PERPUSTAKAAN FTSP UII
HADIAH/BELI
TGL. TERIMA : 06-12-2007
NO. JUDUL : 2707
NO. INV. : 5120002707001
NO. INDUK. : 002707

TUGAS AKHIR

OPTIMALISASI PENAMBAHAN SPLIT PADA *SIKAGROUT FM*

Diajukan Kepada Univesitas Islam Indonesia Untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Sipil

RANDY MEIVISHAR
03 511 015

PERPUSTAKAAN FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA YOGYAKARTA

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2007

MILIK : PERPUSTAKAAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN UII YOGYAKARTA

TUGAS AKHIR

OPTIMALISASI PENAMBAHAN SPLIT PADA *SIKAGROUT FM*

OPTIMIZING THE ADDITION OF SPLIT AT SIKAGROUT FM

Diajukan Kepada Univesitas Islam Indonesia Untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Sipil

RANDY MEIVISHAR
03 511 015

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

2007

TUGAS AKHIR

OPTIMALISASI PENAMBAHAN SPLIT PADA *SIKAGROUT FM*

Diajukan Kepada Univesitas Islam Indonesia Untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Sipil

RANDY MEIVISHAR
03 511 015

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

2007

TUGAS AKHIR

OPTIMALISASI PENAMBAHAN SPLIT PADA *SIKAGROUT FM*

Diajukan Kepada Univesitas Islam Indonesia Untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Sipil

Disusun oleh:

Randy Meivishar
03 511 015

Disetujui oleh:

Pembimbing:

Ir. H. A. Kadir Aboe, MS

Tanggal : 02/07-2007

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr.Wb

Alhamdulillah wa syukurilah, segala puji dan syukur adalah milikNya yang telah mencurahkan samudra karunia danhidayah-Nya kepada peneliti, sehingga penelitian denganjudul " Optimalisasi Penambahan Split Pada SikaGrout FM " dilakukan pada periode Desember – Mei tahun 2006 – 2007, bertempat di Laboratorium Bahan Kontruksi Teknik, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, dapat diselesaikan dengan baik. Sholawat dan salam dihaturkan kepada junjungan Nabi besar Muhammad SAW.

Tugas Akhir ini adalah merupakan salah satu syarat dalam menempuh pendidikan Sarjan Strata Satu (S1) pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Penelitian ini dimaksudkan untuk mempraktekan teori yang diperoleh dibangku kuliah, serta memperluas wawasan untuk bekal memasuki dunia kerja.

Dalam melakukan penelitian dan terselesaikanya Tugas Akhir ini, peneliti telah banyak mendapat bantuan, bimbingan dan pengarahan dari berbagai pihak. Untuk itu, pada kesempatan ini peneliti menyampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Ir. H. Ruzardi, MS, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
2. Bapak Ir. H. Faisol AM, MS, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

3. Bapak Ir. H. A Kadir Aboe, MS, selaku Dosen Pembimbing, atas arahan dan bimbinganya.
4. Bapak Ir. H. Soesastrawan, MS, selaku Dosen Penguji, atas kritik dan masukannya
5. Bapak Ir. Tri Fajar Budiono, MT, selaku Dosen Penguji, atas kritik dan masukannya.
6. Bapak Ir. H. A Kadir Aboe, MS, selaku Kepala Laboratorium Bahan Kontruksi Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
7. Rekan-rekan yang telah membantu pelaksanaan penelitian ini.

Tidaklah ada karya manusia yang sempurna, demikian juga karya tulis ini pasti ada kekurangan yang perlu dibenahi, dikarenakan ilmu dan wawasan darri peneliti terbatas. Kritik dan saran yang bersifat membangun peneliti sangat mengharapakan demi kesempurnaan karya tulis ini.

Akhirnya semoga karya tulis ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkan.

Wassalamu'alaikum. Wr. Wb.

Yogyakarta, Juni 2007

Peneliti

Randy Meivishar

Motto

"Janganlah menyalahkan Takdir terlebih dahulu sebelum kita berusaha. Memang benar segala keputusan itu datangnya dari Allah SWT...akan tetapi manusia hanya bias berusaha demi mencapai apa yang ia inginkan...oleh karena itu kita harus selalu berusaha karena kita berharap...tetapi jika harapan itu kandas, maka Iklas adalh jawaban terakhirNya agar kita tetap kuat"

"Tetap senyum dan tertawa walaupun itu menyakitkan, karean senyum dan tawa adalah obat dari sakit itu "

"Jadilah orang Islam yang berhasil di duina dan akhirat"

"Bijaksana akna membawa kita ke dalam ketenangan Hati, so...hadapi segalanya dengan sikap bijak"

"Rock n Roll Never Die"

SPECIAL DEDICATED TO :

Tugas Akhir ini aku persembahkan untuk Allah SWT atas petunjuk dan ridho yang selama ini menyertaiku.

Dan juga Tugas Akhir ini aku persembahakan untuk Ayahanda Jogjadi BM (Almarhun) yang telah menjadi inspirasi dalam hidupku karena tanggung jawabnya dan sikap bijaksana dia dalam segala hal.

Untuk Mamaku tercinta (Novita Syam) semoga aku bias menjadi kebanggaan dalam hidupnya yang mungkin belum pernah ia dapatkan selama ini, dan tetaplah bersabar dalam menghadapi hidup ini.

Buat adik-adiku tersayang Yulvidya Nur Atika dan My Little Sister (Dyan Tya Gita), teruslah berusaha jika apa yang kalian ingin dapat terwujud. Karena Allah lebih senang terhadap orang yang mau berusaha.

Aku persembahkan juga untuk kekasihku tercinta (Dini Agustina) atas segala dukungan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini. Ketika kita tidak hidup dalam satu kota lagi, jangan pernah berpikir aku pergi untuk meniggalakanmu, because...aku pergi untuk memilikimu sepenuhnya dan selamanya...semoga kita tetap utuh...U will be in My Hearth..!!

Untuk keluarga besar H. Barmawi Müin dan keluarga besar Samsudin, atas dukungan yang selama ini mendorongku untuk menjadi orang yang lebih baik dan lebih baik lagi..Semoga keluarga besar kita tetap utuh selamanya.

Buat teman-temanku yang selama ini menjadi tempat melepaskan keluh kesah dan tawa, Thank U Guys for all spirit for me.

Kepada semua yang telah ataupun belum tersebut diatas ...Thank U Very Much!!!

DAFTAR ISI

Halaman

Halaman Judul i
Lembar Pengesahan ii
Kata Pengantar iii
Lembar Motto v
Lembar Persembahan vi
Daftar Isi vii
Daftar Notasi x
Daftar Tabel xi
Daftar Gambar xii
Daftar Lampiran xiv
Abstraksi xv

BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 3
1.3 Tujuan Penelitian 4
1.4 Manfaat Penelitian 4
1.5 Batasan Masalah 4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA 7
2.1 Umum 7
2.2 Bahan Penyusun Beton Grouting 7
2.2.1 Sika Grout FM 7
2.2.2 Air 9
2.2.3 Udara 10
2.2.4 Agregat Kasar 10
2.3 Penelitian Terdahulu 11
2.3.1 Susutiarto dan Priyatna,2003 11

2.3.1 Ardi Novianto dan Robensyah (2005) 12

BAB III LANDASAN TEORI 14

3.1 Optimalisasi Penambahan Split Pada Sikagrout FM 14

3.2 Kuat Tekan Beton 17

3.3 Kuat Lentur Beton 19

BAB IV METODE PENELITIAN 23

4.1 Standar dan Spesifikasi Bahan 23

4.2 Peralatan Penelitian 24

4.2.1 Saringan 24

4.2.2 Cetok 24

4.2.3 Gayung 25

4.2.4 Kaliper atau Jangka Sorong 25

4.2.5 Timbangan 25

4.2.6 Cat dan Kuas 25

4.2.7 Papan Penyiku 25

4.2.8 Mesin Pengaduk 26

4.2.9 Mesin Tekan Lentur dan Tarik Uji 26

4.2.10 Kerucut Abrams 27

4.3 Metode Perencanaan Adukan Beton Grouting/ Pembuatan Benda Uji 27

4.4 Rekapitulasi Benda Uji 28

4.5 Pengujian Benda Uji 29

4.5.1 Pengujian Kuat Desak Silinder Beton Grouting 29

4.5.2 Pengujian Kuat Lentur Balok Beton Grouting 29

4.6 Prosedur Penelitian 29

BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN 33
5.1 Umum 33
5.2 Hasil Pemeriksaan Bahan 33
5.2.1 Pemeriksaan Agregat Kasar 33
5.2.2 Pemeriksaan Sika Grout FM 36
5.2.3 Nilai Flow Test dan Workability 36
5.3 Hasil Penelitian dan Analisis 39
5.3.1 Kuat Desak Beton Grouting 39
5.3.2 Kuat Lentur Beton Grouting 39
5.3.3 Analisis Modulus Elastis dan Modulus Kenyal Beton. 47

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN 58
6.1 Kesimpulan 58
6.2 Saran-saran 59

Daftar Pustaka .....
Lampiran

DAFTAR NOTASI

a = bilangan konstan (konstanta dari variabel)

A = luasan permukaan benda uji

b = bilangan konstan (konstanta dari variabel)

fs = *Flexural strength* (kuat lentur beton grouting)

C = Celcius

$f'c$ = *Compressive strength* (kuat tekan beton grouting)

ε = Regangan Beton Grouting

σ = Tegangan Beton Grouting

π = koefisien jari-jari lingkaran

μ = *micron* (satuan ukuran)

$f'cr$ = Kuat Tekan Beton Grouting Rata-rata

E = Modulus Elastisitas Beton Grouting

n = jumlah sampel

P_{max} = beban maksimum pengujian

r = koefisien korelasi

R^2 = koefisien determinasi

x = *independent variable* (variabel bebas)

y = *dependent variable* (variabel tergantung)

\# = nomor saringan

^{o} = derajat

ϕ = diameter

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Tata Cara Penamaan Benda Uji 29

Tabel 5.1 Pemeriksaan Berat Volume Agregat 34

Tabel 5.2 Pemeriksaan Keausan Agregat Kasar 35

Tabel 5.3 Pemeriksaan Berat Volume SikaGrout FM 36

Tabel 5.4 Nilai Uji Flow Test (Slump) 37

Tabel 5.5 Pengujian Kuat Desak Beton Grouting 40

Tabel 5.6 Pengujian Kuat Lentur Beton Grouting 45

Tabel 5.7 Perhitungan Modulus Elastis 55

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Balok dengan pusat berada dalam keadaan lentur murni 20

