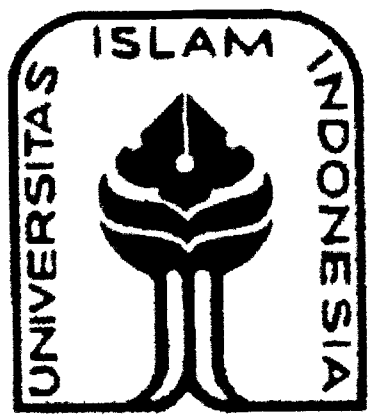


PERPUSTAKAAN FTSP UIN
HADIAH/BELEI
TGL. TERIMA : 8 Mei 2006
NO. JUDUL : 001083
NO. RV. : 520000108301
NO. INDUK : _____

TUGAS AKHIR
PENGARUH PENGGANTIAN SEBAGIAN SEMEN (PC)
DENGAN SERBUK KULIT KERANG TERHADAP
KUAT DESAK BETON

12
30
10



الجامعة الإسلامية
الاندونيسية

MILIK PERPUSTAKAAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN UIN YOGYAKARTA

Disusun oleh :

Nama : Rafael Bahtiar
No. Mhs : 00511287

Nama : Wendra Hidayat
No. Mhs : 00511289

10/10/2005
10/10/2005

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
JOGJAKARTA
2005



**LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR**

**PENGARUH PENGGANTIAN SEBAGIAN SEMEN
(PC) DENGAN SERBUK KULIT KERANG
TERHADAP KUAT DESAK BETON**


Disusun Oleh :

**Nama : Rafael Bahtiar
No. Mhs : 00 511 287**

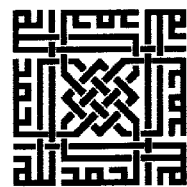
**Nama : Wendra Hidayat
No. Mhs : 00 511 289**

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Ir. H. Ilman Noor, MSCE
Dosen Pembimbing


Tanggal : 09/09 - 2005

kami persembahkan tugas akhir ini untuk kedua orang tua kami serta keluarga besar kami berdua terimakasih atas perhatian dan kasih sayangnya selama ini....



**RAFAEL BAHTIAR
WENDRA HIDAYAT**

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr, Wb

Dengan memanjatkan puji dan syukur ke-hadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nyalah, sehingga kami dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini dengan judul “ ***Pengaruh Penggantian Sebagian Semen (PC) Dengan Serbuk Kulit Kerang Terhadap Kuat Desak Beton*** ”.

Penyusunan tugas akhir ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh jenjang kesarjanaan Strata-1 pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

Pada kesempatan ini kami ingin mengucapkan terima kasih yang 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 Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia
3. Bapak Ir Ilman Noor, MSCE, selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir dan selaku Kepala Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
4. Seluruh karyawan Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
5. Bapak Ir Untung Sukamto MT, selaku Kepala Laboratorium Pengolahan Bahan Galian, Jurusan Pertambangan, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jogjakarta.

6. Bapak Herry, selaku karyawan Laboratorium Pengolahan Bahan Galian, Jurusan Pertambangan, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jogjakarta.
7. Ayah, Ibu dan saudara-saudara kami yang telah banyak memberikan do’a, dorongan, serta bantuannya.
8. Teman-teman yang tidak bisa kami sebutkan satu persatu, atas segala bantuan yang telah diberikan untuk kelancaran Tugas Akhir kami ini.

Dan masih banyak pihak-pihak lain yang turut membantu kami dalam menyelesaikan tugas akhir ini, baik secara moril maupun material yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu.

Kami menyadari masih banyak kekurangan dan kesalahan dalam penyusunan tugas akhir ini untuk itu kami mohon ma’af yang sebesar-besarnya. Akhir kata kami berharap tugas akhir ini bermanfaat bagi kita semua, *Amin*.

Wassalamu'alaikum Wr, Wb

Jogjakarta, Mei 2005

Penyusun

Rafael thanks to....

Thanks for my God, ALLAH SWT Yang Maha Pengasih & Penyayang atas segala petunjuk, dan menemaniku dalam menghadapi kesulitanku yang paling berat dalam hidupku. Smoga ALLAH SWT mengampuni dosa-dosaku...amin

For my Parents, Bpk Drs..CHRUSDIANTO dan Ibu RATNANINGSIH terima kasih atas kasih sayang dan nasehatnya yang telah diberikan selama ini.

Buat adik-adikku, FARAH ATIKA & RISTY ANNISA RUSADI terima kasih atas supportnya untuk kakakmu ini..

Buat ANITA, terima kasih udah pernah menjadi bagian yang paling berarti dalam hatiku walaupun cuman sebentar. thanks udah menemaniku ketika maen di Bandung.

I Can't make you as just friend in my life....but I will be try...

IR. H. Ilman Noor, MSCE sebagai dosen pembimbing, terima kasih atas bimbingan dan komprenya....it's surprises

staff dan pengajaran di FTSP UII pak Santoro, pak Heri yang udah ngatur jadwal TA-ku n bikin aku bolak-balik ngecek jadwal....

My partnership, Wendra. Terima kasih atas kerjasamanya dan waktunya sampe skripsi ini bisa selesai. Yang akur ya ama Merry...

Buat Arif ST & Sigit ST atas semua masukannya sampai skripsi ini selesai. smoga kesuksesan slalu menyertai kita...amin

Arjuna Homestay, Arif, joko, Endut (Indra), hendro ST, (Eko & Novi), (Febry & Wiwi), (Firman & Gita) Yours is my best friend...

Temen2 sipilku, Anton ST, Fauzan, Dendi, (Chandra & Lia), Anik, Eti ST, and all my friend in civil engineering angkatan 2000 yang tidak bisa aku sebutin satu persatu. Sampe ketemu di 2010 ya...

Penghuni kosku terakhir, pa'e Sulkan, Faisal, Devi, Dodik, Sigit, Firza n Anas. Kapan-kapan kita masak bareng lagi ya....

Alumni SMU 1 Jepara, (Bertino ST & Wuri), (Widyo & Anin), Irma, Fitri, Ajul, (Dhony & Eva), komplong, anas, konkret, hanif ST, kuncung, Uq. Kapan neh IASMU Jepara ngumpul lagi?

Buat K 5888 PC, thanks udah nganterin aku kemana-mana selama ini. motorku emang tahan banting walopun jarang di servis...he...he..

Semua pihak yang ga bisa aku sebutin satu-persatu, semoga Allah Swt membalas kebaikan kalian semua. Amin.

وَالشُّكْرُ لِلَّهِ وَالصَّلَاةُ لِلَّهِ وَالزَّكَاةُ لِلَّهِ وَالصِّيَامُ لِلَّهِ وَالْحَجُّ لِلَّهِ

RAFAEL BAHTIAR

wendra thanks to :

- ☺ terimakasih kepada Alah SWT atas agamaMU serta kehidupan yang indah serta kesempatan dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
- ☺ terimakasih juga kepada kedua orang tuaku mama atas segala nasehatnya dan kesabaran yang diberikan untuk membimbing anakmu ini, papa atas nasehat-nasehat serta didikan yang keras sehingga membuatku bisa seperti ini, unie atas semangat dan waktunya untuk memperhatikan adikmu yang satu ini jagain keponakan nda ya..., wendy biarpun ade nakal abang yakin kalo jauh dilubuk hati ade yang paling dalam ada sebuah cita-cita luhur yang bisa membanggakan keluarga ini, bang nono selamat datang dikeluarga ini.
- ☺ IR. H. Ilman Noor, MSCE sebagai dosen pembimbing, semua staff dan pengajaran di FTSP UII pak Santoro, pak Heri yang udah ngatur jadwal TAKU.
- ☺ Keluarga monjali Ayah (alm), ibu, ka ida, bang jhon rafif, rehan, bang pale atas tumpangan kostnya, bang inal, bang kiki, ebot, makasih sudah mengisi hari-hariku di Jogjakarta.
- ☺ my patner Bahtiar Rafael (??? Romy Rafael) mangaaan wae kerjomu iku opo ra' soyo lemu lek..., selamat tinggal masa lalu hadapi masa depan yang lebih cerah, thank's udah bisa sabar menghadapiku serta menemaniku disaat-saat genting.
- ☺ me makasih ya de' udah mau ngertiin nda... atas semangat, dorongan, do'a, serta waktunya selama ini "u're the BEST I ever had".
- ☺ All my best friend's AB 3574 HU, SONY, Irfan, agung, yoshee kapan qta ngumpul bareng-bareng lagi, fujie tea tu kuliah kapan kelarnya, puah sang wanita perkasa, faisal your nick name inem now..., combro mana kaos STATIONnya...? ijal, fauzan kapan qta maen basket lagi, pV ma lala ndut yang akur ya, titez, koko and the gang, Lodadi 34, didik kalo mo nikah undanganyo jagan lupu yo dik, endie belum jadi bapak-bapak badan koq udah melar, ka evan atas bimbinganya, mas yoyok sang perusuh crewet, mas andy, mas budi jangan marah ya kalo mandinya suka tak ganguin, mas sulis kapan nih kita-kita ditawarin kerjaan, bang iwan PREMAN coy, mas ari gimana anaknya se.eeh, dian auu wara pitie, sasmintol duit listrik jangan di beliin HP donk, pak Aji no coment, nuri kapan HP kita dibalikin ya nur, alol, anggar jangan kebanyakan makan ndog asin jadinya ya turu bae, aan sang playboy swasta, dayat kamarmu harusnya dicat BIRU bukanya ijo, manusia illegal Lutfi sang presenter koe ga salah jurusan po..., riki "sandal teklek", Thank's All udah mau menemani hari-hariku dalam suka maupun duka.
- ☺ All sipil 2000 FTSP UII, SIPIL kelas E, anak basket sipil2000 thank's udah ngajarin aku maen basket. KKN UII-28 unit 15.
- ☺ teman-teman seperjuangan Anton ST, firman-wanjun, dodik-sigit, imam-tool, fauzi pak SULKAN, dhevi semua pihak yang sudah terlibat langsung maupun tak langsung dalam penyusunan TUGAS AKHIR ini.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
ABSTRAKSI	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Permasalahan	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6

BAB III	LANDASAN TEORI	10
	3.1 Umum	10
	3.2 Material Penyusun Beton	11
	3.2.1 Semen Portland	11
	3.2.2 Agregat	13
	3.2.3 Air	16
	3.2.4 Serbuk Kulit Kerang	16
	3.3 Slump	17
	3.4 Workability	18
	3.5 Ketentuan Pembuatan Benda Uji	18
	3.6 Perencanaan Campuran Beton	19
	3.7 Pengadukan Beton	21
	3.8 Hipotesis	22
BAB IV	METODE PENELITIAN	23
	4.1 Umum	23
	4.2 Material Pembentuk Beton	23
	4.3 Peralatan Pengujian	24
	4.4 Pemeriksaan Material	24
	4.5 Perhitungan Campuran Beton (<i>Mix Design</i>)	25
	4.6 Pembuatan dan Perawatan Benda Uji	27
	4.7 Pengujian Kuat desak Benda Uji	29
	4.7 Pengolahan Data	29
	4.8 Langkah-langkah Penelitian	30

BAB V	HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	31
	5.1 Umum	31
	5.2 Analisa dan Pengolahan Serbuk Kulit Kerang	31
	5.2.1 Analisa Kandungan Kimia Serbuk Kulit Kerang	31
	5.2.2 Pengolahan Serbuk Kulit Kerang	35
	5.3 Hasil Uji Kuat Desak Beton	35
	5.3.1 Hubungan Hasil Uji desak dengan Kuat Tekan Rata-Rata Rencana	39
	5.4 Analisis Hubungan Tegangan dan Regangan Pada Beton Uji	42
	5.4.1 Analisis Modulus Elastisitas	43
	5.5 Tinjauan Umum Hasil Penelitian Terhadap Penelitian Sebelumnya	46
	5.5.1 Agustina Widyastuti	46
BAB VI	KESIMPULAN DAN SARAN	49
	6.1 Kesimpulan	49
	6.2 Saran	50
	DAFTAR PUSTAKA	51
	LAMPIRAN	52

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Unsur kimia penyusun Semen Portland	11
Tabel 3.2	Gradasi pasir	14
Tabel 3.3	Gradasi kerikil	15
Tabel 3.4	Analisis kandungan senyawa kimia serbuk kulit kerang	17
Tabel 3.5	Angka konversi benda uji beton	19
Tabel 5.1	Kandungan senyawa kimia serbuk kulit kerang	32
Tabel 5.2	Persentase dari komposisi dan kadar senyawa kimia Semen Portland.....	33
Tabel 5.3	Hasil pengujian kuat desak ($f'c$) rata-rata beton silinder	36
Tabel 5.4	Perbandingan kuat tekan rata-rata rencana dengan hasil uji kuat desak.....	40
Tabel 5.5	Hasil pengujian Modulus Elastisitas (E_c)	44
Tabel 5.6	Perbandingan penelitian Agustina Widyastuti dengan penelitian Rafael Bahtiar dan Wendra Hidayat	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar 4.1	Flow chart penelitian	30
Gambar 5.1	Hubungan umur dan kuat tekan pada senyawa kimia semen	34
Gambar 5.2	Hubungan variasi serbuk kulit kerang terhadap kuat desak beton	37
Gambar 5.3	Kuat desak beton yang dikeringkan dalam udara sesudah perawatan awal dengan membasahinya	41
Gambar 5.4	Grafik hubungan Tegangan Regangan beton uji	42

LAMPIRAN 4

Gambar 1	Kulit kerang yang sudah dibersihkan	2
Gambar 2	Oven	2
Gambar 3	<i>Stone Crusher</i>	3
Gambar 4	<i>Serbuk kulit kerang yang sudah di Stone Crusher</i>	3
Gambar 5	<i>Ball Mill</i>	4
Gambar 6	Satu set saringan ASTM	4
Gambar 7	Mesin Vibrator	5
Gambar 8	Serbuk kulit kerang lolos saringan #200 ASTM	5

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Kartu peserta Tugas Akhir dan kartu presensi Tugas Akhir.
- Lampiran 2 Hasil analisa senyawa kimia serbuk kulit kerang Laboratorium Penelitaian dan Pengujian Terpadu, dan Laboratorium Kimia Analitik Jurusan Kimia, UGM Jogjakarta.
- Lampiran 3 Report of Analysis preparasi #200 ASTM Laboratorium PBG Jurusan Teknik Pertambangan UPN “Veteran” Jogjakarta.
- Lampiran 4 Proses penghalusan serbuk kulit kerang.
- Lampiran 5 Langkah-langkah pemeriksaan agregat.
- Lampiran 6 Hasil pemeriksaan agregat.
- Lampiran 7 Langkah-langkah perhitungan *Mix Design* menggunakan metode *DOE (Triono Budi Astanto, 2001)*.
- Lampiran 8 Gambar-gambar alat pelaksanaan pembuatan benda uji.
- Lampiran 9 Data volume dan luasan benda uji.
- Lampiran 10 Data sementara pengujian kuat desak silinder beton.
- Lampiran 11 Data sementara pengujian Tegangan-Regangan silinder beton.
- Lampiran 12 Gambar grafik Tegangan-Regangan.
- Lampiran 13 Gambar sampel setelah uji desak.

LAMPIRAN 8

Gambar 1	<i>Mollen</i>	1
Gambar 2	Sekop	1
Gambar 3	Krucut <i>Abraham</i>	2
Gambar 4	Palu karet	2
Gambar 5	Timbangan	3
Gambar 6	Cetakan silinder	3
Gambar 7	Satu set alat pembacaan dial Tegangan-Regangan	4
Gambar 8	Mesin desak	4
Gambar 9	Kaliper	5
Gambar 10	Bak perendaman sampel	5

LAMPIRAN 13

Gambar 1	Beton normal	1
Gambar 2	Beton - Kerang 2%	1
Gambar 3	Beton - Kerang 4%	2
Gambar 4	Beton - Kerang 6%	2
Gambar 5	Beton - Kerang 8%	3
Gambar 6	Beton - Kerang 10%	3

ABSTRAKSI

Beton sebagai salah satu unsur penting dalam konstruksi, dan menjadikannya pilihan utama dikarenakan bahan penyusun yang umumnya mudah didapat, yaitu semen, pasir, kerikil dan air. Usaha dan penelitian perlu dilakukan untuk mendapatkan suatu alternatif baru dalam teknologi beton dengan menggunakan semen yang seefisien mungkin. Pemakaian serbuk kulit kerang dalam teknologi beton diharapkan mampu menghasilkan kuat desak beton yang lebih tinggi dari beton normal disamping itu upaya memaksimalkan limbah kulit kerang yang cukup banyak.

Jika semen portland dicampur dengan air, maka komponen kapur dilepaskan dari senyawanya, banyaknya kapur yang dilepaskan sekitar 20% dari berat semen. Kondisi terburuknya ialah mungkin terjadi pemisahan struktur yang disebabkan oleh lepasnya kapur dari semen (*Edward G Nawy 1990*).

Serbuk kulit kerang memiliki kadar kapur (CaO) yang cukup tinggi yaitu sekitar 67,55% diharapkan mampu mengisi kekurangan kapur yang hilang akibat hidrasi yang berlangsung saat semen bercampur dengan air, sehingga kuat desak yang dihasilkan bisa lebih maksimal.

Penelitian eksperimental ini menguji benda uji beton silinder sebanyak 90 sampel dimana penggantian sebagian semen dengan serbuk kulit kerang bervariasi, mulai dari 0%, 2%, 4%, 6%, 8%, dan 10% dan tiap variasinya 15 sampel benda uji. Semua sampel dibandingkan dengan beton normal (tanpa penggantian sebagian semen dengan serbuk kulit kerang). Penelitian ini untuk mengetahui pengaruh penggantian sebagian semen dengan serbuk kulit kerang terhadap kuat desak beton.

Dari hasil penelitian ini didapatkan nilai kuat desak beton untuk BN (beton normal) sebesar 39,013 MPa. Untuk benda uji dengan penggantian semen 2% (BKR2) mengalami penurunan sebesar 4% karena kondisinya yang masih jenuh sebelum diuji. penggantian semen 4% (BKR4) kuat desaknya mengalami kenaikan 2,5% dari beton normal dan untuk benda uji dengan penggantian semen 6% (BKR6) mempunyai kuat desak yang paling besar, yaitu 40,056 MPa atau mengalami kenaikan sebesar 2,7 % dari beton normal (BN). Sedangkan untuk penggantian semen 8% dan 10 % mengalami penurunan kuat desak beton berturut-turut sebesar 38,934 MPa dan 38,406 MPa atau dengan penurunan 0,2% dan 1,6% dari beton normal. Dengan memperhatikan hasil penelitian diatas serbuk kulit kerang ternyata dapat digunakan sebagai bahan pengganti sebagian semen dengan persentase optimum 6% dari berat semen yang dibutuhkan.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada masa sekarang ini, bangunan mempunyai peranan penting dalam kehidupan masyarakat. Sebagian besar dari kehidupan manusia berada di sekitar atau di dalam bangunan, misalnya perumahan, perkantoran, pabrik-pabrik, rumah sakit dan lain-lain. Pengaruh yang demikian luas itu telah menyebabkan sektor bangunan memegang peranan penting dalam meningkatkan kesejahteraan dan perekonomian negara. Hal ini menjadi motivasi dalam hal menciptakan teknologi yang tepat guna dalam hal konstruksi.

Salah satu bahan konstruksi bangunan yakni beton yang merupakan material struktur bangunan yang banyak dipakai secara luas. Bahan penyusun beton yang paling umum digunakan di Indonesia adalah semen, pasir (agregat halus), batu pecah (agregat kasar), dan air. Pemilihan beton sebagai bahan konstruksi dengan pertimbangan beton yang memiliki beberapa kelebihan, seperti: kuat tekan tinggi, tingkat keawetan tinggi, mudah dibentuk dan tidak memerlukan perawatan yang khusus. Disamping kelebihan yang dimiliki beton juga mempunyai beberapa kekurangan, seperti: kuat tarik rendah, bersifat getas sehingga dalam perencanaan struktur beton bertulang perlu penanganan khusus.

Namun untuk membuat beton yang sesuai dengan yang kita inginkan, tidak serta-merta diperoleh dengan hanya mencampurkan semen portland atau jenis semen yang lain dengan agregat halus, agregat kasar dan air. Upaya untuk mendapatkan sifat dan mutu beton yang lebih baik terus dilakukan, maka disamping diperlukan persyaratan tertentu dari bahan penyusunnya, juga dipikirkan tentang bagaimana mengatasi cara kelemahan-kelemahan beton tersebut. Pemakaian serbuk kulit kerang dalam teknologi beton diharapkan dapat menghasilkan kuat desak beton yang lebih tinggi dari beton normal.

Pemanfaatan serbuk kulit kerang disini merupakan upaya memaksimalkan limbah kulit kerang yang cukup banyak terdapat pada daerah yang khususnya memiliki pantai seperti halnya daerah-daerah jalur pantura di pulau jawa dan biasanya hanya digunakan untuk hasil-hasil kerajinan atau yang lainnya, sehingga limbah kulit kerang ini belum dapat dimanfaatkan secara maksimal. Oleh sebab itu, diupayakan agar kulit kerang dapat menjadi bahan yang berguna. Pemanfaatan serbuk kulit kerang disini sebagai bahan pengganti sebagian semen dalam pembuatan beton.

1.2 Rumusan Masalah

Jika semen portland dicampur dengan air, maka komponen kapur dilepaskan dari senyawanya, banyaknya kapur yang dilepaskan sekitar 20% dari berat semen . Kondisi terburuknya ialah mungkin terjadi pemisahan struktur yang disebabkan oleh lepasnya kapur dari semen (*Edward G Nawy 1990*).

Dalam penelitian ini, serbuk kulit kerang digunakan sebagai bahan pengganti sebagian semen dengan variasi 0%, 2%, 4%,6%, 8%, 10% dari berat

semen. Dari hasil penelitian di Laboratorium Penelitaian dan Pengujian Terpadu UGM kulit kerang memiliki cukup banyak zat kapur (CaO) yang merupakan senyawa utama penyusun semen yaitu sekitar 67,55% serta kandungan senyawa kimia lain seperti, SiO₂ (Silika), Fe₂O₃ (Besi) dan Al₂O₃ (Aluminium), dengan mengurangi berat semen diharapkan dapat menggantikan peranan semen sebagai bahan pengeras dan pengikat terhadap material yang ada didalam beton. Sehingga dengan pemanfaatan limbah ini dapat mengurangi jumlah limbah kulit kerang.

Permasalahannya adalah pengaruh persentase pemakaian serbuk kerang dari berat semen dengan faktor air semen tetap terhadap kuat desak beton yang dihasilkan. Penelitian laboratorium akan dilakukan untuk mengatasi permasalahan tersebut.

1.3 Tujuan Penelitian

Untuk mengetahui pengaruh penambahan serbuk kulit kerang dengan pengurangan sebagian dari kebutuhan berat semen (PC) dengan variasi 0%, 2%, 4%,6%, 8%,dan10% terhadap berat semen (PC).

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dapat kita ambil dari penelitian adalah:

1. Dengan pengurangan sebagian semen dengan serbuk kulit kerang diharapkan dapat menghasilkan persentase variasi campuran yang optimum dengan kekuatan desak yang paling tinggi.
2. Mengetahui perbandingan mutu beton dari variasi sampel beton yang berbeda-beda.

3. Dapat menghasilkan beton struktur yang memenuhi syarat dan cukup inovatif dengan pengurangan jumlah semen dengan pemakaian bahan limbah kulit kerang.
4. Memberikan informasi yang akurat bagi akademisi maupun praktisi, pengaruh dari pengurangan sebagian semen dengan serbuk kulit kerang pada beton, sehingga dapat menjadi acuan bagi pembuatan beton selanjutnya.
5. Mengetahui persamaan sifat kimia antara penggunaan serbuk kulit kerang dengan fly ash terhadap kuat desak beton.

1.5 Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terfokus pada rumusan masalah diatas, maka perlu diberikannya batasan masalah yaitu sebagai berikut :

1. Benda uji menggunakan silinder ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.
2. Pengujian sampel silinder dilakukan pada umur beton 28 hari.
3. Benda uji mempunyai kuat tekan rencana ($f'c$) = 22,5 Mpa dengan menggunakan Metode DOE (*Department of Environment*).
4. Semen yang digunakan adalah Semen Portland Tipe-I PC merk Nusantara (1zak = 50 Kg).
6. Agregat kasar menggunakan batu pecah yang berasal dari Kali Clereng, Kulon Progo dengan ukuran maksimum 20 mm.
7. Pasir (agregat halus) yang digunakan adalah pasir yang berasal dari Lereng Gunung Merapi.
8. Bahan tambah yang digunakan adalah serbuk kulit kerang yang berasal dari rumah makan *sea-food* yang ada di sekitar Jogjakarta.

9. Variasi campuran penggantian sebagian semen dengan serbuk kulit kerang yaitu 0%, 2%, 4%, 6%, 8%, dan 10% dari berat Semen Portland.
10. Analisis kimia pada semen akibat penambahan serbuk kulit kerang diabaikan.
11. Pengaruh suhu, udara dan faktor lain diabaikan.
12. Penyebaran serbuk kulit kerang dalam campuran dianggap homogen dan merata.
13. Tidak dilakukan pemeriksaan terhadap kandungan pori-pori dalam beton.
14. Perawatan terhadap benda uji silinder dilaksanakan dengan cara merendam dalam bak air selama 28 hari. Dengan cara tersebut diharapkan hidrasi semen berlangsung dengan baik.
15. Pelaksanaan penelitian dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik FTSP Universitas Islam Indonesia.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Menurut SKSNI T-15-1991-03, Beton adalah suatu komposit dari beberapa bahan batu-batuan yang direkatkan oleh bahan ikat. Beton dibentuk dari agregat campuran (halus dan kasar) dan ditambahkan dengan pasta semen.

SKSNI T-15-1991-03, mengemukakan Semen Portland dibuat dari semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang terbuat dari batu kapur (CaCO_3) yang jumlahnya amat banyak serta tanah liat dan bahan dasar berkadar besi, yang terutama dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis ditambah dengan bahan yang mengatur waktu ikat.

Triono Budi Astanto (2001), mengemukakan semen tersusun dari senyawa kimia dengan persentase sebagai berikut :

1. kapur (CaO), sekitar 60%-65%
2. silika (SiO_2), sekitar 17% - 25%
- 3 alumina (Al_2O_3), sekitar 3% - 8%
4. besi (Fe_2O_3), sekitar 0,5% - 6%
5. magnesia (MgO), sekitar 0,5% - 4%
6. sulfur (SO_3), sekitar 1% - 2%
7. soda/potash ($\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$), sekitar 0,5% - 1%

masih ditambah unsur-unsur lain seperti Trikalsium Silikat (C_3S), Dikalsium Silikat (C_2S), Trikalsium Aluminat (C_3A), dan Tetrakalsium Aluminoforit (C_4AF).

Nawy (1990), mengemukakan bahan baku pembentuk semen adalah kapur (CaO) dari batu kapur, silica (SiO_2) dari lempung, alumina (Al_2O_3) dari lempung, (dengan sedikit persentase Magnesia (MgO), dan terkadang sedikit Alkali). Oksida besi terkadang ditambahkan untuk mengontrol komposisinya.

Murdock dan Brook (1986), mengemukakan bahwa hampir dua pertiga bagian semen terbentuk dari zat kapur yang proporsinya berperan penting terhadap sifat-sifat semen.

Nawy (1990), mengemukakan jika semen portland dicampur dengan air, maka komponen kapur dilepaskan dari senyawanya, banyaknya kapur yang dilepaskan sekitar 20% dari berat semen .

Murdock dan Brook (1986), Mengemukakan faktor terpenting yang mempengaruhi sifat-sifat semen adalah komposisi kimiawi, sesudahnya baru faktor dominan lain yaitu kehalusan penggilingan. Penggilingan yang lebih halus mempercepat reaksi dari bermacam-macam bahan pembentuk semen dengan air, tetapi tidak merubah sifat-sifatnya yang inherent (tidak dapat dipisahkan).

Nawy (1990), mengemukakan ukuran partikel semen mempunyai pengaruh yang besar terhadap kelajuan reaksi antara semen dengan air.

Murdock dan Brook (1986), mengemukakan kapur sebagai campuran mortar semen (kapur giling) berfungsi sebagai bahan pengisi pori untuk menambah karakteristik kohesif dari mortar semen oleh karenanya dapat memperbaiki ketahanan terhadap *bleeding* (keluarnya air semen).

Murdock dan Brook (1986), mengemukakan bahwa tepung batu dapat digunakan untuk menambah karakteristik kohesif dari beton dan oleh karenanya memperbaiki ketahanan terhadap *bleeding*. Dalam peranannya sebagai pengisi pori-pori bahan ini menguntungkan untuk beton tumbuk yang kasar atau kaku, yang kekurangan partikel halus. Beton dengan kandungan udara mempunyai kekuatan yang 10% lebih kecil dari beton tanpa pemasukan udara pada kadar semen dan workabilitas yang sama, setiap 1% penambahan kandungan udara tampaknya mengakibatkan kehilangan kekuatan antara 5% sampai 6%.

Nawy (1990), mengemukakan semen portland dibuat dari serbuk halus mineral kristalin yang komposisi utamanya adalah kalsium dan aluminium silikat. Penambahan air pada mineral ini menghasilkan suatu pasta yang jika mengering akan mempunyai kekuatan seperti batu.

