

PEMBUKUAN KARTU PERPUSTAKAAN
No. _____
No. _____
No. _____
No. _____

LAPORAN TUGAS AKHIR

PERBANDINGAN DAYA DUKUNG PONDASI PASANGAN BATU PUTIH DENGAN SUDUT KAKI 60° , 75° DAN 90°



Disusun Oleh :

Nama : M. Agung H
No. Mhs. : 92 310 189
NIRM : 920051013114120189

Nama : Agoes Prasetyo
No. Mhs. : 94 310 241
NIRM : 940051013114120235

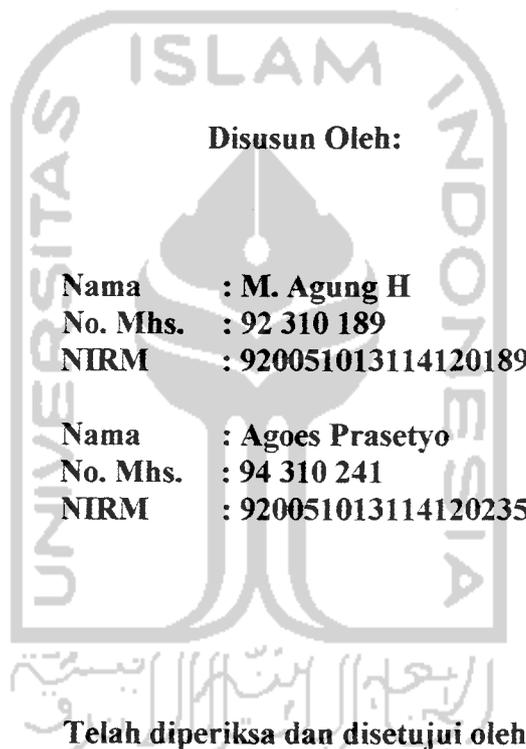
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA

2004

HALAMAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**PERBANDINGAN DAYA DUKUNG PONDASI PASANGAN BATU PUTIH
DENGAN SUDUT KAKI 60° , 75° DAN 90°**



Ir. Helmy Akbar Bale, MT.

Dosen Pembimbing I

Tanggal:

18/10/04

Ir. H. Kasam, MT.

Dosen Pembimbing II

Tanggal:

18-10-04

LAPORAN TUGAS AKHIR

PERBANDINGAN DAYA DUKUNG PONDASI PASANGAN BATU PUTIH DENGAN SUDUT KAKI 60° , 75° DAN 90°

*Diajukan kepada Universitas Islam Indonesia
untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh
gelar Sarjana Teknik Sipil*



JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA

2004

KATA PENGANTAR

Bismillaahirrahmaanirrahiim

Assalamu'alaikum Warahmatullaahi Wabarakaatuh

Alhamdulillahirabil'alamin, segala puji penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT dan junjungan kita Nabi Muhammad SAW, atas rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir yang berjudul: PERBANDINGAN DAYA DUKUNG PONDASI PASANGAN BATU PUTIH DENGAN SUDUT KAKI 60^0 , 75^0 DAN 90^0 .

Penulisan ini ditujukan sebagai syarat akhir dalam memperoleh jenjang keserjanaan Strata 1, pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

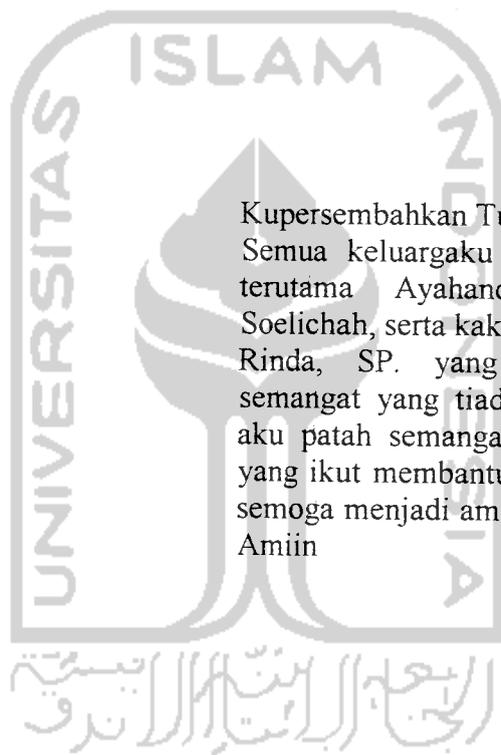
Dalam penyelesaian ini penulis menyampaikan ungkapan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Ir. H. Widodo, MSCE, Ph.D, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Ir. H. Munadhir, MS., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Ir . Helmy Akbar Bale, MT., selaku Dosen Pembimbing I.
4. Bapak Ir. H. Kasam, MT., selaku Dosen Pembimbing II.
5. Bapak Ir. Tri Fajar Budiyono, MT., selaku Dosen Penguji.
6. Bapak M. Alwi Suwignyo, selaku Teknisi Lab. MM PS-IT Universitas Gajah Mada.

DAFTAR ISI

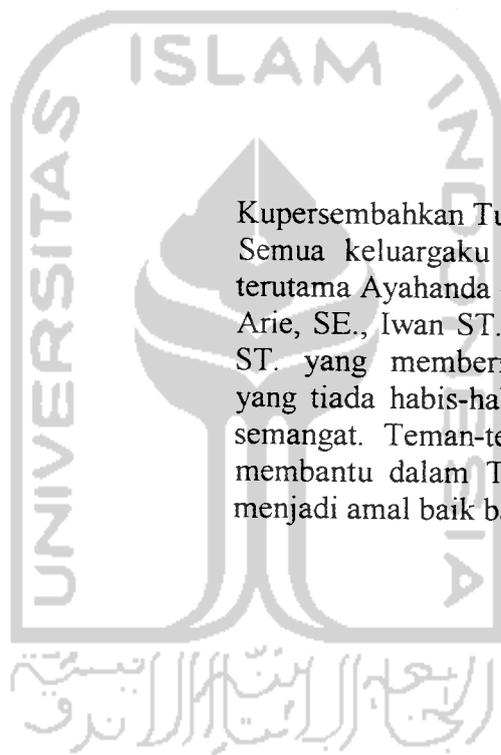
	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
INTISARI	v
DAFTAR ISI	vi
LEMBAR PERSEMBAHAN	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
DAFTAR SIMBOL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Manfaat Penelitian	3
1.5. Batasan Masalah	4
1.6. Pendekatan Masalah	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Umum	7
2.2. Bahan-Bahan Penyusun Pondasi	10
2.2.1. Semen Portland	10
2.2.2. Pasir	12
2.2.3. Air	14
2.2.4. Kapur	15
2.2.5. Batu Putih	17
BAB III LANDASAN TEORI	
3.1. Pendahuluan	19
3.2. Serapan Air pada Batu Putih	19
3.3. Pengujian Keausan Batu Putih	20
3.4. Kuat Desak Batu Putih	21
3.5. Perencanaan dan Pengujian Campuran Mortar pada Pondasi	22
3.6. Kuat Desak Pondasi dengan Pasangan Batu Putih	24
BAB IV METODE PENELITIAN	
4.1. Umum	26
4.2. Peralatan yang Digunakan	27

LEMBAR PERSEMBAHAN



Kupersembahkan Tugas Akhir ini kepada:
Semua keluargaku yang paling kusayangi,
terutama Ayahanda Ali dan Ibunda
Soelichah, serta kakakku Sulis, Amd., Nurul,
Rinda, SP. yang memberikan support
semangat yang tiada habis-habisnya dikala
aku patah semangat. Teman-teman baikku
yang ikut membantu dalam Tugas Akhir ini
semoga menjadi amal baik bagi kita semua.
Amin

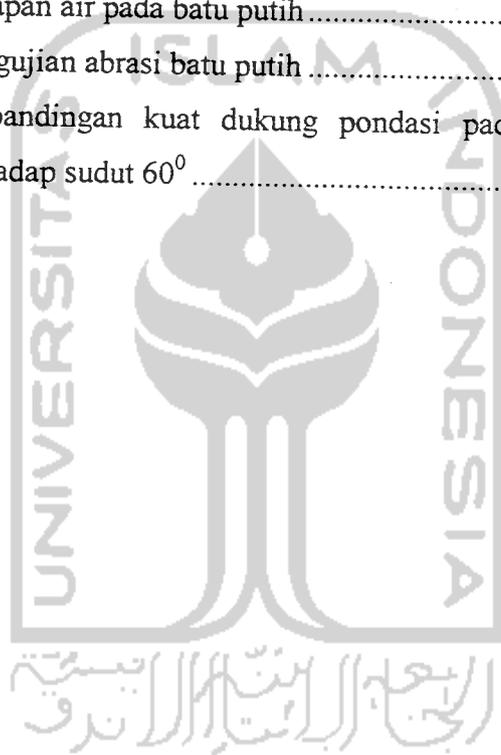
LEMBAR PERSEMBAHAN



Kupersembahkan Tugas Akhir ini kepada:
Semua keluargaku yang paling kusayangi,
terutama Ayahanda dan Ibunda, serta adikku
Arie, SE., Iwan ST., Sony SE., dan Wawan
ST. yang memberikan support semangat
yang tiada habis-habisnya dikala aku patah
semangat. Teman-teman baikku yang ikut
membantu dalam Tugas Akhir ini semoga
menjadi amal baik bagi kita semua. Amiin

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Unsur –unsur pokok yang terkandung dalam semen.....	11
Tabel 4.1. Perbandingan campuran mortar.....	26
Tabel 4.2. Pondasi pasangan batu putih pada berbagai sudut	27
Tabel 4.3. Perbandingan campur mortar	30
Tabel 5.1. Serapan air pada batu putih	42
Tabel 5.2. Pengujian abrasi batu putih	43
Tabel 5.3. Perbandingan kuat dukung pondasi pada berbagai sudut terhadap sudut 60°	55

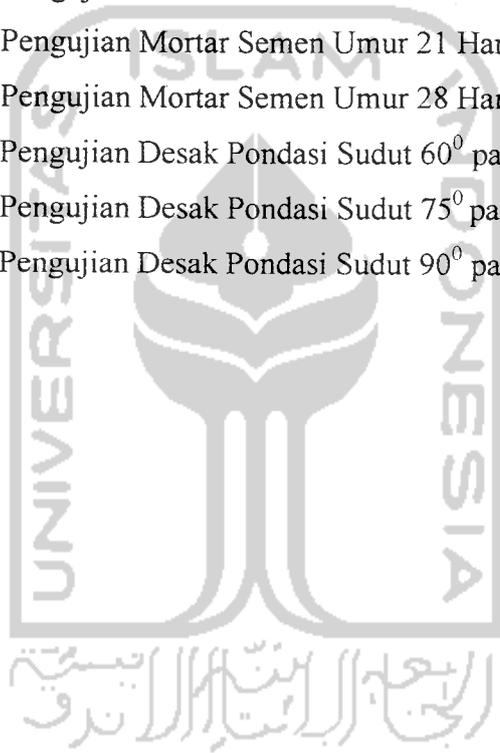


DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1. Contoh benda uji mortar.....	4
Gambar 1.2. Contoh benda uji pondasi pasangan batu putih dengan sudut 60 ⁰ , 75 ⁰ , 90 ⁰	5
Gambar 3.1. Alat uji abrasi mesin tes Los Angeles	21
Gambar 3.2. Alat uji desak Shimatzu	23
Gambar 3.3. Alat uji desak Power Team.....	25
Gambar 4.1. Hasil pengujian abrasi.....	29
Gambar 4.2. Sampel uji desak batu putih.....	30
Gambar 4.3. Benda uji mortar.....	31
Gambar 4.4. Sampel pondasi pasangan batu putih dengan berbagai sudut	32
Gambar 4.5. Pengujian abrasi batu putih.....	35
Gambar 4.6. Pengujian desak batu putih.....	36
Gambar 4.7. Pengujian mortar	37
Gambar 4.8. Pengujian desak pondasi pada sudut 60 ⁰	38
Gambar 4.9. Pengujian desak pondasi pada sudut 75 ⁰	38
Gambar 4.10. Pengujian desak pondasi pada sudut 90 ⁰	39
Gambar 4.11. Bagan alir penelitian.....	40
Gambar 5.1. Grafik kuat desak batu putih.....	44
Gambar 5.2. Grafik pengujian mortar semen pada umur 7 hari	45
Gambar 5.3. Grafik pengujian mortar semen pada umur 14 hari	46
Gambar 5.4. Grafik pengujian mortar semen pada umur 21 hari	48
Gambar 5.5. Grafik pengujian mortar semen pada umur 28 hari	49
Gambar 5.6. Grafik pengujian desak pondasi pada sudut 60 ⁰ , 75 ⁰ dan 90 ⁰ ...	50
Gambar 5.7. Grafik perbandingan antara sudut dan tegangan.....	51
Gambar 5.8. Distribusi tekanan pondasi dalam tanah	53
Gambar 5.9. Diagram tegangan pada sudut 60 ⁰ , 75 ⁰ dan 90 ⁰	54

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Kartu Peserta Tugas Akhir
- Lampiran 2. Surat Bimbingan Tugas Akhir
- Lampiran 3. Data Pengujian Abrasi
- Lampiran 4. Data Pengujian Desak Batu Putih Jenuh Air dan Kering Tungku
- Lampiran 5. Data Pengujian Mortar Semen Umur 7 Hari
- Lampiran 6. Data Pengujian Mortar Semen Umur 14 Hari
- Lampiran 7. Data Pengujian Mortar Semen Umur 21 Hari
- Lampiran 8. Data Pengujian Mortar Semen Umur 28 Hari
- Lampiran 9. Data Pengujian Desak Pondasi Sudut 60° pada Umur 28 Hari
- Lampiran 10. Data Pengujian Desak Pondasi Sudut 75° pada Umur 28 Hari
- Lampiran 11. Data Pengujian Desak Pondasi Sudut 90° pada Umur 28 Hari



DAFTAR SIMBOL

- P : Serapan air
B1 : Berat bahan kering tungku
B2 : Berat bahan jenuh air
a : Berat benda uji semula
b : Berat benda uji tertahan saringan no 12
 σ : Tegangan yang terjadi
 P_{maks} : Gaya tekan maksimum
A : Luas penampang benda uji
 ϵ : Regangan pada bahan
 ΔL : Besarnya perpendekan bahan
 L_0 : Panjang mula-mula
 σ_1 : Tegangan yang terjadi 1
 σ_2 : Tegangan yang terjadi 2
 ϵ_1 : Regangan pada bahan 1
 ϵ_2 : Regangan pada bahan 2
 ΔP : Perubahan beban rerata
 $\Sigma \sigma$: Jumlah tegangan rerata
 ΔL : Perubahan panjang rerata
 $\Sigma \epsilon$: Jumlah tegangan rerata

INTISARI

Batu putih merupakan salah satu sumber daya yang banyak terdapat di Yogyakarta bagian selatan. Batu putih ini banyak dimanfaatkan oleh penduduk sebagai pondasi rumah sederhana. Selain ekonomis batu putih juga mudah dalam pengerjaannya. Kekuatan pondasi pasangan batu putih dalam menerima beban belum banyak diketahui. Selama ini masyarakat memanfaatkannya hanya berdasarkan pengalaman pekerja.

Percobaan yang dilakukan yaitu pengujian serapan air, pengujian abrasi, pengujian kuat desak batu putih, pengujian mortar dan pengujian pondasi pasangan batu putih pada berbagai sudut. Penelitian pondasi pasangan batu putih meliputi kekuatan bahan penyusun pondasi dan kekuatan desak pondasi pada sudut kaki 60° , 75° dan 90° . Pengujian tersebut untuk mengetahui kekuatan pondasi dan bahan penyusun dengan campuran mortar terbaik.

Dasi hasil pengujian tersebut diperoleh batu putih mempunyai daya resap air sebesar 43,3% dan keausan sebesar 48,23%. Campuran terbaik dari hasil pengujian mortar didapatkan campuran mortar 1 pc : 3 pasir yang mempunyai kuat tekan terbaik dibandingkan campuran lainnya, yaitu pc : pasir : kapur dalam variasi 1 : 3 : 2, 1 : 4 : 2, 1 : 5 : 2, 1 : 6 : 2 dan 1 : 4 : 0. Pondasi pasangan batu putih pada sudut 60° mempunyai kekuatan $337,778 \text{ kg/cm}^2$, dari pondasi pasangan batu putih pada sudut 75° dan sudut 90° . Perbandingan kuat dukung pondasi sudut 75° dan sudut 90° terhadap pondasi dengan sudut 60° adalah 65% dan 38%.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Seiring berkembangnya zaman, masyarakat dihadapkan dengan berbagai persoalan yang timbul dan berkembang dalam kehidupan. Krisis ekonomi yang melanda Indonesia ini menjadikan masyarakat harus hidup dalam keprihatinan dan mencari alternatif lain pemecahan untuk berbagai masalah. Padahal pada saat krisis pembangunan tetap dilaksanakan walaupun dalam keadaan tersendat-sendat. Krisis pembangunan ini berpengaruh juga terhadap masalah pembangunan di bidang teknik sipil, misalnya pembangunan pondasi suatu bangunan yang harga bahan-bahan pembuatannya juga ikut naik di seluruh daerah Indonesia. Maka dari itu pencarian alternatif pondasi dipakai oleh sebagian masyarakat di Yogyakarta bagian Selatan khususnya, dari pondasi memakai batu kali menjadi batu putih yang harganya relatif lebih murah memang sangat menjanjikan. Pondasi batu putih ini selain sangat ekonomis, juga mudah dalam hal pengerjaannya.

Batu putih sebagai bahan utama pada pondasi ini banyak di temukan di bagian Selatan kota Yogyakarta, misalkan di Bantul, Kulonprogo maupun Gunung Kidul. Batu putih ini merupakan batuan sedimen alam beku yang dipengaruhi oleh atmosfer, hidrosfer, biosfer yang mengalami pelapukan selama bertahun-tahun. Batu putih ini mempunyai tiga penggolongan lapisan menurut kekerasannya. Lapisan terluar adalah lapisan terlunak, lapisan ini berwarna putih dan jarang digunakan. Lapisan kedua berwarna putih keabuan, lebih keras sedikit dari lapisan terluar. Biasanya digunakan sebagai bahan baku pengrajin ukiran

patung, dikarenakan lapisan ini sangat mudah dibentuk dengan pahat batu atau alat lainnya. Lapisan paling dalam berwarna krem mempunyai kekuatan paling kuat diantara ke dua lapisan yang telah disebutkan terdahulu. Lapisan ini yang sebetulnya dijadikan batu penyusun pada pondasi rumah-rumah sederhana. Batuan putih ini mempunyai tegangan $8 - 18 \text{ kg/cm}^2$, dengan penggolongan lunak dan keras (Heinz Frick, 1999) bila dibandingkan dengan batuan lainnya. Batu putih sebagai pengisi utama pondasi adalah batuan menengah menurut penggolongan kekerasannya dengan komposisi pembentuk mineral, kuarsa, *mikafespar*, kapur, lempung dan bagian yang tidak mudah dipatahkan dengan tangan, akan tetapi dapat hancur kalau dipukul dengan palu (Heinz Frick, 1999). Batu putih ini oleh masyarakat setempat dijadikan pondasi *staal* pada rumah-rumah. Pengerjaan batu putih lebih mudah dipecah-pecah dibandingkan batu kali yang relatif keras. Untuk mendapatkan permukaan yang runcing guna menghindari *slip* pada pondasi. Masalahnya berapa kekuatan bahan pondasi *staal* yang menggunakan pondasi batu putih pada berbagai sudut, dapat menahan beban bangunan untuk diteruskan pada tanah atau berapa distribusi tegangan maksimal yang dapat didukung pondasi. Selama ini masyarakat hanya berdasarkan pengalaman tukang untuk membangun pondasi ini. Misalnya, pondasi dapat menahan beban pada rumah tiga lantai. Penelitian mengenai pondasi batu putih ini sangat sedikit dijumpai, atas dasar itulah penulis tertarik mengangkat masalah ini sebagai kajian untuk tugas akhir.

1.2. Rumusan Masalah

Perlunya dilakukan penelitian adalah sebagai bahan referensi dimana pondasi pasangan batu putih dengan variasi sudut belum pernah diteliti di kampus UII Yogyakarta.

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan pada kegiatan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui kekuatan batu putih sebagai bahan dari pondasi.
2. Membandingkan kekuatan atau daya dukung sudut besar/kecil yang semakin kuat dalam mendukung beban.

1.4. Manfaat Penelitian

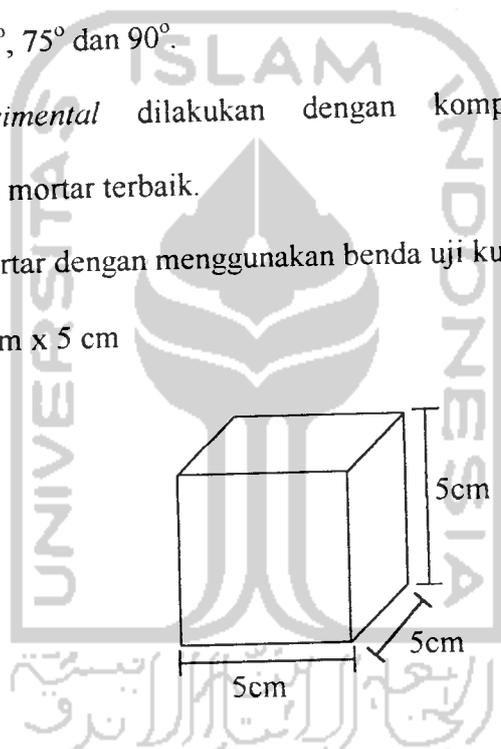
Manfaat yang diharapkan dari penelitian tugas akhir ini adalah :

1. Memberikan gambaran yang lebih dari wacana yang sudah ada tentang pengaruh sudut terhadap pondasi pasangan batu putih dalam memikul beban bangunan.
2. Untuk mengetahui kuat dukung dengan menggunakan pondasi pasangan batu putih.
3. Sebagai pengejawantahan Tri Dharma Perguruan Tinggi, khususnya butir pengabdian pada masyarakat dengan arus informasi yang dapat dipertanggung jawabkan tentang keunggulan dan kekurangan batu putih sebagai pondasi.

1.5. Batasan Masalah

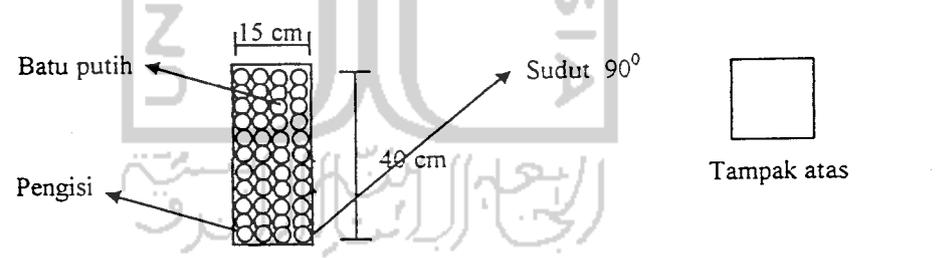
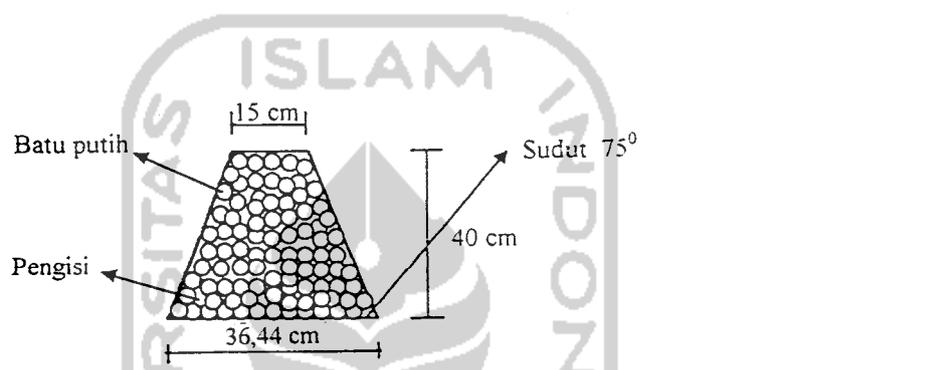
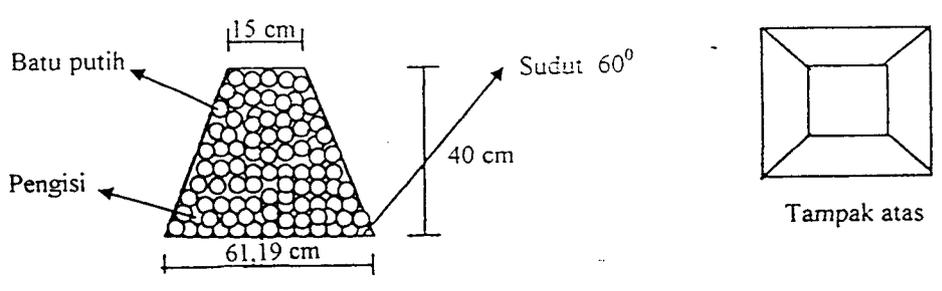
Batasan masalah yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Tinjauan pada kuat desak bahan batu putih dan bahan mortar dengan perbandingan pc : pasir : kapur dalam variasi 1 : 3 : 2, 1 : 4 : 2, 1 : 5 : 2, 1 : 6 : 2, 1 : 3 : 0, 1 : 4 : 0.
2. Pengujian yang dilakukan adalah kuat desak pondasi pasangan batu putih pada sudut 60°, 75° dan 90°.
3. Studi *Experimental* dilakukan dengan komposisi campuran yang menggunakan mortar terbaik.
4. Pengujian mortar dengan menggunakan benda uji kubus dengan ukuran :
 - 5 cm x 5 cm x 5 cm



Gambar 1.1. Contoh Benda Uji Mortar.