Gambar 3.2 Bentuk penampang balok 22

Gambar 4.1 Ayakan 24

Gambar 4.2 Foto Talam Baja dan Cetok 24

Gambar 4.3 Foto Timbangan 25

Gambar 4.4 Foto Mesin Pengaduk 26

Gambar 4.5 Foto Mesin Tekan Lentur Uji 27

Gambar 4.6 Foto Kerucut Abrams 27

Gambar 4.7 Flow Chart 32

Gambar 5.1 Grafik Kuat Desak Beton Grouting 41

Gambar 5.2 Grafik Perubahan Kuat Desak Beton Grouting 41

Gambar 5.3 Grafik Kuat Lentur Beton Grouting 45

Gambar 5.4 Grafik Perubahan Kuat Lentur Beton Grouting 46

Gambar 5.5 Grafik Tegangan Regangan BG 000 48

Gambar 5.6 Grafik Tegangan Regangan BG 030 49

Gambar 5.7 Grafik Tegangan Regangan BG 040 49

Gambar 5.8 Grafik Tegangan Regangan BG 050 50

Gambar 5.9 Grafik Tegangan Regangan BG 060 50

Gambar 5.10 Grafik Tegangan Regangan BG 070 51

Gambar 5.11 Grafik Tegangan Regangan BG 130 51

Gambar 5.12 Grafik Tegangan Regangan BG 140 52

Gambar 5.13 Grafik Tegangan Regangan BG 150 52

Gambar 5.14 Grafik Tegangan Regangan BG 160 53

Gambar 5.15 Grafik Tegangan Regangan BG 170 54

Gambar 5.16 Grafik Gabungan dari semua campuran SikaGrout FM..... 54

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	1	Data Pemeriksaan Bahan
Lampiran	2	Data Benda Uji
Lampiran	3	Kebutuhan Bahan Penyusun
Lampiran	4	Hasil Pengujian Berat Volume
Lampiran	7	Hasil Pengujian Kuat Tekan
Lampiran	8	Hasil Pengujian Tegangan-Regangan
Lampiran	9	Grafik Hubungan Tegangan-Regangan
Lampiran	10	Hasil Pengujian Kuat Lentur
Lampiran	11	Dokumentasi
Lampiran	12	Kartu Peserta Tugas Akhir

ABSTRAKSI

Grouting adalah suatu upaya untuk memperbaiki beton yang rusak atau mengalami penurunan kekuatan. Salah satu bahan yang dapat digunakan sebagai bahan Grouting adalah SikaGrout FM yang memiliki kuat desak akhir mencapai 52 MPa. Sehingga dengan kuat desak yang tinggi diharapkan dapat mengembalikan kuat desak beton yang rusak. Namun komsumsi SikaGrout FM sangatlah boros karena proses pencampurannya hanya ditambahkan air saja. Sehingga volume beton yang dihasilkan kecil.

Persoalan ini mendorong penyusun untuk mengadakan penelitian dengan tujuan untuk menghemat penggunaan SikaGrout FM. Penambahan sejumlah split dalam campuran SikaGrout FM dapat memungkinkan penghematan kebutuhan SikaGrout FM. Namun jenis dan volume split yang dapat menjaga kualitas kuat desak beton Grouting agar tetap tinggi belum diketahui. Pada penelitian ini ukuran split yang digunakan adalah sebesar biji jagung dan ukuran 1:2.

Adapun hasil penelitian optimalisasi penambahan split pada SikaGrout FM didapatkan hasil bahwa penambahan sejumlah split dengan persentase dan ukuran tertentu masih dapat menjaga kuat desak beton grouting tetap tinggi. Persentase penambahan split ukuran jagung yang optimum adalah 30 % (BG 030) dengan nilai Kuat Desak 49,181 Mpa. Karena nilainya justru mengalami peningkatan dibanding BG 000 dengan nilai 47 Mpa.Persentase penambahan split ukuran 1:2 yang optimum adalah 40% (BG 140) dan 50 % (BG150) dengan nilai Kuat Desak 52,511 Mpa dan 50,929 MPa. Karena nilainya justru mengalami peningkatan dibanding BG 000 dengan nilai 47 Mpa. Namun dengan penambahan split 50 %(BG 150) dirasa lebih efektif dari segi biaya.

ABTRAKSI

Grouting is an effort to improve repair the damage concrete or experience of the strength degradation. One of substance which can be used as [by] substance Grouting is Sikagrout FM owning final urgent strength reach 52 MPA. So that powerfully insist on high expected can bring back the urgent strength [of] damage concrete. But comsumtion Sikagrout FM very extravagant because its mixing process is only enhanced just a just water. So that concrete volume yielded minimize.

This problem push the compiler to perform a the research as a mean to economize the use of Sikagrout FM. Addition of a number of split in mixture of Sikagrout FM can enable the thrift of requirement of Sikagrout FM. But type and volume split which can take care of the strong quality insist on the concrete Grouting of remain to be high not yet been known. At this research is size measure of split used by is equal to seed of maize and size measure 1:2.

As for result of research of optimalisasi of addition split of at Sikagrout FM got result that addition of a number of split with the certain size measure and percentage admit of to take care of the urgent strength of concrete grouting remain to be high. percentage of Addition of split size measure optimum is 30 % (BG 030) with the Strong value Insist on 49,181 MPa. Because its value exactly experience of the improvement compared to BG 000 with the value 47 MPa. Persentase of addition of split size measure 1:2 optimum is 40% (BG 140) and 50 % (BG150) with the Strong value Insist on 52,511 MPa and 50,929 MPA. Because its value exactly experience of the improvement compared to BG 000 with the value 47 MPa. But with the addition split 50 %(BG 150) felt more effective from expense facet.

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada tanggal 27 Mei 2006 pukul 5.55 WIB telah terjadi suatu gempa besar di DIY dengan kekuatan 5,9 SR. Dengan skala kekuatan gempa yang besar ini, banyak bangunan yang hancur atau rubuh. Namun masih ada bangunan yang masih berdiri, akan tetapi mengalami rusak ringan atau rusak berat. Bangunan yang tergolong rusak berat, kerusakanya terjadi pada struktur bangunan tersebut. Komponen struktur sebuah bangunan adalah pondasi, kolom, balok, atap. Mayoritas bangunan-bangunan yang ada di DIY terbuat dari beton bertulang. Kerusakan yang terjadi pada bangunan beton bertulang akibat gempa berupa retak-retak, terlepas dan rusaknya sebagian beton dari kesatuan beton bertulang.

Kerusakan-kerusakan yang terjadi pada beton mengakibatkan terjadinya penurunan kekuatan beton. Jika suatu bangunan terbuat dari beton bertulang dan mengalami kerusakan pada struktur berarti kekuatan bangunan itu telah mengalami penurunan. Namun selama bangunan masih dianggap layak pakai, bangunan tersebut masih bisa diperbaiki, yaitu dengan cara mengembalikan kekuatan struktur bangunan ke kekuatan awal. Ada beberapa cara untuk mengembalikan kekuatan pada struktur bangunan, antara dengan menambah pengaku struktur (breching, shearwall,dll) dan grouting.

Grouting adalah memperbaiki beton yang rusak dan mengalami penurunan kekuatan dengan suatu mortar yang memiliki kuat desak lebih besar dari beton yang lama, sehingga dengan kekuatan beton yang besar tersebut dapat mengembalikan

penurunan kekuatan beton yang telah rusak. Grouting terdiri dari 2 jenis yaitu Injeksi beton dan Grouting itu sendiri. Untuk keretakan-keretakan yang berukuran kecil (berkisar 4 mm) Injeksi beton merupakan cara yang tepat untuk menutup kerusakan tersebut. Bahan yang digunakan untuk menutup kerusakan beton berbentuk cairan resin yang agak kental sehingga cairan tersebut dapat melalui lubang-lubang yang berukuran kecil. Salah satu produk yang dapat digunakan adalah Sikadur 752 yang diproduksi oleh PT.Sika Indonesia. Sedangkan Grouting dapat dilakukan untuk retak-retak atau lubang yang berukuran besar. Bahan yang digunakan untuk menutup kerusakan beton berbentuk mortar. Salah satu bahan berbentuk mortar yang dapat digunakan adalah SikaGrout FM yang diproduksi oleh PT. Sika Indonesia. Bentuk awal dari SikaGrout FM adalah bubuk (*powder*) dan berwarna abu-abu sama seperti semen. Namun yang berbeda adalah cara penggunanya, dimana SikaGrout FM cukup ditambahkan air sesuai dengan ketentuan tambah tambahan agregat. Bahan ini jika ditambahkan air besifat plastis sehingga dapat menempati bentuk atau ruang yang telah ditentukan. Kuat desak SikaGrout FM dapat mencapai 52 Mpa pada umur 28 hari. Jauh lebih tinggi dari Kuat desak beton yang umum digunakan untuk pekerjaan struktur berkisar 25 MPa. Kelebihan dari SikaGrout FM adalah mudah cara pemakaianya, bersifat sangat plastis sehingga mempermudah dalam penuangan, memiliki kuat desak yang tinggi, cocok digunakan untuk struktur bangunan air, tahan terhadap goncangan, dan pada umur 7 hari kuat desak SikaGrout FM telah melampui 75% kuat desak asli yaitu berkisar 40 Mpa tanpa perlu ditambah bahan untuk mempercepat reaksi (accelerator).

Dengan cara penggunakan SikaGrout FM yang hanya ditambahkan air saja, maka jumlah pemakaian SikaGrout FM sangat boros. Apalagi jika digunakan untuk

perbaikan struktur bangunan besar, tentunya membutuhkan SikaGrout FM yang banyak. Padahal harga SikaGrout FM tiga kali lipat harga semen biasa, sehingga biaya yang dibutuhkan juga besar. Untuk mengatasi tingkat pemakaian SikaGrout FM yang besar, penambahan sejumlah split (batu pecah) dengan ukuran tertentu dapat dijadikan salah satu alternatif. Dengan penambahan split (batu pecah) dapat mengurangi volume pemakaian SikaGrout FM, karena sebagian volume telah terisi oleh split. Namun jumlah perbandingan yang tepat antara SikaGrout FM dan split (batu pecah) agar kuat desak tetap tinggi (lebih besar dari kuat desak yang umum digunakan untuk struktur bangunan yaitu 25 MPa) belum ada ketentuannya.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang penelitian yang telah dikemukakan diatas, maka masalah yang dapat dirumuskan adalah :

1. Tingkat pemakaian SikaGrout FM sangat boros.
2. Kuat desak akhir yang dihasilkan SikaGrout FM terlalu tinggi dibanding kuat desak beton normal yang lazim digunakan di Indonesia.
3. Apakah kekuatan desak dan kuat lentur SikaGrout FM setelah ditambah split masih cukup tinggi untuk memenuhi persyaratan melakukan Grouting? Dimana persyaratan grouting kuat desak harus lebih besar dari kuat desok beton yang akan digrouting.
4. Bagaimanakah kriteria ukuran split yang cocok untuk ditambahkahkan ke dalam SikaGrout FM ?

5. Seberapa besar persentase penambahan split ke dalam SikaGrout FM sehingga Kuat desaknya masih cukup untuk memenuhi persyaratan melakukan Grouting pada beton yang rusak?
6. Seberapa besar persentase penurunan kuat desak campuran SikaGrout FM dan Split terhadap kuat desak SikaGrout FM saja?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui kuat desak dan kuat lentur campuran SikaGrout FM setelah ditambah Split apakah masih memenuhi persyaratan beton Grouting.
2. Mengetahui kriteria ukuran split yang cocok ditambahkan ke dalam SikaGrout FM.
3. Mengetahui persentase penambahan split ke dalam Sika Grout FM yang menghasilkan beton grouting yang memenuhi syarat.
4. Mengetahui perubahan kuat desak SikaGrout FM dan Split terhadap SikaGrout FM saja.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Menghasilkan suatu modifikasi pada penggunaan SikaGrout FM sebagai bahan Grouting beton yang rusak.
2. Diharapkan setelah penambahan Split pada SikaGrout FM dapat menghemat penggunaan SikaGrout FM .