Kardiyono (1992), mengemukakan bahwa salah satu faktor yang mempengaruhi kekuatan beton adalah sifat agregat yaitu kekasaran dan ukuran maksimum agregat tersebut, pada pemakaian ukuran butiran maksimum lebih besar memerlukan jumlah pasta lebih sedikit untuk mengisi rongga-rongga antar butirannya, berarti semakin sedikit pula pori-pori betonnya (karena pori-pori beton sebagian besar didalam pasta, tidak dalam agregat) sehingga kuat tekannya lebih tinggi.

Akhyar walidi (T. SIPIL UII 2003), Pengujian daya dukung tanah lempung sokka dengan menambahkan tumbukan kulit kerang laut (*bivakvia*) kelas moluska, dengan variasi campuran 0%, 2%, 4%, 6%, 8%, 10%, 12% , dan di uji menggunakan uji *triaxial* dan uji tekan bebas (*UCS*) .

Pada penelitian ini menghasilkan, kulit kerang berfungsi mengikat butiran tanah dan menurunkan nilai batas cair tanah 14,42 %, menaikkan Indeks Plastisitas (IP) tanah sampai 9,71% dan meningkatkan batas susut tanah 2,41% .

Pada uji tekan bebas dihasilkan :

1. meningkatkan nilai kohesi tanah (c) 61,8%,
2. menaikkan nilai q_u 16%,
3. menurunkan sudut gesek dalam ϕ 60%.

Pada uji *Triaxial* dihasilkan :

1. meningkatkan nilai tegangan normal 65,22%,
2. meningkatkan nilai sudut geser dalam ϕ 27,8%,
3. meningkatkan nilai kohesi (c) 62%.

Agustina Widyastuti (T. SIPIL UII, 2001), Penelitian ini mengenai pengaruh penggunaan *Fly Ash* sebagai bahan pengganti sebagian semen pada beton mutu tinggi. Adapun variasinya adalah 0%, 5%, 10%, dan 15% dari berat semen. Benda uji menggunakan beton uji silinder yang dirawat dengan cara direndam secara terus menerus dan pengujian dilakukan pada umur 28 hari.

Adapun pada penelitian ini menghasilkan data kuat desak beton pada sampel benda uji untuk variasi 0% sebesar 48,964 MPa. Untuk variasi 5% mengalami penurunan kuat desak beton menjadi 40,951 MPa. Pada variasi 10% menghasilkan kuat desak beton sebesar 41,943 MPa. Sedangkan variasi 15% menghasilkan kuat desak beton sebesar 49,219 MPa. Sehingga dapat disimpulkan bahwa kuat desak tertinggi, yaitu penggunaan *fly ash* 15% dengan kuat desak beton sebesar 49,219 MPa atau mengalami kenaikan 0,521% dari beton normal.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1. Umum

Jika semen portland dicampur dengan air, maka komponen kapur dilepaskan dari senyawanya, banyaknya kapur yang dilepaskan sekitar 20% dari berat semen. Kondisi terburuknya ialah mungkin terjadi pemisahan struktur yang disebabkan oleh lepasnya kapur dari semen (*Edward G Nawy 1990*).

Tujuan dari perencanaan campuran beton ialah untuk menentukan proporsi semen, agregat halus dan kasar, serta air yang memenuhi syarat : Kekuatan desak, *Workabilitas*, *Durabilitas* dan, Penyelesaian akhir dari permukaan beton. Dengan rencana campuran yang ada, tujuan selanjutnya adalah penggunaan bahan produksi lokal yang tentunya lebih ekonomis dibandingkan dengan bahan yang harus didatangkan dari luar.

Karakteristik dari beton harus dipertimbangkan dalam hubungannya dengan kualitas yang dituntut untuk suatu tujuan konstruksi tertentu. Pendekatan praktis yang paling baik untuk mengusahakan kesempurnaan semua sifat beton. Yang paling diharapkan dari suatu konstruksi adalah dapat memenuhi harapan maksimal, dengan tepat mengikuti variasi sifat-sifat beton.

3.2. Material Penyusun Beton

Beton merupakan pencampuran dengan proporsi tertentu dari semen, pasir, kerikil (agregat), dan air. Sifat beton yaitu kuat desak, kuat tarik, dan modulus elastisitas dipengaruhi sifat-sifat bahan. Sifat-sifat beton ini tergantung pada proporsi campuran, kesempurnaan dari adukan bahan-bahan pembentuk campuran. Uraian tentang bahan-bahan pembentuk beton adalah sebagai berikut.

3.2.1 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 tambah (PUBI-1982).

Menurut **Edward G Nawy (1990)**, bahan baku pembentuk semen adalah Kapur (CaO) dari kapur, Silika (SiO₂) dari lempung, Alumina (Al₂O₃) dari lempung.

Komposisi kandungan kimia dalam beton paling banyak adalah CaO dan SiO₂, untuk kandungan senyawa lain dapat dilihat pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 Unsur kimia penyusun semen Portland

Bahan Dasar	Rumus Kimia	% dalam PC
Kapur	CaO	60-65
Silika	SiO ₂	17-25
Alumina	Al ₂ O ₃	3-8
Besi Oksida	Fe ₂ O ₃	0.5-6
Magnesia	MgO	0.5-4
Sulfur	SO ₃	1-2
Soda	Na ₂ O + K ₂ O	0.5-1

Ketika semen dicampur dengan air, timbullah reaksi kimia antar unsur-unsur tersebut dengan air. Reaksi ini menghasilkan senyawa kimia yang menyebabkan ikatan dan pengerasan (*Murdock dan Brook, 1986*), ada empat macam yang paling penting yaitu :

1. Tricalcium Aluminate (C_3A), senyawa ini mengalami hidrasi sangat cepat disertai pelepasan sejumlah besar panas; menyebabkan pengerasan awal, tetapi kurang kontribusinya pada kekuatan batas; kurang ketahanannya terhadap agresi kimiawi; paling menonjol mengalami disintegrasi oleh sulfat air-tanah; dan tendensinya sangat besar untuk retak-retak, oleh perubahan volume.
2. Tricalcium silikat (C_3S), senyawa ini mengeras dalam beberapa jam, dengan melepas sejumlah panas. Kwantitas yang terbentuk dalam ikatan menentukan pengaruhnya terhadap kekuatan beton awal pada umurnya, terutama dalam 14 hari pertama.
3. Dicalcium Silikat (C_2S), formasi senyawa ini berlangsung perlahan dengan pelepasan panas yang lambat. Senyawa ini berpengaruh terhadap progres peningkatan kekuatan yang terjadi dari 14 sampai 28 hari, dan seterusnya. Semen yang mempunyai proporsi dicalcium silikat banyak mempunyai ketahanan terhadap agresi-kimia yang relatif tinggi, penyusutan kering yang relatif rendah, oleh karenanya merupakan semen portland yang paling awet.
4. Tetracalcium Aluminoferrite (C_4AF), adanya senyawa aluminoferrite kurang penting karena tidak tampak pengaruhnya terhadap kekuatan dan sifat semen keras lainnya.

Pengurangan salah satu unsur semen seperti Kapur akan mengubah persentase senyawa kimia semen Portland (*Neville dan Brook, 1987*). Analisis kimia senyawa tersebut adalah sebagai berikut :

1. Tricalcium silikat (C_3S)

$$C_3S = 4,07(CaO) - 7,6(SiO_2) - 6,72(Al_2O_3) - 1,43(Fe_2O_3) - 2,85(SO_3)$$

2. Dikalsium silikat (C_2S)

$$C_2S = 2,87(SiO_2) - 0,754(C_3S)$$

3. Trikalsium aluminat (C_3A)

$$C_3A = 2,65(Al_2O_3) - 1,69(Fe_2O_3)$$

4. Tetrakalsium Alumina Ferrit (C_4AF)

$$C_4AF = 3,04(Fe_2O_3)$$

3.2.2. Agregat

Agregat ialah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar atau beton. Agregat ini kira-kira menempati sebanyak 70% volume mortar atau beton. Walaupun namanya hanya sebagai bahan pengisi, akan tetapi agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat mortar atau beton, sehingga pemilihan agregat merupakan suatu bagian penting dalam pembuatan mortar atau beton. (*Kardiyono Tjokrodimulyjo, 1992*)

Besar butir agregat selalu dibatasi agar tidak terlalu besar, sampai besar butir maksimum, antara lain:

- a. Ukuran maksimum butir agregat tidak boleh lebih dari 3/4 kali jarak bersih antar baja tulangan atau antara tulangan dan cetakan.

- b. Ukuran maksimum butir agregat tidak boleh lebih besar dari $1/3$ kali tebal pelat.
- c. Ukuran maksimum butir agregat tidak boleh lebih besar dari $1/5$ kali jarak terkecil antara bidang samping cetakan.

Gradasi agregat adalah distribusi kekasaran butiran agregat. Gradasi diambil dari hasil pengayakan dengan lubang ayakan 10 mm, 20 mm, 30 mm, dan 40 mm untuk kerikil. Untuk pasir lubang ayakan 4,8 mm, 2,4 mm, 1,2 mm, 0,6 mm, 0,3 mm, dan 0,15 mm (*Triono Budi Astanto, 2001*).

Menurut peraturan SK-SNI-T-15-1990-03, kekasaran pasir dibagi menjadi empat kelompok menurut gradasinya, yaitu pasir halus, agak halus, agak kasar, dan kasar. Batas-batas tercantum dalam tabel 3.2 di bawah ini.

Tabel 3.2 Gradasi Pasir

Lubang Ayakan (mm)	Persen bahan butiran yang lewat ayakan			
	Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV
10	100	100	100	100
4,8	90-100	90-100	90-100	95-100
2,4	60-95	75-100	85-100	95-100
1,2	30-70	55-90	75-100	90-100
0,6	15-34	35-59	60-79	80-100
0,3	5-20	8-30	12-40	15-50
0,15	0-10	0-10	0-10	0-15

Keterangan: Daerah I : Pasir kasar

Daerah II : Pasir agak kasar

Daerah III : Pasir agak halus

Daerah IV : Pasir halus

Adapun agregat kerikil ditetapkan seperti yang tercantum dalam tabel 3.3.

Tabel 3.3 Gradasi kerikil

Lubang Ayakan (mm)	Persen berat butir yang lewat ayakan Berat butir maksimum	
	40 mm	20 mm
40	95-100	100
20	30-70	95-100
10	10-35	25-55
4,8	0-5	0-10

Dalam peraturan ini juga ditetapkan gradasi agregat campurannya, yaitu campuran pasir dan kerikil dengan diameter maksimum 40 mm, 30 mm, 20 mm, 10 mm, masing –masing mempunyai kurva tersendiri. Gradasi campuran yang ideal adalah yang masuk dalam kurva 2 dan 3. Indeks yang dipakai untuk ukuran kehalusan dan kekasaran butir agregat ditetapkan dengan modulus halus butir. Pada umumnya pasir mempunyai modulus halus 1,5 sampai 3,8 dan kerikil antara 5 dan 8. Modulus halus butir campuran dihitung dengan rumus:

$$W = \frac{K - C}{C - P} \times 100 \%$$

Dengan W: Persentase berat pasir terhadap berat kerikil

K: Modulus halus butir kerikil

P : Modulus halus butir pasir

C: Modulus halus butir campuran

3.2.3 Air

Air diperlukan untuk bereaksi dengan semen untuk menjadi bahan pelumas antara butir-butir agregat agar dapat mudah dikerjakan dan dipadatkan. Air yang diperlukan hanya sekitar 30% berat semen saja, kandungan air tidak boleh terlalu banyak karena kekuatan beton akan rendah serta betonnya porous. Selain itu, kelebihan air akan bersama-sama dengan semen bergerak ke permukaan adukan beton segar yang baru saja dituang (*bleeding*). Selaput tipis akibat dari *bleeding* ini akan mengurangi lekatan antara lapis-lapis beton dan merupakan bidang sambung yang lemah. (*Kardiyono Tjokrodimulyjo, 1992*)

Air untuk pembuatan dan perawatan beton tidak boleh mengandung minyak, asam, alkali, garam-garaman, bahan-bahan organis atau bahan-bahan lain yang dapat merusak beton dan atau baja tulangan. Dalam hal ini sebaiknya dipakai air bersih yang dapat diminum. (*PBBI-1971*).

3.2.4 Serbuk Kulit Kerang

Bahan pengganti sebagian semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah kulit kerang yang terlebih dahulu dibersihkan dari sisa-sisa kotoran kemudian dihaluskan sampai mempunyai ukuran saringan #200 ASTM, dengan ukuran diameter butiran sebesar 75 μ m-150 μ m, dari hasil penelitian di laboratorium senyawa kimia yang paling banyak terkandung dalam serbuk kulit kerang ini adalah kapur (CaO) ditambah dengan beberapa unsur lain seperti SiO₂,

Al_2O_3 , dan Fe_2O_3 , untuk persentase kandungan senyawa kimianya dapat dilihat pada tabel 3.4.

Tabel 3.4 Analisis kandungan senyawa kimia serbuk kulit kerang

Unsur	Kandungan (%)
CaO	67,55 %
SiO ₂	1,22 %
Al ₂ O ₃	0.11 %
Fe ₂ O ₃	0,011 %

Sumber : Laboratorim Penelitian dan Pengujian Terpadu UGM

Hampir dua pertiga bagian semen terbentuk dari zat kapur yang proporsinya berperan penting terhadap sifat-sifat semen. Zat kapur yang berlebihan kurang baik untuk semen serta menyebabkan terjadinya disintegrasi (perpecahan) semen setelah timbul ikatan. Kadar kapur yang tinggi tetapi tidak berlebihan, cenderung memperlambat pengikatan, tetapi menghasilkan kekuatan awal yang tinggi. Kekurangan kapur menghasilkan semen yang lemah, dan bila mana kurang sempurna pembakarannya, menyebabkan ikatan yang cepat (*L. J. Murdock dan K. M Brook*).

3.3 Slump

Slump merupakan parameter yang digunakan untuk mengetahui tingkat kelecekan suatu adukan beton, hal ini berkaitan erat dengan tingkat kemudahan pengerjaan (*workability*). Makin tinggi nilai slump berarti semakin cair adukan betonnya, sehingga adukan beton semakin mudah dikerjakan.

3.4 Workability

Istilah workabilitas menurut *Newman* mengusulkan sekurang-kurangnya tiga buah sifat terpisah (*Murdock dan Brook, 1986*) :

1. Kompaktibilitas, atau kemudahan dimana beton dapat dipadatkan dan rongga-rongga udara diambil.
2. Mobilitas, atau kemudahan dimana beton dapat mengalir ke dalam cetakan di sekitar baja dan dituang kembali.
3. Stabilitas, atau kemampuan beton untuk tetap sebagai massa yang homogen, koheren, dan stabil selama dikerjakan dan digetarkan tanpa terjadi agregasi/pemisahan butiran dan bahan-bahan utamanya.

Perbandingan bahan-bahan penyusun beton dan sifat-sifat bahan penyusun beton, secara bersama-sama mempengaruhi sifat kemudahan pengerjaan adukan beton.

3.5 Ketentuan Pembuatan Benda Uji menurut SK SNI M-14-1989-F

Ketentuan menurut SK SNI M-14-1989-F merupakan penyempurnaan dari ketentuan pada PBI 1971. Ketentuan menurut SK SNI M-14-1989-F yang digunakan sebagai acuan dalam penelitian ini antara lain:

1. Benda uji standar berupa silinder diameter 150 mm dan tinggi 300 mm.

Benda uji selain silinder sebagai alternatif yang memberikan kuat tekan yang berbeda dibutuhkan faktor konversi seperti pada tabel 3.5 berikut ini :

Tabel 3.5 Angka konversi benda uji beton

Benda Uji	Faktor Konversi
Silinder 150 x 300 mm	1,00
Kubus 150 x 150 mm	0,80
Kubus 200 x 200 mm	0,83

2. Hasil pemeriksaan diambil nilai rata-rata dari minimal 2 buah benda uji.

3.6 Perencanaan Campuran Beton

Dalam penelitian kali ini kami menggunakan metode "*The British Mix Design Method*" atau lebih dikenal di Indonesia dengan cara DOE (*Department of Environment*), *Triono Budi Astanto, 2001*. Adapun langkah-langkahnya sebagai berikut :

- a. Menetapkan kuat tekan beton yang disyaratkan pada 28 hari (f_c').
- b. Menetapkan nilai deviasi standar (sd).
- c. Menghitung nilai tambah margin (M).
- d. Menetapkan kuat tekan rata-rata yang direncanakan.
- e. Menetapkan jenis semen.
- f. Menetapkan jenis agregat (pasir dan kerikil).
- g. Menetapkan faktor air semen (fas).
- h. Menetapkan faktor air semen maksimum.
- i. Menetapkan nilai slump.
- j. Menetapkan ukuran besar butir agregat maksimum (kerikil).
- k. Menetapkan jumlah kebutuhan air.
- l. Menetapkan kebutuhan semen.

- m. Menetapkan kebutuhan semen minimum.
- n. Menetapkan kebutuhan semen yang sesuai.
- o. Penyesuaian jumlah air atau faktor air semen.

Jika jumlah semen pada langkah *m* dan *n* berubah, maka faktor air semen berubah yang ditetapkan dengan :

1. Jika akan menurunkan faktor air semen, maka faktor air semen dihitung lagi dengan cara jumlah air dibagi jumlah semen minimum.
 2. Jika akan menaikkan jumlah air lakukan dengan cara jumlah semen minimum dikalikan faktor air semen.
- p. Menentukan golongan pasir.
 - q. Menentukan perbandingan pasir dan kerikil.
 - r. Menentukan berat jenis campuran pasir dan kerikil.
 1. Jika tidak ada data, maka agregat alami (pasir) diambil 2,7 dan untuk kerikil (pecahan) diambil 2,7.
 2. Jika mempunyai data, dihitung dengan rumus :

$$B_j \text{ campuran} = (P/100) \times B_j \text{ pasir} + (K/100) \times B_j \text{ kerikil}$$

diketahui : B_j campuran = berat jenis campuran.

P = persentase pasir terhadap agregat campuran.

K = persentase kerikil terhadap agregat campuran.

- s. Menentukan berat beton.
- t. Menentukan kebutuhan pasir dan kerikil.

$$\begin{aligned} \text{Berat pasir} + \text{berat kerikil} &= \text{berat beton} - \text{kebutuhan air} - \text{kebutuhan semen} \\ &= \text{langkah } r - \text{langkah } k - \text{langkah } l \end{aligned}$$

u. Menentukan kebutuhan pasir.

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan pasir} &= \text{kebutuhan pasir dan kerikil} \times \text{persentase berat pasir} \\ &= \text{langkah } t \times \text{langkah } q \end{aligned}$$

v. Menentukan kebutuhan kerikil.

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan kerikil} &= \text{kebutuhan pasir dan kerikil} - \text{kebutuhan pasir.} \\ &= \text{langkah } t - \text{langkah } u \end{aligned}$$

Setelah semua langkah perhitungan diatas selesai, dibuat kesimpulan kebutuhan air, pasir, kerikil dan semen dalam 1m^3 adukan beton dan kemudian dikonversi kedalam satu adukan menggunakan 1zak semen dengan berat 50kg. Untuk lebih jelasnya langkah-perhitungan diatas dapat dilihat pada Lampiran 7.

3.7 Pengadukan Beton

Untuk mencapai mutu beton yang baik maka bahan-bahan penyusun beton yang terdiri dari agregat kasar dan agregat halus yang kemudian diikat dengan semen lalu berinteraksi dengan air sebagai bahan perekat, harus dicampur dan diaduk dengan benar dan rata. Pengadukan beton dapat dilakukan dengan cara:

- a. Tangan, dilakukan bila jumlah beton yang dibuat sedikit dan tidak di inginkan suara berisik yang ditimbulkan oleh mesin.
- b. Mesin, dilakukan bila jumlah beton yang dibuat dalam jumlah yang banyak. Lamanya waktu pengadukan tergantung pada kapasitas isi mesin pengaduk, jumlah adukan, jenis serta susunan butir bahan susun, dan slump beton, pada

umumnya tidak kurang dari 1,5 menit semenjak dimulainya pengadukan, dan hasil adukannya menunjukkan susunan dan warna yang merata.

3.8 Hipotesis

Kandungan kapur (CaO) yang terdapat didalam serbuk kulit kerang yang cukup banyak serta unsur-unsur kimia lain yang masih belum banyak diketahui, diharapkan akan dapat menggantikan pengurangan sebagian semen dan memperbaiki sifat-sifat kimia dari semen itu sendiri sehingga dapat meningkatkan kuat desak (f'_c) beton tersebut.

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Umum

Penelitian tugas akhir ini merupakan studi eksperimental yang dilaksanakan di laboratorium. Hal-hal yang dibahas dalam bab ini meliputi, persiapan bahan, persiapan alat, pemeriksaan agregat halus, pemeriksaan agregat kasar, pembuatan benda uji, pelaksanaan perawatan, pengujian kuat desak benda uji dan pengolahan data hasil uji kuat desak.

4.2 Material Pembentuk Beton

Bahan yang digunakan sebagai material pembentuk beton adalah :

1. Semen Potland Tipe-I merk Nusantara.
2. Agregat halus diambil dari Gunung Merapi.
3. Agregat kasar diambil dari Kali Clereng, Kulon Progo dengan ukuran maksimum $\varnothing 20$ mm.
4. Air diambil dari Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik FTSP Universitas Islam Indonesia.
5. Bahan tambah serbuk kulit kerang dengan lolos saringan nomor #200 ASTM (American Society for Testing Mateials) dengan ukuran butiran $75\mu\text{m}$ - $150\mu\text{m}$.

4.3 Peralatan Pengujian

Untuk pengujian ini digunakan beberapa peralatan sebagai sarana dalam mencapai maksud dan tujuan penelitian yaitu :

1. Mesin aduk beton (*Mollen*).
2. Mesin desak.
3. Sekop besar.
4. Kaliper.
5. Penggaris.
6. Tongkat penumbuk
7. Gelas Ukur.
8. Ember.
9. Kerucut *Abrams*.
10. Timbangan.
11. Satu Set Ayakan.
12. Cetok.
13. Palu karet.
14. Cetakan silinder.
15. Seperangkat alat kunci.

4.4 Pemeriksaan Material

Hasil pemeriksaan agregat halus dan agregat kasar antara lain:

1. Pemeriksaan berat jenis agregat halus dan agregat kasar

Dari hasil pemeriksaan didapat berat jenis agregat halus = $2,63 \text{ gr/cm}^3$ dan agregat kasar = $2,67 \text{ gr/cm}^3$.

2. Analisis saringan dan modulus halus butir (MHB) agregat halus dan kasar

Dari hasil pemeriksaan didapat MHB agregat halus = 2,898 dan masuk golongan 2 (pasir agak kasar). Sedangkan MHB agregat kasar = 6,83 dan besar butir maksimum = 20 mm.

3. Pemeriksaan berat volume agregat halus dan kasar

Dari hasil pemeriksaan didapat berat volume agregat halus = 1,53 gr/cm³ dan agregat kasar = 1,3581 gr/cm³.

4. Pemeriksaan butiran yang lewat ayakan no.200

Dari hasil pemeriksaan didapat butiran yang lolos ayakan no.200 = 1,42% < 5%, jadi memenuhi syarat tanpa harus dicuci terlebih dahulu.

Adapun langkah pemeriksaan dan hitungan dapat dilihat pada Lampiran 5 dan 6.

4.5 Perhitungan Campuran Beton (*mix design*)

Metode yang digunakan dalam perencanaan campuran ini menggunakan metode DOE (*Department of Environment*), yaitu :

$f'c$	= 22,5 MPa
Jenis semen	= biasa
Jenis kerikil	= batu pecah
Ukuran maksimum kerikil	= 20 mm
Nilai slump	= 100 mm (10 cm ± 2 cm)
Jenis pasir	= agak kasar (golongan 2)
Berat jenis pasir	= 2,63 gr/cm ³
Berat jenis kerikil	= 2,67 gr/cm ³

1. Kuat tekan beton yang disyaratkan pada 28 hari yaitu $f'c = 22,5$ MPa

2. Penetapan nilai deviasi standar (S) = 5,6 MPa.
3. Perhitungan nilai tambah (M) = $5.6 \times 1,16 \times 1,64 = 10,65 \text{ MPa} \approx 11 \text{ MPa}$.
4. Menetapkan kuat tekan rata-rata yang direncanakan.

$$\begin{aligned} f'_{cr} &= f'_c + M \\ &= 22,5 + 11 \\ &= 33,5 \text{ MPa.} \end{aligned}$$

5. Menetapkan jenis semen.

Digunakan jenis semen biasa merk Nusantara 50 kg.

6. Menetapkan jenis agregat.

Digunakan jenis kerikil batu pecah ukuran butiran maks $\varnothing 20 \text{ mm}$.

7. Menetapkan faktor air semen (FAS).

$$\text{Cara 1} = 0,47$$

$$\text{cara 2} = 0,52$$

$$\text{Cara 3} = 0,5 \text{ Diambil terkecil, yaitu} = 0,47.$$

8. Menetapkan nilai slump = $10 \text{ cm} \pm 2$.

9. Menetapkan kebutuhan air (A).

$$= (0,67 \times 225) + (0,33 \times 225)$$

$$= 225 \text{ liter.}$$

10. Menentukan kebutuhan semen.

$$= \text{air/faktor air semen}$$

$$= \frac{225}{0,47} = 478,7 \text{ kg dipakai } 480 \text{ kg.}$$

11. Perbandingan pasir dan kerikil = 44% dan 56% (grafik hub. fas, slump dan ukuran butir maks).

12. Menentukan berat jenis agregat campuran pasir dan kerikil.

$$= \left(\frac{44}{100} \times 2,63 \right) + \left(\frac{56}{100} \times 2,67 \right) = 2,65$$

13. Menentukan berat jenis beton = 2350 kg/m³ (grafik hubungan kandungan air dan berat jenis campuran).

14. Menentukan kebutuhan pasir dan kerikil.

$$W_{psr} + W_{kr} = 2350 - 225 - 480 = 1645 \text{ kg.}$$

15. Menentukan kebutuhan pasir.

$$W_{ps} = \left(\frac{44}{100} \right) * 1645 = 723,8 \text{ kg} \rightarrow 724 \text{ kg.}$$

16. Menentukan kebutuhan kerikil.

$$W_{kr} = 1645 - 724 = 921 \text{ kg.}$$

Kesimpulan Untuk 1 m³ beton dibutuhkan :

- a. air = 225 liter
- b. semen = 480 kg
- c. pasir = 724kg
- d. kerikil = 921 kg

Adapun langkah-langkah perhitungan *Mix Design* menggunakan metode DOE ini dapat dilihat pada Lampiran 7 (*Triono Budi Astanto, 2001*).

4.6 Pembuatan dan Perawatan Benda Uji

Dalam penelitian ini dibuat 90 buah silinder dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm dengan ketentuan variasi campuran dibuat 15 buah silinder. Sedangkan untuk variasi yang dipakai adalah sebagai berikut :

1. Sampel BN, tanpa campuran serbuk kulit kerang (Beton Normal).

2. Sampel BKR2, dengan campuran serbuk kulit kerang 2 % dari berat semen.
3. Sampel BKR4, dengan campuran serbuk kulit kerang 4 % dari berat semen.
4. Sampel BKR6, dengan campuran serbuk kulit kerang 6 % dari berat semen.
5. Sampel BKR8, dengan campuran serbuk kulit kerang 8 % dari berat semen.
6. Sampel BKR10, dengan campuran serbuk kulit kerang 10 % dari berat semen.

Langkah-langkah yang dilakukan dalam pembuatan dan perawatan benda uji adalah sebagai berikut :

1. Mempersiapkan bahan dan alat-alat yang digunakan untuk pembuatan benda uji.
2. Menimbang bahan yang dibutuhkan.
3. Mencampur bahan-bahan yang sudah ditimbang kedalam molen, kemudian diaduk sampai merata dengan permukaan mengkilap.
4. Diukur nilai slump dari adukan tersebut
5. Setelah slump yang didapat sesuai dengan rencana, kemudian adukan beton dimasukan kedalam cetakan silinder. Pengisian adukan dilakukan tiga tahap, masing-masing 1/3 dari tinggi cetakan. Setiap tahap ditusuk-tusuk dengan tongkat baja (dengan ukuran diameter 16 mm dan panjang 60 cm yang ujungnya dibulatkan) sebanyak 25 kali sebagai pemadatan adukan.
6. Setelah pemadatan selesai, kemudian permukaanya diratakan memakai cetok.
7. Cetakan diletakan ditempat yang rata dan bebas dari getaran dan gangguan lain dan dibiarkan 24 jam.
8. Setelah 24 jam benda uji dikeluarkan dari cetakan, kemudian dirawat dengan cara merendam dalam bak air selama 28 hari.

