

**LAPORAN PENELITIAN**

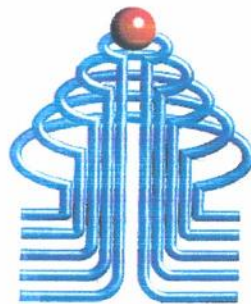
**PENGARUH KEKASARAN TIANG PANCANG DAN**

**GRADASI TANAH PASIR TERHADAP**

**DAYA DUKUNG PONDASI**

**Dikerjakan Oleh :**

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



**ISTN**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**INSTITUT SAINS DAN TEKNOLOGI NASIONAL**  
**JAKARTA**  
**2004**

THE UNIVERSITY OF CHICAGO

THE UNIVERSITY OF CHICAGO LIBRARY

100 EAST 57TH STREET, CHICAGO, ILL. 60637

DATE DUE: 10/15/84

UNIVERSITY OF CHICAGO

100 EAST 57TH STREET  
CHICAGO, ILL. 60637

100 EAST 57TH STREET  
CHICAGO, ILL. 60637

UNIVERSITY OF CHICAGO LIBRARY  
100 EAST 57TH STREET, CHICAGO, ILL. 60637

2004

**LEMBAR PENGESAHAN  
LAPORAN PENELITIAN**



**ISTN**

**PENGARUH KEKASARAN TIANG PANCANG  
DAN GRADASI TANAH PASIR TERHADAP  
DAYA DUKUNG PONDASI**

**Dikerjakan Oleh:**

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

**Mengetahui :**

**Ketua Jurusan Teknik Sipil**



**Ir. Harry Hartawan, M.T**

**Program Studi Teknik Sipil  
Institut Sains dan Teknologi Nasional  
Jakarta 2004**



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO



# PERENCANAAN SISTEM PASOKAN ENERGI DALAM SISTEM TENAGA LISTRIK TERPADU DI DAERAH PERKOTAAN

Disusun oleh:  
Nama : ...  
NIM : ...

Disetujui oleh:  
Dosen Pembimbing : ...

Disetujui oleh:  
Ketua Jurusan : ...

Disetujui oleh:  
Ketua Jurusan : ...  
Tanggal : ...



# **LAPORAN PENELITIAN**

## **PENGARUH KEKASARAN TIANG PANCANG DAN GRADASI TANAH PASIR TERHADAP DAYA DUKUNG PONDASI**

**Disusun oleh :**

- 1. Ir. H. IDRUS, MSc**
- 2. DIANA PERMATA SARI**

**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
PROGRAM PEMINATAN STRUKTUR  
INSTITUT SAINS DAN TEKNOLOGI NASIONAL  
2004**

## ABSTRAK

Laporan Penelitian

Diana Permata Sari

### **Pengaruh Kekasaran Tiang Pancang dan Gradasi Tanah Pasir terhadap Daya Dukung Pondasi**

( viii + 63 halaman, 37 gambar, 19 tabel, lampiran )

Pengambilan nilai sudut geser yang terjadi antara tanah dengan material pondasi ( $\delta$ ) dengan menggunakan nilai sudut geser tanah dengan tanah ( $\phi$ ) yang dikalikan dengan faktor koreksi yang saat ini sering dipakai ternyata kurang dapat mewakili keadaan geser yang sebenarnya terjadi. Karena nilai-nilai tersebut diambil tanpa memperhatikan variasi-variasi yang ada, seperti kekasaran permukaan tiang pondasi dan kondisi tanah.

Pengujian Uji Geser Langsung telah dilakukan untuk mendapatkan nilai sudut geser  $\delta$  yang sebenarnya terjadi yang telah dipengaruhi oleh kekasaran dinding pondasi dan juga variasi gradasi tanah pasir. Pengujian Uji geser langsung dilakukan dengan menggunakan kotak geser 60 mm x 60 mm. Pasir dengan variasi Pasir bergradasi Baik, bergradasi Seragam dan Pasir Kelanauan ; Material pondasi – beton dengan variasi permukaan halus, kekasaran sedang (medium) dan permukaan kasar; dan juga baja merupakan material-material pengujian. Hasil pengujian dianalisis dengan criteria keruntuhan Mohr-Coulomb dan hukum friksi Broms. Hasil pengujian menunjukkan adanya perbedaan deformasi tanah selama pengujian antara interface pasir dan material pondasi dengan uji tanahnya saja. Sudut geser antara pasir-material pondasi serta tahanan geser meningkat dengan peningkatan kadar kepadatannya, akan tetapi sudut geser tersebut lebih rendah bila dibandingkan dengan sudut geser internal tanah. Nilai adhesi yang terjadi lebih besar dibandingkan dengan nilai kohesi karena terjadinya interlockslip antara pasir dengan material pondasi yang bersifat kaku.



ISTN

## DAFTAR ISI

<b>ABSTRAKS</b>	<b>ii</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>vii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
I.1 Latar Belakang.....	1
I.2 Maksud dan Tujuan.....	2
I.3 Ruang Lingkup Permasalahan.....	2
I.4 Metode Penulisan.....	3
I.5 Sistematika Penulisan.....	3
<b>BAB II LANDASAN TEORI.....</b>	<b>5</b>
II.1 Kekuatan Geser.....	5
II.1.1 Keruntuhan Menurut Mohr-Coulomb.....	5
II.1.2 Kuat Geser Tanah.....	10
II.1.3 Kuat Geser Pasir.....	10
II.1.3.1 Kuat Geser Pasir Kering dan Pasir Jenuh.....	11
II.1.3.2 Kuat Geser Pasir Padat.....	11
II.1.3.3 Kuat Geser Pasir Lepas.....	12
II.2 Uji Geser Langsung.....	13
II.3 Kuat Geser Material Pondasi-Tanah.....	16
II.4 Kapasitas Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang.....	19
II.4.1 Kapasitas Daya Dukung Ujung.....	19
II.4.2 Kapasitas Daya Dukung Friksi.....	21
<b>BAB III METODOLOGI.....</b>	<b>24</b>
III.1 Dasar Pengujian Direct Shear.....	24
III.2 Penelitian Laboratorium.....	24
III.2.1 Alat.....	24

III.2.2	Persiapan Contoh Tanah Pasir.....	26
III.2.3	Persiapan Contoh Material Pondasi.....	29
III.2.4	Prosedur Pengujian.....	31
<b>BAB IV</b>	<b>HASIL PENELITIAN DAN INTERPRETASI.....</b>	<b>35</b>
IV.1.	Kondisi Tanah Pasir.....	35
IV.1.1.	Ukuran Butiran (Grain Size).....	35
IV.1.2.	Karakteristik Berat Isi Kering Pasir.....	37
IV.1.3.	Kuat Geser Pasir.....	37
IV.1.3.1.	Sudut Geser Dalam ( $\phi$ ).....	37
IV.1.3.2.	Nilai Kohesi ( $c$ ).....	38
IV.2.	Kuat Geser Pasir – Material Pondasi.....	40
IV.2.1.	Kuat Geser Pasir – Beton Permukaan Halus.....	40
IV.2.2.	Kuat Geser Pasir – Beton Kekasaran Sedang.....	43
IV.2.3.	Kuat Geser Pasir – Beton Permukaan Kasar.....	44
IV.2.4.	Kuat Geser Pasir – Pelat Baja.....	46
IV.3.	Faktor Koreksi Kuat Geser Pasir – Material Pondasi.....	50
IV.4.	Aplikasi Masalah.....	56
<b>BAB V</b>	<b>KESIMPULAN dan SARAN.....</b>	<b>59</b>
V.1.	Kesimpulan.....	59
V.2.	Saran.....	63

## DAFTAR PUSTAKA

### LAMPIRAN

- A. Gambar-gambar sample material pondasi
- B. Grafik sudut geser vs Density Relative



## DAFTAR GAMBAR

	Hal
<b>Gambar Bab II :</b>	
2.1	Garis Keruntuhan dan hukum Keruntuhan dari Mohr-Coulomb.....7
2.2	Gesekan dan Sudut Geser.....8
2.3	Hasil Sudut Geser.....9
2.4	Hub. Shear stress dan displacement pada uji shearbox.....9
2.5	Hasil-hasil uji triaksial terdrainasi untuk pasir.....10
2.6	Pengaruh shear pada struktur butiran pasir.....11
2.7	Karakteristik geser pasir padat dan lepas.....13
2.8	Prinsip Uji shear box.....14
2.9	Kurva stress/displacement specimen hasil pembebanan 3 tekanan normal yang berbeda.....15
2.10	Shear stress maksimum sehubungan normal stress hasil shear box.....16
2.11	Mekanisme gesekan tiang-tanah.....17
2.12	Prinsip uji shearbox material pondasi-tanah.....17
<b>Gambar Bab III :</b>	
3.1	Peralatan Uji Geser Langsung.....25
3.2	Sampel beton permukaan halus.....29
3.3	Sampel beton kekasaran sedang.....30
3.4	Sampel beton permukaan kasar.....30
3.5	Sampel pelat baja.....31
3.6	Skema penelitian.....34

**Gambar Bab IV :**

4.1	Gradasi Butiran pasir bergradasi Baik.....	35
4.2	Gradasi Butiran pasir bergradasi Seragam.....	36
4.3	Gradasi Butiran pasir Kelanauan.....	36
4.4	Hubungan Sudut geser pasir vs Dr.....	38
4.5	Hubungan Kohesi pasir vs Dr.....	39
4.6	Hubungan sudut geser pasir-beton halus vs Dr.....	41
4.7	Hubungan adhesi pasir-beton halus vs Dr.....	42
4.8	Hubungan sudut geser pasir-beton kekasaran sedang vs Dr.....	43
4.9	Hubungan adhesi pasir-beton kekasaran sedang vs Dr.....	44
4.10	Hubungan sudut geser pasir-beton kasar vs Dr.....	45
4.11	Hubungan adhesi pasir-beton Kasar vs Dr.....	46
4.12	Hubungan sudut geser pasir-pelat baja vs Dr.....	47
4.13	Hubungan adhesi pasir-beton halus vs Dr.....	48
4.14	Hubungan ratio koreksi sudut geser dalam pasir bergradasi baik vs Dr..	52
4.15	Hubungan ratio koreksi sudut geser dalam pasir bergrd seragam vs Dr..	52
4.16	Hubungan ratio koreksi sudut geser dalam pasir kelanauan vs Dr.....	53
4.17	Hubungan ratio koreksi adhesi pasir bergradasi baik vs Dr.....	53
4.18	Hubungan ratio koreksi adhesi pasir bergradasi seragam vs Dr.....	54
4.19	Hubungan ratio koreksi adhesi pasir kelanauan vs Dr.....	54

## DAFTAR TABEL

	Hal
<b>Tabel Bab II :</b>	
2.1	Harga $K_s$ dan $\delta$ untuk berbagai material tiang pancang.....22
2.2	Harga $q_c$ dan $\phi$ untuk $K_s$ dengan Density Relative tanah tertentu.....22
<b>Tabel Bab III :</b>	
3.1	Penjelasan secara Kualitatif mengenai Deposit Tanah berbutir.....27
<b>Tabel Bab IV :</b>	
4.1	Sifat-sifat contoh tanah pasir.....37
4.2	Berat Isi Kering pasir per desain benda uji.....37
4.3	Sudut Geser pasir pada masing-masing Dr dan gradasi.....37
4.4	Nilai kohesi pasir.....38
4.5	Sudut geser pasir-beton halus pada masing-masing Dr dan gradasi..... 40
4.6	Adhesi pasir-beton halus pada masing-masing Dr dan gradasi..... 41
4.7	Sudut geser pasir-beton kekasaran sedang pada Dr dan gradasi..... 43
4.8	Adhesi pasir-beton kekasaran sedang pada Dr dan gradasi..... 43
4.9	Sudut geser pasir-beton kasar pada masing-masing Dr dan gradasi..... 44
4.10	Adhesi pasir-beton kasar pada masing-masing Dr dan gradasi ..... 45
4.11	Sudut geser pasir-pelat baja pada masing-masing Dr dan gradasi..... 46
4.12	Adhesi pasir-pelat baja pada masing-masing Dr dan gradasi..... 47
4.13	Nilai sudut geser dan ratio..... 50



4.14	Nilai kohesi, adhesi dan ratio.....	51
------	-------------------------------------	----

**Tabel Bab V :**

5.1	Formulasi sudut geser ; kohesi dan adhesi vs Dr.....	62
5.2	Faktor Koreksi Kuat Geser Pasir-Material Pondasi.....	62



ISTN



## BAB I

### PENDAHULUAN

#### I.1. Latar Belakang

Untuk dapat mengerti hal-hal yang mempengaruhi daya dukung khususnya kekuatan geser dari suatu pondasi tiang, maka beberapa faktor perlu diketahui. Diantaranya adalah Kekasaran tiang, Gradasi Tanah Pasir, Koefisien tekanan tanah lateral  $K$ , dan Sudut Geser antara tiang dengan tanah adalah beberapa parameter yang diperlukan dalam menentukan tahanan geser selimut tiang pada interaksi tiang dengan tanah.

Nilai-nilai sudut geser antara dinding pondasi dengan tanah ( $\delta$ ) yang didapat dengan rumus-rumus empiris sering kali diperhitungkan tanpa memperhatikan kekasaran permukaan dinding pondasi.

Pengambilan nilai dengan cara ini dilakukan dengan cara mereduksi nilai sudut geser tanah dengan tanah dengan angka reduksi yang berbeda yang hanya berdasarkan dari jenis bahan saja. Karena itu, nilai sudut geser internal  $\phi$  yang merupakan sudut geser antara tanah dengan tanah, yang biasa didapat dari test laboratorium sebenarnya kurang dapat mewakili keadaan geser yang sebenarnya terjadi.



Untuk mendapatkan nilai sudut geser dalam antara tanah dengan material pondasi yang sebenarnya terjadi maka dibutuhkan adanya penelitian yang dilakukan secara langsung.

## 1.2. Maksud dan Tujuan

Adapun maksud penulisan ini adalah untuk mengetahui dan mendapatkan nilai sudut geser  $\delta$  yang sebenarnya terjadi antara tanah pasir beragam gradasi dengan material pondasi yang telah dipengaruhi oleh kekasaran dinding pondasi dan juga variasi gradasi tanah pasir.

## 1.3. Ruang Lingkup Permasalahan

Dalam pembahasan tentang pengaruh kekasaran tiang pancang dan gradasi tanah pasir terhadap daya dukung pondasi ini, maka yang harus diperhatikan antara lain adalah gradasi butiran tanah pasir ataupun kekasaran tiang pancang yang cukup dipengaruhi oleh material yang digunakan untuk tiang pancang itu sendiri, baik itu beton ataupun baja.

Data-data yang diperhitungkan adalah data-data otentik yang diperoleh dari hasil berbagai penelitian dilaboratorium dan juga menggunakan data-data atau informasi dari teori-teori yang berlaku sebagai suatu perbandingan untuk mengetahui seberapa besar Kekasaran tiang pondasi dan gradasi tanah pasir mempengaruhi nilai Daya Dukung Pondasi.



#### **1.4. Metode Penulisan**

Metode penulisan yang digunakan untuk mengerjakan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

- Studi literatur untuk mencari dan melengkapi teori penunjang serta pada pembahasan.
- Penelitian laboratorium untuk mendapatkan data-data otentik sebagai perbandingan teori
- Analisa hasil penelitian untuk mendapatkan hasil yang diinginkan sehingga didapatkan suatu kesimpulan.

#### **1.5. Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan ini akan dibagi menjadi lima bab, yang pada masing-masing bab akan diuraikan sebagai berikut:

Pembahasan pada bab pertama diawali dengan pendahuluan, dimana didalamnya terdapat penjelasan mengenai latar belakang, maksud dan tujuan, pembatasan permasalahan, metode penulisan, dan sistematika penulisan.

Pada bab kedua terdapat hal-hal yang berkaitan dengan landasan teori mengenai pengertian, konsep dan metode kerja.

Bab ketiga akan membahas tentang kerangka kerja dan tahap-tahap penerapan dalam teknik penelitian.



Dalam bab keempat akan menyajikan data hasil penelitian dan analisa data yang diperoleh serta pembahasan hasilnya.

Dan bab kelima sebagai penutup berisikan kesimpulan dan saran dari pembahasan pada bab sebelumnya.





ISTN



## B A B II

### LANDASAN TEORI

Semua konstruksi yang direkayasa untuk bertumpu pada tanah harus didukung oleh suatu pondasi. Pondasi adalah bagian dari suatu sistem rekayasa yang meneruskan beban yang ditopangnya akibat beban-beban di atasnya dan beratnya sendiri kepada dan kedalam tanah dan batuan yang terletak di bawahnya.

Tanah harus mampu memikul beban dari setiap konstruksi teknik yang diletakkan pada tanah tersebut tanpa kegagalan (shear failure) geser dan dengan penurunan (settlement) yang dapat ditolerir untuk konstruksi tersebut. Kegagalan geser tanah dapat menimbulkan distorsi bangunan yang berlebihan dan bahkan keruntuhan.

#### **II.1. KEKUATAN GESER**

Kekuatan Geser suatu massa tanah merupakan perlawanan internal tanah tersebut per satuan luas terhadap keruntuhan atau pergeseran bidang geser dalam tanah yang dimaksud.

##### **II.1.1. Keruntuhan Menurut Mohr – Coulomb**

Keruntuhan terjadi pada suatu material yang mengalami keadaan kritis yang disebabkan oleh kombinasi kritis antara tegangan normal dan geser, dan bukan hanya akibat tegangan normal maksimum atau tegangan geser maksimum saja. Atau dengan kata lain, keruntuhan akan terjadi pada suatu titik dimana bila titik tersebut pada sembarang bidang dari suatu massa tanah memiliki tegangan





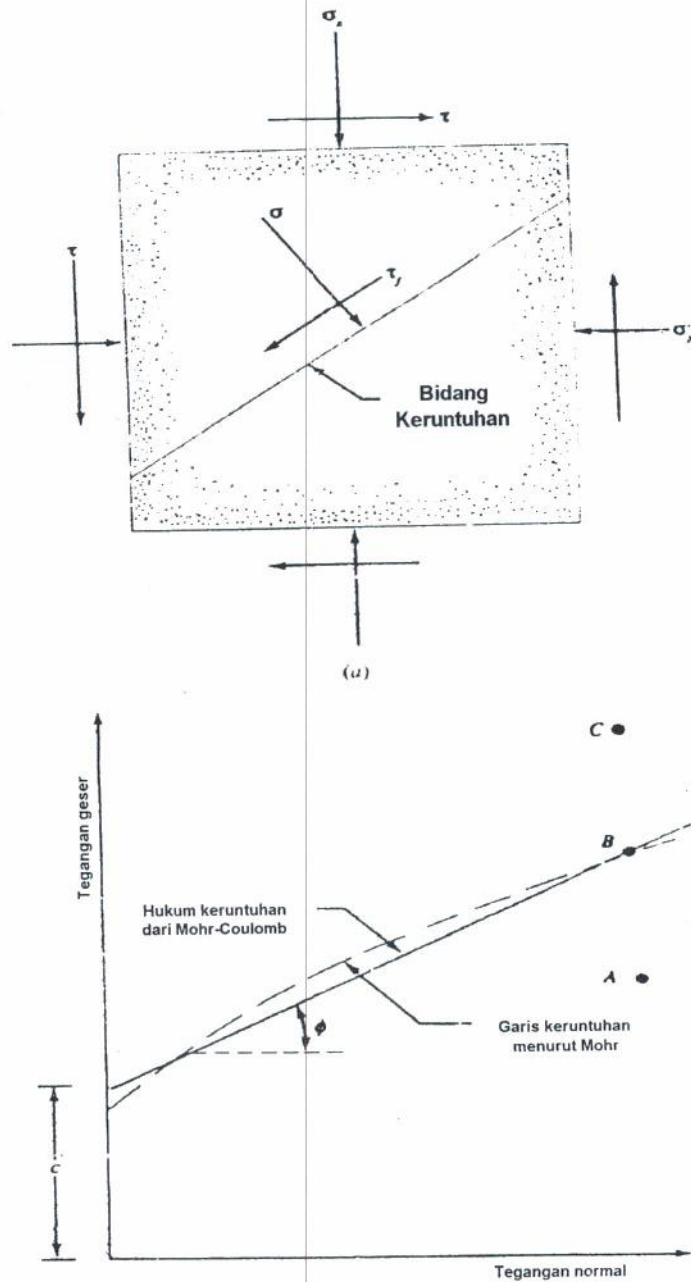
geser yang sama dengan kekuatan gesernya. Kekuatan geser tanah ( $\tau_f$ ) maksimum yang dikemukakan oleh Coulomb adalah suatu fungsi linear terhadap tegangan normal ( $\sigma_f$ ) pada bidang yang sama, dapat ditulis sebagai berikut :

$$\tau_f = c + \sigma_f \tan \varphi$$

dimana:  $c$  = kohesi

$\varphi$  = sudut geser internal

Persamaan diatas dapat ditunjukkan secara grafik seperti dalam gambar 2.1:



Gambar 2.1. Garis keruntuhan menurut Mohr dan hukum keruntuhan dari Mohr-Coulomb

Grafik ini dikenal sebagai 'failure envelope' atau 'selubung keruntuhan'.

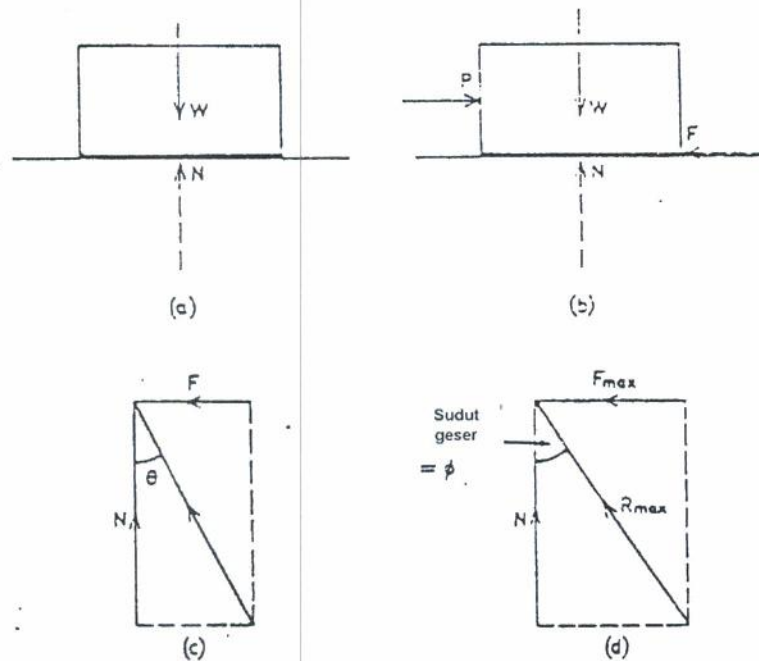
Dari perumusan Coulomb dapat diketahui bahwa kuat geser tanah terdiri dari dua komponen.



(1) Friksi atau gesekan (ditandai dengan  $\tan \phi$ ), yang berhubungan dengan interlocking partikel dan gesekan ketika tegangan normal bekerja.

(2) Kohesi (ditandai dengan  $C_u$ ), berhubungan dengan gaya dalam yang membuat partikel-partikel tetap menjadi suatu masa yang solid/ padat.

Komponen friksi akan meningkat dengan meningkatnya tegangan normal tetapi komponen kohesi akan tetap konstan. Bila tidak ada tegangan normal maka tidak akan ada terjadi friksi atau gesekan.



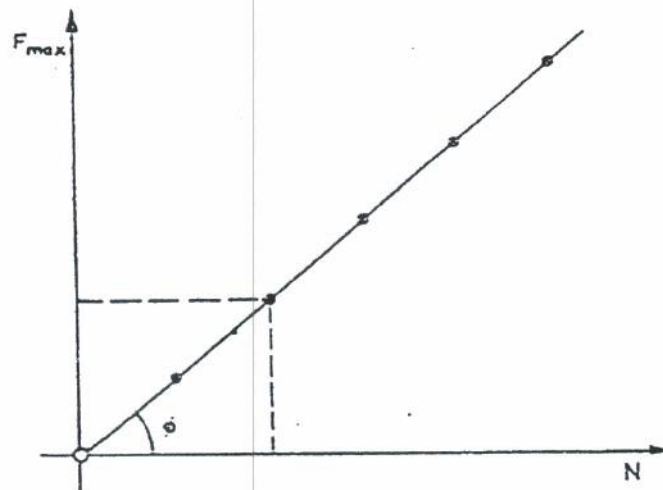
Gambar 2.2. Gesekan dan sudut geser

Nilai rasio  $F_{max}/N$  dikenal sebagai koefisien friksi antara balok dan permukaan dasar, dan ditandai sebagai  $\mu$ . Sudut  $\phi$  yang merupakan nilai kemiringan maksimum dari reaksi  $R$ , dikenal sebagai sudut friksi atau gesekan. Dari gambar 2.2(d) dapat dilihat bahwa

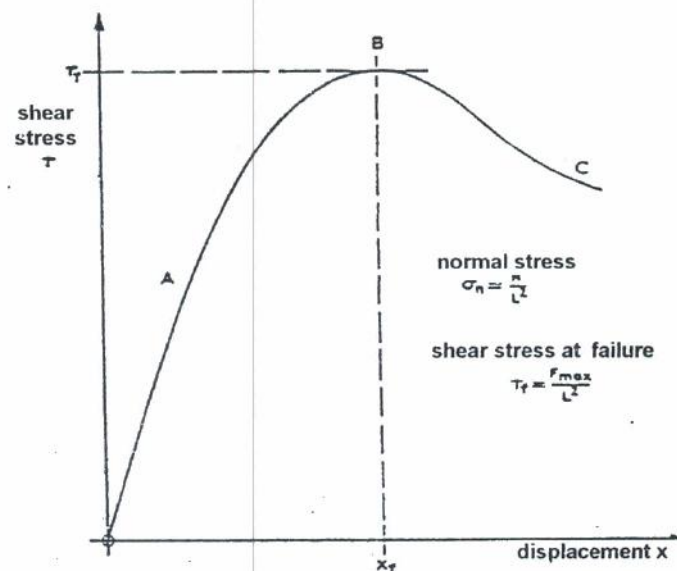
$$\tan \phi = F_{max}/N = \mu$$



Jika beberapa pengujian  $F_{max}$  dilakukan terhadap berat balok yang beragam (untuk beragam nilai  $N$ ), suatu grafik dapat dibuat yang sehubungan  $F_{max}$  dengan  $N$  seperti terlihat pada gambar 2.3. Titik-titik yang dihasilkan akan menjadi suatu garis lurus dan menjadi sudut  $\phi$  terhadap axis horizontal. Hal ini memungkinkan sudut geser  $\phi$  dihasilkan secara eksperimen.



Gambar 2.3. Hasil Sudut Geser



Gambar 2.4. Hubungan antara Shear stress dan displacement pada Uji shearbox

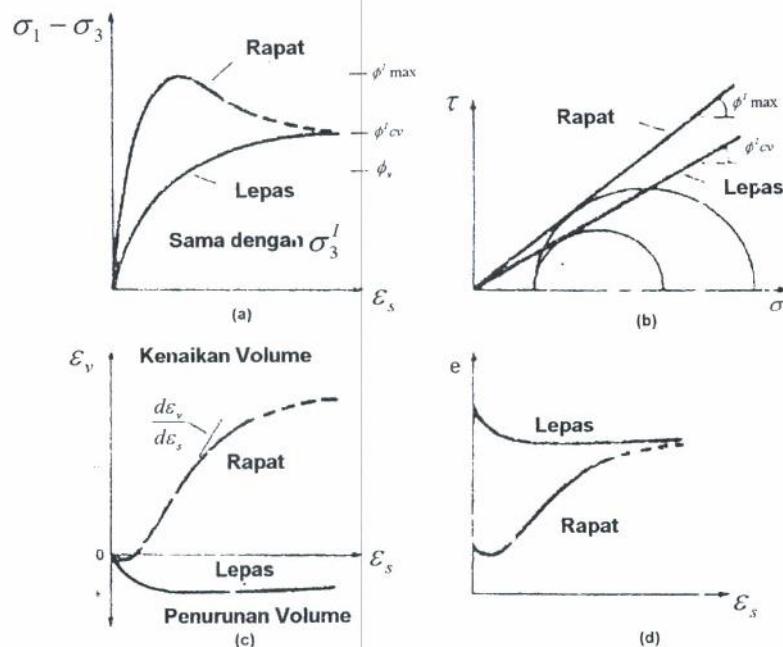


### II.1.2. Kuat Geser Tanah

Kuat geser berhubungan dengan kondisi di lapangan dan dapat berubah sejalan dengan waktu. Suatu nilai yang dipertimbangkan dalam laboratorium bergantung atas kondisi-kondisi yang dipergunakan selama test berlangsung dan pada beberapa contoh waktu test.