7. Dimensi benda uji kuat desak beton menggunakan bentuk silinder dengan ukuran diameter 10 cm dan tinggi 20 cm,
8. Dimensi benda uji kuat lentur beton menggunakan bentuk balok dengan ukuran 10 cm x 10cm x 40 cm ,
9. Benda uji kuat desak beton (silinder) 3buah untuk setiap variasi campuran, maka jumlah benda uji kuat desak beton 30 buah,
10. Benda uji kuat lentur beton (balok) 3 buah untuk setiap variasi campuran, maka jumlah benda uji kuat lentur beton 30 buah,
11. Jumlah total benda uji 60 buah,
12. Pengaruh suhu, udara, dan faktor lain diabaikan,
13. Penyebaran sampel dalam campuran dianggap homogen dan merata,
14. Perawatan terhadap benda uji kuat tekan mortar dilaksanakan dengan cara merendam benda uji ke dalam bak air selama 6 hari,
15. Pelaksanaan penelitian dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik (BKT), Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Kuat tekan beton pada umur 7 hari didapat lebih tinggi pada beton dengan campuran silica fume dibandingkan beton tanpa silica fume. (Khayat,Vachon, dan Lanctot,1997)

Menurut Chen Zhang dengan adanya silica fume akan meningkatkan kepadatan pada daerah transisi sehingga meningkatkan kekuatan dari beton. Selain itu juga dikatakan bahwa reaksi puzzalonic akan menambah kekuatan beton (Subakti,1993)

2.2 Bahan Penyusun Beton Grouting

2.2.1 SikaGrout FM

Sika Grout FM merupakan beton grouting panas tinggi mengandung uap silika (silica fume) yang memiliki kemampuan mengalir yang sangat baik (*excellent flowability*), dapat digunakan untuk memperbesar volume suatu beton dan mengganti penyusutan plastis pada beton. SikaGrout FM dapat digolongkan ke dalam semen hidrolis karena dapat mengeras jika ditambahkan air.

SikaGrout FM dapat digolongkan ke dalam jenis Pozzolan karena kekuatan akhir yang tinggi, dan juga SikaGrout FM mengandung bahan Silica Fume (Uap Silika) yang merupakan hasil tambahan dari peleburan silikon dan logam campuran besi. Silica Fume benar-benar pozzolan buatan yang halus, pertama kali menimbulkan kesan seperti bahan pengotor udara yaitu seperti asap/uap. Permukaanya 50-100 kali

lebih halus dari semen Portland, dan oleh karena itu jauh lebih sulit dipegang dari pada fly ash, yang relatif lebih kasar. (John S.Schott,1991)

SikaGrout FM berbentuk serbuk dan berwarna abu-abu sama seperti semen biasa. Namun memeliki kuat desak dan kuat lentur yang cukup tinggi, sehingga bahan ini dapat digunakan untuk perbaikan beton yang rusak (grouting, breching, dll) . Kuat desak dan kuat lentur SikaGrout FM setelah umur 28 hari mencapai 52 MPa. Pada umur 7 hari mencapai 40 MPa. Pada umur 3 hari kuat desaknya mencapai 30 MPa dan pada umur 1 hari kuat desaknya mencapai 15 MPa.

Kelebihan lain dari SikaGrout FM adalah :

a. Pemakaianya cukup ditambah air
b. Perkembangan panas rendah
c. Tahan terhadap tumbukan dan getaran, tetapi pada saat pencampuran tidak boleh digetarkan.
d. Bahan pengganti kerusakan susut.
e. Kekuatan akhir yang tinggi (52 MPa)
f. Sangat cocok digunakan pada struktur bangunan air.

Selain digunakan untuk grouting beton yang rusak, dapat juga digunakan untuk ;

a. Pemasangan Baut Angkur
b. Bagian pada beton pracetak (sambungan)
c. Menutupi lubang dan celah pada beton
d. Digunakan pada adukan yang cukup kering (beton yang cukup lembab)

Selain itu juga bisa digunakan sebagai bahan grouting suatu bagian dari struktur hingga ketebalan 100 mm. Namun untuk perbesaran dengan ketebalan 20-100 mm disarankan pada pencampurannya menggunakan air yang bersuhu sangat rendah

(air es), hal ini bertujuan untuk mengantisipasi peningkatan temperatur yang terlalu cepat.

2.2.2 Air

Air merupakan bahan dasar dalam pembuatan beton yang penting. Air dalam campuran beton diperlukan untuk bereaksi dengan semen, serta menjadi pelumas antara butir-butir agregat agar dapat mudah dikerjakan dan dipadatkan Tetapi perlu dicatat bahwa tambahan air untuk pelumas ini tidak boleh terlalu banyak karena kekuatan beton menjadi menurun. Untuk bereaksi dengan SikaGrout FM, air yang diperlukan hanya sekitar 16 % dari berat SikaGrout FM.. Selain itu air juga berguna dalam metode perawatan beton yaitu dengan cara membasahi terus menerus beton atau beton yang baru, direndam di dalam air (Kardiyono, 1992).

Air inipun harus memenuhi persyataran yang ditentukan dalam SK - SNI No S-04-1989-F, yaitu :

1. Air harus bersih
2. Tidak mengandung lumpur, minyak dan benda-benda terapung lainnya yang dapat dilihat secara visual
3. Tidak mengandung bahan - bahan tersuspensi lebih dari 2 g/lt
4. Tidak mengandung garam - garam yang dapat larut dan dapat merusak beton (asam-asam, Zat organik dsb) lebih dari 15 g/lt. Kandungan klorida (Cl), tidak lebih dari 500 ppm, dan senyawa sulfat tidak lebih dari 100 ppm sebagai SO3
5. Bila dibandingkan dengan kekuatan tekan adukan dan beton yang memakai air yang diperiksa tidak lebih dari 10%
6. Semua air yang mutunya meragukan harus di analisa secara kimia dan di evaluasi mutunya menurut pemakaiannya

7. Khusus untuk beton pratekan, kecuali syarat-syarat tersebut diatas, air tidak boleh mengandung klorida lebih dari 50 ppm.

Secara umum air yang dapat dipakai untuk bahan pencampur beton adalah air yang keasamanannya tidak boleh (pH) > 6, juga tidak diperbolehkan terlalu sedikit mengandung kapur (R. Sagel dkk, 1993).

2.2.3 Udara

Sebagai akibat terjadinya penguapan air secara perlahan-lahan dari campuran beton, mengakibatkan terjadinya rongga-rongga pada beton keras yang dihasilkan. Adanya rongga ini akan memudahkan pengerjaan beton, mengurangi *bleeding*, *segregasi* dan mengurangi jumlah pasir yang diperlukan dalam campuran beton. Kandungan udara optimum ini adalah 9 % dari friksi mortar dalam beton.

2.2.4 Agregat Kasar

Agregat disebut agregat kasar apabila ukuran butirannya lebih besar dari 4,76 mm atau tertahan pada ayakan No. 4. Sifat agregat kasar mempengaruhi kekuatan akhir beton keras dan daya tahannya terhadap disintegrasi beton, cuaca, dan efek-efek perusak lainnya. Jenis agregat kasar pada umumnya adalah (Nawy, 1990) :

1. Batu pecah alami, didapat dari cadas atau batu pecah alami yang digali. Batu ini berasal dari gunung api, jenis sediment atau jenis metamorf. Batu ini memberikan kekuatan yang tinggi tetapi kurang memberikan kemudahan pengerjaan dan pengecoran dibandingkan dengan agregat kasar lainnya.

2. Kerikil alami, didapat dari proses alami yaitu pengikisan tepi maupun dasar sungai oleh air sungai yang mengalir. Kerikil mempunyai kekuatan lekat lebih rendah dari batu pecah.
3. Agregat kasar buatan, terutama berupa slag atau shale yang biasa digunakan untuk beton berbobot ringan.
4. Agregat untuk pelindung nuklir dan berbobot berat, agregat jenis ini misalnya : baja pecah, magnatit dan limonit.

Agregat yang digunakan pada penelitian ini harus memiliki tingkat keausan yang baik,yaitu < 30 %. Klasifikasi tingkat keausan agregat berdasarkan Bina Marga yang telah ditetapkan adalah sebagai berikut :

1. Keausan (15 - 20) % untuk batu istimewa.
2. Keausan (20 - 30) % untuk batu baik.
3. Keausan (30 - 40) % untuk batu cukup.

Tingkat keausan Agregat yang digunakan pada penelitian ini sebesar 25,5 %. Jadi agregat yang dugunakan tergolong agregat baik. Agregat yang akan ditambahkan ke dalam campuran Beton Grouting harus dalam keadaan jenuh (SSD). Hal ini bertujuan agar agregat tidak menyerap air yang akan digunakan untuk campuran dan juga tidak memberi air.

2.3 Penelitian terdahulu

2.3.1 Pengaruh penambahan Silica Fume terhadap Kuat Desak Beton Pasca Bakar (Susetiarto dan Priyatna,2003)

Beton yang diteliti adalah beton normal dengan bahan tambah silica fume dengan variasi penambahna silica fume 0%; 2,5 %; 5 %; 7,5% dan 10 %. Penambahan Silica fume bertujuan untuk menambahkan kuat desak beton dan mengurangi

penurunan kuat desak beton setelah kebakaran analisis yang digunakan menggunakanm metode ACI. Beton selain diuji desaknya juga dibakar pada suhu 400 °C selam 4 jam mengacu pada percobaan Mindess bahwa kuat desak beton dapat dipertahankan sampai suhu 300 °C, lebih dari itu kuat desak beton akan menurun. Halini juga dikuatkan bhwa komponen srtruktural yan gbaik direncanakan tahan api kebakaran) selam 4 jam (Surahman,1998).

Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut ini:

1. Setelah dibakar pada suhu 400 °C selama ± 4 jam, beton variasi 2,5 % terhadap berat semen mengalami peningkatan kuat desak 0,288 % dan beton variasi 0 %; 5%; 7,5 %; dan 10 % terhadap berat semen mengalami penurunan kuat desak berturut-turut sebesar 1,88 %; 2,994 %; 9,87 % dan 14,51 %.
2. Rasio kuat desak beton pra bakar dengan pasca bakar yang terjadi pada variasi 0%; 2,5 %; 5 %; 7,5% dan 10 % terhadap berat semen berturut-turut sebesar 98,12 %; 100%; 97%; 90,12 % dan 85,5 %.

2.3.2 Pengaruh Penambahan Silica Fume dan Superplasticizer terhadap Kuat Desak Beton (Ardi Novianto dan Robensyah ,2005)

Dalam penelitian *"Pengaruh Penambahan Silica Fume dan Superplasticizer terhadap Kuat Desak Beton"*, adukan beton normal dibuat dengan dosis *silica fume* dan *Superplasticizer* yang telah ditentukan, yaitu dengan variasi penambahan *silica fume* 2,5% ; 5% ; 7,5% ; 10% dan variasi penambahan *Superplasticizer* 0,6% ; 0,8% ; 1% ; 1,2% untuk beton umur 3 hari, 7 hari dan 28 hari. Penambahan silica fume dan superplasticizer bertujuan untuk menghasilkan beton yang lebih padat dibandingkan

beton normal sehingga seiring dengan penambahan tersebut kuat desak akan meningkat.

