k = koefisien rembesan

i = gradien hidrolik

II.2 Penentuan Koefisien Rembesan di Lapangan

Untuk suatu proyek penting, perhitungan koefisien permeabilitas dianjurkan menggunakan metode pengujian di lapangan.

Ada 2 macam metode pengujian di lapangan, yaitu :

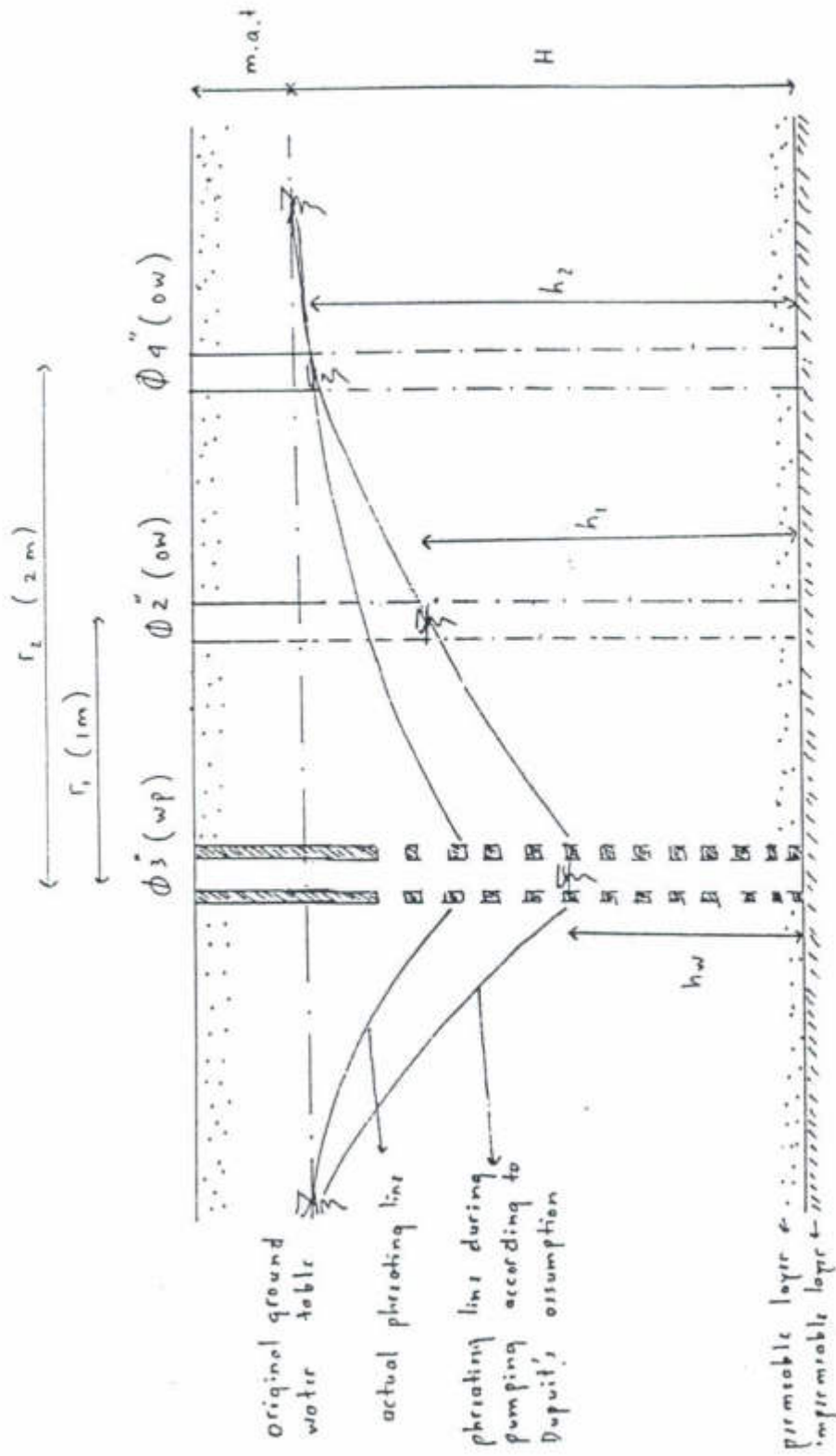
1. Well Pumping Test (uji pemompaan sumur) untuk lapisan tanah homogen berbutir kasar.
2. Borehole Test (uji lubang bor) yang meliputi pengujian dengan tinggi energi konstan (constant head) dan pengujian dengan tinggi energi berubah-ubah (variable head).

Pada penulisan ini dijelaskan untuk metode well pumping test. Pada daerah yang berdekatan dengan danau dilakukan pengamatan terhadap tinggi muka air dengan menggali beberapa lubang bor. Pemompaan dilakukan terus sampai tercapai kondisi rembesan yang stedi (steady seepage). Rembesan terjadi pada sumur dan lubang-lubang bor secara radial, maka akan terjadi surutan (draw down) muka air akibat adanya pemompaan. Pada saat keadaan stedi, tinggi muka air pada lubang-lubang tersebut sesuai dengan tinggi muka air tanah yang baru. Lubang-lubang tersebut berada pada jarak r_1 dan r_2 dari sumur terhadap dasar lapisan tanah. Dengan menggunakan rumus DARCY didapat :

$$k = \frac{2,3 Q \log (r_2/r_1)}{\pi (h_2^2 - h_1^2)}$$

Persamaan ini digunakan untuk sepasang lubang dan nilai k yang dihasilkan adalah nilai k rata-rata.

GAMBAR 3.1. PENGUSIAN DI LAPANGAN



KET:

- ow : observation well
- wp : well mini pumping test
- h : tinggi
- h_w : tinggi air
- r : jarak

II.3 Penentuan Koefisien Rembesan di Laboratorium

Cara penentuan koefisien rembesan suatu tanah di laboratorium ada 2 (dua) macam, Uji Tinggi Konstan dan Uji Tinggi Jatuh. Pada penulisan ini akan dijelaskan mengenai penentuan harga koefisien rembesan suatu tanah dengan Uji Tinggi Jatuh (Falling Head Test).

Percobaan Uji Tinggi Jatuh (Falling Head Test) biasanya dipakai untuk tanah berbutir halus dan dalam hal ini digunakan *contoh tanah tidak terganggu (undisturbed)* dan silinder yang digunakan dalam pengujian adalah tabung penyimpan contoh tanah tersebut. Panjang contoh tanah dalam uji coba ini adalah l dan luas potongar melintangnya adalah A . Sebuah filter kasar ditempatkan di kedua ujung contoh tanah tersebut dan bagian atas silinder disambungkan dengan sebuah pipa tegak yang memiliki luas penampang a .

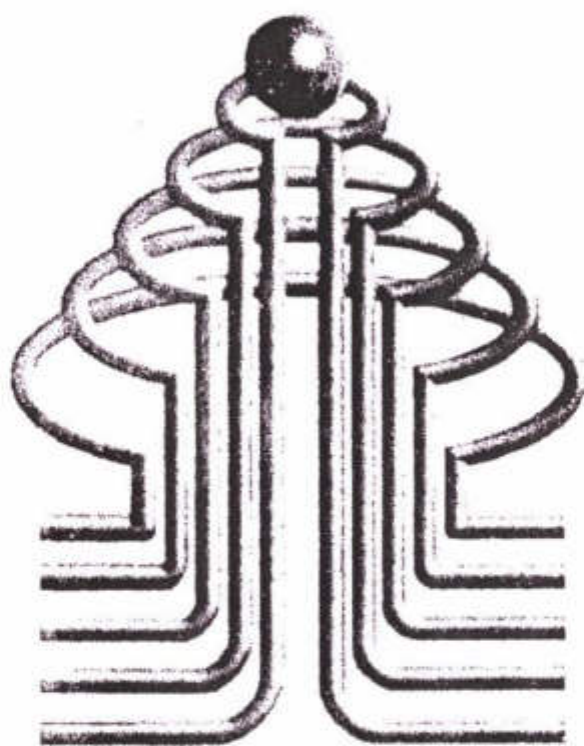
Pada saat percobaan, air mengalir yang keluar ditampung pada sebuah reservoir dengan tinggi air yang diusahakan konstan. Pipa tegak diisi penuh dengan air dan dalam kurun waktu tertentu (t_1), dilakukan pengukuran terhadap tinggi muka air pipa relatif terhadap tinggi muka air pada reservoir. Dalam kurun waktu tersebut, tinggi muka air pipa turun dari h_0 menjadi h_1 . Pada suatu waktu antara t , tinggi muka / air pada pipa adalah h dan laju perubahannya adalah dh / dt . Pada saat itu perbedaan tinggi energi total adalah h , sehingga berdasarkan rumus DARCY :

$$- a \frac{dh}{dt} = A k \frac{h}{L}$$

$$- a \int_{h_0}^{h_1} \frac{dh}{h} = \frac{A k}{L} \int_{t_0}^{t_1} dt$$

$$k = \frac{a L}{A t_1} \ln \frac{h_0}{h_1} = 2,3 \frac{a L}{A t_1} \log \frac{h_0}{h_1}$$

Pada pengujian ini tanah harus dijaga tingkat kejenuhannya mendekati 100%. Pengujian ini harus dilakukan beberapa kali dengan harga h_0 dan h_1 yang berbeda dan atau dengan diameter pipa tegak yang berbeda.



ISTN

BAB III

PROSEDUR PERHITUNGAN DAN PERCOBAAN DI LABORATORIUM DAN LAPANGAN

III.1 Sistematika Penelitian

Dalam bab ini akan diuraikan sistematika dari pengambilan contoh tanah, prosedur pengujian-pengujian yang dilakukan, contoh perhitungan serta hasil pengujian.

Adapun dalam pengujian ini, sampai mendapatkan hasil, dibuat suatu skema penelitian yang dapat dilihat pada gambar III.1.

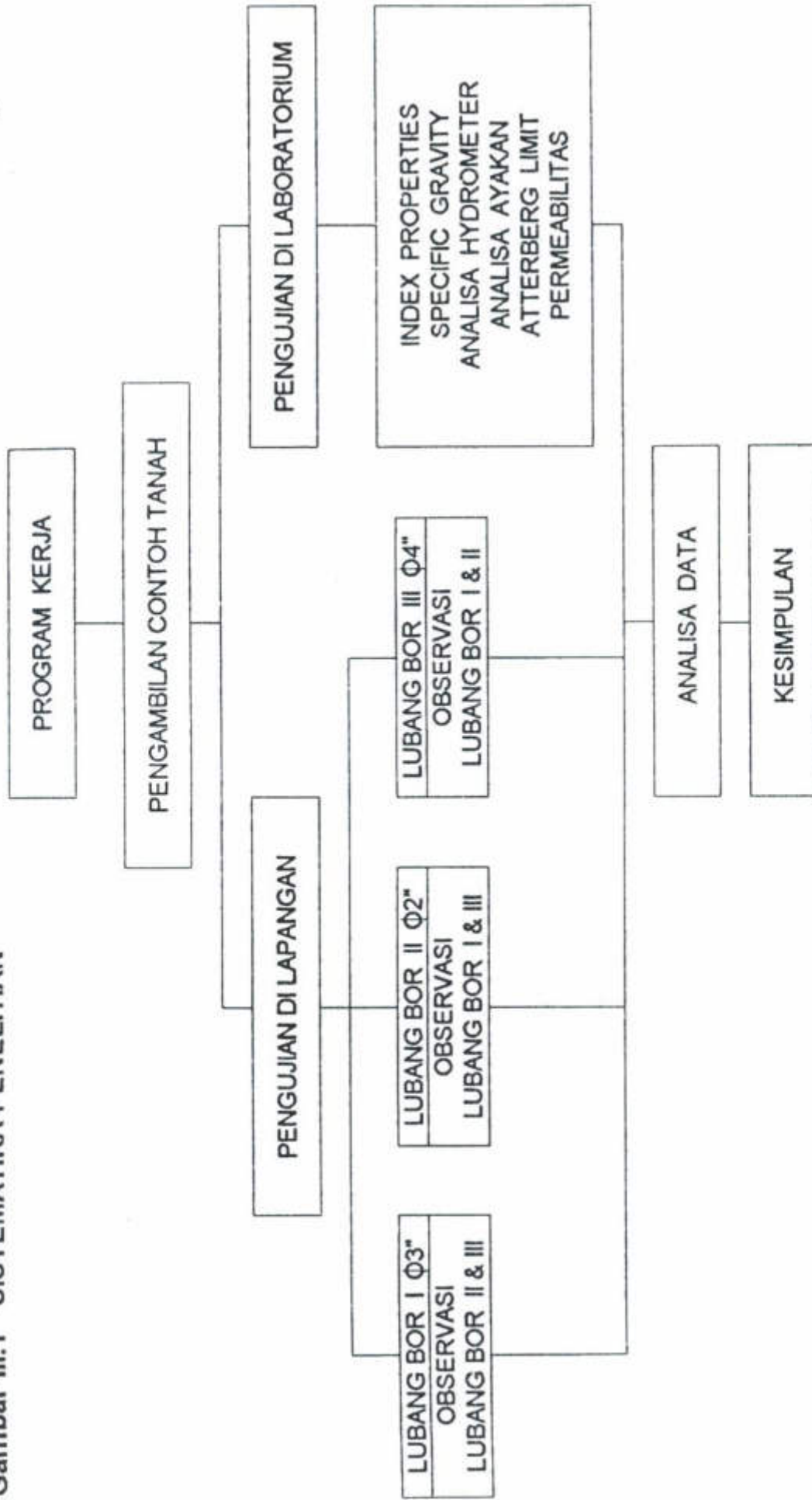
III.2 Percobaan Sifat Fisik Tanah

III.2.1 Kadar Air (W)

Untuk menentukan kadar air tanah, yaitu perbandingan berat air yang terkandung dalam tanah dengan berat kering tanah yang dinyatakan dalam persentase (%).

$$W = \frac{W_w}{W_s} \times 100\%$$

Gambar III.1 SISTEMATIKA PENELITIAN



III.2.2 Berat Jenis Tanah

Untuk mendapatkan nilai berat jenis (G_s), yang merupakan perbandingan antara berat butir (bahan) yang isinya tertentu dengan berat air yang isinya sama dengan isi / volume butiran tersebut.