### II.1.3. Kekuatan Geser Pasir

Kurva-kurva yang menyatakan hubungan selisih tegangan utama dengan regangan aksial (yaitu regangan utama besar) untuk contoh-contoh pasir padat dan contoh-contoh pasir lepas pada uji tekan triaksial terdrainasi seperti pada gambar 2.5a. Kurva-kurva yang sama juga akan dihasilkan untuk menghubungkan tegangan geser dengan perpindahan geser pada pengujian geser langsung.



Gambar 2.5. Hasil-hasil uji triaksial terdrainasi untuk pasir

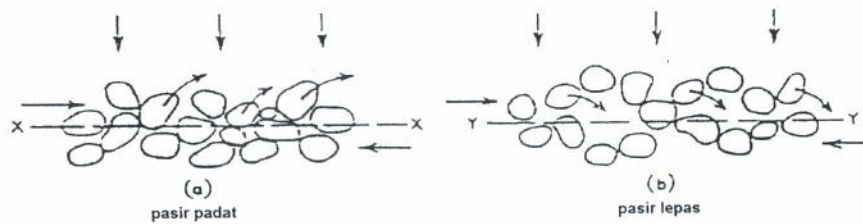




### II.1.3.1. Kuat Geser Pasir Kering dan Pasir Jenuh

Untuk pasir tertentu dalam keadaan kering, satu-satunya variable adalah kadar kepadatannya, dimana memiliki pengaruh penting pada kuat geser. Keadaan kepadatan dapat dikatakan sebagai Density Relative, yang dipakai untuk menunjukkan tingkat kerapatan dari tanah berbutir (granular soil) di lapangan.

Pada kuat geser pasir jenuh, tetap dinyatakan bahwa pasir tetap jenuh dan pengaliran tetap terjadi dengan bebas selama terjadinya geser.



Gambar 2.6. Pengaruh shear pada struktur butiran pasir

### II.1.3.2. Kuat Geser Pasir Padat

Keadaan kepadatan butiran pada pasir padat dipresentasikan secara diagram pada gmb 2.6 (a). Bila pasir digeser sepanjang sumbu XX, dan bila diasumsikan bahwa distorsi dan kehancuran butiran tidak terjadi, butiran yang ada dipermukaan XX terpaksa melampaui yang dibawahnya ketika pergerakan relative terjadi. Hal ini menyebabkan pengembangan yang dapat diukur dengan mengamati pergerakan naik permukaan atas pasir.

Pada Pasir Padat terdapat keterikatan (interlocking) antar partikel-partikel dan sebelum terjadi keruntuhan geser, keterikatan ini harus diatasi untuk dapat menambah friksi atau gesekan pada titik-titik sentuh partikel-partikel tersebut. Tingkat keterikatan ini paling besar terjadi pada pasir dengan kondisi yang sangat padat, bergradasi baik yang mengandung partikel-partikel persegi.



Pada pengujian geser langsung dihasilkan hubungan yang sama antara perubahan tebal contoh tanah dengan perpindahan geser<sup>1</sup>.

Istilah dilatasi dipakai untuk menjelaskan kenaikan volume pada pasir padat selama mengalami geser dan kecepatan dilatasinya dapat ditunjukkan oleh gradien  $d\varepsilon_v/d\varepsilon_a$ .

Hasil kurva kuat geser/perpindahan ditandai dengan (D) pada gmb 2.7(a), dan volume yang bersangkutan mengubah hubungan dengan perpindahan ditandai dengan (D) pada gmb 2.7(b).

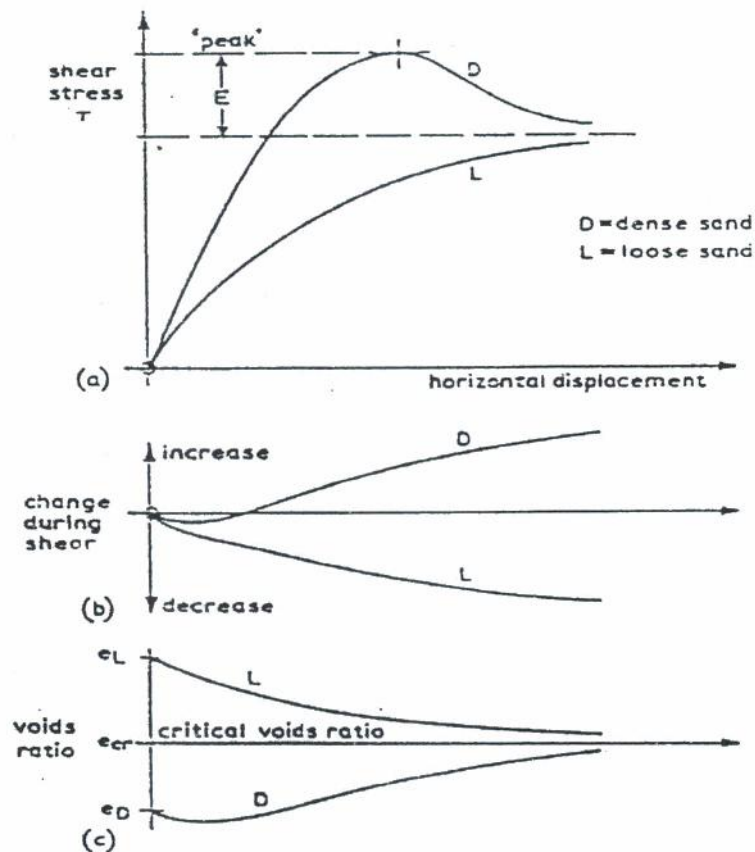
### II.1.3.3. Kuat Geser Pasir Lepas

Pasir dengan keadaan butiran yang lepas ditunjukkan secara diagram pada gmb 2.6 (b). Penggeseran sepanjang sumbu YY mengakibatkan keruntuhan relatif dimana butiran akan bergerak masuk kedalam ruang void dan menyebabkan penurunan volume, yang dapat diukur sebagai penurunan level permukaan.

Dari kurva tegangan geser/perpindahan ditandai (L) dalam gmb 2.7 (a) memiliki kemiringan yang lebih landai bila dibandingkan dengan kurva padat (D) dan tidak memiliki puncak yang jelas. Hubungan antara perubahan volume dengan perpindahan ditunjukkan sebagai kurva pada gmb 2.5(c).

---

<sup>1</sup> R.F. Craig, "Mekanika Tanah", Erlangga, Edisi ke-4, 1991, h.103-104



Gambar 2.7. Karakteristik geser pasir padat dan lepas : (a) shear stress (b) perubahan volume (c) perubahan angka pori ; semua dibandingkan dengan displacement

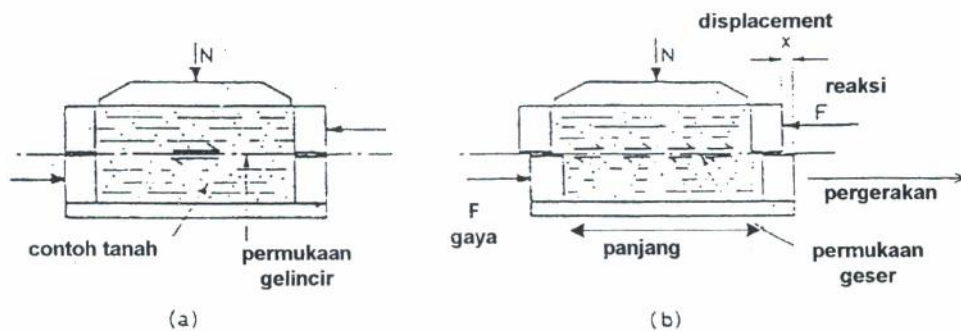
## II.2. UJI GESER LANGSUNG

Alat uji terdiri dari sebuah kotak logam berisi sample tanah yang akan diuji. Sampel tanah tersebut dapat berbentuk penampang bujur sangkar ataupun lingkaran. Kotak tersebut terbagi dua bagian sama sisi dalam arah horizontal. Diatas dan dibawah contoh ditempatkan sebuah piringan berpori bila contoh tersebut jenuh sempurna atau jenuh sebagian sehingga air dapat mengalir. Bila contoh tersebut kering maka digunakan piringan logam. Gaya normal pada sample tanah didapat dengan menempatkan suatu beban mati diatas sample tanah tersebut. Beban-belan mati tersebut yang dapat menyebabkan tekanan pada sample tanah. Gaya geser diberikan dengan mendorong sisi kotak sebelah atas





sampai terjadi keruntuhan geser pada tanah. Gaya geser diukur bersamaan dengan perpindahan geser. Biasanya perubahan tebal contoh tanah juga diukur. Dalam percobaan ini digunakan beberapa contoh dengan pembebanan vertikal yang berbeda-beda, dan untuk kemudian setiap tegangan geser runtuh percobaan diplot terhadap tegangan normalnya. Maka kemudian akan didapatkan nilai parameter-parameter kekuatan geser dari garis terbaik yang didapat dari titik-titik tersebut. Prinsip dari kotak geser terlihat pada gambar 2.8.



Gambar 2.8. Prinsip uji shear box (a) awal Pengujian (b) selama displacement relatif

Tergantung dari jenis alatnya, uji geser dapat dilakukan dengan cara tegangan geser terkendali, dimana penambahan gaya geser dibuat konstan dan diatur, atau dengan cara tegangan-terkendali dimana kecepatan geser yang diatur.

Kelebihan pengujian dengan menggunakan cara regangan-terkendali adalah pada pasir padat, tahanan geser puncak (yaitu tahanan pada saat runtuh) dan juga pada tahanan geser maksimum yang lebih kecil (yaitu pada titik setelah keruntuhan terjadi) dapat diamati dan dicatat, pada uji tegangan-terkendali hanya tahanan geser puncak saja yang dapat diamati dan dicatat. Ini disebabkan keruntuhan terjadi hanya pada tingkat tegangan geser sekitar puncak antara penambahan beban sebelum runtuh sampai sesudah runtuh.



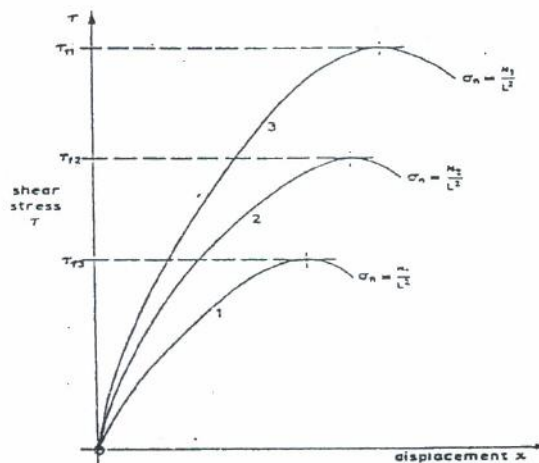
Pada pengujian tertentu, tegangan normal dapat dihitung sebagai berikut:

$$\sigma = \text{Tegangan normal} = \frac{\text{Gaya Normal}}{\text{Luas penampang lintang sampel tanah}}$$

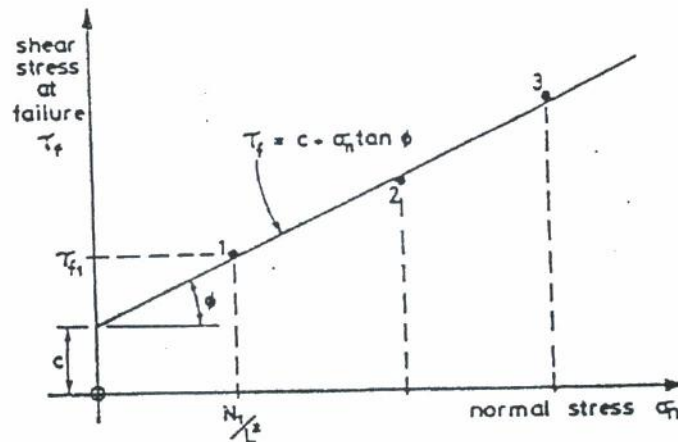
Tegangan geser yang melawan pergerakan geser dapat dihitung :

$$\tau = \text{Tegangan geser} = \frac{\text{Gaya geser yang melawan gerakan}}{\text{Luas penampang lintang sampel tanah}}$$

Dari setiap kurva tegangan/perpindahan (Gmb. 2.9) dapat diketahui nilai tegangan geser maksimum, dan dapat digambarkan dengan nilai  $\sigma_n$  yang berhubungan, seperti pada gmb. 2.10. Grafik ini secara umum akan mendekati suatu garis lurus (linear), kemiringannya terhadap sumbu horizontal menjadi nilai sudut kuat geser tanah,  $\phi$ , dan pemotongan pada sumbu vertical (tegangan geser) menjadi nilai kohesi, dinyatakan dengan  $C_u$ .



Gambar 2.9. Kurva stress/displacement spesimen hasil pembebanan 3 tekanan normal yang berbeda

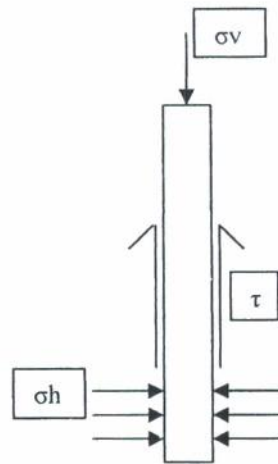


Gambar 2.10. Shear stress maksimum sehubungan dengan normal stress hasil pengujian shear box (coulomb envelope)

### II.3. KUAT GESER MATERIAL PONDASI - TANAH

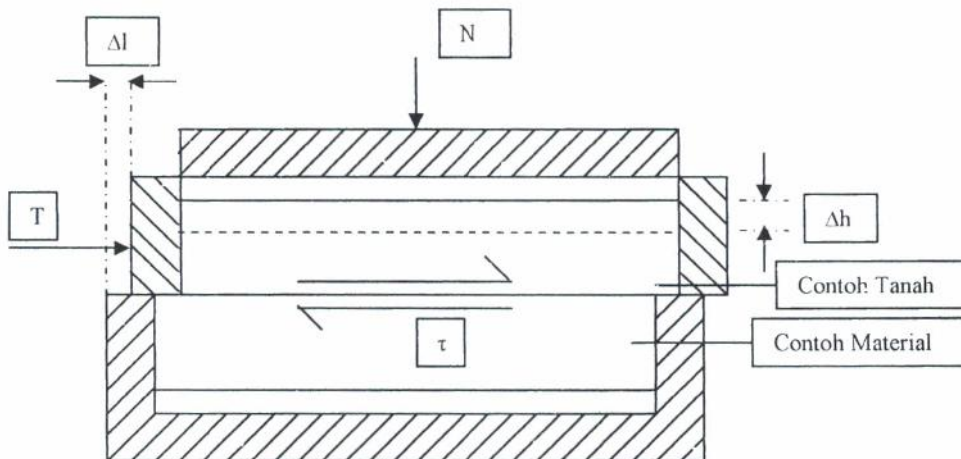
Mekanisme transfer tegangan dari tanah terhadap pondasi adalah gesekan antara tanah dan permukaan pondasi. Dalam analisis teoritis maupun desain, estimasi pengaruh gesekan antara kedua material dilakukan untuk aplikasi pekerjaan pondasi, dan parameter friksi seperti koefisien gesek mesti ditentukan.

Tegangan vertical efektif yang terjadi akibat berat sendiri pasir dan akibat beban merata dikalikan suatu koefisien tekanan tanah lateral  $K$  akan menjadi suatu tekanan horizontal atau lateral pada sekeliling permukaan tiang yang kontak dengan tanah. Tekanan lateral tersebut menjadi tegangan geser  $f_s$  pada batas permukaan tiang dengan tanah, dengan mengalikannya dengan suatu koefisien gesekan antara tiang dengan tanah pasir. Bila diambil suatu elemen dibatas permukaan tiang pondasi dengan tanah pasir, maka tampak seperti gambar 2.11.



Gambar 2.11. Mekanisme gesekan tiang-tanah

Hal tersebut adalah dasar kerja dari pengujian pokok uji geser langsung, sehingga didapat cara kerja dari test uji langsung, seperti pada gambar 2.12.



Gambar 2.12. Prinsip Uji Shear box Material pondasi – Tanah

Interaksi antara tanah dan material pondasi umumnya dinyatakan sebagai koefisien gesek tampak (apparent friction coefficient) antara tanah dan material pondasi,  $\mu^*$ , dimana :

$$\mu^* = \tan \delta$$





Besarnya nilai puncak dan residual dari  $\mu^*$  merupakan fungsi kondisi natural tanah (ukuran dan bentuk butiran), karakteristik gesek dan kepadatan tanah, tegangan overburden efektif, factor geometri dan kekasaran permukaan material pondasi, serta jumlah butiran halus didalam tanah – jumlah butiran halus didalam tanah menjadi factor yang sangat kritis (Mitchell dan Villet,1987). Jewel (1996) merepresentasikan tahanan geser langsung (direct sliding resistance) dalam bentuk koefisien direct sliding  $\alpha_{sd}$ , yaitu :

$$\alpha_{sd} = \frac{\tan \delta}{\tan \phi'}$$
, dimana  $\phi'$  adalah sudut gesek internal tanah

Bilamana pengujian terhadap material pondasi-tanah dilakukan berulang kali pada tegangan-tegangan normal yang berbeda, suatu kecenderungan (trend) terbentuk, dimana bentuk criteria keruntuhan Mohr-Coulomb yang diadopsi dapat ditentukan dengan persamaan (Koerner,1994) :

$$\tau = ca + \sigma' n \tan \delta$$

dimana:

$\tau$  = tegangan geser antara tanah dan material pondasi

$\sigma' n$  = tegangan normal efektif pada bidang geser

$ca$  = adhesi material pondasi terhadap tanah

$\delta$  = sudut geser antara tanah dan material pondasi

Tahanan friksi (frictional resistance) sangat bergantung pada suatu displacement geser. Friksi ditentukan dalam bentuk sudut gesek dan kohesi tampak. Karakteristik friksi antara tanah dan material pondasi akan bergantung pada beberapa factor: karakteristik tiang – tipe, cara pengerjaan, panjang,



kekasaran permukaan material ; karakteristik tanah – variasi lapisan, kekuatan tanah, kepadatan, serta jenis dan kondisi tanah<sup>2</sup>.

#### II.4. KAPASITAS DAYA DUKUNG PONDASI TIANG PANCANG

Berdasarkan kapasitas daya dukungnya dibedakan oleh daya dukung ujung dan daya dukung geser dan apabila keduanya dimobilisasikan akan didapat :

$$Q_{ult} = Q_e + Q_s$$
$$Q_{all} = \frac{Q_{ult}}{SF}$$

Dimana :

- $Q_{ult}$  = Kapasitas daya dukung tiang pancang maksimum
- $Q_e$  = Kapasitas daya dukung ujung yang didapat dari tanah dibawah ujung pondasi
- $Q_s$  = Kapasitas daya dukung yang didapat dari gaya geser atau gaya adhesi antara tiang pancang dengan tanahnya.
- $Q_{all}$  = Kapasitas daya dukung tiang pancang ijin
- $SF$  = Faktor keamanan (safety factor)

##### II.4.1. Kapasitas Daya Dukung Ujung

###### MEYERHOF

Menurut Meyerhof, kapasitas daya dukung ujung untuk tanah berbutir kasar dibedakan dalam dua hal :

- a) Untuk  $L/B < L_c/B$  , maka kapasitas daya dukung ujung adalah :

<sup>2</sup> Poulos H. G., "*Pile Foundation Analysis and Design*", The University of Sydney, 1980, h.265



$$Q_e = A_p \cdot q \cdot N_q'$$

b) Untuk  $L/B > L_c/B$ , maka kapasitas daya dukung ujung adalah :

$$Q_e = A_p \cdot q \cdot N_q'$$

Tetapi harga  $Q_e$  harus lebih kecil dari pada :

$$Q_e = A_p \cdot (50 N_q') \cdot \text{tg}(\phi)$$

dimana :

$Q_e$  = Kapasitas daya dukung ujung

$N_q'$  = Faktor daya dukung

$A_p$  = Luas penampang tiang pancang.

$q$  = effective overburden pressures =  $\Sigma (\gamma h_i)$

$L$  = Panjang tiang

$B$  = dimensi penampang tiang

$L/B$  = the critical depth ratio (perbandingan kedalaman kritis)

$\phi$  = sudut geser dalam

### TERZAGHI

Kapasitas daya dukung ujung tanah berbutir kasar adalah sebagai berikut :

$$Q_e = A_p [ q N_q a_q + \gamma B N_\gamma a_\gamma ]$$

dimana:

$\gamma$  = berat isi tanah dibawah ujung tiang

$a_\gamma, a_q$  = factor penampang, dimana:

- penampang persegi dan bulat  $a_q = 1.0$

- penampang persegi  $a_\gamma = 0.4$

- penampang bulat  $a_\gamma = 0.3$

### TOMLINSON



Kapasitas daya dukung ujung pada tanah berbutir adalah sebagai berikut:

$$Q_e = A_p \cdot q \cdot N_q$$

#### II.4.2. Kapasitas Daya Dukung Friksi

##### CARA $\alpha$ (TOMLINSON)

Cara  $\alpha$  dari Tomlinson dapat dipergunakan untuk tanah berbutir halus (c-soil), tanah berbutir kasar ( $\phi$ -soil), maupun tanah pada umumnya (c- $\phi$  soil).

Untuk tanah c- $\phi$  soils:

$$Q_f = \alpha c_n A_s + K q \tan(\delta) A_s$$

Atau

$$Q_f = \int_0^L \alpha C p \, dL + \int_0^L K q \tan(\delta) p \, dL$$

dimana:

$\alpha$  = faktor adhesi yang merupakan fungsi dari kohesi atau hasil undrained shearing strenght.

c = kohesi atau hasil undrained shearing strenght

K = coefficient of lateral pressure, harganya terletak dari  $K_0$  sampai 1.75. Biasanya perencanaan mengambil harga mendekati  $K_0$ .

Cara  $\alpha$  dari Tomlinson dimodifikasi oleh Broms terutama pada bagian sumbangan  $\phi$ -soilsnya.

$$Q_f = \alpha c A_s + \frac{1}{2} K_s q \tan(\delta) A_s$$

Harga  $K_s$  dan  $\delta$  untuk berbagai material tiang pancang dapat dilihat pada tabel 2.1.





Tabel 2.1. Harga Ks dan  $\delta$  untuk berbagai material tiang pancang.

Jenis Tiang	K		$\delta$
	Pasir Lepas	Pasir Padat	
Beton	1.0	2.0	$\frac{3}{4} \phi$
Baja	0.5	1.0	$20^\circ$
Kayu	1.5	4.0	$\frac{2}{3} \phi$

Harga  $q_c$  dan  $\phi$  untuk Ks dengan relative density tanah tertentu dapat dilihat pada tabel 2.2.

Tabel 2.2. Harga  $q_c$  dan  $\phi$  dengan relative density tertentu.

Ks corresponding to	$q_c$	$\phi$
Low relative density	0 – 50 kg/cm <sup>2</sup>	28 - 30°
Medium relative density	50 – 100 kg/cm <sup>2</sup>	30 - 36°
High relative density	> 100kg/cm <sup>2</sup>	> 36°

#### CARA $\lambda$

Pada cara ini khususnya hanya berlaku untuk c-soils. Besarnya kapasitas daya dukung,  $Q_f$  adalah sebagai berikut:

$$Q_f = \lambda (q + 2c) A_s$$

dimana:

$$\lambda = \text{koefisien tanpa dimensi dari Vijayvergiya dan Focht}$$

- Data CPT

$$Q_s = 0.005 q A_s \dots \dots \dots \text{dalam Kpa}$$



Kalau harga  $q_c$  bervariasi, maka persamaan diatas dapat ditulis dalam bentuk:

$$Q_s = \frac{P}{200} \sum_{i=1}^n q_c l_i$$

Khusus tanah kepasiran, dan didasarkan atas test tarik (pull-out tests).

Ireland menuliskan:

$$Q_s = P L (\gamma z + q) K \tan(\phi)$$

dimana:

$z$  = kedalaman titik pusat gravitasi dari bagian tiang yang terbenam

$q$  =  $q_0$  = beban yang bekerja di permukaan

$K$  = koefisien tegangan tanah lateral, diambil  $K=1.75$

$P$  = perimeter /keliling tiang

Khusus tanah kepasiran yang keras sehingga digunakan tiang pancang meruncing (Nordland, 1963) :

$$Q_s = \sum A_s K q \frac{\sin(w - \delta)}{\cos(w) \cos \delta} \Delta L$$

dimana:

$\delta$  = sudut gesekan efektif antara pile dengan tanah

$w$  = sudut peruncingan tiang

$K$  = koefisien tekanan tanah

$$K = (1.5 - 2.0) K_0 \text{ atau } K = (1.7 - 2.2) K_0$$



ISTN



## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### III.1. DASAR PENGUJIAN DIRECT SHEAR

Pengujian shear box adalah suatu pengujian ‘sudut geser’ dimana satu bagian tanah dibuat bergeser dengan bagian yang lain dengan mempekerjakan suatu gaya geser horizontal yang meningkat bertahap secara tetap, sedangkan suatu beban konstan dipergunakan secara normal (tegak lurus) terhadap pergerakan yang berhubungan.

Keadaan ini dicapai dengan menempatkan tanah dalam suatu kotak logam yang kaku, persegi, terdiri dari 2 bagian yang sama. Kotak bagian bawah yang berhubungan dengan bagian atas dapat bergerak saat didorong atau ditarik dengan satu unit motor, sementara pikulan atau gandar memikul beban bergantung yang memberikan tekanan normal. Prinsip ini ditunjukkan pada gambar 2.8.

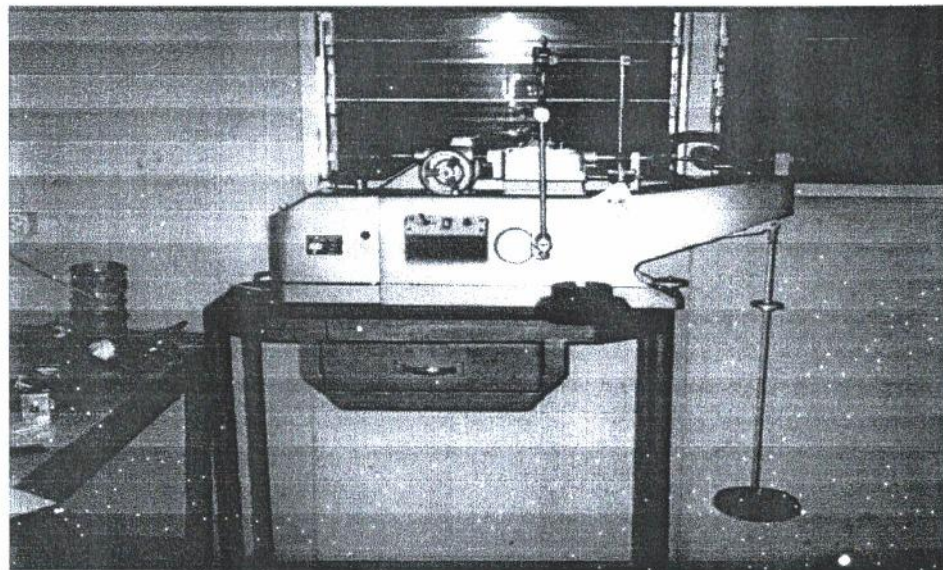
Selama proses pergeseran, displacement relatif dari 2 bagian spesimen dan gaya geser yang dipergunakan, diukur, sehingga kurva beban/perpindahan dapat digambarkan. Pergerakan vertikal permukaan atas spesimen yang mengindikasikan perubahan volume juga diukur dan memungkinkan perubahan rasio kepadatan dan ruang selama geser dapat dievaluasi.