Hasil penelitian dengan penambahan *silica fume* dan *Superplasticizer* menunjukkan bahwa nilai kuat desak beton meningkat untuk semua variasi. Pada variasi *silica fume* 2,5% ; 5% ; 7,5% ; 10% dan *Superplasticizer* 0,6% ; 0,8% ; 1% ; 1,2% untuk umur beton 28 hari, kuat desak meningkat berturut-turut sebesar 40,98 MPa ; 45,72 MPa ; 53,76 MPa dan 56,36 MPa, atau telah mencapai kekuatan 100%. Prosentase kuat desak beton umur 3 hari sebesar 60% ; 58,98% ; 50,78% dan 52,58% untuk variasi 2,5 ; 5 ; 7,5 dan 10 terhadap beton umur 28 hari. Beton umur 7 hari menghasilkan kuat desak 86,26% ; 82,97% ; 72,57% dan 75,02% untuk variasi 2,5 ;5 ; 7,5 dan 10% terhadap beton umur 28 hari. Kuat desak yang paling besar dihasilkan oleh penambahan *silica fume* 10% dan superplasticizer 1,2% terhadap berat semen. Namun demikian, ikatan awal yang paling besar ditunjukkan oleh variasi penambahan *silica fume* 2,5% dan *superplasticizer* 0,6%.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Optimalisasi Penambahan Split Pada SikaGrout FM.

Grouting adalah memperbaiki beton yang rusak dan mengalami penurunan kekuatan dengan suatu mortar yang memiliki kuat desak lebih besar dari beton yang lama, sehingga dengan kekuatan beton yang besar tersebut dapat mengembalikan penurunan kekuatan beton yang telah rusak. Grouting terdiri dari 2 jenis yaitu Injeksi beton dan Grouting itu sendiri. Untuk keretakan-keretakan yang berukuran kecil (berkisar 4 mm) Injeksi beton merupakan cara yang tepat untuk menutup kerusakan tersebut. Bahan yang digunakan untuk menutup kerusakan beton berbentuk cairan resin yang agak kental sehingga cairan tersebut dapat melalui lubang-lubang yang berukuran kecil. Salah satu produk yang dapat digunakan adalah Sikadur 752 yang diproduksi oleh PT.Sika Indonesia. Sedangkan Grouting dapat dilakukan untuk retak-retak atau lubang yang berukuran besar. Bahan yang digunakan untuk menutup kerusakan beton berbentuk mortar. Produk dari Sika yang dapat gunakan untuk grouting antara lain :

a. SikaGrout 214-11
b. SikaGrout 215
c. SikaGrout 215 M
d. SikaGrout FM

Semua bahan tersebut memiliki kekuatan yang sangat tinggi. Kekuatan yang paling rendah dimiliki oleh SikaGrout FM 52 MPa umur 28 hari. Sika Grout FM

merupakan beton grouting panas tinggi mengandung uap silika (silica fume) yang memiliki kemampuan mengalir yang sangat baik (*excellent flowability*), dapat digunakan untuk memperbesar volume suatu beton dan mengganti penyusutan plastis pada beton. SikaGrout FM dapat digolongkan ke dalam semen hidrolis karena dapat mengeras jika ditambahkan air. SikaGrout FM dapat dogolongkan ke dalam jenis semen Pozzolan karena kekuatan akhir yang tinggi, dan juga SikaGrout FM mengandung bahan Silica Fume (Uap Silika) yang merupakan hasil tambahan dari peleburan silikon dan logam campuran besi.

Silica Fume benar-benar pozzolan buatan yang halus, pertama kali menimbulkan kesan seperti bahan pengotor udara yaitu seperti asap/uap. Permukaanya 50-100 kali lebih halus dari semen Portland, dan oleh karena itu jauh lebih sulit dipegang dari pada fly ash, yang relatif lebih kasar. (John S.Schott,1991). *Silica fume* memiliki sifat *pozzolan* yang memungkinkan terbentuknya perekat baru semacam semen akibat reaksi antara *silica diokside* (SiO_2) yang terkandung dalam *silica fume* dengan *Calsium hidrokside* ($Ca(OH_2)$) dari hasil hidrasi semen yang akan meningkatkan kekerasan beton. Dengan ukuran butirnya yang sangat halus, *silica fume* akan mengisi pori-pori dalam campuran mortar beton sehingga akan menambah kepadatan beton.

Menurut ASTM C 618-96 definisi *pozzolan* adalah bahan yang mengandung senyawa silica atau *silica* dan alumina, dimana walaupun pozolan tidak mempunyai sifat sementasi, tetapi dengan bentuknya yang halus, dengan adanya air maka akan terjadi reaksi secara kimia dengan *Calsium hidrokside* ($Ca(OH)_2$) atau biasa disebut kapur

padam pada suhu biasa, membentuk senyawa yang memiliki sifat-sifat seperti semen (kalsium silikat dan kalsium aluminat hidrat).

Dengan cara penggunakan SikaGrout FM yang hanya ditambahkan air saja, maka jumlah pemakaian SikaGrout FM sangat boros. Apalagi jika digunakan untuk perbaikan struktur bangunan besar, tentunya membutuhkan SikaGrout FM yang banyak. Padahal harga SikaGrout FM tiga kali lipat harga semen biasa, sehingga biaya yang dibutuhkan juga besar. Untuk mengatasi tingkat pemakaian SikaGrout FM yang besar, penambahan sejumlah split (batu pecah) dengan ukuran tertentu dapat dijadikan salah satu alternatif. Dengan penambahan split (batu pecah) dapat mengurangi volume pemakaian SikaGrout FM, karena sebagian volume telah terisi oleh split. Namun jumlah perbandingan yang tepat antara SikaGrout FM dan split (batu pecah) agar kuat desak tetap tinggi (lebih besar dari kuat desak yang umum digunakan untuk struktur bangunan yaitu 25 MPa) belum ada ketentuannya. Tentunya setelah ditambahka split akan mengalami penurunan kekuatan.

Jenis Agregat yang akan ditambahkan harus memiliki tingkat keausan yang baik, minimal nilai keausanya < 30 %. Hal ini dibutuhkan untuk mengimbangi tingkat kekerasan SikaGrout FM setelah mengeras.

Dalam penelitian ini jumlah penambahan split pada SikaGrout FM antara lain 30%, 40%, 50%, 60%, 70% dari kebutuhan volume benda uji . Sehingga dengan semakin bertambahnya split maka kebutuhan Sika Grout FM semakin berkurang. Dan tidak menutup kemungkinan pada penambahan yang semakin besar benda uji akan terlihat tidak rata karena ada agregat yang terlihat. Namun keadaan seperti itu tidak perlu

dikawatirkan terlebih dulu. Mengingat SikaGrout FM mengandung *silica fume* yang bisa dimanfaatkan sebagai *filler* (pengisi), karena kehalusannya, *silica fume* dapat mengisi celah-celah antara Sikagrout dan agregat. Dengan demikian, dapat menghindarkan penyusutan dan mampu mengurangi terjadinya *bleeding* dan segregasi, yang membuat mutu adukan lebih stabil.

3.2 Kuat Tekan Beton

Kuat Tekan adalah besarnya beban per satuan luas yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihsilkan oleh mesin tekan. (SNI 03-1974—1990).

Pengukuran kuat tekan beton dilakukan dengan membuat benda uji pada saat pengadukan beton berlangsung. Benda uji berupa silinder beton dengan ukuran diameter 100 mm dan tinggi 200 mm, benda uji ini kemudian ditekan dengan mesin penekan sampai pecah. Nilai kuat tekan dinyatakan dalan MPa atau kg/cm^2 dihitung dengan rumus sebagai berikut (Kardiyono, Teknologi Beton, 1992) :

Kuat desak beton $f'c = \frac{P}{A}$

Dengan : P = Beban maksimum (N) / (kg)

A = Luas penampang benda uji (mm^2) / (cm^2)

Karena benda uji yang digunakan bediameter 10 cm dan tinggi 20 cm , sehingga tidak sesuai dengan standart tes diman standart tes menggunakan silinder berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm maka nilai kuat desaknya dikalikan dengan faktor kompersi sebesar 104 %. (Murdock L.J dan K.M Brook, 1991).

Nilai uji yang diperoleh dari setiap benda uji akan berbeda, karena beton merupakan material yang heterogen. Yang kekuatannya dipengaruhi oleh proporsi campuran, bentuk dan ukuran, dan oleh kondisi lingkungan pada saat pengujian. Dari kuat tekan masing-masing benda uji kemudian dihitung kuat tekan rata-rata (f_{cr}'). Dengan persamaan (Murdock L.J dan K.M Brook, 1991):

$$f_{cr}' = \frac{\sum_{i=1}^{N=1} f'c(i)}{N}$$

dengan : f_{cr}' = kuat tekan beton rata-rata

$f'c$ = kuat tekan masing-masing benda uji (Mpa)

N = jumlah semua benda uji yang diperiksa

Faktor-faktor yang mempengaruhi kuat desak beton :

a. Jenis semen dan jumlah semen
b. Jenis, bentuk, tekstur dan gradasi agregat (halus dan kasar)
c. Berat jenis agregat
d. Berat volume agregat
e. Kadar air agregat
f. Faktor air semen
g. Kekuatan batuan
h. Suhu
i. Pengaruh Pemadatan Beton
j. Perawatan beton

3.3 Kuar Lentur Beton

Kuat Lentur adalah kemampuan balok beton yang diletakan pada dua perletakan untuk menahan gaya dengan arah tegak lurus sumbu benda uji, yang diberikan padanya sampai benda uji patah dan dinyatakan dalam Mega Pascal (Mpa) gaya tiap satuan luas.(SNI 03-4431-1997).

Beban yang bekerja pada struktur, baik yang berupa beban gravitasi(berarah vertikal) maupun beban-beban lain, seperti beban angin (dapat berarah horisontal), atau juga beban karena susut dan beban karena perubahan temperatur, menyebabkan adanya lentur dan deformasi pada elemen struktur. Lentur pada balok merupakan akibat dari adanya regangan yang timbul karena adanya beban luar. Apabila bebanya bertambah, maka pada balok terjadi deformasi dan regangan tambahan yang mengakibatkan timbulnya (atau bertambahnya) retak lentur di sepanjang bentang balok. Bila bebanya semakin bertambah, pada akhirnya dapat terjadi keruntuhan elemen. Taraf pembebanan demikian disebut keadaan limit dari keruntuhan pada lentur. Tegangan-tegangan lentur merupakan hasil dari momen lentur luar. Tegangan ini hampir selalu menetukan dimensi geometris penampang beton bertulang. (Nawy,1985).