Nilai berat jenis (G_s) ini, sering dibutuhkan dalam bermacam-macam keperluan perhitungan dalam Mekanika Tanah.

Sebagian besar dari mineral-mineral yang umumnya terdapat pada tanah mempunyai berat jenis yang nilainya berkisar antara 2,4 sampai 2,7.

$$G_s = \frac{W_2 - W_1}{(W_2 - W_1) + (W_4 - W_3)}$$

Dimana :

W_1 = Berat Piknometer

W_2 = Contoh Tanah + Piknometer

W_3 = Berat Botol + Air + Tanah

W_4 = Berat Botol + Air

III.2.3 Berat Isi Tanah (γ)

Untuk mendapatkan berat isi tanah yang merupakan perbandingan antara berat tanah basah dengan volumenya.

Ditentukan dalam Gram / Cm dan nilainya berkisar antara 1,6 sampai 2,0 Kg / Cm.

$$\gamma = \frac{W_2 - W_1}{V}$$

Dimana :

V = Volume Tanah

W1 = Berat Cincin

W2 = Berat Cincin + Contoh Tanah

III.2.4 Batas-batas Atterberg

Untuk menentukan batas-batas konsisten (tingkat plastisitas) dari suatu contoh tanah, meliputi :

- Batas Cair / Liquid Limit (LL),
- Batas Plastis / Plastic Limit (PL),
- Indeks Plastisitas / Plasticity Index (PI).

Konsistensi tanah adalah keadaan tanah yang mengalami suatu perubahan bentuk dan lebih tepat digunakan untuk butiran halus karena berkaitan dengan kadar air.

Konsistensi menunjukkan suatu derajat kekakuan tanah dan istilah konsistensi tanah ditemukan oleh Atterberg.

| | | |
|--------------------------|------------------------------|--|
| Basah | Makin Kering | Kering |
| Keadaan Cair (Liquid) | Keadaan Plastis (Plastic) | Keadaan Semi Plastis (Semi Plastic) |
| | | Keadaan Beku (Solid) |

| | | |
|------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|
| Batas Cair (Liquid Limit) | Batas Plastis (Plastic Limit) | Batas Pengerutan (Shrinkage Limit) |
|------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|

- **Batas Cair / Liquid Limit (LL)**
adalah *Nilai Kadar Air*, dalam keadaan tanah beralih dari keadaan *Cair* ke keadaan *Plastis*.
- **Batas Plastis / Plastic Limit (PL)**
adalah *Nilai Kadar Air*, dalam keadaan tanah beralih dari keadaan *Plastis* ke keadaan *Setengah Plastis*.
- **Indeks Plastis / Plasticity Index (PI)**
Selisih antara batas cair dan batas plastis ialah daerah dimana tanah tersebut adalah dalam keadaan plastis.

$$PI = LL - PL$$

Yang kita peroleh dari percobaan Batas-batas Atterberg ini adalah suatu gambaran secara garis besar akan sifat-sifat tanah yang bersangkutan.

Tanah yang batas cairnya tinggi biasanya mempunyai sifat teknik yang buruk, yaitu kekuatannya rendah, "Compressibility-nya Tinggi" dan sulit memadatkannya.

III.2.5 Pemeriksaan Gradasi

III.2.5.1 Analisa Ayakan

Analisa ayakan adalah mengayak dan menggetarkan contoh tanah melalui satu set ayakan dimana lubang-lubang tersebut makin kecil secara berurutan.

| Nomor Ayakan | Diameter Lubang (mm) |
|--------------|----------------------|
| 4 | 4,75 |
| 8 | 2,36 |
| 16 | 1,10 |
| 30 | 0,600 |
| 50 | 0,300 |
| 100 | 0,150 |
| 200 | 0,075 |
| Container | |

Analisa Saringan :

- Jumlah berat tertahan untuk masing-masing ukuran saringan secara kumulatif.

- Jumlah persentase berat benda uji tertahan dihitung terhadap berat total secara kumulatif.
- Jumlah persentase berat benda uji yang melalui masing-masing saringan dihitung.

III.2.5.2 Analisa Hydrometer

Analisa Hydrometer didasarkan pada prinsip sedimentasi (pengendapan) butir-butir tanah dalam air. Bila suatu contoh tanah dilarutkan dalam air, partikel-partikel tanah akan mengendap dengan kecepatan yang berbeda-beda tergantung pada bentuk ukuran dan beratnya. Untuk mengetahui pembagian ukuran butir dari tanah yang lewat saringan No.200.

Dari kedua analisa tersebut akan kita dapatkan besarnya butiran tanah yang digambarkan pada grafik lengkung gradasi atau grafik lengkung pembagian butiran sebagaimana terlihat pada grafik pembagian butir.

Perhitungannya :

1. Diameter Efektif

$$D = \frac{18. M}{\gamma_s - \gamma_w} \cdot \frac{Hr}{t}$$

Dimana :

M dalam Millipoise

1 Millipoise = 1,10 Poises

$$1 \text{ Poises} = \frac{1}{980,7} \frac{\text{gram / detik}}{\text{cm}^2}$$

γ_s = Berat volume butiran tanah

γ_w = Berat volume air pada tempat percobaan

H_r = Jarak dari permukaan campuran sampai titik berat hydrometer

Dibaca pada kalibrasi Curve

t = Waktu

2. Persentase lebih halus, N dapat dihitung dari :

$$N = \frac{G}{G-1} \cdot \frac{V}{W_s} \cdot \gamma_w (r - r_w) \times 100\%$$

Dimana :

G = Berat jenis butir tanah

V = Volume campuran

W_s = Berat kering contoh sesudah percobaan

r = Pembacaan Hydrometer di dalam campuran

r_w = Pembacaan hydrometer di dalam aquadest

γ_w = Berat volume dari air pada temperatur kalibrasi hydrometer

$$3. \quad H_r = H \left(1 + 0,5 \left(\frac{h - V_h}{A_r} \right) \right)$$

$$4. \quad N' = \frac{\text{Berat tanah yang bebas / lolos ayakan No.12}}{\text{Berat total tanah}}$$

Dimana :

H 1 = Jarak dari pembacaan ke leher hydrometer (cm)

Vh = Volume kepala hydrometer

h = Tinggi kepala dari leher sampai dasar hydrometer (cm)

Ar = Luas penampang dari Maat Gelas

III.3 Prosedur Percobaan di Laboratorium dan Lapangan

III.3.1 Peralatan yang Digunakan di Laboratorium

- Alas Kayu + Bangku
- Ayakan No.4 (4,75 mm)
- Ember
- Jangka Sorong
- Kunci Baut Pas
- Penumbuk
- Permeability Test Mold, berisi tanah dan pasir + Alasnya
- Pipet
- Stand Pipe dan Alasnya
- Stop Watch

III.3.2 Prosedur Percobaan di Laboratorium

Dalam hal ini dilakukan di laboratorium adalah cara Falling / Variable Head Permeability (Tegangan Menurun), yaitu dari sumber air yang masuk ke dalam contoh melalui pipa dengan diameter kecil.

Menentukan nilai k dilakukan dengan mengukur penurunan ketinggian air pada pipa tersebut dalam jangka waktu tertentu.

Jadi tegangan air sekarang tidaklah tetap dan rumus DARCY dapat ditulis pada saat tertentu.

Koefisien permeability K_t pada temperatur percobaan t , dapat dihitung dari:

$$K_t = 2,3 \frac{a \cdot L}{A (t_{n+1} - t_n)} \cdot \frac{\log \frac{H_n}{H_{n+1}}}{H_{n+1}}$$

Dimana :

K_t = Koefisien permeability pada temperatur tertentu t (cm/detik)

a = Luas penampang Stand Pipe (cm²)

L = Panjang dari tanah di dalam tabung

A = Luas penampang dari contoh tanah (cm)

t_n = Waktu interval pertama (dt)

t_{n+1} = Waktu interval kedua (cm)

H_n = Over Head interval pertama (cm)

H_{n+1} = Over Head interval kedua (cm)

Koefisien permeability pada temperatur 15°C , K_{15} di dapat dengan cara sebagai berikut :

$$K_{15} = K_t \cdot \frac{T}{T_{15}}$$

Dimana :

T = Viscositas air pada $T^{\circ}\text{C}$

T_{15} = Viscositas air pada 15°C

Pembacaan :

Bila permukaan pada Stand Pipe menunjukkan angka nol maka $r_1 = 0$, dibaca dan dicatat beda tinggi (water head) = H dan mulailah percobaan (stop watch ditekan), $t_1 = 0$, kemudian catat water head pada waktu-waktu interval yang konstan.

Selesaikan percobaan ini sebelum water head turun serendah ujung bawah Stand Pipe.

III.3.3 Prosedur Percobaan di Lapangan

a. Boring

Untuk mengetahui tentang jenis tanah, susunan lapisan tanah dan kondisi air tanah pada suatu kedalaman tertentu.

Contoh tanah yang diambil adalah *Contoh Tanah Asli (Undisturbed = tidak terganggu)*. Contoh Tanah Asli dapat diambil dengan tabung-tabung contoh yang ditekan sedemikian rupa sehingga tanah asli masuk ke dalam tabung contoh, yang

kemudian ditutup kedua ujungnya untuk menghindari penguapan air dan kerusakan struktur tanah tersebut.

Pengambilan Contoh Tanah Asli :

Pada penulisan ini dilakukan pengambilan contoh tanah dari 3 (tiga) lubang bor dengan Diameter Pipa (ϕ) masing-masing 4", 3" dan 2" dengan kedalaman yang sama yaitu 3,5 meter.

Masing-masing lubang bor diambil contoh tanahnya dengan menggunakan tabung yang berukuran ± 45 cm yaitu masing-masing pada kedalaman 1,00 - 1,45 meter, 2,00 - 2,45 meter, dan 3,00 - 3,45 meter.

Untuk lubang yang paling kecil yaitu dengan diameter lubang 2", tidak dapat dilakukan dengan Boring tetapi dilakukan dengan SPT dan contoh tanah yang diambil tidak dapat dengan tabung, jadi dipakai mata bor Iwan dan hanya diperoleh tanah yang sedikit jumlahnya.

Jalannya percobaan :

- Siapkan tabung contoh, beri oli di bagian dalamnya sehingga rata
- Lubang dibersihkan dengan bahan-bahan lepas
- Bor Iwan dilepas dengan kunci pipa
- Pasang kepala tabung dengan bantuan kunci kepala tabung

- Masukkan tabung ke dalam lubang secara perlahan-lahan sampai kedalaman ± 45 cm, kalau tak bisa ditekan boleh dipukul dengan martil yang terlebih dahulu stang bor diberi alas pemukul dari besi
- Untuk melepaskan contoh tanah dari dasar lubang dengan pemutaran satu kali dapat secara keseluruhan diangkat
- Tabung contoh kemudian dilepas dari kepala tabung, dinding lubang dibersihkan dan ujungnya ditutup agar tak terjadi perubahan baik struktur ataupun kadar air, kemudian diberi keterangan mengenai kedalamannya

Setelah pengambilan contoh tanah selesai selanjutnya kita melakukan pemeriksaan secara visual yaitu mengenai :

1. Warna Tanah
2. Berbutir Halus atau Kasar
3. Lekat atau Lepas
4. Kaku atau Lembek
5. Ada Puing atau Tidak

b. Sondir (dibuat 1 lubang sendiri)

Untuk mendapatkan nilai kemampuan dari lapangan tanah sehubungan dengan kedalamannya mengenai :

- Daya Dukung Ujung (q_c)
- Lekatan (f)

- Jumlah Hambatan (T_f)
- Menduga jenis tanah berdasarkan diameter butir tanah (q_c/f)

Jalannya percobaan :

- Ratakan permukaan tanah yang akan diselidiki
- Buat ukuran untuk pemasangan jangkar dengan ukuran 60 x 80 cm dan diberi tanda pada setiap patoknya
- Pasang jangkar pada setiap patok ukuran dengan bantuan kunci T dan tongkat besi diputar sambil ditekan searah jarum jam
- Letakkan 2 batang balik kayu dengan arah memanjang dan diusahakan permukaan kayu datar
- Letakkan alat sondir di atasnya dan 2 batang balok dengan arah menyilang kayu
- Letakkan 2 batang besi kanal panjang di atas kaki sondir menyilang kayu
- letakkan besi pendek menyilang di atas besi kanal panjang di sebelah kiri dan kanan sondir dengan ujung kanal masuk pada jangkar
- Pasang kunci jangkar dan kontrol tiang sondir kedua belah sisinya supaya vertikal dengan alat Water Pass. Jika ini telah dipenuhi sondir siap dipakai

c. **Menentukan Besarnya Koefisien Rembesan di Lapangan**

Telah dilakukan pengujian di lapangan dengan membuat 3 (tiga) lubang bor, yaitu lubang bor dengan diameter 4", lubang bor dengan diameter 3", dan lubang bor dengan diameter 2".