4.7 Pengujian Kuat Desak Benda Uji

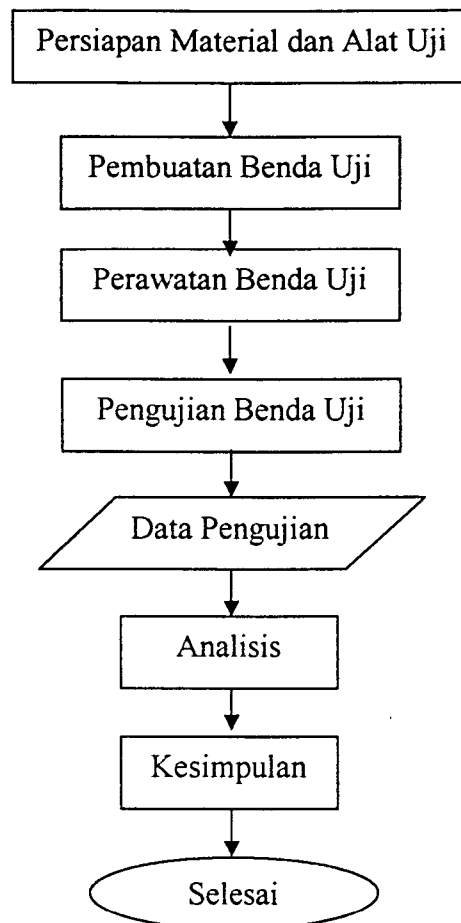
Untuk tahap pengujian melalui langkah-langkah sebagai berikut :

1. Menimbang berat dari benda uji.
2. Mengukur dimensi dari benda uji
3. Benda uji diletakan pada mesin desak secara sentris.
4. Pembebanan dilakukan sampai benda uji menjadi hancur dan catat hasil maksimum.

4.8 Pengolahan Data

Data-data dari hasil pengujian tersebut harus diolah lebih detail untuk mengetahui hubungan antara satu pengujian dengan pengujian lainnya karena data yang ada hanya bersifat sementara, yang secara umum akan menghasilkan pengaruh penambahan sebagian semen dengan sebuk kulit kerang terhadap kuat desak beton.

4.9 Langkah-langkah Penelitian



Gambar 4.1 *Flowchart* Penelitian

BAB V

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1 Umum

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilaksanakan, diperoleh data kuat desak beton dan data Tegangan-Regangan dari kuat desak beton, dan yang nantinya menjadi bahasan dari hasil pengujian ini meliputi :

1. Membandingkan kuat desak beton dengan variasi campuran serbuk kulit kerang 0%, 2%, 4%,6%, 8%, dan 10%, terhadap berat semen dengan beton normal tanpa serbuk kulit kerang.
2. Membandingkan grafik Tegangan-Regangan dengan variasi campuran serbuk kulit kerang 0%, 2%, 4%,6%, 8%, dan 10%, terhadap berat semen dengan beton normal tanpa serbuk kulit kerang.
3. Membandingkan dengan penelitian sebelumnya yaitu penggunaan *fly ash* sebagai bahan pengganti sebagian semen.

5.2 Analisa Dan Pengolahan Serbuk Kulit Kerang

5.2.1 Analisa Kandungan Kimia Serbuk Kulit Kerang

Kandungan unsur kimia yang terdapat pada serbuk kulit kerang dianalisa di Laboratorium Penelitian dan Pengujian Terpadu UGM Jogjakarta. Hasil analisa kandungan kimia serbuk kulit kerang dapat dilihat pada tabel 5.1 berikut ini :

Tabel 5.1 Kandungan senyawa kimia serbuk kulit kerang

Parameter	Hasil Analisa (%)
CaO	67,55 %
SiO ₂	1,22 %
Al ₂ O ₃	0.11 %
Fe ₂ O ₃	0,011 %

Sumber : Laboratorium Penelitian dan Pengujian Terpadu UGM Jogjakarta

Dari hasil penelitian laboratorium diatas dapat dilihat bahwa unsur yang paling banyak terkandung pada serbuk kulit kerang adalah zat kapur (CaO) yaitu sekitar 67,55%, unsur kapur ini lebih banyak dibandingkan dengan unsur kapur yang terdapat didalam semen. Hampir sebagian besar semen mengandung zat kapur (CaO) dimana proporsinya berperan penting dalam proses pengikatan dan pengerasan, kadar kapur yang tinggi cenderung memperlambat ikatan tetapi menghasilkan kekuatan awal yang tinggi. Kadar kapur yang sedikit berlebih terdapat pada serbuk kulit kerang dapat menutupi kehilangan semen yang terjadi pada saat semen bercampur dengan air yaitu sekitar 20% dari berat semen (*Edward. G Nawy, 1990*). Kapur yang sedikit berlebihan disini juga dapat bersifat sebagai *pozzolan* yang dapat mencegah pemisahan struktur yang disebabkan lepasnya kapur dari semen. Komposisi kimia lainnya yang terkandung dalam semen adalah silika (SiO₂) dan besi oksida (Fe₂O₃). Kadar silika yang tinggi yang disertai kadar alumina (Al₂O₃) yang rendah dapat

terhadap agresi kimia. Sedangkan kadar besi oksida memberi warna abu-abu pada semen dan mempunyai perlakuan yang sama dengan alumina. Adapun persentase komposisi kimia pada semen dapat dilihat pada tabel 5.2 berikut ini :

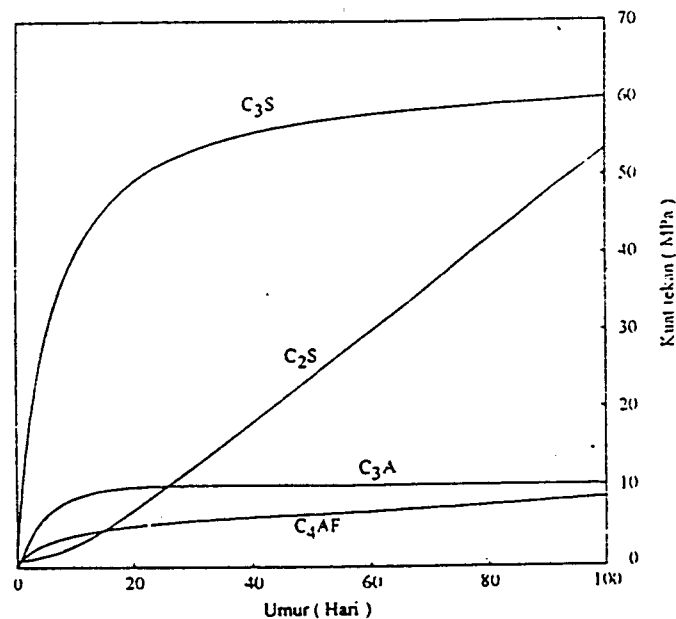
Tabel 5.2 Persentase dari komposisi dan kadar senyawa kimia Semen Portland

Parameter	Hasil Analisa (%)
Analisa Kimia : CaO	63,1
SiO ₂	20,6
Al ₂ O ₃	6,3
Fe ₂ O ₃	3,6
Senyawa Kimia :	
Trikalsium Silikat (C ₃ S)	40
Dikalsium Silikat (C ₂ S)	30
Trikalsium Aluminate (C ₃ A)	11
Tetrakalsium Aluminoferrite (C ₄ AF)	11

Sumber : Bahan dan Praktek Beton; *L.J. Murdock dan K.M. Brook, 1986.*

Reaksi kimia setelah semen bercampur dengan air menghasilkan beberapa senyawa kimia, seperti : Trikalsium Silikat (C₃S), Dikalsium Silikat (C₂S), Trikalsium Aluminat (C₃A) dan Tetrakalsium Aluminoferrit (C₄AF). Senyawa kimia yang paling dominan dalam memberikan sifat-sifat semen adalah Trikalsium Silikat (C₃S) dan Dikalsium Silikat (C₂S). Pada saat hidrasi berlangsung, C₃S ini menghasilkan proses pengerasan yang lebih cepat pada pembentukan kekuatan awal terutama sebelum umur 14 hari dan disertai panas hidrasi yang tinggi. Untuk senyawa

C_2S setelah bereaksi dengan air menghasilkan proses pengerasan yang lebih lambat terutama setelah umur lebih dari 7 hari dan tahan terhadap agresi kimia. Senyawa C_3A persentase dalam semen sedikit berpengaruh pada panas hidrasi yang tinggi selama pengerasan awal dan pengerasan berikutnya dan tidak tahan terhadap asam sulfat. Sedangkan senyawa C_4AF kurang begitu besar pengaruhnya terhadap kekerasan semen atau beton (Teknologi Beton, *Kardiyono Tjokrodimuljo*). Pengaruh senyawa kimia yang terkandung dalam semen terhadap umur dan kuat desak beton dapat dilihat pada grafik berikut ini.



Gambar 5.1 Hubungan umur dan kuat tekan pada senyawa kimia semen (Teknologi Beton, *Kardiyono Tjokrodimuljo*)

5.2.2 Pengolahan Serbuk Kulit Kerang

Proses pengolahan kulit kerang menjadi serbuk kulit kerang dilakukan di Laboratorium Pengolahan Bahan Galian UPN “Veteran” Jogjakarta dengan lolos saringan nomor #200 ASTM (*American Society for Testing Materials*). Proses pertama kali yang dilakukan adalah memanaskan kulit kerang tersebut didalam oven dengan suhu yang cukup tinggi setelah itu kulit kerang dihancurkan dengan menggunakan alat pemecah batu (*Stone Crusher*) selanjutnya kulit kerang yang masih belum mencapai kehalusan yang diinginkan dihaluskan lagi dengan menggunakan alat yang disebut *Ball Mill* selama ± 12 jam baru kemudian dilakukan penyaringan selama ± 30 menit untuk mendapatkan serbuk kulit kerang dengan lolos saringan nomor #200 ASTM. Adapun bagan alir pengolahan serbuk kulit kerang sampai menjadi serbuk berukuran #200 ASTM dan gambar alat-alat yang digunakan serta hasilnya dapat dilihat pada Lampiran 2.

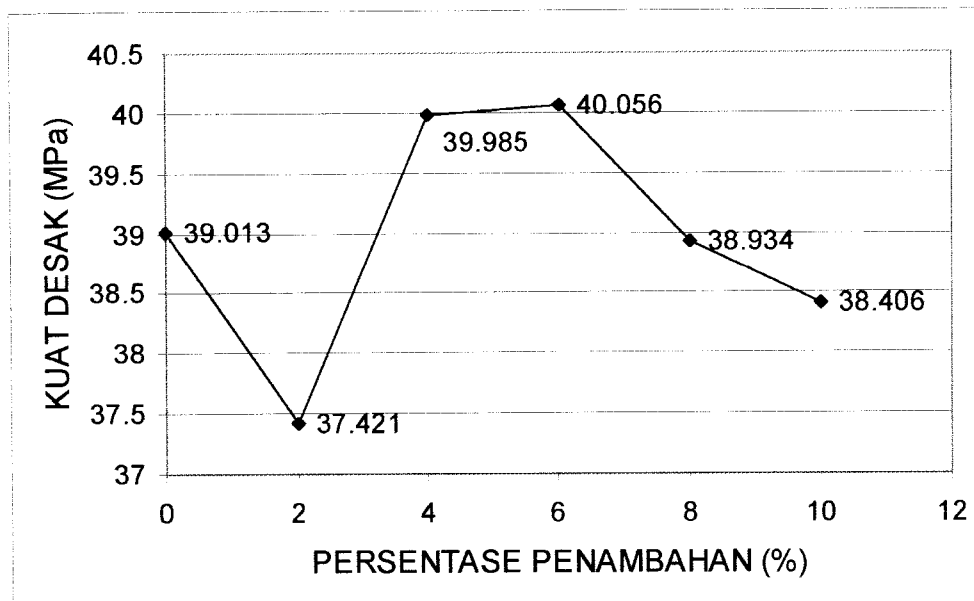
5.3 Hasil Uji Kuat Desak Beton

Kuat desak beton (f'_c) yang disyaratkan pada beton umur 28 hari adalah 22,5 MPa dengan rencana kuat tekan rata-rata (f'_{cr}) 33,5 MPa. Dalam hasil pengujian kuat desak benda uji silinder beton yang dilakukan, maka untuk memudahkan didalam melakukan perbandingan kuat desak beton dengan variasi persentase serbuk kulit kerang dari berat semen terhadap kenaikan kuat desak beton dapat dilihat pada tabel 5.3 berikut ini :

Tabel 5.3 Hasil pengujian kuat desak (f'_c) rata-rata beton silinder

N0	Tipe Benda Uji	Variasi Campuran (%)	Berat Serbuk Kulit Kerang (kg/m^3)	Berat Semen (kg/m^3)	Kuat Desak (MPa)
1	BN	0	0	490	39,013
2	BKR2	2	9,8	480,2	37,421
3	BKR4	4	19,6	470,4	39,989
4	BKR6	6	29,4	460,6	40,985
5	BKR8	8	39,2	450,8	38,934
6	BKR10	10	49	441	38,406

Hasil pengujian kuat desak beton dapat digambarkan secara grafik hubungan antara kuat desak rata-rata beton dengan variasi serbuk kulit kerang 0%, 2%, 4%,6%, 8%, 10%, terhadap berat semen sebagai berikut :



Gambar 5.2 Hubungan variasi serbuk kulit kerang terhadap kuat desak beton

Pada benda uji tipe BN (Beton Normal) menunjukkan bahwa kuat desak beton sebesar 39,013 MPa sedangkan pada benda uji tipe BKR2 mengalami penurunan kuat desak beton sebesar 37,421 MPa, sehingga dari 2 tipe benda uji tersebut mengalami penurunan kuat desak beton sekitar 4 %. Hal ini juga disebabkan karena benda uji tipe BN pada saat diuji kuat desak sudah dalam keadaan kering dibandingkan benda uji tipe BKR2. Benda uji yang kering memberikan data kekuatan yang lebih tinggi daripada benda uji yang dalam keadaan jenuh (Bahan dan Praktek Beton; *L.J. Murdock dan K.M. Brook, 1986*). Benda uji tipe BKR4 menunjukkan kuat desak beton sebesar 39,985 MPa atau mengalami kenaikan sekitar 2,5 % dari benda uji tipe BN. Pada benda uji tipe BKR6 menunjukkan kuat desak beton sebesar 40,056 MPa atau mengalami kenaikan sekitar 2,7 % dari benda uji tipe BN, berdasarkan

pengamatan langsung di lapangan pecahnya agregat kasar disebabkan mortar semen yang dihasilkan dari campuran serbuk kulit kerang dengan semen dapat menutupi kehilangan zat kapur sekitar 20% (Edward G Nawy, 1990) sehingga kekuatan mortar semen menjadi lebih maksimal. Sedangkan Benda uji tipe BKR8 dan BKR10 berturut-turut menunjukkan kuat desak beton sebesar 38,934 MPa dan 38,406 MPa atau mengalami penurunan sebesar 0,2 % dan 1,6 %. Pada sampel benda uji tipe BKR8 dan BKR10 setelah dilakukan pengujian, agregat-agregat kasar pada beton uji tersebut sebagian besar terlepas dari mortar semen hal ini disebabkan zat kapur yang berlebihan yang terdapat dalam campuran mortar semen dengan serbuk kulit kerang menyebabkan terjadinya disintegrasi (perpecahan) semen setelah timbul ikatan (Bahan dan Praktek Beton; *L.J. Murdock dan K.M. Brook, 1986*) . Sedangkan pada benda uji tipe BKR6 setelah dilakukan pengujian sebagian besar agregat-agregat kasar pecah dan yang terlepas dari mortar semen hanya sedikit. Hal ini menunjukkan bahwa semakin bertambahnya variasi serbuk kulit kerang setelah variasi 6% daya lekat agregat kasar pada mortar semen semakin lemah sehingga dapat memungkinkan kuat desak beton yang rendah.

Berdasarkan pada grafik hubungan antara kuat desak beton dengan variasi serbuk kulit kerang menunjukkan bahwa kuat desak beton mengalami peningkatan terhadap beton normal sampai pada variasi campuran serbuk kulit kerang sebesar 6 % dari berat semen. Kemudian dengan semakin bertambahnya persentase variasi campuran serbuk kulit kerang maka kuat desak yang dihasilkan dari benda uji silinder tersebut mengalami penurunan. Penggunaan bahan campuran yang berlebihan dapat

menurunkan kekuatan beton atau sifat-sifat beton yang lain. Menurut bukti-bukti yang ada menunjukkan bahwa kekuatan batas dengan mengganti sekurang-kurangnya 20 persen dari semen dengan *pozzolan* hampir tak berbeda dengan, bilamana semen saja yang digunakan (Bahan dan Praktek Beton; *L.J. Murdock dan K.M. Brook, 1986*). Sehingga dapat disimpulkan bahwa variasi campuran serbuk kulit kerang sebesar 6 % merupakan variasi campuran optimum dari pengaruh penggantian sebagian semen dengan menggunakan serbuk kulit kerang terhadap kuat desak beton.

5.3.1 Hubungan Hasil Uji Desak dengan Kuat Tekan Rata-Rata Rencana

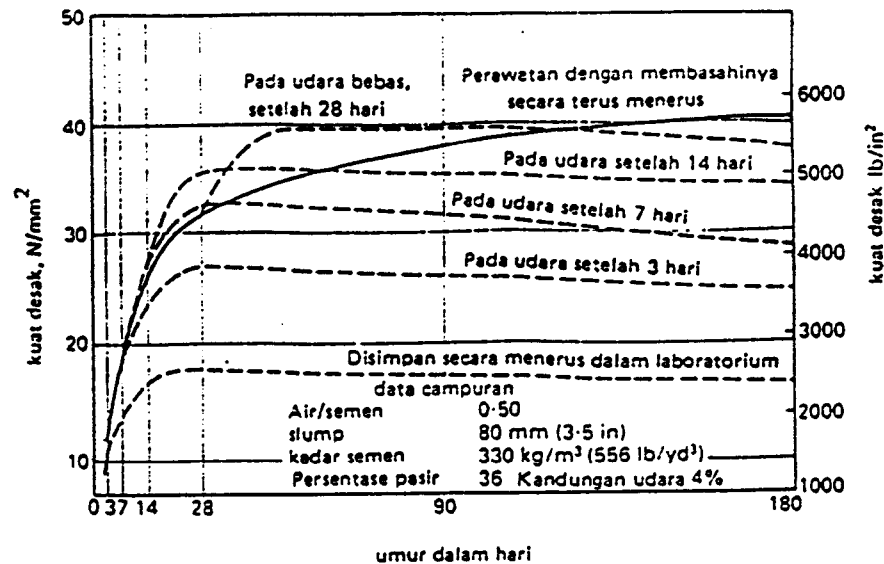
Kuat tekan rata-rata yang direncanakan berdasarkan perhitungan campuran beton yang menggunakan Metode DOE (*Department Of Environment*) adalah 33,5 MPa. Perbandingan kuat tekan rata-rata yang direncanakan dengan hasil pengujian kuat desak beton uji silinder beton yang telah dilakukan dapat dilihat pada tabel 5.4 sebagai berikut :

Tabel 5.4 Perbandingan kuat tekan rata-rata rencana dengan hasil uji kuat desak

No	Tipe Benda Uji	f'_{cr} (Mpa)	f'_c uji (Mpa)	Selisih (%)
1.	BN	33,5	39,013	16,46
2.	BKR2	33,5	37,421	11,7
3.	BKR4	33,5	39,985	19,37
4.	BKR6	33,5	40,056	19,57
5.	BKR8	33,5	38,934	16,22
6.	BKR10	33,5	38,406	14,65

Berdasarkan hasil pengujian kuat desak dengan beberapa tipe benda uji yang tersebut diatas menunjukkan bahwa uji kuat desak benda uji beton mengalami kenaikan rata-rata 16,4 % dari kuat tekan rata-rata yang direncanakan (f'_{cr}).

Hal ini dikarenakan bahwa benda uji beton tersebut dirawat dengan membasahi beton tersebut secara terus menerus selama 28 hari maka kekuatan beton akan terus meningkat. Dengan tersedianya air dalam jumlah yang memadai untuk hidrasi penuh selama pencampuran untuk memungkinkan kelanjutan reaksi kimia yang terjadi pada pengikatan dan pengerasan beton. Disamping beton lebih kuat dengan perawatan yang baik juga menjadikan beton lebih awet terhadap agresi kimia (Bahan dan Praktek Beton; *L.J. Murdock dan K.M. Brook, 1986*).

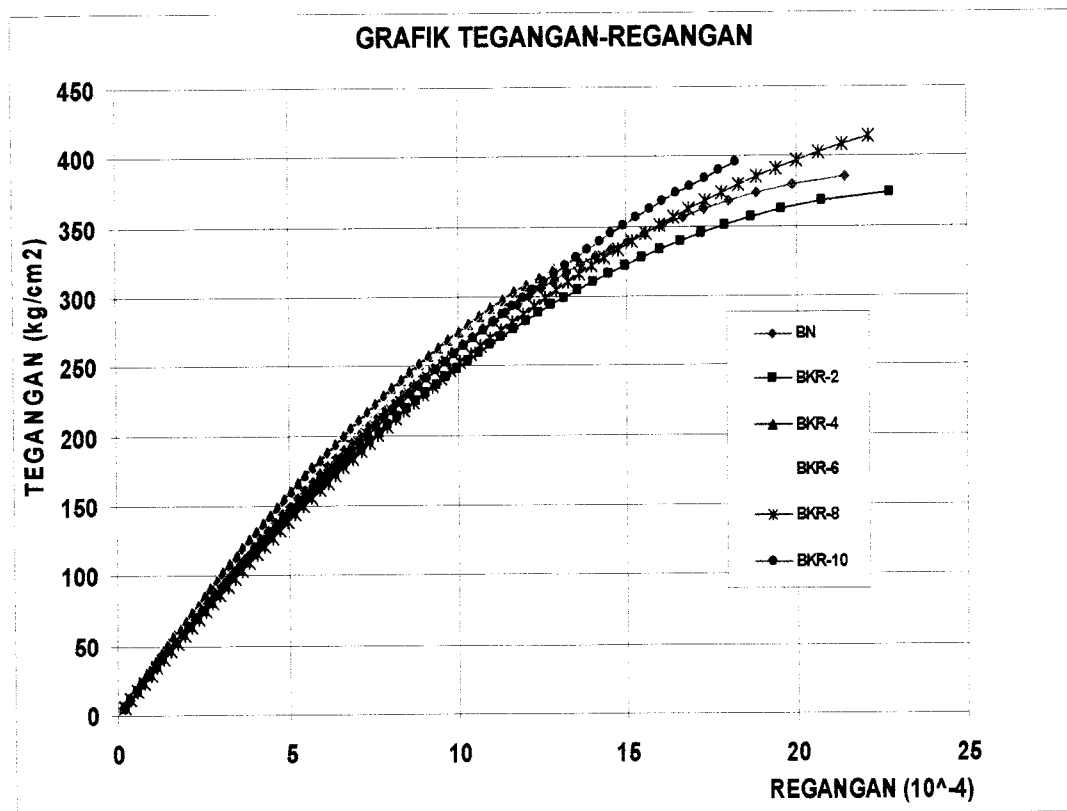


Gambar 5.3 Kuat desak beton yang dikeringkan dalam udara sesudah perawatan awal dengan membasahinya.

Pada penelitian ini perawatan yang digunakan direndam dalam bak air selama 28 hari secara terus menerus. Berdasarkan pada tabel diatas menunjukkan bahwa perawatan dengan cara membasahi beton secara terus menerus mengalami peningkatan kekuatan desak beton. Dengan perawatan yang baik disamping beton lebih kuat, selain itu dapat menjadikan beton menjadi tahan terhadap agresinya kimia dan beton menjadi lebih kedap terhadap air.

5.4 Analisis Hubungan Tegangan dan Regangan Pada Beton Uji

Pengujian tegangan-regangan tidak dilakukan terhadap seluruh benda uji disebabkan keterbatasan waktu dan biaya yang tersedia, sehingga hanya diambil 2 sampel dari setiap variasi yang berjumlah 15 sampel. Seluruh pengujian tegangan-regangan dilaksanakan di Laboratorium Bahan Kontruksi Teknik, FTSP UII. Hasil pengujian tegangan regangan dapat digambarkan dengan grafik hubungan tegangan regangan beton uji dengan variasi serbuk kulit kerang 0%, 2%, 4%,6%, 8% dan 10%, terhadap berat semen sebagai berikut (Gambar 5.4) :



Gambar 5.4 Grafik Hubungan Tegangan Regangan Beton Uji

Pada grafik diatas menunjukkan bahwa pada benda uji tipe BN (Beton Normal) dengan tegangan hancur sebesar 385,864 kg/cm² dan regangan hancurnya 21,416, tipe BKR2 tegangan hancur sebesar 374,269 kg/cm² dan regangan hancur 22,733, tipe BKR4 tegangan hancur sebesar 320,03 kg/cm² dan regangan hancur 12,814, tipe BKR6 tegangan hancur sebesar 395,722 kg/cm² dan regangan hancur 20,407, tipe BKR8 tegangan hancur sebesar 413,932 kg/cm² dan regangan hancur 22,127 dan untuk tipe BKR10 tegangan hancurnya sebesar 396,181 kg/cm² dan regangan hancurnya 18,181.

Pada kurva tegangan regangan bahwa sekitar 40% dari f_c pada umumnya dianggap linear dengan asumsi bahwa regangan yang terjadi selama pembebanan pada dasarnya dianggap elastis (pada keadaan beban dihilangkan bersifat reversibel penuh). Semakin tinggi kekuatan beton maka panjang bagian linier semakin bertambah (Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar; *Edward G Nawy, 1990*).

5.4.1 Analisis Modulus Elastisitas

Berdasarkan data-data tegangan regangan maka dapat dilakukan analisis modulus elastisitas pada beton uji.

Perhitungan Modulus Elastisitas sebagai berikut :

$$\text{Modulus Elastisitas (E}_c\text{)} = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

Dimana : σ = Tegangan pada 0,4 kuat tekan uji

ε = Regangan yang dihasilkan dari tegangan (σ)

Pada tipe BN, didapat $\sigma = 155,49756 \text{ kg/cm}^2$ dan $\varepsilon = 5,238.10^{-4}$

$$E_c = \frac{155,49756}{5,238.10^{-4}} = 296868,371 \text{ kg/cm}^2$$

Untuk hasil perhitungan Modulus Elastisitas (E_c) BN, BKR2, BKR4, BKR6, BKR8, BKR10 berturut-turut dapat dilihat Tabel 5.5 :

Tabel 5.5 Hasil pengujian Modulus Elastisitas (E_c)

No	Jenis	Tegangan $\sigma \text{ (kg/cm}^2\text{)}$	Regangan $\varepsilon \text{ (}10^{-4}\text{)}$	Modulus Elastisitas $E_c \text{ (}\sigma/\varepsilon\text{) kg/cm}^2$
1	BN	155,498	5,238	296868,3714
2	BKR 2%	149,708	5,373	278641,3188
3	BKR 4%	125,729	3,823	328102,8184
4	BKR 6%	160,583	5,247	306070,3464
5	BKR 8%	166,723	6,130	271966,7126
6	BKR 10%	160,797	5,685	282838,7996

Pada tabel diatas dijelaskan bahwa pengujian tegangan regangan pada benda uji beton tipe BN dihasilkan Modulus Elastisitas (E_c) sebesar $296868,3714 \text{ kg/cm}^2$. Sedangkan pada benda uji tipe BKR2 Modulus Elastisitas (E_c) sebesar $278641,3188 \text{ kg/cm}^2$. Dari data tersebut benda uji tipe BKR2 mengalami penurunan sekitar 6%. Hal ini disebabkan karena benda uji tipe BKR2 masih dalam kondisi jenuh air sehingga tidak dapat menahan beban secara maksimal. Pada benda uji beton tipe BKR4 dihasilkan Modulus Elastisitas (E_c) sebesar $328102,8184 \text{ kg/cm}^2$, dari data tersebut pada benda uji ini menghasilkan Modulus Elastisitas (E_c) yang paling besar diantara tipe-tipe benda uji lainnya sehingga benda uji tipe BKR4 mengalami kenaikan Modulus Elastisitas (E_c) sebesar $3124,447 \text{ kg/cm}^2$ atau mengalami

peningkatan sekitar 11% dibandingkan benda uji tipe BN. Sedangkan beton tipe BKR6 berdasarkan data diatas Modulus Elastisitas (E_c) yang dihasilkan sebesar $306070,3464 \text{ kg/cm}^2$ dan untuk benda uji tipe BKR8 dan tipe BKR10 didapatkan Modulus Elastisitas (E_c) berturut-turut sebesar $271966,7126 \text{ kg/cm}^2$ dan $282838,7996 \text{ kg/cm}^2$. Sehingga untuk benda uji BKR8 mengalami penurunan sekitar 8,4% sedangkan untuk benda uji BKR10 mengalami penurunan lebih kecil dibandingkan BKR 8, yaitu sekitar 5% dari beton tipe BN.

Pada benda uji tipe BKR4 mempunyai Modulus Elastisitas (E_c) yang paling besar, yaitu $328102,8184 \text{ kg/cm}^2$. Hal ini disebabkan bahwa pada benda uji tipe BKR4 mempunyai regangan lebih kecil dibandingkan tipe-tipe benda uji lainnya, yaitu $3,823 \cdot 10^{-4}$. Ketika beton dibebani maka akan mengalami perubahan bentuk dan semakin bertambah sesuai pertambahan beban. Pengaruh beban yang terus bertambah maka perubahan bentuk atau rayapan akan semakin cepat sehingga keruntuhan pada beton akan semakin dekat (Bahan dan Praktek Beton; *L.J. Murdock dan K.M. Brook, 1986*). Pada benda uji tipe BKR4, kecepatan rayapan yang terjadi lebih lambat dibandingkan tipe-tipe benda uji lainnya. Hal ini dipengaruhi oleh proses hidrasi semen telah berlangsung dengan maksimal selain itu juga agregat kasar yang berada dalam benda uji beton silinder memiliki permukaan yang kasar dan rongga-rongga yang ada dalam agregat kecil. Menurut *Neville* bahwa rayapan beton tergantung pada pasta semen yang merupakan daerah terlemah pada beton dan rayapan tersebut dapat dikurangi oleh agregat yang kasar. Rayapan akan bertambah bila agregat yang



digunakan makin halus dan biasanya akan bertambah lagi rayapannya bila agregat yang digunakan berongga.