#### III.2. PENELITIAN LABORATORIUM

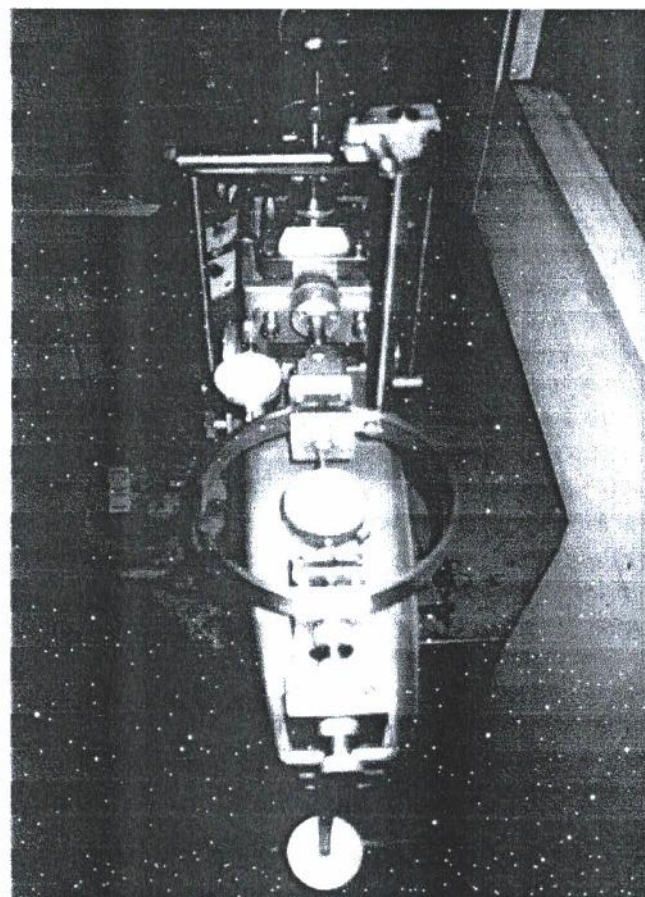
##### III.2.1. Alat

Alat utama yang digunakan adalah peralatan uji geser langsung dengan kotak geser (shear box) berukuran 60 mm x 60 mm.





(a)



(b)

Gambar 3.1: peralatan uji geser langsung





### III.2.2. Persiapan Contoh Tanah Pasir

#### a. Penentuan Gradasi

##### 1) Tanah Pasir Bergradasi Baik

Tanah pasir terlebih dahulu dimasukkan kedalam oven selama kurang lebih 24 jam, sehingga didapatkan contoh tanah pasir dengan kondisi kering oven. Pasir kering ini kemudian disaring dengan maksud didapatkan gambaran distribusi ukuran butiran (grain size). Saringan yang digunakan adalah saringan dengan nomor berurut dari atas no.4, 8, 16, 30, 50, 100 dan 200. Saringan-saringan ini kemudian diletakkan diatas mesin penggoyang. Setelah didapatkan gambaran distribusi ukuran butiran, maka baru dapat ditentukan apakah contoh tanah pasir tersebut dapat dikategorikan sebagai tanah pasir bergradasi baik atau tidak.

##### 2) Tanah Pasir Bergradasi Seragam

Tanah Pasir yang juga telah dalam kondisi kering oven, diletakkan dalam saringan dengan nomor dan susunan yang sama untuk tanah bergradasi baik, namun contoh tanah pasir yang akan digunakan adalah tanah pasir yang setelah proses penyaringan, tertahan pada saringan no. 50 saja, sehingga didapatkan contoh tanah pasir dengan gradasi yang seragam.

##### 3) Tanah Pasir Kelanauan

Tanah pasir kering oven yang telah diketahui bahwa memiliki gradasi yang baik, kemudian dicampurkan dengan tanah lanau yang juga telah dalam kondisi kering oven, dengan komposisi 0.70



bagian tanah pasir gradasi baik dan 0.30 bagian tanah lanau, sehingga didapatkan contoh tanah pasir kelanauan.

- b. Setelah nilai  $\gamma_d$  max dan  $\gamma_d$  min diketahui, maka tahap selanjutnya adalah penentuan dari nilai Kepadatan Relatif (Density Relative). Nilai kadar kepadatan ini diambil dari tabel Deposit tanah berbutir, Braja M. Das pada table 3.1. berikut.

Tabel 3.1. Penjelasan secara Kualitatif mengenai Deposit Tanah Berbutir

Kerapatan Relatif (%)	Penjelasan mengenai Deposit Tanah
0 – 15	Sangat lepas
15 – 50	Lepas
50 – 70	Menengah
70 – 85	Padat
85 - 100	Sangat Padat

Nilai kadar Kepadatan Relatif yang digunakan adalah 40%, 60%, dan 80%, dimana masing-masing tersebut mewakili tanah pasir kondisi lepas, kondisi kepadatan sedang (medium) dan kondisi tanah pasir yang padat.

- c. Setelah untuk masing-masing telah didapatkan kondisi gradasi yang berbeda-beda, maka dilakukan pengujian selanjutnya guna mendapatkan nilai Berat Isi Kering Maksimum ( $\gamma_d$  max) dan nilai Berat Isi Kering Minimum ( $\gamma_d$  min). Pengujian ini dilakukan dengan cara :

- 1) Berat Isi Kering Maksimum ( $\gamma_d$  max) :

Contoh tanah pasir dimasukkan sedikit demi sedikit ke dalam suatu cetakan yang sebelumnya telah diketahui berat dan volumenya.



Kemudian dilakukan pemadatan lapis demi lapis yang dilakukan secara maksimal sehingga didapatkan kondisi tanah pasir yang benar-benar padat dalam cetakannya. Setelah itu ditimbang dan nilai hasilnya dibandingkan (dibagi) dengan nilai volumenya. Nilai hasil bagi tersebut merupakan nilai Berat Isi Kering Maksimum ( $\gamma_d \text{ max}$ ).

2) Berat Isi Kering Minimum ( $\gamma_d \text{ min}$ ) :

Untuk mendapatkan nilai  $\gamma_d \text{ min}$  dilakukan dengan memasukkan contoh tanah pasir kedalam cetakan yang juga telah diketahui berat dan volumenya. Namun yang berbeda dalam hal ini adalah kondisi tanah pasir yang tidak lagi dipadatkan seperti perlakuan pada pengujian  $\gamma_{\text{max}}$ , melainkan dalam kondisi sangat lepas, yang didapatkan dengan cara menuangkan tanah pasir secara jatuh bebas dengan sangat perlahan dan diusahakan tidak terjadi pemadatan sama sekali. Dengan demikian didapatkan kondisi tanah pasir yang sangat lepas. Kemudian cetakan bersama dengan contoh pasir ditimbang, dan nilainya dibandingkan (dibagi) dengan nilai volumenya. Nilai hasil bagi tersebut merupakan nilai Berat Isi Kering Minimum ( $\gamma_d \text{ min}$ ).

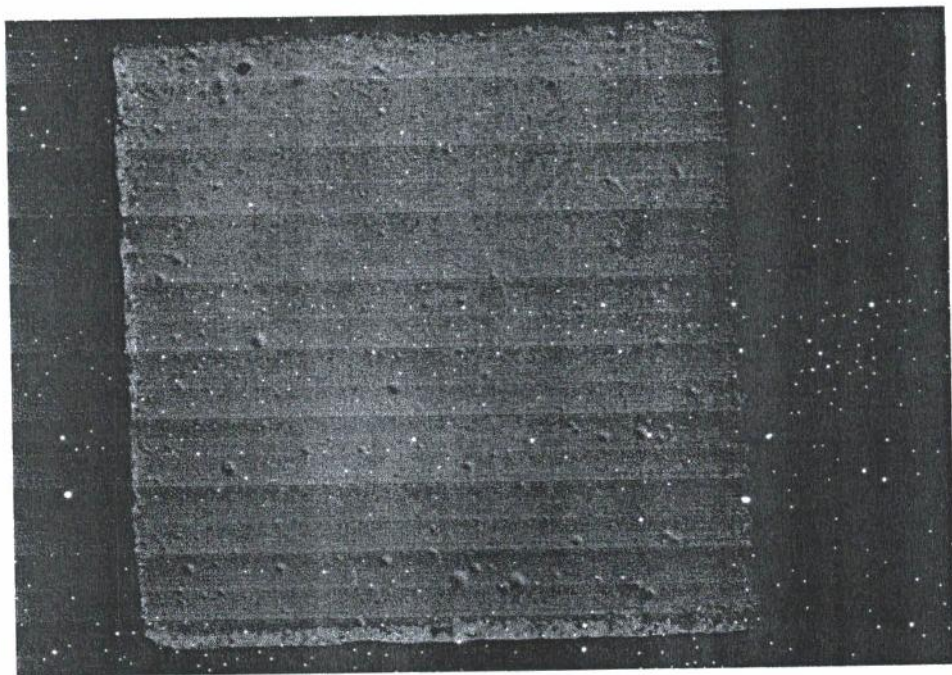
- d. Dari nilai-nilai yang telah diketahui maka dibuat suatu desain benda uji, dengan menggunakan pendekatan volume melalui berat volume pasir. Data-data pasir disajikan pada tabel 4.1 dan 4.2.



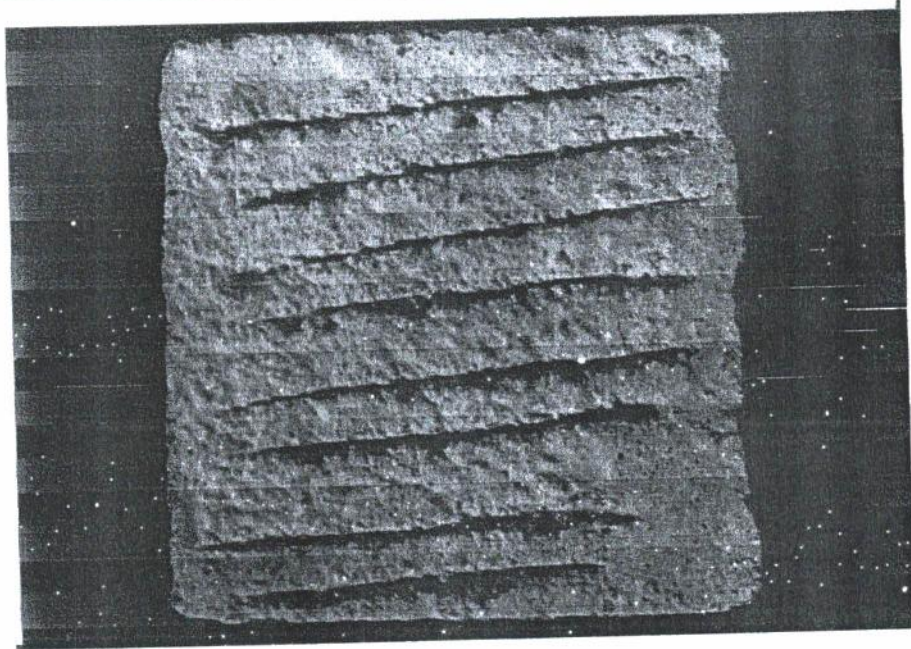


### III.2.3. Persiapan contoh Material Pondasi

Contoh material pondasi dibuat dengan bahan beton dan baja. Masing-masing berukuran 60 x 60 mm, dengan ketebalan 10 mm untuk bahan beton. Untuk bahan baja, digunakan pelat baja yang memiliki desain motif disalah satu sisinya. Pembuatan material pondasi ini dilakukan dengan memberikan perbedaan kekasaran permukaan. Yang mana terbagi menjadi 3 (tiga) kategori yaitu : beton dengan permukaan halus, beton dengan kekasaran medium (sedang), dan beton dengan permukaan kasar. Perbedaan-perbedaan ini dapat diketahui secara visual melalui gambar-gambar sample.



Gambar 3.2. Sampel beton permukaan halus



Gambar 3.3. Sampel beton kekasaran sedang



Gambar 3.4. Sampel beton permukaan Kasar





Gambar 3.5. Sampel Pelat Baja

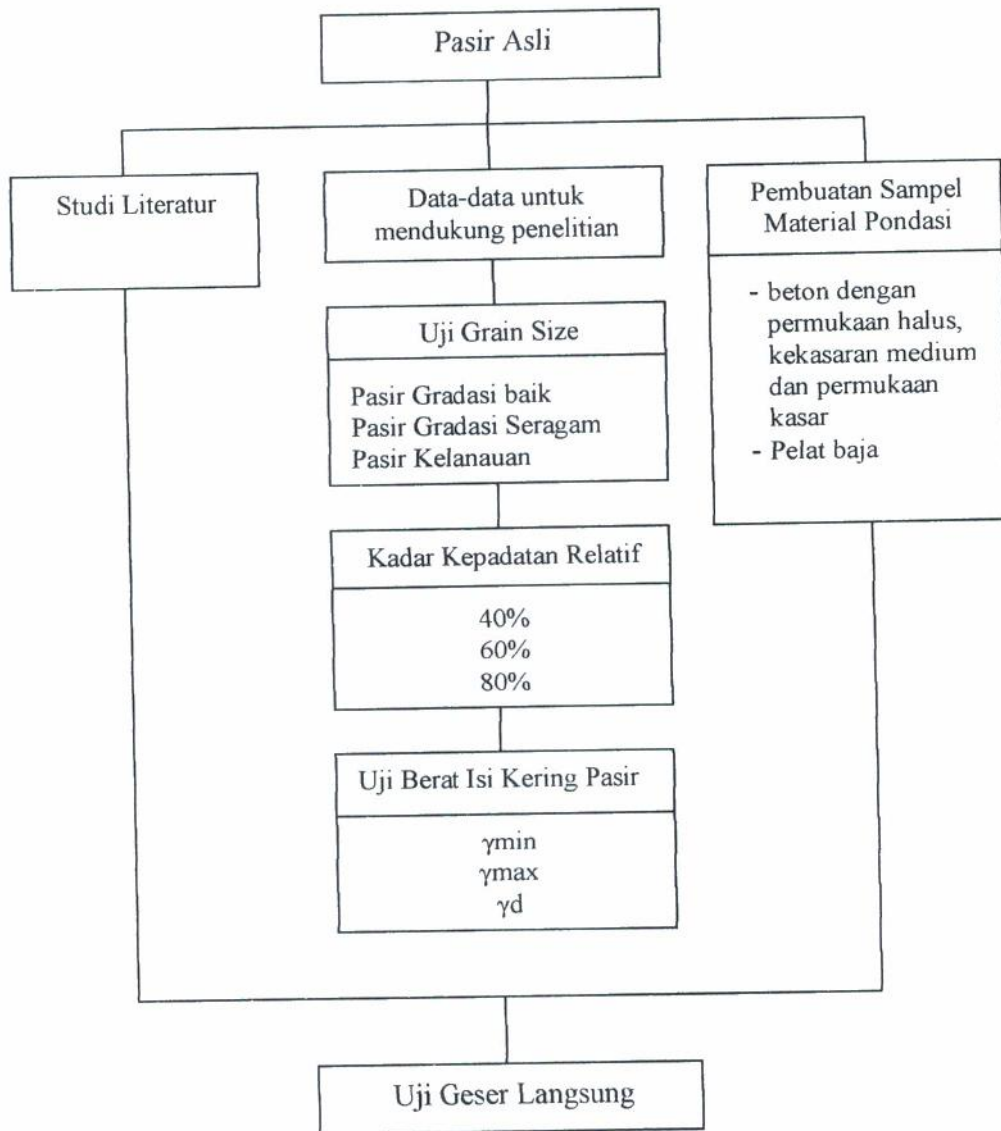
#### III.2.4. Prosedur Pengujian

- a. Alat utama berupa peralatan uji geser langsung dengan kotak geser berukuran 60 mm x 60 mm, dengan kondisi proving ring, alat transfer beban, dial pengukur perpindahan, satu unit motor penggerak, dipastikan dapat berfungsi dengan baik dan dalam kondisi siap ukur.
- b. Masukkan contoh tanah pasir kedalam kotak geser (shear box) yang telah diset pada kedudukannya. Untuk pengujian material pondasi-pasir, pemasukkan contoh tanah pasir pada bagian atas kotak geser, dilakukan setelah kedudukan material pondasi yang berada pada kotak geser yang bagian bawah telah benar (sama rata dengan garis bagi kotak geser).
- c. Ratakan permukaan pasir sesuai dengan tinggi desain benda uji awal, kemudian ditutup dengan kertas saring. Kertas saring disini bukanlah untuk menyerap air pada pasir, karena pasir dalam kondisi kering.



melainkan guna untuk mencegah utiran-butiran pasir dapat masuk kedalam pori-pori dari batu porous (pori).

- d. Kemudian diletakkan besi pori dan juga penutup besi sebagai tempat transfer beban.
- e. Setelah semuanya telah diset sesuai dengan posisi masing-masing, maka jarum-jarum pembaca perubahan atau pergerakan juga harus di set dalam kondisi nol (siap ukur).
- f. Kemudian dengan satu unit motor penggerak, bagian bawah dari kotak geser didorong sehingga terjadi perubahan yang dapat terbaca pada perubahan pada alat pengukur. Nilai gaya yang bekerja dapat dibaca pada alat pengukur gaya (proving ring). Selain itu juga ada alat pengukur perubahan atau pergerakan arah vertikal dan horizontal. Pembacaan yang dilakukan adalah pada setiap kenaikan perpindahan horizontal 10 divisi.  
Pembacaan pada alat pengukur gaya geser ini dihentikan apabila terdapat indikasi bahwa nilai gaya geser puncak telah dilampaui, yang berarti bahwa tegangan geser runtuh telah terjadi.
- g. Untuk pengujian dan pembebanan yang lain, lakukan persiapan pemasangan alat ukur perubahan atau pergerakan dalam kondisi nol (siap ukur).
- h. Lakukan langkah-langkah seperti diatas sesuai dengan jenis gradasi pasir dan juga nilai kadar kepadatan relatif-nya.

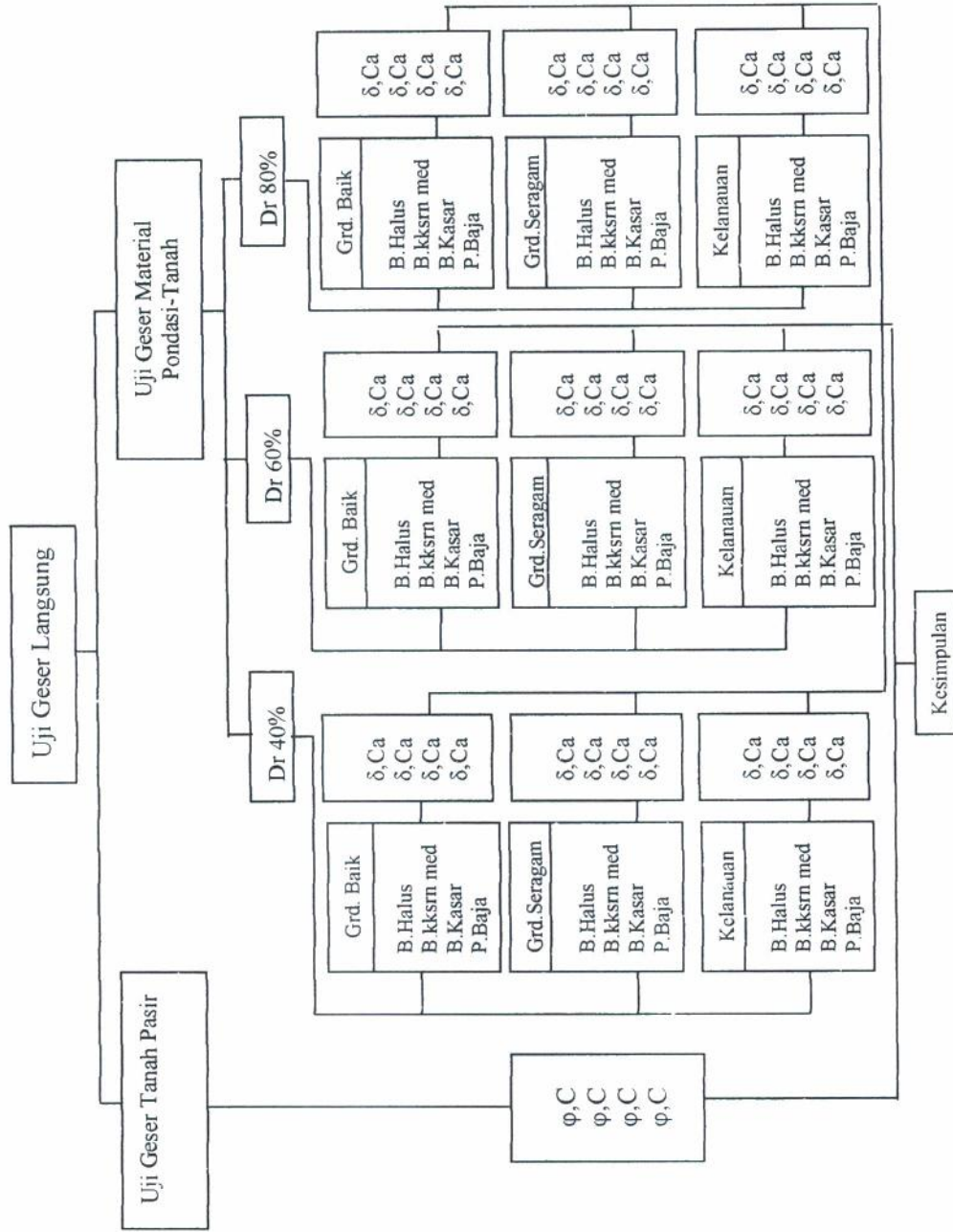


(a)





Pengaruh Kekasaran Tiang Pancang dan Gradasi Tanah Pasir terhadap Daya Dukung Pondasi



Gambar 3.6 (b). Skema Penelitian



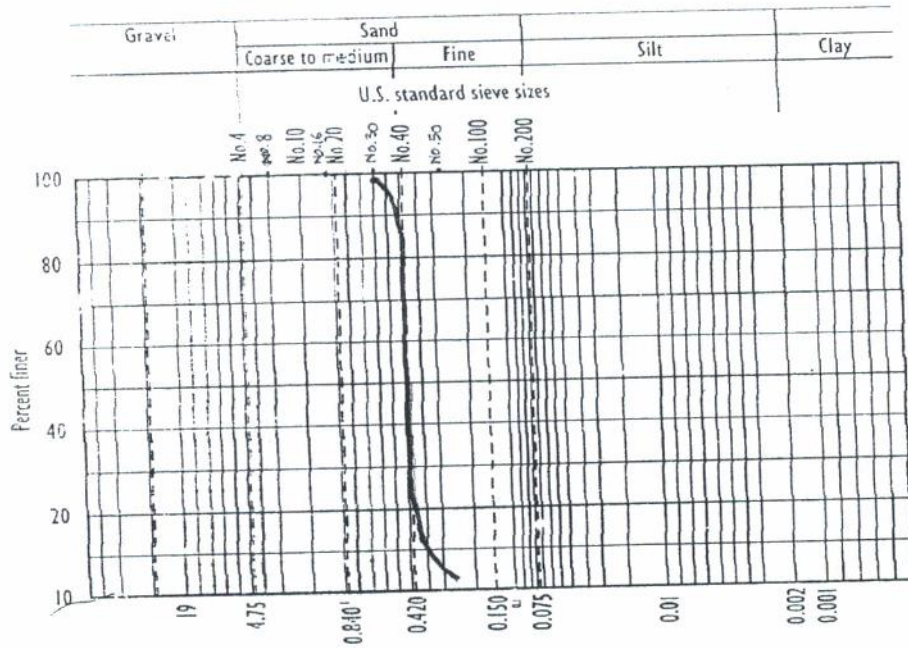
ISTN





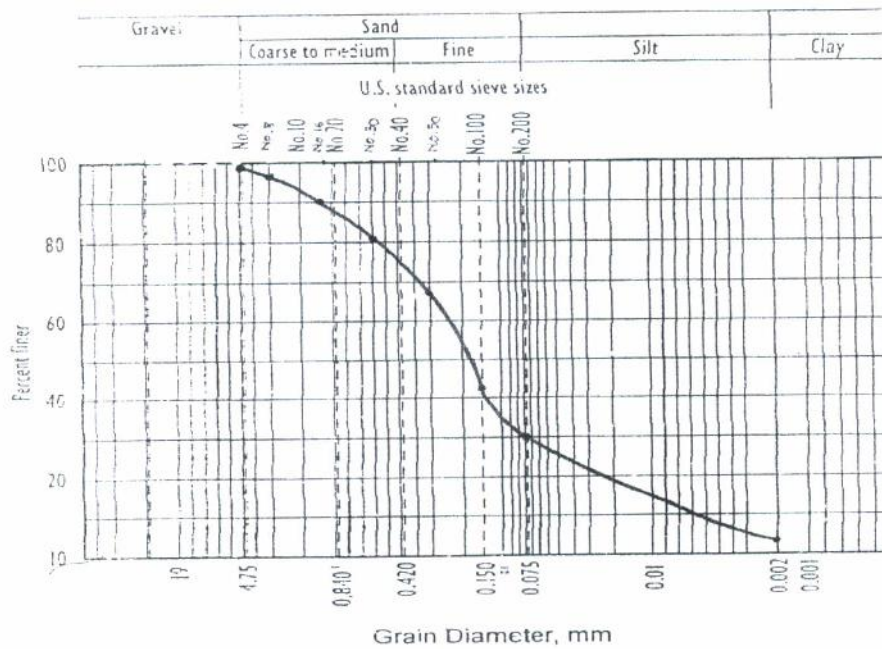


▪ Jenis Pasir Bergradasi Seragam



Gambar 4.2. Gradasi butiran Pasir Bergradasi Seragam

▪ Jenis Pasir Kelanauan



Gambar 4.3. Gradasi Butiran Pasir Kelanauan



#### IV.1.2. Karakteristik Berat Isi Kering Pasir

Tabel 4.1. Sifat-sifat Contoh tanah Pasir

	Pasir		
	Bergradasi Baik	Bergradasi Seragam	Kelanauan
$\gamma_d$ min ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )	1.160	1.1816	1.1538
$\gamma_d$ max ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )	1.6672	1.4344	1.5138
Kadar Air (%)	0.1203	0.1201	0.1101

Tabel 4.2. Berat isi kering pasir per desain benda uji,  $\gamma_d$  ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )

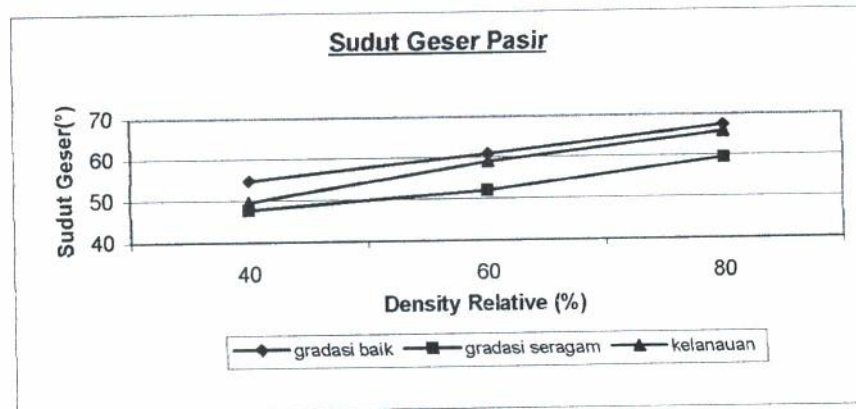
Density Relatif (Dr) (%)	Berat Isi Kering Pasir ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )		
	Psr gradasi baik	Psr gradasi seragam	Psr kelanauan
40	1.321	1.2712	1.2751
60	1.4192	1.3214	1.3458
80	1.533	1.3479	1.4249

#### IV.1.3. Kuat Geser Pasir

##### IV.1.3.1. Sudut Geser Dalam ( $\phi$ )

Tabel 4.3. Sudut Geser Pasir ( $^\circ$ ), pada masing-masing Density Relative dan masing-masing gradasi

Density Relative (Dr), (%)	Sudut geser pasir pada gradasi ( $^\circ$ )		
	Baik	Seragam	Kelanauan
40	54.831	47.744	49.600
60	60.861	51.932	58.897
80	67.471	59.465	65.784



Gambar 4.4. Hubungan antara Sudut Geser Pasir,  $\phi$  vs Density Relative pada beberapa kondisi pasir.