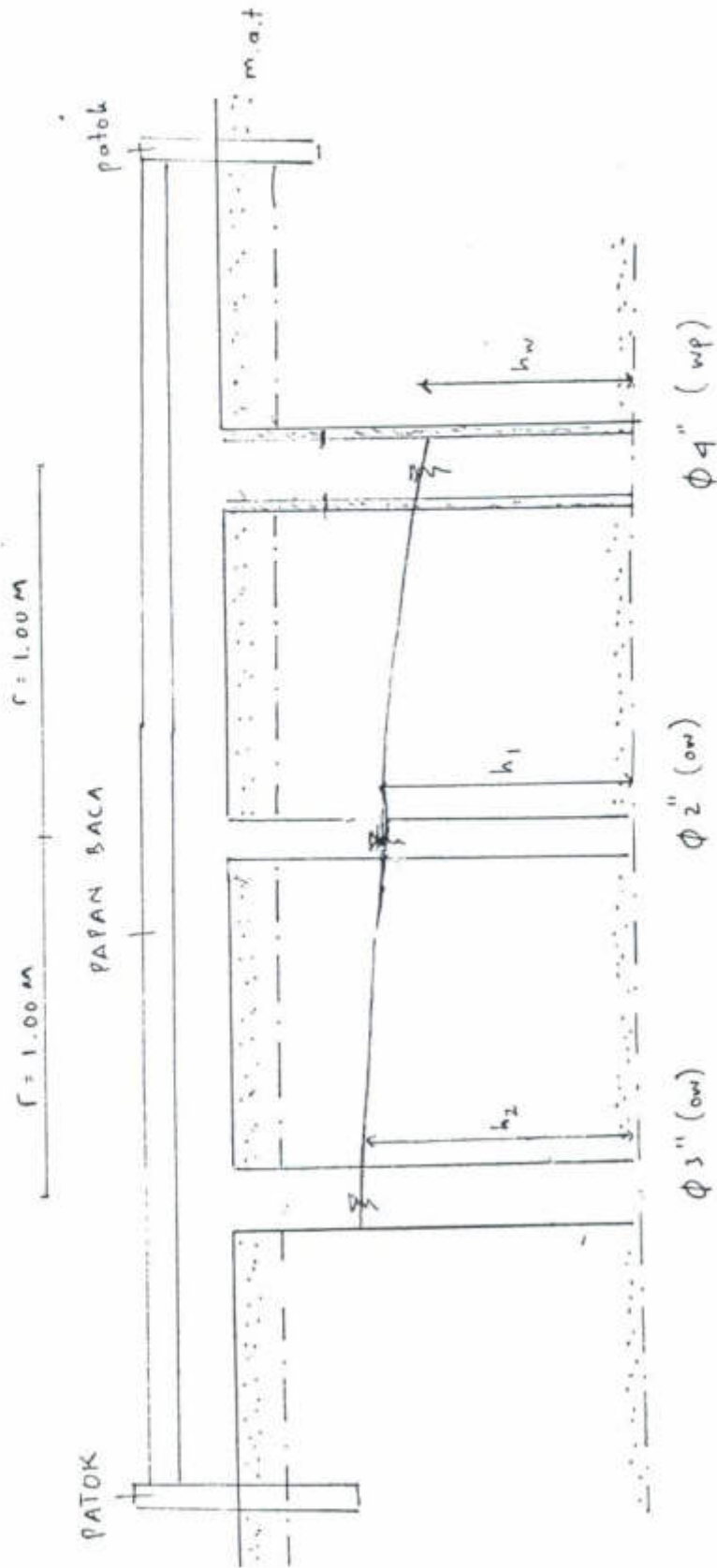
Jarak masing-masing lubang bor satu ke lubang bor lain adalah sebesar 1 (satu) meter.

Jalannya percobaan :

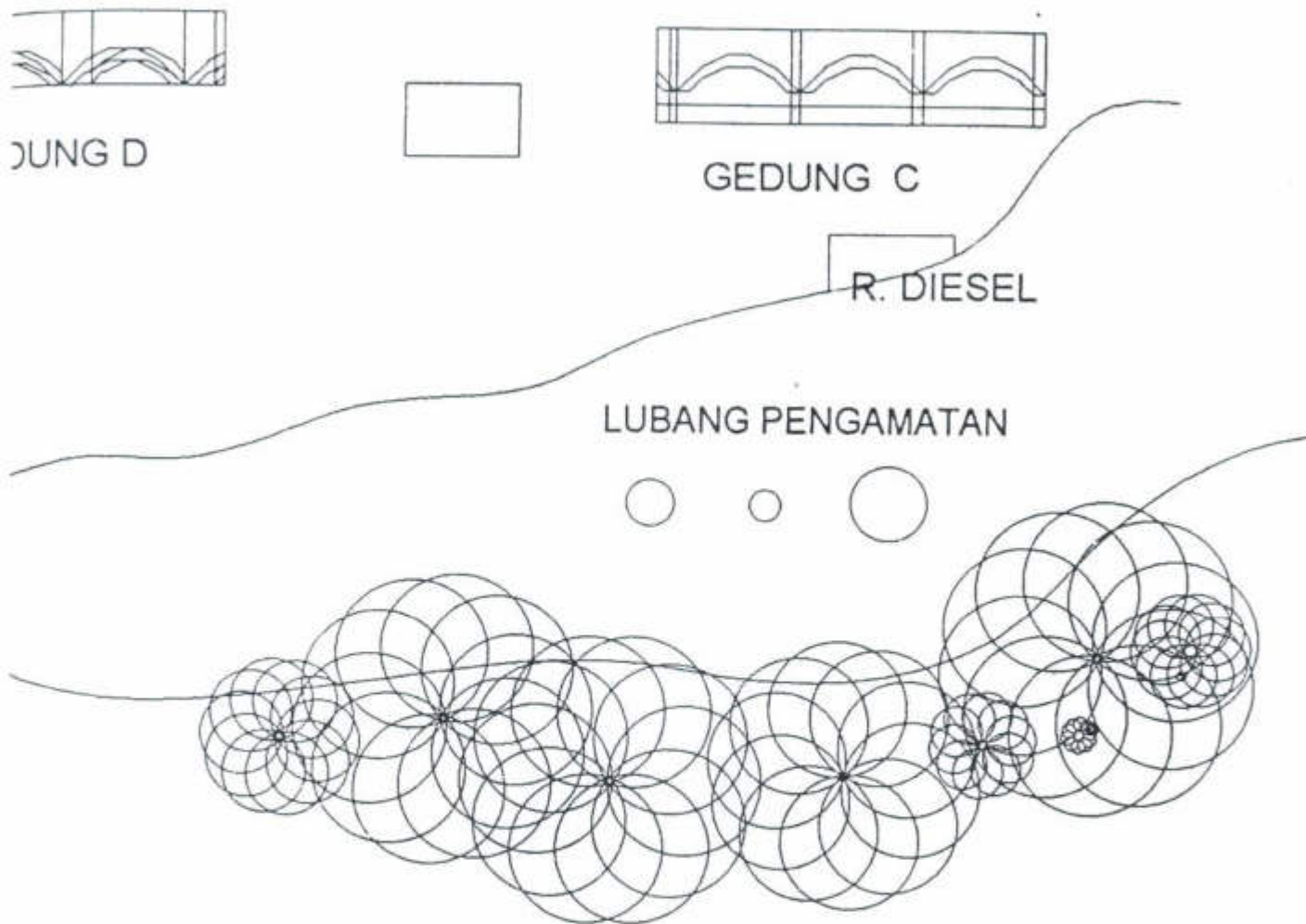
- Disiapkan 3 (tiga) casing berdiameter 4", 3", dan 2" dengan panjang masing-masing casing adalah 3,50 meter.
Lalu setiap casing dilubangi dengan cara menggergaji dindingnya secara merata tapi tidak sampai putus.
- Setelah itu setiap casing dimasukkan ke dalam lubang bor sesuai dengan ukurannya masing-masing.
- Patok diletakkan di sebelah ujung kiri lubang bor diameter 3" dan ujung kanan lubang bor diameter 4", setelah diukur dengan waterpass dipasang papan baca setinggi 50 cm dari muka tanah.
- Kemudian kita amati tinggi muka air pada masing-masing lubang bor dan kita ukur dengan alat ukur tinggi muka air.
- Pada alat mesin pompa, lubang hisapnya dipasang paralon yang dilengkapi dengan knee yang panjangnya \pm 2,50 meter dan lubang keluarnya juga dipasang paralon pendek

yang dilengkapi dengan kran (gunanya untuk mengatur besar / kecilnya air).

- Pemompaan dilakukan pada lubang bor diameter 3" dan kran dibuka. Pembukaan kran diatur sedemikian rupa sehingga tinggi muka air mencapai konstan kemudian ukur berapa tinggi muka air pada saat itu.
- Pada saat yang sama pula, lubang bor diameter 2" dan lubang bor diameter 4" diukur tinggi muka airnya.
- Air yang keluar ditampung dengan gelas ukur sebanyak 3 kali dengan selang waktu tertentu, maka didapat debit.
- Setelah 15 menit kemudian dilakukan percobaan ulang seperti di atas sebanyak 6 kali percobaan.
- Kemudian pemompaan dilakukan pada lubang bor diameter 2" dan pengamatan dilakukan pada lubang bor 3" dan 4" (percobaan berjalan sama seperti di atas).
- Jika pemompaan dilakukan pada lubang bor diameter 4", maka pengamatan dilakukan pada lubang bor diameter 2" dan 3".