5. Penelitian menggunakan sampel pondasi, dengan ukuran sebagai berikut :
 - Ukuran atas : 15 x 15 (cm²)
 - Tinggi sampel : 40 cm
 - Variasi sudut : 60°; 75°; 90°
 - Jumlah sampel : 3 untuk setiap sudut
 - Ukuran batu putih : ± 5 s/d 7 cm.



Gambar 1.2. Contoh Benda Uji Pondasi Pasangan Batu Putih dengan Sudut 60° , 75° , 90° .

1.6. Pendekatan Masalah

Pendekatan masalah yang dilakukan:

1. Penelitian menggunakan sampel dengan berbagai variasi campuran mortar.
2. Penelitian menggunakan sampel bangun pondasi pasangan batu putih (Gambar 1.2.) pada berbagai sudut.
3. Pengujian desak pada pondasi pasangan batu putih dipakai simulasi mendekati keadaan *riil* di lapangan.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Umum

Rumah dibangun atas pondasi yang kuat, dianggap sebagai milik yang sangat berharga, maka ketika membuat pondasi itu jangan terlalu berhemat dengan bahan-bahan yang baik (J. Kwantes dkk, 1981).

Pondasi adalah bagian yang terendah dari bangunan yang meneruskan beban bangunan ke tanah atau batuan yang berada di bawahnya. Terdapat dua klasifikasi pondasi yaitu, pondasi dangkal dan pondasi dalam. Pondasi dangkal didefinisikan sebagai pondasi yang mendukung bebannya secara langsung. Seperti: pondasi telapak, pondasi memanjang (*staal*), pondasi rakit. Sedangkan pondasi dalam didefinisikan sebagai pondasi yang meneruskan beban bangunan ke tanah keras atau batu yang terletak relatif jauh di permukaan. Contohnya adalah pondasi sumuran dan pondasi tiang (Christady Hary, Teknik Pondasi I, 1996). Dalam hal ini peneliti menggunakan pondasi pasangan batu putih, yang diterapkan pada pondasi memanjang (*staal foundation*). Pondasi memanjang adalah pondasi yang digunakan untuk mendukung dinding memanjang atau untuk mendukung sederetan kolom yang berjarak dekat, sehingga bila dipakai pondasi telapak sisinya akan berhimpit satu sama lainnya.

Pondasi batu putih dibuat dari campuran pasir, semen Portland, air, batu putih dan kapur sebagai tambahan dengan perbandingan yang tepat.

Menurut buku panduan kuliah bangunan Fitri Nugraheni, ST,MT, kekuatan suatu struktur dipengaruhi oleh kekuatan bahan penyusunnya antara lain:

1. Kemampuan bahan dalam menyerap air, yaitu masuknya air mengisi volume pori dalam bahan. Pengaruh kadar air sangat besar terhadap kekuatan pada bahan, semakin banyak bahan dalam menyerap air maka kekuatannya akan semakin menurun
2. Keawetan bahan adalah salah satu sifat bahan untuk bertahan terhadap pengaruh lingkungan atau faktor atmosfer (perubahan suhu dan kelembaban), atau zat-zat lain yang ada di dalam tanah serta air tanah.

Salah satu yang menentukan kekuatan pondasi adalah bahan pengikat batuan berupa mortar. Mortar (*mortel* atau *speci*) ialah adukan yang terdiri dari pasir, bahan perekat dan air. Bahan perekat dapat berupa tanah liat, kapur semen Portland. Tanah liat disebut sebagai mortar Lumpur (*mud mortar*), sedangkan kapur disebut sebagai mortar kapur, begitu pula semen Portland yang dipakai sebagai bahan perekat disebut mortar semen. Adapun macam dari mortar ini dibedakan menjadi 3 macam; yaitu mortar lumpur, mortar kapur, dan mortar semen (Kardiyono, 1992).

- a. Mortar lumpur dibuat dari campuran pasir, tanah liat, dan air. Kemudian diaduk rata dan mempunyai kelecakan (tingkat kepadatan atau kecairan) yang cukup baik. Jumlah pasir yang diberikan haruslah tepat, terlalu sedikit pasir menghasilkan mortar yang retak-retak setelah mengeras sebagai akibat besarnya susutan pengeringan. Terlalu banyak pasir menyebabkan adukan kurang dapat melekat. Mortar ini biasa digunakan sebagai bahan tembok atau bahan tungku api di desa.

- b. Mortar kapur dibuat dari campuran pasir, kapur dan air. Kapur dan pasir dicampur dalam keadaan kering. Kemudian baru ditambahkan air secukupnya untuk mendapatkan kelecakan yang cukup. Selama proses pengerasan biasanya kapur mengalami penyusutan, sehingga jumlah pasir yang dipakai sebaiknya adalah 2 atau 3 kali volume kapur. Mortar ini biasanya dipakai untuk pembuatan tembok bata.
- c. Mortar semen dibuat dari campuran pasir, semen Portland, dan air dalam perbandingan yang tepat. Perbandingan volume semen dan volume pasir berkisar antar 1:2 dan 1:6 atau lebih besar. Mortar ini mempunyai kekuatan yang besar dibandingkan kedua mortar terdahulu. Karena itu biasanya digunakan untuk tembok, pilar, kolom atau bagian lain yang menahan beban. Karena mortar ini kedap air maka juga dipakai untuk bagian luar dan berada di bawah tanah.
- Pasir dan semen mula-mula dicampur secara kering sampai merata di atas suatu tempat yang rata atau rapat air. Kemudian sebagian air ditambahkan dan diaduk merata sampai semua tercampur rata.
- d. Mortar khusus dibuat dengan menambahkan bahan khusus pada mortar (b) dan (c) diatas dengan tujuan tertentu, misalnya dengan menambahkan asbestos fiber, jute fibres (serat rami), butir-butir kayu dan sebagainya.
- Mortar ini dipakai untuk bahan isolasi peredam suara.
- Mortar tahan api dibuat dengan menambahkan bubuk bata api dengan *aluminous cement*, dengan perbandingan satu *aluminous cement* dan dua bubuk bata api, biasanya digunakan sebagai tungku api.

Sifat-sifat mortar

Mortar yang baik menurut Kardiyono adalah harus mempunyai sifat-sifat sebagai berikut :

1. Murah
2. Tahan lama atau awet
3. Mudah dikerjakan (diaduk, diangkut, dipasang, diratakan)
4. Melekat dengan baik
5. Cepat kering atau keras
6. Tahan terhadap rembesan air
7. Tidak timbul retak-retak setelah dipasang.

Setelah mendapatkan campuran mortar yang baik, dan mengetahui kekuatan tekan rata-rata pada batu putih, maka dirancang sampel pondasi pasangan batu putih dengan campuran yang terbaik dari berbagai sampel mortar yang diuji.

2.2. Bahan-Bahan Penyusun Pondasi

2.2.1. Semen Portland

Semen Portland adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang terutama terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis, dengan gips sebagai bahan tambahan (PUBI-1982).

Fungsi semen adalah untuk merekatkan butir-butir agregat agar terjadi suatu massa yang kompak atau padat. selain itu juga untuk mengisi rongga-rongga di antara butiran agregat. Walaupun semen hanya kira-kira mengisi 10 persen saja dari volume beton, karena merupakan bahan yang aktif maka perlu dipelajari maupun dikontrol secara ilmiah.

Semen diperoleh dengan membakar secara bersamaan suatu campuran dari calcareous (yang mengandung kalsium karbonat atau batu gamping) dan argillaceous (yang mengandung alumina) dengan perbandingan tertentu. Secara mudahnya kandungan semen Portland adalah: kapur, silica, dan alumina. Ketiga bahan dasar dicampur dan dibakar dengan suhu 1550°C dan menjadi klinker biasanya ditambah gips atau kalsium sulfat (CaSO_4) kira-kira 2-4 sebagai bahan pengontrol waktu pengikatan (Kardiyono, 1992).

Adapun unsur-unsur pokok yang terkandung dalam semen yaitu seperti tabel 2.1. berikut :

Tabel 2.1. Unsur-unsur Pokok yang Terkandung di Dalam Semen

Bahan	Rumus Kimia	Prosentase
Kapur	CaO	60-65
Silica	SiO_2	17-25
Alumina	Al_2O_3	3-8
Besi	$\text{Fe}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$	0,5-6
Magnesia	MgO	0,5-4
Sulfur	SO_3	1-2
Soda (Potash)	$\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$	0,5-1

Komposisi semen Portland dan senyawa kimia yang ada berpengaruh terhadap sifat-sifat semen. Ada 4 macam senyawa kimia penting yang mempengaruhi sifat semen yaitu sifat ikatan dan sifat pengerasan semen, yaitu :

1. Trikalsium Silikat (C_3S) atau $3CaO.SiO_2$.
2. Dikalsium Silikat (C_2S) atau $2CaO.SiO_2$.
3. Trikalsium Aluminat (C_3A) atau $3CaO.Al_2O_3$.
4. Tetra Kalsium Aluminoforit (C_4AF) atau $4CaO.Al_2O_3.Fe_2O_3$

Sesuai dengan tujuan pemakaiannya, semen Portland di Indonesia (PUBI-1982) dibagi menjadi 5 jenis, yaitu:

1. Jenis I : Semen Portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang diisyaratkan pada jenis-jenis lain.
2. Jenis II : Semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang.
3. Jenis III : Semen Portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan kekuatan awal yang tinggi.
4. Jenis IV : Semen Portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan panas hidrasi yang rendah.
5. Jenis V : Semen Portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan sangat tahan terhadap sulfat.

2.2.2. Pasir

Pasir merupakan bahan batuan berukuran kecil, ukuran butiran lebih kecil 5 mm. Pasir dapat berupa pasir alam, sebagai hasil disitegrasi alam dari batuan-batuan atau berupa pasir pecahan batu yang dihasilkan dari mesin pemecah batu.

Pasir tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% terhadap berat keringnya. Apabila kadar lumpur melebihi 5%, maka pasirnya harus dicuci. Lumpur pada pasir dapat menghalangi ikatan dengan pasta semen. Pasir tidak boleh mengandung bahan organik terlalu banyak, yang harus dibuktikan dengan pengujian warna dari Abrams Harder. Pasir yang tidak memenuhi pengujian warna dapat juga dipakai asal kuat desak adukan dengan pasir tersebut pada umur 7 dan 28 hari tidak kurang dari 95%. Kuat desak adukan dengan pasir yang sama, tetapi telah dicuci dalam larutan NaOH_3 yang kemudian dicuci dengan air hingga bersih. Bahan-bahan organik itu dapat mengadakan reaksi dengan senyawa-senyawa dari semen Portland hingga berakibat berkurangnya kualitas adukan (**Gideon Kusuma, 1993**).

Untuk memperoleh nilai kuat desak yang lebih besar, maka digunakan pasir dengan gradasi yang lebih besar. Variasi besar butiran atau gradasi yang baik akan menghasilkan rongga mortar yang sedikit. Pasir yang seperti ini hanya memerlukan pasta semen sedikit (**Kardiyono, 1992**). Pasir dapat digolongkan menjadi 3 macam:

1. Pasir galian. Pasir golongan ini diperoleh langsung dari permukaan tanah atau dengan cara menggali terlebih dahulu. Pasir ini biasanya tajam, bersudut, berpori, dan bebas dari kandungan garam, tetapi biasanya harus dibersihkan dari kotoran tanah dengan jalan dicuci.

2. Pasir sungai. Pasir ini diperoleh langsung dari dasar sungai, yang pada umumnya berbutir halus bulat-bulat akibat proses gesekan. Daya lekat antar butir agak kurang karena butir yang bulat. Karena besar butir-butirnya kecil maka baik dipakai untuk memplester tembok. Juga dapat digunakan untuk keperluan yang lain.
3. Pasir laut. Pasir laut ialah pasir yang diambil dari pantai. Butir-butirannya halus dan bulat karena gesekan, pasir ini adalah pasir yang paling jelek, karena banyak mengandung garam-garaman. Garam-garaman ini banyak menyerap kandungan air dari udara. Ini mengakibatkan pasir selalu agak basah dan juga menyebabkan pengembangan bila sudah menjadi bangunan. Oleh karena itu sebaiknya pasir laut jangan dipakai.

2.2.3. Air

Air merupakan bahan dasar pembuat beton yang penting namun harganya paling murah. Air diperlukan untuk bereaksi dengan semen, serta untuk menjadi bahan pelumas antara butir-butir agregat agar dapat mudah dikerjakan dan dipadatkan.

Dalam pemakaian air untuk beton itu sebaiknya air memenuhi syarat sebagai berikut:

1. Tidak mengandung lumpur (benda melayang lainnya) lebih dari 2 gram per liter.
2. Tidak mengandung garam-garam yang dapat merusak beton (asam, zat organik, dan sebagainya) lebih dari 15 gram per liter.

3. Tidak mengandung khlorida (Cl) lebih dari 0,5 gram per liter.
4. Tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gram per liter.

Untuk air perawatan dapat dipakai juga air yang dipakai untuk pengadukan, tetapi harus yang tidak menimbulkan noda atau endapan yang merusak warna permukaan sehingga tidak sedap dipandang. Besi dan zat organis dalam air umumnya menjadi penyebab utama pengotoran atau perubahan warna terutama jika perawatan cukup lama (Kardiyono, 1992).

2.2.4. Kapur

Penambahan kapur menurut Gideon Kusuma, 1993 yang dikutip dari Tugas Akhir dari Julianto dan Heriyanto yang berjudul pemanfaatan limbah padat pada pabrik kertas untuk campuran mortar semen, kapur berguna untuk menutupi rongga-rongga yang ada pada campuran mortar, agar mortar beton yang dibuat tidak terlalu banyak berpori, dikarenakan pasir merupakan butiran yang berongga. Rongga-rongga tidak semua dapat tertutup oleh butiran semen maupun pasta semen (*gel*), ruang-ruang yang berongga yang tidak ditempati butiran-butiran semen, merupakan rongga-rongga yang berisi udara dan air yang saling berhubungan dan dinamakan *kapiler*. *Kapiler* ini akan tertinggal ketika pasta semen mengeras, akibatnya mortar memiliki sifat tembus air (*permeabilitas*) yang besar sehingga dapat mengurangi kekuatannya. Kapur dapat mengisi pori-pori yang digunakan untuk menambah karakteristik kohesif dari mortar semen dan memperbaiki ketahanan terhadap keluarnya air semen (*bleeding*), tetapi pemakaian kapur yang terlalu banyak menyebabkan kuat desak mortar menjadi rendah, hal ini dikarenakan volume kapur yang banyak akan menyebabkan semen menjadi lebih sedikit di dalam adukan.

Kapur dibedakan menjadi lima menurut Standar Industri Indonesia, yaitu :

1. Kapur tohor : yaitu hasil pembakaran batu alam yang komposisinya adalah sebagian besar kalsium karbonat, pada suatu suhu sedemikian tinggi, sehingga jika diberi air dapat terpadamkan (dapat bersenyawa dengan air membentuk hidrat)
2. Kapur padam : hasil pemadaman kapur tohor dengan air dan membentuk hidrat.
3. Kapur udara : kapur padam yang apabila diaduk dengan air, setelah beberapa waktu hanya dapat mengeras di udara karena pengikatan karbon dioksida (CO_2).
4. Kapur hidrolis : kapur padam yang apabila diaduk dengan air setelah beberapa waktu dapat mengeras, baik di dalam air maupun di udara.
5. Kapur magnesia : kapur yang mengandung lebih dari 5% magnesium oksida (MgO) dihitung dari contoh kapur yang dipijarkan.

Di pasaran hanya dikenal 2 macam kapur yang biasa digunakan sebagai bahan bangunan, yaitu kapur mentah dan kapur matang atau bakar. Kapur mentah dipakai tanpa melalui proses pembakaran, tetapi ditumbuk halus. Umumnya di pasaran ditemui dalam bentuk tepung atau bubuk, bahkan ada yang sudah dikemas dalam kantong. Adapun kapur matang diperoleh setelah melalui proses pembakaran, batu kapur di pasaran biasanya dalam bentuk bongkahan, sehingga sebelum digunakan terlebih dahulu disiram air, sampai berbentuk bubuk atau tepung yang biasa disebut kapur padam. Oleh sebagian pelaksana bangunan di lapangan, kapur ini digunakan sebagai bahan

campuran mortar semen, campuran mortar semen dengan kapur banyak digunakan untuk plesteran dinding dan spesi batu atau bata. Walaupun kapur bakar ini sering dimanfaatkan sebagai bahan tambah campuran, namun pengaruhnya terhadap kekuatan mortar semen sering kurang mendapat perhatian. Oleh karena itu penelitian tentang pengaruh kapur bakar terhadap kekuatan mortar semen ini dilakukan.

2.2.5. Batu Putih

Batu putih adalah batuan alam. Batu putih ini mempunyai 3 penggolongan lapisan menurut kekerasannya. Lapisan paling terluar adalah lapisan yang paling lunak berwarna putih kekuningan. Lapisan ini tidak digunakan, karena sangat rapuh dan mudah hancur, lapisan ini seperti tanah liat yang kering. Lapisan kedua berwarna putih agak keabuan. Lapisan ini lebih keras sedikit daripada lapisan terluar tadi. Biasa digunakan sebagai bahan baku pengrajin ukiran patung, dikarenakan sangat mudah dibentuk dengan pahat batu atau alat lainnya. Lapisan paling dalam berwarna krem mempunyai kekuatan paling kuat di antara kedua lapisan yang telah disebutkan terdahulu. Batu putih ini cukup keras untuk dijadikan pondasi sebagai alternatif dari pasangan batu gunung atau batu kali. Dikarenakan sumber daya alam yang sangat banyak terletak di selatan kota Yogyakarta terutama di daerah Prambanan dan Wonosari, dimungkinkan masyarakat memakai sumber daya ini untuk penghematan biaya dalam pembangunan konstruksi sederhana. Contohnya adalah untuk pagar, konstruksi turap atau dinding penahan tanah atau untuk pembuatan pondasi pada rumah tinggal.

Batuan putih ini mempunyai kekuatan sedang $8 \text{ kg/cm}^2 - 18 \text{ kg/cm}^2$ di antara bebatuan cadas lainnya (Heinz Frick, 1999). Batu putih sebagai pengisi utama pondasi adalah batuan menengah menurut penggolongan kekerasannya yang mengandung mineral, kuarsa, mikafespar, kapur, lempung (Heinz Frick, 1999). Batuan putih ini juga mempunyai kadar pori yang banyak sehingga mempunyai resapan air yang banyak, tetapi belum banyak penelitian mengenai batu putih ini menyebabkan peneliti mengalami sedikit kesulitan, dalam hal ini peneliti menggunakan batu putih yang berasal dari pertambangan batu putih di Candi Ijo Prambanan.



BAB III

LANDASAN TEORI

3.1. Pendahuluan

Landasan teori meliputi dasar-dasar atau acuan yang digunakan dalam pengujian bahan, antara lain :

1. Serapan air pada batu putih
2. Pengujian keausan batu putih
3. Kuat desak batu putih
4. Perencanaan dan pengujian campuran mortar pada pondasi.
5. Kuat desak pondasi dengan pasangan batu putih.

3.2. Serapan Air pada Batu Putih

Serapan air berarti masuknya air mengisi volume pori dalam bahan. Penyerapan air dapat dihitung dari selisih antara berat bahan yang jenuh dengan air dan berat bahan tersebut dalam keadaan kering mutlak. Penyerapan air dapat dinyatakan dalam persen (%), berat bahan kering (P_{berat}).

$$P = \frac{B2 - B1}{B1} \times 100\% \dots\dots\dots (3.1)$$

Dimana :

P = Serapan air

B1 = Berat bahan kering tungku

B2 = Berat bahan jenuh.

Pengujian sampel batu putih menggunakan tiga buah sampel, dengan perlakuan ketiga sampel direndam selama 2 x 24 jam, atau 2 hari untuk mendapatkan kadar resapan air yang maksimal, kemudian ditimbang dalam keadaan jenuh air. Setelah itu sampel dikeringkan pada oven dengan suhu 110°C selama kira-kira 24 jam. Kemudian ditimbang lagi, dari perbandingan berat akan didapatkan kadar resapan air pada batu putih.

3.3. Pengujian Keausan Batu Putih

Pengujian abrasi atau keausan dengan menggunakan mesin Los Angeles. Mesin ini terdiri dari silinder baja tertutup pada kedua sisinya dengan diameter 71cm (28") panjang 50 cm (20"). Silinder bertumpu pada dua poros pendek yang tak menerus dan berputar pada poros mendatar. Silinder berlubang untuk memasukkan benda uji. Penutup lubang terpasang rapat sehingga permukaan dalam silinder tidak terganggu. Dibagian dalam silinder terdapat bilah baja melintang penuh setinggi 8,9 cm (3,56"). Bola-bola baja sebanyak 12 buah dengan diameter rata-rata 4,68 cm (1 7/8) dan berat masing-masing antara 390 gram sampai 445 gram dimasukkan ke dalam mesin Los Angeles. Lalu mesin diputar dan hasil pemutaran disaring dengan saringan no 12. butiran yang tertahan di atasnya dicuci bersih, selanjutnya dikeringkan dalam oven sampai berat tetap.

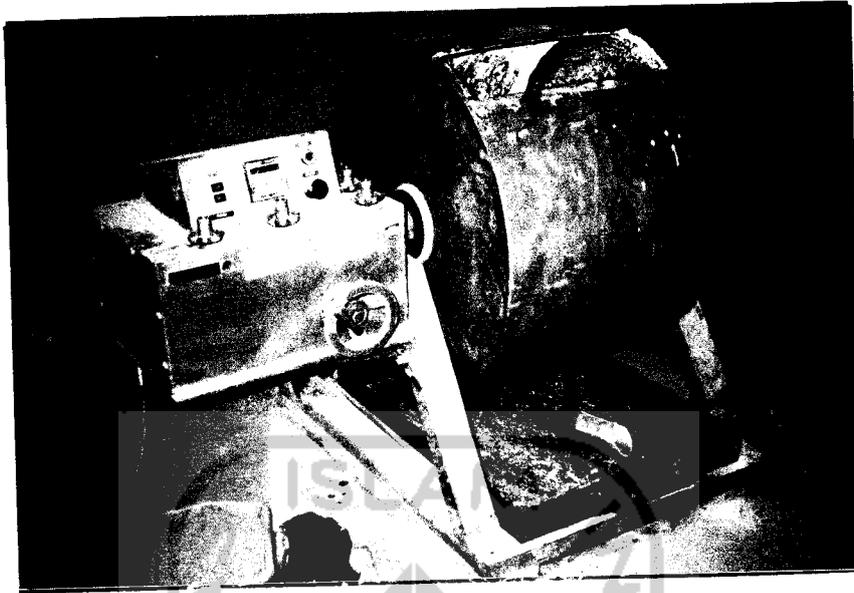
Perhitungan keausan :

$$\text{Keausan} = \frac{a-b}{a} \times 100\% \dots\dots\dots (3.2)$$

Dimana :

a = Berat benda uji semua, gram

b = Berat benda uji tertahan saringan no 12, gram



Gambar 3.1. Alat Uji Abrasi Mesin Tes Los Angeles

3.4. Kuat Desak Batu Putih

Pengujian ini untuk mengetahui kekuatan desak batu putih dengan memakai dua perlakuan, yaitu batu putih dengan kondisi kering tungku dan batu putih dengan kondisu jenuh air.