Formulasi garis Sudut Geser Pasir:

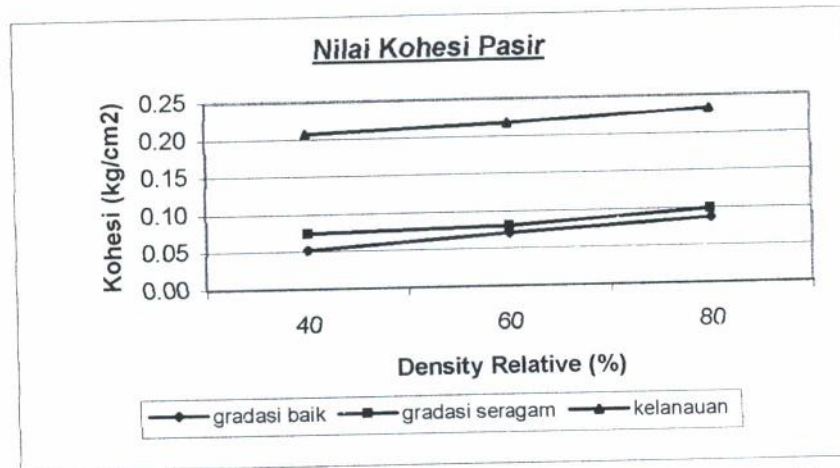
- Pasir bergradasi Baik :  $\phi = 6.320 \text{ Dr} + 48.414$
- Pasir bergradasi Seragam :  $\phi = 5.861 \text{ Dr} + 41.326$
- Pasir kelanauan :  $\phi = 8.092 \text{ Dr} + 41.910$

#### IV.1.3.2. Nilai Kohesi (c)

Tabel 4.4. Nilai Kohesi (c) Pasir

Density Relative (Dr), (%)	Gradasi Butiran Pasir		
	Baik	Seragam	Kelanauan
40	0.0519	0.0742	0.2068
60	0.0710	0.0802	0.2177
80	0.0864	0.0993	0.2319





Gambar 4.5. Hubungan Kohesi Pasir vs Density Relative pada beberapa kondisi pasir

Formulasi garis Nilai Kohesi Pasir:

- Pasir bergradasi Baik :  $c = 0.0173 Dr + 0.0353$
- Pasir bergradasi Seragam :  $c = 0.0126 Dr + 0.0595$
- Pasir kelanauan :  $c = 0.0126 Dr + 0.1937$

Beberapa hal yang dapat diketahui dari hubungan-hubungan diatas:

- Dari hubungan Sudut Geser – Density Relative

Terlihat bahwa pasir bergradasi baik memiliki nilai sudut geser yang paling baik apabila dibandingkan dengan pasir dengan gradasi seragam ataupun pasir kelanauan. Hal ini dapat terjadi karena variasi ukuran butiran yang dimiliki oleh pasir bergradasi baik lebih memungkinkan untuk ruang antar partikel-partikel besar (void) diisi oleh butiran partikel yang lebih kecil sehingga meningkatkan daya ikat (interlocking) antar partikel.

- Dari hubungan Kohesi-Density Relative

Terlihat bahwa pasir kelanauan memiliki nilai kohesi yang paling besar apabila dibandingkan dengan pasir bergradasi baik ataupun pasir bergradasi





seragam. Hal ini membuktikan bahwa kandungan lanau- juga turut mempengaruhi nilai kuat geser khususnya nilai kohesi pasir.

- Dari kedua hubungan, baik hubungan sudut geser-Density Relative maupun hubungan Kohesi-Density Relative, terlihat bahwa nilai-nilai yang dicapai pada kadar kepadatan 40% selalu lebih kecil apabila dibandingkan dengan kadar kepadatan 60% dan 80%. Hal ini disebabkan karena kadar kepadatan yang meningkat juga akan meningkatkan kekuatan butiran dari geser.

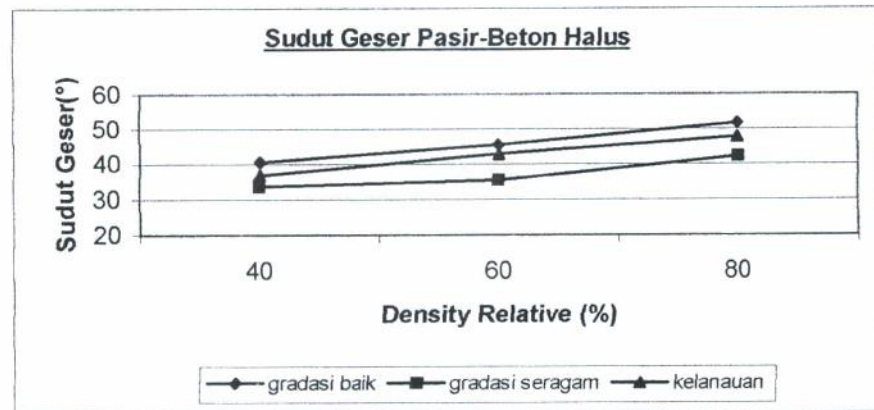
## IV.2 KUAT GESER ANTARA PASIR DAN MATERIAL PONDASI

Penelitian ini dilakukan untuk mempelajari perilaku interface antara pasir dengan berbagai macam material pondasi serta mempelajari perilaku mendasar tentang system tanah dan material pondasi yaitu mobilisasi friksi interface, dengan menggunakan uji geser langsung.

### IV.2.1. Kuat Geser antara Pasir dan Beton permukaan Halus

Tabel 4.5. Sudut Geser Pasir-Beton Halus( $^{\circ}$ ), pada masing-masing Density Relative dan masing-masing gradasi

Density Relative ( $D_r$ ), (%)	Sudut geser pada gradasi		
	Baik	Seragam	Kelanauan
40	40.620	33.524	36.727
60	45.584	35.356	42.923
80	51.862	42.227	47.941



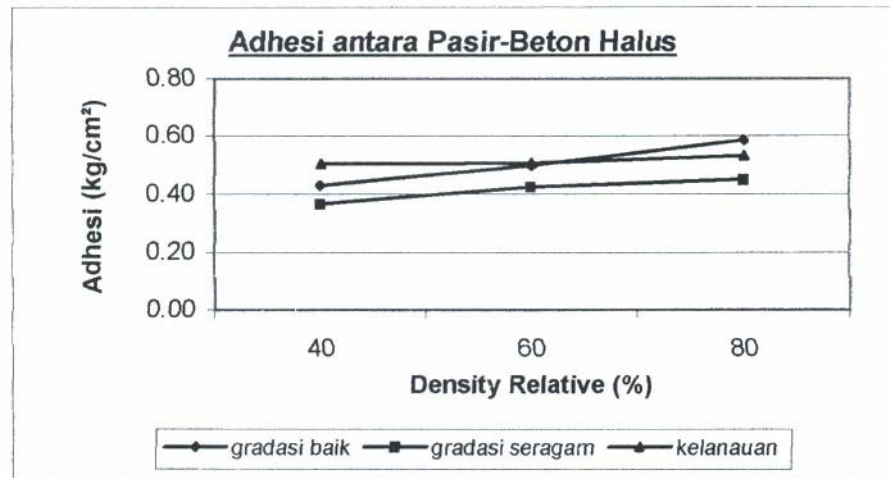
Gambar 4.6. Hubungan antara Sudut Geser Pasir-Beton Halus,  $\delta$  vs Density Relative pada beberapa kondisi pasir

Formulasi garis Sudut Geser Pasir-Beton permukaan Halus :

- Pasir bergradasi Baik :  $\delta = 5.621 \text{ Dr} + 34.780$
- Pasir bergradasi Seragam :  $\delta = 4.352 \text{ Dr} + 28.333$
- Pasir kelanauan :  $\delta = 5.607 \text{ Dr} + 31.316$

Tabel 4.6. Adhesi Pasir-Beton Halus, ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ), pada masing-masing Density Relative dan masing-masing gradasi

Density Relative (Dr), (%)	Gradasi Butiran Pasir		
	Baik	Seragam	Kelanauan
40	0.4297	0.3659	0.5023
60	0.4970	0.4253	0.5053
80	0.5843	0.4495	0.5297



Gambar 4.7. Hubungan antara Adhesi Pasir-Beton Halus dan Density Relative pada beberapa kondisi pasir

Formulasi garis Adhesi Pasir-Beton permukaan Halus :

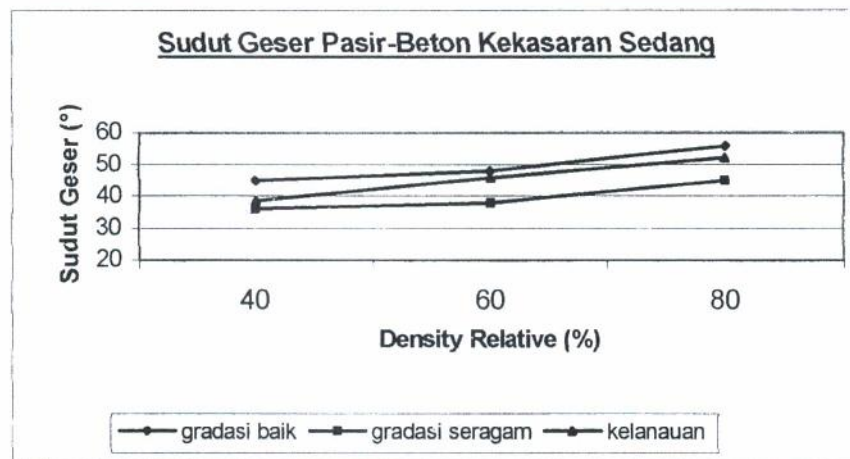
- Pasir bergradasi Baik :  $Ca = 0.0773 Dr + 0.3491$
- Pasir bergradasi Seragam :  $Ca = 0.0418 Dr + 0.3300$
- Pasir kelanauan :  $Ca = 0.0137 Dr + 0.4850$



#### IV.2.2. Kuat Geser antara Pasir dan Beton Kekasaran Sedang

Tabel 4.7. Sudut Geser Pasir-Beton Kekasaran Sedang, (°)

Density Relative (Dr), (%)	Gradasi Butiran Pasir		
	Baik	Seragam	Kelanauan
40	44.914	35.965	38.562
60	47.889	37.837	45.635
80	55.799	44.729	52.012



Gambar 4.8. Hubungan antara Sudut Geser Pasir-Beton Kekasaran Sedang vs Density Relative pada beberapa kondisi pasir

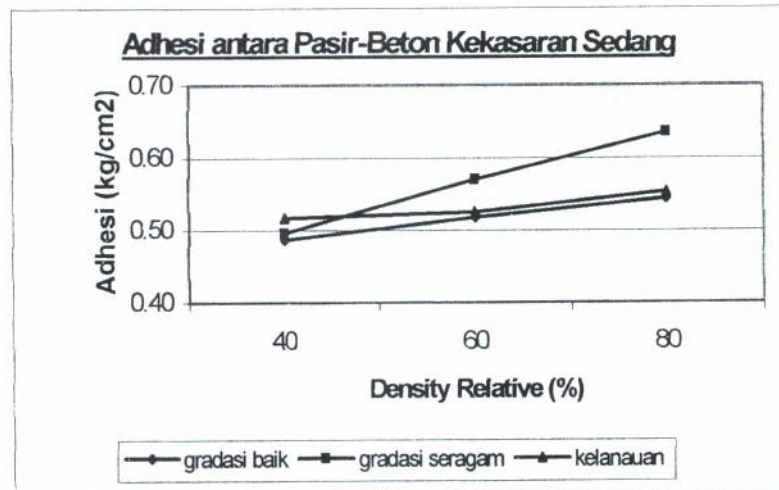
Formulasi garis Sudut Geser Pasir-Beton kekasaran Sedang (medium):

- Pasir bergradasi Baik :  $\delta = 5.443 \text{ Dr} + 38.649$
- Pasir bergradasi Seragam :  $\delta = 4.382 \text{ Dr} + 30.746$
- Pasir kelanauan :  $\delta = 6.725 \text{ Dr} + 31.953$

Tabel 4.8. Adhesi Pasir-Beton Kekasaran Sedang, (kg/cm<sup>2</sup>)

Density Relative (Dr), (%)	Gradasi Butiran Pasir		
	Baik	Seragam	Kelanauan
40	0.4872	0.4959	0.5170
60	0.5177	0.5708	0.5251
80	0.5440	0.6350	0.5533





Gambar 4.9. Hubungan Adhesi Pasir-Beton Kekasaran Sedang vs Density Relative pada beberapa kondisi pasir

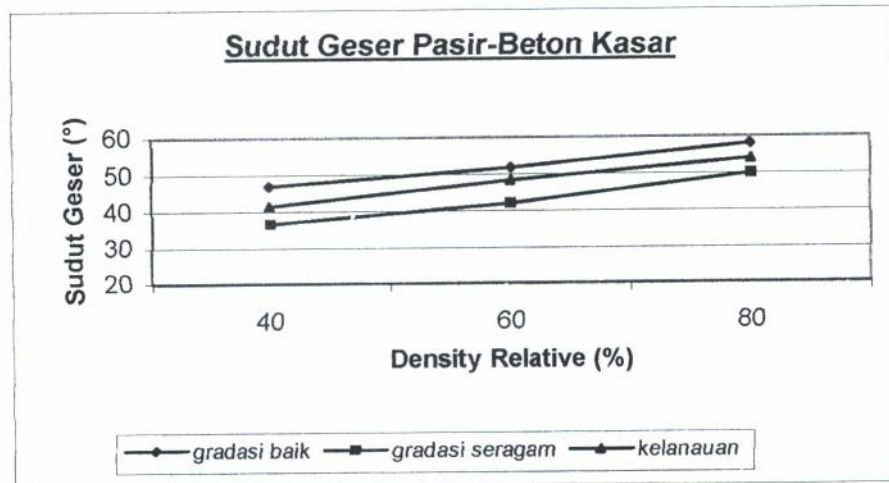
Formulasi garis Nilai Adhesi Pasir-Beton Kekasaran Sedang (medium):

- Pasir bergradasi Baik :  $Ca = 0.0284 Dr + 0.4595$
- Pasir bergradasi Seragam :  $Ca = 0.0695 Dr + 0.4281$
- Pasir kelanauan :  $Ca = 0.0181 Dr + 0.4955$

#### IV.2.3. Kuat Geser antara Pasir-Beton Permukaan Kasar

Tabel 4.9. Sudut Geser Pasir-Beton Permukaan Kasar, (°)

Density Relative (Dr), (%)	Gradasi Butiran Pasir		
	Baik	Seragam	Kelanauan
40	46.923	36.601	41.406
60	51.704	41.965	48.329
80	57.972	49.837	53.863



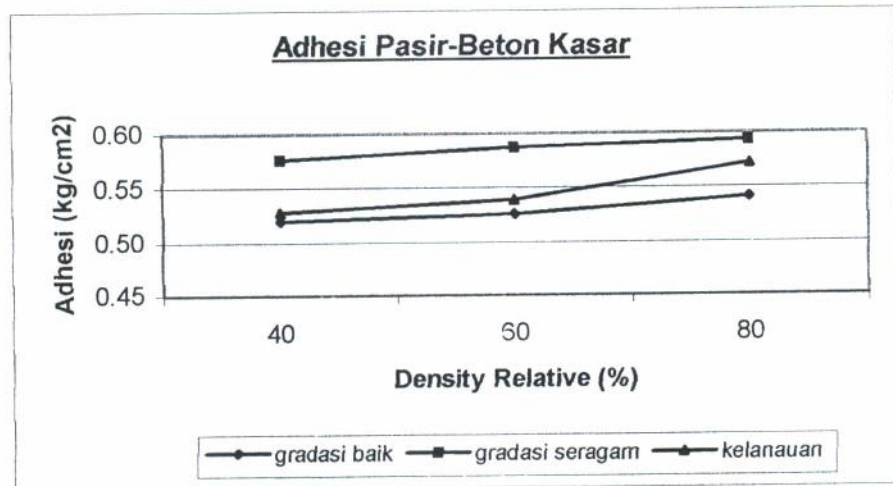
Gambar 4.10. Hubungan sudut geser Pasir-Beton Kasar vs Density Relative pada beberapa kondisi pasir

Formulasi garis Sudut Geser Pasir-Beton permukaan Kasar :

- Pasir bergradasi Baik :  $\delta = 5.525 Dr + 41.151$
- Pasir bergradasi Seragam :  $\delta = 6.618 Dr + 29.565$
- Pasir kelanauan :  $\delta = 6.229 Dr + 35.409$

Tabel 4.10. Adhesi Pasir-Beton Permukaan Kasar, (kg/cm<sup>2</sup>)

Density Relative (Dr), (%)	Gradasi Butiran Pasir		
	Baik	Seragam	Kelanauan
40	0.5196	0.5763	0.5280
60	0.5259	0.5868	0.5393
80	0.5409	0.5932	0.5719



Gambar 4.11. Hubungan adhesi Pasir-Beton Kasar vs Density Relative pada beberapa kondisi pasir

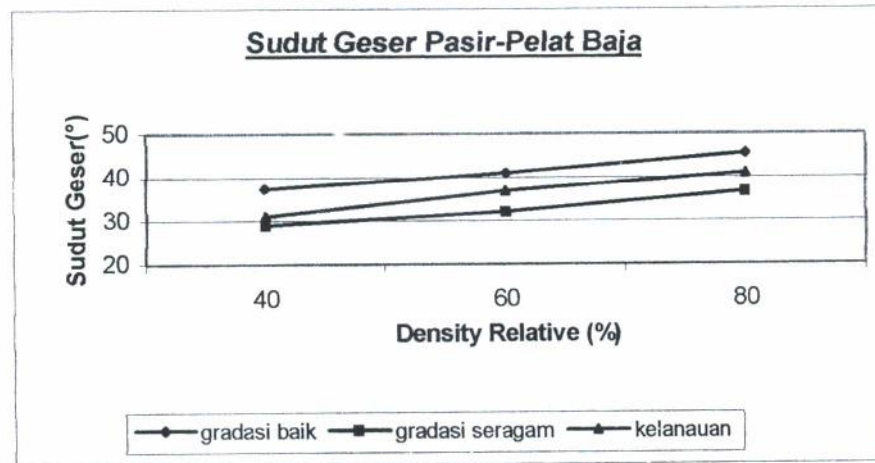
Formulasi garis nilai Adhesi Pasir-Beton permukaan Kasar:

- Pasir bergradasi Baik :  $Ca = 0.0106 Dr + 0.5075$
- Pasir bergradasi Seragam :  $Ca = 0.0084 Dr + 0.5685$
- Pasir kelanauan :  $Ca = 0.0220 Dr + 0.5025$

#### IV.2.4. Kuat Geser antara Pasir-Pelat Baja

Tabel 4.11. Sudut Geser Pasir-Pelat Baja, (°)

Density Relative (Dr), (%)	Gradasi Butiran Pasir		
	Baik	Seragam	Kelempungan
40	37.347	28.947	31.069
60	41.075	32.009	36.976
80	45.488	36.759	41.027



Gambar 4.12. Hubungan antara Sudut Geser Pasir-Pelat Baja vs Density Relative pada beberapa kondisi pasir

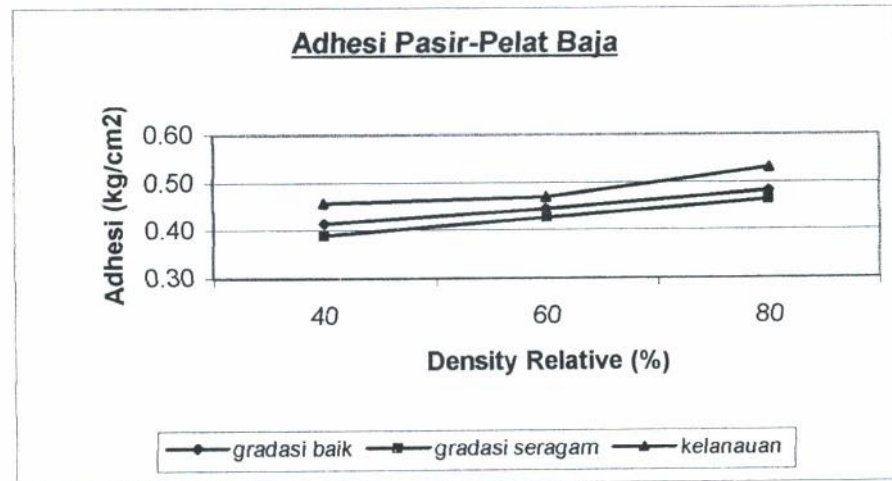
Formulasi garis Sudut Geser Pasir-Pelat Baja :

- Pasir bergradasi Baik :  $\delta = 4.071 Dr + 33.162$
- Pasir bergradasi Seragam :  $\delta = 3.906 Dr + 24.760$
- Pasir kelanauan :  $\delta = 4.979 Dr + 26.399$

Tabel 4.12. Adhesi Pasir-Pelat Baja, (kg/cm<sup>2</sup>)

Density Relative (Dr), (%)	Gradasi Butiran Pasir		
	Baik	Seragam	Kelempungan
40	0.4142	0.3900	0.4572
60	0.4449	0.4266	0.4698
80	0.4824	0.4643	0.5297





Gambar 4.13. Hubungan adhesi pasir-Pelat Baja vs Density Relative pada beberapa kondisi pasir

Formulasi garis nilai Adhesi Pasir-Pelat Baja :

- Pasir bergradasi Baik :  $Ca = 0.0341 Dr + 0.3790$
- Pasir bergradasi Seragam :  $Ca = 0.0372 Dr + 0.3527$
- Pasir kelanauan :  $Ca = 0.0362 Dr + 0.4131$

Beberapa hal yang dapat diketahui dari hubungan-hubungan diatas :

- Dari hubungan sudut geser-Density Relative:

Pasir yang memiliki variasi butiran yang lebih banyak, yaitu pasir bergradasi baik, memiliki nilai sudut geser yang lebih baik.

- Dari hubungan adhesi-Density Relative:

Kandungan lanau dalam pasir memiliki pengaruh yang cukup besar dalam menentukan nilai kohesi.



- Kenaikan kadar kepadatan Relatif (Density Relative), untuk pembebanan pada gradasi pasir yang sama akan memberikan kenaikan tegangan geser runtuh.
- Dari semua hubungan-hubungan diatas dapat terlihat secara umum bahwa tahanan geser pada beton dengan permukaan halus memiliki nilai yang lebih rendah dari beton dengan kekasaran sedang (medium) ataupun dengan beton permukaan kasar. Hal ini menunjukkan bahwa nilai kuat geser yang terjadi akan cenderung meningkat sejalan dengan semakin kasarnya suatu permukaan.
- Dari selubung keruntuhan (failure envelope) untuk tiap-tiap tipe uji, terlihat bahwa seluruh interface pasir-material pondasi memberikan nilai sudut geser  $\delta$  yang lebih rendah bila dibandingkan dengan nilai sudut geser internal tanah  $\phi$ . Hal ini disebabkan karena pada pertemuan antara permukaan material pondasi dan pasir (garis geser), tidak lagi terdapat interlocking (keterikatan) antar partikel sebesar yang terjadi apabila pada pasir saja.