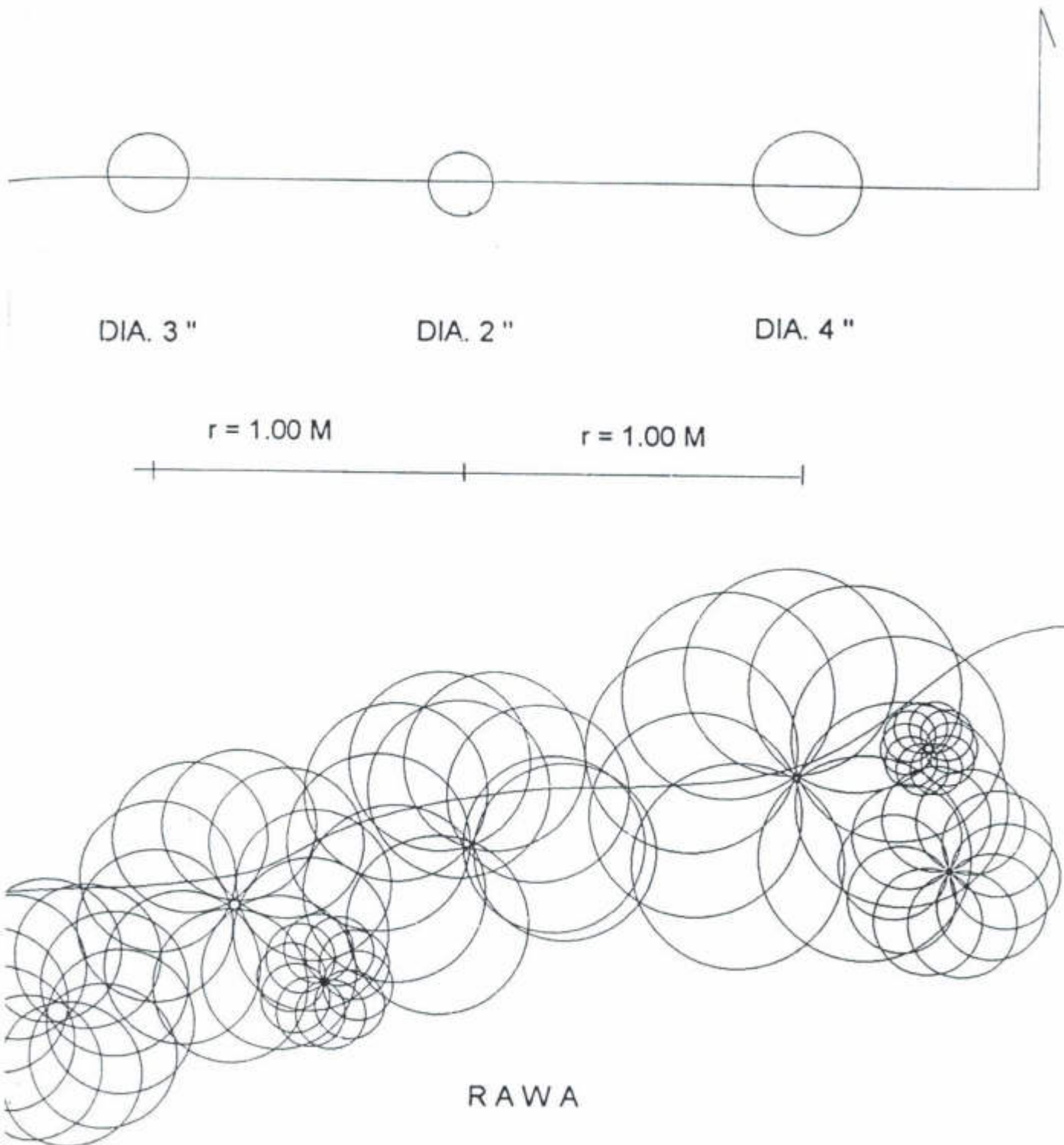


GAMBAR POTONGAN MELINTANG
PEMOMPAAN PADA LUBANG BOR $\phi 4''$



GAMBAR III. 3









PETA LOKASI PENGUJIAN DI LAPANGAN
BELAKANG R. DIESEL - I.S.T.N JAKARTA



GAMBAR III. 4

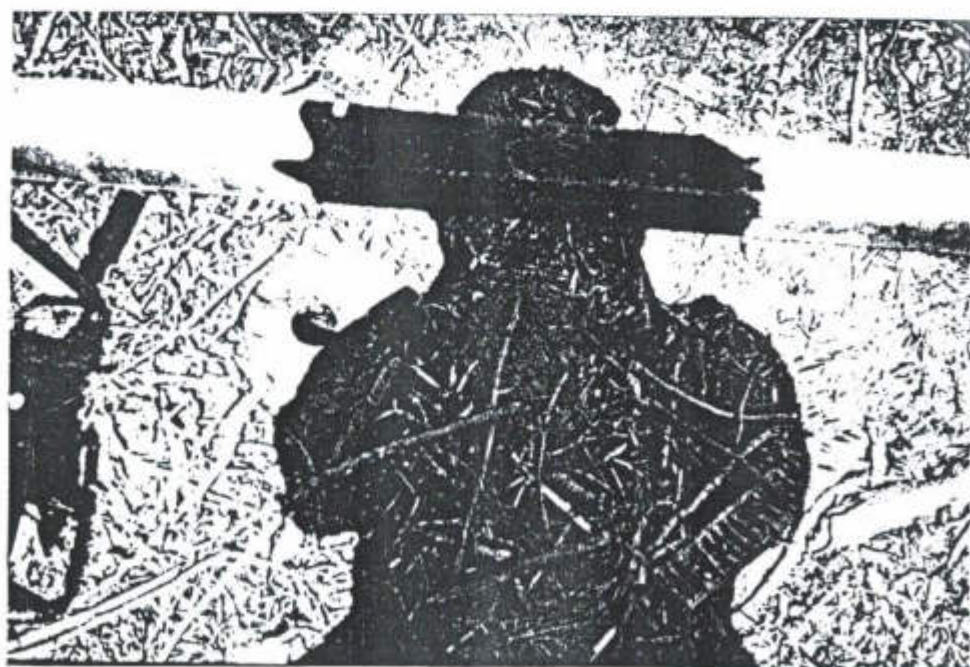
LUBANG PENGAMATAN DI LAPANGAN

SOIL MECHANICS LABORATORY
OF I.S.T.N - JAKARTA

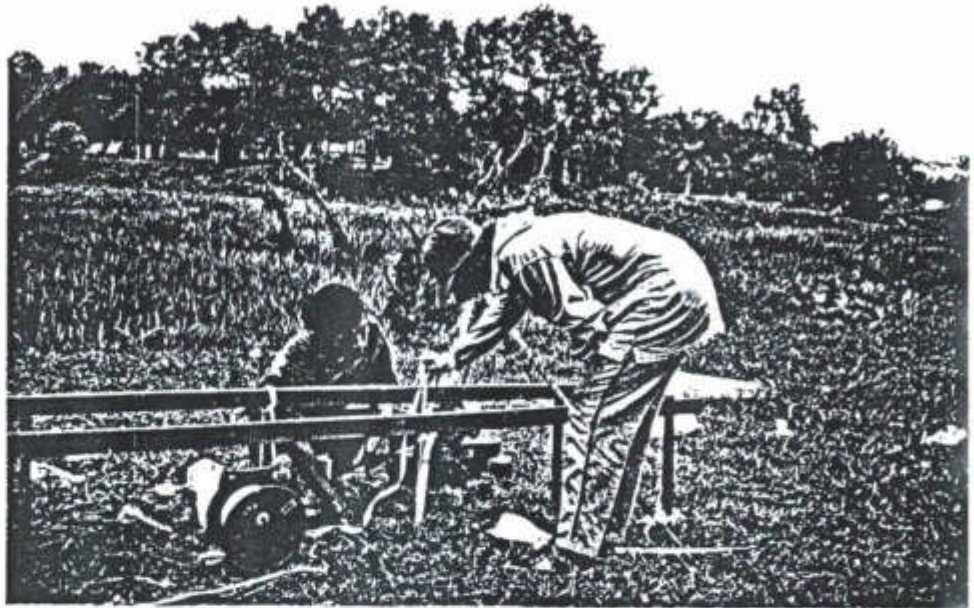
| GEOLOGICAL BORING LOG | | | | |
|---|------------------------|---|---|-------------------------------------|
| Project : | | Started : 12 Desember 1995 | | Date : |
| Location : Belakang R. Diesel | | Finished : 12 Desember 1995 | | Bore Hole Number : |
| Total Depth | | Tested by : | | |
| Elevation : 3.50 Meter | | | | |
| Scale | Depth (m) | - LOG | Description | Colour |
| Diameter 4 Inch | | | | |
| 1 | 1.00 s/d 1.45 Meter |  | Tanah Lempung | Coklat Kemerah-merahan |
| 2 | 2.00 s/d 2.45 Meter |  | Tanah Lempung | Coklat Kemerah - merahan |
| 3 | 3.00 s/d 3.45 Meter |  | Tanah Lempung | Coklat |
| Diameter 3 Inch | | | | |
| 1 | 1.00 s/d 1.45 Meter |  | Tanah Lempung | Coklat Kemerah-merahan |
| 2 | 2.00 s/d 2.45 Meter |  | Tanah Lempung | Coklat Kemerah - merahan |
| 3 | 3.00 s/d 3.45 Meter |  | Tanah Lempung | Coklat |
| Diameter 2 Inch (Dengan S.P.T) | | | | |
| 1 | 1.00 Meter |  | Tanah Lempung dan Pasir Berbutir halus | Coklat Kemerahan dan Keabu-abuan |
| 2 | 1.50 Meter |  | Tanah Lempung dan Pasir Berbutir halus | Coklat Kemerahan dan Keabu-abuan |



Gambar III.5 Lubang bor ϕ 4".



Gambar III.6 Lubang bor ϕ 3".



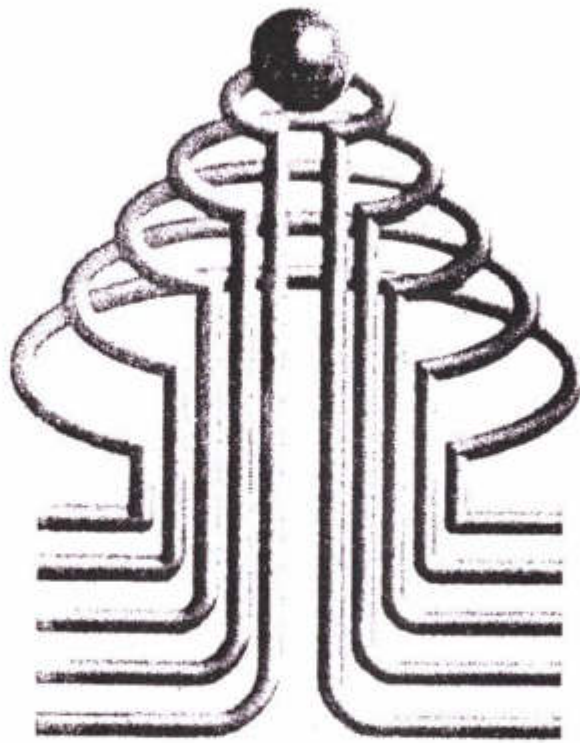
Gambar III.7 Pengukuran tinggi muka air tanah pada lubang bor ϕ 4".



Gambar III.8 Pengukuran tinggi muka air tanah pada kondisi konstan setelah pemompaan.



Gambar III.9 Waktu dihitung memakai stop watch dan air ditampung dalam gelas ukur untuk mendapatkan debit.



ISTN

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN ANALISA DATA

IV.1 Hasil Pengujian di Lapangan

Dari pengujian di lapangan dengan menggunakan cara Well Mini Pumping, hasilnya dapat dilihat pada tabel di bawah ini (Tabel IV.1).

TABEL IV.1 HASIL PENELITIAN DI LAPANGAN

| LUBANG BOR | ϕ 3" | ϕ 2" | ϕ 4" |
|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| r_1 (meter) | 1 | 1 | 1 |
| r_2 (meter) | 2 | 1 | 2 |
| h_1 (cm) {H-(h m.a.t + h ow ₁)} | 200,33 | 200,508 | 196,50 |
| h_2 (meter) {H-(h m.a.t + h ow ₂)} | 201 | 200,99 | 198,916 |
| V (liter) {(V ₁ +V ₂ +V ₃) / 3} | 0,447 | 0,4415 | 0,749 |
| t (detik) {(t ₁ +t ₂ +t ₃) / 3} | 20 | 20 | 32,16 |
| Q (m ³ /detik) (V/t) | $2,235 \cdot 10^{-5}$ | $2,206 \cdot 10^{-5}$ | $2,941 \cdot 10^{-5}$ |
| k (cm/detik) $\frac{2,303 Q \{\log (r_2/r_1)\}}{\pi(h_2^2 - h_1^2)}$ | $3,945 \cdot 10^{-7}$ | $3,821 \cdot 10^{-6}$ | $4,255 \cdot 10^{-7}$ |

ANALISA PERHITUNGAN
untuk Ø 4 dengan m.a.t. 52

$$r_1 = 1 \text{ m} \qquad r_2 = 1 \text{ m}$$

$$h_1 = 350 - (52 + 102) = 196 \text{ m}$$

$$h_2 = 350 - (49 + 99) = 199 \text{ m}$$

$$V = \frac{1000 + 830 + 780}{3} = 870 \text{ ml} = 0,87 \text{ liter}$$

$$t = \frac{30 + 25 + 28}{3} = 83 \text{ detik}$$

$$Q = \frac{V}{t} = \frac{0,87 \text{ liter}}{83 \text{ detik}} = 0,0105 \text{ liter/detik} = 1,05 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3 / \text{detik}$$