Rumus yang dipakai :

$$\sigma_m = \frac{P_{maks}}{A} \dots\dots\dots (3.3)$$

Dimana :

σ_m = Tegangan batu putih, kg/cm²

P_{maks} = Gaya tekan maksimum, kg

A = Luas penampang benda uji, cm²

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_o} \dots\dots\dots (3.4)$$

Dimana :

ε = Regangan pada bahan.

ΔL = Besarnya Perpendekan bahan, cm

L_o = Panjang mula-mula, cm

3.5. Perencanaan dan Pengujian Campuran Mortar pada Pondasi

Perencanaan campuran mortar bertujuan untuk mendapatkan kuat tekan tinggi, kelecakan (*Workability*) yang cukup, dan keawetan yang memadai. Dengan cara studi eksperimental menggunakan proporsi semen, agregat halus, bahan tambah berupa kapur atau gamping, dan air dengan cara coba-coba. Perencanaan campuran adukan mortar dalam penelitian ini menggunakan SK SNI M-111-1990-03 dari departemen pekerjaan umum dengan benda uji 5 cm x 5 cm x 5 cm.

1. Kekuatan tekan mortar semen Portland adalah gaya maksimum persatuan luas yang bekerja pada beda uji mortar semen Portland berbentuk kubus dengan ukuran tertentu dengan umur tertentu.
2. Gaya maksimum adalah gaya yang bekerja saat benda uji kubus pecah.

Dengan perhitungan :

$$\sigma_m = \frac{P_{maks}}{A} \dots\dots\dots (3.5)$$

Dimana :

σ_m = Tegangan mortar, kg/cm²

P_{maks} = Gaya tekan maksimum, kg

A = Luas penampang benda uji, cm²

Untuk benda uji kubus dengan panjang sisi 5 cm, maka $A = 25 \text{ cm}^2$

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_o} \dots\dots\dots (3.6)$$

Dimana :

ε = Regangan pada bahan.

ΔL = Besarnya perpendekan bahan, cm

L_o = Panjang mula-mula, cm

Pengujian sampel mortar dilakukan dengan cara memberikan beban bertingkat dengan penambahan beban secara perlahan sampai benda uji hancur. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan mesin uji desak Shimatzu dengan kapasitas 30 ton.



Gambar 3.2. Alat uji Desak Shimatzu.

3.6. Kuat Desak Pondasi dengan Pasangan Batu Putih

Hasil dari pengujian mortar dan pengujian abrasi pada batu putih, diketahui kekuatan bahan masing-masing, kemudian dibuat pengujian untuk cara pendekatan, maka dilakukan pendekatan simulasi dengan membuat benda uji berupa pondasi staal yang mendekati aslinya. Menurut **L. Wahyudi dan Syahril A. Rahim (1997)** nilai uji yang diperoleh dari setiap benda uji akan berbeda, karena pondasi terdiri dari material heterogen, yang kekuatannya dipengaruhi oleh proporsi campuran, bentuk ukuran dan kondisi lingkungan pada saat pengujian.

Kekuatan bahan berdasarkan kekuatan tegangan pada bahan pondasi, sama seperti halnya dalam pengujian mortar:

$$\sigma_m = \frac{P_{maks}}{A} \dots\dots\dots (07)$$

Dimana:

σ_m = Tegangan pondasi, kg/cm²

P_{maks} = Gaya tekan maksimum, kg

A = Luas penampang benda uji, cm²

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \dots\dots\dots (08)$$

Dimana :

ε = Regangan pada bahan.

ΔL = Besarnya perpendekan bahan, cm

L_0 = Panjang mula-mula, cm

Pengujian standarnya berdasarkan atas kekuatan pondasi umur 28 hari, menggunakan mesin uji Power Team berkapasitas 200 ton, dengan cara

Pengujian standarnya berdasarkan atas kekuatan pondasi umur 28 hari, menggunakan mesin uji Power Team berkapasitas 200 ton, dengan cara memberikan beban tekan bertingkat dengan kecepatan peningkatan beban tertentu atas benda uji, sampai benda uji hancur.

Untuk mendapatkan hasil yang dituju maka dalam hasil evaluasi dengan baik diperlukan paling sedikit 3 data sampel untuk setiap pengujian.



Gambar 3.3. Alat Uji Desak Power Team.

BAB IV
METODE PENELITIAN

4.1. Umum

Metode penelitian adalah tata cara pelaksanaan penelitian yang diuraikan menurut suatu urutan sistematis. Secara garis besar metodologi penelitian tugas akhir ini meliputi: persiapan, pembuatan benda uji, perawatan benda uji, pengujian benda uji, analisa dan pembahasan.

Metode yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Merancang campuran mortar yang terbaik untuk pondasi pasangan batu putih dengan coba-coba seperti pada tabel 4.1.

Tabel 4.1. Perbandingan Campuran Mortar

Variasi	Semen	Pasir	Kapur Bakar
I	1	3	2
II	1	4	2
III	1	5	2
IV	1	6	2
V	1	3	0
VI	1	4	0

2. Benda uji dibuat sebanyak 3 buah untuk masing-masing sampel
3. Pengujian keausan batu putih seberat 10 kg yang lolos saringan 3” (inch), dengan menggunakan mesin *Los Angeles* sebanyak 1000 putaran.

4. Pengujian resapan air pada batu putih dengan membuat sampel ukuran 5 cm x 5 cm x 5 cm sebanyak 3 buah, dengan perbandingan berat sebelum dan sesudah dikeringkan tungku 110⁰C.
5. Pengujian kekuatan batu putih dengan dua perlakuan, yaitu dalam keadaan jenuh air dan keadaan kering tungku masing-masing dua buah sampel.
6. Merancang pondasi pasangan batu putih pada berbagai sudut seperti tabel 4.2.

Tabel 4.2. Pondasi Pasangan Batu Putih pada Berbagai Sudut

No	Jenis Batu	Variasi Sudut	Jumlah Sampel
1	Batu putih	60 ⁰	3 buah
2	Batu putih	75 ⁰	3 buah
3	Batu putih	90 ⁰	3 buah

7. Benda uji dibuat sebanyak 3 buah untuk masing-masing sudut.
8. Pengujian pondasi pada berbagai sudut seperti yang terdapat pada tabel 4.2.
9. Pengujian pondasi dilakukan pada saat pondasi berumur 28 hari. Uji yang dilakukan adalah uji tekan, dengan penambahan beban bertingkat sampai sampel hancur.

4.2. Peralatan yang Digunakan

Peralatan yang digunakan antara lain adalah :

1. Ember
2. Cetok

3. Sekop
4. Ayakan
5. Kaliper atau jangka sorong
6. Molen
7. Palu
8. Scrap
9. Gergaji besi
10. Amplas
11. Mesin desak Shimatzu
12. Mesin Los Angeles, berfungsi untuk menguji keausan batu putih
13. Mesin Power Team
14. Timbangan
15. Dial, berfungsi untuk mengetahui penurunan benda uji pada saat uji desak.

4.3. Persiapan

Pekerjaan persiapan meliputi pengujian sifat-sifat teknis bahan :

1. Uji kuat batu putih
Persiapan pengujian batu putih dengan bahan batu putih dan memecah batu putih sebesar $\pm 5/7$ cm, dengan minimal 3 sudut pecah pada batuan.
2. Pengujian kekuatan batu putih untuk uji desak dengan menyiapkan sampel berbentuk kubus ukuran 5 cm x 5 cm x 5 cm.
3. Pengujian mortar
Persiapan pengujian mortar meliputi persiapan berupa pasir, semen Portland, kapur, air secukupnya dan pembuatan bekisting sebanyak 72 buah.

4. Pengujian pondasi pasangan batu putih

Pembuatan bekisting dan persiapan bahan berupa batu putih, pasir, semen Portland dan air secukupnya.

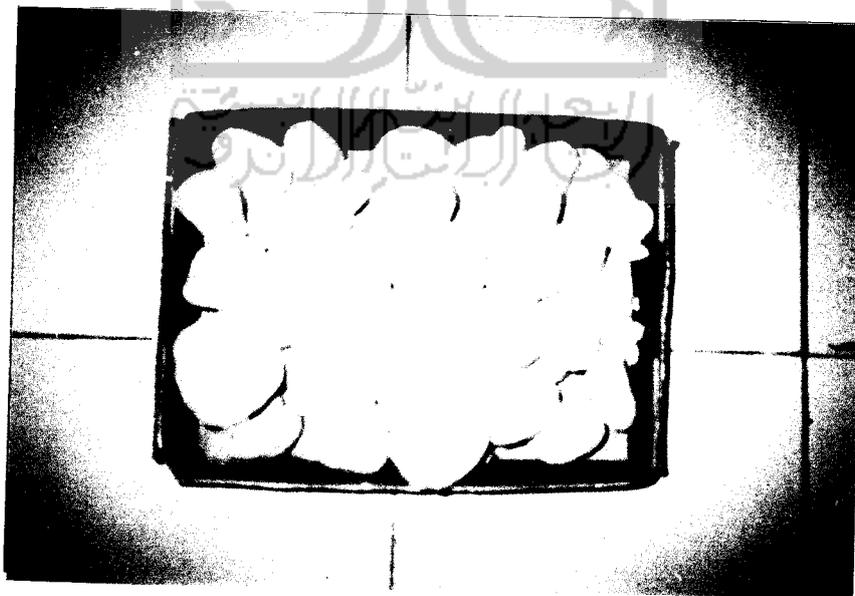
4.4. Pembuatan Benda Uji pada Batu Putih

4.4.1. Uji Resapan Air pada Batu Putih

Pengujian resapan air pada batu putih adalah dengan menyiapkan sampel sebanyak 3 buah dengan ukuran 5 cm x 5 cm x 5 cm, dengan cara memotong batu putih sesuai dengan ukuran yang diinginkan. Kemudian baru diampelas untuk mendapatkan permukaan yang rata.

4.4.2. Pengujian Abrasi Batu Putih

Pengujian batu putih dengan menyiapkan 10 kg batu putih dengan ukuran ± 5 s/d 7 cm, sudut pecah minimal 3 sisi dan lolos saringan 3"



Gambar 4.1. Hasil Pengujian Abrasi

4.4.3. Pengujian Desak Batu Putih

Pembuatan sampel batu putih berbentuk kubus dengan ukuran 5 cm x 5 cm x 5 cm. Dengan cara digergaji dan diampelas agar halus serta rata permukaannya. Sampel 2 buah dalam kondisi kering tungku dan 2 buah dalam kondisi jenuh air.



Gambar 4.2. Sampel Uji Desak Batu Putih

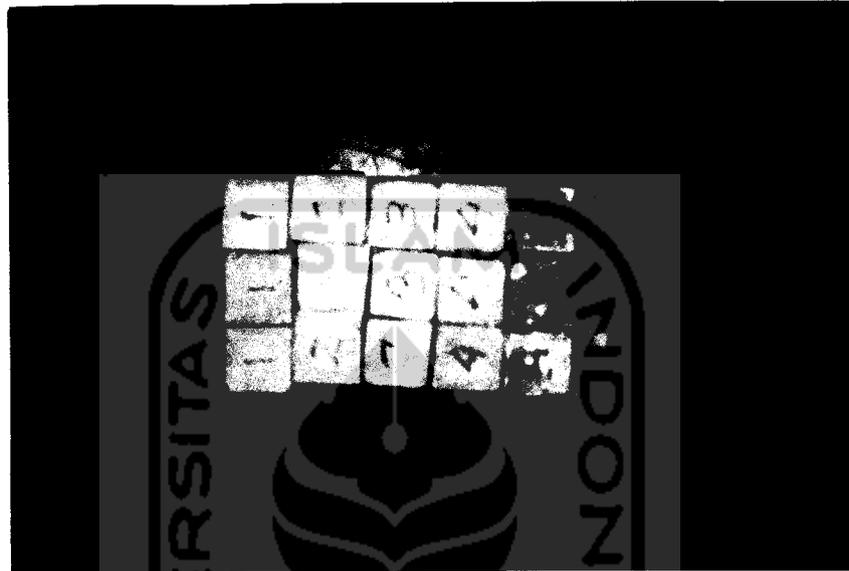
4.4.4. Pengujian Mortar

Pembuatan bekisting sampel sebanyak 72 buah. Perancangan adukan dengan cara eksperimental, masing-masing adukan sebanyak 3 buah sampel.

Tabel 4.3. Perbandingan Campuran Mortar

Variasi	Semen Portland	Pasir	Kapur Bakar
I	1	3	2
II	1	4	2
III	1	5	2
IV	1	6	2
V	1	3	0
VI	1	4	0

Kekuatan benda uji pada umur 7 hari, 14 hari, 21 hari, 28 hari dengan 3 macam sampel pada masing-masing campuran.

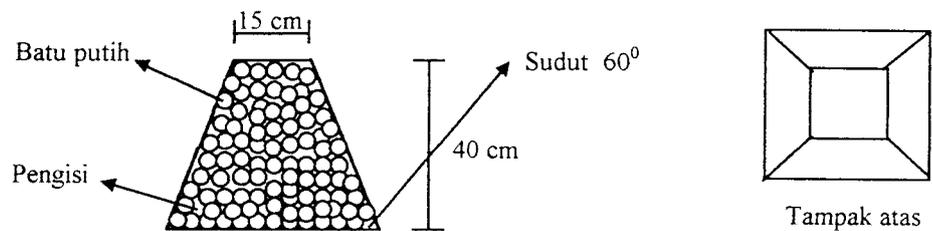


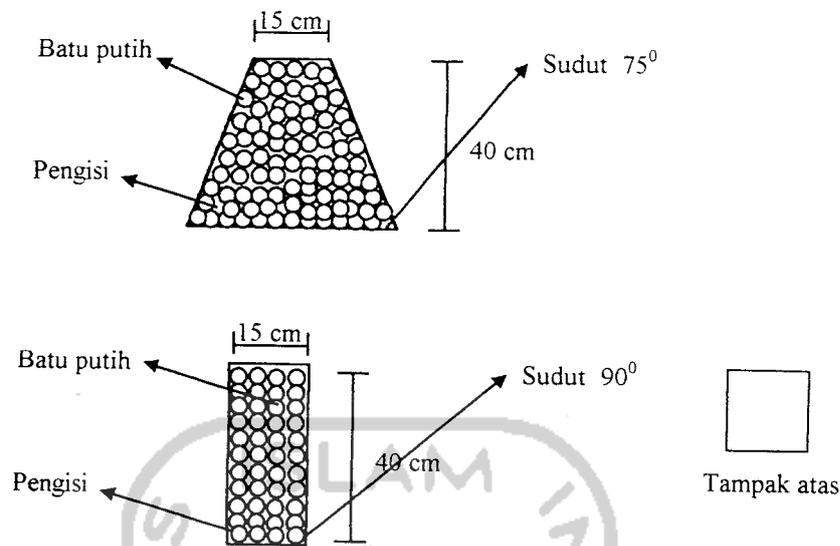
Gambar 4.3. Benda Uji Mortar

4.4.5. Pengujian Pondasi Pasangan Batu Putih

Pembuatan bekisting sebanyak 9 buah, berbentuk umpak dengan campuran variasi mortar terbaik, dan batu putih.

Pengujian sampel pondasi batu putih dilakukan pada umur 28 hari.





Gambar 4.4. Sampel Pondasi Pasangan Batu Putih dengan Sudut 60° , 75° dan 90° .

4.5. Perawatan Benda Uji

Perawatan benda uji pondasi staal ini layaknya perawatan pada beton kebanyakan, yaitu untuk memperoleh hasil pengujian yang diharapkan. Setelah pondasi dan mortar dilepas dari bekisting, harus segera dilakukan perawatan dengan menyirami beton dengan air selama 3 hari untuk pengujian pasangan pondasi, dan 7, 14, 21, 28 hari untuk perawatan mortar, antara lain adalah :

4.5.1. Perawatan Mortar pada Umur 7 Hari

1. Mortar yang telah berumur satu hari diangkat dari cetakan dan diberi nomor.
2. Setelah itu benda uji dirawat diletakkan di atas karung yang dibasahi hingga berumur 6 hari dan dianginkan.
3. Benda uji dikeluarkan dari karung setelah berumur 7 hari, lalu siap diuji.

4.5.2. Perawatan Mortar pada Umur 14 Hari

1. Mortar yang telah berumur satu hari diangkat dari cetakan dan diberi nomor.
2. Setelah itu benda uji dirawat diletakkan di atas karung yang dibasahi hingga berumur 13 hari dan dianginkan.
3. Benda uji dikeluarkan dari karung setelah berumur 14 hari, lalu siap diuji.

4.5.3. Perawatan Mortar pada Umur 21 Hari

1. Mortar yang telah berumur satu hari diangkat dari cetakan dan diberi nomor.
2. Setelah itu benda uji dirawat diletakkan di atas karung yang dibasahi hingga berumur 20 hari dan dianginkan.
3. Benda uji dikeluarkan dari karung setelah berumur 21 hari, lalu siap diuji.

4.5.4. Perawatan Mortar pada Umur 28 Hari

1. Mortar yang telah berumur satu hari diangkat dari cetakan dan diberi nomor.
2. Setelah itu benda uji dirawat diletakkan di atas karung yang dibasahi hingga berumur 27 hari dan dianginkan.
3. Benda uji dikeluarkan dari karung setelah berumur 28 hari, lalu siap diuji.

4.5.5. Perawatan Pondasi

1. Sampel pondasi yang telah berumur satu hari diangkat dari cetakan dan diberi nomor.
2. Setelah itu benda uji dirawat dengan diselimuti karung goni basah, sampai semua permukaan tertutup.
3. Perawatan sampel dengan penyiraman 2 kali satu hari sampai semua permukaan terkena air.
4. Perawatan benda uji pondasi dilakukan sampai umur 27 hari.

4.6. Pengujian Benda Uji

Parameter pengujian kuat tekan :

- a. Jenis batu : batu putih
- b. Pondasi dengan ukuran batu yang digunakan ± 5 s/d 7 cm dengan campuran mortar terbaik.
- c. Kekuatan mortar : dengan berbagai variasi campuran untuk umur 7, 14, 21, 28 hari.
- d. Pondasi dengan ukuran batu, mortar ditimbang sama untuk setiap sampel dan jumlah batu diusahakan sama.
- e. Bentuk permukaan batu : bulat dan bersudut dengan campuran mortar yang terbaik.
- f. Pengujian resapan dan kuat tekan batu putih : sampel berbentuk kubus berukuran 5 cm x 5 cm x 5 cm.

4.6.1. Pengujian Resapan Batu Putih

Pengujian resapan batu putih adalah dengan membandingkan berat batuan pada saat jenuh air dengan berat batu putih saat kering tungku, yang disajikan dalam bentuk persentase, hal ini untuk mengetahui kadar resapan batu terhadap air.

4.6.2. Pengujian Abrasi

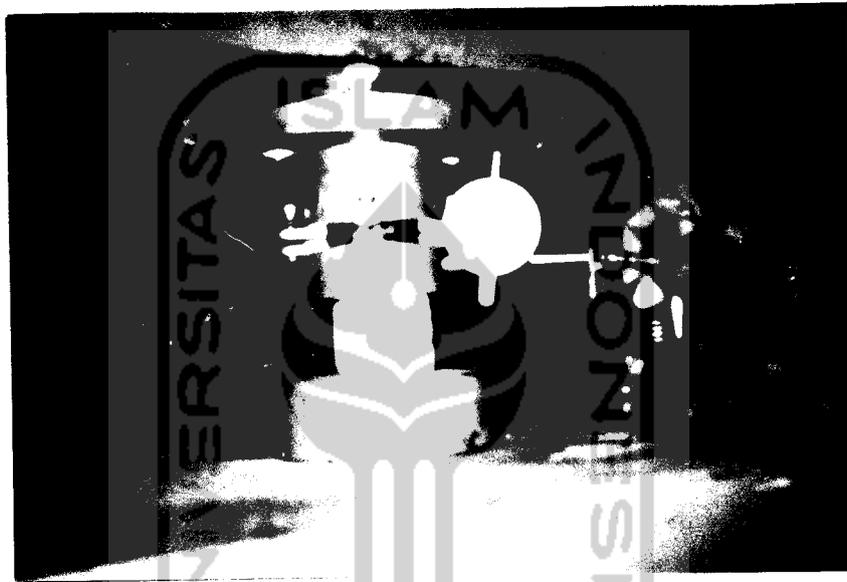
Pengujian abrasi adalah dengan memasukkan benda uji dan bola-bola baja ke mesin Los Angeles, dengan putaran mesin 30 sampai 33 rpm, sebanyak 1000 putaran. Uji ini dilakukan untuk mengetahui kadar keausan batuan.



Gambar 4.5. Pengujian Abrasi Batu Putih

4.6.3. Pengujian Desak Batu Putih

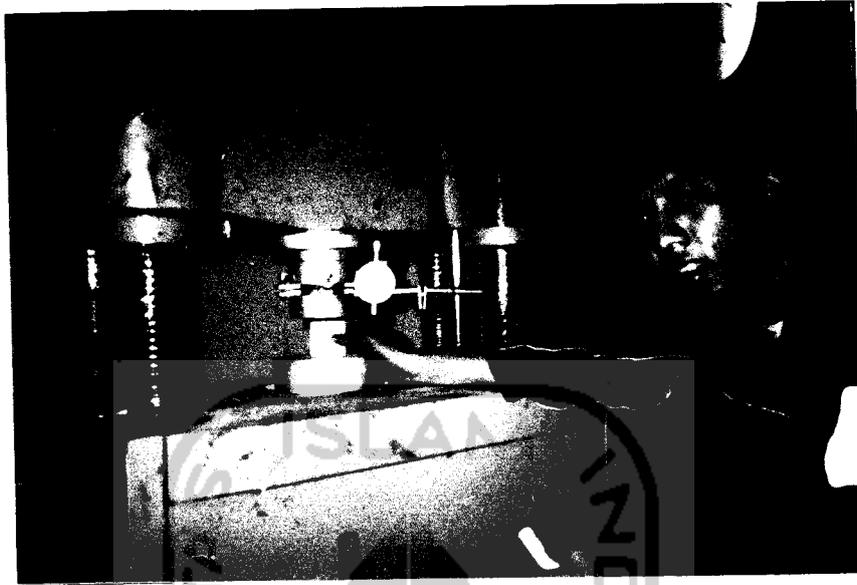
Pengujian desak batu putih dengan menggunakan dua perlakuan, masing-masing pada saat batu putih jenuh air dan pada saat batu putih kering tungku. Menggunakan sampel batu putih ukuran 5 cm x 5 cm x 5 cm sebanyak 2 buah.



Gambar 4.6. Pengujian Desak Batu Putih

4.6.4. Pengujian Mortar

Pengujian kuat tekan pada sampel mortar berbentuk kubus dengan ukuran 50 mm x 50 mm x 50 mm, pada umur 7, 14, 21, 28 hari dengan mesin uji tekan merek Shimatzu. Nilai uji tekan ini diperoleh dengan membagi besar tekan maksimum (N) dibagi dengan luas penampang terkecil (mm^2).