### IV.3 FAKTOR KOREKSI KUAT GESER ANTARA PASIR-MATERIAL PONDASI

Tabel 4.13. Nilai Sudut Geser ( $^{\circ}$ ) dan ratio

P-gradasi BAIK	Pasir-Pasir	Ratio	Btn.Halus-Pasir	Ratio	Btn.Kksran Sedang-Pasir	Ratio	Btn.Kasar-Pasir	Ratio	Pelat Baja-Pasir
40	54.831	0.7408	40.620	0.8191	44.914	0.8558	46.923	0.6811	37.347
60	60.861	0.7490	45.584	0.7869	47.889	0.8495	51.704	0.6749	41.075
80	67.471	0.7687	51.862	0.8270	55.799	0.8592	57.972	0.6742	45.488
Rata-rata		0.7528		0.8110		0.8548		0.6767	
<b>P-gradasi Seragam</b>									
40	47.744	0.7022	33.524	0.7533	35.965	0.7666	36.601	0.6063	28.947
60	51.932	0.6808	35.356	0.7286	37.837	0.8081	41.965	0.6164	32.009
80	59.465	0.7101	42.227	0.7522	44.729	0.8381	49.837	0.6182	36.759
Rata-rata		0.6977		0.7447		0.8043		0.6136	
<b>P. Kelanaan</b>									
40	49.600	0.7405	36.727	0.7775	38.562	0.8348	41.406	0.6264	31.069
60	58.897	0.7288	42.923	0.7748	45.635	0.8206	48.329	0.6278	36.976
80	65.784	0.7281	47.941	0.7907	52.012	0.8188	53.863	0.6237	41.027
Rata-rata		0.7327		0.7810		0.8247		0.6260	

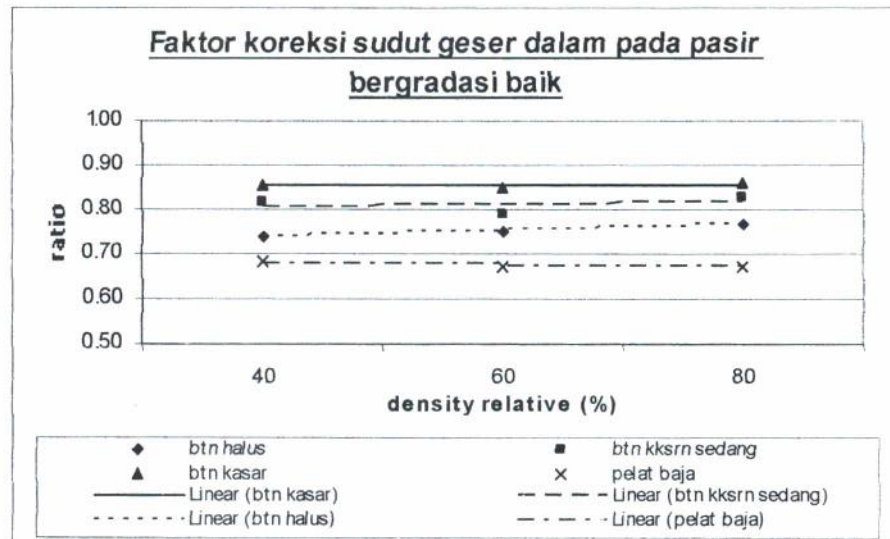


Pengaruh Kekasaran Tiang Pancang dan Gradasi Tanah Pasir terhadap Daya Dukung Pondasi

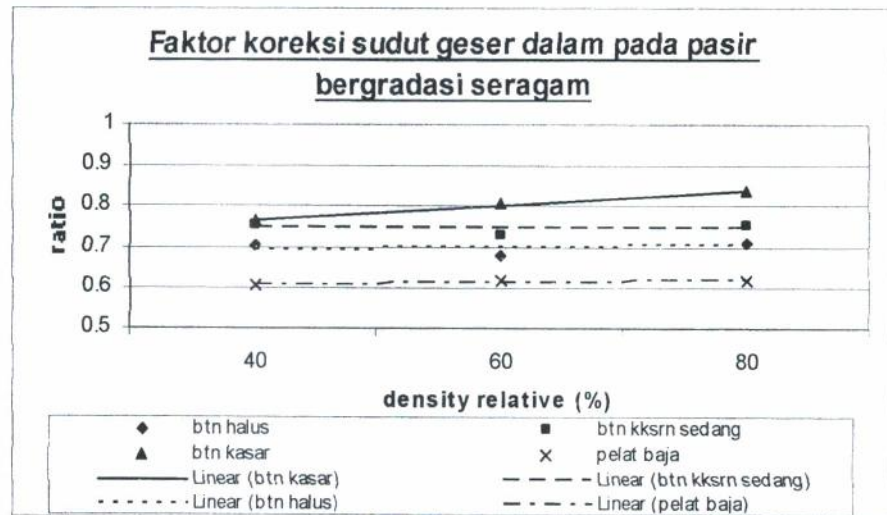
Tabel 4.14. Nilai Kohesi dan Adhesi serta rasio

Dr Pasir Bergradasi Baik	Pasir-Pasir (°)	Ratio	Btn Halus-Pasir (°)	Ratio	Btn K.Sedang-Pasir (°)	Ratio	Btn Kasar-Pasir (°)	Ratio	P/t Baja-Pasir (°)
40	0.0519	8.279	0.4297	9.387	0.4872	10.173	0.5280	7.981	0.4142
60	0.0710	7.000	0.4970	7.292	0.5177	7.596	0.5393	6.266	0.4449
80	0.0864	6.763	0.5843	6.296	0.5440	6.619	0.5719	5.583	0.4824
Rata-rata		<b>7.347</b>		<b>7.658</b>		<b>8.129</b>		<b>6.610</b>	
<b>Dr Pasir Bergradasi Seragam</b>									
40	0.0742	4.925	0.3654	6.683	0.4959	7.767	0.5763	5.256	0.3900
60	0.0802	5.303	0.4253	7.117	0.5708	7.317	0.5868	5.319	0.4266
80	0.0936	4.513	0.4495	6.376	0.6350	5.956	0.5932	4.662	0.4643
Rata-rata		<b>4.914</b>		<b>6.725</b>		<b>7.013</b>		<b>5.079</b>	
<b>Dr Pasir Kelanauan</b>									
40	0.2068	2.187	0.4523	2.500	0.5170	2.513	0.5196	2.196	0.4542
60	0.2177	2.321	0.5053	2.412	0.5251	2.416	0.5259	2.158	0.4698
80	0.2319	2.284	0.5297	2.386	0.5533	2.332	0.5409	2.284	0.5297
Rata-rata		<b>2.264</b>		<b>2.433</b>		<b>2.420</b>		<b>2.213</b>	

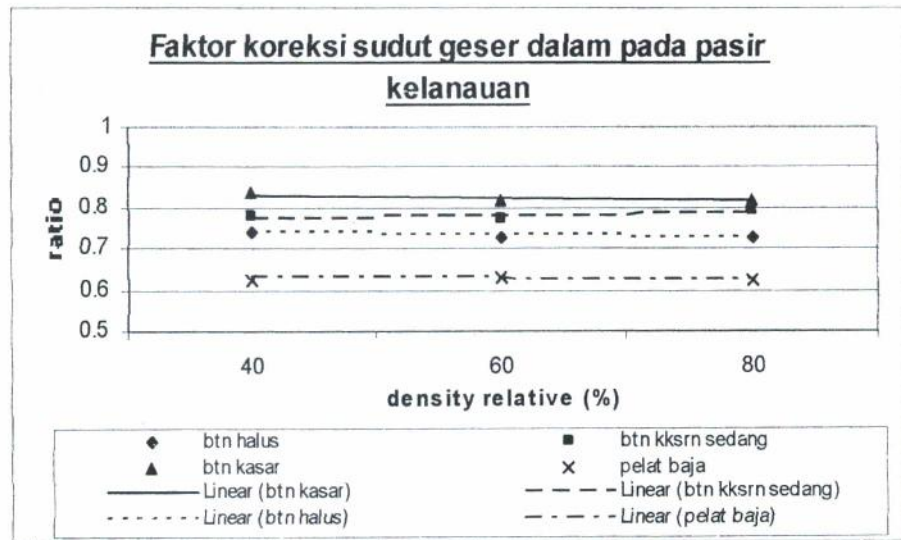




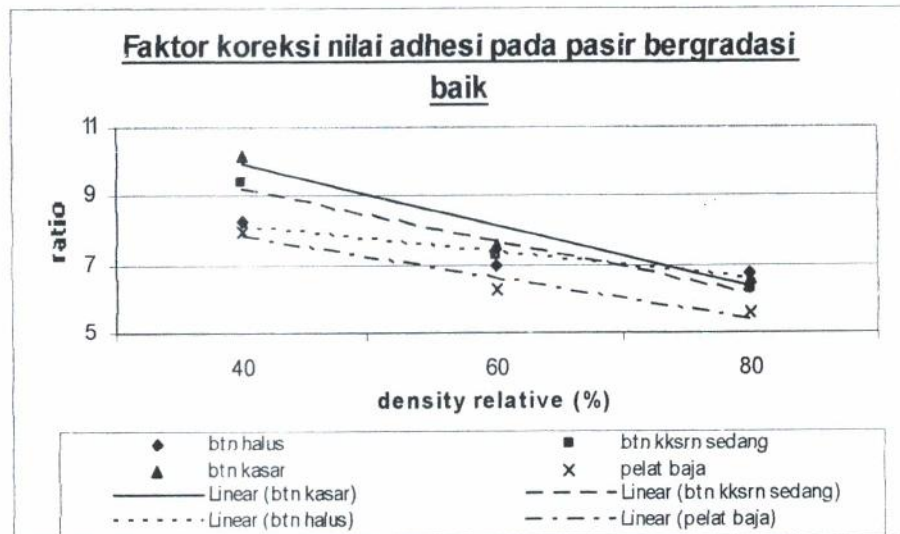
Gambar 4.14. Hubungan ratio faktor koreksi sudut geser dalam vs Density Relative pada pasir bergradasi baik



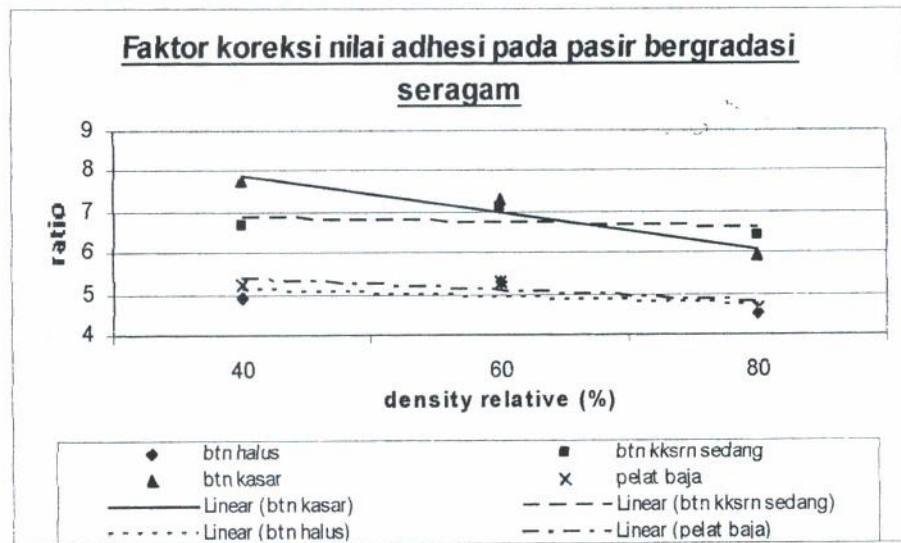
Gambar 4.15. Hubungan ratio faktor koreksi sudut geser dalam vs Density Relative pada pasir bergradasi seragam



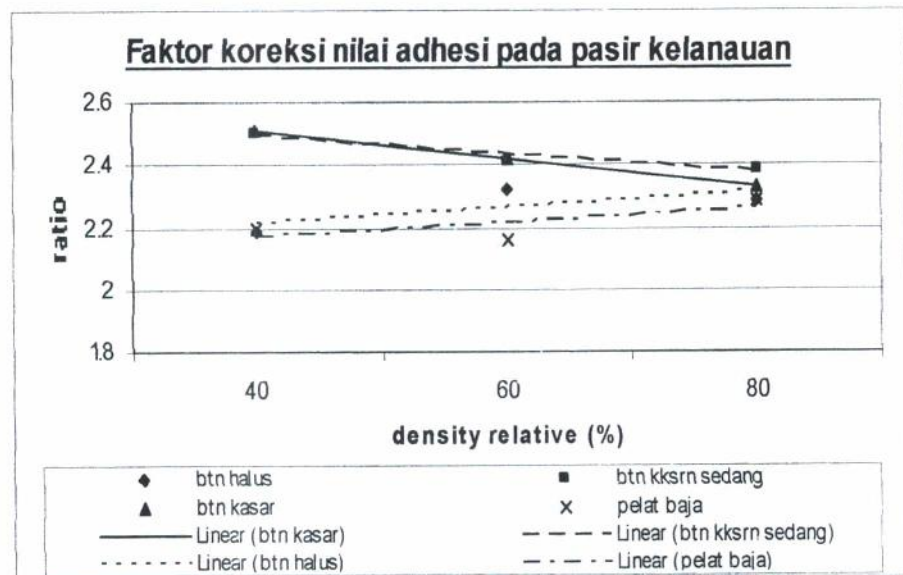
Gambar 4.16. Hubungan ratio faktor koreksi sudut geser dalam vs Density Relative pada pasir kelanauan



Gambar 4.17. Hubungan ratio faktor koreksi nilai adhesi vs Density Relative pada pasir bergradasi baik



Gambar 4.18. Hubungan ratio faktor koreksi nilai adhesi vs Density Relative pada pasir bergradasi seragam



Gambar 4.19. Hubungan ratio faktor koreksi nilai adhesi vs Density Relative pada pasir kelanauan



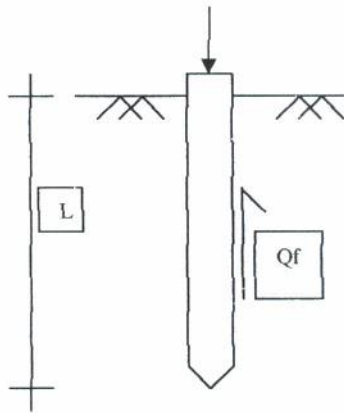
- Nilai rasio factor koreksi kuat geser antara pelat baja-pasir ternyata memiliki nilai yang lebih rendah bila dibandingkan dengan rasio factor koreksi kuat geser antara beton-pasir. Hal ini dikarenakan pelat baja memiliki permukaan yang lebih halus bila dibandingkan dengan permukaan beton.
- Nilai rasio factor koreksi adhesi ternyata memiliki nilai yang lebih besar dari 1 (satu), yang berarti bahwa adhesi memiliki nilai yang lebih besar dari kohesi. Hal ini disebabkan karena pada saat pengujian, material pondasi bersifat kaku/tidak bergerak sehingga partikel yang bergerak hanyalah partikel butiran pasir saja. Hal ini menyebabkan pergerakan relative partikel pasir yang terjadi lebih kecil bila dibandingkan dengan pengujian pada pasir saja.
- Jika dibandingkan dengan factor koreksi untuk material beton yang diberikan oleh Broms, yaitu sebesar  $3/4\phi$ , maka yang memiliki nilai yang mendekati adalah rasio factor koreksi untuk beton permukaan halus-Pasir bergradasi baik. Untuk permukaan yang lebih kasar, rasio factor koreksi juga cenderung meningkat.





#### IV.4. APLIKASI SOAL

Bila diketahui seperti dibawah ini :



$P_c$	$= 15 \text{ t/m}^2$
$\gamma$	$= 1.7 \text{ t/m}^3$
$C_u$	$= 0.52 \text{ t/m}^2$
$\Phi$	$= 30^\circ$
$\alpha$	$= 0.9$
$D$	$= 40/40$

Ditanya : Daya Dukung Tiang Pancang berdasarkan :

- Teori Broms
- Hasil Pengujian, dengan berbagai variasi

Penyelesaian :

$$\begin{aligned} - P &= \pi \cdot D &= \pi \times 0.4 &= 1.256 \text{ m} \\ - A_s &= P \times L &= 1.256 \times 12 &= 15.072 \text{ m}^2 \\ - P_o &= \gamma \times h &= 1.7 \times 6 &= 10.2 \text{ t/m}^2 \\ - OCR &= P_c/P_o &= 15/10.2 &= 1.471 \\ - K_o &= (1 - \sin \varphi) \sqrt{OCR} &= 0.6064 \\ - q (L \text{ dianggap 1 lapisan}) &= \gamma \times h &= 10.2 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

a. Menurut Teori Broms :

Tiang beton :

$$\delta = \frac{3}{4} \varphi = \frac{3}{4} \times 30^\circ = 22.5^\circ$$

$$\begin{aligned} Q_{fu} &= \alpha \cdot C_u \cdot A_s + K_o \cdot q \cdot \tan \delta \cdot A_s \\ &= 0.9 \times 0.52 \times 15.072 + 0.6064 \times 10.2 \times \tan 22.5 \times 15.072 \\ &= 45.6686 \text{ t} \end{aligned}$$

Tiang Baja :

$$\delta = 20^\circ$$

$$Q_{fu} = 40.9846 \text{ t}$$



b. Menurut Hasil Pengujian, dengan masing-masing variasi:

- Pasir Bergradasi Baik

- Beton Permukaan Halus

$$\delta = 0.7528 \varphi = 22.584^\circ$$

$$Q_{fu} = 45.8288 \text{ t}$$

- Beton Kekasaran Sedang

$$\delta = 0.8110 \varphi = 24.33^\circ$$

$$Q_{fu} = 49.2050 \text{ t}$$

- Beton Permukaan Kasar

$$\delta = 0.8548 \varphi = 25.644^\circ$$

$$Q_{fu} = 51.8075 \text{ t}$$

- Pelat Baja

$$\delta = 0.6767 \varphi = 20.301^\circ$$

$$Q_{fu} = 41.5403 \text{ t}$$

- Pasir Bergradasi Seragam

- Beton Permukaan Halus

$$\delta = 0.6977 \varphi = 20.931^\circ$$

$$Q_{fu} = 42.7105 \text{ t}$$

- Beton Kekasaran Sedang

$$\delta = 0.7447 \varphi = 22.341^\circ$$

$$Q_{fu} = 45.3658 \text{ t}$$

- Beton Permukaan Kasar

$$\delta = 0.8043 \varphi = 24.129^\circ$$

$$Q_{fu} = 48.8117 \text{ t}$$

- Pelat Baja

$$\delta = 0.6136 \varphi = 18.408^\circ$$

$$Q_{fu} = 38.0798 \text{ t}$$

- Pasir Kelanauan

- Beton Permukaan Halus

$$\delta = 0.7327 \varphi = 21.981^\circ$$

$$Q_{fu} = 44.6829 \text{ t}$$



## Pengaruh Kekasaran Tiang Pancang dan Gradasi Tanah Pasir terhadap Daya Dukung Pondasi

---

- Beton Kekasaran Sedang  
 $\delta = 0.7810 \varphi = 23.43^\circ$   
 $Q_{fu} = 47.4535 \text{ t}$
- Beton Permukaan Kasar  
 $\delta = 0.8247 \varphi = 24.741^\circ$   
 $Q_{fu} = 50.013 \text{ t}$
- Pelat Baja  
 $\delta = 0.6260 \varphi = 18.78^\circ$   
 $Q_{fu} = 38.7536 \text{ t}$

Dari hasil-hasil yang didapat terlihat bahwa hasil perhitungan berdasarkan hasil pengujian memiliki nilai yang cukup besar bila dibandingkan dengan hasil perhitungan berdasarkan teori Broms. Dan juga ternyata variasi-variasi yang dilakukan terhadap material pasir maupun material tiang pondasi cukup berpengaruh terhadap hasil perhitungan.



ISTN





## BAB V

### KESIMPULAN

#### V.1. KESIMPULAN

Perilaku interface dan proses parameter kuat geser yang diamati dari pengujian geser langsung pada interface pasir-material beton telah dilakukan dan dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

##### 1. Pada uji geser pasir :

- Pada Kadar Density Relative yang sama, kepadatan kering pasir bergradasi baik bernilai lebih besar bila dibandingkan dengan kepadatan kering pasir bergradasi seragam, sedangkan kepadatan kering pasir Kelanauan bernilai diantaranya (lebih besar dari pasir bergradasi seragam namun lebih kecil dari pasir bergradasi baik).
- Kenaikan kadar Density Relative ( $D_r$ ) untuk pembebanan pada jenis gradasi pasir yang sama akan memberikan kenaikan tegangan geser runtuh sehingga memiliki nilai sudut geser dalam yang juga akan semakin meningkat (besar).
- Ukuran dan variasi butiran mempengaruhi nilai kuat geser, dimana tanah pasir bergradasi baik memiliki nilai sudut geser dalam yang lebih besar jika dibandingkan dengan pasir bergradasi seragam atau pasir kelanauan.
- Kandungan lanau pada pasir memberikan pengaruh yang cukup besar. Terlihat bahwa nilai kohesi pada pasir kelanauan memiliki nilai yang lebih besar bila dibandingkan dengan pasir bergradasi baik atau pasir bergradasi seragam.



- Peningkatan-peningkatan yang terjadi yang bersangkutan dengan kepadatan dan gradasi dapat dilihat pada table 5.1. Formulasi Sudut Geser, Kohesi dan Adhesi.

## 2. Pada Uji Geser Pasir-Material Pondasi :

- Parameter kuat geser antara pasir-material pondasi dipengaruhi oleh kekasaran permukaan pondasi.  
Pada permukaan halus (untuk pondasi tiang pancang), parameter kuat geser bernilai lebih kecil dari kekasaran sedang dan lebih kecil dari permukaan kasar (material untuk pondasi tiang bor).
- Ukuran dan variasi butiran mempengaruhi nilai kuat geser, dimana tanah pasir bergradasi baik memiliki tahanan geser selimut tiang yang lebih besar bila dibandingkan dengan tanah pasir yang bergradasi seragam ataupun pasir kelanauan.
- Nilai kuat geser pasir-pelat baja lebih kecil dibandingkan dengan kuat geser antara pasir-beton.

## 3. Faktor Koreksi Kuat Geser :

- Perilaku interface pasir-material pondasi menghasilkan nilai adhesi yang lebih besar bila dibandingkan dengan nilai kohesi yang terjadi pada perilaku interface pada pasir saja.
- Rasio faktor koreksi kuat geser antara pasir-pelat baja memiliki nilai yang lebih rendah bila dibandingkan dengan rasio factor koreksi kuat geser antara pasir-beton.



- Rasio perbandingan antara nilai sudut geser pasir-material,  $\delta$  dan sudut geser tanah internal,  $\phi$  memiliki nilai yang hampir sama yang diberikan oleh Broms, namun hanya memenuhi kriteria untuk beton permukaan halus, sedangkan untuk yang memiliki permukaan yang lebih kasar, rasio yang didapat juga menjadi lebih besar.



Tabel 5.1. Formulasi Sudut Geser, Kohesi dan Adhesi

Formulasi	Pasir-Pasir	Btn Halus-Pasir	Btn Kksrn.Sedang-Pasir	Btn Kasar-Pasir	Pelat Baja-Pasir
<b>Sudut Geser</b>					
Pasir Bergradasi Baik	$\phi = 6.320 \text{ Dr} + 48.414$	$\delta = 5.621 \text{ Dr} + 34.780$	$\delta = 5.443 \text{ Dr} + 38.649$	$\delta = 5.525 \text{ Dr} + 41.151$	$\delta = 4.071 \text{ Dr} + 33.162$
Pasir Bergradasi Seragam	$\phi = 5.861 \text{ Dr} + 41.326$	$\delta = 4.352 \text{ Dr} + 28.333$	$\delta = 4.382 \text{ Dr} + 30.746$	$\delta = 6.618 \text{ Dr} + 29.565$	$\delta = 3.906 \text{ Dr} + 24.760$
Pasir Kelanauan	$\phi = 8.092 \text{ Dr} + 41.910$	$\delta = 5.607 \text{ Dr} + 31.316$	$\delta = 6.725 \text{ Dr} + 31.953$	$\delta = 6.229 \text{ Dr} + 35.409$	$\delta = 4.979 \text{ Dr} + 26.399$
<b>Kohesi dan Adhesi</b>					
Pasir Bergradasi Baik	$c = 0.0173 \text{ Dr} + 0.0353$	$Ca = 0.0773 \text{ Dr} + 0.349$	$Ca = 0.0284 \text{ Dr} + 0.4595$	$Ca = 0.0106 \text{ Dr} + 0.5075$	$Ca = 0.0341 \text{ Dr} + 0.3790$
Pasir Bergradasi Seragam	$c = 0.0126 \text{ Dr} + 0.0595$	$Ca = 0.0418 \text{ Dr} + 0.330$	$Ca = 0.0695 \text{ Dr} + 0.4281$	$Ca = 0.0084 \text{ Dr} + 0.5685$	$Ca = 0.0372 \text{ Dr} + 0.3527$
Pasir Kelanauan	$c = 0.0126 \text{ Dr} + 0.1937$	$Ca = 0.0137 \text{ Dr} + 0.485$	$Ca = 0.0181 \text{ Dr} + 0.4955$	$Ca = 0.0220 \text{ Dr} + 0.5025$	$Ca = 0.0362 \text{ Dr} + 0.4131$

Tabel 5.2. Faktor Koreksi Kuat Geser Pasir-Material Pondasi

Faktor Koreksi	Ratio				
	Btn Halus-Pasir	Btn Kksrn.Sedang-Pasir	Btn Kasar-Pasir	Pelat Baja-Pasir	
<b>Sudut Geser</b>					
Pasir Bergradasi Baik	0.75	0.81	0.86	0.68	
Pasir Bergradasi Seragam	0.70	0.75	0.80	0.61	
Pasir Kelanauan	0.73	0.78	0.83	0.63	
<b>Kohesi dan Adhesi</b>					
Pasir Bergradasi Baik	7.35	7.66	8.13	6.61	
Pasir Bergradasi Seragam	4.91	6.73	7.01	5.08	
Pasir Kelanauan	2.26	2.43	2.42	2.21	





## V.2. SARAN

Setelah penelitian yang dilakukan oleh penulis, hendaknya ada pihak lain yang akan meneruskan penelitian ini dengan peralatan yang lebih baik. Mungkin dengan variasi yang berbeda, seperti: material yang berbeda ataupun jenis tanah yang berbeda. Sehingga diharapkan akan memperoleh hasil yang maksimal dan semakin banyak referensi-referensi yang dapat digunakan untuk menunjang nilai-nilai factor koreksi yang dipakai dalam perhitungan menggunakan rumus.



ISTN

## DAFTAR PUSTAKA

Tomlinson, M. J. (1977). "Pile Design and Construction Practice." 1<sup>st</sup> edition, A Viewpoint Publication, London, England.

American Society for Testing and Materials (ASTM), Annual Book of ASTM Standard. (1997), vol. 04.08.

Poulos, H. G. & Davis, E. H. (1980). "Pile Foundation Analysis and Design." 1<sup>st</sup> edition, John Wiley & Sons, New York.

Braja, M. Das. "Principles of Geotechnical Engineering." 2<sup>nd</sup> edition.

Joseph E. Bowles. (1991). "Analisis dan Desain Pondasi." Edisi ke-4, Erlangga.

Toolan, F. E., Lings, M. L., and Mirza, V. A. (1990). "An appraisal of API RP2A recommendations for determining skin friction of piles in Sand." Proc., 22<sup>nd</sup> off-shore Tech. Conf., Richardson, Tex., 33-42.

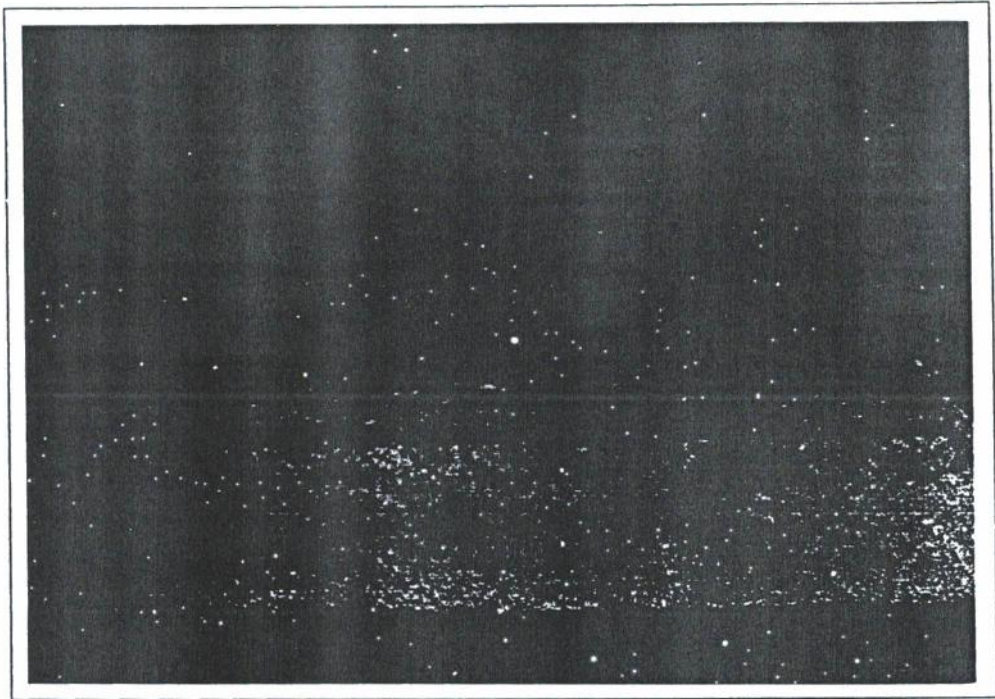
Bobby, H. (1082). "Solution of Problem in Soil Mechanics." b h c sutton

Lehane, B. M., Jardine, R. J., Bond, A. J., Frank, R. (1991). "Mechanisms of Shaft Friction in Sand from Instrumented Pile Tests."