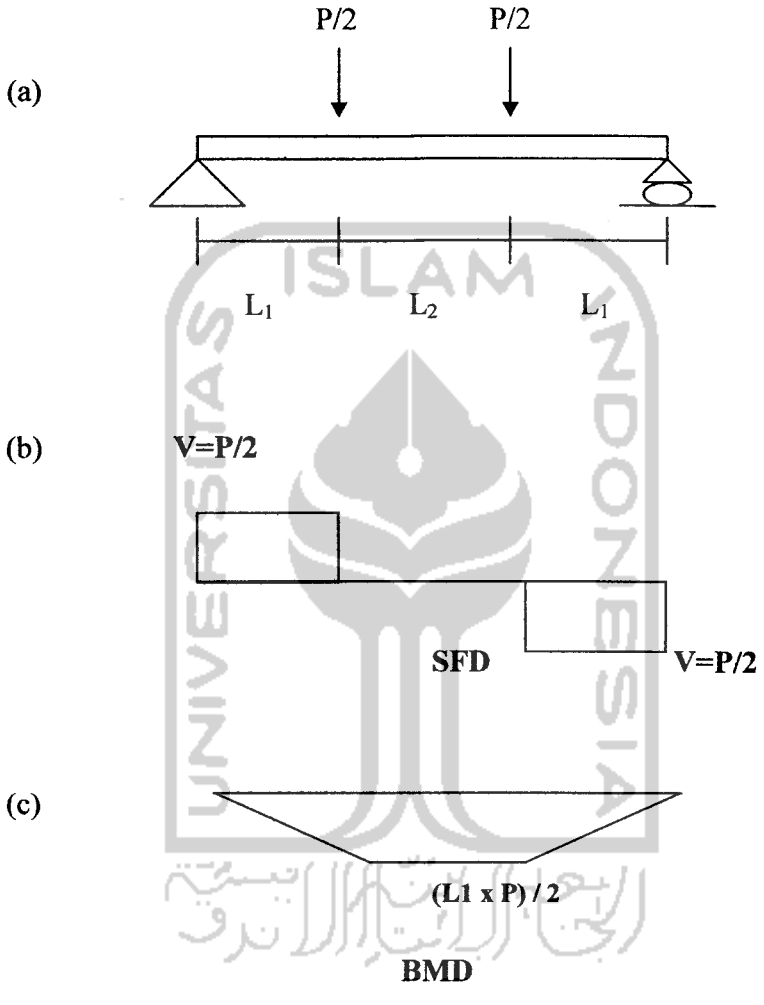
Lentur murni adalah suatu lenturan yang berhubungan dengan sebuah balok di bawah suatu momen lentur (*bending moment*) konstan, yang berati bahwa suatu momen berada pada gaya lintang sama dengan nol. Definisi dari lentur dapat diilustrasikan pada Gambar 3.1 sebagai berikut :

a. Sebuah balok sederhana yang dibebeni secara sistematis oleh dua buah gaya $\frac{P}{2}$

   (Gambar 3.1 a)

b. Gaya lintang (V) yang bersangkutan (Gambar 3.1 b)

c. Diagram momen lentur (Gambar 3.1 c)



Gambar 3.1 Balok dengan pusat beban berada dalam keadaan lentur murni.

a. balok dengan dua buah garis simetris

b. diagram gaya lintang

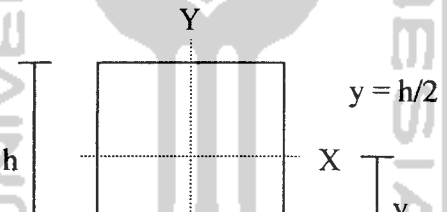
c. diagram momen

Daerah diantara beban-beban P/2 (selebar L_2) gaya lintangnya sama dengan nol dan hanya dikenakan suatu momen lentur konstan yang besarnya :

$$M = \frac{L_1 P}{2}$$

Berarti pada daerah tersebut, momen lentur yang terjadi merupakan lentur murni. Daerah-daerah yang panjangnya L_1 didekat ujung-ujung balok berada dalam keadaan lentur tidak merata dan terdapat gaya lintang, sedangkan besar momen adalah nol pada tumpuan, besarnya momen diluar tumpuan tergantung jaraknya terhadap tumpuan .

Tegangan lentur dalam balok berhubungan dengan momen lentur (M) dan momen inersia (I) dari tampang balok seperti terlihat pada Gambar 3.2 di bawah ini:



Gambar 3.2. Bentuk penampang balok

Dan nilai tegangan lentur dapat dinyatakan dalam rumus :

$$\sigma_{lt} = M.y/I$$

dimana : $I = (1/12).b.h^3$

dengan subtitusi persamaan dan kedalam persamaan didapat :

$$\sigma_{lt} = \frac{\left(\frac{L_1 \times P}{2}\right) \times \frac{h}{2}}{\left(\left(\frac{1}{12}\right) \times b \times h^3\right)}$$

$$\sigma_{lt} = \frac{3L1 \times P}{b \cdot h^2}$$

dengan : σ_{lt} = Kuat Lentur (kg/cm^2)

P = beban (gaya) maksimum

b = lebar tampang balok

h = tinggi tampang balok

Untuk L_1 = 8,75 cm dan L_2 =12,50 cm, maka Tegangan Lentur menggunakan rumus :

$$\sigma_{lt} = \frac{26,25P}{bh^2}$$

1.5 Batasan Masalah

Sesuai dengan tujuan penelitian, maka perlu adanya batasan-batasan penelitian sebagai berikut :

1. Benda uji mengguanakn standart ASTM (*American Society for Testing and Materials*),
2. Bahan grouting yang digunakan adalah SikaGrout FM yang diproduksi oleh PT. Sika Indonesia,
3. Air yang digunakan berasal dari laboratorium Bahan Kontruksi Teknik (BKT), Fakultas Teknik Sipil dan Perncanaan, Universitas Islam Indonesia,
4. Agregat kasar (split/kerikil) yang digunakan :
   - berasal dari Kulon Progo
   - ada 2 ukuran split yang digunakan sebagai bahan tambah. Yaitu :
     a. berukuran 5.5 mm lebih (sebesar biji jagung) atau lolos saringan 3/8" (9,5 mm) dan tertahan di saringan No.4 (4,75mm), untuk selanjutnya kita sebut dengan istilah *Jagung*.
     b. berukuran 20 mm lebih atau lolos saringan 1" (25,4 mm) dan tertahan di saringan 3/4" (19 mm), untuk selanjutnya kita sebut dengan istilah *1:2*.
5. Semua agregat kasar harus melalui tahapan pemeriksaan keausan agregat dengan menggunakan mesin Los Angeles . Untuk penelitian ini batas maksimal angka keausan 30 %,
6. Variasi penambahan Split pada mortar sebesar 30%, 40%, 50%, 60 %, 70 % dari volume mortar untuk setiap jenis split,

BAB IV

METODOLOGI PENELITIAN

Dalam penelitian ini akan dicari jenis dan berapa banyak penambahan split yang dapat mempertahankan kuat desak dan kuat lentur pada SikaGrout FM sehingga masih mampu digunakan sebagai beton grouting. Pengujian akan dilakukan pada saat umur beton 7 hari. Penelitian ini akan dilakukan di laboratorium dengan membuat beberapa benda uji silinder beton dan balok beton.

Metode pencampurannya mengikuti standart yang dibuat oleh PT. Sika Indonesia.

4.1 Standar Tes dan spesifikasi Bahan

Dalam pelaksanaan penelitian ini dilakukan pengujian dan klasifikasi terhadap bahan penyusun campuran beton Grouting. Adapun bahan-bahan penyusun tersebut adalah sebagai berikut :

1. SikaGrout FM.

   Bahan seperti semen yang memiliki keunggulan kuat desaknya yang mencapai 52 MPa pada saat umur 28 hari.

2. Agregat Kasar Batu Pecah.

   Pada penelitian ini digunakan agregat kasar berupa batu pecah yang berasal dari Clereng, Kulon Progo.

3. Air.

   Air yang digunakan berasal dari air PAM Laboratorium Bahan Kontruksi Teknik FTSP UII.

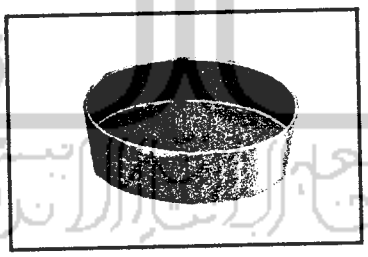
4. Udara

4.2 Peralatan Penelitian

Setelah bahan-bahan disiapkan, diperlukan persiapan beberapa peralatan yang dapat mengakomodasi maksud dan tujuan dari penelitian ini.

4.2.1 Ayakan atau Saringan

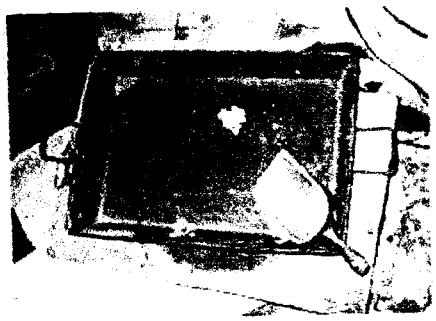
Ayakan (disebut pula saringan) digunakan untuk menyaring agregat. Saringan yang digunakan adalah saringan #8, yaitu saringan dengan diameter 2,36 mm seperti telihat pada Gamabar 4.1 di bawah ini



Gambar 4.1 Ayakan

4.2.2 Cetok dan Talam Baja

Cetok berfungsi sebagai pengaduk dan perata campuran, serta untuk memindahkan adukan ke dalam. Sedangkan Talam Baja berfungsi sebagai tempat meletakan campuaran beton. Contoh cetok dan Talam Baja seperti terlihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Foto Talam baja dan cetok

4.2.3 Gayung

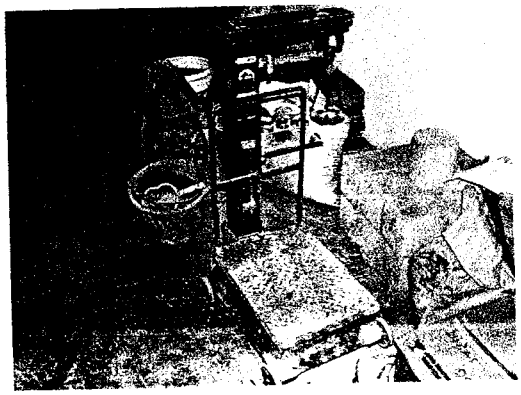
Gayung dalam pengujian ini berfungsi untuk mengambil air dari sumber air (kran) ke tempat pengujian akan dilaksanakan.

4.2.4 Kaliper atau Jangka Sorong

Kaliper adalah alat ukur dengan ketelitian 0,05 mm yang berfungsi untuk mengukur dimensi benda uji.

4.2.5 Timbangan

Timbangan kapasitas 130 Kg, berfungsi untuk menimbang bahan-bahan penyusun susun beton. Contoh Timbangan seeprti terlihat pada Gambar 4.3 di bawah ini:



Gambar 4.3 Foto Timbangan

4.2.6 Cat dan Kuas

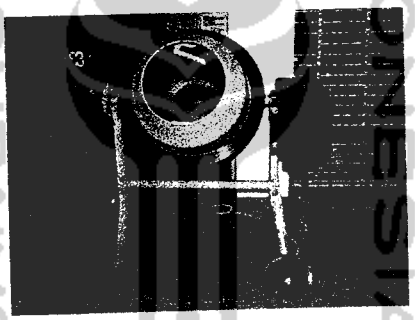
Cat dan kuas dalam pengujian ini adalah untuk memberi tanda/nama sampel (benda uji).

4.2.7 Papan Penyiku

Untuk membuat pasangan siku/tegak lurus, maka dibutuhkan papan penyiku.