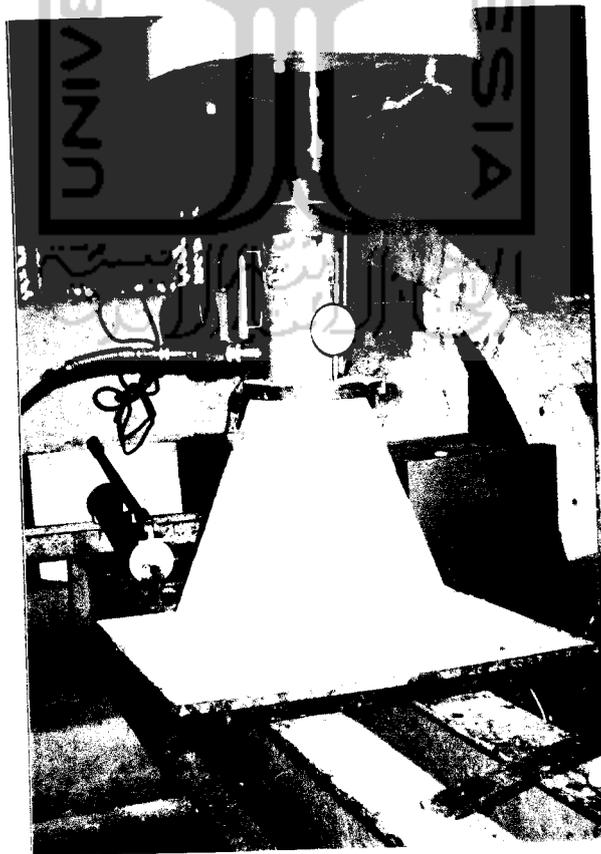
Gambar 4.7. Pengujian Mortar

4.6.5. Pengujian Pondasi Pasangan Batu Putih

Pengujian kuat desak pondasi pasangan batu putih dan batu kali sebagai pembanding adalah dengan memasukkan sampel ke dalam mesin penguji Power Team, pengujian dengan memberi beban bertahap dari kecil hingga terus bertambah sampai sampel pondasi hancur. Didapatkan kuat desak pondasi maksimal.



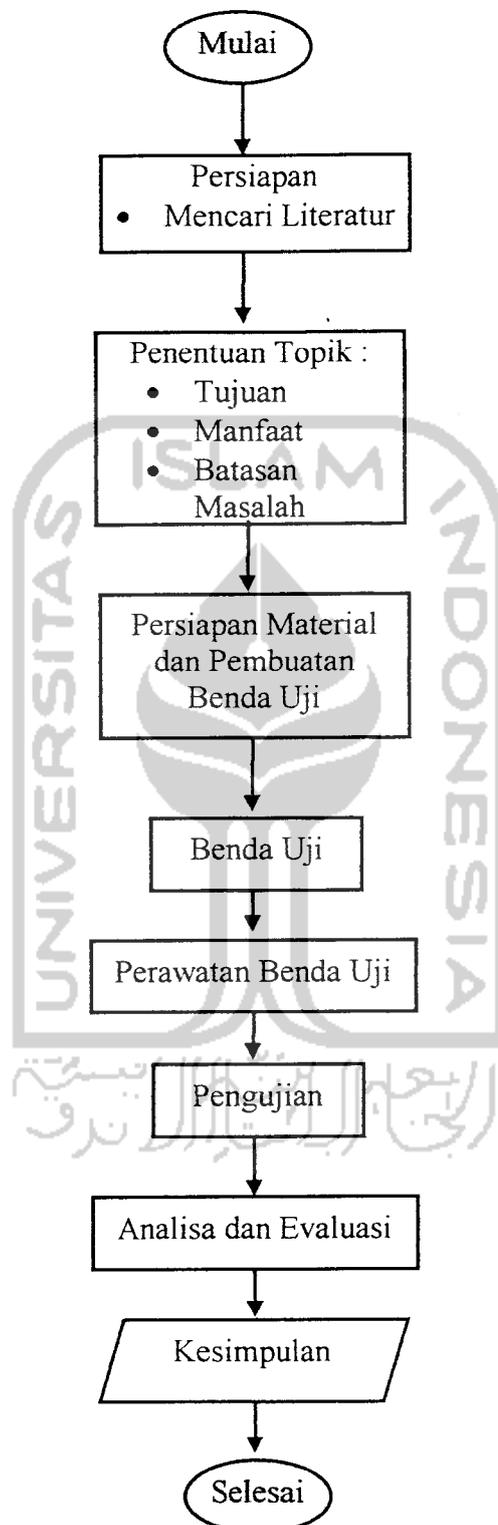
Gambar 4.8. Pengujian Desak Pondasi pada Sudut 60°



Gambar 4.9. Pengujian Desak Pondasi pada Sudut 75°



Gambar 4.10. Pengujian Desak Pondasi pada Sudut 90°



Gambar 4.11. Bagan Alir Penelitian

BAB V

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1. Hasil Penelitian

Hasil pengujian dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pengujian serapan air pada batu putih:
2. Pengujian abrasi batu putih
3. Pengujian desak batu putih dalam keadaan kering tungku dan jenuh air.
4. Pengujian desak mortar semen pada umur
 - Mortar umur 7 hari
 - Mortar umur 14 hari
 - Mortar umur 21 hari
 - Mortar umur 28 hari
5. Pengujian desak pondasi

5.2. Pengujian Benda Uji

5.2.1. Serapan Air pada Batu Putih

Pengujian serapan air dimaksudkan untuk mengetahui seberapa besar batu putih dapat menyerap air, hal ini diindikasikan karena batu putih ini mempunyai kadar pori yang banyak pada permukaannya. Pengujian ini menggunakan 3 sampel yang dibuat serupa satu sama lainnya, dengan ukuran 5 cm x 5 cm x 5 cm. Dari hasil pengujian didapatkan sebagai berikut:

Tabel 5.1. Serapan Air pada Batu Putih

No	Sampel	Berat jenuh air gram	Berat kering gram	Serapan air gram	% Berat	Berat serapan rata-rata %
1	Sampel 1	215,7	149,9	65,8	43,9	43,3
2	Sampel 2	208	146,5	61,5	41,98	
3	Sampel 3	220,5	153,1	67,4	44,02	

Dari hasil penelitian didapat kadar serapan air pada batu putih ini cukup tinggi yaitu 43,3%, ini berarti batu putih mempunyai kadar serapan air tinggi, yang diakibatkan terisinya pori-pori batuan oleh air. Kekuatan batuan akan berkurang ini dapat dilihat pada percobaan kuat desak batu putih pada pengujian kekuatan desak batu putih jenuh air dan kering tungku.

5.2.2. Abrasi Batu Putih

Pengujian abrasi ini dimaksudkan untuk menentukan ketahanan batu putih terhadap keausan, dengan menggunakan mesin Los Angeles. Pengujian yang digunakan yaitu batu putih dan sebagai pembanding nilai kekuatan batu hitam diperoleh dari Tugas Akhir Agus Winurseto & Djoko Risdianto (2002).

Tabel 5.2. Pengujian Abrasi Batu Putih

No	Jenis Gradasi		Benda Uji (Gram)	
	Saringan		I	II
	Lolos	Tertahan		
1	72,2 mm (3")	63,5 mm (2,5")	2500	2500
2	63,5 mm (2,5")	50,8 mm (2")	2500	2500
3	50,8 mm (2")	37,5 mm (1,5")	5000	5000
4	Jumlah benda uji (A)		10000	10000
5	Jumlah tertahan di saringan 12 (B)		5177	5176
6	Keausan = $(A-B)/A \times 100\%$		48,23	48,24

- Batu putih

Jumlah benda uji I (A) = 10000 gram

Jumlah tertahan di saringan 12 (B) = 5177 gram

Jadi keausan batu putih = $(10000 - 5177)/10000 \times 100\% = 48,23$

Jumlah benda uji II (A) = 10000 gram

Jumlah tertahan di saringan 12 (B) = 5176 gram

Jadi keausan batu putih = $(10000 - 5176)/10000 \times 100\% = 48,24$

- Batu hitam

Jumlah benda uji I (A) = 10000 gram

Jumlah tertahan di saringan 12 (B) = 7532 gram

Jadi keausan batu hitam = $(10000 - 7532)/10000 \times 100\% = 24,68$

Jumlah benda uji II (A) = 10000 gram

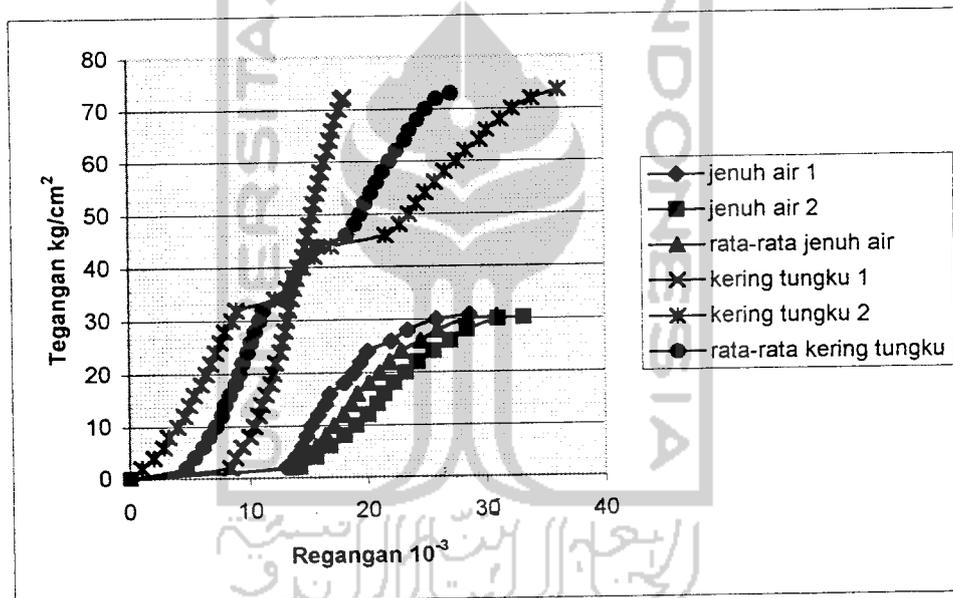
Jumlah tertahan di saringan 12 (B) = 7531 gram

Jadi keausan batu hitam = $(10000 - 7531)/10000 \times 100\% = 24,69$

Dari hasil tersebut perbedaan kekuatan antara batu putih dan batu hitam adalah 23,55% lebih kuat batu hitam dibandingkan dengan batu putih. Semakin besar persentase keausan batuan semakin kurang kekuatan batuan.

5.2.3. Desak Batu Putih

Uji desak batu putih ini dimaksudkan untuk mengetahui kondisi kekuatan batu putih dalam keadaan kering tungku dan jenuh air, dengan menggunakan sampel 5 cm x 5 cm x 5 cm, didapatkan hasil sebagai berikut:



Gambar 5.1. Grafik Kuat Desak Batu Putih

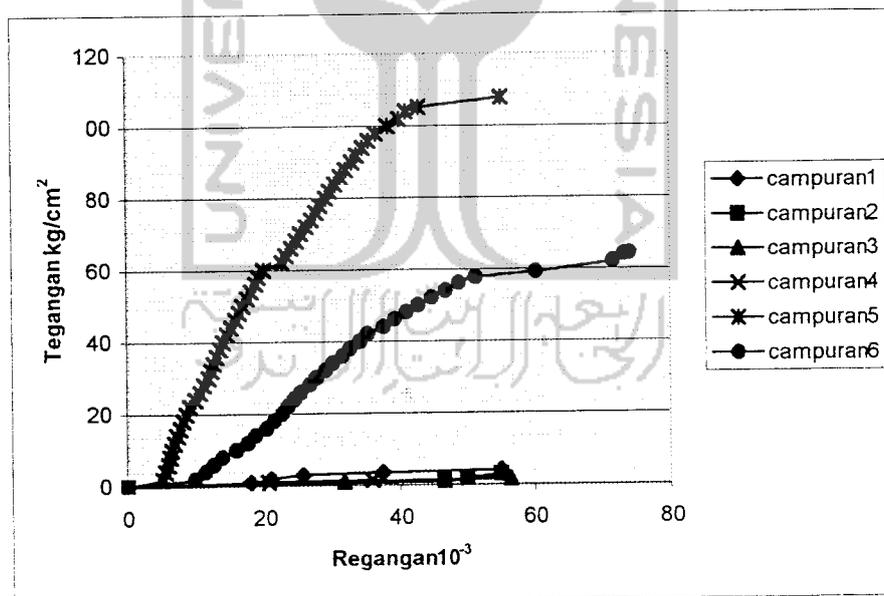
Dari grafik di atas dapat dilihat kekuatan batu putih pada saat jenuh air mengalami penurunan kekuatan $(1825-762,5)/1825 \times 100\% = 58,22\%$ dari kekuatan batu putih bila dalam kondisi kering tungku. Ini membuktikan bahwa kekuatan batu putih dipengaruhi kadar air. Keadaan batu putih pada kondisi jenuh air mengalami pelunakan, yang mempengaruhi kekuatan pada batuan, hal tersebut dapat dilihat pada lampiran tabel 5.3. dan 5.4.

5.2.4. Mortar Semen

Pengujian mortar dimaksudkan untuk mendapatkan bahan pendukung pondasi yang terbaik, agar didapatkan kuat desak pondasi yang maksimum, untuk itu peneliti menggunakan campuran eksperimental yang sering digunakan oleh masyarakat (hasil survey), dan pengujian dilakukan pada umur 7, 14, 21, 28 hari.

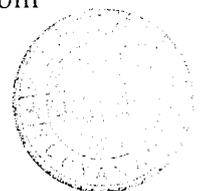
5.2.4.1. Pengujian Mortar Semen pada Umur 7 Hari

Pengujian mortar semen umur 7 hari dilakukan dengan 6 variasi campuran, terdiri dari adukan 1 (1 pc: 3 pasir: 2 kapur), adukan 2 (1:4:2), adukan 3 (1:5:2), adukan 4 (1:6:2), adukan 5 (1:3:0), adukan 6 (1:4:0), hasil dari pengujiannya dapat dilihat pada grafik sebagai berikut:



Gambar 5.2. Grafik Pengujian Mortar Semen pada Umur 7 Hari

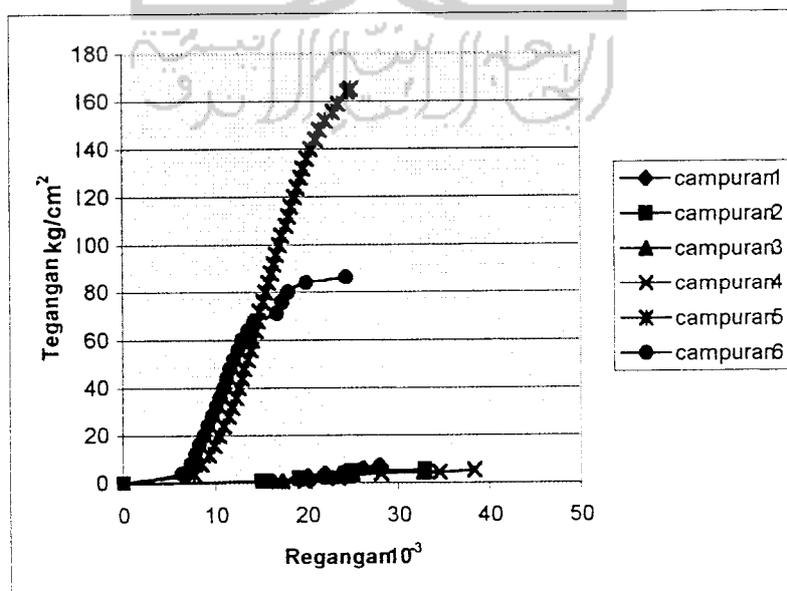
Gambar 5.2. menunjukkan hubungan antara tegangan dan regangan untuk pengujian mortar semen pada umur 7 hari, untuk 6 jenis adukan. Gambar menunjukkan bahwa untuk campuran semen dan pasir mempunyai kekuatan lebih



besar dari kekuatan untuk campuran dengan kapur. Untuk campuran 1 pc: 3 pasir mempunyai tegangan maksimum 108 kg/cm^2 , terjadi pada regangan $55,2 \times 10^{-3}$, sedangkan untuk campuran 1 pc: 4 pasir, tegangan maksimum sebesar $64,2 \text{ kg/cm}^2$ terjadi pada regangan 74×10^{-3} , campuran 1 pc: 3 pasir: 2 kapur mempunyai tegangan maksimum $4,1 \text{ kg/cm}^2$, dan terjadi pada regangan 55×10^{-3} untuk campuran 1 pc: 6 pasir: 2 kapur, mempunyai tegangan maksimum $1,5333 \text{ kg/cm}^2$ terjadi pada regangan $35,8667 \times 10^{-3}$. Dari gambar di atas dapat dilihat bahwa kekuatan mortar adukan 5 mempunyai kekuatan tekan yang paling baik dari kelima adukan lainnya.

5.2.4.2. Pengujian Mortar Semen pada Umur 14 Hari

Pengujian mortar semen umur 14 hari dilakukan dengan 6 variasi campuran, terdiri dari adukan 1 (1 pc: 3 pasir: 2 kapur), adukan 2 (1:4:2), adukan 3 (1:5:2), adukan 4 (1:6:2), adukan 5 (1:3:0), adukan 6 (1:4:0), hasil dari pengujiannya dapat dilihat pada grafik sebagai berikut:

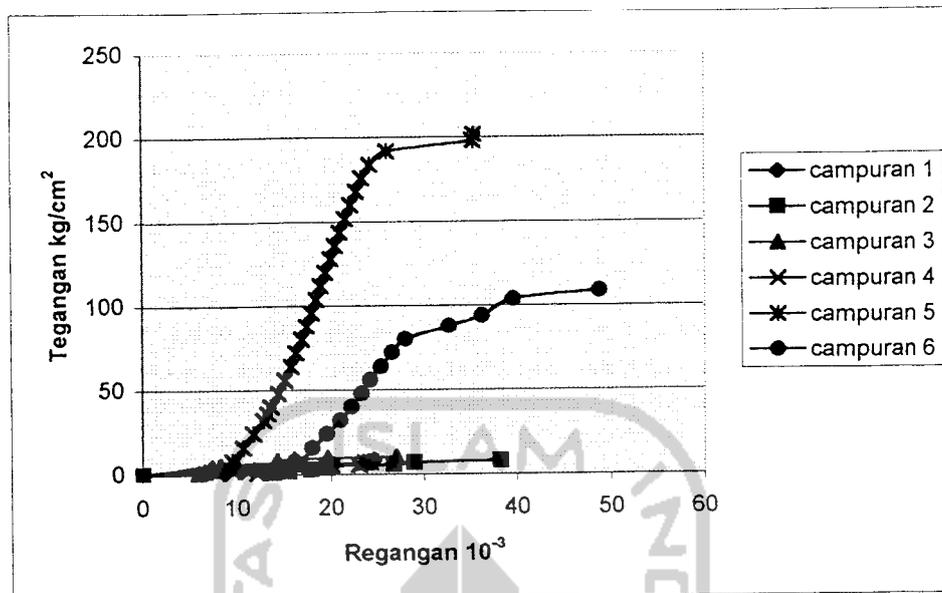


Gambar 5.3. Grafik Pengujian Mortar Semen pada Umur 14 Hari

Gambar 5.3. menunjukkan hubungan antara tegangan dan regangan untuk pengujian mortar semen pada umur 14 hari, untuk 6 jenis adukan. Gambar menunjukkan bahwa untuk campuran semen dan pasir mempunyai kekuatan lebih besar dari kekuatan untuk campuran dengan kapur. Untuk campuran 1 pc: 3 pasir mempunyai tegangan maksimum $165,2 \text{ kg/cm}^2$, terjadi pada regangan 25×10^{-3} , sedangkan untuk campuran 1 pc: 4 pasir, tegangan maksimum sebesar $86,4 \text{ kg/cm}^2$ terjadi pada regangan $24,4 \times 10^{-3}$, campuran 1 pc: 3 pasir: 2 kapur mempunyai tegangan maksimum $7,3 \text{ kg/cm}^2$, dan terjadi pada regangan 28×10^{-3} untuk campuran 1 pc: 6 pasir: 2 kapur, mempunyai tegangan maksimum $5,3 \text{ kg/cm}^2$ terjadi pada regangan $38,4 \times 10^{-3}$. Kekuatan mortar bertambah baik dari mortar umur 7 hari, adukan 5 mempunyai kekuatan tekan tertinggi dari kelima adukan lainnya. Regangan adukan mortar yang mengandung kapur lebih elastis dibandingkan adukan mortar tanpa kapur yang relatif getas.

5.2.4.3. Pengujian Mortar Semen pada Umur 21 Hari

Pengujian mortar semen umur 21 hari dilakukan dengan 6 variasi campuran, terdiri dari adukan 1 (1 pc: 3 pasir: 2 kapur), adukan 2 (1:4:2), adukan 3 (1:5:2), adukan 4 (1:6:2), adukan 5 (1:3:0), adukan 6 (1:4:0), hasil dari pengujiannya dapat dilihat pada grafik sebagai berikut:

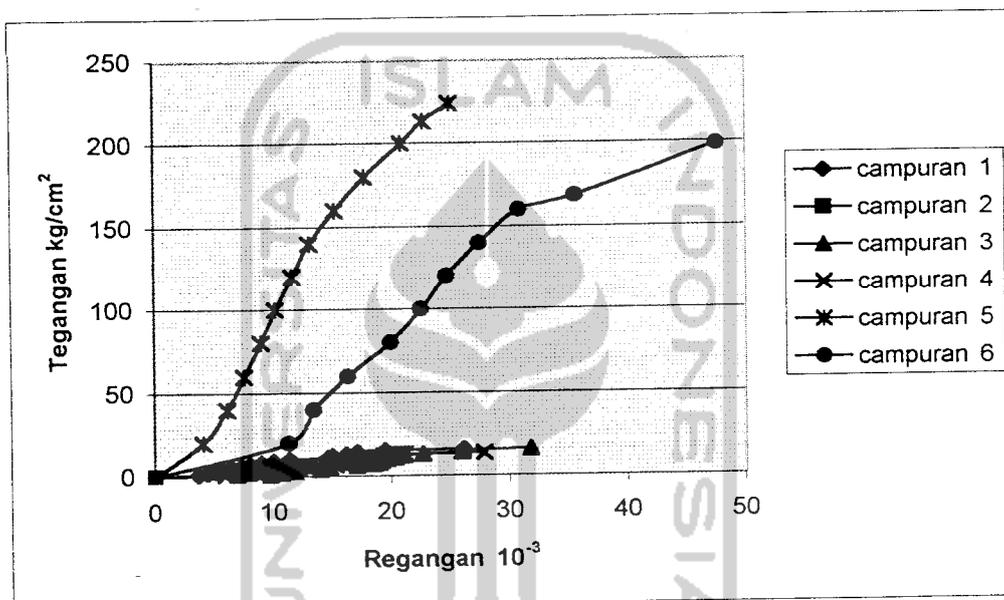


Gambar 5.4. Grafik Pengujian Mortar Semen pada Umur 21 Hari

Gambar 5.4. menunjukkan hubungan antara tegangan dan regangan untuk pengujian mortar semen pada umur 21 hari, untuk 6 jenis adukan. Gambar menunjukkan bahwa untuk campuran semen dan pasir mempunyai kekuatan lebih besar dari kekuatan untuk campuran dengan kapur. Untuk campuran 1 pc: 3 pasir mempunyai tegangan maksimum $201,6 \text{ kg/cm}^2$, terjadi pada regangan $35,4 \times 10^{-3}$, sedangkan untuk campuran 1 pc: 4 pasir, tegangan maksimum sebesar $108,8 \text{ kg/cm}^2$ terjadi pada regangan $48,8 \times 10^{-3}$, campuran 1 pc: 3 pasir: 2 kapur mempunyai tegangan maksimum $8,7 \text{ kg/cm}^2$, dan terjadi pada regangan $24,6 \times 10^{-3}$ untuk campuran 1 pc: 6 pasir: 2 kapur, mempunyai tegangan maksimum $7,3 \text{ kg/cm}^2$ terjadi pada regangan $24,4 \times 10^{-3}$. Kekuatan mortar bertambah baik dari mortar umur 14 hari, adukan 5 mempunyai kekuatan tekan tertinggi dari kelima adukan lainnya. Regangan adukan mortar yang mengandung kapur lebih elastis dibandingkan adukan mortar tanpa kapur yang relatif getas.