ISTN

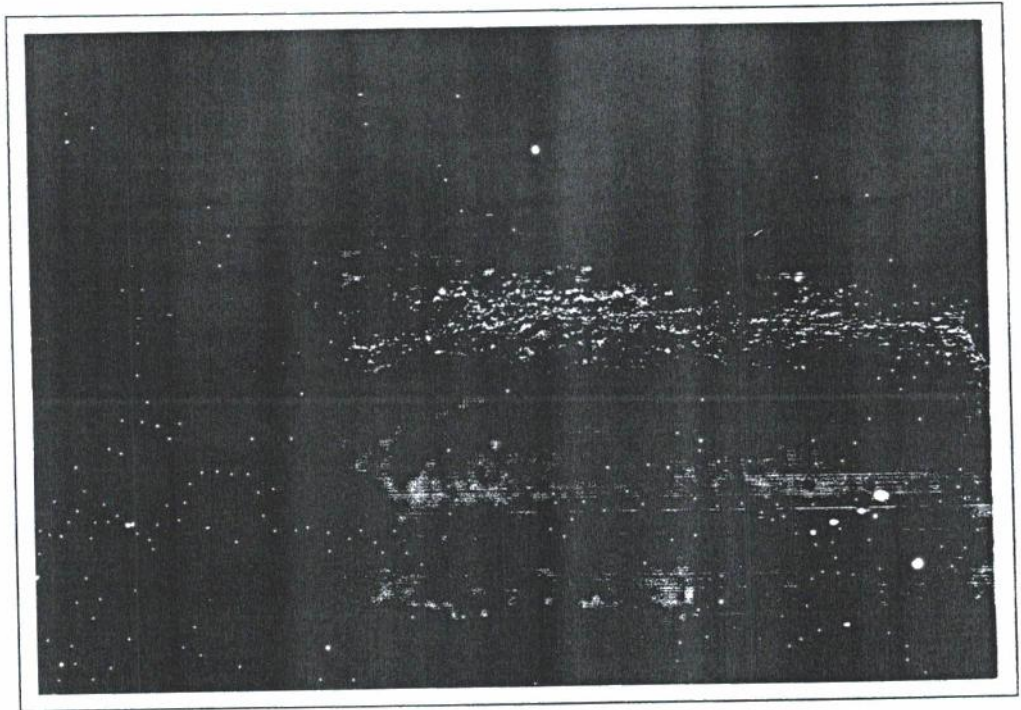




Gambar : Sampel Beton permukaan Halus



Gambar : Sampel Beton Kekasaran sedang (medium)

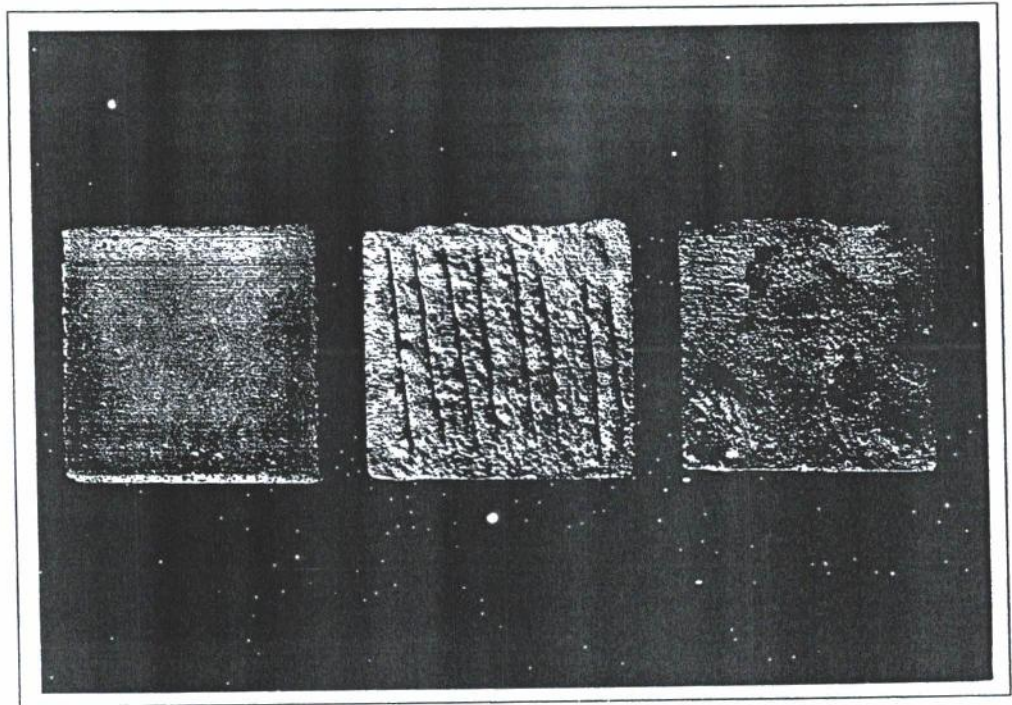


Gambar : Beton Permukaan Kasar

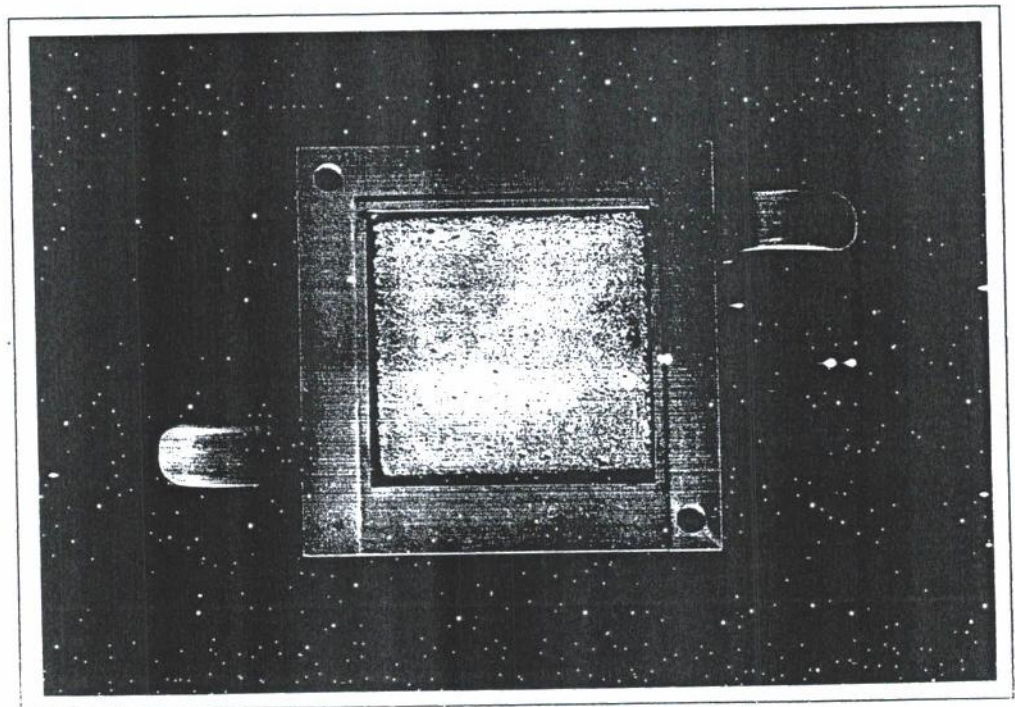


Gambar : Permukaan Pelat Baja

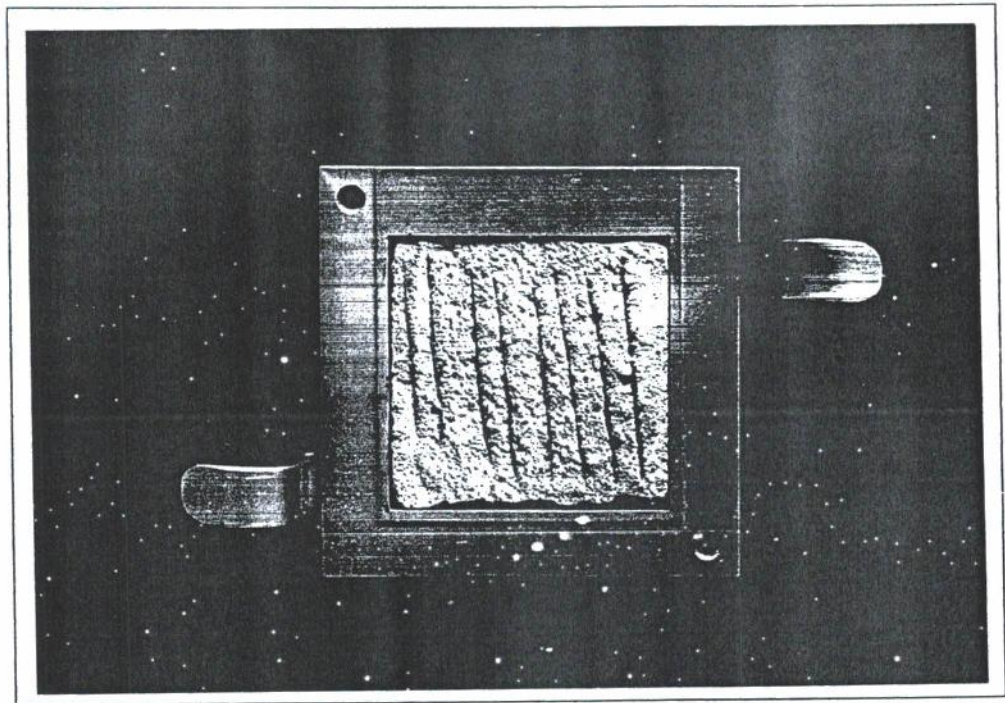




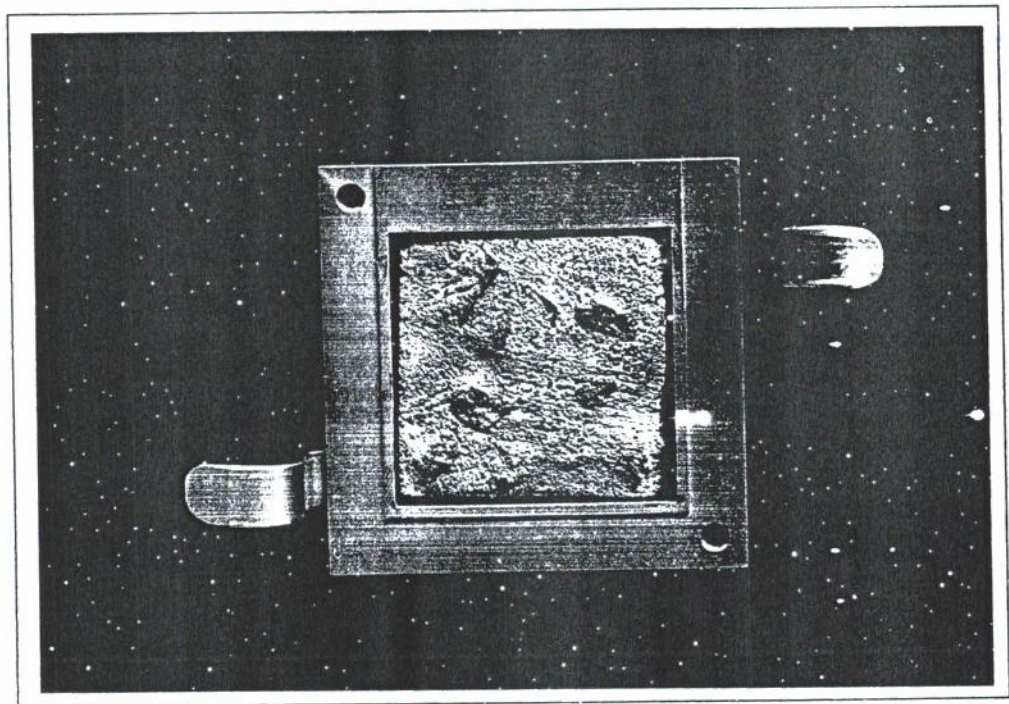
Gambar : Sampel Material Beton



Gambar : Sampel beton permukaan halus dalam Shearbox



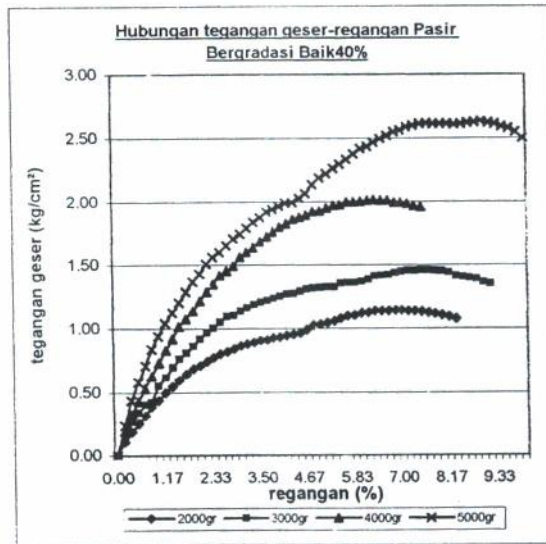
Gambar : Sampel beton kekasaran sedang dalam shearbox



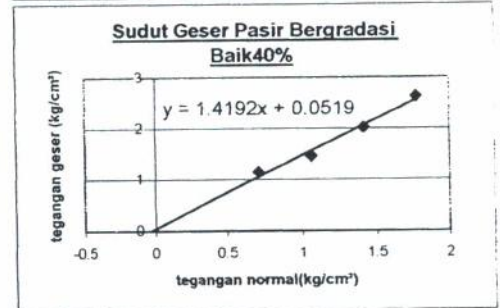
Gambar : Sampel beton permukaan kasar dalam shearbox



## Sudut Geser Pasir Bergradasi Baik

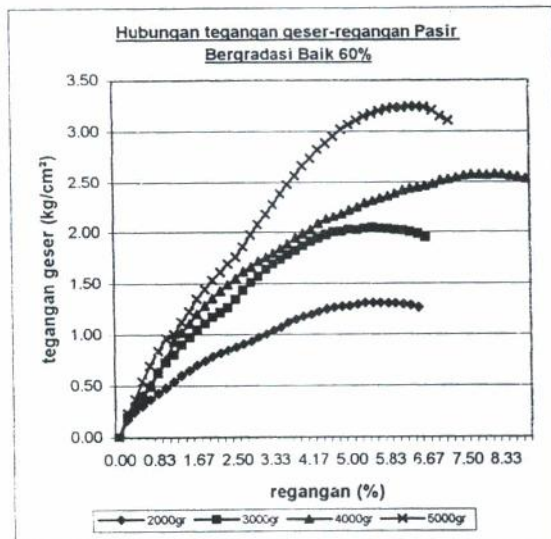


Tegangan Geser	Tegangan Normal
1.1435	0.7100
1.4581	1.0630
2.0162	1.4170
2.6306	1.7710

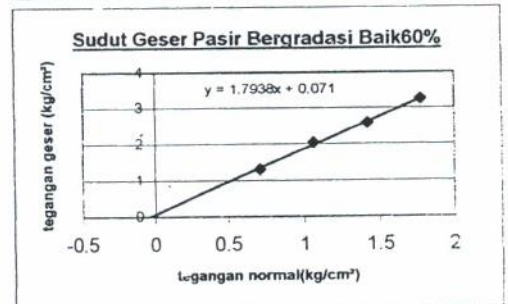


Dari grafik didapat :  
c (kohesi) = 0.0519

$$\phi = 54.831^\circ$$

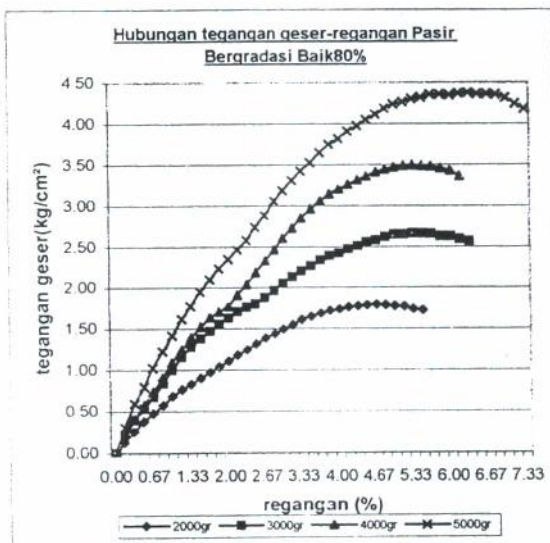


Tegangan Geser	Tegangan Normal
1.3081	0.71
2.0478	1.063
2.5819	1.417
3.245	1.771

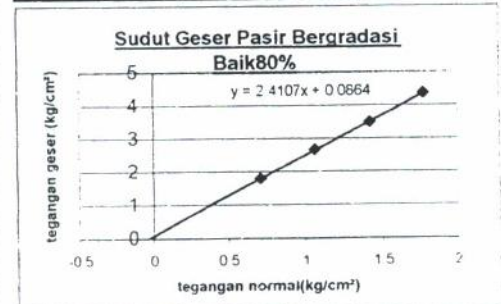


Dari grafik didapat:  
c (kohesi) = 0.071

$$\phi = 60.861^\circ$$



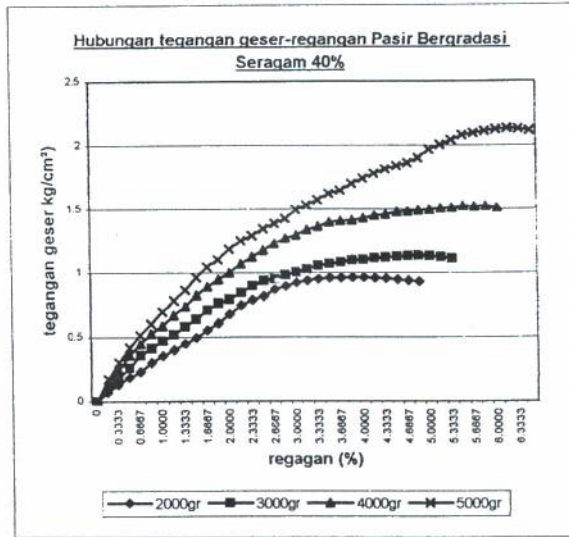
Tegangan Geser	Tegangan Normal
1.7924	0.71
2.6637	1.063
3.4898	1.417
4.3593	1.771



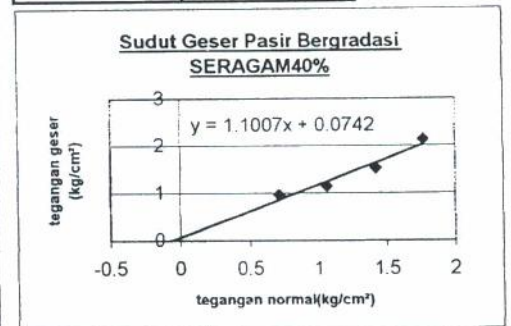
Dari grafik didapat:  
c (kohesi) = 0.0864

$$\phi = 67.471^\circ$$

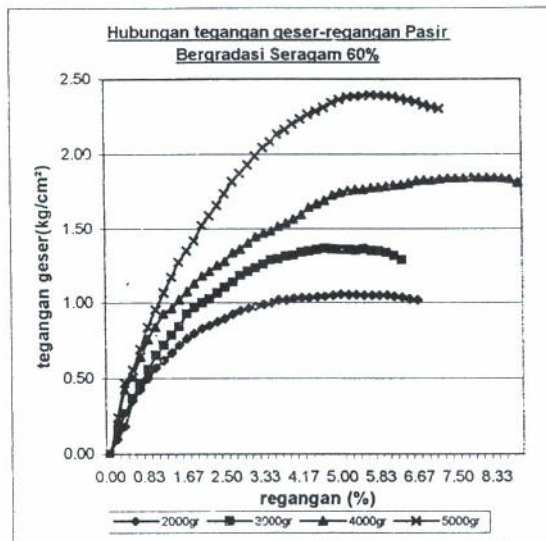
### Sudut Geser Pasir Bergradasi Seragam



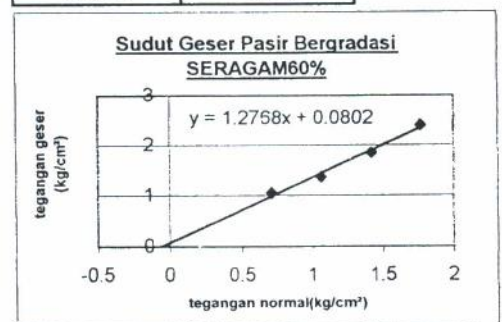
Tegangan Geser	Tegangan Normal
0.9645	0.71
1.1366	1.063
1.523	1.417
2.1332	1.771



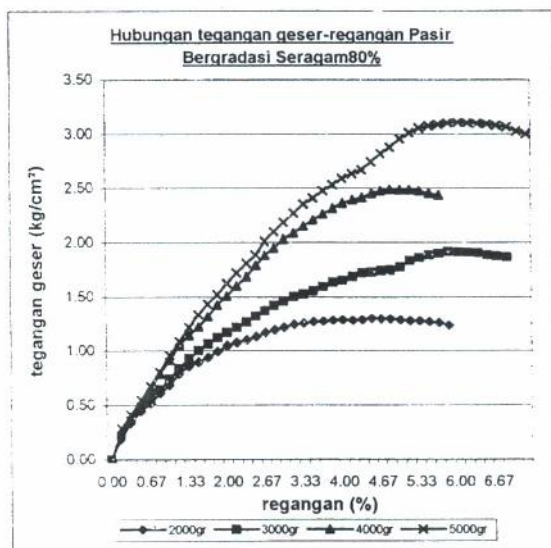
Dari grafik didapat :  
 c (kohesi) = 0.0742  
 $\phi = 47.744^\circ$



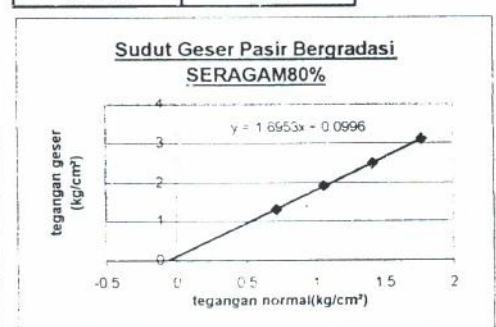
Tegangan Geser	Tegangan Normal
1.0514	0.71
1.3625	1.063
1.8453	1.417
2.3957	1.771



Dari grafik didapat:  
 c (kohesi) = 0.0802  
 $\phi = 51.932^\circ$

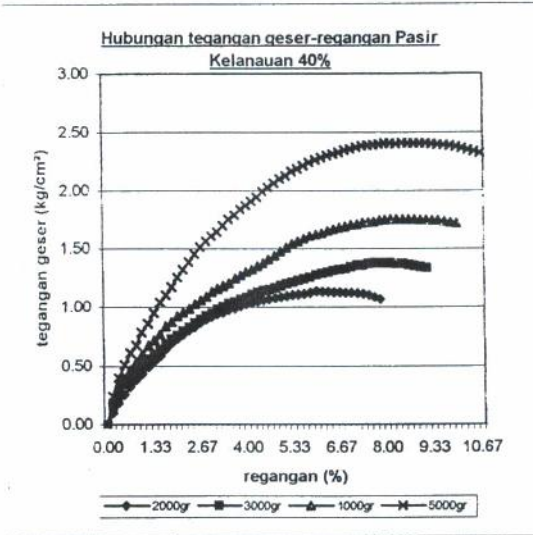


Tegangan Geser	Tegangan Normal
1.2986	0.71
1.9159	1.063
2.4876	1.417
3.1068	1.771

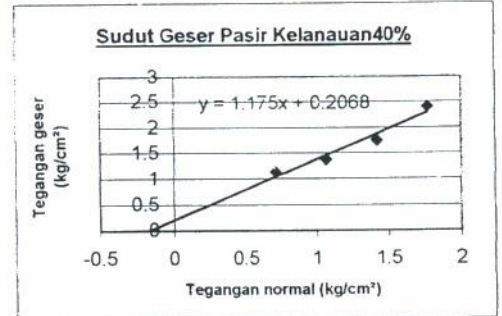


Dari grafik didapat:  
 c (kohesi) = 0.0996  
 $\phi = 59.465^\circ$

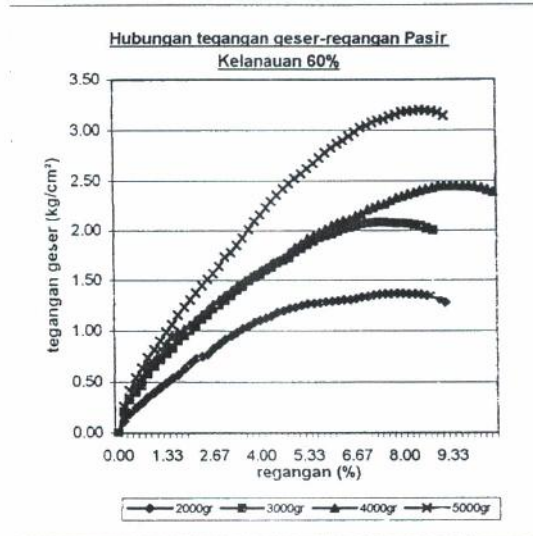
## Sudut Geser Pasir Kelanauan



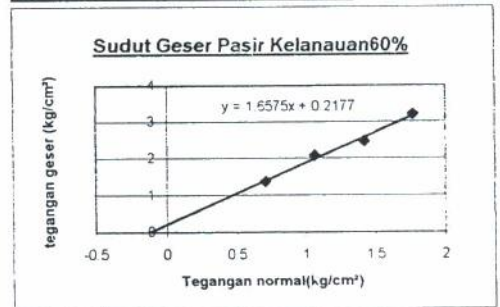
Tegangan Geser	Tegangan Normal
1.1348	0.71
1.3781	1.063
1.7461	1.417
2.3973	1.771



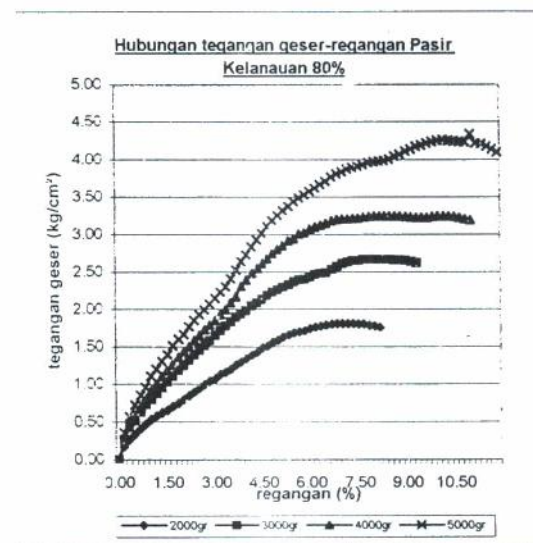
Dari grafik didapat:  
 $c$  (kohesi) = 0.2068  
 $\phi = 49.600^\circ$



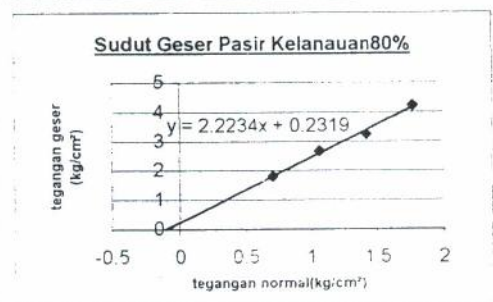
Tegangan Geser	Tegangan Normal
1.3726	0.71
2.069	1.063
2.4533	1.417
3.1987	1.771



Dari grafik didapat:  
 $c$  (kohesi) = 0.2177  
 $\phi = 58.897^\circ$



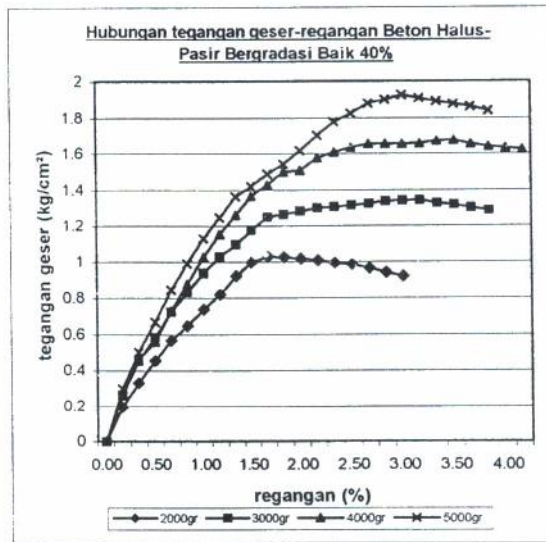
Tegangan Geser	Tegangan Normal
1.8067	0.71
2.67	1.063
3.2449	1.417
4.2365	1.771



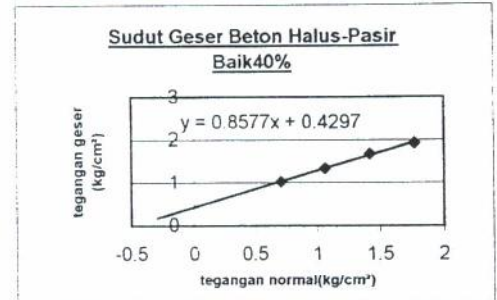
Dari grafik didapat:  
 $c$  (kohesi) = 0.2319  
 $\phi = 65.784^\circ$