$$k = \frac{2,303 Q \{\log (r_2/r_1)\}}{\Pi (h_2^2 - h_1^2)}$$

$$= \frac{2,303 \cdot 1,05 \cdot 10^{-5} \{\log (2/1)\}}{3,14 (199^2 - 196^2)}$$

$$= 1,95 \cdot 10^{-9} \text{ m / detik}$$

$$= 1,95 \cdot 10^{-7} \text{ cm / detik}$$

Data pengukuran tinggi muka air tanah

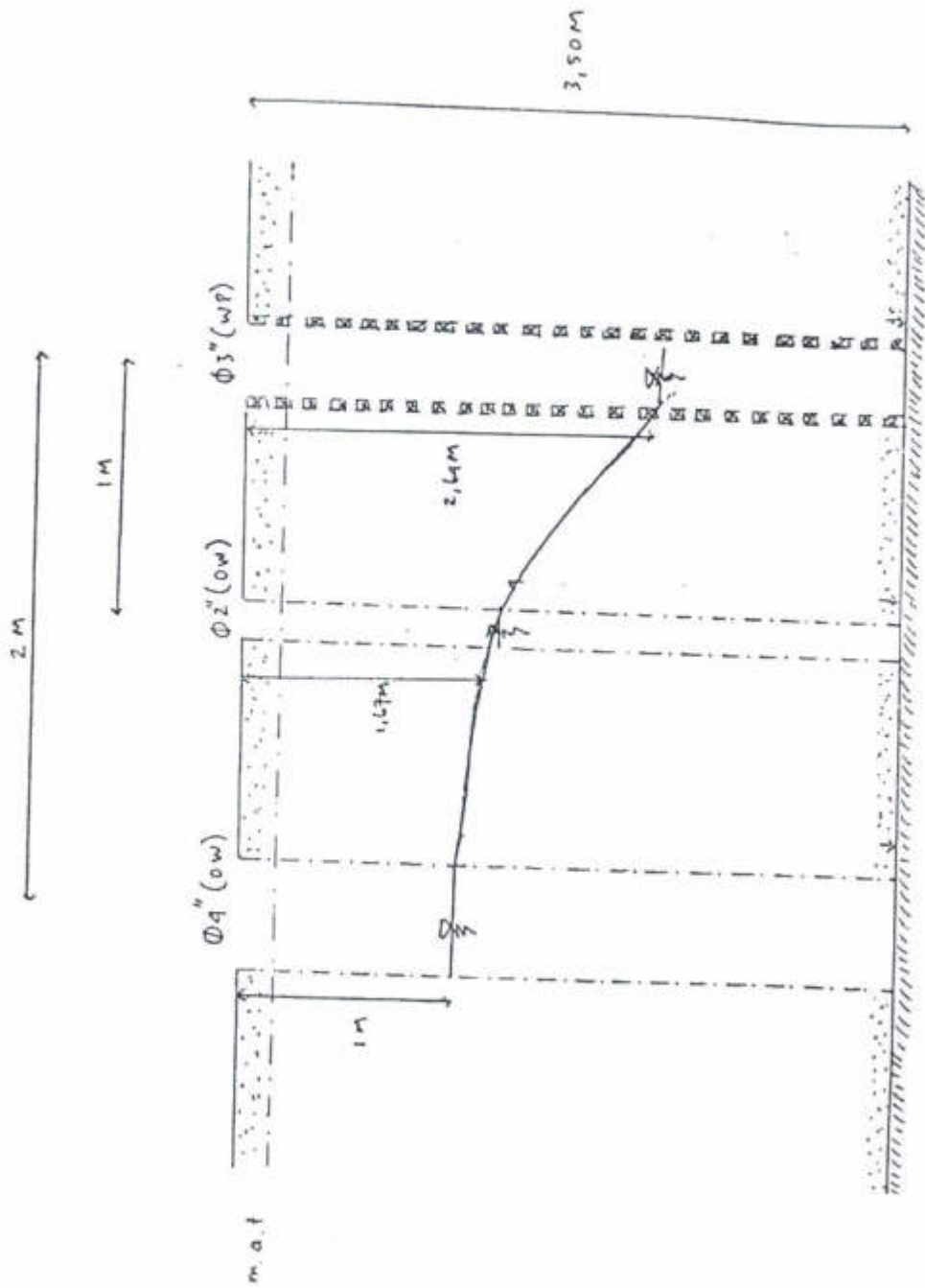
| ϕ 3" well mini pumping h_{wp} (cm) | ϕ 2" observation well h_{ow1} (cm) | ϕ 4" observation well h_{ow2} (cm) |
|---|---|---|
| 264 | 100 | 100 |
| 264 | 100 | 100 |
| 264 | 100 | 100 |
| 264 | 102 | 100 |
| 264 | 101 | 100 |
| 264 | 101 | 100 |

catatan : data-data ini diperoleh dengan percobaan "casing dilubangi". Pencatatan waktu dilakukan tiap 15 menit.

Data untuk perhitungan debit

| kedalaman (cm) | volume (ml) | waktu (detik) |
|----------------|-------------|---------------|
| 264 | 450 | 20 |
| | 440 | 20 |
| | 440 | 20 |
| 264 | 420 | 20 |
| | 450 | 20 |
| | 460 | 20 |
| 264 | 455 | 20 |
| | 460 | 20 |
| | 455 | 20 |
| 264 | 420 | 20 |
| | 420 | 20 |
| | 420 | 20 |
| 264 | 475 | 20 |
| | 475 | 20 |
| | 470 | 20 |
| 264 | 440 | 20 |
| | 450 | 20 |
| | 450 | 20 |

catatan : Pencatatan waktu setiap kedalaman dilakukan tiap 15 menit.



GAMBAR PENURUNAN TINGGI MUKA AIR TANAH SETELAH PEMOMPAAN PADA LUBANG BOR Ø 3''

Data pengukuran tinggi muka air tanah

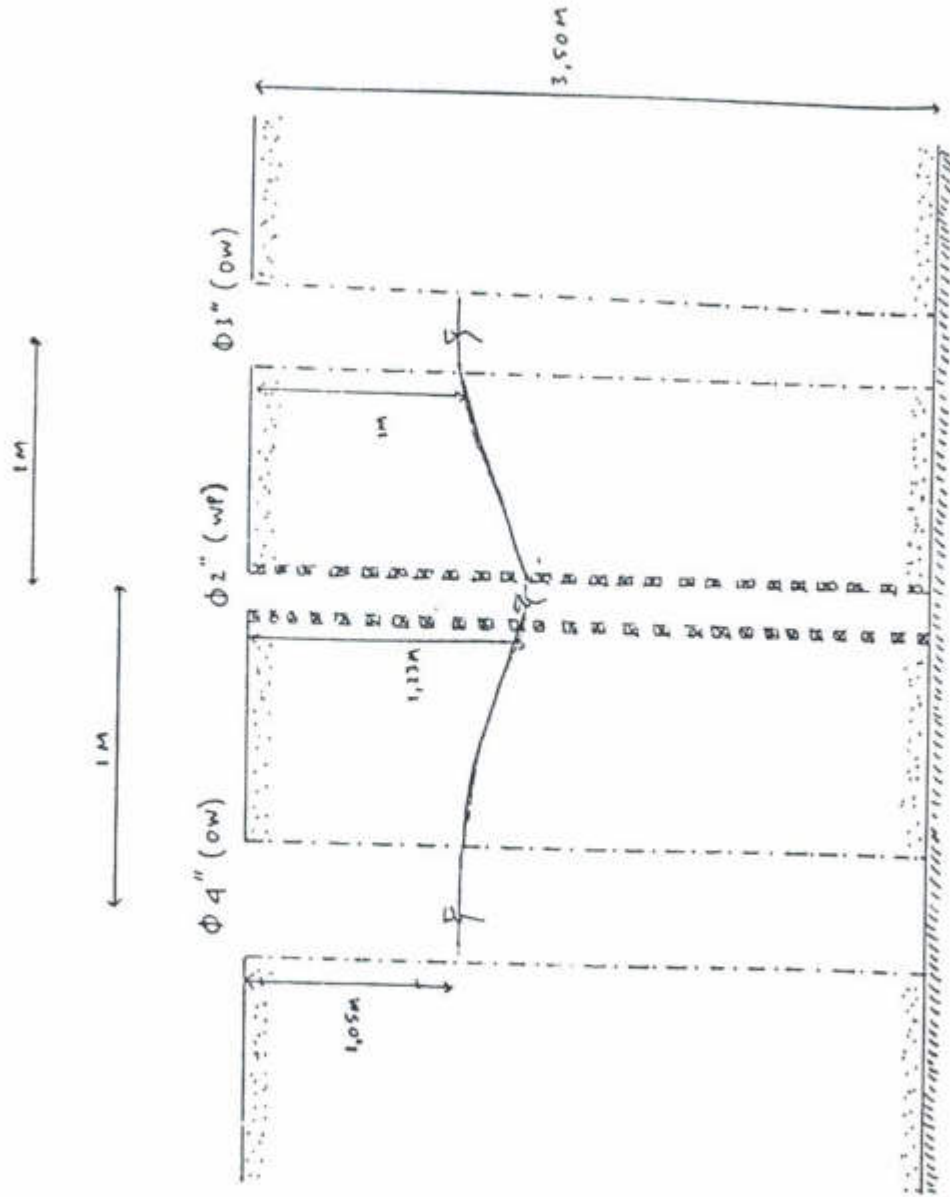
| ϕ 3" | ϕ 2" | ϕ 4" |
|------------------|-------------------|------------------|
| observation well | well mini pumping | observation well |
| h_{ow1} (cm) | h_{wp} (cm) | h_{ow2} (cm) |
| 100 | 123 | 102 |
| 100 | 123 | 100.15 |
| 100.05 | 123 | 100.20 |
| 100 | 123 | 100.20 |
| 100 | 123 | 100.20 |
| 100 | 123 | 100.20 |

catatan : data-data ini diperoleh dengan percobaan "casing dilubangi". Pencatatan waktu dilakukan tiap 15 menit.

Data untuk perhitungan debit

| kedalaman (cm) | volume (ml) | waktu (detik) |
|----------------|-------------|---------------|
| 123 | 570 | 20 |
| | 600 | 20 |
| | 600 | 20 |
| 123 | 420 | 20 |
| | 420 | 20 |
| | 420 | 20 |
| 123 | 400 | 20 |
| | 410 | 20 |
| | 400 | 20 |
| 123 | 410 | 20 |
| | 410 | 20 |
| | 410 | 20 |
| 123 | 410 | 20 |
| | 420 | 20 |
| | 420 | 20 |
| 123 | 425 | 20 |
| | 405 | 20 |
| | 400 | 20 |

catatan : Pencatatan waktu setiap kedalaman dilakukan tiap 15 menit.



GAMBAR PENURUNAN TINGGI MUKA AIR TAMAH
 SETELAH PEMOMPAAN PADA LUBANG BOR $\phi 2''$

Data pengukuran tinggi muka air tanah

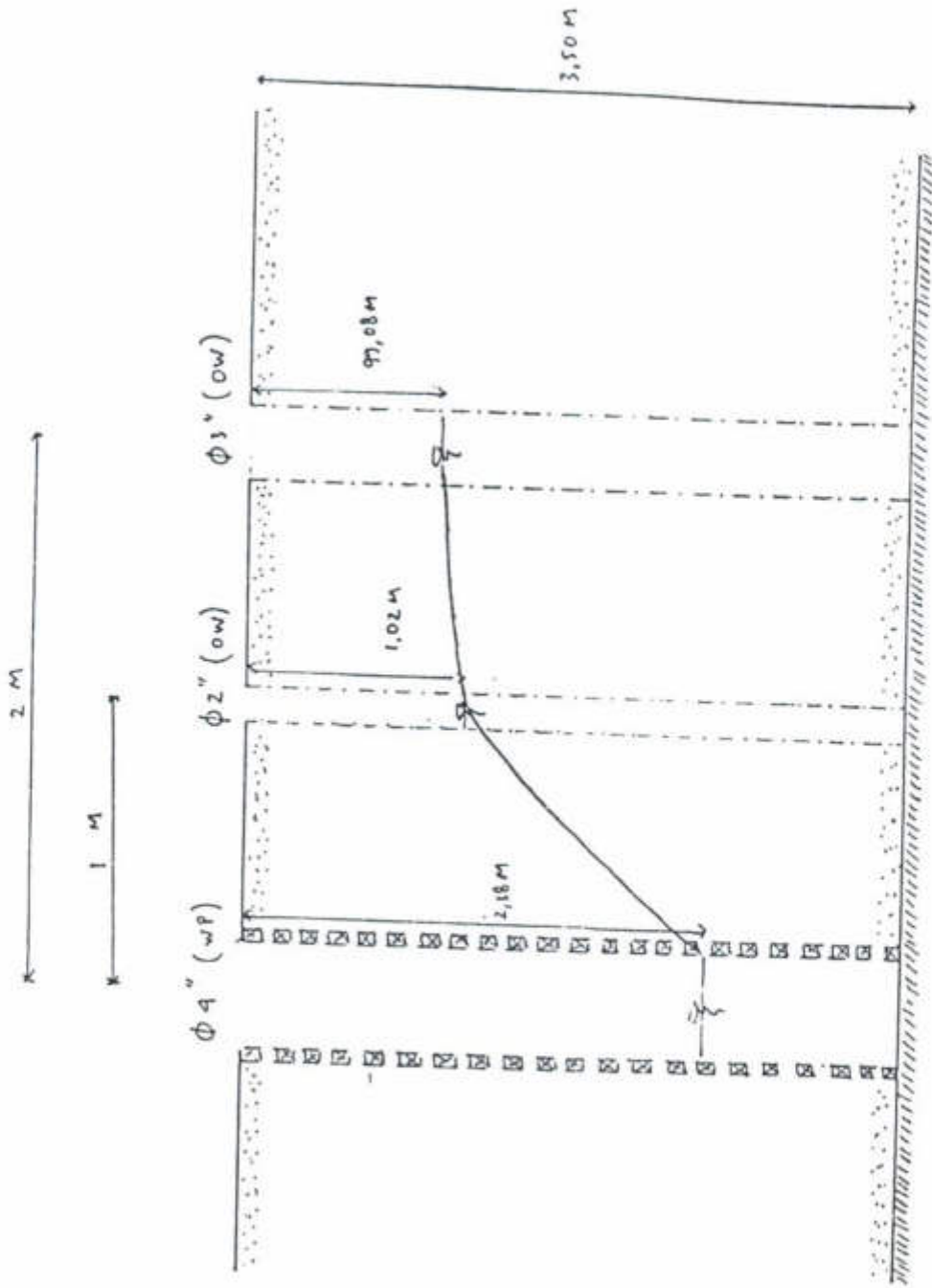
| ϕ 3" observation well h_{ow1} (cm) | ϕ 2" observation well h_{ow1} (cm) | ϕ 4" well mini pumping h_{wp} (cm) |
|---|---|---|
| m.a.t. 49 | m.a.t. 49 | m.a.t. 52 |
| 99 | 102 | 238 |
| 99.5 | 101 | 238 |
| 99 | 102 | 238 |
| 99 | 101 | 238 |
| 99 | 102 | 238 |
| 99 | 101 | 238 |

catatan : data-data ini diperoleh dengan percobaan "casing dilubangi". Pencatatan waktu dilakukan tiap 15 menit.