5.2.4.4. Pengujian Mortar Semen pada Umur 28 Hari

Pengujian mortar semen umur 28 hari dilakukan dengan 6 variasi campuran, terdiri dari adukan 1 (1 pc: 3 pasir: 2 kapur), adukan 2 (1:4:2), adukan 3 (1:5:2), adukan 4 (1:6:2), adukan 5 (1:3:0), adukan 6 (1:4:0), hasil dari pengujiannya dapat dilihat pada grafik sebagai berikut:



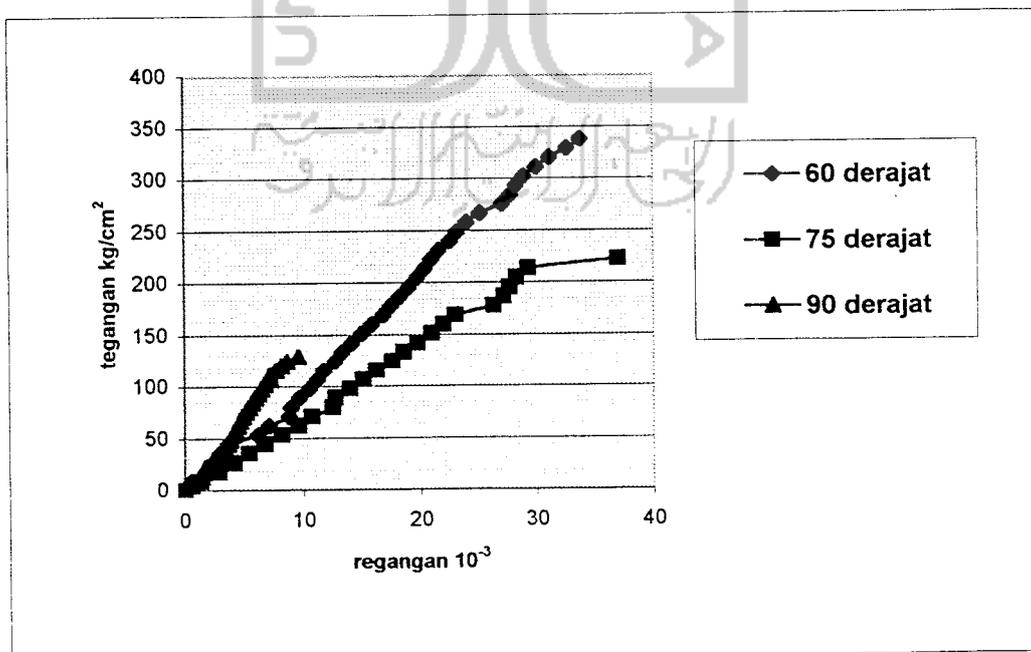
Gambar 5.5. Grafik Pengujian Mortar Semen pada Umur 28 Hari

Gambar 5.5. menunjukkan hubungan antara tegangan dan regangan untuk pengujian mortar semen pada umur 28 hari, untuk 6 jenis adukan. Gambar menunjukkan bahwa untuk campuran semen dan pasir mempunyai kekuatan lebih besar dari kekuatan untuk campuran dengan kapur. Untuk campuran 1 pc: 3 pasir mempunyai tegangan maksimum 224 kg/cm^2 , terjadi pada regangan 25×10^{-3} , sedangkan untuk campuran 1 pc: 4 pasir, tegangan maksimum sebesar 199 kg/cm^2 terjadi pada regangan $47,6 \times 10^{-3}$, campuran 1 pc: 3 pasir: 2 kapur mempunyai tegangan maksimum $15,7 \text{ kg/cm}^2$, dan terjadi pada regangan $26,1 \times 10^{-3}$ untuk

campuran 1 pc: 6 pasir: 2 kapur, mempunyai tegangan maksimum $13,5 \text{ kg/cm}^2$ terjadi pada regangan $27,8 \times 10^{-3}$. Kekuatan mortar bertambah baik dari mortar umur 21 hari, adukan 5 mempunyai kekuatan tekan tertinggi dari kelima adukan lainnya. Regangan adukan mortar yang mengandung kapur lebih elastis dibandingkan adukan mortar tanpa kapur yang relatif getas.

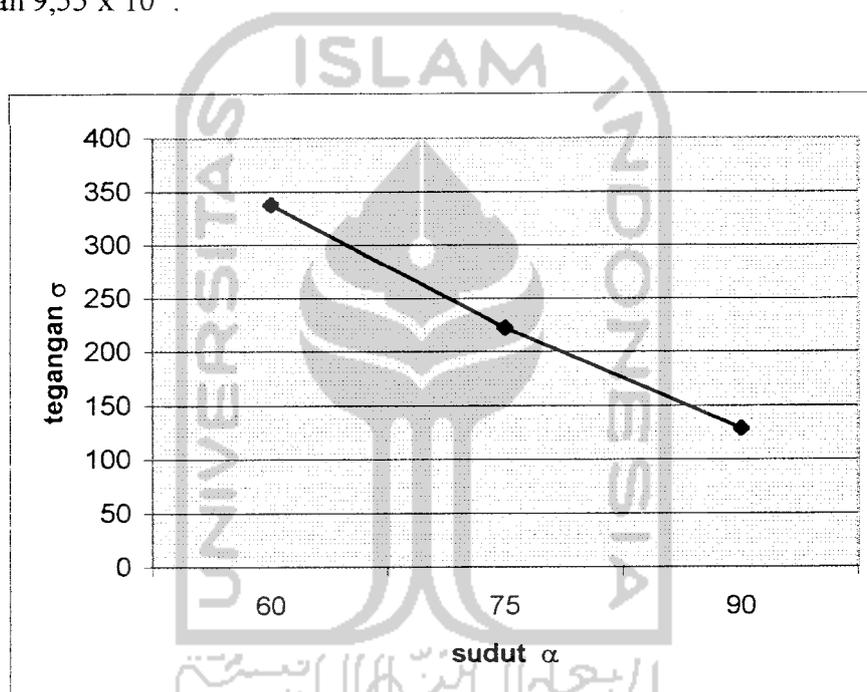
5.2.5. Pengujian Desak Pondasi pada Sudut 60^0 , 75^0 dan 90^0

Pengujian desak pondasi pasangan batu putih pada berbagai sudut menggunakan sampel berbentuk umpak, dengan bahan penyusun batu putih memakai campuran mortar terbaik yaitu perbandingan volume 1: 3. Pengujian ini dilakukan dengan persamaan perlakuan semirip mungkin antara masing-masing pasangan pondasi batu putih pada berbagai sudut, baik dalam susunan perlapisan maupun jumlah batuan. Hasil pengujian desak pondasi umur 28 hari pada sudut 60^0 , 75^0 dan 90^0 dapat dilihat pada grafik sebagai berikut:



Gambar 5.6. Grafik Pengujian Desak Pondasi pada Sudut 60^0 , 75^0 dan 90^0

Gambar 5.6. menunjukkan hubungan antara tegangan dan regangan untuk pengujian pondasi pada batu putih pada sudut 60° mempunyai tegangan maksimum $337,778 \text{ kg/cm}^2$, terjadi pada regangan $33,75 \times 10^{-3}$ dan sudut 75° mempunyai tegangan maksimum $222,222 \text{ kg/cm}^2$, terjadi pada regangan 37×10^{-3} serta sudut 90° mempunyai tegangan maksimum $128,889 \text{ kg/cm}^2$, terjadi pada regangan $9,55 \times 10^{-3}$.



Gambar 5.7. Grafik Perbandingan Antara Sudut dan Tegangan

5.3. Pembahasan

5.3.1. Daya Dukung Mortar

Peranan semen sebagai salah satu bahan aktif sangatlah dominan, dengan fungsi sebagai perekat dengan bahan lain yaitu kapur dan pasir. Kekuatan pasir sebagai bahan perekat tidaklah sebesar dari kekuatan semen yaitu kurang dari 25%. Pada gambar 5.2. terlihat bahwa semakin banyak bahan pasif (sebagai bahan campuran) semen akan semakin kecil tegangan dan maksimumnya. Adukan 5

(1 pc: 3 pasir: 0 kapur) kekuatan tegangan akan semakin linier pada regangan 0 – 20 dengan tegangan yang terjadi 60 kg/cm^2 . Peristiwa tersebut merupakan awal dari kehancuran (luluh) dari kuat desak pondasi. Selanjutnya titik luluh maksimum terjadi pada tegangan 108 kg/cm^2 dan regangan $55,2 \times 10^{-3}$, setelah itu kekuatan tegangan pondasi akan turun dratis. Adukan 6 (1 pc: 4 pasir: 0 kapur) peristiwa titik luluh hanya terjadi satu kali saja yaitu pada tegangan maksimum $64,2 \text{ kg/cm}^2$ dan regangan 74×10^{-3} .

Pada umur 14 terlihat adukan 5 lebih konstan kekuatannya, hanya terjadi satu peristiwa titik luluh yaitu pada tegangan maksimum $165,2 \text{ kg/cm}^2$, sedangkan pada adukan 6 terlihat terjadi tegangan linier pada tegangan 0 – 70 kg/cm^2 pada regangan 0 – 15. Setelah itu terjadi titik luluh maksimum.

5.3.2. Daya Dukung Pondasi

Pada gambar 5.7. terlihat bahwa untuk daya dukung pondasi beban luar semakin kecil sudut pondasi yang digunakan semakin besar tegangannya, hal tersebut berkaitan dengan luas penampang pondasi. Semakin ke bawah maka luasan pondasi semakin besar dan akan berpengaruh pada besarnya tegangan.

Tegangan pada pondasi staal akan terjadi tegangan maksimum dan minimum tergantung pada beban yang diterima dan luasan yang menahannya. Semakin besar luasan pondasi maka tegangan yang terjadi makin kecil. Sedangkan semakin kecil luasan pondasi maka akan semakin besar tegangannya.

Distribusi tegangan pada pondasi tergantung pada luas alas. Pada pondasi staal semakin kecil sudut pondasi, maka tegangan yang terjadi makin besar. sedangkan makin besar sudut pondasi, maka akan makin kecil tegangannya. Dapat diperhatikan diagram distribusi tegangan pondasi di berbagai variasi sudut.

Penyebaran tekanan yang dirasakan oleh tanah akan semakin kecil, bila makin dalam tinjauannya karena bidang yang makin luas. Adapun untuk mengetahui penyebaran tekanan dalam tanah dapat dipakai cara pendekatan (Daruslan, Mekanika Tanah I), yaitu tekanan dianggap diteruskan kebawah dengan tetap terbagi merata, makin ke bawah makin luas dan disebarakan dengan perbandingan kemiringan 2 : 1.

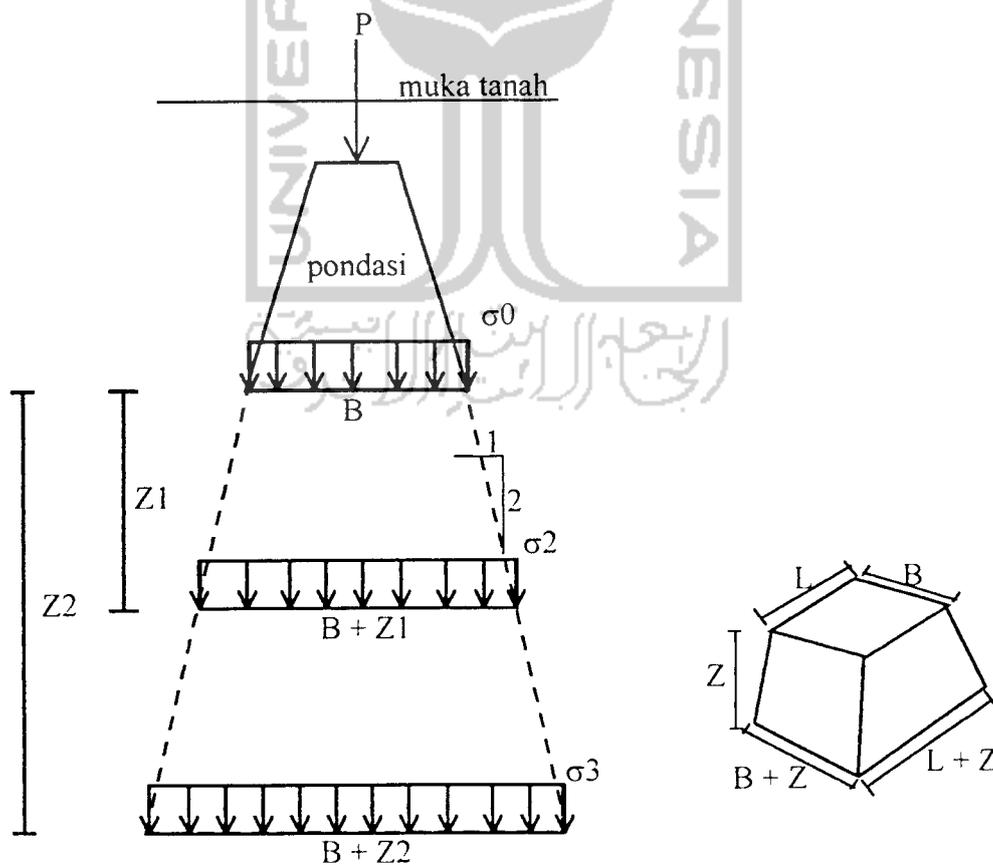
$$\sigma = P/A$$

Dimana :

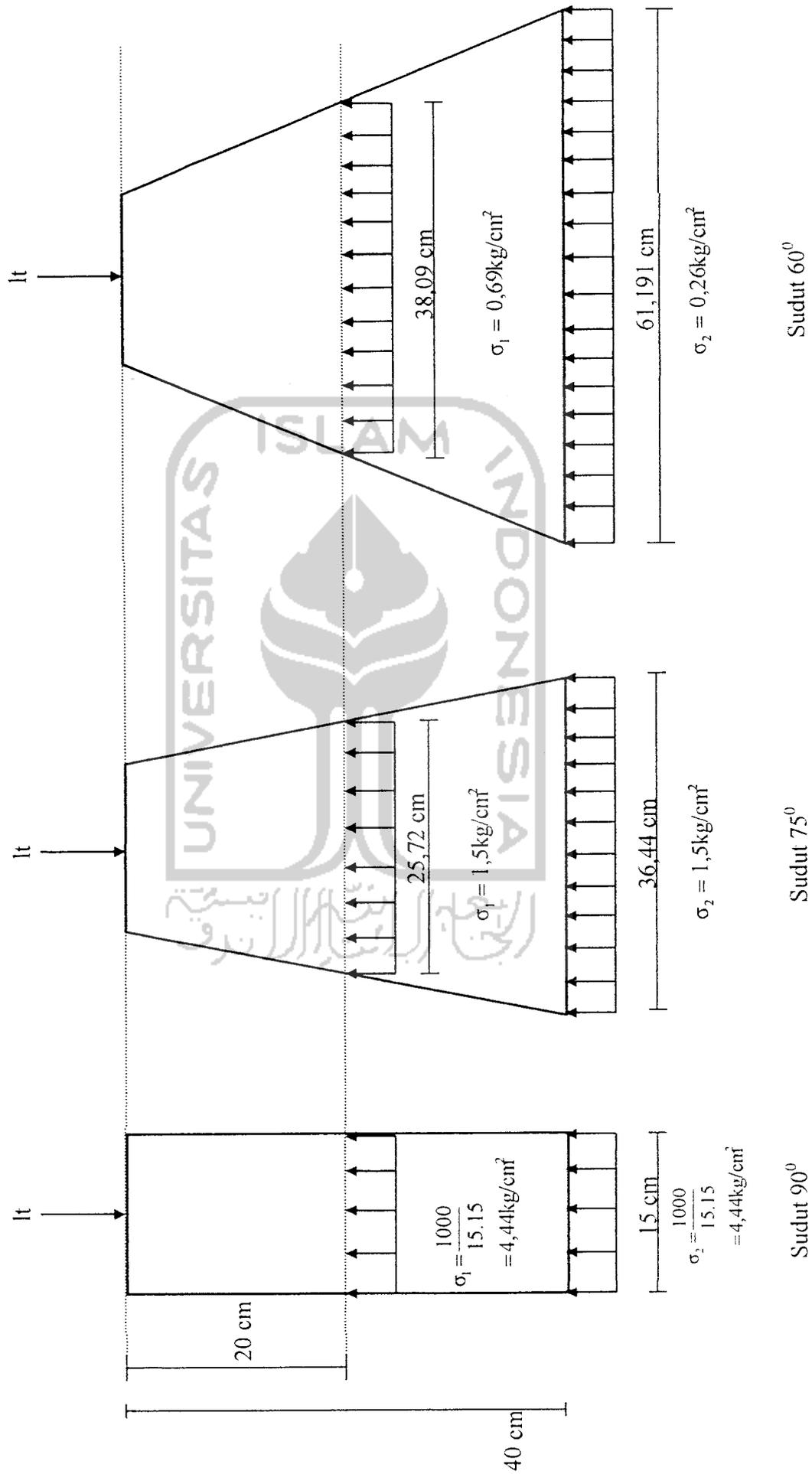
σ = Tegangan terjadi, kg/cm^2

P = Beban, kg

A = Luas pondasi, cm^2



Gambar 5.8. Distribusi Tekanan Pondasi Dalam Tanah.



Gambar 5.9. Distribusi Tegangan Pondasi pada Sudut 60° , 75° dan 90°

Secara umum pada kedalaman Z di bawah dasar pondasi, maka bisa dicari besar tekanan

$$\sigma_2 = \frac{P}{A_2} = \frac{P}{(B + Z_2) \cdot (L + Z_2)}$$

atau

$$\sigma_2 = \frac{A_0}{A_2} \cdot \sigma_0 \text{ (bentuk umum)}$$

Dari pengujian pondasi pasangan batu putih pada berbagai variasi sudut, maka khususnya terhadap sudut 60° diperoleh perbandingan kuat dukung berbagai sudut pada tabel di bawah ini:

Tabel 5.3. Perbandingan Kuat Dukung Pondasi pada Berbagai Sudut
Terhadap Sudut 60°

Benda		P hancur (ton)		σ (kg/cm ²)		Rasio
Sudut	No	Individual	Rerata (ton)	Individual	Rerata (ton)	
60°	1	74	70	328.89	311.11	1
	2	60		266.67		
	3	76		337.78		
75°	1	38	45.33	168.89	201.48	0.65
	2	48		213.33		
	3	50		222.22		
90°	1	24	26.33	106.67	117.64	0.38
	2	26		115.56		
	3	29		128.89		

$$P \text{ hancur rerata} = \frac{P_1 + P_2 + P_3}{3}$$

$$= \frac{74 + 60 + 76}{3} = 70 \text{ ton}$$

$$\begin{aligned}\sigma_{\text{individual}} &= \frac{P_{\text{individual}}}{A} \\ &= \frac{74000}{225} = 328,8 \text{ kg/cm}^2 \\ \sigma_{\text{rerata}} &= \frac{\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3}{3} \\ &= \frac{328,89 + 266,67 + 337,78}{3} = 311,11 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$



BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Berdasarkan pelaksanaan penelitian dan pengujian desak pondasi dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Perbandingan kuat dukung pondasi dengan sudut kaki 75° dan 90° terhadap sudut 60° adalah sebesar 65% dan 38%.
2. Pondasi pasangan batu putih dan campuran bahan mortar dengan perbandingan pc : pasir : kapur dalam variasi 1 : 3 : 0 yang mempunyai kuat tekan terbaik dibandingkan campuran 1 : 3 : 2, 1 : 4 : 2, 1 : 5 : 2, 1 : 6 : 2, 1 : 4 : 0.

6.2. Saran

Dari hasil penelitian yang dilaksanakan, beberapa saran yang perlu disampaikan antara lain :

1. Cetakan yang dibuat sebaiknya dari bahan yang permukaannya rata dan keras, tidak menyerap air, dan akurat untuk mendapatkan sampel uji yang baik.
2. Untuk mendapatkan hasil penelitian yang lebih baik, maka jumlah sampel uji dari masing-masing pondasi dibuat lebih dari 3 sampel.
3. Penggunaan kapur pada pondasi pasangan batu putih sebaiknya dihindari, untuk mendapatkan pondasi pasangan batu putih yang baik.

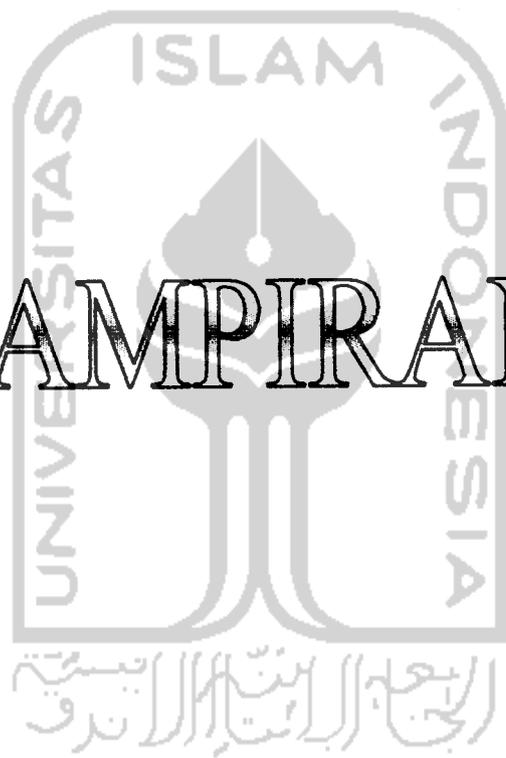
4. Penggunaan pondasi pasangan batu putih sebaiknya digunakan untuk bangunan sederhana pada rumah tinggal satu lantai, konstruksi pagar, konstruksi trap/dinding penahan tanah.



DAFTAR PUSTAKA

- Agus, Djoko, 2002, *Tugas Akhir Daya Dukung Pondasi Pasangan Batu Putih dengan Variasi Mortar*, Laporan Tugas Akhir, Yogyakarta.
- Asril Riyanto, 1993, *Bahan Galian Industri Batu Gamping*, Direktur Jenderal Pertambangan, Jakarta.
- Fitri Nugraheni, *Diktat Kuliah Bahan Bangunan Ull*, Yogyakarta.
- Gideon Kusuma, 1993, *Dasar-dasar Perencanaan Beton Bertulang*, Erlangga, Jakarta.
- Heinz Frick, Ch. Koesmartadi, 1999, *Ilmu Bahan Bangunan Eksploitasi, Pembuatan, Penggunaan, dan Pembuangan*, Kanisius, Yogyakarta.
- Hary C. Hardiyanto, 1996, *Teknik Pondasi I*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Julianto, Heriyanto, 1997, *Tugas Akhir Pemanfaatan Limbah Padat pada Pabrik Kertas terhadap Karakteristik, Kohesif Mortar Semen*, Laporan Tugas Akhir, Yogyakarta.
- K. Basah Suryolelono, 1993, *Teknik Pondasi Bagian I Pondasi Telapak dan Dinding Penahan Tanah*, Percetakan NAFIRI, Yogyakarta.
- Kardiyono Tjokrodimulyo, 1992, *Teknologi Beton*, NAFIRI, Yogyakarta.
- Karl Terzaghi, Ralph B. Peck, 1987, *Mekanika Tanah dalam Praktek Rekayasa*, Erlangga, Jakarta.
- Laboratorium BKT, Fakultas Teknik Sipil Fakultas UII, *Petunjuk Praktikum Bahan Konstruksi Teknik*, Yogyakarta.
- L. Wahyudi, Syaril A. Rahim, 1997, *Struktur Beton Bertulang Standar Baru SNI T-15-1991-03*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- _____, 1990, *Metode Pengujian Kekuatan Tekan Mortar Semen Portland untuk Pekerja Sipil*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Ralph B. Peck, Walter E. Hanson, Thomas H. Thornburn, *Teknik Pondasi*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.

LAMPIRAN 1



KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

NO.	N A M A	NO. MHS.	BID.STUDI
1	M Agung H	92 310 189	Teknik Sipil
2	Agoes Prasetyo	94 310 241	Teknik Sipil

JUDUL TUGAS AKHIR :

.....
 Daya Dukung Pondasi Pasangan Batu Purih Dengan Variasi Sudut.....