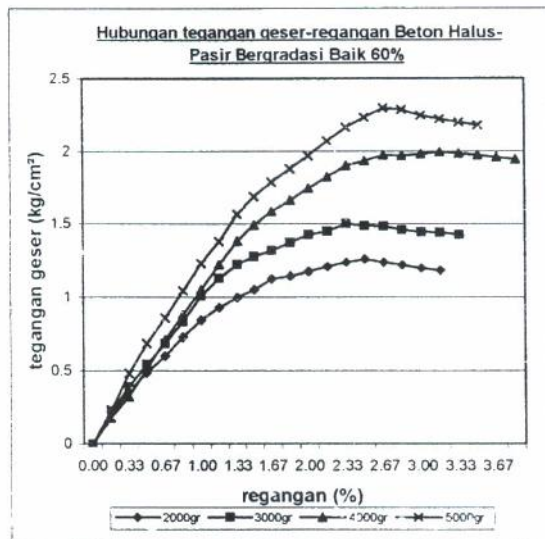
### Sudut Geser Beton Halus - Pasir Baik



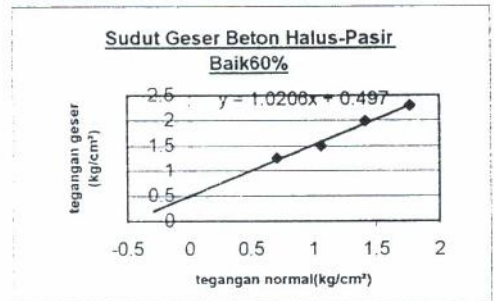
Tegangan geser	Tegangan Normal
1.0272	0.71
1.3432	1.063
1.676	1.417
1.9275	1.771



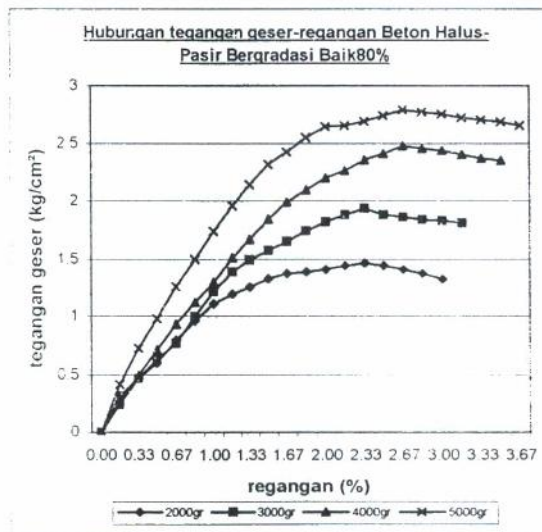
Dari grafik didapat:  
 c (kohesi) = 0.4297  
 $\phi = 40.62^\circ$



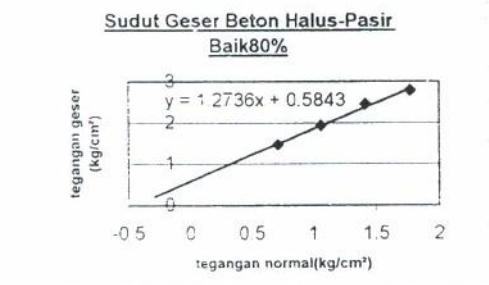
Tegangan geser	Tegangan Normal
1.2584	0.71
1.5009	1.063
1.9952	1.417
2.2969	1.771



Dari grafik didapat:  
 c (kohesi) = 0.497  
 $\phi = 45.584^\circ$



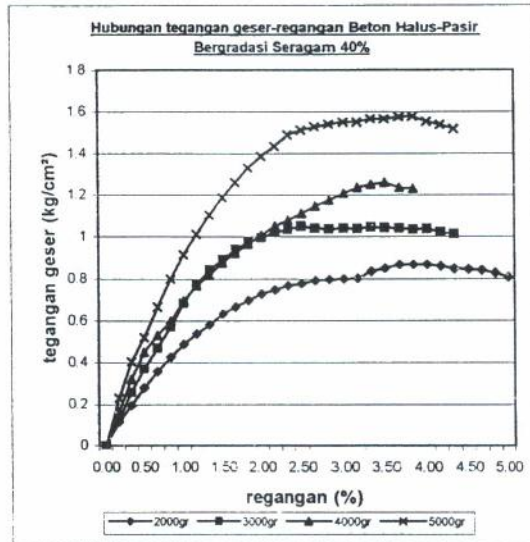
Tegangan geser	Tegangan Normal
1.4643	0.71
1.9379	1.063
2.4621	1.417
2.7912	1.771



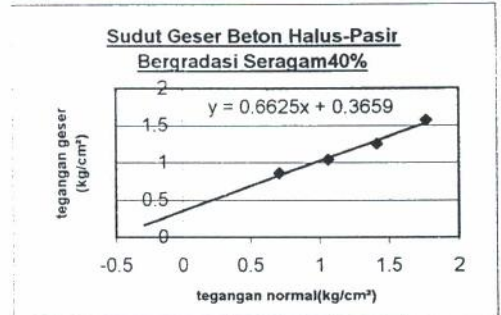
Dari grafik didapat:  
 c (kohesi) = 0.5843  
 $\phi = 51.862^\circ$



## Sudut Geser Beton Halus - Pasir Bergradasi Seragam

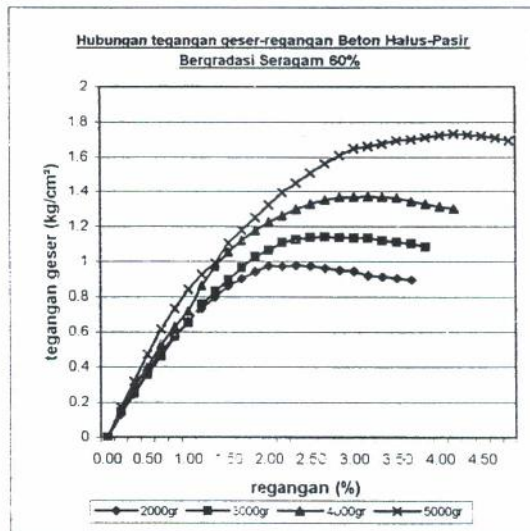


Tegangan geser	Tegangan Normal
0.8676	0.71
1.0459	1.063
1.2594	1.417
1.5775	1.771

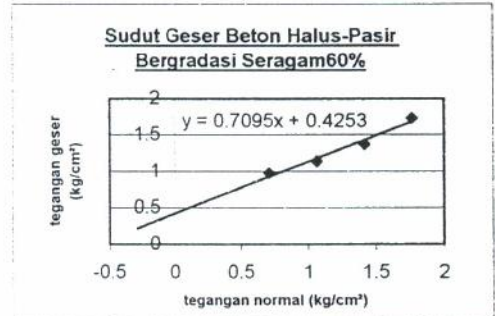


Dari grafik didapat:  
c (kohesi) = 0.3659

$$\phi = 33.524^\circ$$

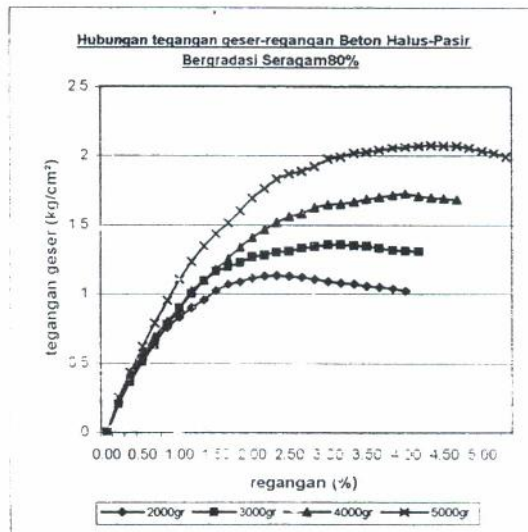


Tegangan geser	Tegangan Normal
0.9753	0.71
1.1400	1.063
1.3710	1.417
1.7347	1.771

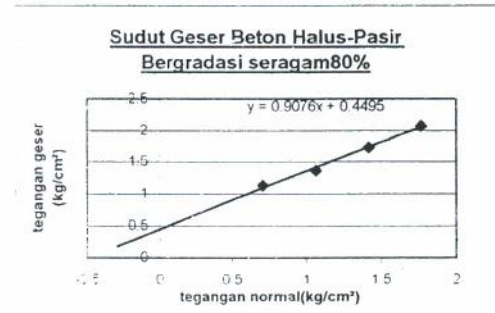


Dari grafik didapat:  
c (kohesi) = 0.4253

$$\phi = 35.356^\circ$$



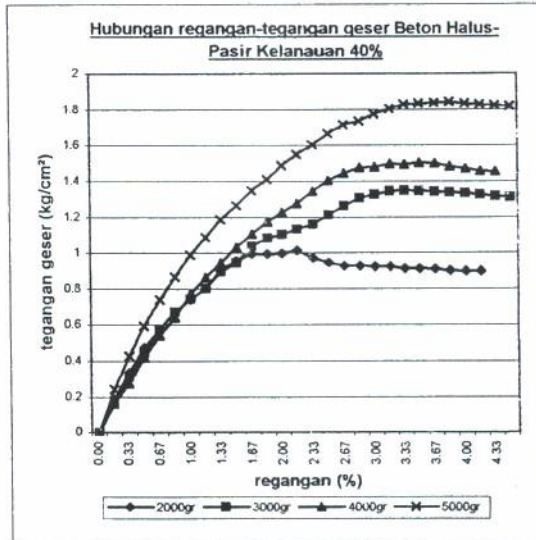
Tegangan geser	Tegangan Normal
1.1313	0.71
1.3613	1.063
1.7294	1.417
2.0786	1.771



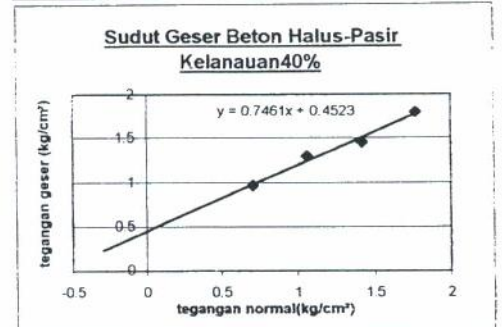
Dari grafik didapat:  
c (kohesi) = 0.4495

$$\phi = 42.227^\circ$$

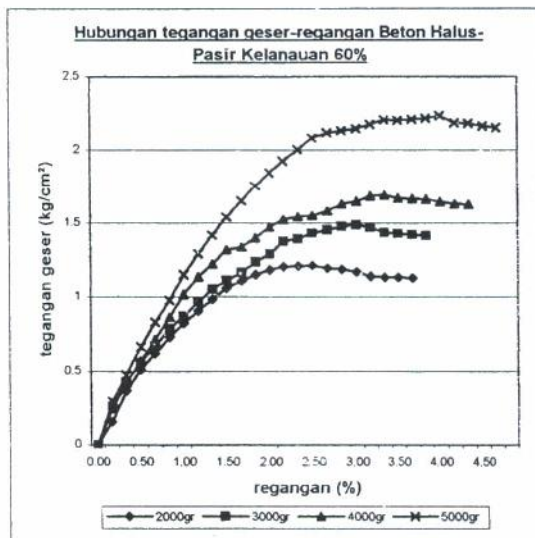
## Sudut Geser Beton Halus - Pasir Kelanauan



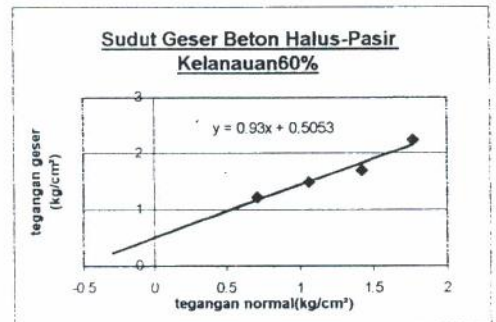
Tegangan Geser	Tegangan Normal
0.9649	0.71
1.2992	1.063
1.4538	1.417
1.7931	1.771



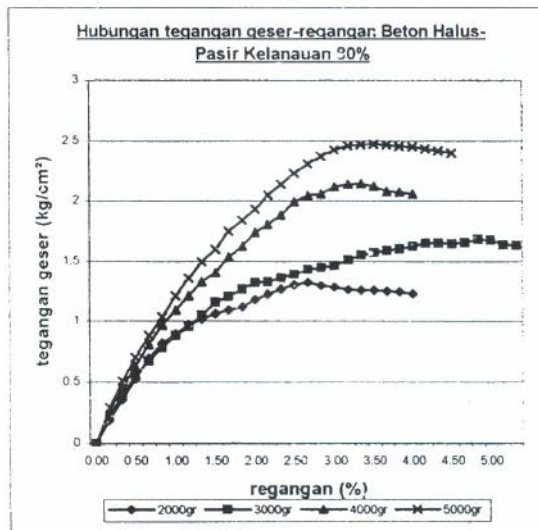
Dari grafik didapat:  
 $c$  (kohesi) = 0.4523  
 $\phi = 36.727^\circ$



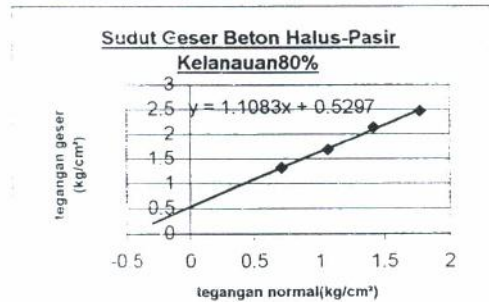
Tegangan Geser	Tegangan Normal
1.2107	0.71
1.4892	1.063
1.6969	1.417
2.2378	1.771



Dari grafik didapat:  
 $c$  (kohesi) = 0.5053  
 $\phi = 42.923^\circ$

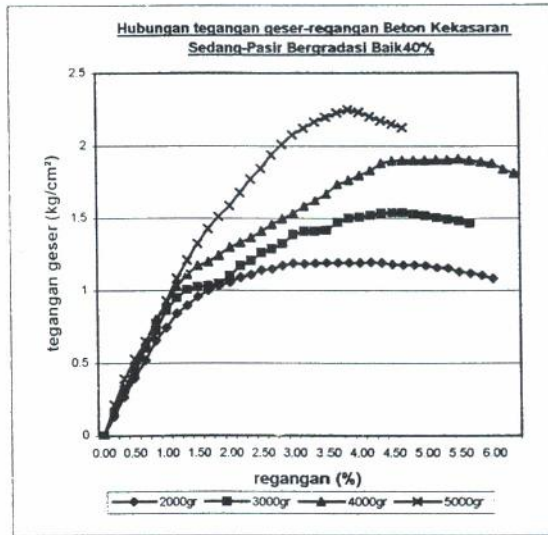


Tegangan Geser	Tegangan Normal
1.3193	0.71
1.6816	1.063
2.1448	1.417
2.4716	1.771

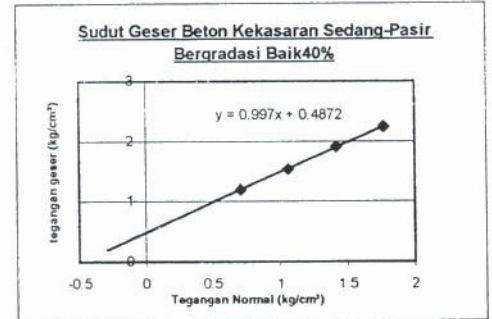


Dari grafik didapat:  
 $c$  (kohesi) = 0.5297  
 $\phi = 47.941^\circ$

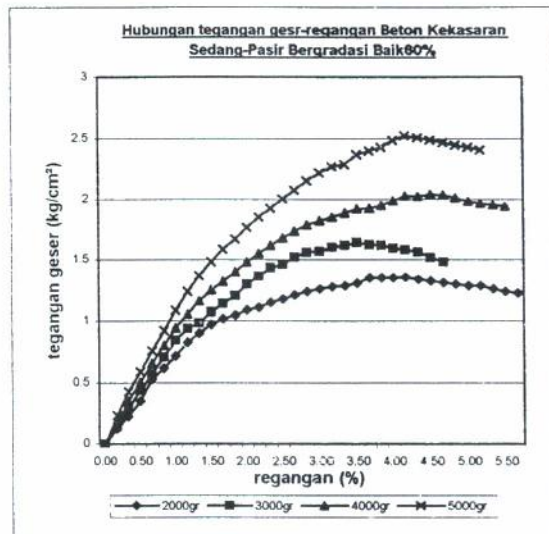
### Sudut Geser Beton Kekasaran Sedang - Pasir Bergradasi Baik



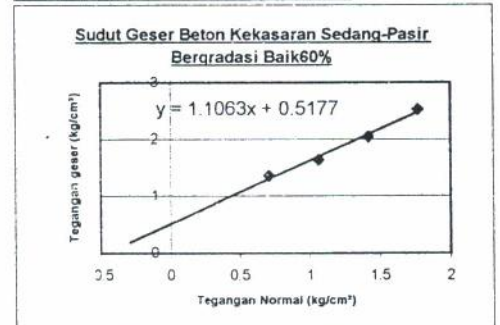
Tegangan Geser	Tegangan Normal
1.1969	0.71
1.5391	1.063
1.9104	1.417
2.2486	1.771



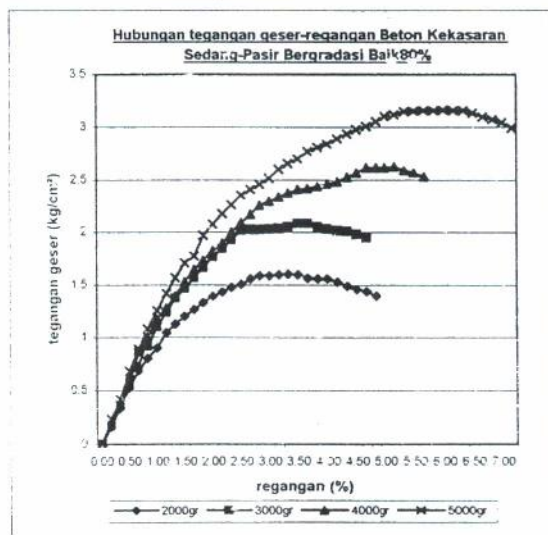
Dari grafik didapat:  
 $c$  (kohesi) = 0.4872  
 $\phi = 44.914^\circ$



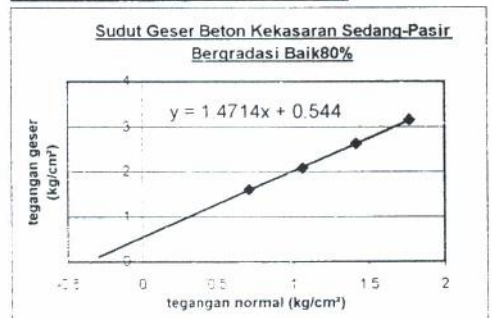
Tegangan Geser	Tegangan Normal
1.3541	0.71
1.6385	1.063
2.0429	1.417
2.5235	1.771



Dari grafik didapat:  
 $c$  (kohesi) = 0.5177  
 $\phi = 47.889^\circ$



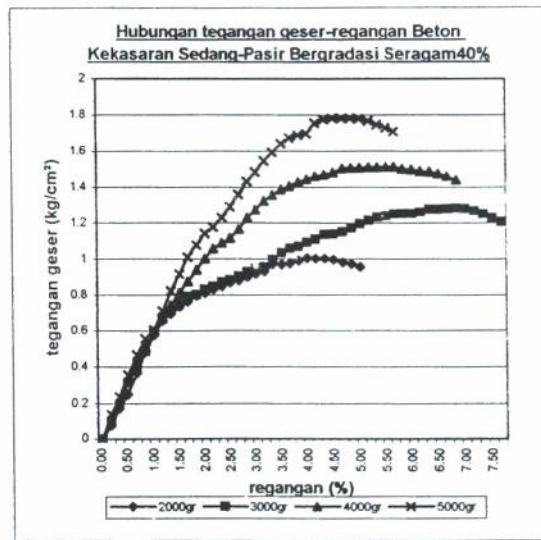
Tegangan Geser	Tegangan Normal
1.6037	0.71
2.0861	1.063
2.6281	1.417
3.1578	1.771



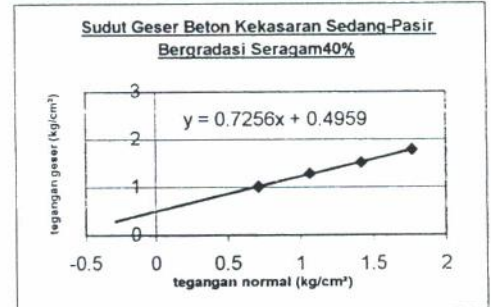
Dari grafik didapat:  
 $c$  (kohesi) = 0.544  
 $\phi = 55.799^\circ$



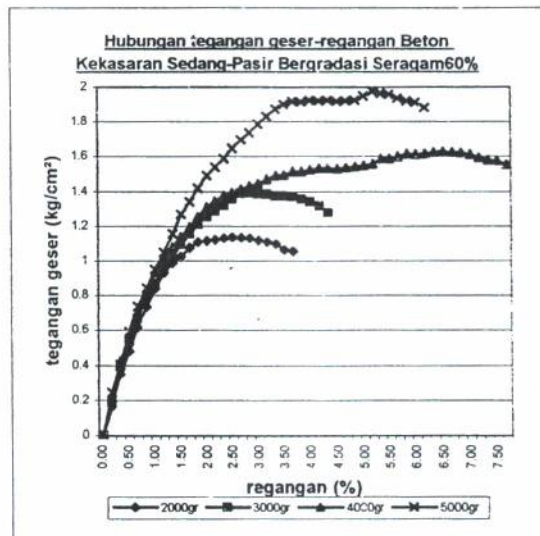
## Sudut Geser Beton Kekasaran Sedang - Pasir Bergradasi Seragam



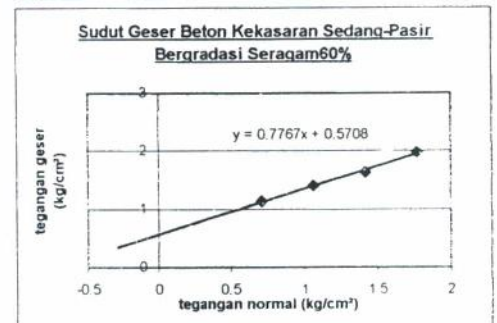
Tegangan Geser	Tegangan Normal
1.0042	0.71
1.2829	1.063
1.5134	1.417
1.7829	1.771



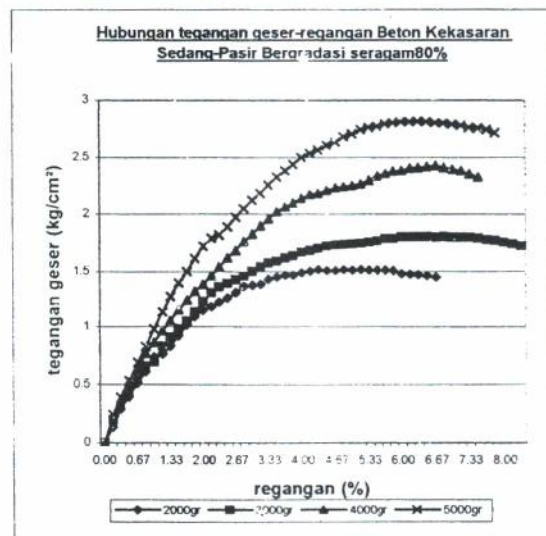
Dari grafik didapat:  
 $c$  (kohesi) = 0.4959  
 $\phi = 35.965^\circ$



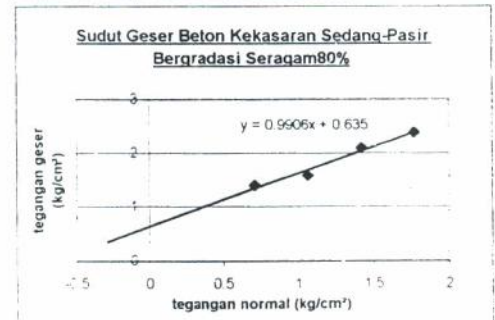
Tegangan Geser	Tegangan Normal
1.1364	0.71
1.3963	1.063
1.6292	1.417
1.9745	1.771



Dari grafik didapat:  
 $c$  (kohesi) = 0.5708  
 $\phi = 37.837^\circ$



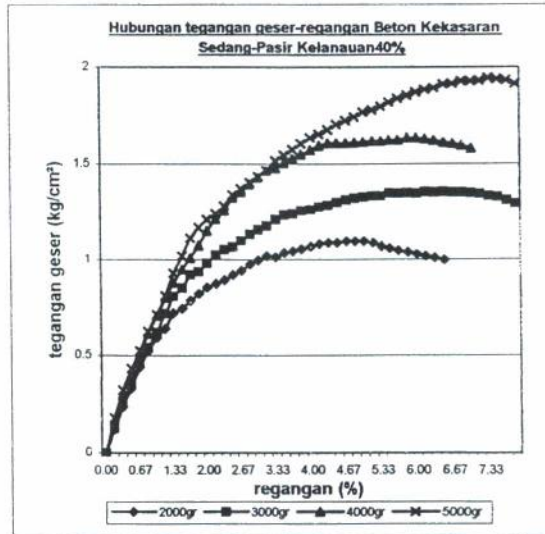
Tegangan Geser	Tegangan Normal
1.3919	0.71
1.5783	1.063
2.0975	1.417
2.3866	1.771



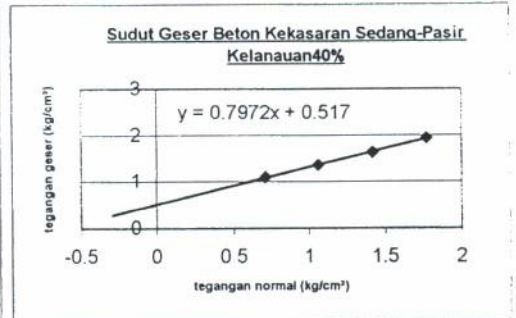
Dari grafik didapat:  
 $c$  (kohesi) = 0.635  
 $\phi = 44.729^\circ$



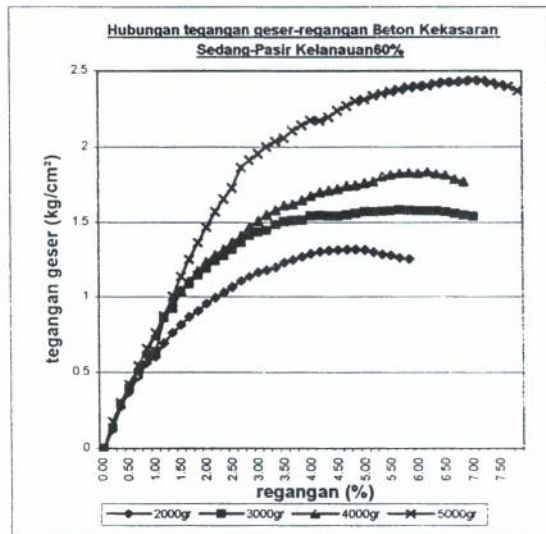
**Sudut Geser Beton Kekasaran Sedang - Pasir Kelanauan**



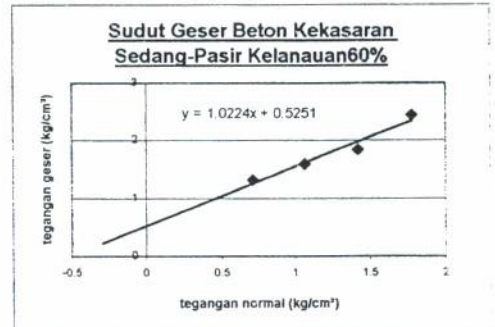
Tegangan Geser	Tegangan Normal
1.0955	0.71
1.3521	1.063
1.6341	1.417
1.9414	1.771