Data untuk perhitungan debit

| kedalaman (cm) | volume (ml) | waktu (detik) |
|----------------|-------------|---------------|
| 238 | 1000 | 30 |
| | 830 | 25 |
| | 780 | 28 |
| 238 | 830 | 30 |
| | 870 | 30 |
| | 920 | 30 |
| 238 | 900 | 20 |
| | 860 | 20 |
| | 840 | 20 |
| 238 | 760 | 20 |
| | 710 | 20 |
| | 710 | 20 |
| 238 | 580 | 20 |
| | 575 | 20 |
| | 580 | 20 |
| 238 | 585 | 20 |
| | 580 | 20 |
| | 580 | 20 |

catatan : Pencatatan waktu setiap kedalaman dilakukan tiap 15 menit.



GAMBAR PENURUNAN TINGGI MUKA AIR TANAH SETELAH PEMOMPAAN PADA LUBANG BOR $\phi 4''$

IV.2 Hasil Pengujian di Laboratorium

Dari hasil pengujian sifat-sifat fisik tanah asli serta penelitian butiran tanah dapat disimpulkan bahwa tanah diklasifikasikan sebagai tanah lempung (clay). Dalam pengujian di laboratorium untuk tanah asli yang meliputi sifat fisik tanah, hasilnya dapat dilihat pada tabel di bawah ini (Tabel IV.2).

TABEL IV.2 HASIL PENELITIAN DI LABORATORIUM

| PENGUJIAN | HASIL PENGUJIAN |
|------------------------------------|---------------------------|
| <u>A. INDEX PROPERTIES</u> | |
| 1. Kadar Air (W) | 61,3622% |
| 2. Berat Isi Tanah (γ_t) | 1,6360 gr/cm ³ |
| 3. Berat Isi Kering (γ_d) | 1,0172 gr/cm ³ |
| 4. Berat Isi Butir (γ_s) | 2,4312 gr/cm ³ |
| 5. Angka Pori (e) | 1,4142 |
| 6. Porositas (n) | 0,5815 |
| 7. Derajat Kejenuhan (Sr) | 106,61% |
| <u>B. SPESIFIC GRAVITY</u> | |
| Berat jenis tanah (Gs) | 2,4389 |
| <u>C. PERMEABILITY</u> | |
| Koefisien Rembesan (k) ϕ 3" | 2,156.10 ⁻³ |
| Koefisien Rembesan (k) ϕ 4" | 3,48.10 ⁻³ |

ANALISA HITUNGAN

Untuk Diameter 3" - percobaan ke 1 .

1. Menentukan luas penampang pipa (a)

$$\text{Rumus yang digunakan : } a = \frac{R_{n+1} - R_n}{H_n - H_{n+1}}$$

$$\begin{aligned} \text{Untuk } n = 1, \text{ maka : } \quad a_1 &= \frac{R_2 - R_1}{H_1 - H_2} \\ &= \frac{2,5 - 0}{116,4 - 113,75} \\ &= \frac{2,5}{2,625} \\ &= 0,9524 \text{ cm}^2 . \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Untuk } n = 2, \text{ maka } \quad a_2 &= \frac{R_3 - R_2}{H_2 - H_3} \\ &= \frac{4,6 - 2,5}{113,775 - 111,57} \\ &= \frac{2,1}{2,205} \\ &= 0,9524 \text{ cm}^2 . \end{aligned}$$

Untuk perhitungan a_3, a_4, \dots digunakan tabelaris .

2. Menentukan Koeffisien of Permeability pada temperatur $T = 15^\circ\text{C}$

$$\text{Rumus yang digunakan : } KT_n = 2,3 \cdot \frac{a \cdot L}{A (t_n + 1 - t_n)} \cdot \text{Log} \frac{H_n}{H_{n+1}}$$

$$\begin{aligned} \text{Untuk } n = 1, \text{ maka } KT_1 &= 2,3 \cdot \frac{a_1 \cdot L}{A (t_2 - t_1)} \cdot \text{Log} \frac{H_1}{H_2} \\ &= 2,3 \cdot \frac{0,9524 \cdot 6,54}{38,1360 (2-0)} \cdot \text{Log} \frac{116,4}{113,775} \\ &= 0,1878 \cdot 9,9061 \cdot 10 \\ &= 1,8604 \cdot 10^{-3} \text{ cm/detik} . \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Untuk } n = 2, \text{ maka } KT_2 &= 2,3 \cdot \frac{a_2 \cdot L}{A (t_3 - t_2)} \cdot \text{Log} \frac{H_2}{H_3} \\ &= 2,3 \cdot \frac{0,9524 \cdot 6,54}{38,1360 (4-2)} \cdot \text{Log} \frac{113,775}{111,57} \\ &= 0,1878 \cdot 8,4994 \cdot 10 \\ &= 1,5962 \cdot 10^{-3} \text{ cm / detik} . \end{aligned}$$

Untuk perhitungan KT3, KT4, dst digunakan tabelaris sebagai berikut :

| n | t (detik) | R (cm) | H (cm) | a (cm ²) | KT (cm/ detik) |
|----|----------------|-------------|-------------|--------------------------|---------------------------|
| 1 | 0 | 0 | 116,4 | 0,9524 | 1,8604. 10 ⁻³ |
| 2 | 2 | 2,5 | 113,775 | 0,9524 | 1,5962 .10 ⁻³ |
| 3 | 4 | 4,6 | 111,57 | 0,9524 | 1,8633. 10 ⁻³ |
| 4 | 6 | 7,0 | 109,05 | 0,9524 | 1,4259. 10 ⁻³ |
| 5 | 8 | 8,8 | 107,16 | 0,9524 | 1,7774. 10 ⁻³ |
| 6 | 10 | 11,0 | 104,85 | 0,9524 | 1,5668. 10 ⁻³ |
| 7 | 12 | 12,9 | 102,885 | 0,9524 | 1,4279.10 ⁻³ |
| 8 | 14 | 14,6 | 101,07 | 0,9524 | 1,6260. 10 ⁻³ |
| 9 | 16 | 16,5 | 99,075 | 0,9524 | 1,5709. 10 ⁻³ |
| 10 | 18 | 18,3 | 97,185 | 0,9524 | 1,4222. 10 ⁻³ |
| 11 | 20 | 19,9 | 95,505 | 0,9524 | 1,3563. 10 ⁻³ |
| 12 | 22 | 21,4 | 93,93 | 0,9524 | 1,4720. 10 ⁻³ |
| 13 | 24 | 23,0 | 92,25 | 0,9524 | 1,4990. 10 ⁻³ |
| 14 | 26 | 24,6 | 90,57 | 0,9524 | 1,6235. 10 ⁻³ |
| 15 | 28 | 26,3 | 88,785 | 0,9524 | 2,3484. 10 ⁻³ |
| 16 | 30 | 28,7 | 86,265 | 0,9524 | 1,4932. 10 ⁻³ |
| 17 | 32 | 30,2 | 84,7 | 0,9524 | 2,4473. 10 ⁻³ |
| 18 | 34 | 32,6 | 82,17 | 0,9524 | 1,1546. 10 ⁻³ |
| 19 | 36 | 33,7 | 81,015 | 0,9524 | 1,1711. 10 ⁻³ |
| 20 | 38 | 34,8 | 79,86 | 0,9524 | 1,1830. 10 ⁻³ |
| 21 | 40 | 35,9 | 78,71 | 0,9524 | - |
| Σ | | | | 20,0004 | 31,9114. 10 ⁻³ |

$$\begin{aligned}
 \text{a rata-rata} &= \frac{\sum a}{n} \\
 &= \frac{20,0004}{21} \\
 &= 0,9524 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{KT rata-rata} &= \frac{\sum \text{KT}}{n} \\
 &= \frac{31,9114 \cdot 10}{20} \\
 &= 1,5956 \cdot 10^{-3} \text{ cm./detik} .
 \end{aligned}$$

Pada Viscositas air 29°C, didapat $T = 8,18 \text{ Mp}$
Pada Viscositas air 15°C, didapat $T = 11,45 \text{ Mp}$

Jadi harga Koefisien of Permeability pada temperatur 15°C, adalah :

$$\begin{aligned} K_{15} &= \frac{KT}{T_{15}} \\ &= 1,5956 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{8,18}{11,45} \\ &= 1,1399 \cdot 10^{-3} \text{ cm/detik.} \end{aligned}$$

TABEL IV.5
HASIL PERHITUNGAN K
DARI DATA-DATA YANG DIPEROLEH DI LABORATORIUM

| NILAI K - UNTUK DIA.3* | | | | | | NILAI K - UNTUK DIA. 4* | | | | |
|------------------------|------------|----------|------------|-----------|------------|-------------------------|------------|----------|------------|-----------|
| PERC.I | T (DTK) | PERC. II | T (DTK) | PERC. III | T (DTK) | PERC.I | T (DTK) | PERC. II | T (DTK) | PERC. III |
| 1.86E-03 | 0 | 3.48E-03 | 0 | 1.72E-03 | 0 | 2.60E-03 | 0 | 8.81E-03 | 0 | 1.88E-03 |
| 1.60E-03 | 2 | 3.31E-03 | 2 | 5.77E-03 | 5 | 2.16E-03 | 1 | 8.37E-03 | 4 | 1.81E-03 |
| 1.86E-03 | 4 | 3.36E-03 | 4 | 3.97E-03 | 10 | 2.06E-03 | 2 | 8.34E-03 | 8 | 2.02E-03 |
| 1.43E-03 | 6 | 3.07E-03 | 6 | 2.99E-03 | 15 | 1.83E-03 | 3 | 8.45E-03 | 12 | 1.51E-03 |
| 1.77E-03 | 8 | 3.01E-03 | 8 | 2.96E-03 | 20 | 1.74E-03 | 4 | 7.99E-03 | 16 | 1.57E-03 |
| 1.57E-03 | 10 | 2.85E-03 | 10 | 3.32E-03 | 25 | 1.65E-03 | 5 | 7.63E-03 | 20 | 1.58E-03 |
| 1.43E-03 | 12 | 3.05E-03 | 12 | 2.00E-03 | 30 | 1.45E-03 | 6 | 7.82E-03 | 24 | 1.01E-03 |
| 1.63E-03 | 14 | 3.87E-03 | 14 | 2.55E-03 | 35 | 1.44E-03 | 7 | 7.79E-03 | 28 | 1.28E-03 |
| 1.57E-03 | 16 | 2.59E-03 | 16 | 2.02E-03 | 40 | 1.26E-03 | 8 | 8.20E-03 | 32 | 1.01E-03 |
| 1.42E-03 | 18 | 2.34E-03 | 18 | 1.96E-03 | 45 | 1.27E-03 | 9 | 8.55E-03 | 36 | 1.04E-03 |
| 1.36E-03 | 20 | 2.41E-03 | 20 | 1.80E-03 | 50 | 1.27E-03 | 10 | 8.48E-03 | 40 | 0.00E+00 |
| 1.47E-03 | 22 | 1.92E-03 | 22 | 1.84E-03 | 55 | 0.00E+00 | 11 | 0.00E+00 | | |
| 1.50E-03 | 24 | 3.48E-03 | 24 | 1.66E-03 | | | | | | |
| 1.62E-03 | 26 | 2.66E-03 | 26 | 1.81E-03 | | | | | | |
| 2.35E-03 | 28 | 1.99E-03 | 28 | 1.61E-03 | | | | | | |
| 1.49E-03 | 30 | 1.91E-03 | 30 | 1.77E-03 | | | | | | |
| 2.45E-03 | 32 | 0.00E+00 | 32 | 1.44E-03 | | | | | | |
| 1.15E-03 | | | 34 | 0.00E+00 | | | | | | |
| 1.17E-03 | | | | | | | | | | |
| 1.18E-03 | | | | | | | | | | |
| 0.00E+00 | | | | | | | | | | |
| 3.19E-02 | | 4.53E-02 | | 4.12E-02 | | 1.87E-02 | | 9.04E-02 | | 1.47E-02 |
| 1.52E-03 | | 2.66E-03 | | 2.29E-03 | | 1.56E-03 | | 7.54E-03 | | 1.34E-03 |
| 1.14E-03 | | 2.02E-03 | | 1.73E-03 | | 1.11E-03 | | 5.38E-03 | | 9.56E-04 |