PERIODE I : SEPTEMBER - PEBRUARI

TAHUN : 2003 - 2004

No.	Kegiatan	Bulan Ke :					
		Sep.	Okt.	Nop.	Des.	Jan.	Peb.
1.	Pendaftaran						
2.	Penentuan Dosen Pembimbing						
3.	Pembuatan Proposal						
4.	Seminar Proposal						
5.	Konsultasi Penyusunan TA.						
6.	Sidang-Sidang						
7.	Pendadaran.						

DOSEN PEMBIMBING I : Helmy Akbar Bale, Ir.MT
 DOSEN PEMBIMBING II : Kasem, Ir, H.Mt.....



09. Sep. 03

Munadhir, MT

Catatan.

Seminar
 Sidang
 Pendadaran



*Dip ece pany
 48 Akbar prasetyo
 2004*

Munadhir



UNTUK MAHASISWA

FM-UII-AA-FPU-09

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

NO.	NAMA	NO. MHS.	BID.STUDI
1	M Agung H	92 310 189	Teknik Sipil
2	Agoes Prasetyo	94 310 241	Teknik Sipil

JUDUL TUGAS AKHIR :

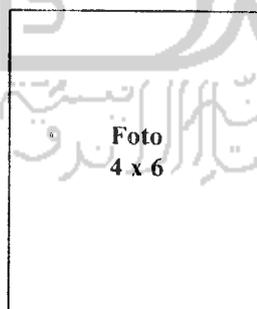
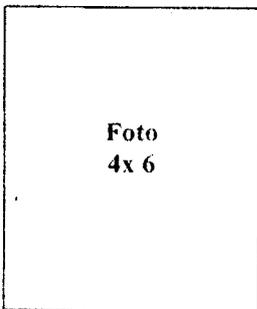
.....Daya Dukung Pondasi Peleangan Batu Retih Dengan Variasi Sudut.....

**PERIODE I : SEPTEMBER - PEBRUARI
 TAHUN : 2003- 2004**

No.	Kegiatan	Bulan Ke :					
		Sep.	Okt.	Nop.	Des.	Jan.	Peb.
1.	Pendaftaran	■					
2.	Penentuan Dosen Pembimbing	■					
3.	Pembuatan Proposal	■	■				
4.	Seminar Proposal		■	■			
5.	Konsultasi Penyusunan TA.			■	■	■	
6.	Sidang-Sidang					■	■
7.	Pendadaran.						■

DOSEN PEMBIMBING I : Helmy Akbar Bale, Ir.MT...
 DOSEN PEMBIMBING II : Kesem, Ir.H;Mt.....

Yogyakarta, 25 JUNI 2004
 Dan Dekan,



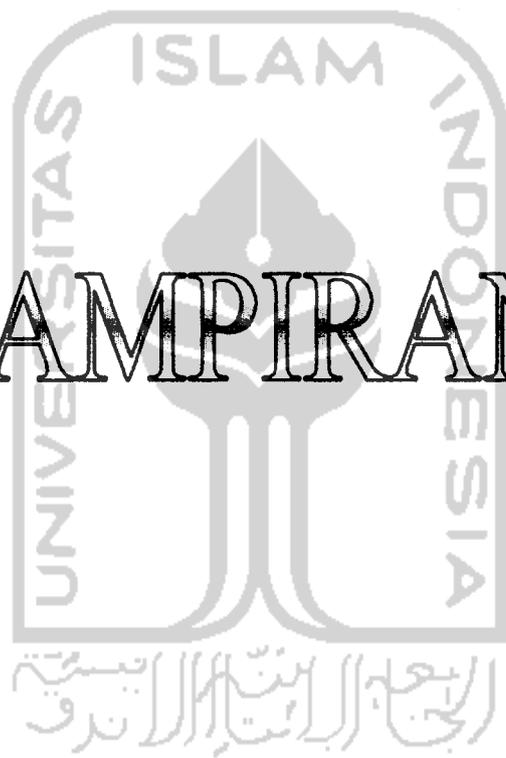
(.....Ir.H.Muhammad.MI.....)

Catatan: PANJANG SAMPAI AKHIR AGUSTUS 2004

Seminar :
 Sidang :
 Pendadaran :

Seriap kali mahasiswa konsultasi dosen pembimbing diminta untuk selalu menyakan KRS Mahasiswa yang bersangkutan yang didalamnya harus tercantum SKS TA (tugas Akhir), bila SKS TA tidak tercantum maka dosen tidak boleh melayani konsultasi mahasiswa yang bersangkutan

LAMPIRAN 2





الجامعة الإسلامية الإندونيسية

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

JURUSAN : TEKNIK SIPIL, ARSITEKTUR, TEKNIK LINGKUNGAN
KAMPUS : Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707, 896440. Fax: 895330
Email : dekanat@ftsp.uii.ac.id. Yogyakarta Kode Pos 55584

FM-UII-AA-FPU-09

Nomor : : 43 /Kajur.TS.20/ Bg.Pn./VIII/2003
Lamp. : -
Hal : : BIMBINGAN TUGAS AKHIR
Periode : : I (September – Pebruari).

Jogjakarta, 09-Sep-03

Kepada Yth :
Bapak / Ibu : Helmy Akbar Bale,Ir,MT
di -
Jogjakarta

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Dengan ini kami mohon dengan hormat kepada Bapak / Ibu Agar Mahasioswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan tersebut di bawah ini :

- | | | | |
|---|---------------|---|----------------|
| 1 | Na m a | : | M Agung H |
| | No. Mhs. | : | 92 310 189 |
| | Bidang Studi | : | Teknik Sipil |
| | Tahun Akademi | : | 2003 - 2004 |
| 2 | Na m a | : | Agoes Prasetyo |
| | No. Mhs. | : | 94 310 241 |
| | Bidang Studi | : | Teknik Sipil |
| | Tahun Akademi | : | 2003 - 2004 |

Dapat diberikan petunjuk- petunjuk, pengarahan serta bimbingan dalam melaksanakan Tugas Akhir. Kedua Mahasiswa tersebut merupakan satu kelompok dengan dosen pembimbing sebagai berikut :

Dosen Pembimbing I : Helmy Akbar Bale,Ir,MT

Dosen Pembimbing II : Kasam,Ir,H,Mt

Dengan Mengambil Topik /Judul :

Daya Dukung Pondasi Pasangan Batu Putih Dengan Variasi Sudut

Demikian atas bantuan serta kerjasamanya diucapkan terima kasih

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

An.Dekan
Ketua Jurusan Teknik Sipil

Ir.H. Munadhir, MS

Tembusan

- 1) Dosem Pembimbing ybs
- 2) Mahasiswa ybs
- 3) Arsip.



الجامعة الإسلامية الإندونيسية

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

JURUSAN : TEKNIK SIPIL, ARSITEKTUR, TEKNIK LINGKUNGAN
KAMPUS : Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707, 896440. Fax: 895330
Email : dekanat@ftsp.uii.ac.id. Yogyakarta Kode Pos 55584

FM-UII-AA-FPU-09

Nomor : : 43 /Kajur.TS.20/ Bg.Pn./VIII/2003
Lamp. : -
Hal : : BIMBINGAN TUGAS AKHIR
Periode : : I (September – Pebruari).

Jogjakarta, 09-Sep-03

Kepada Yth :
Bapak / Ibu : Kasam,Ir,H,Mt
di -
Jogjakarta

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Dengan ini kami mohon dengan hormat kepada Bapak / Ibu Agar Mahasioswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan tersebut di bawah ini :

- | | | | |
|---|---------------|---|----------------|
| 1 | Na m a | : | M Agung H |
| | No. Mhs. | : | 92 310 189 |
| | Bidang Studi. | : | Teknik Sipil |
| | Tahun Akademi | : | 2003 - 2004 |
| 2 | Na m a | : | Agoes Prasetyo |
| | No. Mhs. | : | 94 310 241 |
| | Bidang Studi | : | Teknik Sipil |
| | Tahun Akademi | : | 2003 - 2004 |

Dapat diberikan petunjuk- petunjuk, pengarahan serta bimbingan dalam melaksanakan Tugas Akhir. Kedua Mahasiswa tersebut merupakan satu kelompok dengan dosen pembimbing sebagai berikut :

Dosen Pembimbing I	:	Helmy Akbar Bale,Ir,MT
Dosen Pembimbing II	:	Kasam,Ir,H,Mt

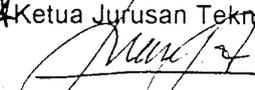
Dengan Mengambil Topik /Judul :

Daya Dukung Pondasi Pasangan Batu Putih Dengan Variasi Sudut
--

Demikian atas bantuan serta kerjasamanya diucapkan terima kasih

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

An.Dekan /
Ketua Jurusan Teknik Sipil


Ir.H. Munadhir,MS

Tembusan

- 1). Dosem Pembimbing ybs
- 2). Mahasiswa ybs
- 3). Arsip.

27/04
 7 - persiapan pendirian
 IIS

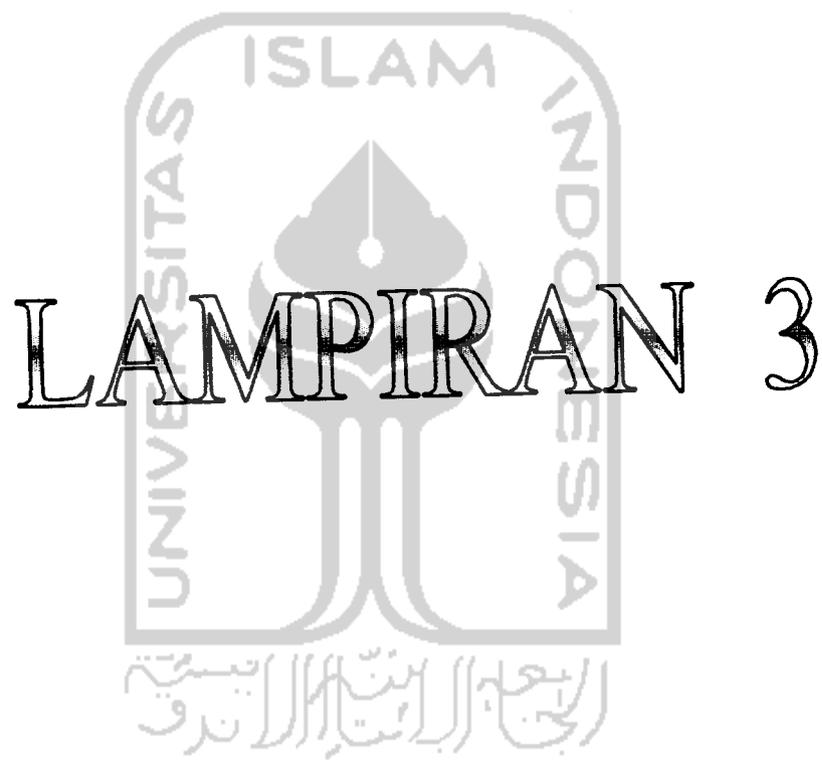
CATATAN KONSULTASI TUGAS AKHIR

NO	TANGGAL	CATATAN KONSULTASI	TANDA TANGAN
	9-01-'04	- Perquasaan materi - dilanjut ke tahap selanjutnya	<i>[Signature]</i>
	12-01-04	- Pembahasan berisi jalan selanjutnya, menguraikan dan menjawab: mengapa? bagaimana? dst. di kaitkan dengan dasar teor.	<i>[Signature]</i>
	26/2 '04.	* Di perbaikan. sesuai pd catatan di margin & halaman.	
		* Isi dari pembahasan lebih di sesuaikan dgn hasil pengujian	<i>[Signature]</i>
	2-3-04.	* Pembahasan di tambahkan kon perbandingan daya dukung berbagai redut	
		o Kesimpulan di sesuaikan dgn pembahasan pd bab 2 sebelumnya	<i>[Signature]</i>

persiapan
 27/04

4-04-04 • Di konsultasikan ke
 - prototipe DP-I *[Signature]*
 - gambar? *[Signature]*
 - laporan? *[Signature]*

Red. sudah dgn tugas? *[Signature]*
 27/2 11/2 '04.



LAMPIRAN 3



LABORATORIUM JALAN RAYA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN KEAUSAN AGREGAT (ABRASI TEST)

AASHTO T 96 - 77

Contoh dari : Candi Ijo Prambanan Dikerjakan Oleh :
Jenis Contoh : Batu Putih Sukanto HM
DI TEST TANGGAL : 5 Desember 2003 DIPERIKSA : Ir. Iskandar S, MT.
Untuk Proyek : Penelitian Tugas Akhir

JENIS GRADASI		B	
SARINGAN		BENDA UJI	
LOLOS	TERTAHAN	I	II
72,2 mm (3")	63,5 mm (2,5")	2500 gram	2500 gram
63,5mm (2,5")	50,8 mm (2")	2500 gram	2500 gram
50,8mm (2")	37,5 mm (1,5")	5000 gram	5000 gram
37,5 mm (1,5")	25,4 mm (1")		
25,4mm (1")	19,0 mm (3/4")		
19,0 mm (3/4")	12,5 mm (0,5")		
12,5 mm (0,5")	09,5 mm (3/4")		
09,5 mm (3/8")	06,3 mm (1/4")		
06,3 mm (1/4")	4,75 mm (No 4)		
4,75 mm (No 4)	2,36 mm (No 8)		
JUMLAH BENDA UJI (A)		10.000 gram	10.000 gram
JUMLAH TERTAHAN DI SIEVE 12 (B)		5.177 gram	5.176 gram
KEAUSAN = $\frac{(A - B)}{A} \times 100 \%$		48,23 %	48,24 %

Yogyakarta, 5 Desember 2003

 Kepala Lab Jalan Raya FT. UII

Ir. Iskandar S, MT.



LAMPIRAN 4



PAU ILMU TEKNIK - UNIVERSITAS GADJAH MADA
 (Mechanics of Materials Lab., Inter University Centre, Gadjah Mada Univ.)
 JALAN TEKNIKA UTARA - BAREK, YOGYAKARTA 55281 TELP. (62) (0274) 565834, 902287 FAX. (62)

Tabel 5.3. Pengujian Desak Batu Putih Jenuh Air

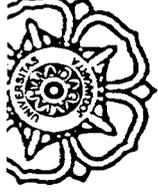
Beban P (kg)		Perubahan Panjang L (10-3 cm)		A	σ_1 kg/cm ²	σ_2 kg/cm ²	L ₀	ϵ_1 10 ⁻³	ϵ_2 10 ⁻³	ΔP kg	$\Sigma \sigma$ kg/cm ²	ΔL	$\Sigma \epsilon$ 10 ⁻³
Sampel 1	Sampel 2	Sampel 1	Sampel 2										
0	0	0	0	25	0	0	5	0	0	0	0	0	0
50	50	65	71	25	2	2	5	13	14.2	50	2	68	13.6
100	100	69	78	25	4	4	5	13.8	15.6	100	4	73.5	14.7
150	150	72	84	25	6	6	5	14.4	16.8	150	6	78	15.6
200	200	74	90	25	8	8	5	14.8	18	200	8	82	16.4
250	250	76	95	25	10	10	5	15.2	19	250	10	85.5	17.1
300	300	79	100	25	12	12	5	15.8	20	300	12	89.5	17.9
350	350	82	104	25	14	14	5	16.4	20.8	350	14	93	18.6
400	400	84	107	25	16	16	5	16.8	21.4	400	16	95.5	19.1
450	450	90	111	25	18	18	5	18	22.2	450	18	100.5	20.1
500	500	94	116	25	20	20	5	18.8	23.2	500	20	105	21
550	550	97	121	25	22	22	5	19.4	24.2	550	22	109	21.8
600	600	100	128	25	24	24	5	20	25.6	600	24	114	22.8
650	650	110	135	25	26	26	5	22	27	650	26	122.5	24.5
700	700	117	142	25	28	28	5	23.4	28.4	700	28	129.5	25.9
750	750	129	155	25	30	30	5	25.8	31	750	30	142	28.4
770	755	143	166	25	30.8	30.2	5	28.6	33.2	762.5	30.5	154.5	30.9



PAU ILMU TEKNIK - UNIVERSITAS GADJAH MADA
 (Mechanics of Materials Lab., Inter University Centre, Gadjah Mada Univ.)
 JALAN TEKNIKA UTARA - BAREK, YOGYAKARTA 55281 TELP. (62) (0274) 565834, 902287 FAX. (62)

Tabel 5.4. Pengujian Desak Batu Putih Kering Tungku

Beban P (kg)	Perubahan Panjang L (10 ⁻³ cm)		A	σ ₁ kg/cm ²	σ ₂ kg/cm ²	L ₀	ε ₁ 10 ⁻³	ε ₂ 10 ⁻³	ΔP kg	Σσ kg/cm ²	ΔL	Σε 10 ⁻³
	Sampel 1	Sampel 2										
0	0	0	25	0	0	5	0	0	0	0	0	0
50	42	5	25	2	2	5	8.4	1	50	2	23.5	4.7
100	44	10	25	4	4	5	8.8	2	100	4	27	5.4
150	47	14	25	6	6	5	9.4	2.8	150	6	30.5	6.1
200	50	16	25	8	8	5	10	3.2	200	8	33	6.6
250	52	20	25	10	10	5	10.4	4	250	10	36	7.2
300	54	23	25	12	12	5	10.8	4.6	300	12	38.5	7.7
350	55	25	25	14	14	5	11	5	350	14	40	8
400	57	27	25	16	16	5	11.4	5.4	400	16	42	8.4
450	59	30	25	18	18	5	11.8	6	450	18	44.5	8.9
500	60	32	25	20	20	5	12	6.4	500	20	46	9.2
550	61	34	25	22	22	5	12.2	6.8	550	22	47.5	9.5
600	63	36	25	24	24	5	12.6	7.2	600	24	49.5	9.9
650	64	38	25	26	26	5	12.8	7.6	650	26	51	10.2
700	65	40	25	28	28	5	13	8	700	28	52.5	10.5
750	66	43	25	30	30	5	13.2	8.6	750	30	54.5	10.9
800	67	45	25	32	32	5	13.4	9	800	32	56	11.2
850	68	61	25	34	34	5	13.6	12.2	850	34	64.5	12.9

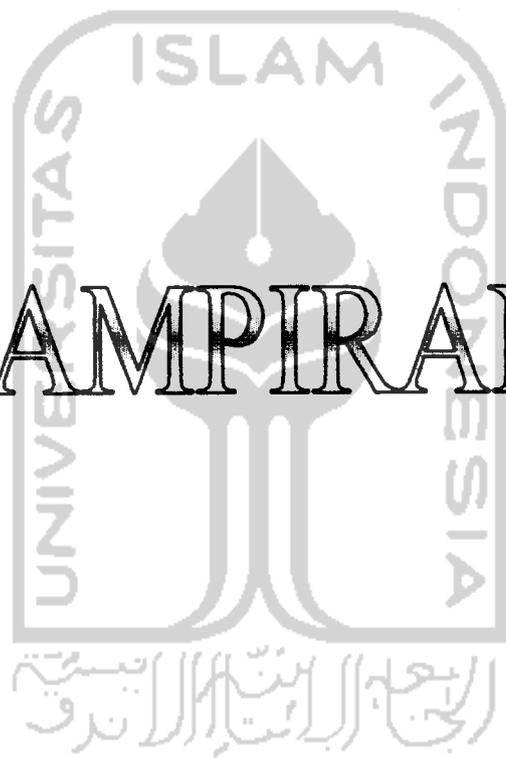


PAU ILMU TEKNIK - UNIVERSITAS GADJAH MADA
 (Mechanics of Materials Lab., Inter University Centre, Gadjah Mada Univ.)
 JALAN TEKNIKA UTARA - BAREK, YOGYAKARTA 55281 TELP. (62) (0274) 565834, 902287 FAX. (62)

Lanjutan

900	900	69	66	25	36	36	5	13.8	13.2	900	36	67.5	13.5
950	950	70	69	25	38	38	5	14	13.8	950	38	69.5	13.9
1000	1000	71	73	25	40	40	5	14.2	14.6	1000	40	72	14.4
1050	1050	73	78	25	42	42	5	14.6	15.6	1050	42	75.5	15.1
1100	1100	74	85	25	44	44	5	14.8	17	1100	44	79.5	15.9
1150	1150	75	108	25	46	46	5	15	21.6	1150	46	91.5	18.3
1200	1200	76	114	25	48	48	5	15.2	22.8	1200	48	95	19
1250	1250	77	118	25	50	50	5	15.4	23.6	1250	50	97.5	19.5
1300	1300	78	121	25	52	52	5	15.6	24.2	1300	52	99.5	19.9
1350	1350	79	125	25	54	54	5	15.8	25	1350	54	102	20.4
1400	1400	80	129	25	56	56	5	16	25.8	1400	56	104.5	20.9
1450	1450	81	133	25	58	58	5	16.2	26.6	1450	58	107	21.4
1500	1500	82	138	25	60	60	5	16.4	27.6	1500	60	110	22
1550	1550	84	142	25	62	62	5	16.8	28.4	1550	62	113	22.6
1600	1600	85	148	25	64	64	5	17	29.6	1600	64	116.5	23.3
1650	1650	86	151	25	66	66	5	17.2	30.2	1650	66	118.5	23.7
1700	1700	87	157	25	68	68	5	17.4	31.4	1700	68	122	24.4
1750	1750	89	162	25	70	70	5	17.8	32.4	1750	70	125.5	25.1
1800	1800	90	170	25	72	72	5	18	34	1800	72	130	26
1810	1840	91	181	25	72.4	73.6	5	18.2	36.2	1825	73	136	27.2

LAMPIRAN 5





Pengujian Mortar Semen Umur 7 Hari

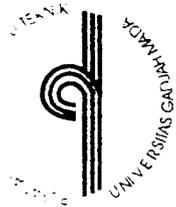
Tabel 5.5. Pengujian Mortar Semen Campuran 1 Umur 7 Hari

Sampel 1	Beban P (kg)			Perubahan Panjang L (10 ⁻³ cm)			ΔP	A cm ²	σ Kg/cm ²	ΔL 10 ⁻³ cm	Lo cm	ε 10 ⁻³
	Sampel 2	Sampel 3	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3							
0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	5	0
25	25	25	19	159	91	25	25	25	1	89.6667	5	17.9333
50	50	50	25	178	112	50	50	25	2	105	5	21
70	75	75	47	198	141	73.3333	25	2.9333	128.6667	128.6667	5	25.7333
80	100	85	120	237	204	88.3333	25	3.5333	187	187	5	37.4
	102.5			275		102.5	25	4.1	275	275	5	55



Tabel 5.6. Pengujian Mortar Semen Campuran 2 Umur 7 Hari

Sampel 1	Beban P (kg)			Perubahan Panjang L (10 ⁻³ cm)			ΔP	A cm ²	σ Kg/cm ²	ΔL 10 ⁻³ cm	Lo cm	ε 10 ⁻³
	Sampel 2	Sampel 3	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3							
0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	5	0	
25	25	25	287	144	268	25	25	1	233	5	46.6	
37.5	50	50	289	176	285	45.8333	25	1.8333	250	5	50	
	75			275		75	25	3	275	5	55	



Tabel 5.7. Pengujian Mortar Semen Campuran 3 Umur 7 Hari

Sampel	Beban P (kg)			Perubahan Panjang L (10^{-3} cm)			ΔP	A cm^2	σ Kg/cm ²	ΔL 10^{-3} cm	L ₀ cm	ϵ 10^{-3}
	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3						
0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	5	0
25	25	25	25	106	233	137	25	25	1	158.6667	5	31.7333
47.5	45	32.5	32.5	230	377	239	41.6667	25	1.6667	282	5	56.4



Tabel 5.8. Pengujian Mortar Semen Campuran 4 Umur 7 Hari

Sampel	Beban P (kg)			Perubahan Panjang L (10^{-3} cm)			ΔP	A cm^2	σ Kg/ cm^2	ΔL 10^{-3} cm	L ₀ cm	ϵ 10^{-3}
	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3						
0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	5	0
25	25	25	25	122	27	160	25	25	1	103	5	20.6
35	47.5	32.5	32.5	232	131	175	38.3333	25	1.5333	179.3333	5	35.8667