4.2.8 Mesin Pengaduk

Mesin pengaduk menggunakan alat Molen yang ada di Laboratorium Bahan Konstruksi. Contoh Molen yang digunakan seperti terlihat pada Gambar 4.4 di bawah ini:



Gambar 4.4 Foto Mesin pengaduk

4.2.9 Mesin tekan lentur dan tarik Uji

Universal Testing Machine (UTM) merk shimitzu type UMH 30. Mesin tekan/tarik dengan bidang tumpuan dari baja, digunakan untuk uji kuat lentur mempunyai kekuatan tekan/tarik maksimum 20 ton. Seperti terlihat pada Gambar 4.5 :



Gambar 4.5 Foto Mesin Tekan Lentur Uji

4.2.10 Kerucut Abrams

Kerucut Abrams ini digunakan untuk mengetahui nilai Slump pada saat Mix beton seperti terlihat pada Gambar 4.6 di bawah ini:



Gambar 4.6 Foto Kerucut Abrams

4.3 Metode Perencanaa Adukan Beton Grouting/ Pembuatan Benda Uji

Metode pencampuran berdasarkan tata cara yang telah dibuat oleh PT.SikaGrout FM. Dan hanya menambahkan split berdasarkan perbandingan SikaGrout FM dan Split

yang telah direncanakan. Adapun tata cara urutan pembuatan benda uji menurut Standart Sika sebagai berikut :

1. Menentukan kebutuhan masing-masing kebutuhan bahan, namun kebutuhan air tetap 16 % dari berat SikaGrout FM dalam satuan liter (standart Sika).
2. Masukan kebutuhan air ke dalam mesin pencampur.
3. Tambahkan Agregat ke mesin pencampur.
4. Masukan semua kebutuhan SikaGrout FM secar perlahan
5. Mencampurkan beton Grouting dengan putaran rendah (400-600 rpm) selama 3 hingga 4 menit.
6. Menuangkan ke dalam cetakan benda uji secara perlahan sebelum mencapai 25 menit dan yang perlu diperhatikan pada saat memasukan benda uji ke cetakan jangan digetarkan atau di goyangkan.

4.3 Rekapitulasi benda uji

Tata Cara penamaan benda uji seperti tercantum pada tabel 4.1 di bawah ini :

Tabel 4.1 Tata Cara Penamaan Benda Uji

Jenis Agregat	Jumlah Agregat (%)	Jumlah SikaGrout FM (%)	Jumlah Benda Uji		Kode	
			Silinder	Balok	Silinder	Balok
Ukuran **Jagung** lolos # 3/8 tertahan # 4	30	70	3	3	BG030Sx	BG030Bx
	40	60	3	3	BG040Sx	BG040Bx
	50	50	3	3	BG050Sx	BG050Bx
	60	40	3	3	BG060Sx	BG060Bx
	70	30	3	3	BG070Sx	BG070Bx
Ukuran **1;1** lolos # 1/2 tertahan # 3/4	30	70	3	3	BG130Sx	BG130Sx
	40	60	3	3	BG140Sx	BG140Bx
	50	50	3	3	BG150Sx	BG150Bx
	60	40	3	3	BG160Sx	BG160Bx
	70	30	3	3	BG170Sx	BG170Bx

Catatan x = nomor benda uji

4.5 Pengujian Benda Uji

4.5.1 Pengujian kuat desak silinder beton grouting

Langkah-langkah yang ditempuh dalam pengujian kuat desak beton grouting adalah:

a. Setelah silinder beton direndam dalam air selama 7 hari, tinggi dan diameternya diukur. Kemudian ditimbang beratnya, kemudian diletakan pada alas pembebanan mesin uji kuat desak beton.

b. Mesin uji dihidupkan , pembebanan diberikan dari 0 KN hingga benda uji hancur dan besarnya beban maksimal dicatat sesuai pembacaan.

4.5.2 Pengujian Kuat lentur balok beton grouting

Pelaksanaan pengujian dilakukan dengan cara sebagai berikut :

1. Setelah balok beton direndam dalam air selama 7 hari, panjang sisi-sisinya diukur,dan permukaan yang akan di tekan diratakan. Kemudian ditimbang beratnya, kemudian diletakan pada alas pembebanan mesin uji kuat lentur beton beton yang sudah diberi tumpuan pada kedua ujung balok beton grouting.
2. Mesin uji dihidupkan , pembebanan diberikan dari 0 KN hingga benda uji patah dan besarnya beban maksimal dicatat sesuai pembacaan.

4.6 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian digambarkan dalam bagan alir berikut ini :

1. Tahap perumusan masalah.

   Tahap ini meliputi perumusan terhadap topik penelitian, termasuk perumusan tujuan, serta pembatasan terhadap permasalahan.

2. Tahap perumusan teori.

   Pada tahap ini dilakukan pengkajian pustaka terhadap teori yang melandasi penelitian serta ketentuan-ketentuan yang menjadikan acuan dalam pelaksanaan penelitian.

3. Tahap pelaksanaan penelitian.

   Pelaksanaan penelitian disesuaikan dengan jenis penelitian dan hasil yang ingin didapat. Pada tahap ini dimulai dengan pengumpulan bahan-bahan untuk pembuatan campuran beton. Selanjutnya untuk pelaksanaan penelitian dilakukan di laboratorium Bahan Kontruksi Teknik FTSP UII dengan urutan langkah sebagai berikut :

   a. Perencanaan bahan campuran beton.
   b. Perencanaan campuran beton.
   c. Pembuatan campuran beton.
   d. Pengujian slump.
   e. Pembuatan benda uji.
   f. Perawatan benda uji.
   g. Pengujian benda uji

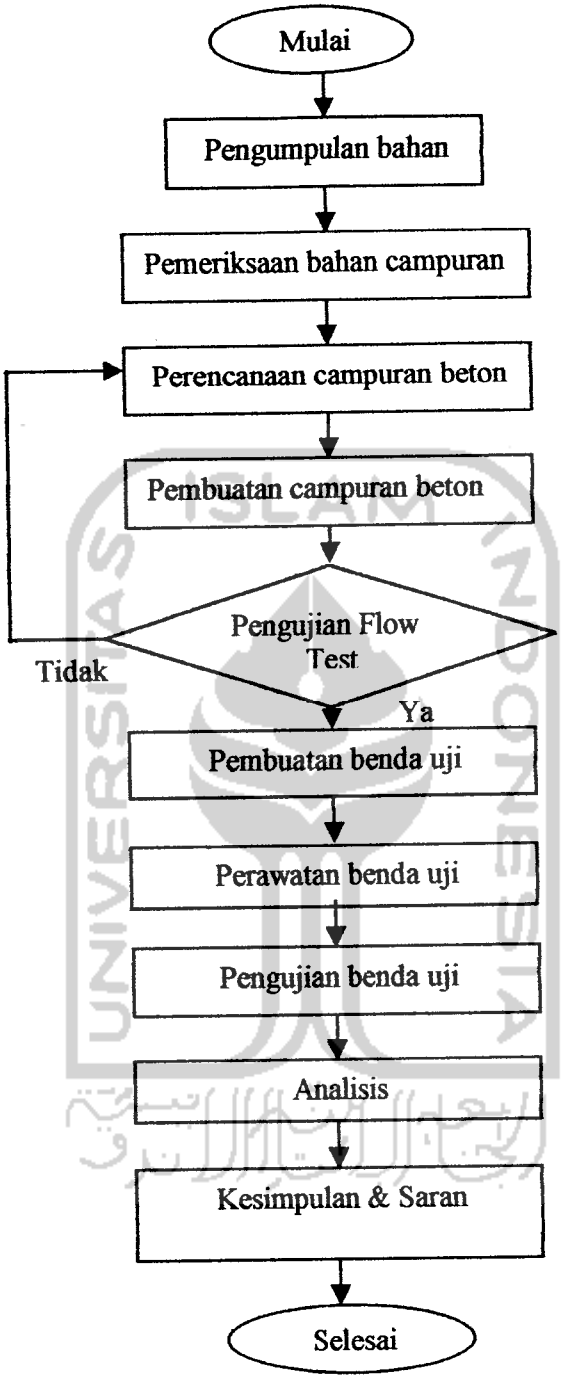
4. Tahap analisa dan pembahasan.

   Analisa dilakukan terhadap hasil uji laboratorium. Hasil uji laboratorium tersebut dicatat dan dibandingkan. Pembahasan dilakukan terhadap hasil penelitian ditinjau berdasarkan teori yang melandasi.

5. Tahap penarikan kesimpulan.

   Dari hasil laboratorium dapat diambil kesimpulan berdasarkan teori yang digunakan untuk menjawab pemecahan terhadap permasalahan.

   Untuk lebih jelasnya prosedur penelitian yang kami lakukan akan kami sajikan dalan bentuk diagram *Flow Chart* seperti pada gambar 4.7 dibawah ini :



Gambar 4.7 Bagan Alir prosedur penelitian

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Umum

Setelah melaksanakan penelitian dan pengujian dilaboratorium, maka hal yang nantinya akan menjadi bahasan meliputi :

1. Membandingkan kuat desak beton grouting antara beton grouting dengan tambahan batu pecah terhadap kuat desak beton grouting tanpa tambahan batu pecah.
2. Membandingkan kuat desak beton dengan mempertimbangkan karakteristik dari agregat kasar yang digunakan baik dari berat jenis, berat volume, keausan.
3. Membandingkan grafik tegangan dan regangan antara beton grouting dengan tambahan batu pecah dengan beton grouting tanpa tambahan batu pecah.

5.2 Hasil Pemerikasaan Kualitas Bahan

Sebelum melaksanakan pembuatan benda uji maka bahan-bahan yang akan digunakan harus diketahui dulu sifat karakteristik bahan tersebut. Pemerikasaan ini meliputi :

5.2.1 Pemeriksaan Agregat Kasar

Ada 2 jenis agregat yang akan digunakan pada percobaan ini. Untuk itu perlu diketahui sifat karakteristiknya untuk memudahkan dalam proses perhitungan dan pembahasan. Pemeriksaan agregat kasar terdiri dari pemeriksaan berat volume, pemeriksaan keausan agregat .

a. Pemerikasaan berat volume.

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan berat volume untuk masing-masing agregat yang akan digunakan sebagai bahan tambah pada beton grouting.

Tabel 5.1 Pemeriksaan Berat Volume Agregat

	1: 2	Jagung
Berat tabung (W_1), gram	11200	12800
Berat tabung + Agregat kering tungku (W_2), gram	19685	21367
Berat Agregat bersih (W_3),gram	8485	8570
Volume tabung (V), cm^3	5301,44	5301,44
Berat isi gembur = (W_3/V),gram/cm^3	1,600	1,616

Dari pemeriksaan ini diketahui bahwa berat volume dari kedua bahan tersebut hampir sama berkisar 1600 gram / cm^3

b. Pemeriksaan Keausan Agregat

Pemeriksaan ini bertujuan untuk mengetahui tingkat keausan dari agregat kasar yang akan digunakan untuk penelitian ini. Alat yang digunakan untuk pengujian ini adalah mesin Los Angeles. Cara pengujianya :

1. Menimbang 2500 gram untuk masing-masing jenis agregat. Total 5000 gram
2. Agregat yang akan diuji harus dalam keaadaan kering.
3. Mencampur keduan jenis agregat tersebut di dalam mesin Los Angeles.
4. Masukan bola baja yang akan digunakan sebagai media penghancur agregat sebanyak 11 buah.
5. Menutup lubang mesin dan pastikan dalam keadaan terkunci.
6. Mengatur jumlah putaran mesin sebanyak 500 putaran lalu hidupkan.

7. Mengeluarkan semua agregat, lalu menyaring agregat tersebut pada saringan no 12. Jumlah agregat yang tertahan di saringan 12 kita sebut (B).

8. Menghitung % keausan, nilai $\frac{A-B}{B}$ x 100 %

Dari penelitian di laboratorium didapat hasil pemeriksaan keausan agregat seperti pada tabel di bawah ini.