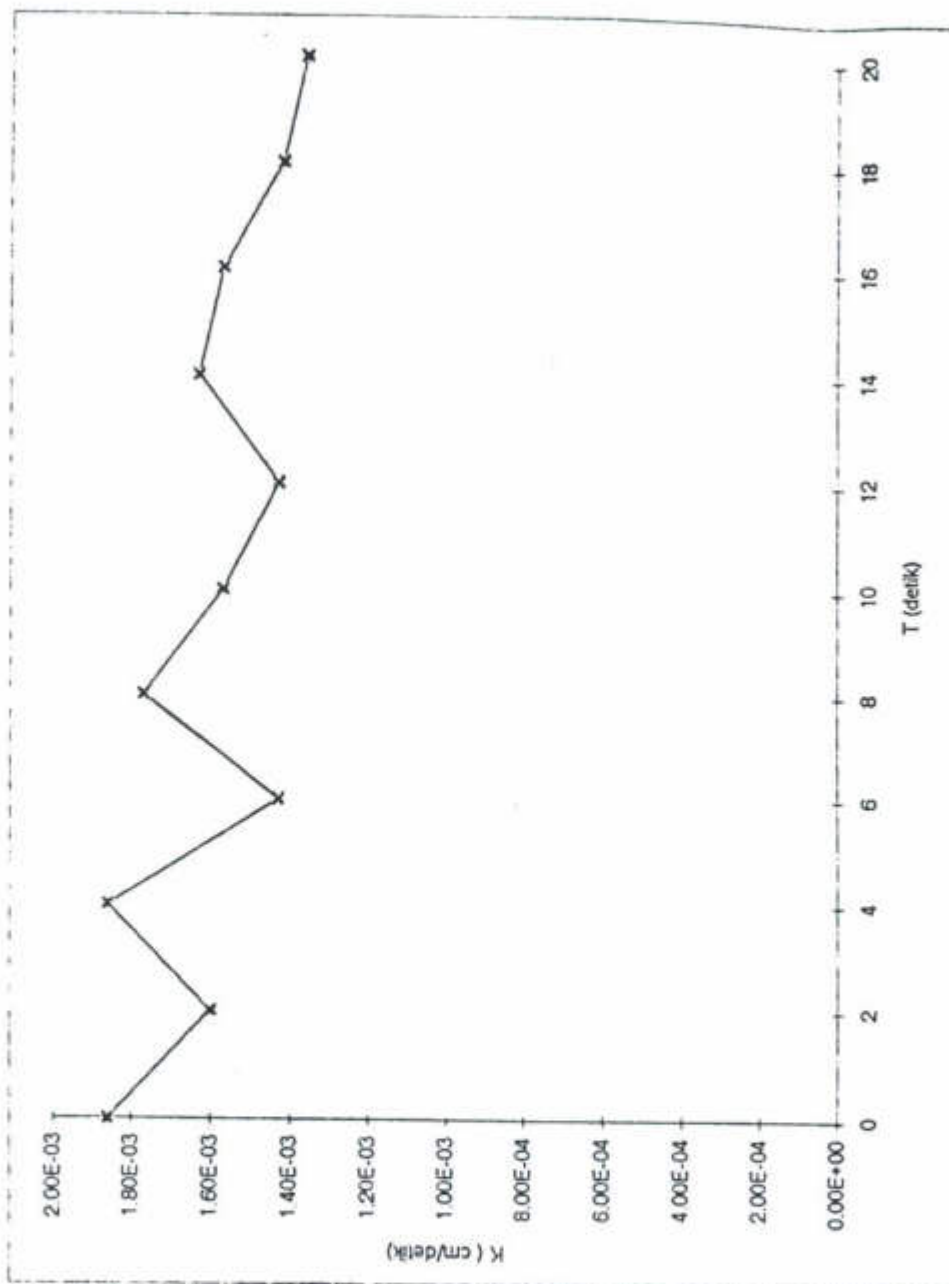
T K
(Detik) (cm/Detik)

| | |
|----|----------|
| 0 | 1.86E-03 |
| 2 | 1.60E-03 |
| 4 | 1.86E-03 |
| 6 | 1.43E-03 |
| 8 | 1.77E-03 |
| 10 | 1.57E-03 |
| 12 | 1.43E-03 |
| 14 | 1.63E-03 |
| 16 | 1.57E-03 |
| 18 | 1.42E-03 |
| 20 | 1.36E-03 |
| 22 | 1.47E-03 |
| 24 | 1.50E-03 |
| 26 | 1.62E-03 |
| 28 | 2.35E-03 |
| 30 | 1.49E-03 |
| 32 | 2.45E-03 |
| 34 | 1.15E-03 |
| 36 | 1.17E-03 |
| 38 | 1.18E-03 |
| 40 | 0.00E+00 |

Jumlah

K Average

KT15



GAMBAR IV.1

GRAFIK HUBUNGAN ANTARA T DAN K
PERCOBAAN 1 DI LABORATORIUM - UNTEK DIA. 3"

Data - hasil percobaan

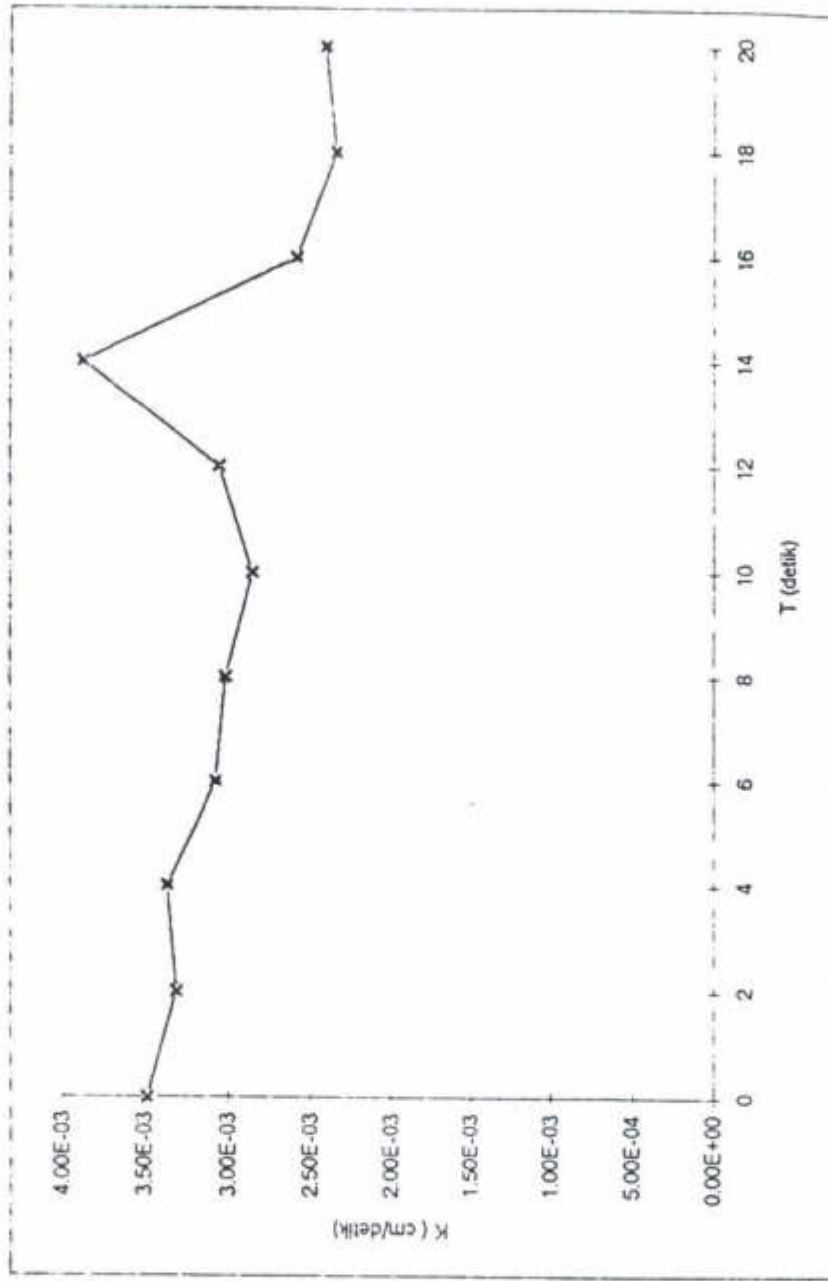
T K
(detik) (cm/detik)

| | |
|----|----------|
| 0 | 3.48E-03 |
| 2 | 3.31E-03 |
| 4 | 3.26E-03 |
| 6 | 3.07E-03 |
| 8 | 3.01E-03 |
| 10 | 2.85E-03 |
| 12 | 3.05E-03 |
| 14 | 3.87E-03 |
| 16 | 2.59E-03 |
| 18 | 2.34E-03 |
| 20 | 2.41E-03 |
| 22 | 1.92E-03 |
| 24 | 3.48E-03 |
| 26 | 2.66E-03 |
| 28 | 1.99E-03 |
| 30 | 1.91E-03 |
| 32 | 0.00E+00 |

Jumlah

K Average

K_{T15}



GAMBAR IV.2

GRAFIK HUBUNGAN ANTARA T DAN K

PERCOBAAN II DI LABORATORIUM - UNTUK DIA. 3'

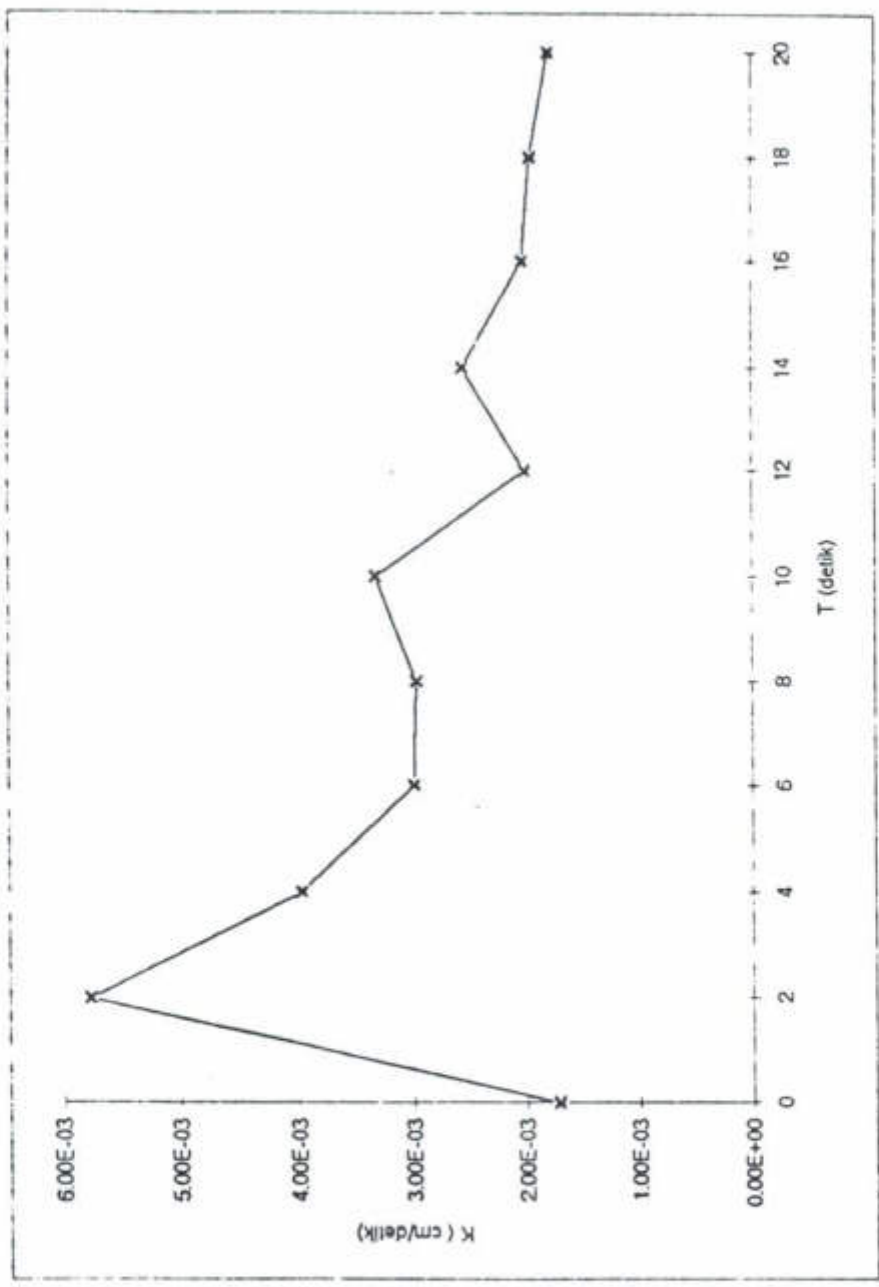
T K
(detik) (cm/detik)

| | |
|----|----------|
| 0 | 1.72E-03 |
| 2 | 5.77E-03 |
| 4 | 3.97E-03 |
| 6 | 2.99E-03 |
| 8 | 2.96E-03 |
| 10 | 3.32E-03 |
| 12 | 2.00E-03 |
| 14 | 2.55E-03 |
| 16 | 2.02E-03 |
| 18 | 1.96E-03 |
| 20 | 1.80E-03 |
| 22 | 1.84E-03 |
| 24 | 1.66E-03 |
| 26 | 1.81E-03 |
| 28 | 1.61E-03 |
| 30 | 1.77E-03 |
| 32 | 1.44E-03 |
| 34 | 0.00E+00 |