Dari analisis Modulus Elastisitas yang dihasilkan, benda uji yang mempunyai Modulus Elastisitas yang paling besar tidak sama dengan hasil dari analisis benda uji kuat desak. Modulus Elastisitas yang paling besar pada benda uji BKR4 sedangkan benda uji yang mempunyai kuat desak yang paling besar pada benda uji BKR6. Hal ini dikarenakan benda uji yang diuji Tegangan Regangan untuk analisis Modulus Elastisitas hanya 2 sampel dari 15 sampel pada tiap variasinya.

5.5 Tinjauan Umum Hasil Penelitian Terhadap Penelitian Sebelumnya

Pada sub bab ini kita akan membandingkan hasil penelitian kami ini dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh :

5.5.1 Agustina Widyastuti (2001)

Pada penelitian Agustina Widyastuti, penelitian dilakukan pada beton mutu tinggi menggunakan *Fly Ash* (abu terbang) sebagai bahan pengganti semen dengan variasi 0%, 5%, 10% dan 15 % dari berat semen yang kemudian beton dirawat dengan cara direndam dan pengujian dilakukan pada umur 28 hari. Adapun hasil pengujian pada penelitian ini bahwa nilai optimum pada variasi 15% dengan kuat desak beton sebesar 42,22 MPa.

Terjadinya kenaikan kuat desak beton disebabkan karena pemakaian pozzolan yang digunakan. Pengaruh *fly ash* sebagai pengganti sebagian semen mengakibatkan terjadinya reaksi pengikatan kapur bebas yang dihasilkan dalam proses hidrasi semen

oleh silika yang terkandung dalam pozzolan membentuk Calcium Silicate Hydrate (C-S-H) yang berbentuk gel dan mempunyai kemampuan seperti perekat (Swamy, 1986). Selain itu mekanisme yang menyebabkan penambahan kekuatan desak beton adalah terisinya pori-pori yang sebelumnya berisi air yang terperangkap oleh gel yang dihasilkan dari reaksi kapur bebas pozzolan.

Penelitian yang kami lakukan memiliki persamaan dengan penelitian diatas yaitu bahan tambah sebagai bahan pengganti sebagian semen dan menggunakan benda uji silinder kemudian dirawat dengan cara direndam secara terus menerus serta pengujian dilakukan pada umur 28 hari. Namun perbedaannya bahwa penelitian kami menggunakan bahan tambah berupa serbuk kulit kerang dan beton uji merupakan beton normal. Adapun hasil dari penelitian kami bahwa persentase optimum 6% dari berat semen dengan kuat desak beton sebesar 40,056 MPa. Sebagai perbandingan dapat dilihat pada tabel 5.6 :

Tabel 5.6 Perbandingan penelitian Agustina Widyastuti dengan penelitian Rafael Bahtiar dan Wendra Hidayat

No.	Keterangan	Agustina Widyastuti	Rafael Bahtiar dan Wendra Hidayat
1.	Perawatan	Direndam terus menerus dengan umur 28 hari	Direndam terus menerus dengan umur 28 hari
2.	Bahan tambah	<i>Fly Ash</i>	Serbuk Kulit Kerang
3.	Variasi	0%, 5%,10% dan 15%	0%, 2%, 4%, 6%, 8%, dan 10%
4.	Komposisi unsur kimia	SiO ₂ (59,99%) Al ₂ O ₃ (30,35%) Fe ₂ O ₃ (3,59%) CaO (1,83%) MgO (1,11%)	CaO (67,55%) SiO ₂ (1,22%) Al ₂ O ₃ (0,11%) Fe ₂ O ₃ (0,011%)

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini terdiri beberapa kesimpulan hasil analisis pengujian benda uji dan saran-saran terhadap hal-hal yang berkaitan dengan penelitian ini dan anjuran untuk penelitian selanjutnya.

6.1 Kesimpulan

Pada pembahasan yang telah diuraikan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Variasi campuran serbuk kulit kerang sebesar 6% merupakan variasi campuran optimum dari penggantian sebagian berat semen dengan serbuk kulit kerang. Hal ini dibuktikan pada benda uji beton silinder dengan kekuatan desak yang paling tinggi sebesar 40,056 MPa.
2. Kekuatan desak beton akan semakin menurun dengan bertambahnya persentase serbuk kulit kerang terhadap penggantian dari berat semen setelah 6%.
3. Pada benda uji tipe BKR4 mempunyai Modulus Elastisitas (E_c) yang paling besar, yaitu $328102,8184 \text{ kg/cm}^2$ dengan regangan $3,823 \cdot 10^{-4}$ karena pada benda uji tipe BKR4 kecepatan rayapan atau perubahan bentuk yang terjadi

akibat beban yang terus bertambah lebih lambat dibandingkan dengan tipe-tipe benda uji lainnya.

4. Serbuk kulit kerang dapat digunakan sebagai bahan pengganti sebagian semen.
5. Serbuk kulit kerang memiliki kemiripan dengan *fly ash* yaitu mempengaruhi kuat desak beton dengan memperbaiki sifat kimia semen.

6.2 Saran-saran

Dari uraian diatas dengan merujuk pada pembahasan dan hasil penelitian ternyata masih banyak kekurangan dari penelitian ini, maka untuk mendapatkan hasil penelitian yang lebih baik lagi diperlukan saran-saran yang bersifat membangun seperti yang disebutkan sebagai berikut :

- 1 Perlunya dilakukan penelitian serupa tanpa harus mengurangi berat semen dalam hal ini dengan menambahkan serbuk kulit kerang dari berat semen terhadap kuat desak beton (digunakan sebagai bahan tambah).
- 2 Dengan penelitian yang sama tetapi pengolahan serbuk kulit kerang dilakukan dengan cara dibakar, diharapkan dengan pembakaran dengan suhu yang tinggi butiran yang dihasilkan dapat lebih halus.
- 3 Benda uji ditambah variasi umur 7, 14 dan 21 hari dengan perawatan yang sama, yakni direndam dalam bak air.
- 4 Untuk mendapatkan hasil analisa yang lebih akurat maka sampel untuk masing-masing variasi perlu ditambah.
- 5 Memilih cetakan dengan ukuran dimensi yang seragam agar diperoleh benda uji beton yang mempunyai ukuran yang sama.

DAFTAR PUSTAKA

-----, **SK SNI T-15-1990-03**, “Tata cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal”, Yayasan Penyelidik Masalah Bangunan, Bandung, 1991.

Astanto, Triono Budi (2001), “Konstruksi Beton Bertulang”, Yogyakarta : Kanisius

Walidi Akhyar, Pengujian daya dukung tanah lempung sokka dengan menambahkan tumbukan kulit kerang laut (bivalvia), UII, Jogjakarta

Kusumaningrum Evy, dan Marfuatun Wahyuningsih, “Pengaruh Penambahan Gergajian Batu Adesit Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton” , UII, Yogyakarta 2002

Murdock L. J, Brook, K. M., “Bahan dan Praktek Beton”, Terjemahan Ir. Stephanus Hindarko, Erlangga, Jakarta, 1986.

Nawy, E. G., “Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar”, Terjemahan Ir. Bambang Suryoatmono, M.Sc, Eresco, Bandung, 1990.

Popovics Sandor, “Strength And Related Properties Of Concrete”, Drexel University, John Wiley & Sons.Inc, New York.

Tjikrodimulyo Kardiyono, Ir., ME., “Teknologi Beton”, Buku Ajar Pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 1992.

Wang, Chu Kia & Salmon, Charles G., “Disain Beton Bertulang”, Terjemahan DR. Ir. Binsar Hariandja M. Eng., Erlangga, Jakarta, 1993.





LAMPIRAN I

TUGAS AKHIR : RAFAEL BAHTIAR - WENDRA HIDAYAT



KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

NO	N A M A	NO.MHS.	BID.STUDI
1.	Rafael Bahtiar	00 511 287	Teknik Sipil
2.	Wendra Hidayat	00 511 289	Teknik Sipil

JUDUL TUGAS AKHIR

Pengaruh Penggantian sebagian semen (PC) dengan serbuk kulit kerang terhadap kuat desak beton

PERIODE KE : II (Des 04 - Mei 05)
 TAHUN : 2004 - 2005

Berlaku mulai Tgl : 9-Dec-04 – 9 Juni 05

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

Dosen Pembimbing I : Ilman Noor,Ir,H,MSCE



Jogjakarta ,9-Dec-04
 a.m. Dekan

 H. H. Munachir, MS

Seminar : _____
 Sidang : _____
 Pendadaran : _____



UNTUK DOSEN

KARTU PRESENSI KONSULTASI
TUGAS AKHIR MAHASISWA

PERIODE KE : II (Des 04 - Mei 05)

Berlaku mulai Tgl : 9-Dec-04 – 9 Juni 05

NO	N A M A	NO.MHS.	BID.STUDI
1.	Rafael Bahtiar	00 511 287	Teknik Sipil
2.	Wendra Hidayat	00 511 289	Teknik Sipil

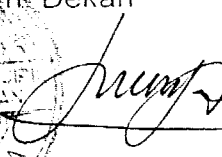
JUDUL TUGAS AKHIR

Pengaruh Penggantian sebagian semen (PC) dengan serbuk kulit kerang terhadap kuat desak beton

Dosen Pembimbing I : Ilman Noor,Ir,H,MSCE

Dosen Pembimbing II :



logjakarta , 9-Dec-04
a.n. Dekan

Ir.H.Munadhir, MS

Catatan :

Seminar : _____

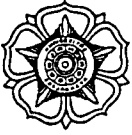
Sidang : _____

Pendadaran : _____



LAMPIRAN 2

TUGAS AKHIR : RAFAEL BAHTIAR - WENDRA HIDAYAT



UNIVERSITAS GADJAH MADA
LABORATORIUM PENELITIAN DAN PENGUJIAN TERPADU

Sekip Utara Jl. Kaliurang Km 4, Yogyakarta 55281
Telp. (0274) 902531, 902532, 902536, 546868, 548348, e-mail: lppt_info@mail.ugm.ac.id

FR.71.1.0

HASIL ANALISA

No. Reg. : 119/LPPT-UGM/IV/2005

IDENTITAS SAMPEL

Nama : Wendra Hidayat
Institusi : Teknik Sipil - UII
Sampel : Kerang
Jenis Pengujian : - SiO₂
 - Al₂O₃
 - CaO

KODE

SERVICE

Parameter	Hasil Analisa	Metoda
SiO ₂	1,22 %	Spektrometri
Al ₂ O ₃	0,11 %	Spektrometri
CaO	67,55 %	AAS - nyala C ₂ H ₂ - udara

Kepala,

Prof. Siswindari, Apt.,SU,Ph.D

Yogyakarta, 14 April 2005
Koordinator Bidang Manajemen Data
dan Jasa Analisa

Drs. Harsoyo, M.Sc



UNIVERSITAS GADJAH MADA

LABORATORIUM KIMIA ANALITIK
FISIKA KIMIA
MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

Sekip Utara PO Box BLS 21,
Yogyakarta 55281 Telp. (0274) 902740, 545188 pes. 116
Faks. 0274-545188

HASIL ANALISIS

No. : 743/HA-KA/12/04
Pengirim : Wendra Hidayat, Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia Yogyakarta
Jumlah sampel : 1
Penentuan : Kadar CaO, Fe₂O₃ dan SiO₂ dalam sampel kerang.
Tgl. Analisis : 07 Desember 2004

NO	KODE SAMPEL	PARA METER	HASIL PENGUKURAN (ppm)			METODE
			1	2	3	
1.	Kerang	CaO	71063,993	70372,373	70718,183	Atomic Absorption Spect.
2.		Fe ₂ O ₃	108,100	108,100	116,913	"
3.		SiO ₂	ttd	ttd	ttd	"

Ket:
ttd = tidak terdeteksi/di bawah limit deteksi alat.

Analisis
— y Dumi
Prubadi Prastyo



LABORATORIUM JUR. TEKNIK PERTAMBANGAN

FAKULTAS TEKNOLOGI MINERAL UPN "VETERAN" YOGYAKARTA
Jl. Lingkar Utara SWK 104, C.Catur Yogyakarta Telp. 0274 - 486701 Fax. 0274 - 486702

REPORT OF ANALYSIS

OUR RET : B / 012 / III / 2005 / Lab. TA
No. Order

The sample was submitted by client with the following identification :
Contoh disampaikan oleh pelanggan dengan keterangan sbb. :

CLIENT : Rafael Bahtiar, NIM 00511287
Pelanggan : Wendra Hidayat, NIM 00511289
Jurusan Teknik Sipil - UII Yogyakarta

TYPE OF SAMPLE : KULIT KERANG
Jenis Conto

RECEIVED ON : 10 Pebruari 2005
Tgl. Penerimaan

TEST REQUIRED : Preparasi 200 mesh
Analisa / Uji yang diminta

DESCRIPTION OF SAMPLE : Form : Kulit Kerang
Keterangan Conto : Weight/Volume : 30 Kg
Packing : Curah
INSPECTION SAMPLING WAS NOT CARRIED OUT
BY LAB. JUR. TEKNIK PERTAMBANGAN

SAMPLE IDENTIFICATION : GRAB SAMPLING
Identifikasi Conto

DATE OF CERTIFICATE ISSUED : 21 Maret 2005
Tanggal Penerbitan Sertifikat

NO OF PAGE INCLUDING COVER : 1 (satu)
Jumlah Halaman Termasuk Halaman Muka

Yogyakarta, 21 Maret 2005

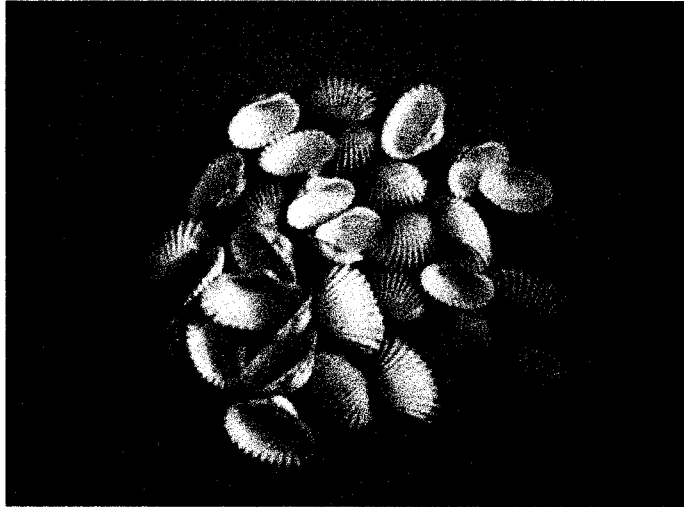


PROSES PENGHALUSAN KULIT KERANG

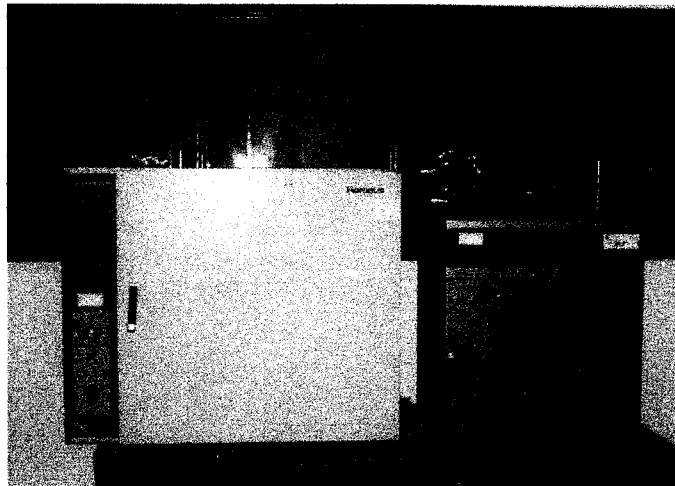
Untuk mencapai kehalusan yang diinginkan yaitu #200ASTM proses yang dilakukan melalui beberapa tahap antara lain :

1. Mula-mula kulit kerang yang didapatkan dibersihkan dari sisa-sisa kotoran, kemudian dijemur sampai kering untuk menghilangkan kadar air yang masih terdapat didalam kulit kerang tersebut, agar kulit kerang mencapai kekeringan yang maksimal kulit kerang dimasukan kedalam oven (gambar 2) dan dipanaskan sampai dengan suhu 150 °C selama ±24jam.
2. Kulit kerang yang sudah dipanaskan kemudian dimasukan kedalam mesin pemecah batu (*Stone Crusher*, gambar 3).
3. Kulit kerang yang sudah hancur kemudian dimasukkan kedalam mesin penghalus (*Ball Mill*, gambar 5) didalam *Ball Mill* dimasukkan beberapa batangan baja dengan tinggi ± 25cm dan diameter ± 2cm, agar kehalusan yang diinginkan bisa maksimal *Ball Mill* dijalankan selama ± 8jam.
4. Setelah menjadi serbuk kulit kerang ini kemudian disaring dengan menggunakan satu set saringan dengan ukuran #40, #65, #150, #200 (gambar 6), kemudian digetarkan menggunakan mesin *Vibrator* (gambar 7) selama ± 30 menit.
5. Serbuk kulit kerang yang sudah halus (#200ASTM, gambar 8) diambil dan dimasukkan kedalam kantong plastik sedangkan yang masih belum halus (#40, #65, dan #150) dimasukkan kembali kedalam mesin *Ball Mill* dan

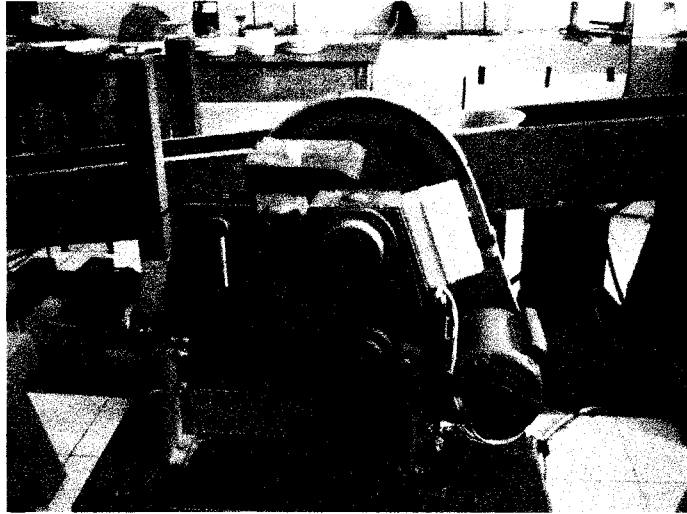
digiling kembali selama \pm 8jam dan dilakukan penyaringan ulang, begitu seterusnya sampai serbuk kulit kerang yang dibutuhkan terpenuhi.



Gambar 1. Kulit kerang yang sudah dibersihkan



Gambar 2. *Oven*



Gambar 3. *Stone Crusher*



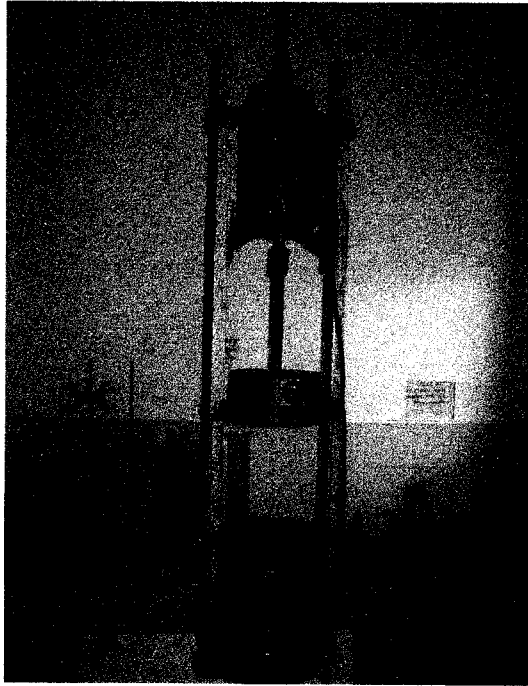
Gambar 4. Serbuk kulit kerang sesudah di *Stone Crusher*



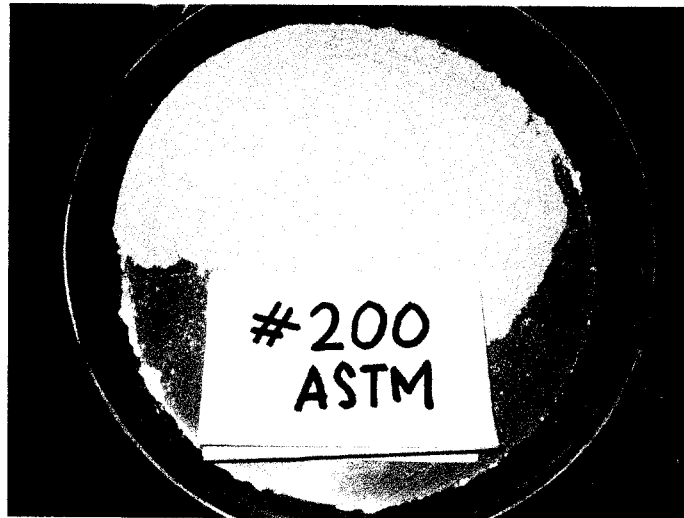
Gambar 5. *Ball Mill*



Gambar 6. Satu set saringan ASTM



Gambar 7. Mesin *Vibrator*



Gambar 8. Serbuk kulit kerang lolos saringan #200 ASTM

PEMERIKSAAN AGREGAT

A. Pemeriksaan Bahan Material Agregat Halus

A.1 Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Halus

Urutan proses dalam pengujian ini adalah sebagai berikut :

1. Keringkan benda uji dalam oven pada suhu $(110 \pm 5)^{\circ} \text{C}$, sampai berat tetap; yang dimaksud berat tetap adalah keadaan berat benda uji selama 3 kali proses penimbangan dan pemanasan dalam oven dengan selang waktu 2 jam berturut-turut, tidak akan mengalami perubahan kadar air lebih besar daripada 0,1%; dinginkan pada suhu ruang, kemudian rendam dalam air selama (24 ± 4) jam.
2. Buang air perendam dengan hati-hati, jangan ada butiran yang hilang, tebarkan agregat diatas talam, keringkan di udara panas dengan membalik-balikkan benda uji; lakukan pengeringan sampai tercapai keadaan kering permukaan jenuh.
3. Periksa keadaan kering permukaan jenuh dengan mengisikan benda uji ke dalam kerucut terpancung, padatkan dengan batang penumbuk sebanyak 25 kali, angkat kerucut terpancung; keadaan kering permukaan jenuh tercapai bila benda uji runtuh tetapi masih dalam keadaan tercetak.
4. Segera setelah tercapai keadaan kering permukaan jenuh masukkan 500 gram benda uji ke dalam piknometer; masukkan air suling sampai mencapai 90% isi

piknometer, putar sambil di guncang sampai tidak terlihat gelembung udara didalamnya.

5. Rendam piknometer dalam air dan ukur suhu air untuk penyesuaian perhitungan kepada suhu standar 25° C.
6. Tambahkan air sampai mencapai tanda batas.
7. Timbang piknometer berisi air dan banda uji sampai ketelitian 0,1 gram(Bt).
8. Tentukan berat piknometer berisi air penuh dan ukur suhu air guna penyesuaian dengan suhu standar 25° C (B).
9. Rumus berat jenis jenuh kering permukaan :
$$\frac{500}{(B + 500 - Bt)}$$

Keterangan : B = berat piknometer berisi air, dalam gram

Bt = berat piknometer berisi benda uji dan air, dalam gram

500 = berat benda uji dalam keadaan kering permukaan jenuh, dalam gram

A.2 Pemeriksaan Analisis Saringan Agregat Halus

Urutan proses dalam pengujian ini adalah sebagai berikut :

1. Benda uji dikeringkan dalam oven dengan suhu $(110 \pm 5)^\circ \text{C}$, sampai berat tetap.
2. Saring benda uji lewat susunan saringan dengan ukuran saringan paling besar ditempatkan paling atas. Saringan diguncang dengan tangan atau mesin pengguncang selama 15 menit.

A.3 Pemeriksaan Berat Volume Agregat Halus

Urutan pemeriksaannya adalah sebagai berikut :

1. Masukkan agregat halus kedalam silinder sebanyak 1/3 bagian dan ratakan dengan jari tangan.
2. Tumbuk dengan batang penumbuk sebanyak 25 kali yang terdistribusi merata ke seluruh permukaan.
3. Masukkan agregat halus kedalam silinder sebanyak 2/3 bagian dan ratakan serta tumbuk seperti diatas.
4. Masukkan agregat halus kedalam silinder sampai penuh dan ditumbk kembali.
5. Ratakan permukaan agregat halus dengan jari tangan, sehingga sebanding antara bagian yang menonjol dengan bagian yang kosong dari atas silinder.
6. Timbang silinder ukur berikut isinya (W2).
7. Keluarkan agregat halus dari silinder.
8. Timbang silinder (W1)
9. Rumus berat volume : $\frac{W2 - W1}{V}$

Keterangan : W1 = Berat tabung, dalam gram

W2 = Berat tabung + agregat halus, dalam gram

V = Volume tabung, dalam cm³

A.4 Pemeriksaan Butiran yang lewat ayakan no.200

Urutan pelaksanaannya :

1. Keringkan agregat halus sampai berat tetap pada suhu $(110 \pm 5)^{\circ}$ C, dan timbang dengan ketelitian 0,1 gram (W1).

2. Letakkan agregat halus dalam ayakan dan alirkan air di atasnya.
3. Gerakkan agregat halus dengan air deras secukupnya sehingga bagian yang halus menembus ayakan 75 um (no.200) dan bagian yang kasar tertinggal di atas ayakan.
4. Ulang pekerjaan tersebut di atas hingga air pencuci menjadi jernih.
5. Keringkan agregat yang telah dicuci sampai berat tetap pada suhu $(110 \pm 5)^{\circ}$ C, dan timbang dengan ketelitian 0,1 gram (W2).
6. Rumus : $\frac{W1 - W2}{W1} \times 100 \%$

Keterangan : W1 = berat agregat awal, dalam gram

W2 = berat setelah dicuci, dalam gram

B Pemeriksaan Bahan Material Agregat Kasar

B.1 Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Kasar

Urutan pelaksanaan pengujian adalah sebagai berikut :

1. Cuci agregat kasar untuk menghilangkan debu atau bahan-bahan lain yang melekat pada permukaan.
2. Keringkan agregat kasar dalam oven pada suhu $(110 \pm 5)^{\circ}$ C sampai berat tetap; sebagai catatan, bila penyerapan dan harga berat jenis digunakan dalam pekerjaan beton dimana agregatnya digunakan pada keadaan kadar air aslinya, maka tidak perlu dilakukan pengeringan dengan oven.
3. Rendam agregat kasar dalam air pada suhu kamar selama (24 ± 4) jam.

4. Keluarkan agregat kasar dari air, lap dengan kain penyerap sampai selaput air pada permukaan hilang, untuk butiran yang besar pengeringan harus satu persatu.
5. Timbang agregat kasar kering permukaan jenuh (B_j).
6. Letakkan benda uji didalam keranjang, guncangkan batunya untuk mengeluarkan udara yang tersekap dan tentukan beratnya didalam air (B_a), dan suhu air untuk penyesuaian perhitungan kepada suhu standar (25°C).
7. Rumus :
$$\frac{B_j}{(B_j - B_a)}$$

Keterangan : B_j = berat kondisi jenuh kering muka, dalam gram

B_a = berat dalam air, dalam gram

B.2 Pemeriksaan Analisis Saringan Agregat Kasar

Urutan proses dalam pengujian ini adalah sebagai berikut :

1. Benda uji dikeringkan dalam oven dengan suhu $(110 \pm 5)^\circ \text{C}$, sampai berat tetap.
2. Saring benda uji lewat susunan saringan dengan ukuran saringan paling besar ditempatkan paling atas. Saringan diguncang dengan tangan atau mesin pengguncang selama 15 menit.