Tabel 5.2 Pemeriksaan Keausan Agregat Kasar

No	JENIS GRADASI		Berat
	SARINGAN		
	Lolos	Tertahan	
1	72.2 mm (3")	63.5 mm (2.5")	
2	63.5 mm (2.5")	50.8 mm (2")	
3	50.8 mm (2")	37.5 mm (1.5")	
4	37.5 mm (1.5")	25.4 mm (1")	2500 gr
5	25.4 mm (1")	19.0 mm (3/4")	
6	19.0 mm (3/4")	12.5 mm (0.5")	
7	12.5 mm (0.5")	09.5 mm (3/8")	
8	09.5 mm (3/8")	06.3 mm (1/4")	2500 gr
9	06.3 mm (1/4")	04.75 mm (No.4)	
10	04.75 mm (No.4)	02.36 mm (No.8)	
	Jumlah Benda Uji (A)		5000 gr
	Jumlah Tertahan Di Sieve 12 (B)		3725 gr
	Keausan = (A - B)/ A x 100 %		25,50%

Dari pemeriksaan laboratorium didapat angaka keausan agregat kasar 25,50 %, sehingga dapat disimpulkan bahwa ageregat yang akan digunakan tergolong batu baik menurut peraturan Bina Marga.

5.2.2 Pemeriksaan SikaGrout FM

Pemeriksaan ini meliputi pemeriksaan berat volume SikaGrout FM. Hasil pemeriksaan ini digunakan untuk menentukan ukuran kebutuhan masing-masing bahan tiap variasi campuran .

Tabel. 5.3 Pemeriksaan Berat Volume Sika Grout FM

	Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata
Berat tabung (W1), gram	5268,5	5226	5247,25
Berat tabung + Agregat kering tungku (W2), gram	9026,5	8986	9006,25
Berat Agregat bersih (W3),gram	3758	3760	3759
Volume tabung (V), cm^3	1571,43	1571,43	1571,43
Berat isi gembur = (W3/V),gram /cm^3	2,391	2,392	2,392

5.2.3 Nilai Flow Test Dan Workability

Pada pengujian ini, nilai Flow Test yang direncanakan harus dibawah waktu yang telah ditentukan yaitu sebesar 3 detik. Dari hasil pengujian, didapatkan nilai hubungan antara *Flow Test* terhadap kombinasi Sikagrout FM seperti pada Tabel 5.4 dibawah ini :

Tabel 5.4 Nilai Uji Flow Test (Slump)

KODE	Flow Test	
	Waktu	Nilai Flow Test(mm)
BG 000	0.5	160
BG 030	2.3	88
BG 040	2.13	96
BG 050	2.5	80
BG 060	1.6	116
BG 070	1.5	120
BG 130	4.18	49
BG 140	3.12	59
BG 150	3.95	51
BG 160	3.8	52
BG 170	2.92	64

Waktu (s)	Flow Test
0 - 3	60 - 180
3 - 6	30 - 60
6 - 12	10 - 30
>12	0 - 10

Keterangan:

BG : Beton Grouting

Dari tabel diatas terlihat bahwa nilai flowtest agregat 1:2 lebih kecil dari pada agregat jagung. Hal ini disebabkan bentuk agregat jagung kecil lebih mudah keluar dari ujung kerucut Abrams yang berdimensi 10 cm. Di karenakan ukuran agregat 1:2 besar memungkinkan terjadinya penyumbatan di ujung kerucut Abarams.

Mengingat nilai *Flow Test* yang tinggi akan menurunkan tingkat *workability* dan akibat dari penambahan kombinasi agregat dalam campuran beton grouting juga akan menurunkan tingkat *workability*.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa semakin besar ukuran yang digunakan akan mempengaruhikeenceran beton grouting, sehingga menyebabkan beton tersebut sulit dikerjakan. Akan tetapi, seiring bertambahnya agregat, tingkat *workability* sudah dapat diterima atau dengan kata lain pada pembuatan beton segar masih ada nilai *Flow Test* karena nilai ini masih berada dalam batas toleransi waktu *Flow Test* yang ditentukan. Waktu *Flow Test* tersebut berkisar antara 0 – 3 detik. Hal ini sesuai dengan pendapat N.Jackson: *"Permissible variations in concrete workablity to V-B consistometer with specified limits ± 3 s or 1/5 of the required value, whichever is the greater"*.

Kita ketahui bahwa penambahan agregat selain akan menurunkan kekuatan beton grouting juga akan menyebabkan terjadinya segregasi. Terlalu banyak agregat akan semakin mudah untuk terjadinya segregasi. Namun dari hasil pengamatan pada saat pembuatan benda uji, pada beton grouting segar tidak terjadi segregasi, hal ini dibuktikan dengan hampir tidak ada butir-butir kasar yang terlepas dari campuran beton grouting. Selain itu, kandungan *silica fume* dalam Sikagrout FM yang dimanfaatkan sebagai *filler* (pengisi), dengan kehalusannya dapat mengisi celah-

celah antara Sikagrout dan agregat. Sehingga mampu mengurangi terjadinya *bleeding* dan segregasi, yang membuat mutu adukan lebih stabil.

Dengan demikian, seperti yang telah disebutkan diatas dapat disimpulkan bahwa penambahan agregat pada penelitian ini dapat dilakukan karena maksud tertentu yaitu mempertahankan kelecakan adukan untuk memperoleh tingkat *workability* yang tinggi, meskipun seiring dengan naiknya nilai *Flow Test*. Hal ini dibuktikan dengan tidak terjadinya segregasi pada beton grouting dengan mengamati beton setelah diuji, tampak bahwa semua bahan susun beton sudah berinterloking dengan benar.

5.3 Hasil Penelitian dan Analisis.

Ada 2 aspek pengujian yang dilakukan pada penelitian ini. Pengujian yang dilakukan adalah uji kuat desak dan kuat lentur beton Grouting pada umur 7 hari.
Pada pengujian kuat desak beton grouting digunakan benda uji berbentuk silinder berdiameter 10 cm dan tinggi 20 cm. Jumlah benda uji untuk setiap variasi penambahan batu pecah 3 buah, sehingga jumlah keseluruhan benda uji silinder 33 buah .

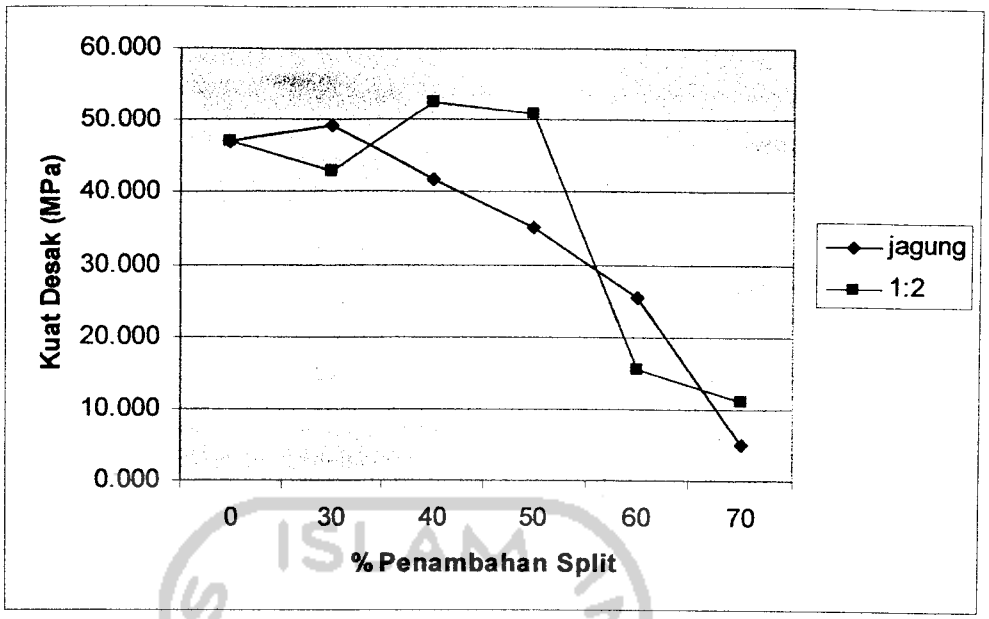
5.3.1 Kuat Desak Beton Grouting

Sebagai angka konversi hasil akhir kuat desak berdasarkan ukuran silinder berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm dikalikan factor pengali 104 %. Kemudian untuk mengetahui kuat desak pada umur 28 hari dikalikan 130 %. Angka 130 % didapatkan dari perbandingan antara kuat desak beton grouting umur 28 hari dan 7 hari yang terdapat pada petunjuk spesifikasi produk SikaGrout FM .

Hasil akhir pengujian kuat desak beton grouting setelah di rata-rata dan mengalami proses perhitungan seperti tercantum pada Tabel 5.5 dan Gambar 5.1 di bawah ini.

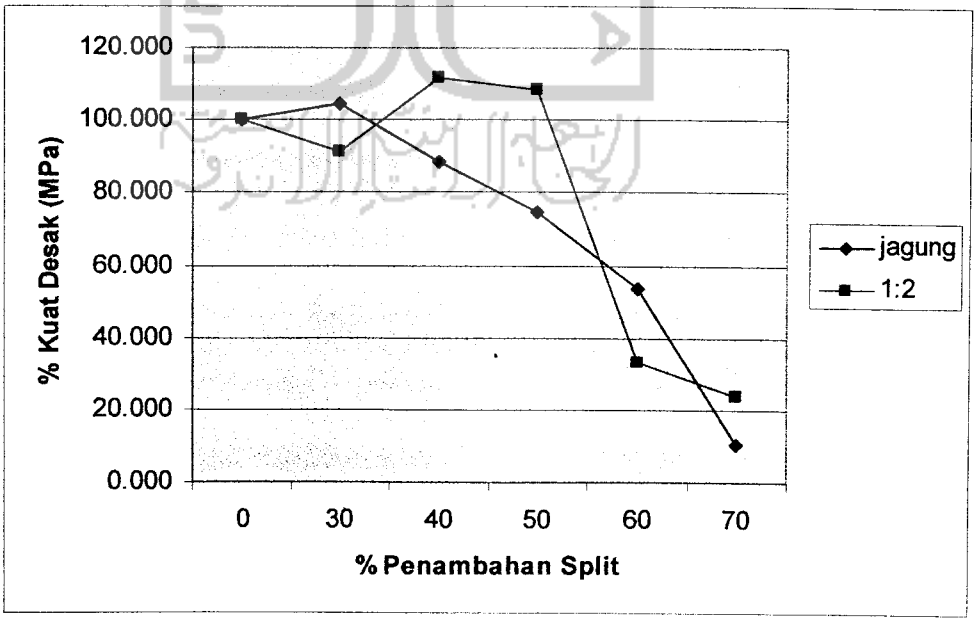
Tabel.5.5 Pengujian Kuat Desak Beton Grouting

No	Jenis	Jumlah Split		Kuat Tekan	Persentase kuat desak terhadap
		Jagung	1:2		
		(%)	(%)	MPa	BG 000 (%)
1	BG 000			47,000	100,000
2	BG 030	30		49,181	104,641
3	BG 040	40		41,644	88,604
4	BG 050	50		35,156	74,800
5	BG 060	60		25,307	53,844
6	BG 070	70		4,925	10,479
7	BG 000			47,000	100,000
8	BG 130		30	42,923	91,325
9	BG 140		40	52,511	111,726
10	BG 150		50	50,929	108,361
11	BG 160		60	15,525	33,032
12	BG 170		70	11,183	23,794



Gambar 5.1 Grafik Kuat Desak Beton Grouting

Untuk lebih memperjelas perubahan nilai kuat desak beton grouting setelah ditambah batu pecah, berikut tercantum grafik perubahan kuat desak beton grouting seperti pada Gambar 5.2 di bawah ini.