Tabel 5.9. Pengujian Mortar Semen Campuran 5 Umur 7 Hari

Sampel 1	Beban P (kg)			Perubahan Panjang L (10 ⁻³ cm)			ΔP	A cm ²	σ Kg/cm ²	ΔL 10 ⁻³ cm	L ₀ cm	ε 10 ⁻³
	Sampel 2	Sampel 3		Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3						
0	0	0		0	0	0	0	25	0	0	5	0
50	50	50		22	23	33	50	25	2	26	5	5.2
100	100	100		24	25	34	100	25	4	27.6667	5	5.5333
150	150	150		27	28	34	150	25	6	29.6667	5	5.9333
200	200	200		29	29	35	200	25	8	31	5	6.2
250	250	250		32	29	36	250	25	10	32.3333	5	6.4667
300	300	300		37	30	36	300	25	12	34.3333	5	6.8667
350	350	350		41	31	37	350	25	14	36.3333	5	7.2667
400	400	400		45	31	39	400	25	16	38.3333	5	7.6667
450	450	450		48	33	41	450	25	18	40.6667	5	8.1333
500	500	500		51	34	44	500	25	20	43	5	8.6
550	550	550		55	35	46	550	25	22	45.3333	5	9.0667
600	600	600		64	37	48	600	25	24	49.6667	5	9.9333
650	650	650		70	39	51	650	25	26	53.3333	5	10.6667
700	700	700		74	41	53	700	25	28	56	5	11.2
750	750	750		80	44	55	750	25	30	59.6667	5	11.9333



Lanjutan

800	800	800	82	46	56	800	25	32	61.3333	5	12.2667
850	850	850	84	48	58	850	25	34	63.3333	5	12.6667
900	900	900	87	50	59	900	25	36	65.3333	5	13.0667
950	950	950	91	52	60	950	25	38	67.6667	5	13.5333
1000	1000	1000	96	54	61	1000	25	40	70.3333	5	14.0667
1050	1050	1050	102	56	62	1050	25	42	73.3333	5	14.6667
1100	1100	1100	107	58	63	1100	25	44	76	5	15.2
1150	1150	1150	113	61	64	1150	25	46	79.3333	5	15.8667
1200	1200	1200	118	63	65	1200	25	48	82	5	16.4
1250	1250	1250	123	65	66	1250	25	50	84.6667	5	16.9333
1300	1300	1300	129	68	67	1300	25	52	88	5	17.6
1350	1350	1350	134	71	68	1350	25	54	91	5	18.2
1400	1400	1400	140	73	70	1400	25	56	94.3333	5	18.8667
1450	1450	1450	144	75	71	1450	25	58	96.6667	5	19.3333
1500	1500	1500	150	79	72	1500	25	60	100.3333	5	20.0667
1550		1550	155		73	1550	25	62	114	5	22.8
1600		1600	160		74	1600	25	64	117	5	23.4
1650		1650	166		75	1650	25	66	120.5	5	24.1
1700		1700	172		77	1700	25	68	124.5	5	24.9
1750		1750	176		79	1750	25	70	127.5	5	25.5

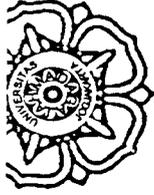


Tabel 5.10. Pengujian Mortar Semen Campuran 6 Umur 7 Hari

Sampel 1	Beban P (kg)			Perubahan Panjang L (10 ⁻³ cm)			ΔP	A cm ²	σ Kg/cm ²	ΔL 10 ⁻³ cm	L ₀ cm	ε 10 ⁻³
	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3						
0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	5	0
50	50	50	50	78	43	26	50	25	2	49	5	9.8
100	100	100	100	85	53	32	100	25	4	56.6667	5	11.3333
150	150	150	150	91	62	36	150	25	6	63	5	12.6
200	200	200	200	99	70	39	200	25	8	69.3333	5	13.8667
250	250	250	250	110	86	42	250	25	10	79.3333	5	15.8667
300	300	300	300	118	101	45	300	25	12	88	5	17.6
350	350	350	350	123	110	48	350	25	14	93.6667	5	18.7333
400	400	400	400	130	125	51	400	25	16	102	5	20.4
450	450	450	450	135	134	54	450	25	18	107.6667	5	21.5333
500	500	500	500	140	143	58	500	25	20	113.6667	5	22.7333
550	550	550	550	144	150	60	550	25	22	118	5	23.6
600	600	600	600	150	155	62	600	25	24	122.3333	5	24.4667
650	650	650	650	157	159	65	650	25	26	127	5	25.4
700	700	700	700	168	165	69	700	25	28	134	5	26.8
750	750	750	750	175	170	71	750	25	30	138.6667	5	27.7333

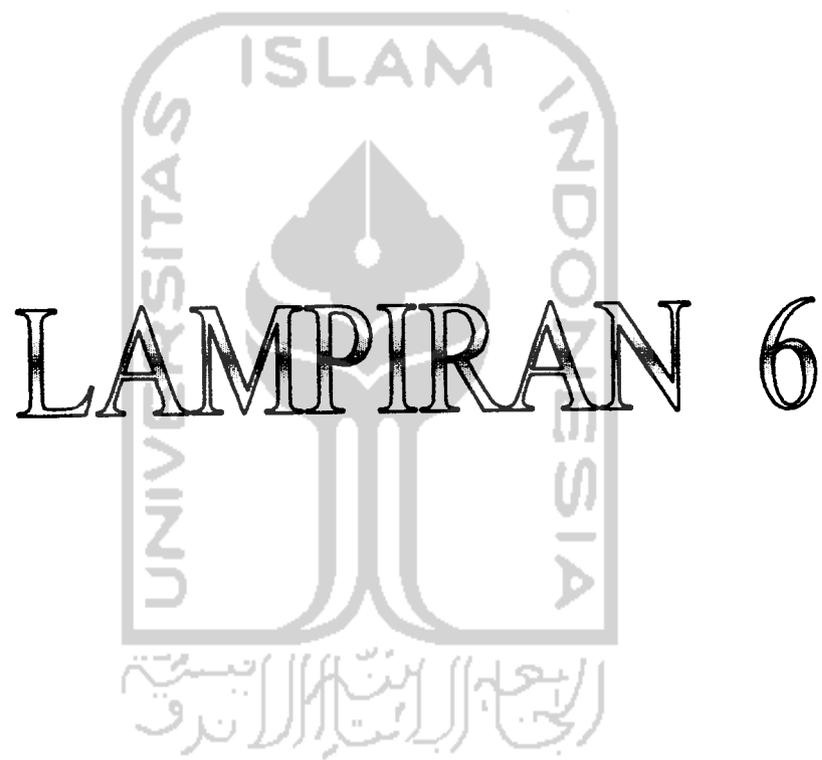


PAU ILMU TEKNIK - UNIVERSITAS GADJAH MADA
 (Mechanics of Materials Lab., Inter University Centre, Gadjah Mada Univ.)
 JALAN TEKNIKA UTARA - BAREK, YOGYAKARTA 55281 TELP. (62) (0274) 565834, 902287 FAX. (62)



Lanjutan

800	800	186	176	75	800	25	32	145.6667	5	29.1333
850	850	192	182	78	850	25	34	150.6667	5	30.1333
900	900	205	188	81	900	25	36	158	5	31.6
950	950	213	192	85	950	25	38	163.3333	5	32.6667
1000	1000	225	198	89	1000	25	40	170.6667	5	34.1333
1050	1050	231	204	94	1050	25	42	176.3333	5	35.2667
1100	1100	255	210	99	1100	25	44	188	5	37.6
1150	1150	268	215	106	1150	25	46	196.3333	5	39.2667
1200	1200	282	221	113	1200	25	48	205.3333	5	41.0667
1250	1250	294	227	121	1250	25	50	214	5	42.8
1300	1300	310	233	129	1300	25	52	224	5	44.8
1350	1350	325	239	139	1350	25	54	234.3333	5	46.8667
1400	1400	334	245	154	1400	25	56	244.3333	5	48.8667
1450	1450	341	251	179	1441.6667	25	57.6667	257	5	51.4
1500	1462.5	349	254		1481.25	25	59.25	301.5	5	60.3
1550		358			1550	25	62	358	5	71.6
1600		366			1600	25	64	366	5	73.2
1605		370			1605	25	64.2	370	5	74



LAMPIRAN 6



PAU ILMU TEKNIK - UNIVERSITAS GADJAH MADA
 (Mechanics of Materials Lab., Inter University Centre, Gadjah Mada Univ.)
 JALAN TEKNIKA UTARA - BAREK, YOGYAKARTA 55281 TELP. (62) (0274) 565834, 902287 FAX. (62)

Pengujian Mortar Semen Umur 14 Hari

Tabel 5.11. Pengujian Mortar Semen Campuran 1 Umur 14 Hari

Sampel 1	Beban P (kg)			Perubahan Panjang L (10 ⁻³ cm)			ΔP	A cm ²	σ Kg/cm ²	ΔL 10 ⁻³ cm	L ₀ cm	ε 10 ⁻³
	Sampel 2	Sampel 3		Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3						
0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	5	0
25	25	25	109	109	45	89	25	25	1	81	5	16.2
50	50	50	118	118	57	109	50	25	2	94.6667	5	18.9333
75	75	75	121	121	64	117	75	25	3	100.6667	5	20.1333
100	100	100	128	128	74	128	100	25	4	110	5	22
125	125	125	138	138	81	145	125	25	5	121.3333	5	24.2667
150	150	150	150	150	91	152	150	25	6	131	5	26.2
170	175	160	153	153	106	158	168.3333	25	6.7333	139	5	27.8
	182.5				140		182.5	25	7.3	140	5	28

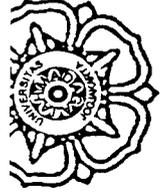


Tabel 5.12. Pengujian Mortar Semen Campuran 2 Umur 14 Hari

Sampel 1	Beban P (kg)			Perubahan Panjang L (10 ⁻³ cm)			ΔP	A cm ²	σ Kg/cm ²	ΔL 10 ⁻³ cm	L ₀ cm	ε 10 ⁻³
	Sampel 2	Sampel 3		Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3						
0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	5	0
25	25	25	57	57	105	65	25	25	1	75.6667	5	15.1333
50	50	50	71	71	145	72	50	25	2	96	5	19.2
70	62.5	75	93	93	190	78	69.1667	25	2.7667	120.3333	5	24.0667
92.5		100	153	153		90	96.25	25	3.85	121.5	5	24.3
		125				125	125	25	5	125	5	25
		142.5				165	142.5	25	5.7	165	5	33

Tabel 5.13. Pengujian Mortar Semen Campuran 3 Umur 14 Hari

Sampel 1	Beban P (kg)			Perubahan Panjang L (10^{-3} cm)			ΔP	A cm^2	σ Kg/ cm^2	ΔL 10^{-3} cm	L ₀ cm	ϵ 10^{-3}
	Sampel 2	Sampel 3	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3							
0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	5	0
25	25	25	90	105	65	25	25	25	1	86.6667	5	17.3
50	50	50	95	125	81	50	50	25	2	100.3333	5	20.0667
57.5		75	125		98	66.25	66.25	25	3	111.5	5	22.3
		100			125	100	100	25	4	125	5	25
		110			164	110	110	25	4.4	164	5	32.8



Tabel 5.14. Pengujian Mortar Semen Campuran 4 Umur 14 Hari

Sampel 1	Beban P (kg)			Perubahan Panjang L (10 ⁻³ cm)			ΔP	A cm ²	σ Kg/cm ²	ΔL 10 ⁻³ cm	L ₀ cm	ε 10 ⁻³
	Sampel 2	Sampel 3	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3							
0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	5	0
25	25	25	99	95	102	25	25	25	1	98.6667	5	19.7333
50	50	45	105	112	135	48.3333	25	1.9333	117.3333	5	23.4667	
75	75		113	130		75	25	3	121.5	5	24.3	
100	100		121	160		100	25	4	140.5	5	28.1	
125	102.5		138	208		113.75	25	4.55	173	5	34.6	
132.5			192			132.5	25	5.3	192	5	38.4	



Tabel 5.15. Pengujian Mortar Semen Campuran 5 Umur 14 Hari

Sampel 1	Beban P (kg)			Perubahan Panjang L (10 ⁻³ cm)			ΔP	A cm ²	σ Kg/cm ²	ΔL 10 ⁻³ cm	L ₀ cm	ε 10 ⁻³
	Sampel 2	Sampel 3	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3							
0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	5	0
100	100	100	34	45	35	100	100	25	4	38	5	7.6
200	200	200	39	48	40	200	200	25	8	42.3333	5	8.4667
300	300	300	44	50	45	300	300	25	12	46.3333	5	9.2667
400	400	400	47	52	49	400	400	25	16	49.3333	5	9.8667
500	500	500	50	54	52	500	500	25	20	52	5	10.4
600	600	600	53	56	55	600	600	25	24	54.6667	5	10.9333
700	700	700	56	58	58	700	700	25	28	57.3333	5	11.4667
800	800	800	58	60	60	800	800	25	32	59.3333	5	11.8667
900	900	900	60	62	62	900	900	25	36	61.3333	5	12.2667
1000	1000	1000	62	63	64	1000	1000	25	40	63	5	12.6
1100	1100	1100	64	65	66	1100	1100	25	44	65	5	13
1200	1200	1200	66	65	67	1200	1200	25	48	66	5	13.2
1300	1300	1300	69	67	68	1300	1300	25	52	68	5	13.6
1400	1400	1400	71	68	70	1400	1400	25	56	69.6667	5	13.9333
1500	1500	1500	73	69	70	1500	1500	25	60	70.6667	5	14.1333



LADUNIA UNIVERSITAS GADJAH MADA
PAU ILMU TEKNIK - UNIVERSITAS GADJAH MADA
 (Mechanics of Materials Lab., Inter University Centre, Gadjah Mada Univ.)
 JALAN TEKNIKA UTARA - BAREK, YOGYAKARTA 55281 Telp. (62) (0274) 565834, 902287 FAX. (62)



Lanjutan

1600	1600	1600	75	70	72	1600	25	64	72.3333	5	14.4667
1700	1700	1700	77	71	73	1700	25	68	73.6667	5	14.7333
1800	1800	1800	78	72	74	1800	25	72	74.6667	5	14.9333
1900	1900	1900	80	74	75	1900	25	76	76.3333	5	15.2667
2000	2000	2000	82	75	76	2000	25	80	77.6667	5	15.5333
2100	2100	2100	84	76	78	2100	25	84	79.3333	5	15.8667
2200	2200	2200	86	78	79	2200	25	88	81	5	16.2
2300	2300	2300	88	79	80	2300	25	92	82.3333	5	16.4667
2400	2400	2400	90	80	81	2400	25	96	83.6667	5	16.7333
2500	2500	2500	92	82	82	2500	25	100	85.3333	5	17.0667
2600	2600	2600	94	82	84	2600	25	104	86.6667	5	17.3333
2700	2700	2700	97	85	85	2700	25	108	89	5	17.8
2800	2800	2800	98	87	86	2800	25	112	90.3333	5	18.0667
2900	2900	2900	100	88	87	2900	25	116	91.6667	5	18.3333
3000	3000	3000	102	90	89	3000	25	120	93.6667	5	18.7333
3100	3100	3100	105	91	90	3100	25	124	95.3333	5	19.0667
3200	3200	3200	107	93	91	3200	25	128	97	5	19.4
3300	3300	3300	109	94	92	3300	25	132	98.3333	5	19.6667
3400	3400	3400	113	95	94	3400	25	136	100.6667	5	20.1333

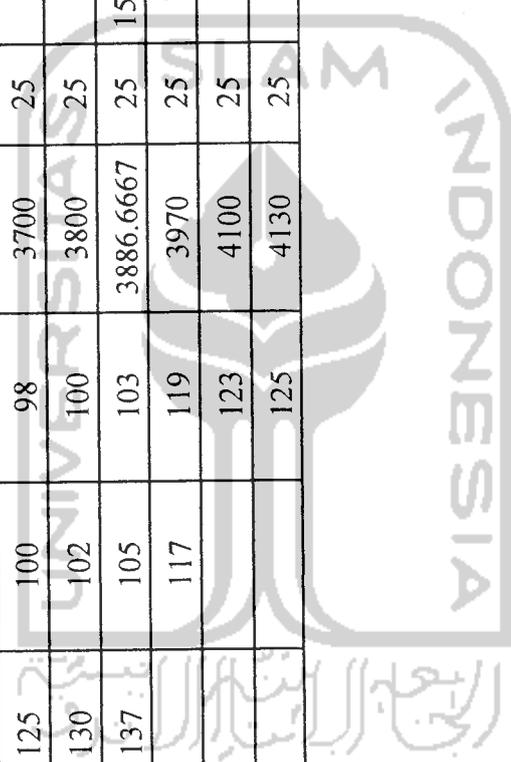


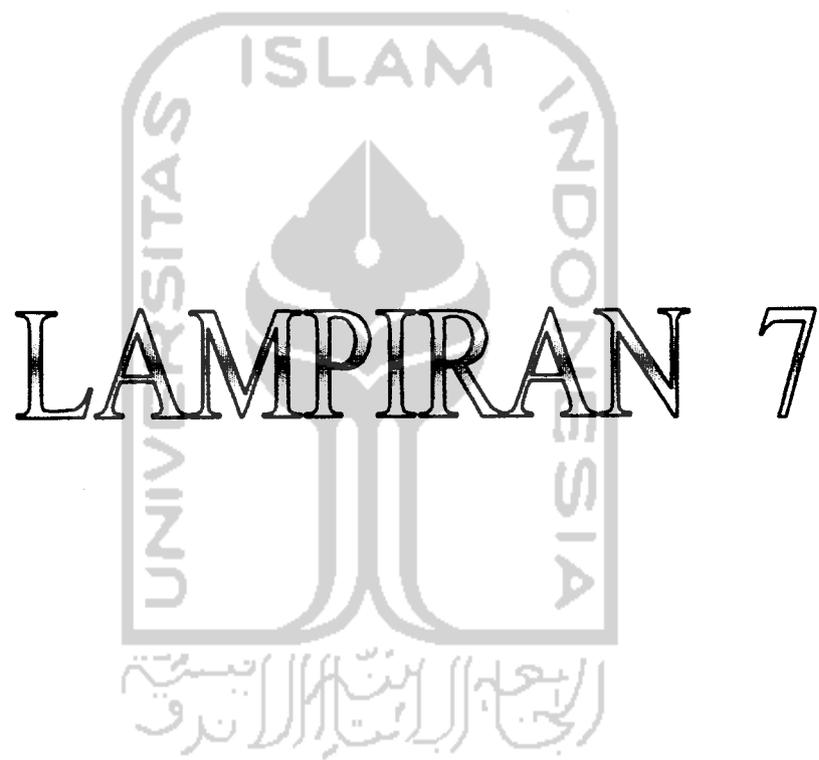
LADUNIA UNJUMI MELIVIVIA
PAU ILMU TEKNIK - UNIVERSITAS GADJAH MADA
 (Mechanics of Materials Lab., Inter University Centre, Gadjah Mada Univ.)
 JALAN TEKNIKA UTARA - BAREK, YOGYAKARTA 55281 TELP. (62) (0274) 565834, 902287 FAX. (62)



Lanjutan

3500	3500	3500	116	97	95	3500	25	140	102.6667	5	20.5333
3600	3600	3600	120	99	97	3600	25	144	105.3333	5	21.0667
3700	3700	3700	125	100	98	3700	25	148	107.6667	5	21.5333
3800	3800	3800	130	102	100	3800	25	152	110.6667	5	22.1333
3860	3900	3900	137	105	103	3886.6667	25	155.4667	115	5	23
	3940	4000		117	119	3970	25	158.8	118	5	23.6
		4100			123	4100	25	164	123	5	24.6
		4130			125	4130	25	165.2	125	5	25





LAMPIRAN 7



Pengujian Mortar Semen Umur 21 Hari

Tabel 5.17. Pengujian Mortar Semen Campuran 1 Umur 21 Hari

Sampel	Beban P (kg)			Perubahan Panjang L (10 ⁻³ cm)			ΔP	A cm ²	σ Kg/cm ²	ΔL 10 ⁻³ cm	Lo cm	ε 10 ⁻³
	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3						
0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	5	0
25	25	25	25	37	40	53	25	25	1	43.3333	5	8.6667
50	50	50	50	46	44	65	50	25	2	51.6667	5	10.3333
75	75	75	75	53	48	75	75	25	3	58.6667	5	11.7333
100	100	100	100	61	53	96	100	25	4	70	5	14
125	125	125	125	71	57	111	125	25	5	79.6667	5	15.9333
150	150	150	150	96	62	145	150	25	6	101	5	20.2
175	175	155	155	131	67	159	168.3333	25	6.7333	119	5	23.8
180	200			165	75		190	25	7.6	120	5	24
	217.5				123		217.5	25	8.7	123	5	24.6

Tabel 5.18. Pengujian Mortar Semen Campuran 2 Umur 21 Hari

Sampel 1	Beban P (kg)			Perubahan Panjang L (10 ⁻³ cm)			ΔP	A cm ²	σ Kg/cm ²	ΔL 10 ⁻³ cm	Lo cm	ε 10 ⁻³
	Sampel 2	Sampel 3	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3							
0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	5	0
25	25	25	61	105	41	25	25	25	1	69	5	13.8
50	50	50	75	111	47	50	50	25	2	77.6667	5	15.5333
75	75	75	100	115	52	75	75	25	3	89	5	17.8
95	100	100	113	120	60	98.3333	98.3333	25	3.9333	97.6667	5	19.5333
	125	125		126	72	125	125	25	5	99	5	19.8
	150	137.5		135	133	143.75	143.75	25	5.75	134	5	26.8
	175			145		175	175	25	7	145	5	29
	197.5			191		197.5	197.5	25	7.9	191	5	38.2

Tabel 5.19. Pengujian Mortar Semen Campuran 3 Umur 21 Hari

Sampel 1	Beban P (kg)			Perubahan Panjang L (10^{-3} cm)			ΔP	A cm^2	σ Kg/cm ²	ΔL 10^{-3} cm	Lo cm	ϵ 10^{-3}
	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3						
0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	5	0
25	25	25	25	39	42	8	25	25	1	29.6667	5	5.9
50	50	50	50	41	47	11	50	25	2	33	5	6.6
72.5	75	75	75	43	50	15	74.1667	25	2.9667	36	5	7.2
	100	100	100		54	20	100	25	4	37	5	7.4
	125	125	125		57	26	125	25	5	41.5	5	8.3
	150	150	150		60	39	150	25	6	49.5	5	9.9
	175	167.5	167.5		65	77	171.25	25	6.85	71	5	14.2
	200				71		200	25	8	71	5	14.2
	225				80		225	25	9	80	5	16
	250				98		250	25	10	98	5	19.6
	255				135		255	25	10.2	135	5	27



Tabel 5.20. Pengujian Mortar Semen Campuran 4 Umur 21 Hari

Sampel 1	Beban P (kg)			Perubahan Panjang L (10 ⁻³ cm)			ΔP	A cm ²	σ Kg/cm ²	ΔL 10 ⁻³ cm	Lo cm	ε 10 ⁻³
	Sampel 2	Sampel 3	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3							
0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	5	0
25	25	25	14	75	92	25	25	25	1	60.3333	5	12.0667
50	50	50	20	80	100	50	25	25	2	66.6667	5	13.3333
75	75	75	24	85	108	75	25	25	3	72.3333	5	14.4667
100	100	100	29	91	128	100	25	25	4	82.6667	5	16.5333
125	125	125	33	101	167	125	25	25	5	100.3333	5	20.0667
150	140	130	41	123	181	140	25	25	6	115	5	23
175			118			175	25	25	7	118	5	23.6
182.5			121			182.5	25	25	7.3	121	5	24.2