B.3 Pemeriksaan Berat Volume Agregat Kasar

Urutan pemeriksaannya adalah sebagai berikut :

1. Masukkan agregat halus kedalam silinder sebanyak $1/3$ bagian dan ratakan dengan jari tangan.

2. Tumbuk dengan batang penumbuk sebanyak 25 kali yang terdistribusi merata ke seluruh permukaan.
3. Masukkan agregat halus kedalam silinder sebanyak 2/3 bagian dan ratakan serta tumbuk seperti diatas.
4. Masukkan agregat halus kedalam silinder sampai penuh dan ditumbk kembali.
5. Ratakan permukaan agregat halus dengan jari tangan, sehingga sebanding antara bagian yang menonjol dengan bagian yang kosong dari atas silinder.
6. Timbang silinder ukur berikut isinya (W2).
7. Keluarkan agregat halus dari silinder.
8. Timbang silinder (W1)
9. Rumus berat volume : $\frac{W2 - W1}{V}$

Keterangan : W1 = Berat tabung, dalam gram

W2 = Berat tabung + agregat halus, dalam gram

V = Volume tabung, dalam cm³

GRADASI PASIR

Lubang ayakan (mm)	Persen butir agregat yang lewat ayakan			
	Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV
10	100	100	100	100
4,80	90-100	90-100	90-100	95-100
2,40	60-95	75-100	85-100	95-100
1,20	30-70	55-90	75-100	90-100
0,60	15-34	35-59	60-79	80-100
0,30	5-20	8-30	12-40	15-50
0,15	0-10	0-10	0-10	0-15

Keterangan : Daerah I : Pasir kasar
Daerah II : Pasir agak kasar
Daerah III : Pasir agak halus
Daerah IV : Pasir halus

Jogjakarta, Februari 2005

Disahkan

Dikerjakan oleh

Handwritten signature
LABORATORIUM
BRIDGE KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK

GRADASI KERIKIL

Lubang ayakan (mm)	Persen berat butir agregat yang lewat ayakan	
	Besar butir maksimum	
	40 mm	20 mm
40,00	90-100	100
20,00	30-70	95-100
10,00	10-35	25-55
4,80	0-5	0-10

Disahkan



Jogjakarta, Februari 2005

Dikerjakan oleh

PERENCANAAN CAMPURAN BETON

METODE DOE

Dalam penelitian kali ini kami menggunakan metode "*The British Mix Design Method*" atau lebih dikenal di Indonesia dengan cara DOE (*Department of Environment*) **Triono Budi Astanto, 2001**. Adapun langkah-langkahnya sebagai berikut :

- a. Menetapkan kuat tekan beton yang disyaratkan pada 28 hari (f_c')

Kuat tekan beton ditetapkan sesuai dengan persyaratan perencanaan strukturnyadan kondisi setempat dilapangan. Kuat beton yang disyaratkan adalah adalah kuat tekan beton dengan kemungkinan lebih rendah hanya 5% saja dari nilai tersebut.

- b. Menetapkan nilai deviasi standar (sd)

Standar deviasi ditetapkan berdasarkan tingkat mutu pengendalian pelaksanaan pencampuran betonnya, makin baik mutu pelaksanaan makin kecil nilai deviasi standar.

1. Jika pelaksana tidak mempunyai data pengalaman atau mempunyai pengalaman kurang dari 15 buah benda uji, maka nilai deviasi standar diambil dari tingkat pengendalian mutu pekerjaan seperti tabel W.1 di bawah ini :

Tabel W.1 Tingkat pengendalian pekerjaan

Tingkat pengendalian mutu pekerjaan	SD (Mpa)
Memuaskan	2,8
Sangat baik	3,5
Baik	4,2
Cukup	5,6
Jelek	7,0
Tanpa kendali	8,4

2. Jika pelaksana mempunyai data pengalaman pembuatan beton serupa minimal 30 buah silinder yang diuji kuat tekan rata-ratanya pada umur 28 hari, maka jumlah data dikoreksi terhadap nilai deviasi standar dengan suatu faktor pengali (tabel W.2) :

Tabel W.2 Faktor Pengali deviasi standar

Jumlah data	30,0	25,00	20,00	15,00	<15
Faktor pengali	1,0	1,03	1,08	1,16	Tidak boleh

c. Menghitung nilai tambah margin (M)

$$M = K \cdot Sd$$

Keterangan :

M = nilai tambah

K = 1,64

Sd = standar deviasi

Rumus diatas berlaku jika pelaksana mempunyai data pengalaman pembuatan beton yang diuji kuat tekannya pada umur 28 hari. Jika tidak mempunyai data

pengalaman Pembuatan beton atau mempunyai pengalaman kurang dari 15 benda uji, nilai M langsung diambil 12 Mpa.

d. Menetapkan kuat tekan rata-rata yang direncanakan.

Rumusnya :

$$f'_{cr} = f'_c + M$$

Keterangan :

f'_{cr} = kuat tekan rata-rata

f'_c = kuat tekan yang disyaratkan

M = nilai tambah

e. Menetapkan jenis semen

f. Menetapkan jenis agregat (pasir dan kerikil)

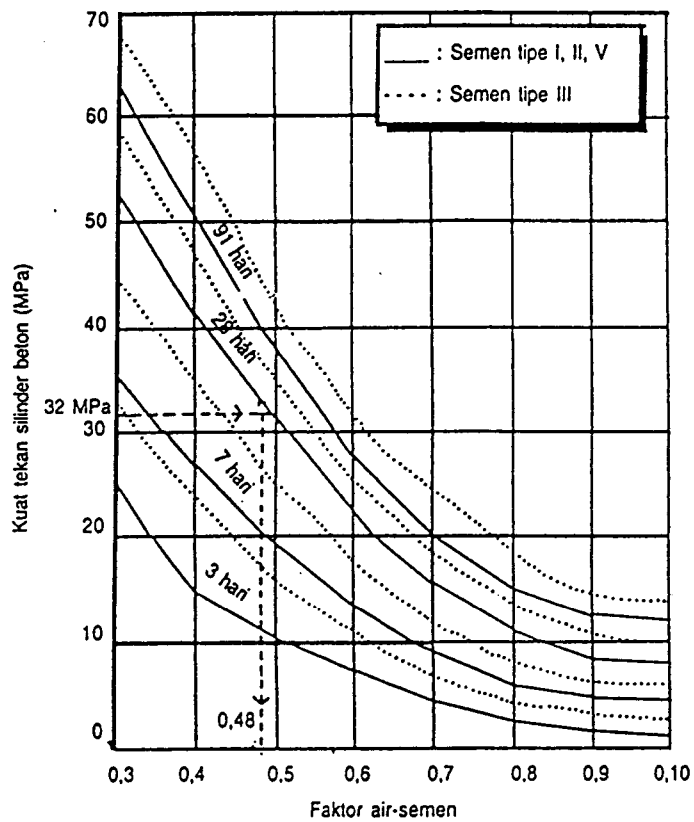
Menurut peraturan SK-SNI-T-15-1990-03 kekasaran pasir dapat dibagi menjadi empat kelompok menurut gradasinya yaitu pasir halus, agak halus, agak kasar, dan kasar. Adapun jenis agregat kasar (kerikil) dibedakan menjadi dua, yaitu kerikil alami dan kerikil batu pecah

Agregat yang baik butirannya tajam kuat, bersudut dan tidak mengandung tanah atau kotoran lainnya yang lewat ayakan 0,075mm yaitu $\leq 5\%$ bagi pembuatan beton sampai 10Mpa, dan untuk diatas 10 Mpa atau mutu yang lebih tinggi yaitu tidak mengandung zat organik, kotoran yang lewat ayakan $\leq 2,5\%$, terjadi variasi butiran atau gradasi yang tidak bersifat kekal, tidak hancur, dan tingkat reaktif yang negatif terhadap alkali. Agregat yang pipih dan panjang harus kurang dari 20% berat.

g. Menetapkan faktor air semen (fas)

Cara menetapkan faktor air semen diperoleh dari nilai terendah ketiga cara.

Cara Pertama:



Gambar W.1 Hubungan faktor air semer beton dan kuat tekan rata-rata silinder beton (sebagai perkiraan nilai FAS)

Misal, kuat tekan silinder ($f'_{cr} = 32 \text{ MPa}$) dan pada saat umur beton 28 hari. Jenis semen tipe I atau garis utuh. Caranya tarik garis lurus dan memotong 28 hari didapatkan faktor air semen (Gambar W.1)

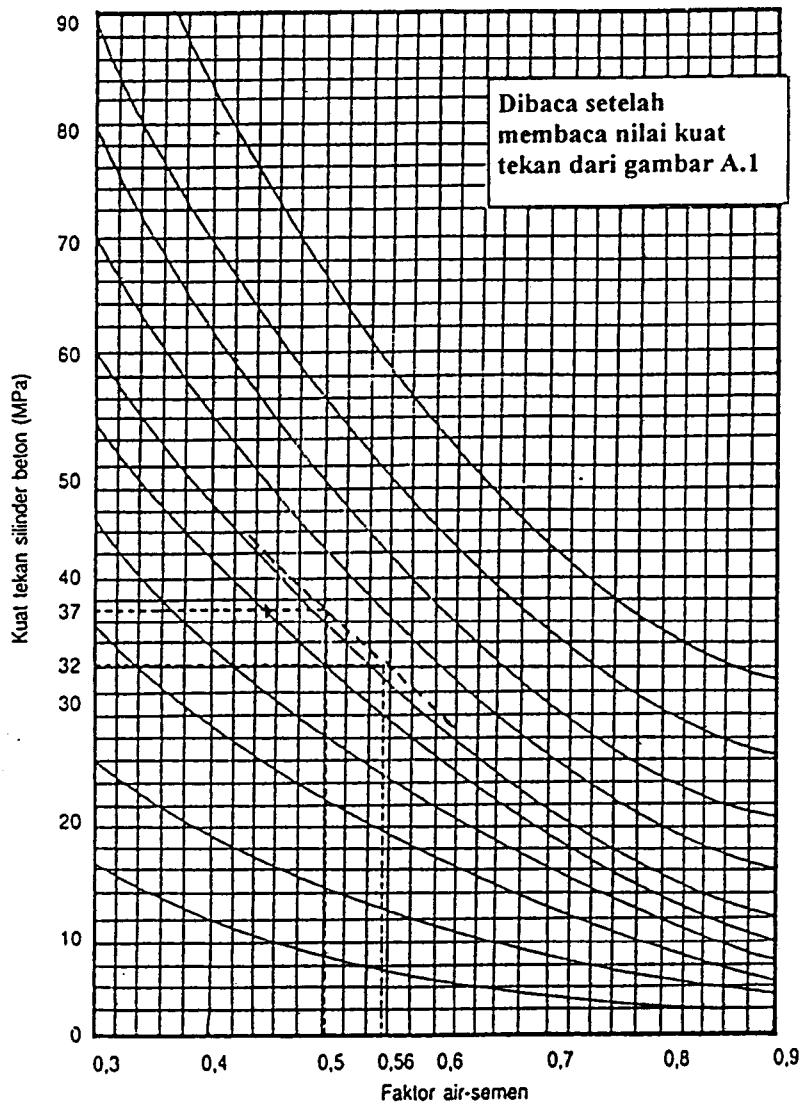
Cara Kedua

Diketahui jenis semen I, Jenis agregat kasar batu pecah. Kuat tekan rata-ratanya pada umur 28 hari, maka gunakan tabel W.3 Nilai kuat tekan beton.

Tabel W.3 Nilai kuat tekan beton

Jenis semen	Jenis agregat kasar(kerikil)	Umur Beton			
		3	7	28	91
I, II, III	Alami	17	23	33	40
	Batu pecah	19	27	37	45
IV	Alami	21	28	38	44
	Batu pecah	25	33	44	48

Dari tabel di atas diperoleh nilai kuat tekan = 37 Mpa, yaitu jenis semen I, kerikil batu pecah dan umur beton 28 hari. Kemudian, dengan faktor air semen 0,5 dan $f'_{cr} = 37$ Mpa, digunakan grafik penentuan faktor air semen dibawah ini. Caranya, tarik garis ke kanan mendatar 37, tarik garis ke atas 0,5 dan berpotongan pada titik A. Buat garis putus-putus dimulai dari titik A ke atas dan ke bawah melengkung seperti garis yang di atas dan di bawahnya.



Gambar W.2 Grafik mencari faktor air semen

Cara Ketiga :

Dengan melihat persyaratan untuk berbagai pembeconan dan lengkungan khusus, beton yang berhubungan dengan air tanah mengandung sulfat dan untuk beton bertulang terendam air. Dengan cara ini diperoleh :

1. Untuk pembeconan di dalam ruang bangunan dan keadaan keliling non korosif = 0,60.

2. Untuk beton yang berhubungan dengan air tanah, dengan jenis semen tipe I tanpa pozzolan untuk tanah mengandung SO_3 antara 0,3 – 1,2 maka FAS yang diperoleh = 0,50.

3. Untuk beton bertulang dalam air tawar dan tipe semen I yaitu faktor air semennya = 0,50.

Dari ketiga cara di atas ambil nilai yang terendah.

h. Menetapkan faktor air semen maksimum

Cara ini didapat dari ketiga cara di atas ambil nilai faktor air semen yang terbesar.

i. Menetapkan nilai slump

Nilai slump didapat sesuai dari pemakaian beton, hal ini dapat diketahui dari tabel W.4

Tabel W.4 Penetapan Nilai Slump (cm)

Pemakaian Beton	maks	Min
Dinding, pelat pondasi dan pondasi telapak bertulang	12.5	5.0
Pondasi telapak tidak bertulang koison, struktur dibawah tanah	9.0	2.5
Pelat, balok, kolom dan dinding	15.0	7.5
Pengerasan jalan	7.5	5.0
Pembetonan masal	7.5	2.5

j. Menetapkan ukuran besar butir agregat maksimum (kerikil).

k. Menetapkan jumlah kebutuhan air

Untuk menetapkan kebutuhan air per meter kubik beton digunakan tabel di bawah ini dan dilanjutkan dengan perhitungan :

Tabel W.5 kebutuhan air per meter kubik beton

Besar ukuran maks kerikil (mm)	Jenis batuan	Slump (mm)			
		0-10	10-30	30-60	60-180
10	Alami	150	180	205	225
	Batu pecah	180	205	230	250
20	Alami	135	160	180	195
	Batu pecah	170	190	210	225
40	Alami	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205

Dalam tabel di atas, bila agregat halus dan agregat kasar yang dipakai memiliki jenis yang berbeda (Alami dan pecahan), maka jumlah air yang diperkirakan diperbaiki dengan rumus :

$$A = 0,67 A_h + 0,33 A_k$$

Dengan : A = jumlah air yang dibutuhkan, liter/m³

A_h = jumlah air yang dibutuhkan menurut jenis agregat halus

A_k = jumlah air yang dibutuhkan menurut jenis agregat kasarnya

l. Menetapkan kebutuhan semen

Berat semen per meter kubik dihitung dengan =

$$\frac{\text{Jumlah air yang dibutuhkan (langkah } k \text{)}}{\text{Faktor air semen maksimum (langkah } h \text{)}}$$

m. Menetapkan kebutuhan semen minimum

Kebutuhan semen minimum ditetapkan berdasar tabel di bawah ini :

Tabel W.6 Kebutuhan semen minimum

Berhubungan dengan	Tipe semen	Kandungan semen min.	
		Ukuran maks agregat(mm)	
		40	20
Air tawar	Semua tipe	280	300
Air payau	Tipe + pozolan (15-40%)	340	380
	atau S.P pozolan tipe II dan V	290	330
Air laut	Tipe II dan V	330	370

n. Menetapkan kebutuhan semen yang sesuai

Untuk menetapkan kebutuhan semen, lihat langkah *l*, (kebutuhan semen dan kebutuhan semen minimumnya), maka yang dipakai harga terbesar diantara keduanya.

o. Penyesuaian jumlah air atau faktor air semen

Jika jumlah semen pada langkah *m* dan *n* berubah, maka faktor air semen berubah yang ditetapkan dengan :

1. Jika akan menurunkan faktor air semen, maka faktor air semen dihitung lagi dengan cara jumlah air dibagi jumlah semen minimum.
2. Jika akan menaikkan jumlah air lakukan dengan cara jumlah semen minimum dikalikan faktor air semen.

p. Menentukan golongan pasir

Golongan pasir ditentukan dengan cara menghitung hasil ayakan hingga dapat ditemukan golongannya (SK-SNI-T-15-1990-03).

- q. Menentukan perbandingan pasir dan kerikil.
- r. Menentukan berat jenis campuran pasir dan kerikil
 - 1. Jika tidak ada data, maka agregat alami (pasir) diambil 2,7 dan untuk kerikil (pecahan) diambil 2,7.
 - 2. Jika mempunyai data, dihitung dengan rumus :

$$B_j \text{ campuran} = (P/100) \times B_j \text{ pasir} + (K/100) \times B_j \text{ kerikil}$$

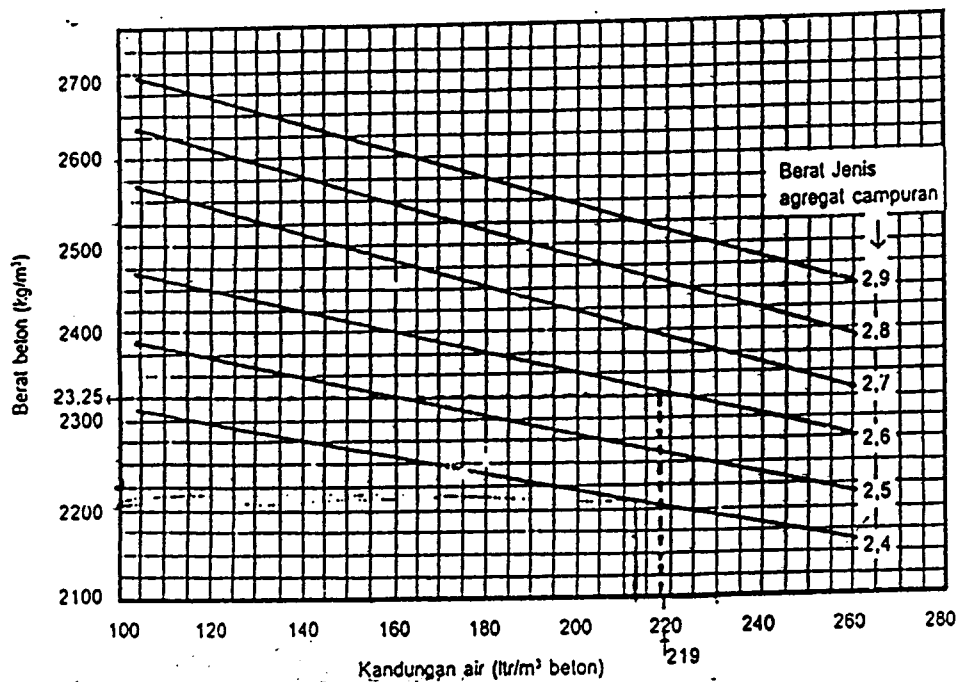
diketahui : B_j campuran = berat jenis campuran

P = persentase pasir terhadap agregat campuran

K = persentase kerikil terhadap agregat campuran

- s. Menentukan berat beton

Untuk menentukan berat beton digunakan data berat jenis campuran dan kebutuhan air tiap meter kubik, setelah ada data, kemudian dimasukkan kedalam grafik beton di bawah ini:



Gambar W.3 Grafik hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat beton.

Misalnya, jika berat jenis campuran 2,6.

kebutuhan air tiap meter kubik = 219

Caranya, tentukan angka 219 dan tarik garis keatas memotong garis berat jenis 2,6 dan tarik garis ke kiri, dan temukan berat jenis betonnya 2325 kg/m³.

t. Menentukan kebutuhan pasir dan kerikil

$$\begin{aligned} \text{Berat pasir} + \text{berat kerikil} &= \text{berat beton} - \text{kebutuhan air} - \text{kebutuhan semen} \\ &= \text{langkah } r - \text{langkah } k - \text{langkah } l \end{aligned}$$

u. Menentukan kebutuhan pasir

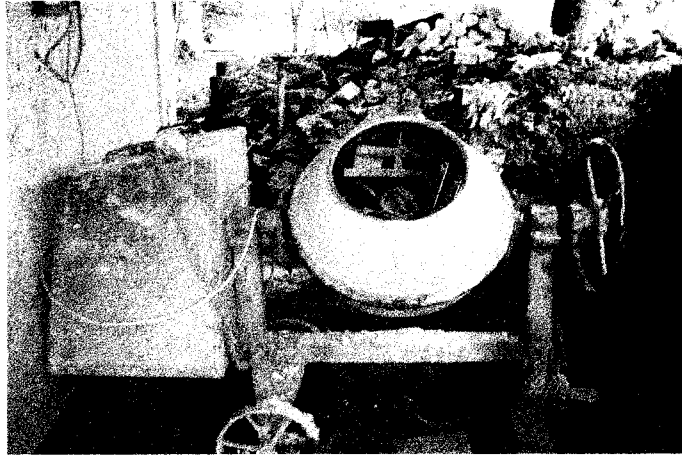
$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan pasir} &= \text{kebutuhan pasir dan kerikil} \times \text{persentase berat pasir} \\ &= \text{langkah } l \times \text{langkah } q \end{aligned}$$

v. Menentukan kebutuhan kerikil

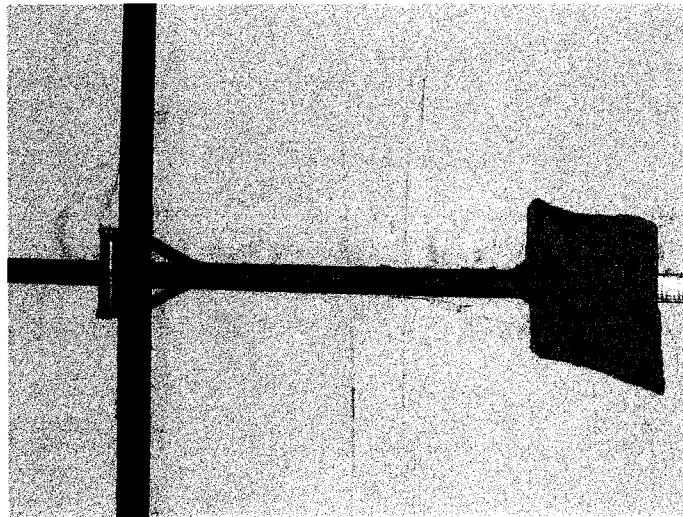
Kebutuhan kerikil = kebutuhan pasir dan kerikil – kebutuhan pasir.

= langkah t – langkah u

GAMBAR ALAT



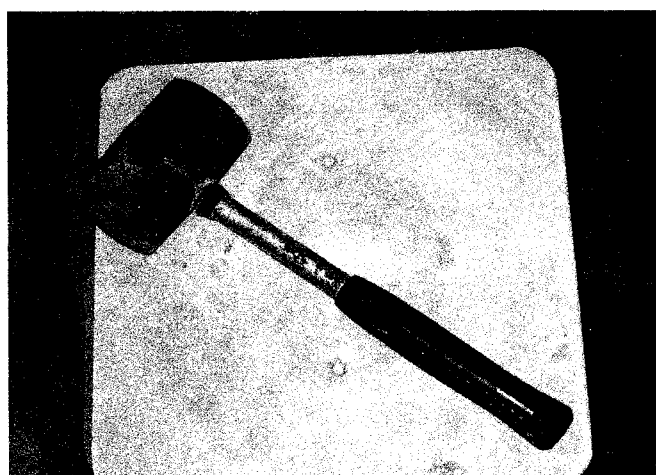
Gambar 1. *Mollen*



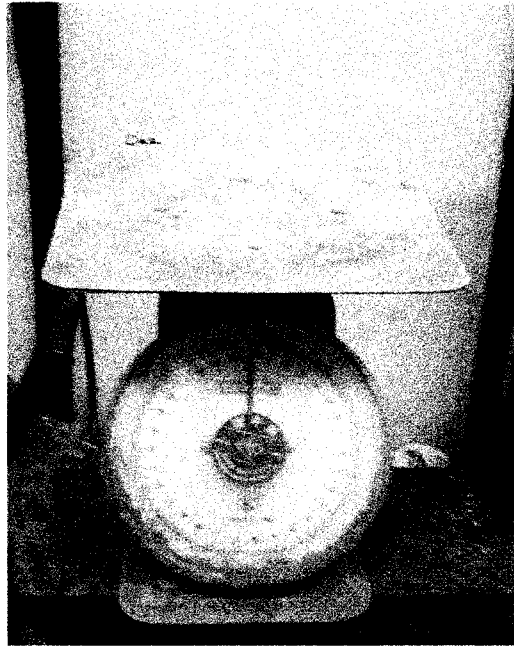
Gambar 2. *Sekop*



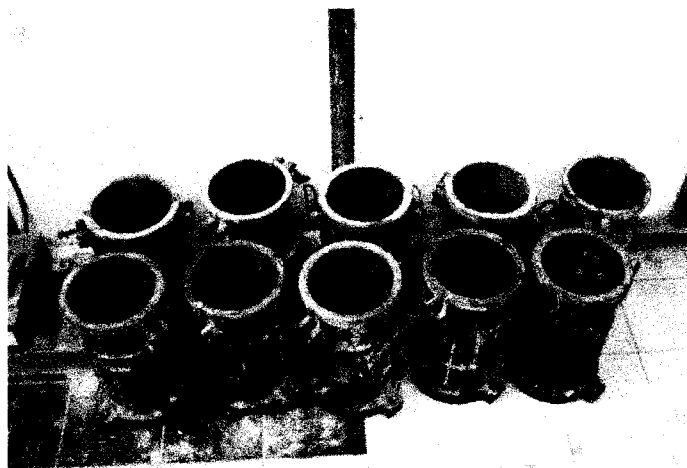
Gambar 3. Krucut *Abrams*



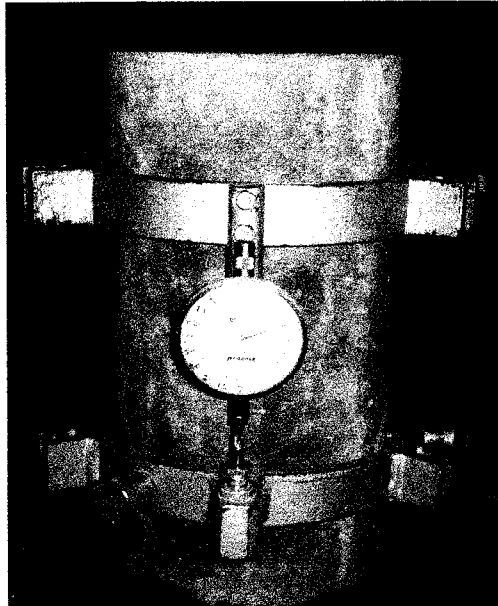
Gambar 4. Palu Karet



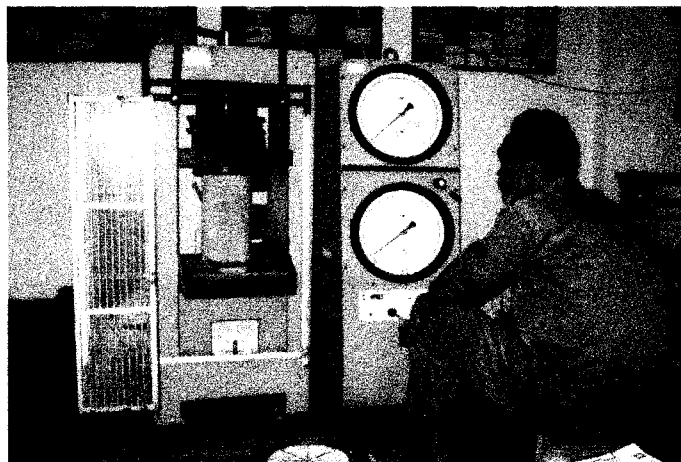
Gambar 5. Timbangan



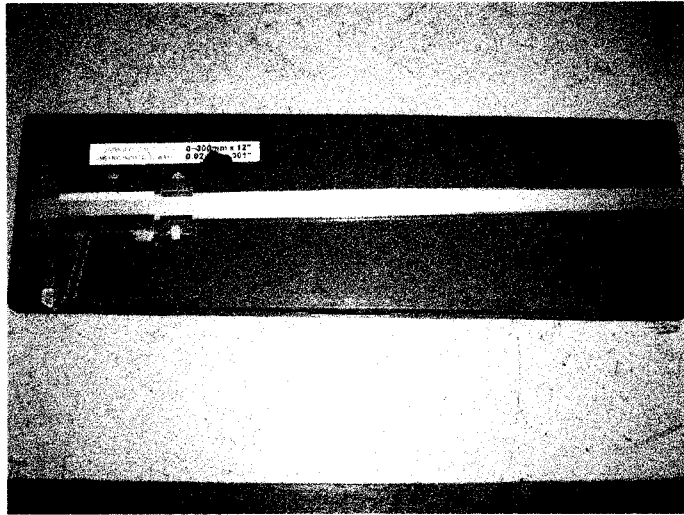
Gambar 6. Cetakan silinder



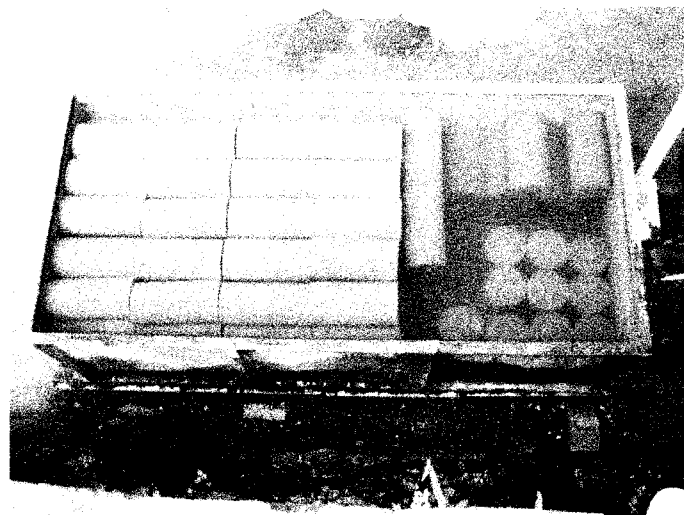
Gambar 7. Satu set alat pembacaan dial *Tegangan - Regangan*