Jumlah

K Average

KT 15



GAMBAR IV.3
 GRAFIK HUBUNGAN ANTARA T DAN K
 PERCOBAAN III DI LABORATORIUM - UNTUK DIA.3"

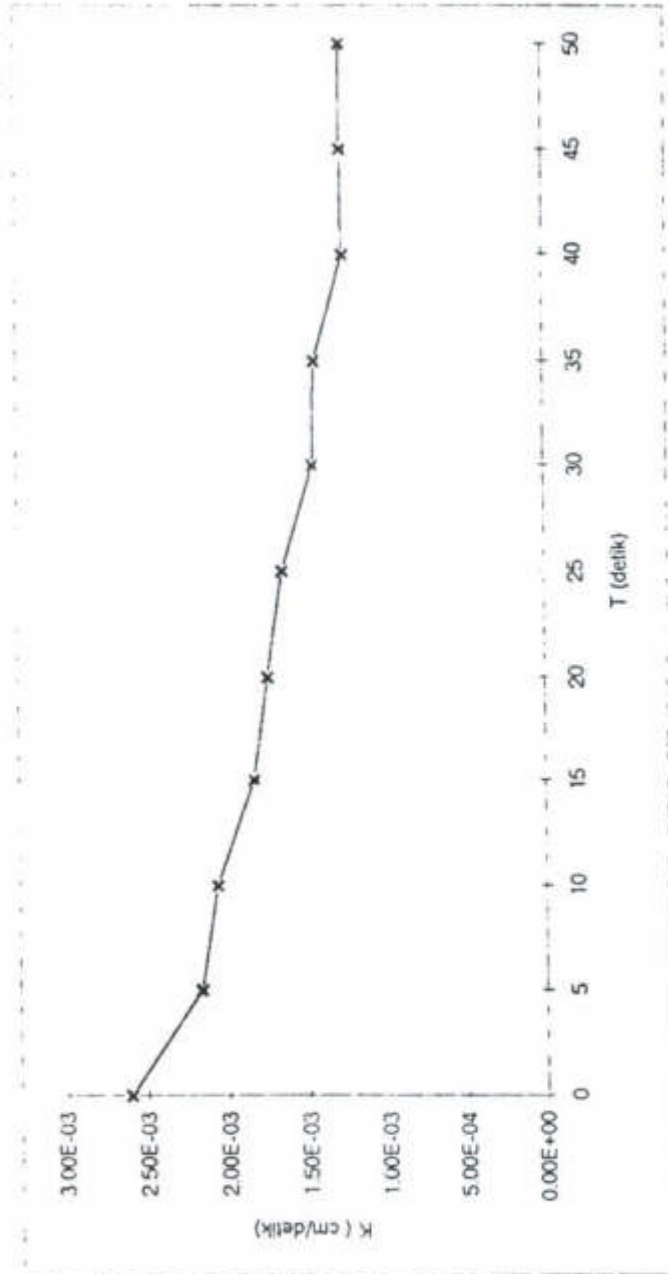
Data - data perhitungan

| T (detik) | K (cm/detik) |
|-----------|--------------|
| 0 | 2.60E-03 |
| 5 | 2.16E-03 |
| 10 | 2.06E-03 |
| 15 | 1.83E-03 |
| 20 | 1.74E-03 |
| 25 | 1.65E-03 |
| 30 | 1.45E-03 |
| 35 | 1.44E-03 |
| 40 | 1.26E-03 |
| 45 | 1.27E-03 |
| 50 | 1.27E-03 |
| 55 | 0.00E+00 |

Jumlah

K Average

K T 15



GAMBAR IV.4

GRAFIK HUBUNGAN ANTARA T DAN K
Percobaan I di Laboratorium - Untuk Dia. 4*

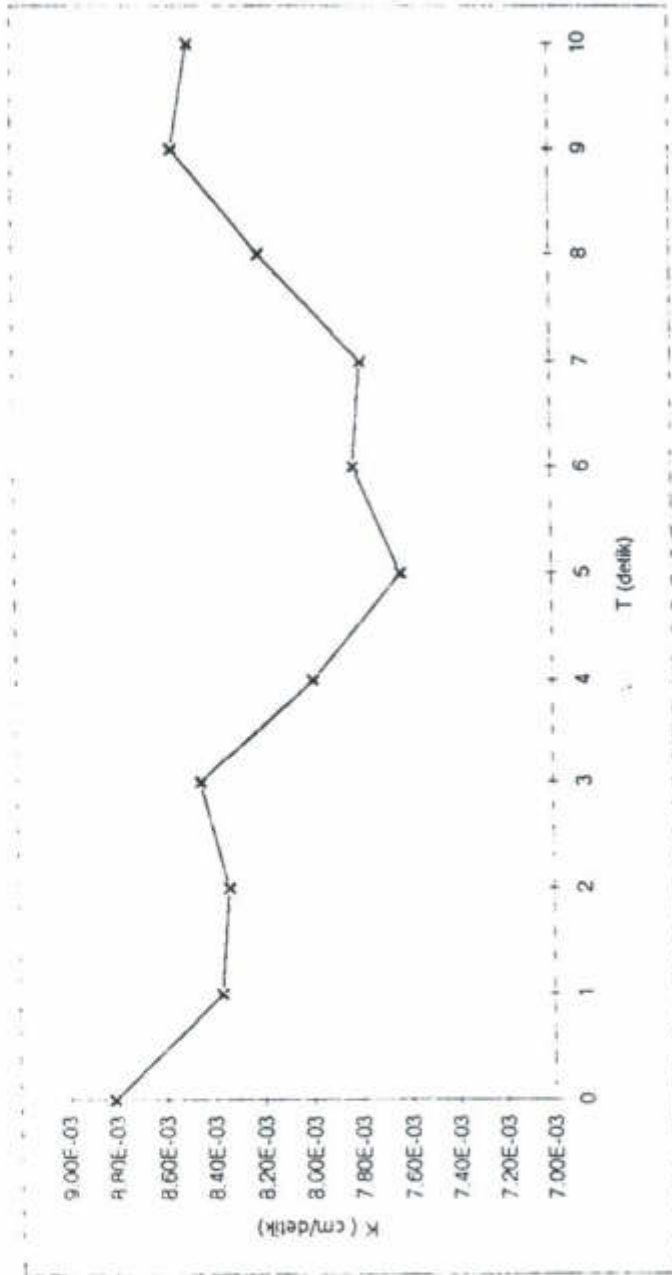
Data - data perhitungan

| T (detik) | K (cm/detik) |
|--------------|-----------------|
| 0 | 8.81E-03 |
| 1 | 8.37E-03 |
| 2 | 8.34E-03 |
| 3 | 8.45E-03 |
| 4 | 7.99E-03 |
| 5 | 7.63E-03 |
| 6 | 7.82E-03 |
| 7 | 7.79E-03 |
| 8 | 8.20E-03 |
| 9 | 8.55E-03 |
| 10 | 8.48E-03 |
| 11 | 0.00E+00 |

Jumlah

K Average

KT 15



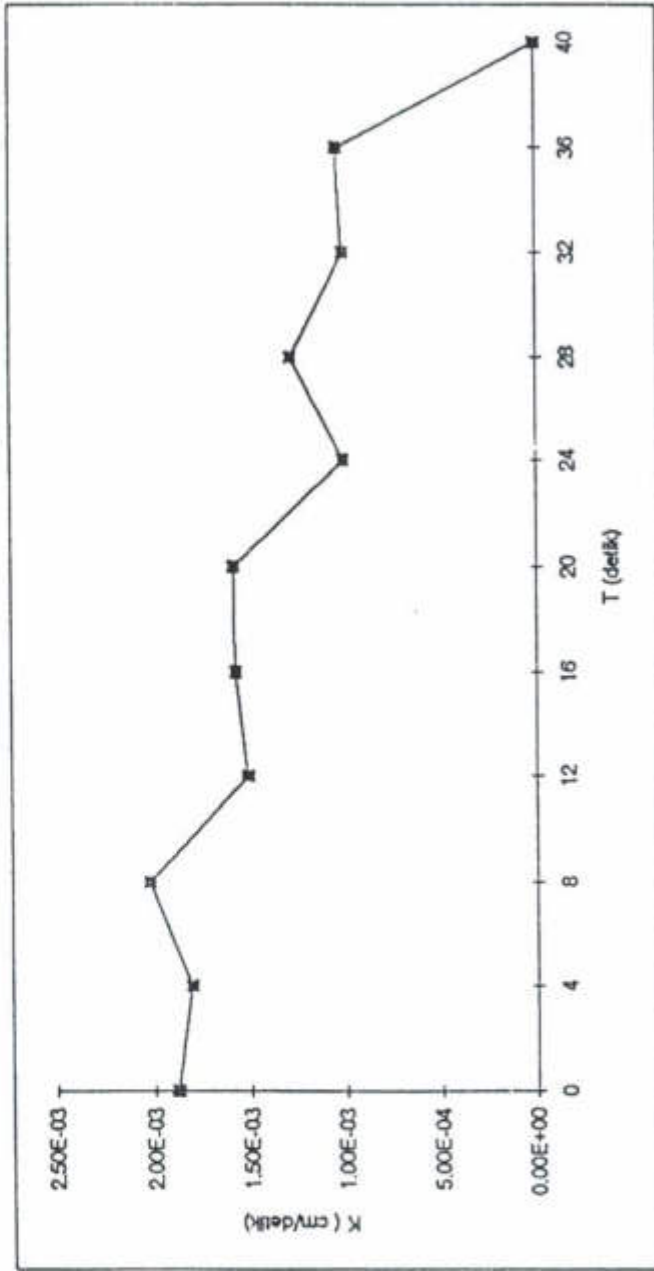
GAMBAR IV.5

GRAFIK HUBUNGAN ANIARA T DAN K

PERCOBAAN II DI LABORATORIUM - UNTUK DIA. 4*

| T (detik) | K (cm/detik) |
|-----------|--------------|
| 0 | 1.88E-03 |
| 4 | 1.81E-03 |
| 8 | 2.02E-03 |
| 12 | 1.51E-03 |
| 16 | 1.57E-03 |
| 20 | 1.58E-03 |
| 24 | 1.01E-03 |
| 28 | 1.28E-03 |
| 32 | 1.01E-03 |
| 36 | 1.04E-03 |
| 40 | 0.00E+00 |

Jumlah 1.47E-02
 K Average 1.34E-03
 KT 15 9.56E-04



GAMBAR IV.6
 GRAFIK HUBUNGAN ANTARA T DAN K
 PERCOBAAN II DI LABORATORIUM - UNTUK DIA. 4*



ISTN

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

V.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa yang didapat dari penelitian ini, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Koefisien rembesan (k) di lapangan adalah :

| LUBANG BOR | ϕ 3" | ϕ 2" | ϕ 4" |
|------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| k | $3,945.10^{-7}$ | $3,821.10^{-6}$ | $4,255.10^{-7}$ |

Koefisien rembesan (k) di laboratorium adalah :

| LUBANG BOR | ϕ 3" | ϕ 2" | ϕ 4" |
|------------|-----------------|-----------|----------------|
| k | $2,156.10^{-3}$ | - | $3,48.10^{-3}$ |

- Setelah dibandingkan ternyata nilai k di lapangan < k di laboratorium.
Hal ini disebabkan karena jarak lubang bor yang terlalu dekat dan

selang waktu yang terlalu cepat. Juga kapasitas pompa yang terlalu kecil, sehingga turunnya muka air tanah pada well pumping belum berdampak maksimum terhadap turunnya muka air tanah di observation well.

- Ketidakteraturan lapisan tanah di lapangan menyebabkan ketidakserasian turunnya muka air tanah pada observation well (ow), disamping letak lokasi well pumping (wp) dan observation well (ow) yang berdekatan dengan sumber air (rawa).
- Pada kondisi di lapangan nilai k sudah mengakomodir kondisi lapisan tanah yang beragam sedang di laboratorium tidak, sehingga hasil k dari pengujian lapangan menggambarkan nilai k yang sebenarnya.

V.2

Saran

Dari pembahasan di atas maka disarankan penelitian sebaiknya dilakukan dengan waktu yang lebih lama, pipa yang lebih besar dan jarak lubang yang lebih besar.



ISTN

DAFTAR PUSTAKA

1. R.F. Craig, Mekanika Tanah (Terjemahan Budi Susilo S.), Edisi ke empat, Penerbit Erlangga, Jakarta, 1989.
2. Braja M. Das, Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis), Penerbit Erlangga, Jakarta, 1988.
3. Wesley, L.D., Dr., Ir., Mekanika Tanah, Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta, 1977.
4. Institut Sains dan Teknologi Nasional, Buku Pedoman Praktikum Mekanika Tanah I, Institut Sains dan Teknologi Nasional, Jakarta, 1993.
5. Institut Sains dan Teknologi Nasional, Buku Pedoman Praktikum Mekanika Tanah II, Institut Sains dan Teknologi Nasional, Jakarta, 1994.