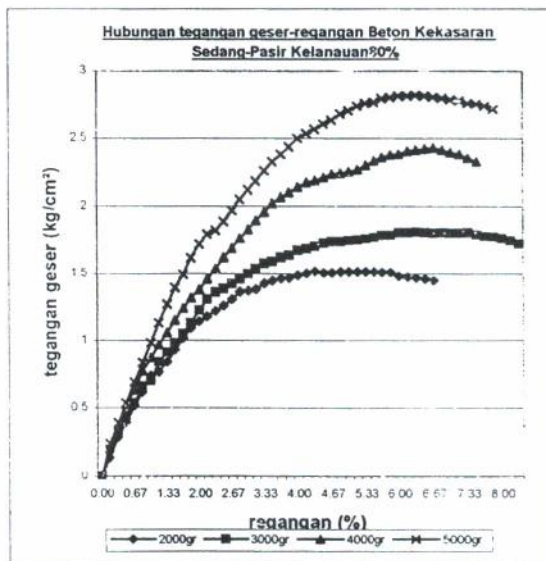
Dari grafik didapat:  
 c (kohesi) = 0.517  
 $\phi = 38.562^\circ$



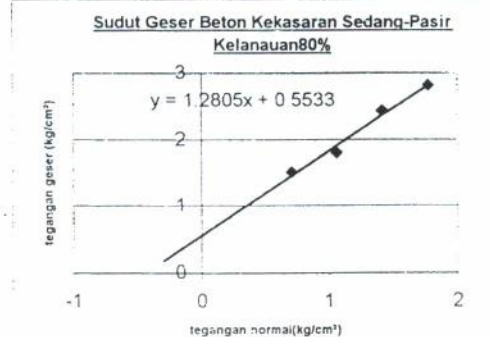
Tegangan Geser	Tegangan Normal
1.3169	0.71
1.5827	1.063
1.8349	1.417
2.4381	1.771



Dari grafik didapat:  
 c (kohesi) = 0.5251  
 $\phi = 45.635^\circ$

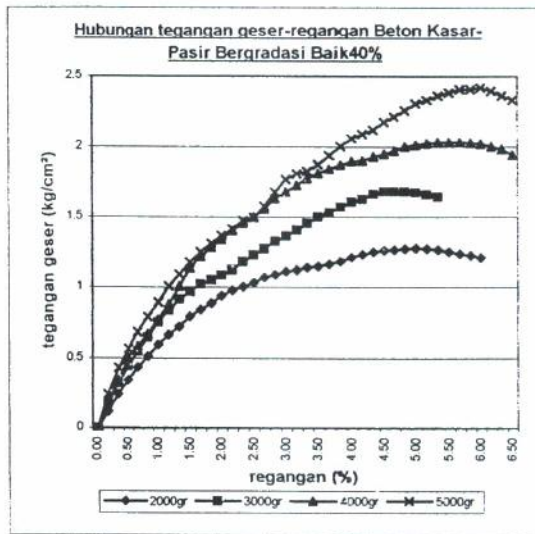


Tegangan Geser	Tegangan Normal
1.5146	0.71
1.806	1.063
2.4281	1.417
2.8168	1.771

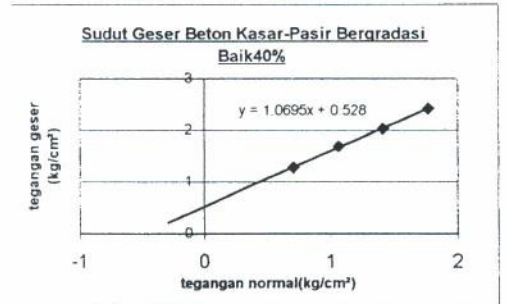


Dari grafik didapat:  
 c (kohesi) = 0.5533  
 $\phi = 52.012^\circ$

**Sudut Geser Beton Kasar - Pasir Bergradasi Baik**

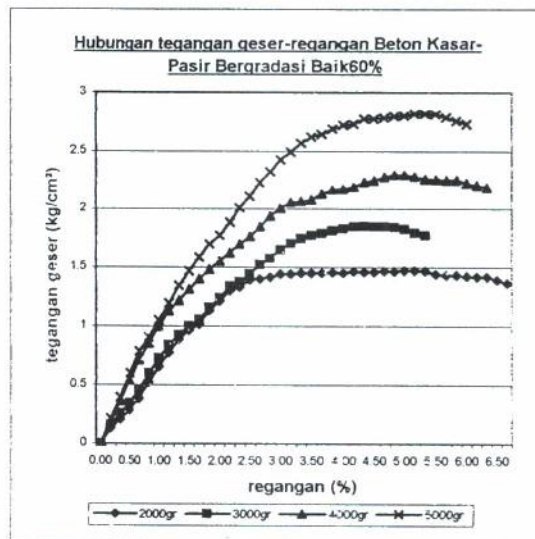


Tegangan Geser	Tegangan Normal
1.2749	0.71
1.6874	1.063
2.036	1.417
2.4197	1.771

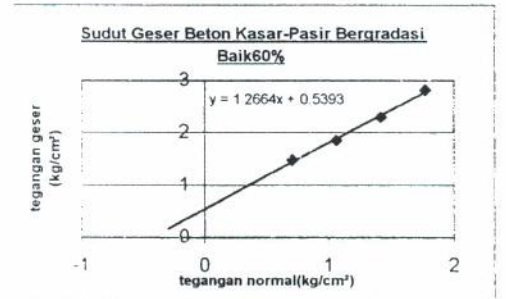


Dari grafik didapat:  
c (kohesi) = 0.528

$$\phi = -46.923^\circ$$

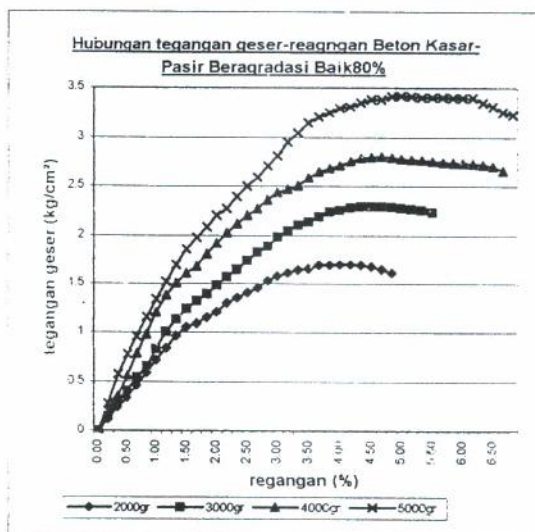


Tegangan Geser	Tegangan Normal
1.4722	0.71
1.8528	1.063
2.2978	1.417
2.8169	1.771

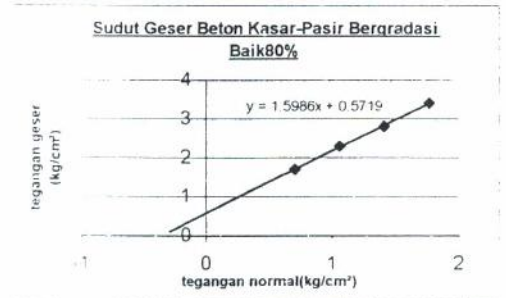


Dari grafik didapat:  
c (kohesi) = 0.5393

$$\phi = 51.704^\circ$$



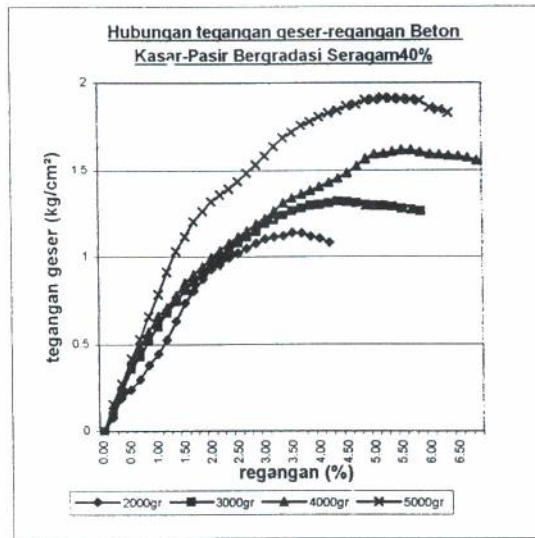
Tegangan Geser	Tegangan Normal
1.7018	0.71
2.2949	1.063
2.8052	1.417
3.4165	1.771



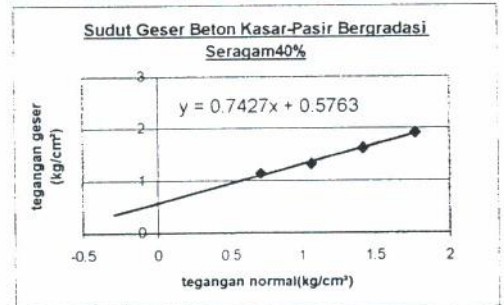
Dari grafik didapat:  
c (kohesi) = 0.5719

$$\phi = 57.972^\circ$$

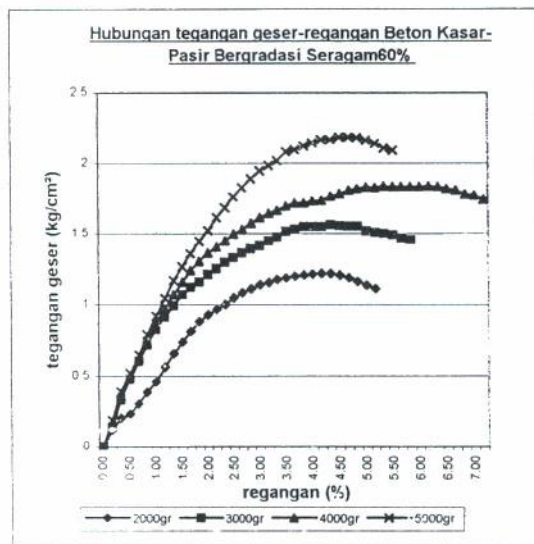
## Sudut Geser Beton Kasar - Pasir Bergradasi Seragam



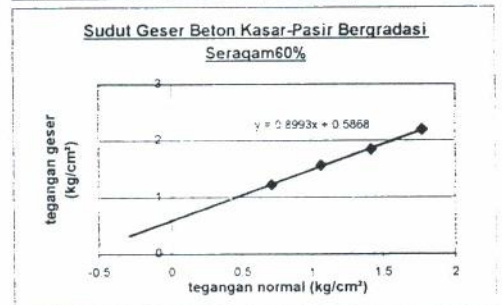
Tegangan Geser	Tegangan Normal
1.1386	0.71
1.3187	1.063
1.6181	1.417
1.9144	1.771



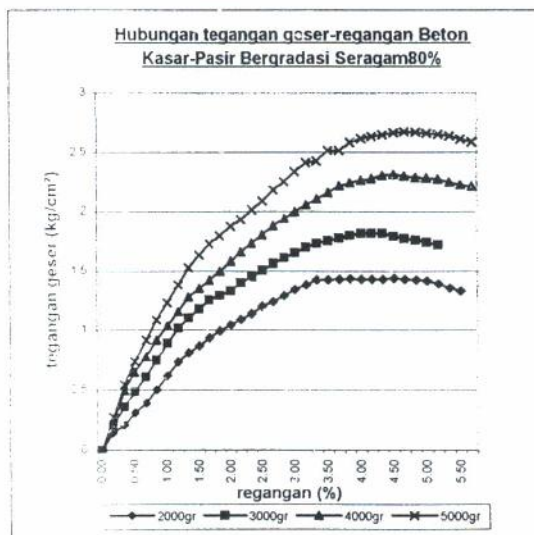
Dari grafik didapat:  
c (kohesi) = 0.5763  
 $\phi = 36.601^\circ$



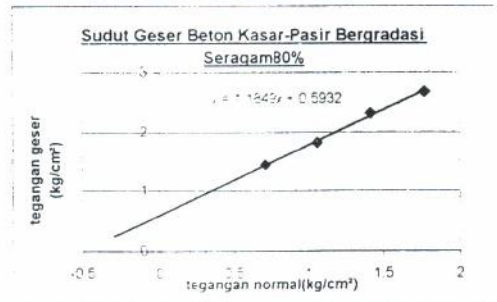
Tegangan Geser	Tegangan Normal
1.219	0.71
1.5624	1.063
1.8403	1.417
2.1866	1.771



Dari grafik didapat:  
c (kohesi) = 0.5868  
 $\phi = 41.965^\circ$



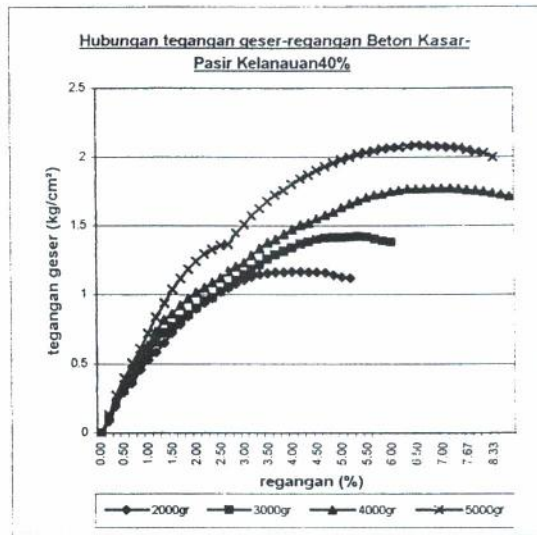
Tegangan Geser	Tegangan Normal
1.4415	0.71
1.8192	1.063
2.3182	1.417
2.6721	1.771



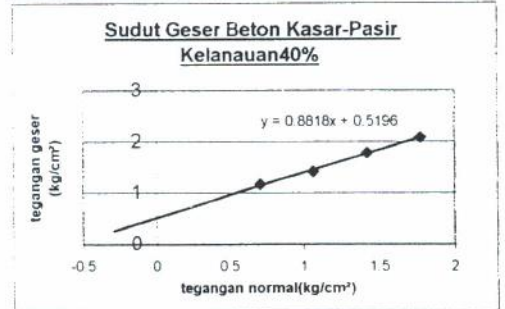
Dari grafik didapat:  
c (kohesi) = 0.5932  
 $\phi = 49.837^\circ$



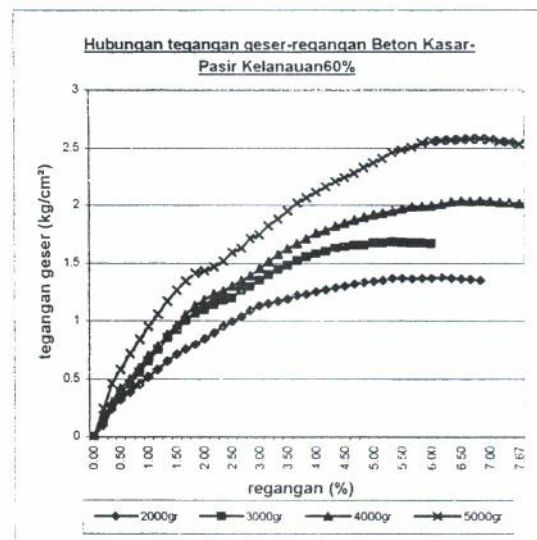
### Sudut Geser Beton Kasar - Pasir Kelanauan



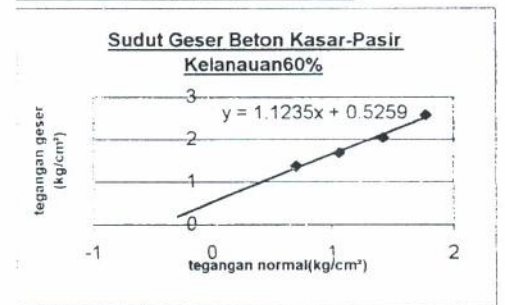
Tegangan Geser	Tegangan Normal
1.1672	0.71
1.4207	1.063
1.7771	1.417
2.088	1.771



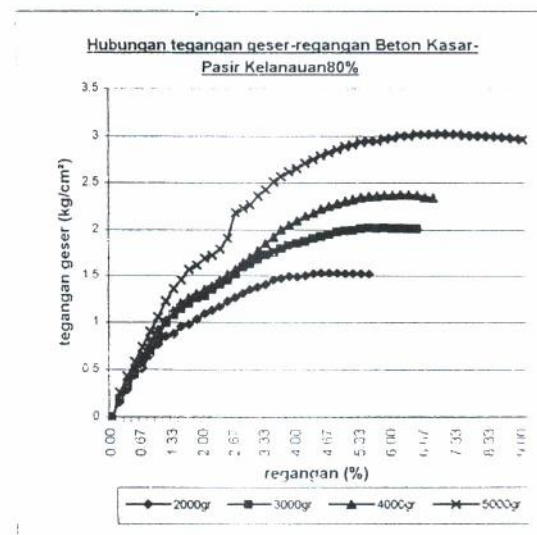
Dari grafik didapat:  
c (kohesi) = 0.5196  
 $\phi = 41.406^\circ$



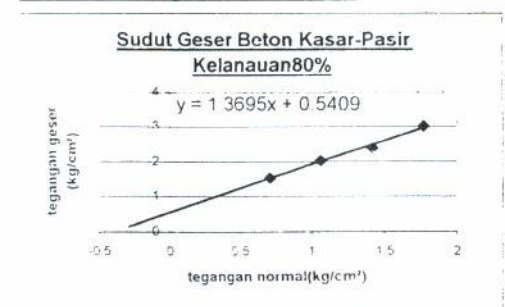
Tegangan Geser	Tegangan Normal
1.3758	0.71
1.6823	1.063
2.0377	1.417
2.5819	1.771



Dari grafik didapat:  
c (kohesi) = 0.5259  
 $\phi = 48.329^\circ$



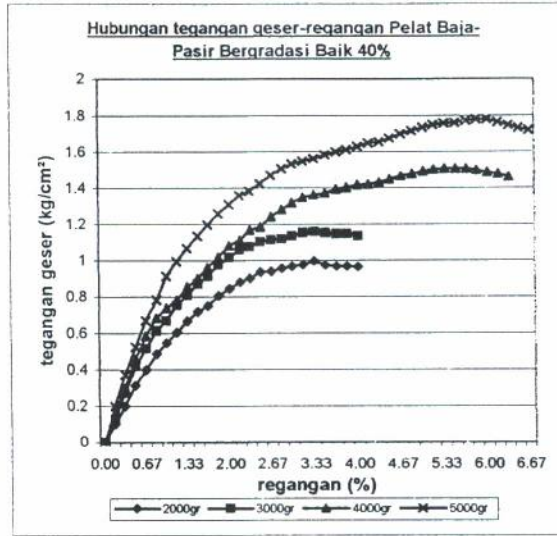
Tegangan Geser	Tegangan Normal
1.5308	0.71
2.0216	1.063
2.379	1.417
3.0263	1.771



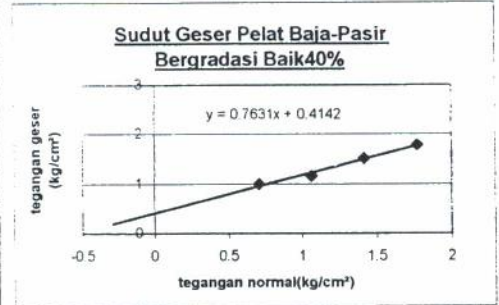
Dari grafik didapat:  
c (kohesi) = 0.5409  
 $\phi = 53.863^\circ$



## Sudut Geser Pelat Baja - Pasir Bergradasi Baik

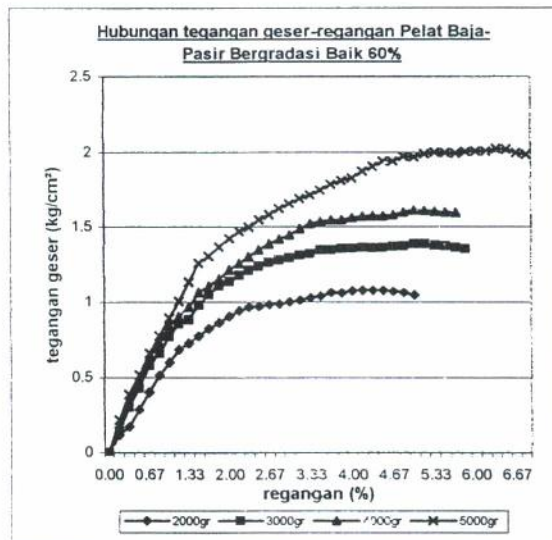


Tegangan Geser	Tegangan Normal
0.9959	0.71
1.1586	1.063
1.5094	1.417
1.7786	1.771

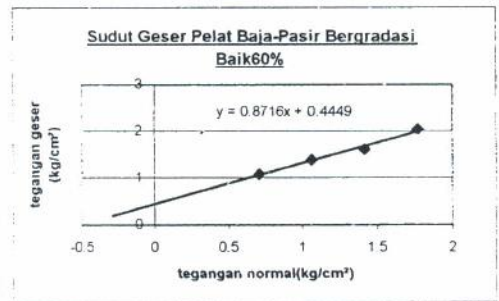


Dari grafik didapat:  
c (kohesi) = 0.4142

$$\phi = 37.347^\circ$$

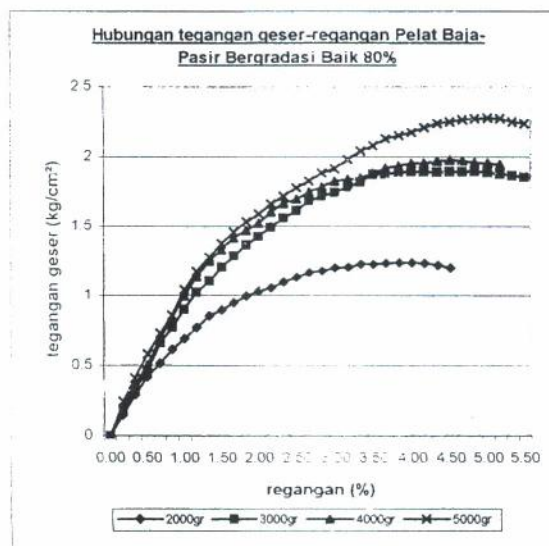


Tegangan Geser	Tegangan Normal
1.0765	0.71
1.3864	1.063
1.6116	1.417
2.029	1.771

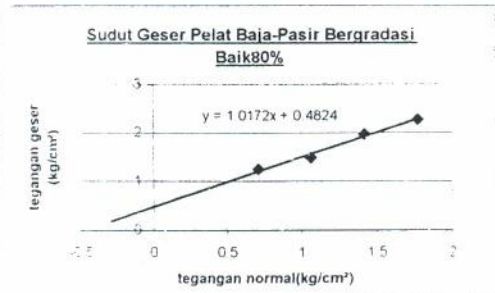


Dari grafik didapat:  
c (kohesi) = 0.4449

$$\phi = 41.075^\circ$$



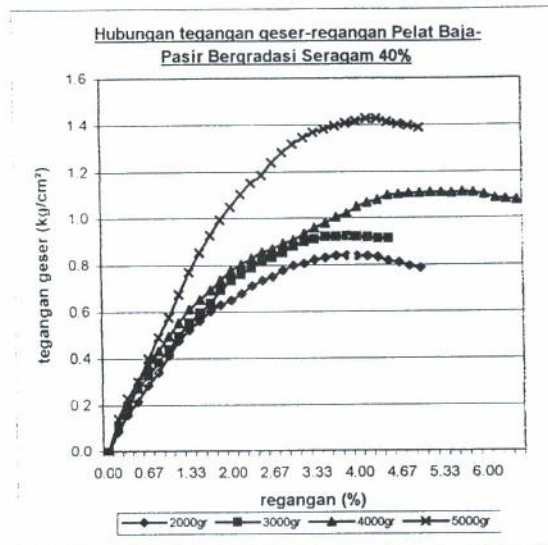
Tegangan Geser	Tegangan Normal
1.2412	0.71
1.4828	1.063
1.976	1.417
2.276	1.771



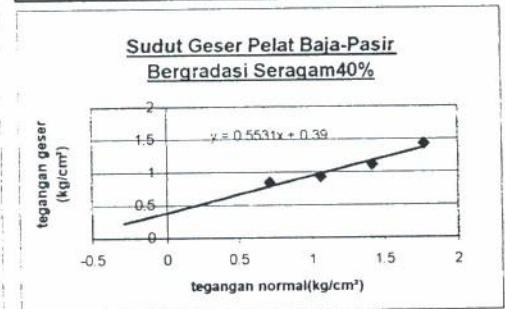
Dari grafik didapat:  
c (kohesi) = 0.4824

$$\phi = 45.488^\circ$$

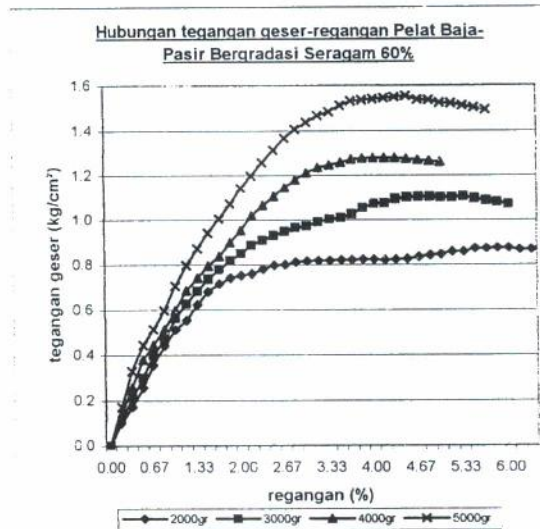
## Sudut Geser Pelat Baja - Pasir Bergradasi Seragam



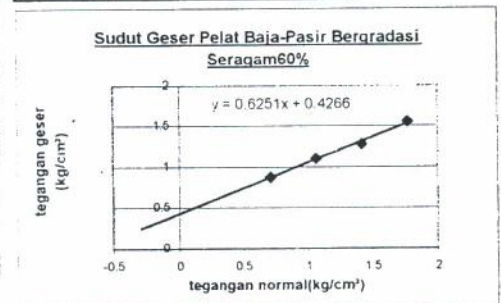
Tegangan Geser	Tegangan Normal
0.8399	0.71
0.9229	1.063
1.1121	1.417
1.4288	1.771



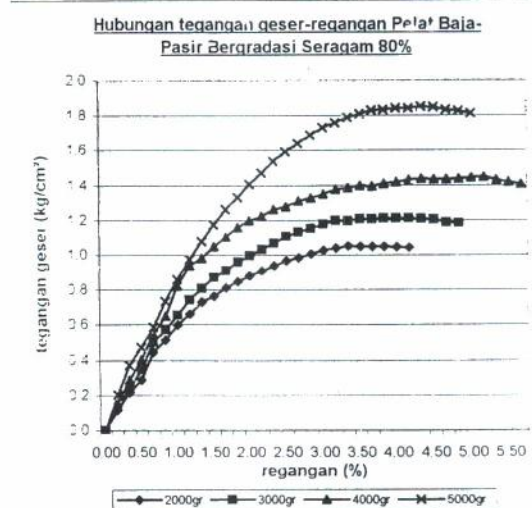
Dari grafik didapat  
c (kohesi) = 0.390  
 $\phi = 28.947^\circ$



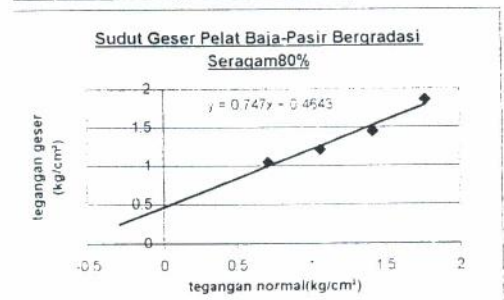
Tegangan Geser	Tegangan Normal
0.8739	0.71
1.1033	1.063
1.2774	1.417
1.5528	1.771



Dari grafik didapat  
c (kohesi) = 0.4266  
 $\phi = 32.009^\circ$



Tegangan Geser	Tegangan Normal
1.0493	0.71
1.2149	1.063
1.4464	1.417
1.8528	1.771



Dari grafik didapat  
c (kohesi) = 0.4643  
 $\phi = 36.759^\circ$