Gambar 8. Mesin desak



Gambar 9. Kaliper



Gambar 10. Bak perendaman sampel

tgl pembuatan	NO slump (cm)	tgl rendam	tgl keluar	tgl uji	DIAMETER (cm)				TINGGI (cm)				VOLUME (cm)	LUASAN (cm)		
					1	2	3	4	1	2	3	4			R	
26-02-05	1	10	27-02-05	27-03-05	15.1	15.1	15.1	15.1	15.1	30.1	30.1	30.1	30.1	30.1	5390.267	179.079
26-02-05	2	10	27-02-05	27-03-05	15	15	15	15	15	30	30	30	30	30	5301.438	176.715
26-02-05	3	10	27-02-05	27-03-05	15	14.9	14.8	14.8	14.8	30.1	30.1	30.1	30.1	30.1	5230.827	173.782
26-02-05	4	10	27-02-05	27-03-05	15	15	15	15	15	30	30	30	30	29.75	5257.259	176.715
26-02-05	5	10	27-02-05	27-03-05	14.82	15	15.4	15	15.054	30	30	30.1	30.1	30.05	5348.398	177.983
27-02-05	6	10	27-02-05	27-03-05	15	14.9	15	15	14.975	30.1	30.1	30.1	30.1	30.1	5301.393	176.126
27-02-05	7	8.25	28-02-05	28-03-05	15.1	15.1	15.1	15.1	15.1	30.2	30.3	30.3	30.3	30.275	5421.606	179.079
27-02-05	8	8.25	28-02-05	28-03-05	14.9	15	15.1	15.1	15.025	30.3	30.3	30.4	30.3	30.325	5376.748	177.304
27-02-05	9	8.25	28-02-05	28-03-05	14.8	14.9	14.9	15	14.9	30	30	30	30	30	5230.987	174.366
27-02-05	10	8.25	28-02-05	28-03-05	15	15	15	15.1	15.025	30	30	30	29.9	29.975	5314.691	177.304
27-02-05	11	8.25	28-02-05	28-03-05	15	15	15	15	15	29.9	29.9	29.9	30	29.925	5288.184	176.715
27-02-05	12	8.25	28-02-05	28-03-05	15	15.1	15.1	15.1	15.075	30	30	30	30	30	5354.585	178.486
27-02-05	13	8.25	28-02-05	28-03-05	15.1	15.1	15.1	15.1	15.1	30.1	30.1	30.1	30.2	30.125	5394.744	179.079
27-02-05	14	8.25	28-02-05	28-03-05	15	14.9	14.9	14.9	14.925	30.2	30.2	30.1	30.1	30.15	5274.799	174.952
26-02-05	15	10	27-02-05	27-03-05	15	14.7	15.2	15.2	15.025	30	30.1	30.1	30	30.05	5327.989	177.304
RATA-RATA									15.012					30.062	5320.928	176.999

BETON - KERANG 2%

tgl pembuatan	NO slump (cm)	tgl rendam	tgl keluar	tgl uji	DIAMETER (cm)				TINGGI (cm)				VOLUME (cm)	LUASAN (cm)		
					1	2	3	4	1	2	3	4			R	
02-03-05	1	10	03-03-05	31-03-05	14.98	14.97	14.99	15.03	14.993	30.09	30.03	30.06	30.14	30.080	5310.172	176.538
02-03-05	2	10	03-03-05	31-03-05	14.96	14.89	15	15.1	14.988	30.27	30.3	30.15	30.15	30.218	5330.977	176.420
02-03-05	3	10	03-03-05	31-03-05	14.84	14.77	14.73	14.97	14.827	30.08	30.02	29.95	29.86	29.979	5175.795	172.650
02-03-05	4	10	03-03-05	31-03-05	15.01	15	15	14.99	15.000	30.19	30.11	30.09	30.09	30.120	5322.643	176.715
02-03-05	5	10	03-03-05	31-03-05	15.28	15.01	14.8	15.04	15.033	30.27	30.27	30.03	30.05	30.154	5351.723	177.481
02-03-05	6	10	03-03-05	31-03-05	15.1	14.95	14.88	14.9	14.958	30.33	30.23	30.27	30.25	30.269	5318.706	175.715
02-03-05	7	10	03-03-05	31-03-05	15	15.11	15	14.88	14.998	30.06	30.04	30.03	30.11	30.060	5310.624	176.667
02-03-05	8	10	03-03-05	31-03-05	15.07	15.03	15.06	15.16	15.080	30.28	30.33	30.16	30.18	30.237	5400.466	178.605
02-03-05	9	8	03-03-05	31-03-05	15.02	14.95	14.91	14.9	14.945	30.2	30.2	30.28	30.36	30.260	5308.241	175.421
02-03-05	10	8	03-03-05	31-03-05	15.26	15.1	15.1	15.03	15.123	30.26	30.33	30.46	30.46	30.378	5456.185	179.613
02-03-05	11	8	03-03-05	31-03-05	14.95	15.02	14.97	14.95	14.973	29.93	29.97	30.1	30.03	30.008	5283.337	176.067
02-03-05	12	8	03-03-05	31-03-05	15.16	15.14	15.12	15.27	15.173	30.28	30.2	30.14	30.25	30.218	5463.396	180.802
02-03-05	13	8	03-03-05	31-03-05	14.94	15.08	15.19	15.12	15.082	30.42	30.33	30.2	30.19	30.285	5410.115	178.640
02-03-05	14	8	03-03-05	31-03-05	15.12	14.91	14.84	15	14.968	30.2	30.3	30.29	30.23	30.255	5323.357	175.950
02-03-05	15	8	03-03-05	31-03-05	14.76	15.14	15.24	15.12	15.065	30.19	30.33	30.3	30.28	30.275	5396.502	178.249
RATA-RATA									15.013					30.186	5344.149	177.036

tgl pembuatan	NO slump (cm)	tgl rendam	tgl keluar	tgl uji	DIAMETER (cm)				TINGGI (cm)				VOLUME (cm)	LUASAN (cm)		
					1	2	3	4	1	2	3	4				
08-03-05	1	09-03-05	05-04-05	06-04-05	15.1	15.1	15.1	15	15.075	30.5	30.6	30.8	30.5	30.6	5461.676	178.486
08-03-05	2	09-03-05	05-04-05	06-04-05	15.2	15	15	15	15.05	30.1	30.2	30.1	30.2	30.15	5363.524	177.895
08-03-05	3	09-03-05	05-04-05	06-04-05	15	15	15.2	14.9	15.025	30.3	30.4	30.4	30.3	30.35	5381.180	177.304
08-03-05	4	09-03-05	05-04-05	06-04-05	15	15.1	15.1	15.1	15.075	30.2	30.3	30.2	30.2	30.225	5394.744	178.486
08-03-05	5	09-03-05	05-04-05	06-04-05	15.1	15.2	15	14.9	15.05	30.4	30.2	30.2	30.3	30.275	5385.760	177.895
08-03-05	6	09-03-05	05-04-05	06-04-05	15.2	15	15	15.1	15.075	30.4	30.5	30.3	30.4	30.4	5425.979	178.486
08-03-05	7	09-03-05	05-04-05	06-04-05	15.1	15.1	15.1	15.1	15.1	30.4	30.4	30.3	30.3	30.35	5435.037	179.079
08-03-05	8	09-03-05	05-04-05	06-04-05	15.1	15.1	15	15	15.05	30.6	30.6	30.5	30.6	30.575	5439.129	177.895
08-03-05	9	09-03-05	05-04-05	06-04-05	15.1	15.1	15.1	15.2	15.125	30.4	30.3	30.2	30.5	30.35	5453.048	179.672
08-03-05	10	09-03-05	05-04-05	06-04-05	15.2	15.2	15	15.2	15.15	30.3	30.3	30.3	30.2	30.275	5457.570	180.267
08-03-05	11	09-03-05	05-04-05	06-04-05	15	15.1	15.1	15.1	15.075	30.4	30.2	30.3	30.1	30.25	5399.206	178.486
08-03-05	12	09-03-05	05-04-05	06-04-05	15.1	15	15	15.1	15.05	30.1	30.1	30.06	30.2	30.115	5357.297	177.895
08-03-05	13	09-03-05	05-04-05	06-04-05	15	15	15.2	15.1	15.075	30.7	30.6	30.7	30.8	30.7	5479.525	178.486
08-03-05	14	09-03-05	05-04-05	06-04-05	15	15	15.1	15	15.025	30.3	30.4	30.4	30.4	30.375	5385.613	177.304
08-03-05	15	09-03-05	05-04-05	06-04-05	15	15.1	15	15.1	15.05	30	30.1	30.1	30.2	30.1	5354.629	177.895
RATA-RATA									15.07					30.339	5411.594	178.369

BETON - KERANG 6%

tgl pembuatan	NO slump (cm)	tgl rendam	tgl keluar	tgl uji	DIAMETER (cm)				TINGGI (cm)				VOLUME (cm)	LUASAN (cm)		
					1	2	3	4	1	2	3	4				
14-03-05	1	15-03-05	11-04-05	12-04-05	15	15.1	15	15.1	15.05	30.3	30.1	30.1	30	30.125	5359.076	177.895
14-03-05	2	15-03-05	11-04-05	12-04-05	15.1	15	15.2	15.1	15.1	30	29.9	30	29.9	29.95	5363.405	179.079
14-03-05	3	15-03-05	11-04-05	12-04-05	14.9	14.9	14.9	14.8	14.875	30.1	30	30.2	30	30.075	5226.482	173.782
14-03-05	4	15-03-05	11-04-05	12-04-05	15	14.9	15	14.9	14.95	30.2	30	30	30.5	30.175	5296.873	175.538
14-03-05	5	15-03-05	11-04-05	12-04-05	15.4	15.1	14.9	15	15.1	30.4	30.3	30.3	30.3	30.325	5430.560	179.079
14-03-05	6	15-03-05	11-04-05	12-04-05	14.9	14.9	15.1	14.9	14.95	30.1	30.1	30	30.1	30.075	5279.319	175.538
14-03-05	7	15-03-05	11-04-05	12-04-05	15.1	15.1	15.1	15	15.075	30.2	30.3	30.3	30.1	30.225	5394.744	178.486
14-03-05	8	15-03-05	11-04-05	12-04-05	15	15.1	15	15.1	15.05	30.2	30.2	30.5	30.5	30.35	5399.103	177.895
14-03-05	9	15-03-05	11-04-05	12-04-05	15	15	15.1	15.2	15.075	30	30.1	30.3	30.2	30.15	5381.357	178.486
14-03-05	10	15-03-05	11-04-05	12-04-05	15.1	15.1	15.1	15.2	15.1	30	30.1	30.4	30.3	30.2	5408.175	179.079
14-03-05	11	15-03-05	11-04-05	12-04-05	14.9	14.9	15	15	14.95	29.9	29.8	29.9	30	29.9	5248.600	175.538
14-03-05	12	15-03-05	11-04-05	12-04-05	15.2	15.2	15.2	15.2	15.2	30	30.3	30.1	30.3	30.175	5475.507	181.458
14-03-05	13	15-03-05	11-04-05	12-04-05	15	15	15.2	15.1	15.075	30.2	30.3	30.4	30.7	30.4	5425.979	178.486
14-03-05	14	15-03-05	11-04-05	12-04-05	15.1	15	15	14.9	15	30.1	30.1	30	30.1	30.075	5314.691	176.715
14-03-05	15	15-03-05	11-04-05	12-04-05	15.2	15.2	15.1	14.9	15.1	30	29.9	30.1	30.2	30.05	5381.313	179.079
RATA-RATA									15.043					30.15	5359.012	177.742

tgl pembuatan	NO slump (cm)	tgl rendam	tgl keluar	tgl uji	DIAMETER (cm)				TINGGI (cm)				VOLUME (cm)	LUASAN (cm)		
					1	2	3	4	1	2	3	4				
17-03-05	1	18-03-05	14-04-05	15-04-05	15	15	15.1	15.1	15.05	30.1	30.2	30.2	30.2	30.175	5367.971	177.895
17-03-05	2	18-03-05	14-04-05	15-04-05	15.1	15.1	15	15.2	15.1	30.1	30.1	30	30	30.05	5381.313	179.079
17-03-05	3	18-03-05	14-04-05	15-04-05	14.8	14.9	14.9	14.7	14.825	30.2	30.2	30.2	30.2	30.2	5212.982	172.615
17-03-05	4	18-03-05	14-04-05	15-04-05	15	15	15	15.1	15.025	30.2	30.2	30.2	30.1	30.175	5350.152	177.304
17-03-05	5	18-03-05	14-04-05	15-04-05	14.9	15.1	15.3	15	15.075	30.3	30.2	30.3	30.2	30.25	5399.206	178.486
17-03-05	6	18-03-05	14-04-05	15-04-05	14.9	15	15	15	14.975	30.1	30.2	30.3	30.2	30.2	5319.006	176.126
17-03-05	7	18-03-05	14-04-05	15-04-05	15	14.9	15	15.1	15	30.3	30	30.3	30	30.15	5327.945	176.715
17-03-05	8	18-03-05	14-04-05	15-04-05	15	15	15	15	15	30.4	30.3	30.3	30.2	30.3	5354.452	176.715
17-03-05	9	18-03-05	14-04-05	15-04-05	15.1	15	14.9	14.9	14.975	29.9	29.9	30	30.1	29.975	5279.378	176.126
17-03-05	10	18-03-05	14-04-05	15-04-05	15.1	15.1	15.1	15.1	15.1	30.2	30.2	30.2	30.2	30.2	5408.175	179.079
17-03-05	11	18-03-05	14-04-05	15-04-05	14.9	15	15	15	14.975	29.9	29.9	29.8	29.9	29.875	5261.765	176.126
17-03-05	12	18-03-05	14-04-05	15-04-05	15.2	15.2	15.2	15.2	15.2	30.2	30.2	30.2	30.1	30.175	5475.507	181.458
17-03-05	13	18-03-05	14-04-05	15-04-05	15.2	15.1	15	15.2	15.125	30.4	30.4	30.4	30.4	30.4	5462.032	179.672
17-03-05	14	18-03-05	14-04-05	15-04-05	14.9	14.9	14.9	14.9	14.9	30.2	30.2	30	30.1	30.125	5252.783	174.366
17-03-05	15	18-03-05	14-04-05	15-04-05	14.8	15	15.2	15.2	15.05	30	30	30	30	30	5336.839	177.895
RATA-RATA									15.025					30.15	5345.967	177.310

BETON - KERANG 10%

tgl pembuatan	NO slump (cm)	tgl rendam	tgl keluar	tgl uji	DIAMETER (cm)				TINGGI (cm)				VOLUME (cm)	LUASAN (cm)		
					1	2	3	4	1	2	3	4				
19-03-05	1	20-03-05	16-04-05	17-04-05	15.1	15.1	15.1	15	15.075	30.2	30.2	30.1	30.1	30.15	5381.357	178.486
19-03-05	2	20-03-05	16-04-05	17-04-05	15.1	15	15.1	15	15.05	30	30	30.2	30.1	30.075	5350.182	177.895
19-03-05	3	20-03-05	16-04-05	17-04-05	14.8	14.8	14.9	15	14.875	30.2	30.2	30.4	30.3	30.275	5261.238	173.782
19-03-05	4	20-03-05	16-04-05	17-04-05	15	15	15.1	15	15.025	30.1	30.1	30.1	30	30.075	5332.422	177.304
19-03-05	5	20-03-05	16-04-05	17-04-05	15	14.9	15	15.2	15.025	30.5	30.3	30.3	30.4	30.375	5385.613	177.304
19-03-05	6	20-03-05	16-04-05	17-04-05	14.9	15	15.1	15	15	30.2	30.2	30.2	30.2	30.2	5336.781	176.715
19-03-05	7	20-03-05	16-04-05	17-04-05	15	15.1	15	15	15.025	30.1	30.1	30.3	30.4	30.225	5359.017	177.304
19-03-05	8	20-03-05	16-04-05	17-04-05	15	15	15	15.1	15.025	30.2	30.4	30.4	30.2	30.3	5372.315	177.304
19-03-05	9	20-03-05	16-04-05	17-04-05	15	14.9	15	14.9	14.95	30.1	30	30	30	30.025	5270.542	175.538
19-03-05	10	20-03-05	16-04-05	17-04-05	15.2	15	15.1	15.1	15.1	30	30.1	30.2	30	30.075	5385.790	179.079
19-03-05	11	20-03-05	16-04-05	17-04-05	15	15	15	15	14.975	30	29.9	29.9	30	29.95	5274.975	176.126
19-03-05	12	20-03-05	16-04-05	17-04-05	15.2	15.2	15.2	15.2	15.2	30	29.9	30	30	29.975	5439.215	181.458
19-03-05	13	20-03-05	16-04-05	17-04-05	15.1	15.1	15.2	15.2	15.15	30.3	30.3	30.3	30.5	30.35	5471.090	180.267
19-03-05	14	20-03-05	16-04-05	17-04-05	14.8	14.9	15.1	15	14.95	30.1	30	30	30.2	30.075	5279.319	175.538
19-03-05	15	20-03-05	16-04-05	17-04-05	15.3	15.2	14.8	15	15.075	30.2	30.2	30.1	30.2	30.175	5385.820	178.486
RATA-RATA									15.033					30.153	5352.378	177.506



FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Jln. Kaliurang Km 14,5 Tlp. (0274) 895707, 895042 fax : (0274) 895330
 Jogjakarta 55584

DATA SEMENTARA PENGUJIAN DESAK SILINDER BETON

No. / Ka.Ops. / LBKT / / 2005

PENGUJI : RAFAEL BAHTIAR
 : WENDRA HIDAYAT
 KEPERLUAN : TUGAS AKHIR

TANGGAL UJI : 26, 28 Maret 2005
 UMUR : 28 hari
 JUMLAH : 15 buah

BETON NORMAL

NO	slump (cm)	DIAMETER (cm)				R	TINGGI (cm)				BERAT kg	BEBAN MAKS KN	BEBAN MAKS Mpa	
		1	2	3	4		1	2	3	4				R
1	10	15.1	15.1	15.1	15.1	15.10	30.1	30.1	30.1	30.1	30.10	12.7	735	41.043
2	10	15	15	15	15	15.00	30	30	30	30	30.00	12.5	740	41.875
3	10	15	14.9	14.8	14.8	14.88	30.1	30.1	30.1	30.1	30.10	12.4	715	41.144
4	10	15	15	15	15	15.00	30	30	29	30	29.75	12.5	730	41.310
5	10	14.815	15	15.4	15	15.05	30	30	30.1	30.1	30.05	12.5	730	41.015
6	10	15	14.9	15	15	14.98	30.1	30.1	30.1	30.1	30.10	12.5	710	40.312
7	8.25	15.1	15.1	15.1	15.1	15.10	30.2	30.3	30.3	30.3	30.28	12.7	615	34.342
8	8.25	14.9	15	15.1	15.1	15.03	30.3	30.3	30.4	30.3	30.33	12.84	625	35.250
9	8.25	14.8	14.9	14.9	15	14.90	30	30	30	30	30.00	12.568	730	41.866
10	8.25	15	15	15	15.1	15.03	30	30	30	30	29.98	12.7	650	36.660
11	8.25	15	15	15	15	15.00	29.9	29.9	29.9	30	29.93	12.84	670	37.914
12	8.25	15	15.1	15.1	15.1	15.08	30	30	30	30	30.00	12.795	650	36.417
13	8.25	15.1	15.1	15.1	15.1	15.10	30.1	30.1	30.1	30.2	30.13	12.875	660	36.855
14	8.25	15	14.9	14.9	14.9	14.93	30.2	30.1	30.1	30.1	30.15	12.61	670	38.296
15	10	15	14.7	15.2	15.2	15.03	30	30.1	30.1	30	30.05	12.5	725	40.890
		RATA - RATA =				15.01	RATA - RATA =				30.06	12.635	690.333	39.013

CATATAN :

LABORATORIUM
 POLYMER KONSTRUKSI TEKNIK
 FAKULTAS TEKNIK UII

Jogjakarta, Maret 2005
 Disahkan Oleh
[Signature]



FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Jln. Kaliurang Km 14,5 Tlp. (0274) 895707, 895042 fax : (0274) 895330
 Jogjakarta 55584

DATA SEMENTARA PENGUJIAN DESAK SILINDER BETON

No. / Ka.Ops. / LBKT / / 2005

PENGUJI : **RAFAEL BAHTIAR**
 : **WENDRA HIDAYAT**
 KEPERLUAN : **TUGAS AKHIR**

TANGGAL UJI : 31 Maret 2005
 UMUR : 28 hari
 JUMLAH : 15 buah

BETON - KERANG 2%

NO	slump (cm)	DIAMETER (cm)				R	TINGGI (cm)				BERAT kg	BEBAN MAKS KN	BEBAN MAKS Mpa				
		1	2	3	4		1	2	3	4				R			
1	10	14.98	14.97	14.99	15.03	14.99	30.09	30.03	30.06	30.138	30.08	12.6	600	33.987			
2	10	14.96	14.89	15	15.1	14.99	30.27	30.3	30.15	30.15	30.22	12.7	630	35.710			
3	10	14.84	14.766	14.73	14.97	14.83	30.08	30.02	29.95	29.864	29.98	12.4	590	34.173			
4	10	15.01	15	15	14.99	15.00	30.19	30.11	30.09	30.09	30.12	12.5	650	36.782			
5	10	15.28	15.01	14.8	15.04	15.03	30.27	30.268	30.03	30.047	30.15	12.6	685	38.596			
6	10	15.1	14.95	14.88	14.9	14.96	30.33	30.23	30.27	30.25	30.27	12.6	590	33.577			
7	10	15	15.11	15	14.882	15.00	30.06	30.04	30.03	30.11	30.06	12.6	650	36.792			
8	10	15.07	15.03	15.06	15.16	15.08	30.28	30.33	30.16	30.178	30.24	12.7	630	35.273			
9	8	15.02	14.95	14.91	14.9	14.95	30.2	30.2	30.28	30.36	30.26	12.5	700	39.904			
10	8	15.26	15.1	15.1	15.03	15.12	30.26	30.33	30.46	30.46	30.38	12.8	725	40.365			
11	8	14.95	15.02	14.97	14.95	14.97	29.93	29.97	30.1	30.03	30.01	12.5	690	39.190			
12	8	15.16	15.14	15.12	15.27	15.17	30.28	30.2	30.14	30.25	30.22	12.6	680	37.610			
13	8	14.936	15.08	15.19	15.12	15.08	30.42	30.33	30.2	30.19	30.29	12.8	730	40.864			
14	8	15.12	14.91	14.84	15	14.97	30.2	30.3	30.29	30.23	30.26	12.6	690	39.216			
15	8	14.76	15.14	15.24	15.12	15.07	30.19	30.33	30.3	30.28	30.28	12.7	700	39.271			
RATA - RATA =											15.01	RATA - RATA =		30.19	12.613	662.667	37.421

CATATAN :

LABORATORIUM
TEKNIK KONSTRUKSI TEKNIK
 FAKULTAS TEKNIK UII

Jogjakarta, Maret 2005
 Disahkan Oleh
[Signature]



FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Jln. Kaliurang Km 14,5 Tlp. (0274) 895707, 895042 fax : (0274) 895330
 Jogjakarta 55584

DATA SEMENTARA PENGUJIAN DESAK SILINDER BETON

No. / Ka.Ops. / LBKT / / 2005

PENGUJI : RAFAEL BAHTIAR
 : WENDRA HIDAYAT
 KEPERLUAN : TUGAS AKHIR

TANGGAL UJI : 6 April 2005
 UMUR : 28 hari
 JUMLAH : 15 buah

BETON - KERANG 4%

NO	slump (cm)	DIAMETER (cm)				TINGGI (cm)				BERAT kg	BEBAN MAKS KN	BEBAN MAKS Mpa		
		1	2	3	4	R	1	2	3				4	R
1	9	15.1	15.1	15.1	15	15.08	30.5	30.6	30.8	30.5	30.60	12.8	400	22.411
2	9	15.2	15	15	15	15.05	30.1	30.2	30.1	30.2	30.15	12.55	850	47.781
3	9	15	15	15.2	14.9	15.03	30.3	30.4	30.4	30.3	30.35	12.5	440	24.816
4	9	15	15.1	15.1	15.1	15.08	30.2	30.3	30.2	30.2	30.23	12.65	875	49.023
5	9	15.1	15.2	15	14.9	15.05	30.4	30.2	30.2	30.3	30.28	12.6	860	48.343
6	9	15.2	15	15	15.1	15.08	30.4	30.5	30.3	30.4	30.40	12.7	815	45.662
7	9	15.1	15.1	15.1	15.1	15.10	30.4	30.4	30.3	30.3	30.35	12.8	950	53.049
8	9	15.1	15.1	15	15	15.05	30.6	30.6	30.5	30.6	30.58	12.78	845	47.500
9	9.5	15.1	15.1	15.1	15.2	15.13	30.4	30.3	30.2	30.5	30.35	12.7	710	39.516
10	9.5	15.2	15.2	15	15.2	15.15	30.3	30.3	30.3	30.2	30.28	12.8	760	42.160
11	9.5	15	15.1	15.1	15.1	15.08	30.4	30.2	30.3	30.1	30.25	12.65	430	24.092
12	9.5	15.1	15	15	15.1	15.05	30.1	30.1	30.06	30.2	30.12	12.7	685	38.506
13	9.5	15	15	15.2	15.1	15.08	30.7	30.6	30.7	30.8	30.70	12.9	780	43.701
14	9.5	15	15	15.1	15	15.03	30.3	30.4	30.4	30.4	30.38	12.6	740	41.736
15	9.5	15	15.1	15	15.1	15.05	30	30.1	30.1	30.2	30.10	12.6	560	31.479
		RATA - RATA =				15.07	RATA - RATA =				30.34	12.689	713.333	39.985

CATATAN :

LABORATORIUM
 BINA KONSTRUKSI TEKNIK
 FAKULTAS TEKNIK UII

Jogjakarta, April 2005
 Disahkan Oleh
[Signature]



FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Jln. Kaliurang Km 14,5 Tlp. (0274) 895707, 895042 fax : (0274) 895330
 Jogjakarta 55584

DATA SEMENTARA PENGUJIAN DESAK SILINDER BETON

No. / Ka.Ops. / LBKT / / 2005

PENGUJI : RAFAEL BAHTIAR
 : WENDRA HIDAYAT
 KEPERLUAN : TUGAS AKHIR

TANGGAL UJI : 12 April 2005
 UMUR : 28 hari
 JUMLAH : 15 buah

BETON - KERANG 6%

NO	slump (cm)	DIAMETER (cm)				R	TINGGI (cm)				BERAT kg	BEBAN MAKS KN	BEBAN MAKS Mpa	
		1	2	3	4		1	2	3	4				
1	15	15.1	15.1	15.1	15.1	15.05	30.3	30.1	30.1	30	30.13	12.7	645	36.257
2	8	15.1	15	15.2	15.1	15.10	30	29.9	30	29.9	29.95	12.5	695	38.810
3	8	14.9	14.9	14.9	14.8	14.88	30.1	30	30.2	30	30.08	12.5	690	39.705
4	8	15	14.9	14.9	14.9	14.95	30.2	30	30	30.5	30.18	12.6	650	37.029
5	8	15.4	15.1	14.9	15	15.10	30.4	30.3	30.3	30.3	30.33	12.75	730	40.764
6	8	14.9	14.9	15.1	14.9	14.95	30.1	30.1	30	30.1	30.08	12.6	740	42.156
7	8	15.1	15.1	15.1	15	15.08	30.2	30.3	30.3	30.1	30.23	12.8	690	38.658
8	8	15	15.1	15.1	15.1	15.05	30.2	30.2	30.5	30.5	30.35	12.7	750	42.160
9	9,25	15	15	15.1	15.2	15.08	30	30.1	30.3	30.2	30.15	12.6	765	42.860
10	9,25	15.1	15	15.1	15.2	15.10	30	30.1	30.4	30.3	30.20	12.8	730	40.764
11	9,25	14.9	14.9	15	15	14.95	29.9	29.8	29.9	30	29.90	12.4	700	39.877
12	9,25	15.2	15.2	15.2	15.2	15.20	30	30.3	30.1	30.3	30.18	12.8	735	40.505
13	9,25	15	15	15.2	15.1	15.08	30.2	30.3	30.4	30.7	30.40	12.9	730	40.900
14	9,25	15.1	15	14.9	14.9	15.00	30.1	30.1	30	30.1	30.08	12.5	720	40.744
15	9,25	15.2	15.2	15.1	14.9	15.10	30	29.9	30.1	30.2	30.05	12.6	710	39.647
RATA - RATA =						15.04	RATA - RATA =				30.15	12.650	712.000	40.056

CATATAN :

LABORATORIUM

Jogjakarta, April 2005

BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
 Disahkan Oleh

FAKULTAS TEKNIK UII

[Signature]



FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Jln. Kaliurang Km 14,5 Tlp. (0274) 895707, 895042 fax : (0274) 895330
 Jogjakarta 55584