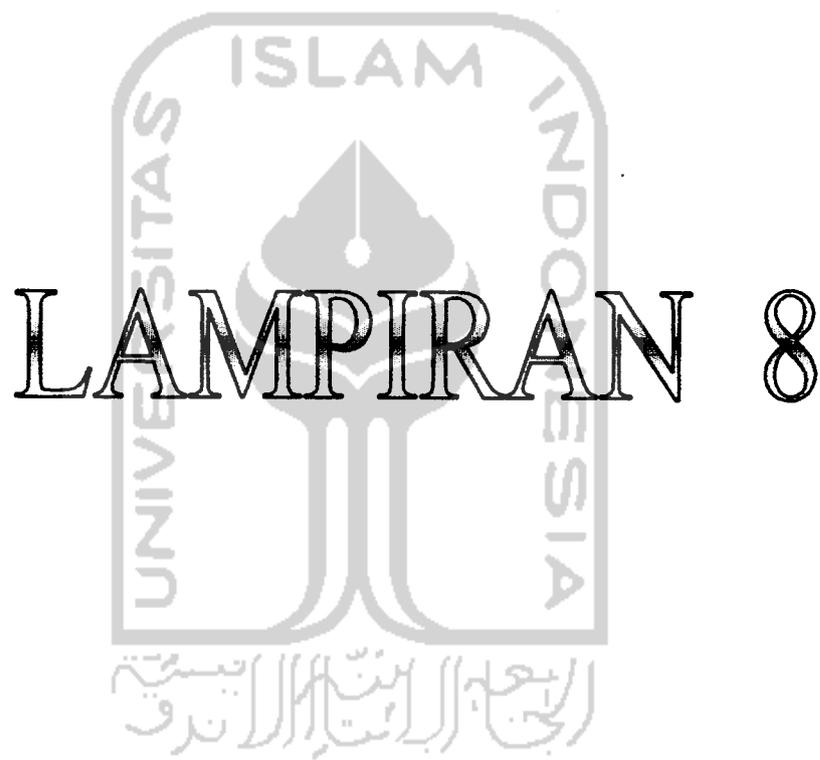
Tabel 5.21. Pengujian Mortar Semen Campuran 5 Umur 21 Hari

Sampel 1	Beban P (kg)			Perubahan Panjang L (10^{-3} cm)			ΔP	A cm^2	σ Kg/cm 2	ΔL 10^{-3} cm	L 0 cm	ϵ 10^{-3}
	Sampel 2	Sampel 3	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3							
0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	5	0
200	200	200	56	60	27	200	200	25	8	47.6667	5	9.5333
400	400	400	58	68	34	400	400	25	16	53.3333	5	10.6667
600	600	600	60	75	41	600	600	25	24	58.6667	5	11.7333
800	800	800	61	84	47	800	800	25	32	64	5	12.8
900	900	900	62	87	50	900	900	25	36	66.3333	5	13.2667
1000	1000	1000	62	89	53	1000	1000	25	40	68	5	13.6
1200	1200	1200	64	92	59	1200	1200	25	48	71.6667	5	14.3333
1400	1400	1400	65	97	64	1400	1400	25	56	75.3333	5	15.0667
1600	1600	1600	67	101	68	1600	1600	25	64	78.6667	5	15.7333
1800	1800	1800	68	104	72	1800	1800	25	72	81.3333	5	16.2667
2000	2000	2000	70	108	75	2000	2000	25	80	84.3333	5	16.8667
2200	2200	2200	71	112	78	2200	2200	25	88	87	5	17.4
2400	2400	2400	72	116	81	2400	2400	25	96	89.6667	5	17.9333
2600	2600	2600	73	120	84	2600	2600	25	104	92.3333	5	18.4667
2800	2800	2800	74	124	86	2800	2800	25	112	94.6667	5	18.9333

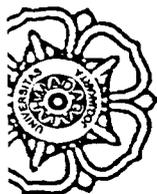


Tabel 5.22. Pengujian Mortar Semen Campuran 6 Umur 21 Hari

Sampel 1	Beban P (kg)			Perubahan Panjang L (10 ⁻³ cm)			ΔP	A cm ²	σ Kg/cm ²	ΔL 10 ⁻³ cm	Lo cm	ε 10 ⁻³
	Sampel 2	Sampel 3	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3							
0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	5	0
200	200	200	66	75	100	200	200	25	8	80.3333	5	16.0667
400	400	400	73	87	110	400	400	25	16	90	5	18
600	600	600	76	96	121	600	600	25	24	97.6667	5	19.5333
800	800	800	81	103	131	800	800	25	32	105	5	21
1000	1000	1000	85	110	138	1000	1000	25	40	111	5	22.2
1200	1200	1200	90	116	144	1200	1200	25	48	116.6667	5	23.3333
1400	1400	1400	94	121	149	1400	1400	25	56	121.3333	5	24.2667
1600	1600	1600	99	128	154	1600	1600	25	64	127	5	25.4
1800	1800	1800	105	134	160	1800	1800	25	72	133	5	26.6
2000	2000	2000	114	141	166	2000	2000	25	80	140.3333	5	28.0667
2190	2200	2200	156	159	175	2196.6667	2196.6667	25	87.8667	163.3333	5	32.6667
	2300	2400		178	184	2350	2350	25	94	181	5	36.2
		2600			198	2600	2600	25	104	198	5	39.6
		2720			244	2720	2720	25	108.8	244	5	48.8



LAMPIRAN 8



Pengujian Mortar Semen Umur 28 Hari

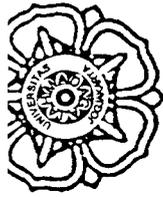
Tabel 5.23. Pengujian Mortar Semen Campuran 1 Umur 28 Hari

Sampel 1	Beban P (kg)			Perubahan Panjang L (10 ⁻³ cm)			ΔP	A cm ²	σ Kg/cm ²	ΔL 10 ⁻³ cm	Lo cm	ε 10 ⁻³
	Sampel 2	Sampel 3	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3							
0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	5	0
25	25	25	2	36	18	25	25	25	1	18.6667	5	3.7333
50	50	50	3	38	26	50	25	25	2	22.3333	5	4.4667
75	75	75	4	40	32	75	25	25	3	25.3333	5	5.0667
100	100	100	5	45	36	100	25	25	4	28.6667	5	5.7333
125	125	125	7	48	41	125	25	25	5	32	5	6.4
150	150	150	10	53	46	150	25	25	6	36.3333	5	7.2667
175	175	175	13	57	50	175	25	25	7	40	5	8
200	200	200	19	60	55	200	25	25	8	44.6667	5	8.9333
225	225	225	29	63	58	225	25	25	9	50	5	10
250	250	250	39	69	62	250	25	25	10	56.6667	5	11.3333
272.5	275	275	80	73	65	274.1667	25	25	10.9667	72.6667	5	14.5333
	300	300		80	69	300	25	25	12	74.5	5	14.9
	325	325		87	74	325	25	25	13	80.5	5	16.1
	350	350		91	79	350	25	25	14	85	5	17
	375	375		106	88	375	25	25	15	97	5	19.4
	385	400		126	135	392.5	25	25	15.7	130.5	5	26.1



Tabel 5.24. Pengujian Mortar Semen Campuran 2 Umur 28 Hari

Sampel 1	Beban P (kg)			Perubahan Panjang L (10 ⁻³ cm)			ΔP	A cm ²	σ Kg/cm ²	ΔL 10 ⁻³ cm	Lo cm	ε 10 ⁻³
	Sampel 2	Sampel 3		Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3						
0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	5	0
25	25	25	25	38	48	18	25	25	1	34.6667	5	6.9333
50	50	50	50	39	58	21	50	25	2	39.3333	5	7.8667
75	75	75	75	40	64	33	75	25	3	45.6667	5	9.1333
100	100	100	100	41	69	43	100	25	4	51	5	10.2
125	125	125	125	42	75	54	125	25	5	57	5	11.4
150	150	150	150	42	82	69	150	25	6	64.3333	5	12.8667
175	175	175	175	43	88	86	175	25	7	72.3333	5	14.4667
200	200	200	200	44	92	109	200	25	8	81.6667	5	16.3333
225	225	202.5	202.5	45	95	118	217.5	25	8.7	86	5	17.2
250	250			47	129		250	25	10	88	5	17.6
275	275			49	131		275	25	11	90	5	18
300	277.5			55	148		288.75	25	11.55	101.5	5	20.3
320				104			320	25	12.8	104	5	20.8



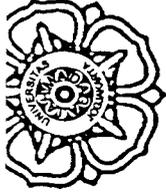
Tabel 5.25. Pengujian Mortar Semen Campuran 3 Umur 28 Hari

Sampel 1	Beban P (kg)			Perubahan Panjang L (10 ⁻³ cm)			ΔP	A cm ²	σ Kg/cm ²	ΔL 10 ⁻³ cm	Lo cm	ε 10 ⁻³
	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3						
0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	5	0
25	25	25	25	108	8	30	25	25	1	48.6667	5	9.7333
50	50	50	50	115	13	32	50	25	2	53.3333	5	10.6667
75	75	75	75	122	23	32	75	25	3	59	5	11.8
100	100	100	100	126	50	33	100	25	4	69.6667	5	13.9333
125	125	125	125	130	58	33	125	25	5	73.6667	5	14.7333
150	150	150	150	133	88	34	150	25	6	85	5	17
175	175	175	175	135	107	34	175	25	7	92	5	18.4
200	182.5	200	200	137	111	35	194.1667	25	8	94	5	19
225		225	225	145		46	225	25	9	95.5	5	19.1
250		250	250	149		47	250	25	10	98	5	19.6
275		275	275	154		49	275	25	11	101.5	5	20.3
300		300	300	160		50	300	25	12	105	5	21
325		325	325	172		54	325	25	13	113	5	22.6
335		350	350	201		58	342.5	25	14	129.5	5	25.9
		375	375			130	375	25	15	130	5	26
		397.5	397.5			159	397.5	25	15.9	159	5	31.8



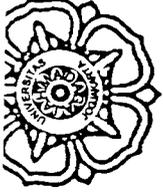
Tabel 5.26. Pengujian Mortar Semen Campuran 4 Umur 28 Hari

Sampel 1	Beban P (kg)			Perubahan Panjang L (10^{-3} cm)			ΔP	A cm^2	σ Kg/cm 2	ΔL 10^{-3} cm	Lo cm	ϵ 10^{-3}
	Sampel 2	Sampel 3		Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3						
0	0	0		0	0	0	0	25	0	0	5	0
25	25	25		7	23	59	25	25	1	29.6667	5	5.9333
50	50	50		12	28	64	50	25	2	34.6667	5	6.9333
75	75	75		33	42	69	75	25	3	48	5	9.6
100	100	100		41	49	73	100	25	4	54.3333	5	10.8667
125	125	125		50	54	77	125	25	5	60.3333	5	12.0667
150	150	150		68	59	80	150	25	6	69	5	13.8
155	175	175		80	63	84	168.3333	25	7	75.6667	5	15.1333
	200	200			68	89	200	25	8	78.5	5	15.7
	225	225			72	93	225	25	9	82.5	5	16.5
	250	250			76	97	250	25	10	86.5	5	17.3
	275	275			81	102	275	25	11	91.5	5	18.3
	300	300			85	108	300	25	12	96.5	5	19.3
	325	325			94	117	325	25	13	105.5	5	21.1
	340	335			132	146	337.5	25	14	139	5	27.8



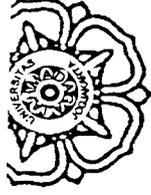
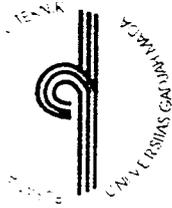
Tabel 5.27. Pengujian Mortar Semen Campuran 5 Umur 28 Hari

Sampel 1	Beban P (kg)			Perubahan Panjang L (10^{-3} cm)			ΔP	A cm^2	σ Kg/ cm^2	ΔL 10^{-3} cm	Lo cm	ϵ 10^{-3}
	Sampel 2	Sampel 3		Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3						
0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	5	0
500	500	500	500	15	24	23	500	25	20	20.6667	5	4.1333
1000	1000	1000	1000	26	35	31	1000	25	40	30.6667	5	6.1333
1500	1500	1500	1500	33	43	37	1500	25	60	37.6667	5	7.5333
2000	2000	2000	2000	43	49	43	2000	25	80	45	5	9
2500	2500	2500	2500	48	56	49	2500	25	100	51	5	10.2
3000	3000	3000	3000	54	63	57	3000	25	120	58	5	11.6
3500	3500	3500	3500	58	73	65	3500	25	140	65.3333	5	13.0667
4000	4000	4000	4000	64	85	79	4000	25	160	76	5	15.2
4500	4500	4500	4500	70	106	90	4500	25	180	89	5	17.7333
5000	5000	5000	5000	81	120	112	5000	25	200	104.3333	5	20.8667
5500	5250	5250	5250	97	123	121	5333.3333	25	213.3333	113.6667	5	22.7333
5900		5300	5300	124		126	5600	25	224	125	5	25



Tabel 5.28. Pengujian Mortar Semen Campuran 6 Umur 28 Hari

Sampel 1	Beban P (kg)			Perubahan Panjang L (10 ⁻³ cm)			ΔP	A cm ²	σ Kg/cm ²	ΔL 10 ⁻³ cm	L ₀ cm	ε 10 ⁻³
	Sampel 2	Sampel 3	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3							
0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	5	0
500	500	500	45	72	52	500	500	25	20	56.3333	5	11.2667
1000	1000	1000	53	80	68	1000	1000	25	40	67	5	13.4
1500	1500	1500	58	110	76	1500	1500	25	60	81.3333	5	16.2667
2000	2000	2000	64	147	88	2000	2000	25	80	99.6667	5	19.9333
2500	2500	2500	70	166	102	2500	2500	25	100	112.6667	5	22.5333
3000	3000	3000	77	175	118	3000	3000	25	120	123.3333	5	24.6667
3500	3500	3500	86	186	140	3500	3500	25	140	137.3333	5	27.4667
4000	4000	4000	102	204	157	4000	4000	25	160	154.3333	5	30.8667
4100	4025	4500	129	228	178	4208.3333	4208.3333	25	168	178.3333	5	35.6667
		4975			238	4975	4975	25	199	238	5	47.6



Tabel 5.29. Pengujian Desak Pondasi Sudut 60° pada Umur 28 Hari

Beban P (ton)		Perubahan Panjang L (10 ⁻³ cm)			ΔP	A cm ²	σ Kg/cm ²	ΔL 10 ⁻³ cm	Lo cm	ε 10 ⁻³
Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	Sampel 1	Sampel 2						
0	0	0	0	0	0	225	0	0	40	0
2	2	2	30	15	20	225	8.889	21.667	40	0.542
4	4	4	80	68	60	225	17.778	69.333	40	1.733
6	6	6	115	84	80	225	26.667	93	40	2.325
8	8	8	150	105	100	225	35.556	118.333	40	2.958
10	10	10	190	170	175	225	44.445	145	40	3.625
12	12	12	245	240	250	225	53.334	245	40	6.125
14	14	14	290	280	278	225	62.222	282.667	40	7.067
16	16	16	340	305	307	225	71.111	350.667	40	8.767
18	18	18	385	350	340	225	80	350.333	40	8.958
20	20	20	420	372	364	225	88.889	358.333	40	9.633
22	22	22	460	400	395	225	97.778	385.333	40	10.458
24	24	24	495	425	420	225	106.667	418.333	40	11.166
26	26	26	520	450	435	225	115.556	446.666	40	11.708
28	28	28	580	480	460	225	124.445	468.333	40	12.667
30	30	30	620	50	475	225	133.334	506.666	40	13.291
32	32	32	680	520	495	225	142.222	565	40	14.123
34	34	34	735	545	520	225	151.111	600	40	15
36	36	36	790	570	540	225	160	633.333	40	15.833



LADUNIA UNIVERSITAS GADJAH MADA
PAU ILMU TEKNIK - UNIVERSITAS GADJAH MADA
 (Mechanics of Materials Lab., Inter University Centre, Gadjah Mada Univ.)
 JALAN TEKNIKA UTARA - BAREK, YOGYAKARTA 55281 Telp. (62) (0274) 565834, 902287 FAX. (62)



Lanjutan

38	38	38	860	595	560	38	225	168.889	671.666	40	16.791
40	40	40	895	62	580	40	225	177.778	698.333	40	17.458
42	42	42	940	645	600	42	225	186.667	728.333	40	18.208
44	44	44	980	665	630	44	225	195.556	758.333	40	18.958
46	46	46	1030	685	650	46	225	204.445	788.333	40	19.708
48	48	48	1080	700	660	48	225	213.334	813.333	40	20.333
50	50	50	1115	720	675	50	225	222.222	836.666	40	20.916
52	52	52	1140	745	700	52	225	231.111	861.666	40	21.541
54	54	54	1160	780	760	54	225	240	900	40	22.5
56	56	56	1175	800	800	56	225	248.889	925	40	23.125
58	58	58	1195	850	830	58	225	257.778	958.333	40	23.958
60	60	60	1220	930	860	60	225	266.667	1003.33	40	25.083
62	62	62	1260		900	62	225	275.556	1080	40	27
64	64	64	1290		930	64	225	284.445	1110	40	27.75
66	66	66	1295		960	66	225	293.333	1127.05	40	28.187
68	68	68	1310		1000	68	225	302.222	1155	40	28.875
70	70	70	1340		1060	70	225	311.111	1200	40	30
72	72	72	1360		1130	72	225	320	1245	40	31.125
74	74	74	1390		1220	74	225	328.889	1305	40	32.625
		76			1350	76	225	337.778	1350	40	33.75

Yogyakarta, 12 Januari 2004

Mengetahui,
 Teknis Lab. MM PS - IT UGM

Peneliti

[Signature]
 M. Agung H

Agoes Prasetyo



Suwignyo
 N.P. 132 127 148



Tabel 5.30. Pengujian Desak Pondasi Sudut 75° pada Umur 28 Hari

Beban P (ton)	Perubahan Panjang L (10 ⁻³ cm)			ΔP	A cm ²	σ Kg/cm ²	ΔL 10 ⁻³ cm	L ₀ cm	ε 10 ⁻³
	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3						
0	0	0	0	0	225	0	0	40	0
2	2	35	88	2	225	8.889	54.333	40	1.358
4	4	76	153	4	225	17.778	114.667	40	2.867
6	6	85	214	6	225	26.667	166.333	40	4.158
8	8	114	262	8	225	35.556	215.333	40	5.383
10	10	158	310	10	225	44.445	269.333	40	6.733
12	12	209	370	12	225	53.334	326.333	40	8.158
14	14	256	410	14	225	62.222	382	40	9.59
16	16	310	465	16	225	71.111	428.333	40	10.708
18	18	329	494	18	225	80	501	40	12.525
20	20	350	528	20	225	88.889	509.33	40	12.733
22	22	400	548	22	225	97.778	559.33	40	13.983
24	24	444	580	24	225	106.667	604.667	40	15.117
26	26	500	607	26	225	115.556	649	40	16.225
28	28	561	640	28	225	124.445	703.667	40	17.592
30	30	588	650	30	225	133.334	742.667	40	18.567



LADUNIA UNIVERSITATI MELIUMI
PAU ILMU TEKNIK - UNIVERSITAS GADJAH MADA
(Mechanics of Materials Lab., Inter University Centre, Gadjah Mada Univ.)
JALAN TEKNIKA UTARA - BAREK, YOGYAKARTA 55281 TELP. (62) (0274) 565834, 902287 FAX. (62)



Lanjutan

32	32	32	610	730	1030	32	225	142.222	790	40	19.75
34	34	34	630	785	1100	34	225	151.111	838.333	40	20.958
36	36	36	680	803	1150	36	225	160	877.667	40	21.942
38	38	38	736	830	1190	38	225	168.889	918.667	40	22.967
	40	40		880	1220	40	225	177.778	1050	40	26.25
	42	42		900	1270	42	225	186.667	1085	40	27.125
	44	44		920	1290	44	225	195.556	1105	40	27.625
	46	46		940	1320	46	225	204.445	1130	40	28.25
	48	48		950	1390	48	225	213.334	1170	40	29.25
		50			1480	50	225	222.222	1480	40	37

Yogyakarta, 12 Januari 2004

Mengetahui,
Teknik Fisika, MM PS - IT UGM

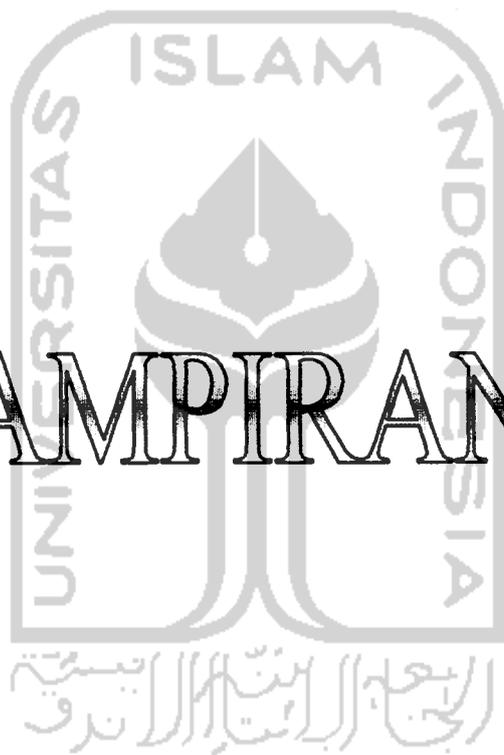


M. Atwi Suwignyo
NIP. 132 127 148

Peneliti

M. Agung H
Agoes Prasetyo

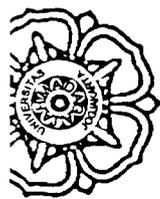
LAMPIRAN 11





Tabel 5.31. Pengujian Desak Pondasi Sudut 90° pada Umur 28 Hari

Sampel	Beban P (ton)			Perubahan Panjang L (10 ⁻³ cm)			ΔP	A cm ²	σ Kg/cm ²	ΔL 10 ⁻³ cm	L ₀ cm	ε 10 ⁻³
	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3						
0	0	0	0	0	0	0	0	225	0	0	40	0
1	1	1	1	22	30	15	1	225	4.444	22.33	40	0.558
2	2	2	2	35	50	20	2	225	8.889	35	40	0.875
3	3	3	3	71	70	30	3	225	13.334	57	40	1.429
4	4	4	4	83	81	38	4	225	17.778	67.33	40	1.683
5	5	5	5	94	95	48	5	225	22.222	70	40	1.75
6	6	6	6	100	111	68	6	225	26.667	93	40	2.325
7	7	7	7	102	132	93	7	225	31.111	109	40	2.725
8	8	8	8	110	158	103	8	225	35.556	123.67	40	3.092
9	9	9	9	115	177	110	9	225	40	134	40	3.35
10	10	10	10	121	194	125	10	225	44.444	146.67	40	3.667
11	11	11	11	125	205	132	11	225	48.889	154	40	3.85
12	12	12	12	132	216	142	12	225	53.333	163.33	40	4.083
13	13	13	13	143	220	148	13	225	57.778	170.33	40	4.258
14	14	14	14	160	228	151	14	225	62.222	179.67	40	4.492
15	15	15	15	168	233	160	15	225	66.667	187	40	4.675



PAU ILMU TEKNIK - UNIVERSITAS GADJAH MADA
(Mechanics of Materials Lab., Inter University Centre, Gadjah Mada Univ.)
JALAN TEKNIKA UTARA - BAREK, YOGYAKARTA 55281 TELP. (62) (0274) 565834, 902287 FAX. (62)



Lanjutan

16	16	16	185	236	165	16	225	71.111	195.33	40	4.883
17	17	17	194	247	180	17	225	75.556	207	40	5.175
18	18	18	195	258	196	18	225	80	216.33	40	5.408
19	19	19	209	260	210	19	225	84.444	226.33	40	5.658
20	20	20	228	263	225	20	225	88.889	238.667	40	5.967
21	21	21	241	265	232	21	225	93.333	248	40	6.2
22	22	22	260	270	246	22	225	97.778	258.67	40	6.467
23	23	23	276	275	259	23	225	102.222	270	40	6.75
24	24	24	305	275	281	24	225	106.667	287	40	7.175
25	25	25		278	295	25	225	111.111	286.5	40	7.163
26	26	26		293	318	26	225	115.556	305.5	40	7.638
27	27	27			324	27	225	120	324	40	8.1
28	28	28			343	28	225	124.444	343	40	8.575
29	29	29			382	29	225	128.889	382	40	9.55

Yogyakarta, 12 Januari 2004

Mengetahui,
Teknisi-Lab. MAM PS - IT UGM



Peneliti
M. Agung H
Agoes Prasetyo

Universitas Padjadjaran
Jurnal Ilmiah Suwignyo
NIP. 132 127 148