DATA SEMENTARA PENGUJIAN DESAK SILINDER BETON

No. / Ka.Ops. / LBKT / / 2005

PENGUJI : RAFAEL BAHTIAR
 : WENDRA HIDAYAT
 KEPERLUAN : TUGAS AKHIR

TANGGAL UJI : 15 April 2005
 UMUR : 27 hari
 JUMLAH : 15 buah

BETON - KERANG 8%

NO	slump (cm)	DIAMETER (cm)				TINGGI (cm)				BERAT kg	BEBAN MAKS KN	BEBAN MAKS Mpa		
		1	2	3	4	1	2	3	4				R	
1	10	15	15	15.1	15.1	15.05	30.1	30.2	30.2	30.2	30.175	12.5	710	39.911
2	10	15.1	15.1	15	15.2	15.1	30.1	30.1	30	30	30.05	12.4	725	40.485
3	10	14.8	14.9	14.9	14.7	14.825	30.2	30.2	30.2	30.2	30.2	12.3	705	40.842
4	10	15	15	15	15.1	15.025	30.2	30.2	30.2	30.1	30.175	12.6	720	40.608
5	10	14.9	15.1	15.3	15	15.075	30.3	30.2	30.3	30.2	30.25	12.5	685	38.378
6	10	14.9	15	15	15	14.975	30.1	30.2	30.3	30.2	30.2	12.5	690	39.176
7	10	15	14.9	15	15.1	15	30.3	30	30.3	30	30.15	12.5	700	39.612
8	11	15	15	15	15	15	30.4	30.3	30.3	30.2	30.3	12.6	720	40.744
9	11	15.1	15	14.9	14.9	14.975	29.9	29.9	30	30.1	29.975	12.3	635	36.054
10	11	15.1	15.1	15.1	15.1	15.1	30.2	30.2	30.2	30.2	30.2	12.6	695	38.810
11	11	14.9	15	15	15	14.975	29.9	29.9	29.8	29.9	29.875	12.2	680	38.609
12	11	15.2	15.2	15.2	15.2	15.2	30.2	30.2	30.2	30.1	30.175	12.6	710	39.127
13	11	15.2	15.1	15	15.2	15.125	30.4	30.4	30.4	30.4	30.4	12.7	680	37.847
14	11	14.9	14.9	14.9	14.9	14.9	30.2	30.2	30	30.1	30.125	12.3	640	36.704
15		14.8	15	15.2	15.2	15.05	30	30	30	30	30	12.4	660	37.101
		RATA - RATA =				RATA - RATA =				12.467	690.333	38.934		

CATATAN :

LABORATORIUM
BABIN KONSTRUKSI TEKNIK
 FAKULTAS TEKNIK UII

Jogjakarta, April 2005
 Disahkan Oleh
[Signature]



FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Jln. Kaliurang Km 14,5 Tlp. (0274) 895707, 895042 fax : (0274) 895330
 Jogjakarta 55584

DATA SEMENTARA PENGUJIAN DESAK SILINDER BETON

No. / Ka.Ops. / LBKT / / 2005

PENGUJI : RAFAEL BAHTIAR
 : WENDRA HIDAYAT
 KEPERLUAN : TUGAS AKHIR

TANGGAL UJI : 16 April 2005
 UMUR : 27 hari
 JUMLAH : 15 buah

BETON - KERANG 10%

NO	slump (cm)	DIAMETER (cm)				R	TINGGI (cm)				BERAT kg	BEBAN MAKS KN	BEBAN MAKS Mpa			
		1	2	3	4		1	2	3	4						
1	11	15.1	15.1	15.1	15	15.08	30.2	30.2	30.1	30.1	12.4	655	36.698			
2	11	15.1	15	15.1	15	15.05	30	30.2	30.1	30.1	12.4	625	35.133			
3	11	14.8	14.8	14.9	15	14.88	30.2	30.2	30.4	30.3	12.4	645	37.116			
4	11	15	15	15.1	15	15.03	30.1	30.1	30.1	30	12.4	615	34.686			
5	11	15	14.9	15	15.2	15.03	30.5	30.3	30.3	30.4	12.5	665	37.506			
6	11	14.9	15	15.1	15	15.00	30.2	30.2	30.2	30.2	12.5	695	39.329			
7	11	15	15.1	15	15	15.03	30.1	30.3	30.3	30.4	12.5	700	39.480			
8	11	15	15	15	15.1	15.03	30.2	30.4	30.4	30.2	12.6	675	38.070			
9	9,5	15	14.9	15	14.9	14.95	30.1	30	30	30	12.4	760	43.295			
10	9,5	15.2	15	15.1	15.1	15.10	30	30.1	30.2	30	12.6	690	38.531			
11	9,5	15	15	15	14.9	14.98	30	29.9	29.9	30	12.5	660	37.473			
12	9,5	15.2	15.2	15.2	15.2	15.20	30	29.9	30	30	12.6	685	37.750			
13	9,5	15.1	15.1	15.2	15.2	15.15	30.3	30.3	30.3	30.5	12.7	730	40.496			
14	9,5	14.8	14.9	15.1	15	14.95	30.1	30	30	30.2	12.4	730	41.586			
15	9,5	15.3	15.2	14.8	15	15.08	30.2	30.2	30.1	30.2	12.5	695	38.939			
RATA - RATA =											15.03	RATA - RATA =	30.15	12.493	681.667	38.406

CATATAN :

LABORATORIUM

Jogjakarta, April 2005
Disahkan Oleh

BABIN KONSTRUKSI TEKNIK

FAKULTAS TEKNIK UII *[Signature]*



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jln. Kaliurang Km. 14,4 Tlp. (0274) 895707, 895042 fax : (0274) 895330
Yogyakarta 55584

DATA SEMENTARA PENGUJIAN TEGANGAN REGANGAN SILINDER BETON

No. / Ka.Ops. / LBKT / / 2005

PENGUJI : RAFAEL BAHTIAR TANGGAL UJI : 26, 28 Maret 2005
: WENDRA HIDAYAT : 6 April 2005
UMUR : 28 hari
KEPERLUAN : TUGAS AKHIR JUMLAH : 2 buah

BEBAN KN	$\Delta L (10^{-3})$ mm		$\Delta L (10^{-3})$ mm		$\Delta L (10^{-3})$ mm	
	BN - 11	BN - 12	BKR2 - 4	BKR2 - 7	BKR4 - 11	BKR4 - 15
10	5	5	4	3	6	0
20	12	15	9	7	12	2
30	18	20	12	10	15	2
40	25	25	16	15	20	3
50	30	20	22	20	25	5
60	35	40	26	25	29	7
70	40	45	33	30	32	10
80	48	50	38	35	36	15
90	54	55	44	42	42	20
100	60	60	50	47	46	24
110	65	67	55	55	52	30
120	70	70	63	65	56	35
130	77	80	70	75	63	42
140	84	87	75	80	67	48
150	90	90	82	85	75	55
160	95	100	90	92	77	60
170	100	105	97	97	83	66
180	110	110	105	105	86	74
190	115	120	112	110	95	80
200	120	125	117	115	100	85
210	125	130	125	124	105	92
220	130	135	132	130	110	96
230	140	137	140	139	119	104
240	145	140	150	145	125	110
250	150	150	155	153	130	116
260	160	155	165	160	140	125
270	165	160	170	166	150	130
280	172	170	175	173	155	135

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UJI

290	180	180	182	180	160	142
300	187	185	192	187	170	146
310	195	192	196	195	175	152
320	200	200	200	203	185	160
330	207	205	205	210	190	164
340	215	215	212	216	196	166
350	225	220	220	225	205	172
360	232	225	230	230	215	178
370	238	233	239	235	223	182
380	250	245	245	245	232	190
390	255	252	255	255	240	195
400	260	260	265	265	250	205
410	269	265	275	275	260	215
420	275	275	285	282	272	225
430	285	285	295	292	280	240
440	294	295	305	303		250
450	304	300	312	310		255
460	310	305	320	318		265
470	315	315	330	325		280
480	325	320	340	335		295
490	330	332	355	345		306
500	340	350	370	357		320
510	355	360	380	365		330
520	365	370	400	378		340
530	379	380	415	395		342
540	390	390	440	410		350
550	395	400	450	430		355
560	415	410	470	450		368
570	425	425	482	470		
580	430	440	495	480		
590	445	455	510	500		
600	450	470	530	515		
610	465	495	550	530		
620	480	510	580	545		
630	560	540	605	560		
640	570	565	615	580		
650	595	580	640	595		
660	615					
670	660					
680						
690						
700						
710						
720						

CATATAN :

LABORATORIUM ^{Jakarta}, April 2005
 BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK ^{Disahkan Oleh}
 FAKULTAS TEKNIK ^{U-*Senus*}



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jln. Kaliurang Km. 14,4 Tlp. (0274) 895707, 895042 fax : (0274) 895330
Yogyakarta 55584

DATA SEMENTARA PENGUJIAN TEGANGAN REGANGAN SILINDER BETON

No. / Ka.Ops. / LBKT / / 2005

PENGUJI : RAFAEL BAHTIAR TANGGAL UJI : 12, 15, 16 April 2005
: WENDRA HIDAYAT UMUR : 28 hari
KEPERLUAN : TUGAS AKHIR JUMLAH : 2 buah

BEBAN KN	$\Delta L (10^{-3})$ mm		$\Delta L (10^{-3})$ mm		$\Delta L (10^{-3})$ mm	
	BKR6 - 1	BKR6 - 7	BKR8 - 1	BKR8 - 8	BKR10 - 4	BKR10 - 12
10	5	10	15	7	5	7
20	10	14	19	7	10	12
30	15	20	25	12	15	16
40	20	25	30	15	22	21
50	26	30	40	18	27	25
60	31	35	46	22	32	30
70	40	40	55	29	37	35
80	45	45	60	35	44	40
90	51	50	65	40	50	45
100	57	55	72	46	55	50
110	65	60	79	55	60	52
120	70	65	85	65	66	60
130	75	70	90	75	74	65
140	82	75	97	84	80	70
150	90	80	103	92	85	75
160	95	85	109	100	91	80
170	100	90	115	106	97	86
180	105	96	125	112	104	95
190	110	102	130	118	110	100
200	115	107	135	125	115	105
210	122	112	142	134	122	110
220	129	119	150	140	130	115
230	135	125	159	145	135	122
240	140	129	165	152	142	130
250	150	135	172	159	149	135
260	155	139	180	166	155	140
270	161	145	185	175	165	150
280	170	150	195	180	170	155

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII

290	175	155	202	186	179	160
300	182	162	210	194	185	165
310	190	167	215	200	194	175
320	195	175	225	205	200	180
330	202	180	232	212	209	189
340	207	190	240	219	215	195
350	215	195	250	230	224	204
360	224	200	260	240	234	212
370	230	205	265	245	240	222
380	238	210	270	252	250	230
390	247	215	280	260	260	239
400	255	230	290	266	265	245
410	260	240	296	274	275	254
420	270	245	305	282	282	264
430	279	252	314	289	295	274
440	286	256	322	296	305	280
450	295	265	330	302	310	285
460	303	275	340	310	315	294
470	310	285	346	320	324	302
480	317	290	355	329	330	310
490	326	305	362	339	340	319
500	335	320	370	349	350	325
510	345	340	377	355	360	333
520	359	350	390	365	370	345
530	370	370	395	370	380	355
540	380	380	405	380	390	365
550	387	395	412	389	400	372
560	400	410	422	399	410	380
570	410	420	432	410	420	392
580	420	440	445	420	429	402
590	435	450	455	429	440	412
600	450	465	465	439	455	422
610	465	475	480	515	475	434
620	482	485	494	530	510	444
630	496	495	505	540		455
640	520	505	515	551		470
650	540	510	530	565		480
660		515	545	575		495
670		525	565	585		509
680		530	580	602		520
690		530	602	615		530
700			630	640		
710			690	655		
720				675		

CATATAN :

LABORATORIUM
 BINA KONSTRUKSI TEKNIK
 FAKULTAS TEKNIK UI

Jogjakarta, April 2005
 Disahkan Oleh

[Signature]

BETON NORMAL

tinggi = 30.062 cm 300.617 mm
 diameter = 15.012 cm
 luas = 176.999 cm
 volume = 5320.928 cm
 Koreksi = 0.1983101

BEBAN KN	BEBAN kg	$\Delta L (10^{-3})$ mm		$\Delta L (10^{-3})$ mm RATA-RATA	REG (10^{-4})	TEGANGAN kg/cm ²	REG KOREKSI
		BN - 11	BN - 12				
10	1019.37	5	5	5	0.166	5.759	0.173
20	2038.74	12	15	13.5	0.449	11.518	0.347
30	3058.10	18	20	19	0.632	17.278	0.522
40	4077.47	25	25	25	0.832	23.037	0.699
50	5096.84	30	20	25	0.832	28.796	0.877
60	6116.21	35	40	37.5	1.247	34.555	1.057
70	7135.58	40	45	42.5	1.414	40.314	1.238
80	8154.94	48	50	49	1.630	46.073	1.420
90	9174.31	54	55	54.5	1.813	51.833	1.604
100	10193.68	60	60	60	1.996	57.592	1.790
110	11213.05	65	67	66	2.195	63.351	1.977
120	12232.42	70	70	70	2.329	69.110	2.166
130	13251.78	77	80	78.5	2.611	74.869	2.357
140	14271.15	84	87	85.5	2.844	80.628	2.549
150	15290.52	90	90	90	2.994	86.388	2.744
160	16309.89	95	100	97.5	3.243	92.147	2.940
170	17329.26	100	105	102.5	3.410	97.906	3.138
180	18348.62	110	110	110	3.659	103.665	3.338
190	19367.99	115	120	117.5	3.909	109.424	3.540
200	20387.36	120	125	122.5	4.075	115.183	3.744
210	21406.73	125	130	127.5	4.241	120.943	3.950
220	22426.10	130	135	132.5	4.408	126.702	4.159
230	23445.46	140	137	138.5	4.607	132.461	4.370
240	24464.83	145	140	142.5	4.740	138.220	4.583
250	25484.20	150	150	150	4.990	143.979	4.799
260	26503.57	160	155	157.5	5.239	149.738	5.017
270	27522.94	165	160	162.5	5.406	155.498	5.238
280	28542.30	172	170	171	5.688	161.257	5.462
290	29561.67	180	180	180	5.988	167.016	5.688
300	30581.04	187	185	186	6.187	172.775	5.918
310	31600.41	195	192	193.5	6.437	178.534	6.150
320	32619.78	200	200	200	6.653	184.293	6.386
330	33639.14	207	205	206	6.853	190.053	6.625
340	34658.51	215	215	215	7.152	195.812	6.868
350	35677.88	225	220	222.5	7.401	201.571	7.114

BEBAN KN	BEBAN kg	$\Delta L (10^{-3})$ mm		$\Delta L (10^{-3})$ mm RATA-RATA	REG (10^{-4})	TEGANGAN kg/cm ²	REG KOREKSI
		BN - 11	BN - 12				
360	36697.25	232	225	228.5	7.601	207.330	7.3644046
370	37716.62	238	233	235.5	7.834	213.089	7.6185863
380	38735.98	250	245	247.5	8.233	218.848	7.8769844
390	39755.35	255	252	253.5	8.433	224.608	8.1398162
400	40774.72	260	260	260	8.649	230.367	8.4073178
410	41794.09	269	265	267	8.882	236.126	8.6797475
420	42813.46	275	275	275	9.148	241.885	8.9573881
430	43832.82	285	285	285	9.481	247.644	9.2405506
440	44852.19	294	295	294.5	9.797	253.403	9.5295781
450	45871.56	304	300	302	10.046	259.163	9.8248509
460	46890.93	310	305	307.5	10.229	264.922	10.126792
470	47910.30	315	315	315	10.478	270.681	10.435876
480	48929.66	325	320	322.5	10.728	276.440	10.752633
490	49949.03	330	332	331	11.011	282.199	11.077666
500	50968.40	340	350	345	11.476	287.958	11.411659
510	51987.77	355	360	357.5	11.892	293.718	11.755397
520	53007.14	365	370	367.5	12.225	299.477	12.109787
530	54026.50	379	380	379.5	12.624	305.236	12.475884
540	55045.87	390	390	390	12.973	310.995	12.854931
550	56065.24	395	400	397.5	13.223	316.754	13.248409
560	57084.61	415	410	412.5	13.722	322.513	13.658102
570	58103.98	425	425	425	14.138	328.273	14.086199
580	59123.34	430	440	435	14.470	334.032	14.535428
590	60142.71	445	455	450	14.969	339.791	15.009264
600	61162.08	450	470	460	15.302	345.550	15.51226
610	62181.45	465	495	480	15.967	351.309	16.050568
620	63200.82	480	510	495	16.466	357.068	16.63287
630	64220.18	560	540	550	18.296	362.828	17.27212
640	65239.55	570	565	567.5	18.878	368.587	17.989247
650	66258.92	595	580	587.5	19.543	374.346	18.822377
660	67278.29	615		615	20.458	380.105	19.857205
670	68297.66	660		660	21.955	385.864	21.416045

BETON - KERANG 2%

tinggi = 30.186 cm 301.862 mm
 diameter = 15.013 cm
 luas = 177.036 cm
 volume = 5344.149 cm
 Koreksi = 0.18382106

BEBAN KN	BEBAN kg	$\Delta L (10^{-3})$ mm		$\Delta L (10^{-3})$ mm RATA-RATA	REG (10^{-4})	TEGANGAN kg/cm ²	REG KOREKSI
		BKR2 - 4	BKR2 - 7				
10	1019.37	4	3	3.5	0.116	5.758	0.184
20	2038.74	9	7	8	0.265	11.516	0.370
30	3058.10	12	10	11	0.364	17.274	0.557
40	4077.47	16	15	15.5	0.513	23.032	0.745
50	5096.84	22	20	21	0.696	28.790	0.935
60	6116.21	26	25	25.5	0.845	34.548	1.127
70	7135.58	33	30	31.5	1.044	40.306	1.320
80	8154.94	38	35	36.5	1.209	46.064	1.515
90	9174.31	44	42	43	1.424	51.822	1.712
100	10193.68	50	47	48.5	1.607	57.580	1.911
110	11213.05	55	55	55	1.822	63.338	2.111
120	12232.42	63	65	64	2.120	69.096	2.313
130	13251.78	70	75	72.5	2.402	74.854	2.517
140	14271.15	75	80	77.5	2.567	80.612	2.723
150	15290.52	82	85	83.5	2.766	86.370	2.931
160	16309.89	90	92	91	3.015	92.128	3.141
170	17329.26	97	97	97	3.213	97.886	3.353
180	18348.62	105	105	105	3.478	103.644	3.568
190	19367.99	112	110	111	3.677	109.402	3.785
200	20387.36	117	115	116	3.843	115.160	4.004
210	21406.73	125	124	124.5	4.124	120.918	4.225
220	22426.10	132	130	131	4.340	126.676	4.449
230	23445.46	140	139	139.5	4.621	132.434	4.676
240	24464.83	150	145	147.5	4.886	138.192	4.905
250	25484.20	155	153	154	5.102	143.950	5.138
260	26503.57	165	160	162.5	5.383	149.708	5.373
270	27522.94	170	166	168	5.565	155.466	5.611
280	28542.30	175	173	174	5.764	161.224	5.852
290	29561.67	182	180	181	5.996	166.982	6.097
300	30581.04	192	187	189.5	6.278	172.740	6.345
310	31600.41	196	195	195.5	6.476	178.498	6.596
320	32619.78	200	203	201.5	6.675	184.256	6.851
330	33639.14	205	210	207.5	6.874	190.013	7.110
340	34658.51	212	216	214	7.089	195.771	7.374
350	35677.88	220	225	222.5	7.371	201.529	7.641

BEBAN KN	BEBAN kg	$\Delta L (10^{-3})$ mm		$\Delta L (10^{-3})$ mm RATA-RATA	REG (10^{-4})	TEGANGAN kg/cm ²	REG KOREKSI
		BKR2 - 4	BKR2 - 7				
360	36697.25	230	230	230	7.619	207.287	7.9129422
370	37716.62	239	235	237	7.851	213.045	8.1895299
380	38735.98	245	245	245	8.116	218.803	8.4710745
390	39755.35	255	255	255	8.448	224.561	8.7578525
400	40774.72	265	265	265	8.779	230.319	9.0501671
410	41794.09	275	275	275	9.110	236.077	9.3483518
420	42813.46	285	282	283.5	9.392	241.835	9.6527753
430	43832.82	295	292	293.5	9.723	247.593	9.9638463
440	44852.19	305	303	304	10.071	253.351	10.28202
450	45871.56	312	310	311	10.303	259.109	10.607807
460	46890.93	320	318	319	10.568	264.867	10.941781
470	47910.30	330	325	327.5	10.849	270.625	11.284592
480	48929.66	340	335	337.5	11.181	276.383	11.636982
490	49949.03	355	345	350	11.595	282.141	11.9998
500	50968.40	370	357	363.5	12.042	287.899	12.374032
510	51987.77	380	365	372.5	12.340	293.657	12.760828
520	53007.14	400	378	389	12.887	299.415	13.161545
530	54026.50	415	395	405	13.417	305.173	13.577804
540	55045.87	440	410	425	14.079	310.931	14.011567
550	56065.24	450	430	440	14.576	316.689	14.465248
560	57084.61	470	450	460	15.239	322.447	14.941872
570	58103.98	482	470	476	15.769	328.205	15.445317
580	59123.34	495	480	487.5	16.150	333.963	15.980696
590	60142.71	510	500	505	16.730	339.721	16.554987
600	61162.08	530	515	522.5	17.309	345.479	17.178154
610	62181.45	550	530	540	17.889	351.237	17.865315
620	63200.82	580	545	562.5	18.634	356.995	18.641489
630	64220.18	605	560	582.5	19.297	362.753	19.554095
640	65239.55	615	580	597.5	19.794	368.511	20.718384
650	66258.92	640	595	617.5	20.456	374.269	22.733261

BETON - KERANG 4%

tinggi = 30.339 cm 303.393 mm
 diameter = 15.070 cm
 luas = 178.369 cm
 volume = 5411.594 cm
 Koreksi = 0.34982899

BEBAN KN	BEBAN kg	$\Delta L (10^{-3})$ mm		$\Delta L (10^{-3})$ mm RATA-RATA	REG (10^{-4})	TEGANGAN kg/cm ²	REG KOREKSI
		BKR4 - 11	BKR4 - 15				
10	1019.37	6	0	3	0.099	5.715	0.159
20	2038.74	12	2	7	0.231	11.430	0.319
30	3058.10	15	2	8.5	0.280	17.145	0.480
40	4077.47	20	3	11.5	0.379	22.860	0.642
50	5096.84	25	5	15	0.494	28.575	0.806
60	6116.21	29	7	18	0.593	34.290	0.971
70	7135.58	32	10	21	0.692	40.005	1.138
80	8154.94	36	15	25.5	0.840	45.720	1.306
90	9174.31	42	20	31	1.022	51.435	1.475
100	10193.68	46	24	35	1.154	57.150	1.646
110	11213.05	52	30	41	1.351	62.864	1.819
120	12232.42	56	35	45.5	1.500	68.579	1.993
130	13251.78	63	42	52.5	1.730	74.294	2.169
140	14271.15	67	48	57.5	1.895	80.009	2.346
150	15290.52	75	55	65	2.142	85.724	2.525
160	16309.89	77	60	68.5	2.258	91.439	2.706
170	17329.26	83	66	74.5	2.456	97.154	2.889
180	18348.62	86	74	80	2.637	102.869	3.073
190	19367.99	95	80	87.5	2.884	108.584	3.260
200	20387.36	100	85	92.5	3.049	114.299	3.449
210	21406.73	105	92	98.5	3.247	120.014	3.639
220	22426.10	110	96	103	3.395	125.729	3.832
230	23445.46	119	104	111.5	3.675	131.444	4.027
240	24464.83	125	110	117.5	3.873	137.159	4.225
250	25484.20	130	116	123	4.054	142.874	4.424
260	26503.57	140	125	132.5	4.367	148.589	4.627
270	27522.94	150	130	140	4.614	154.304	4.831
280	28542.30	155	135	145	4.779	160.019	5.039
290	29561.67	160	142	151	4.977	165.734	5.249
300	30581.04	170	146	158	5.208	171.449	5.462
310	31600.41	175	152	163.5	5.389	177.163	5.679
320	32619.78	185	160	172.5	5.686	182.878	5.898
330	33639.14	190	164	177	5.834	188.593	6.120
340	34658.51	196	166	181	5.966	194.308	6.347
350	35677.88	205	172	188.5	6.213	200.023	6.576

BEBAN KN	BEBAN kg	$\Delta L (10^{-3})$ mm		$\Delta L (10^{-3})$ mm RATA-RATA	REG (10^{-4})	TEGANGAN kg/cm ²	REG KOREKSI
		BKR4 - 11	BKR4 - 15				
360	36697.25	215	178	196.5	6.477	205.738	6.810
370	37716.62	223	182	202.5	6.675	211.453	7.047
380	38735.98	232	190	211	6.955	217.168	7.289
390	39755.35	240	195	217.5	7.169	222.883	7.535
400	40774.72	250	205	227.5	7.499	228.598	7.786
410	41794.09	260	215	237.5	7.828	234.313	8.041
420	42813.46	272	225	248.5	8.191	240.028	8.302
430	43832.82	280	240	260	8.570	245.743	8.569
440	44852.19		250	250	8.240	251.458	8.842
450	45871.56		255	255	8.405	257.173	9.121
460	46890.93		265	265	8.735	262.888	9.406
470	47910.30		280	280	9.229	268.603	9.700
480	48929.66		295	295	9.723	274.318	10.001
490	49949.03		306	306	10.086	280.033	10.311
500	50968.40		320	320	10.547	285.748	10.630
510	51987.77		330	330	10.877	291.462	10.960
520	53007.14		340	340	11.207	297.177	11.302
530	54026.50		342	342	11.272	302.892	11.656
540	55045.87		350	350	11.536	308.607	12.025
550	56065.24		355	355	11.701	314.322	12.410
560	57084.61		368	368	12.129	320.037	12.814

BETON - KERANG 6%

tinggi = 30.150 cm 301.5 mm
 diameter = 15.043 cm
 luas = 177.742 cm
 volume = 5359.012 cm
 Koreksi = 0.0834929

BEBAN KN	BEBAN kg	ΔL (10 ⁻³) mm		ΔL (10 ⁻³) mm RATA-RATA	REG (10 ⁻⁴)	TEGANGAN kg/cm ²	REG KOREKSI
		BKR6 - 1	BKR6 - 7				
10	1019.37	5	10	7.5	0.249	5.735	0.167
20	2038.74	10	14	12	0.398	11.470	0.335
30	3058.10	15	20	17.5	0.580	17.205	0.504
40	4077.47	20	25	22.5	0.746	22.940	0.675
50	5096.84	26	30	28	0.929	28.675	0.847
60	6116.21	31	35	33	1.095	34.411	1.020
70	7135.58	40	40	40	1.327	40.146	1.195
80	8154.94	45	45	45	1.493	45.881	1.371
90	9174.31	51	50	50.5	1.675	51.616	1.548
100	10193.68	57	55	56	1.857	57.351	1.727
110	11213.05	65	60	62.5	2.073	63.086	1.907
120	12232.42	70	65	67.5	2.239	68.821	2.089
130	13251.78	75	70	72.5	2.405	74.556	2.273
140	14271.15	82	75	78.5	2.604	80.291	2.458
150	15290.52	90	80	85	2.819	86.026	2.644
160	16309.89	95	85	90	2.985	91.762	2.833
170	17329.26	100	90	95	3.151	97.497	3.023
180	18348.62	105	96	100.5	3.333	103.232	3.215
190	19367.99	110	102	106	3.516	108.967	3.409
200	20387.36	115	107	111	3.682	114.702	3.605
210	21406.73	122	112	117	3.881	120.437	3.802
220	22426.10	129	119	124	4.113	126.172	4.002
230	23445.46	135	125	130	4.312	131.907	4.204
240	24464.83	140	129	134.5	4.461	137.642	4.408
250	25484.20	150	135	142.5	4.726	143.377	4.614
260	26503.57	155	139	147	4.876	149.112	4.822
270	27522.94	161	145	153	5.075	154.848	5.033
280	28542.30	170	150	160	5.307	160.583	5.247
290	29561.67	175	155	165	5.473	166.318	5.462
300	30581.04	182	162	172	5.705	172.053	5.681
310	31600.41	190	167	178.5	5.920	177.788	5.902
320	32619.78	195	175	185	6.136	183.523	6.126
330	33639.14	202	180	191	6.335	189.258	6.353
340	34658.51	207	190	198.5	6.584	194.993	6.584
350	35677.88	215	195	205	6.799	200.728	6.817

BEBAN KN	BEBAN kg	$\Delta L (10^{-3})$ mm		$\Delta L (10^{-3})$ mm RATA-RATA	REG (10^{-4})	TEGANGAN kg/cm ²	REG KOREKSI
		BKR6 - 1	BKR6 - 7				
360	36697.25	224	200	212	7.032	206.463	7.054
370	37716.62	230	205	217.5	7.214	212.198	7.294
380	38735.98	238	210	224	7.430	217.934	7.538
390	39755.35	247	215	231	7.662	223.669	7.786
400	40774.72	255	230	242.5	8.043	229.404	8.037
410	41794.09	260	240	250	8.292	235.139	8.293
420	42813.46	270	245	257.5	8.541	240.874	8.554
430	43832.82	279	252	265.5	8.806	246.609	8.819
440	44852.19	286	256	271	8.988	252.344	9.089
450	45871.56	295	265	280	9.287	258.079	9.364
460	46890.93	303	275	289	9.585	263.814	9.645
470	47910.30	310	285	297.5	9.867	269.549	9.931
480	48929.66	317	290	303.5	10.066	275.285	10.224
490	49949.03	326	305	315.5	10.464	281.020	10.524
500	50968.40	335	320	327.5	10.862	286.755	10.831
510	51987.77	345	340	342.5	11.360	292.490	11.145
520	53007.14	359	350	354.5	11.758	298.225	11.468
530	54026.50	370	370	370	12.272	303.960	11.800
540	55045.87	380	380	380	12.604	309.695	12.142
550	56065.24	387	395	391	12.968	315.430	12.495
560	57084.61	400	410	405	13.433	321.165	12.859
570	58103.98	410	420	415	13.765	326.900	13.237
580	59123.34	420	440	430	14.262	332.635	13.630
590	60142.71	435	450	442.5	14.677	338.371	14.039
600	61162.08	450	465	457.5	15.174	344.106	14.467
610	62181.45	465	475	470	15.589	349.841	14.917
620	63200.82	482	485	483.5	16.036	355.576	15.392
630	64220.18	496	495	495.5	16.434	361.311	15.898
640	65239.55	520	505	512.5	16.998	367.046	16.440
650	66258.92	540	510	525	17.413	372.781	17.030
660	67278.29		515	515	17.081	378.516	17.681
670	68297.66		525	525	17.413	384.251	18.418
680	69317.02		530	530	17.579	389.986	19.288
690	70336.39		530	530	17.579	395.722	20.407

BETON - KERANG 8%

tinggi = 30.150 cm 301.5 mm
 diameter = 15.025 cm
 luas = 177.310 cm
 volume = 5345.967 cm
 Koreksi = 0.155454

BEBAN KN	BEBAN kg	$\Delta L (10^{-3})$ mm		$\Delta L (10^{-3})$ mm RATA-RATA	REG (10^{-4})	TEGANGAN kg/cm ²	REG KOREKSI
		BKR8 - 1	BKR8 - 8				
10	1019.37	15	7	11	0.365	5.749	0.189
20	2038.74	19	7	13	0.431	11.498	0.380
30	3058.10	25	12	18.5	0.614	17.247	0.572
40	4077.47	30	15	22.5	0.746	22.996	0.765
50	5096.84	40	18	29	0.962	28.745	0.960
60	6116.21	46	22	34	1.128	34.494	1.156
70	7135.58	55	29	42	1.393	40.243	1.354
80	8154.94	60	35	47.5	1.575	45.992	1.552
90	9174.31	65	40	52.5	1.741	51.742	1.753
100	10193.68	72	46	59	1.957	57.491	1.955
110	11213.05	79	55	67	2.222	63.240	2.158
120	12232.42	85	65	75	2.488	68.989	2.363
130	13251.78	90	75	82.5	2.736	74.738	2.570
140	14271.15	97	84	90.5	3.002	80.487	2.778
150	15290.52	103	92	97.5	3.234	86.236	2.988
160	16309.89	109	100	104.5	3.466	91.985	3.199
170	17329.26	115	106	110.5	3.665	97.734	3.413
180	18348.62	125	112	118.5	3.930	103.483	3.628
190	19367.99	130	118	124	4.113	109.232	3.845
200	20387.36	135	125	130	4.312	114.981	4.064
210	21406.73	142	134	138	4.577	120.730	4.285
220	22426.10	150	140	145	4.809	126.479	4.508
230	23445.46	159	145	152	5.041	132.228	4.733
240	24464.83	165	152	158.5	5.257	137.977	4.960
250	25484.20	172	159	165.5	5.489	143.726	5.189
260	26503.57	180	166	173	5.738	149.476	5.421
270	27522.94	185	175	180	5.970	155.225	5.655
280	28542.30	195	180	187.5	6.219	160.974	5.891
290	29561.67	202	186	194	6.434	166.723	6.130
300	30581.04	210	194	202	6.700	172.472	6.372
310	31600.41	215	200	207.5	6.882	178.221	6.616
320	32619.78	225	205	215	7.131	183.970	6.862
330	33639.14	232	212	222	7.363	189.719	7.112
340	34658.51	240	219	229.5	7.612	195.468	7.365
350	35677.88	250	230	240	7.960	201.217	7.620

BEBAN KN	BEBAN kg	$\Delta L (10^{-3})$ mm		$\Delta L (10^{-3})$ mm	REG (10^{-4})	TEGANGAN kg/cm ²	REG KOREKSI
		BKR8 - 1	BKR8 - 8	RATA-RATA			
360	36697.25	260	240	250	8.292	206.966	7.879
370	37716.62	265	245	255	8.458	212.715	8.141
380	38735.98	270	252	261	8.657	218.464	8.406
390	39755.35	280	260	270	8.955	224.213	8.675
400	40774.72	290	266	278	9.221	229.962	8.947
410	41794.09	296	274	285	9.453	235.711	9.224
420	42813.46	305	282	293.5	9.735	241.460	9.504
430	43832.82	314	289	301.5	10.000	247.210	9.788
440	44852.19	322	296	309	10.249	252.959	10.077
450	45871.56	330	302	316	10.481	258.708	10.371
460	46890.93	340	310	325	10.779	264.457	10.669
470	47910.30	346	320	333	11.045	270.206	10.972
480	48929.66	355	329	342	11.343	275.955	11.280
490	49949.03	362	339	350.5	11.625	281.704	11.594
500	50968.40	370	349	359.5	11.924	287.453	11.914
510	51987.77	377	355	366	12.139	293.202	12.240
520	53007.14	390	365	377.5	12.521	298.951	12.573
530	54026.50	395	370	382.5	12.687	304.700	12.912
540	55045.87	405	380	392.5	13.018	310.449	13.260
550	56065.24	412	389	400.5	13.284	316.198	13.615
560	57084.31	422	399	410.5	13.615	321.947	13.978
570	58103.98	432	410	421	13.964	327.696	14.351
580	59123.34	445	420	432.5	14.345	333.445	14.734
590	60142.71	455	429	442	14.660	339.194	15.128
600	61162.08	465	439	452	14.992	344.944	15.534
610	62181.45	480	515	497.5	16.501	350.693	15.952
620	63200.82	494	530	512	16.982	356.442	16.385
630	64220.18	505	540	522.5	17.330	362.191	16.833
640	65239.55	515	551	533	17.678	367.940	17.299
650	66258.92	530	565	547.5	18.159	373.689	17.785
660	67278.29	545	575	560	18.574	379.438	18.294
670	68297.66	565	585	575	19.071	385.187	18.828
680	69317.02	580	602	591	19.602	390.936	19.394
690	70336.39	602	615	608.5	20.182	396.685	19.996
700	71355.76	630	640	635	21.061	402.434	20.643
710	72375.13	690	655	672.5	22.305	408.183	21.348
720	73394.50		675	675	22.388	413.932	22.127

BETON - KERANG 10%

tinggi = 30.153 cm 301.533 mm
 diameter = 15.033 cm
 luas = 177.506 cm
 volume = 5352.378 cm
 Koreksi = 0.1715281

BEBAN KN	BEBAN kg	$\Delta L (10^{-3})$ mm		$\Delta L (10^{-3})$ mm RATA-RATA	REG (10^{-4})	TEGANGAN kg/cm ²	REG KOREKSI
		BKR10 - 4	BKR10 - 12				
10	1019.37	5	7	6	0.199	5.743	0.184
20	2038.74	10	12	11	0.365	11.485	0.370
30	3058.10	15	16	15.5	0.514	17.228	0.557
40	4077.47	22	21	21.5	0.713	22.971	0.745
50	5096.84	27	25	26	0.862	28.714	0.934
60	6116.21	32	30	31	1.028	34.456	1.124
70	7135.58	37	35	36	1.194	40.199	1.316
80	8154.94	44	40	42	1.393	45.942	1.509
90	9174.31	50	45	47.5	1.575	51.685	1.703
100	10193.68	55	50	52.5	1.741	57.427	1.898
110	11213.05	60	52	56	1.857	63.170	2.095
120	12232.42	66	60	63	2.089	68.913	2.294
130	13251.78	74	65	69.5	2.305	74.656	2.493
140	14271.15	80	70	75	2.487	80.398	2.695
150	15290.52	85	75	80	2.653	86.141	2.897
160	16309.89	91	80	85.5	2.836	91.884	3.102
170	17329.26	97	86	91.5	3.034	97.626	3.307
180	18348.62	104	95	99.5	3.300	103.369	3.515
190	19367.99	110	100	105	3.482	109.112	3.724
200	20387.36	115	105	110	3.648	114.855	3.934
210	21406.73	122	110	116	3.847	120.597	4.147
220	22426.10	130	115	122.5	4.063	126.340	4.361
230	23445.46	135	122	128.5	4.262	132.083	4.577
240	24464.83	142	130	136	4.510	137.826	4.795
250	25484.20	149	135	142	4.709	143.568	5.014
260	26503.57	155	140	147.5	4.892	149.311	5.236
270	27522.94	165	150	157.5	5.223	155.054	5.459
280	28542.30	170	155	162.5	5.389	160.797	5.685
290	29561.67	179	160	169.5	5.621	166.539	5.913
300	30581.04	185	165	175	5.804	172.282	6.143
310	31600.41	194	175	184.5	6.119	178.025	6.375
320	32619.78	200	180	190	6.301	183.767	6.609
330	33639.14	209	189	199	6.600	189.510	6.846
340	34658.51	215	195	205	6.799	195.253	7.086
350	35677.88	224	204	214	7.097	200.996	7.327

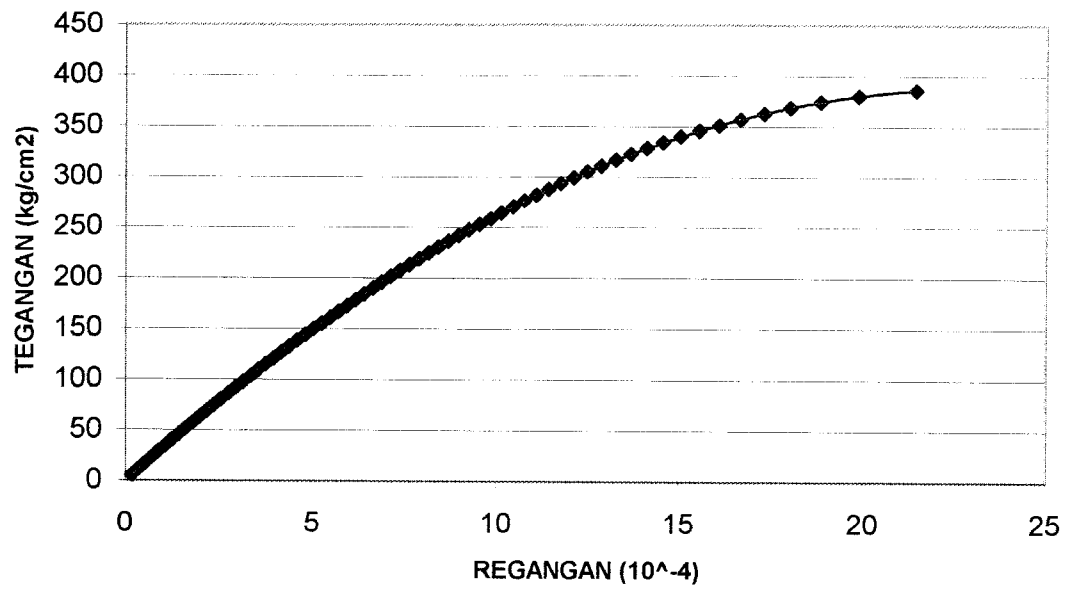
BEBAN KN	BEBAN kg	$\Delta L (10^{-3})$ mm		$\Delta L (10^{-3})$ mm RATA-RATA	REG (10^{-4})	TEGANGAN kg/cm ²	REG KOREKSI
		BKR10 - 4	BKR10 - 12				
360	36697.25	234	212	223	7.396	206.738	7.572
370	37716.62	240	222	231	7.661	212.481	7.819
380	38735.98	250	230	240	7.959	218.224	8.069
390	39755.35	260	239	249.5	8.274	223.967	8.321
400	40774.72	265	245	255	8.457	229.709	8.577
410	41794.09	275	254	264.5	8.772	235.452	8.836
420	42813.46	282	264	273	9.054	241.195	9.098
430	43832.82	295	274	284.5	9.435	246.937	9.363
440	44852.19	305	280	292.5	9.700	252.680	9.632
450	45871.56	310	285	297.5	9.866	258.423	9.904
460	46890.93	315	294	304.5	10.098	264.166	10.180
470	47910.30	324	302	313	10.380	269.908	10.460
480	48929.66	330	310	320	10.612	275.651	10.744
490	49949.03	340	319	329.5	10.927	281.394	11.032
500	50968.40	350	325	337.5	11.193	287.137	11.325
510	51987.77	360	333	346.5	11.491	292.879	11.622
520	53007.14	370	345	357.5	11.856	298.622	11.924
530	54026.50	380	355	367.5	12.188	304.365	12.231
540	55045.87	390	365	377.5	12.519	310.108	12.544
550	56065.24	400	372	386	12.801	315.850	12.862
560	57084.61	410	380	395	13.100	321.593	13.186
570	58103.98	420	392	406	13.465	327.336	13.517
580	59123.34	429	402	415.5	13.780	333.078	13.854
590	60142.71	440	412	426	14.128	338.821	14.199
600	61162.08	455	422	438.5	14.542	344.564	14.551
610	62181.45	475	434	454.5	15.073	350.307	14.911
620	63200.82	510	444	477	15.819	356.049	15.280
630	64220.18		455	455	15.090	361.792	15.659
640	65239.55		470	470	15.587	367.535	16.048
650	66258.92		480	480	15.919	373.278	16.448
660	67278.29		495	495	16.416	379.020	16.860
670	68297.66		509	509	16.880	384.763	17.285
680	69317.02		520	520	17.245	390.506	17.725
690	70336.39		530	530	17.577	396.249	18.181



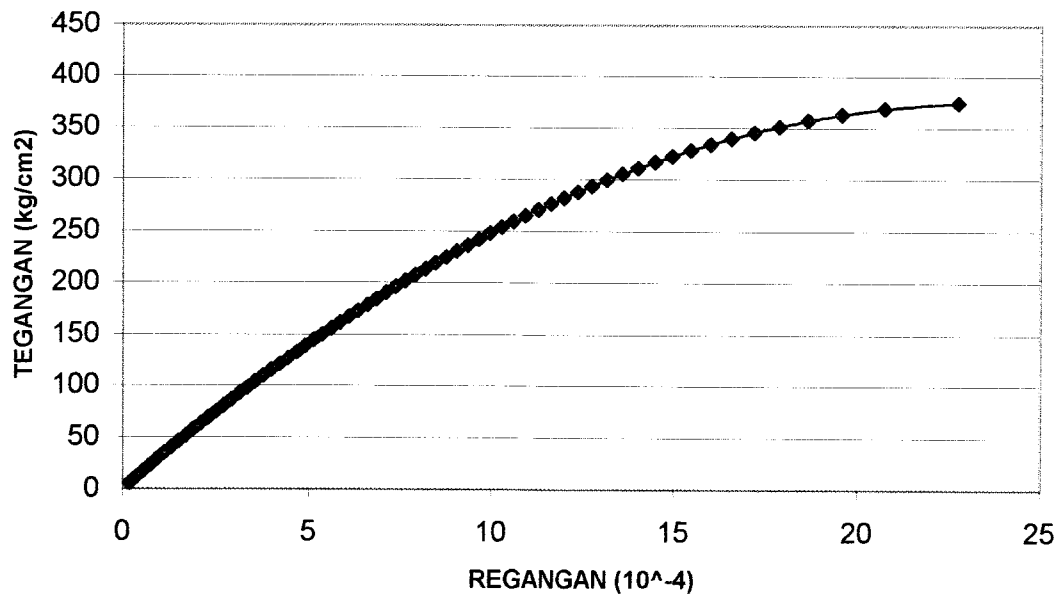
LAMPIRAN 12

TUGAS AKHIR : RAFAEL BAHTIAR - WENDRA HIDAYAT

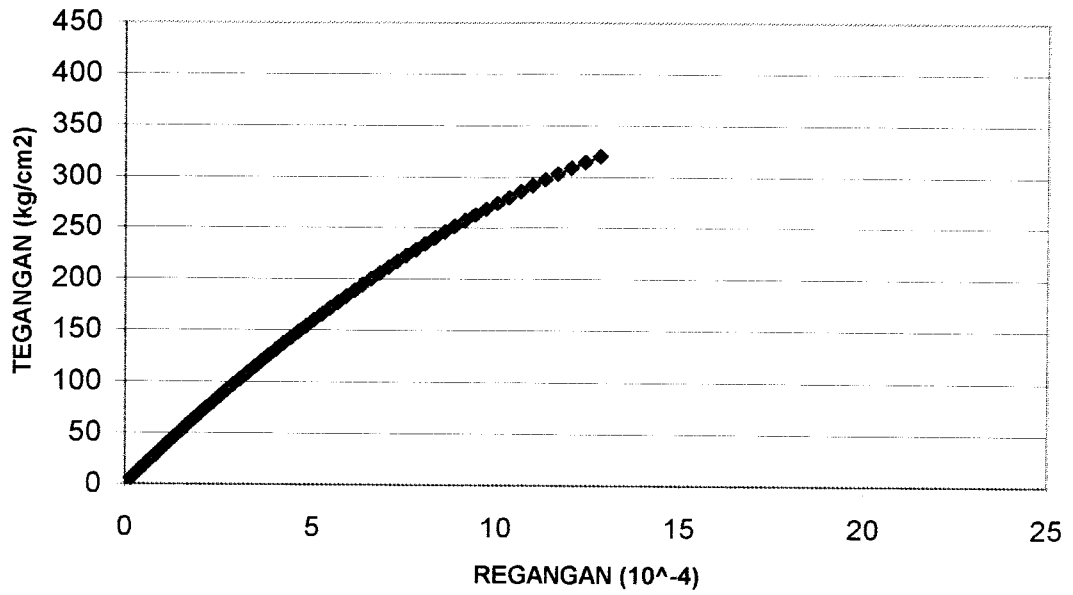
BETON NORMAL



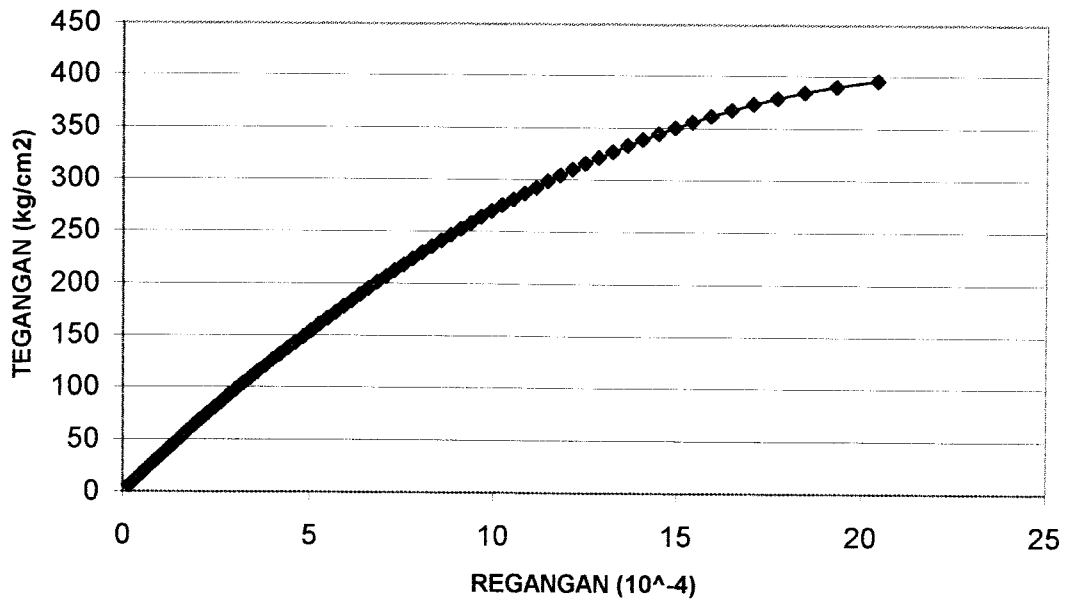
BETON - KERANG 2%



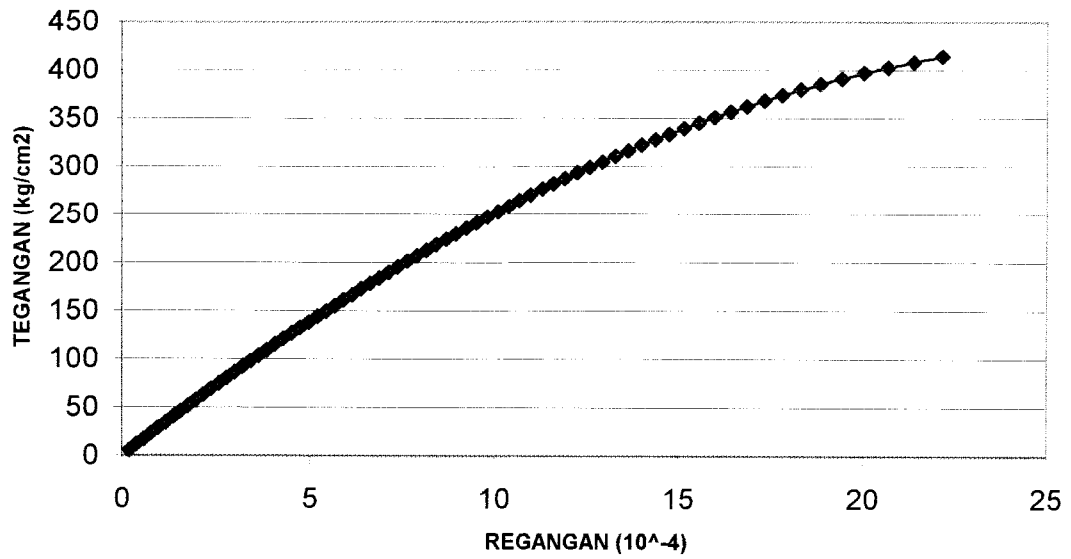
BETON - KERANG 4%



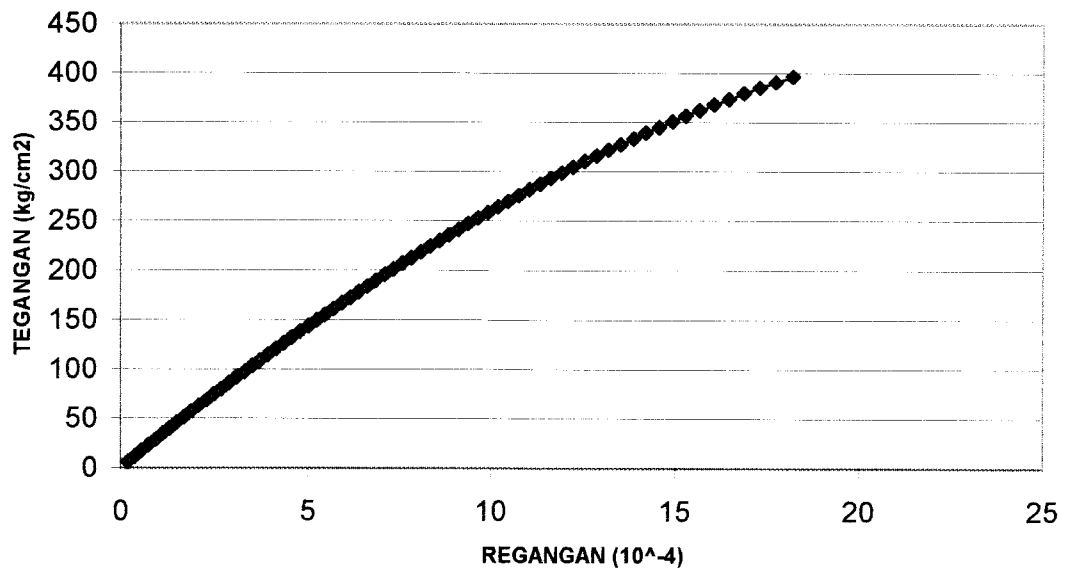
BETON - KERANG 6%



BETON - KERANG 8%



BETON - KERANG 10%







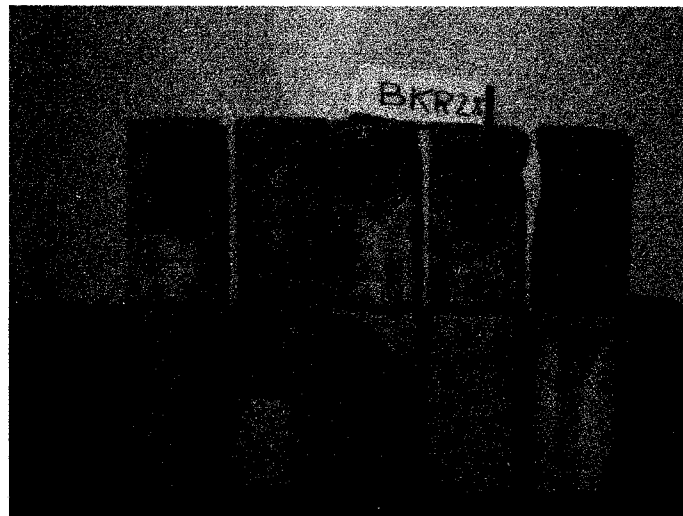
LAMPIRAN 13

TUGAS AKHIR : RAFAEL BAHTIAR - WENDRA HIDAYAT

**GAMBAR BENDA UJI SETELAH
UJI DESAK**

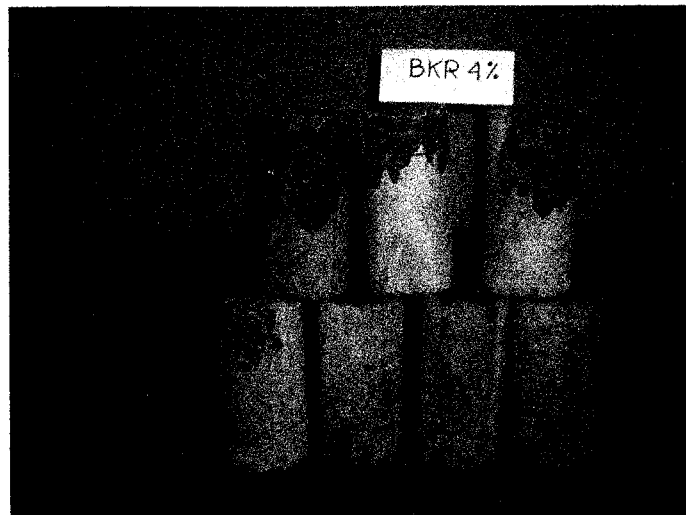


Gambar 1. BETON NORMAL

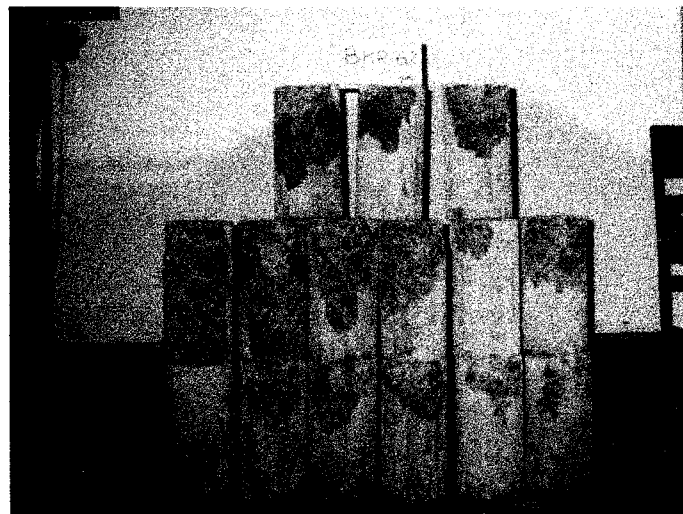


Gambar 2. BETON - KERANG 2%

**GAMBAR BENDA UJI SETELAH
UJI DESAK**



Gambar 3. BETON - KERANG 4%

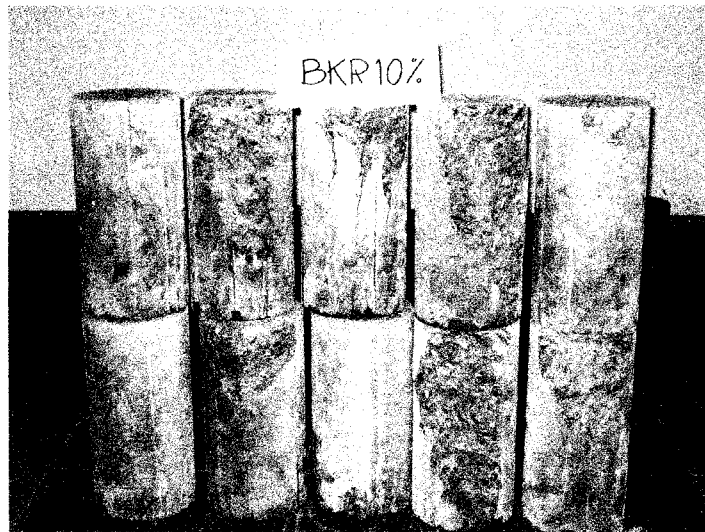


Gambar 4. BETON - KERANG 6%

**GAMBAR BENDA UJI SETELAH
UJI DESAK**



Gambar 5. BETON - KERANG 8%



Gambar 6. BETON - KERANG 10%