Gambar 5.2 Grafik Perubahan Kuat Desak Beton Grouting

Semua nilai kuat desak dan kuat lentur beton grouting dengan tambahan batu pecah akan dibandingkan dengan nilai yang dimiliki beton grouting tanpa tambahan batu pecah (BG 000) pada umur 28 hari

Pada penelitian ini telah didapat bahwa dengan persentase penambahan batu pecah yang sama nilai kuat desaknya tidak sama. Dengan persentase penambahan batu pecah 30% didapatkan pada batu pecah ukuran jagung sebesar 49,181 MPa, mengalami peningkatan sebesar 4,644% dari kuat desak BG 000. Sedangkan dengan penambahan batu pecah ukuran 1:2 didapatkan kuat desak beton grouting sebesar 42,923 MPa, mengalami penurunan 8,675 % dari kuat desak BG 000. Karena pada variasi ini jumlah batu pecah masih sedikit maka volume SikaGrout masih mendominasi, sehingga kuat desaknya masih tinggi. Namun yang terjadi pada variasi jagung mengalami kenaikan kuat desak, hal ini diluar dugaan awal jika SikaGrout FM ditambah batu pecah akan mengalami penurunan. Peristiwa ini terjadi karena proses ikatan antara pasta dengan agregat berjalan baik sekali.

Pada variasi penambahan batu pecah 40 % dan 50 % terjadi perbedaan kuat desak antara 2 jenis batu pecah. Pada penambahan batu pecah ukuran jagung terjadi penurunan berkisar antara 10-20 % dari kuat desak BG 000. Hal ini sesuai dengan perkiraan awal jika Sika Grout FM ditambah batu pecah akan mengalami penurunan. Sedangkan pada ukuran 1:2 terjadi peningkatan kuat desak, kuat desak yang dihasilkan 52,511 MPa (40%) dan 50,929 MPa (50%). Peristiwa ini terjadi karena ikatan antara pasta dan agregat berjalan baik sekali, dan bentuk dari agregat tersebut yang agak persegi dan bersudut memilik daya lekat yang baik serta ukuranya yang besar dapat meningkatkan kuat desaknya. Ditambah peristiwa interlocking antar agregat terpenuhi. Berbeda dengan batu pecah ukuran jagung, karena ukuran

agregat yang relatif kecil dan bentuknya yang pipih kemungkinan untuk meningkatkan kuat desak sangat kecil karena tidak memberikan daya lekat yang baik.

Nilai Kuat Desak pada penambhan batu pecah ukuran jagung dan 1:2 sangat kecil, kurang dari 20 MPa. Namun pada variasi penambahan batu pecah 60 % ukuran jagung masih baik jika digunakan untuk beton biasa, tetapi tidak sesuai jika digunakan sebagai beton grouting. Kuat desak yang sangat kecil dari variasi penambahan batu pecah 60% dan 70 % disebabkan oleh volume agregat yang ditambahkan lebih besar dari volume pasta semen grouting yang digunakan. Sehingga luas permukaan agregat yang harus ditutupi oleh pasta semen bertambah. Untuk bentuk agregat yang bersudut membutuhkan pasta yang lebih banyak

Pada variasi ini jarak antar agregat yang seharusnya terisi pasta semakin sempit dengan bertambahnya volume batu pecah dan berkurangya pasta semen. Hal ini dapat menyebabkan berkurangnya kuat desak karena daya dukung pasta semen terhadap agregat kecil. Berbeda dengan variasi penambahan batu pecah 30%, 40%, 50% jumlah pasta semen yang terdapat diantara agregat masih besar, sehingga mampu mengerahkan kekuatan yang lebih tinggi dari pada batu pecah.

Dengan tidak terpenuhinya kebutuhan pasta semen grouting mengakibatkan terbentuknya rongga-rongga diantara agregat. Selain karena faktor volume pasta, peristiwa susut plastis dan susut pengeringan beberapa jam setelah beton segar dicor ke dalam cetakan merupakan penyebab kualitas benda uji kurang baik.

Dimana *susut plastis* merupakan peristiwa terjadinya penguapan yang lebih cepat melalui permukaan beton dibandingkan dengan pergantian oleh air dari lapisan beton yang lebih bawah. Peristiwa ini terjadi beberapa saat setelah beton dicor ke

dalam cetakan. Dampak dari peristiwa ini terjadinya rongga-rongga terbuka di daerah permukaan bidang tekan dari benda uji, sehingga bentuk permukaan menjadi tidak rata dan proses penekan tidak berjalan baik (Nawy , Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar, 1990).

Sedangkan *susut pengeringan* adalah peristiwa telah terjadi pengurangan volume elemen beton karena kehilangan uap air yang disebabkan penguapan yang terjadi setelah beton mencapai bentuk akhirnya dan proses hidrasi pasta semen telah selesai. Dampak dari peristiwa ini terbentuknya rongga kosong di bagian tengah dari benda uji. Benda uji menjadi agak langsing di bagian badan dan volume kepadatanya berkurang (Nawy , Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar, 1990).

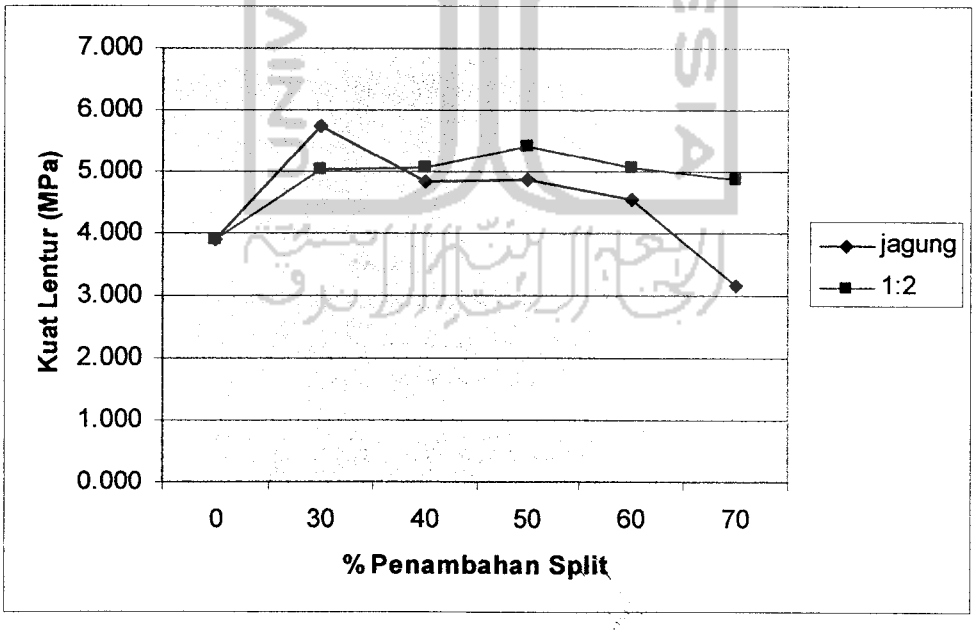
5.3.2 Kuat Lentur Beton Grouting

Pada pengujian kuat lentur beton grouting digunakan benda uji bebentuk balok dengan ukuran lebar 10 cm tinggi 10 cm dan panjang 40 cm. Jumlah benda uji untuk setiap variasi ada 3 buah, sehingga jumlah total benda uji kuat lentur 33 buah.

Hasil akhir pengujian kuat lentur beton grouting setelah di rata-rata dan mengalami proses perhitungan seperti tercantum pada Tabel 5.6 dan Gambar 5.3 di bawah ini.

Tabel 5.6 Kuat Lentur Beton Grouting

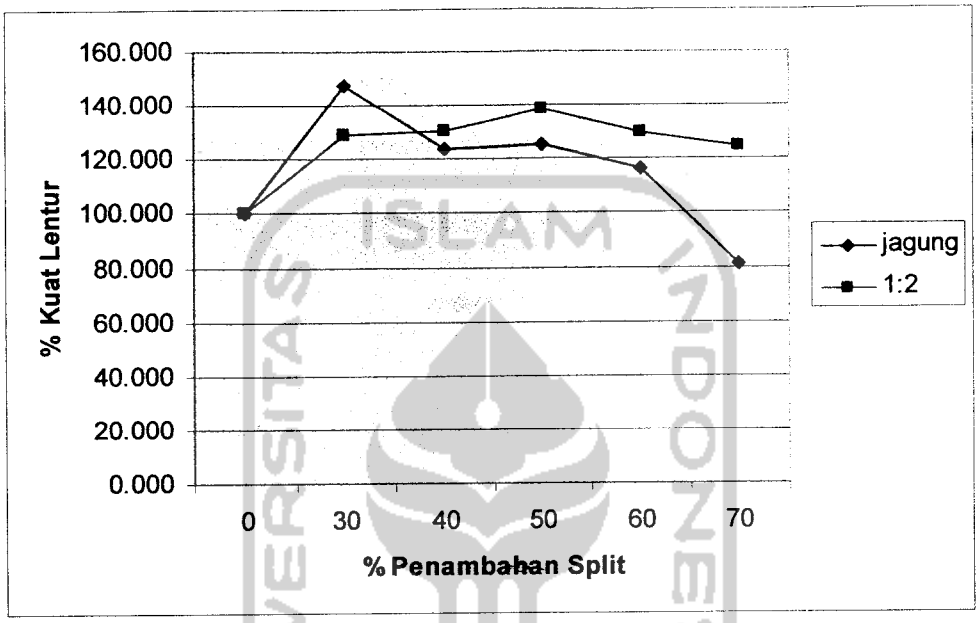
No	Jenis	Jumlah Split		Kuat Lentur	Perubahan terhadap BG 000 (%)
		Jagung	1: 2		
		%	%	MPa	
1	BG 000			3,904	100,000
2	BG 030	30		5,749	147,255
3	BG 040	40		4,834	123,834
4	BG 050	50		4,887	125,167
5	BG 060	60		4,548	116,488
6	BG 070	70		3,160	80,952
7	BG 000			3,904	100,000
8	BG 130		30	5,025	128,710
9	BG 140		40	5,081	130,138
10	BG 150		50	5,415	138,698
11	BG 160		60	5,071	129,900
12	BG 170		70	4,873	124,785



Gambar 5.3 Grafik Kuat Lentur Beton Grouting

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK
PERPUSTAKAAN
DAN PERANCANGAN
YOGYAKARTA

Untuk lebih memperjelas perubahan angka kuat lentur beton grouting setelah ditambah batu pecah, berikut tercantum grafik perubahan kuat desak beton grouting seperti pada Gambar 5.4 di bawah ini.



Gambar 5.4 Grafik Perubahan Kuat Lentur Beton Grouting

Dari pengujian di Laboratotium Bahan Kontuksi Teknik UII, didapatkan bahwa hampir semua nilai kuat lentur beton grouting untuk semua variasi penambahan batu pecah mengalami kenaikan dibanding BG 000, kecuali untuk variasi 70 % dengan batu pecah ukuran jagung (BG 070) yang mengalami penurunan dibanding BG 000. hal ini disebabkan karena *interlocking* antar agregat berjalan dengan baik walaupun sebagai permukaan dari sisi-sisi benda uji tidak rata. Seperti terlihat pada sebagian permukaan sisi benda uji dengan variasi BG 050, BG 060, BG 070, BG 160, BG 170. Namun dari keempat sisi yang akan dipilih sebagai bidang

pembebanan dan sebagai bidang tumpuan masih rata sehingga proses pengujian berlangsung baik.

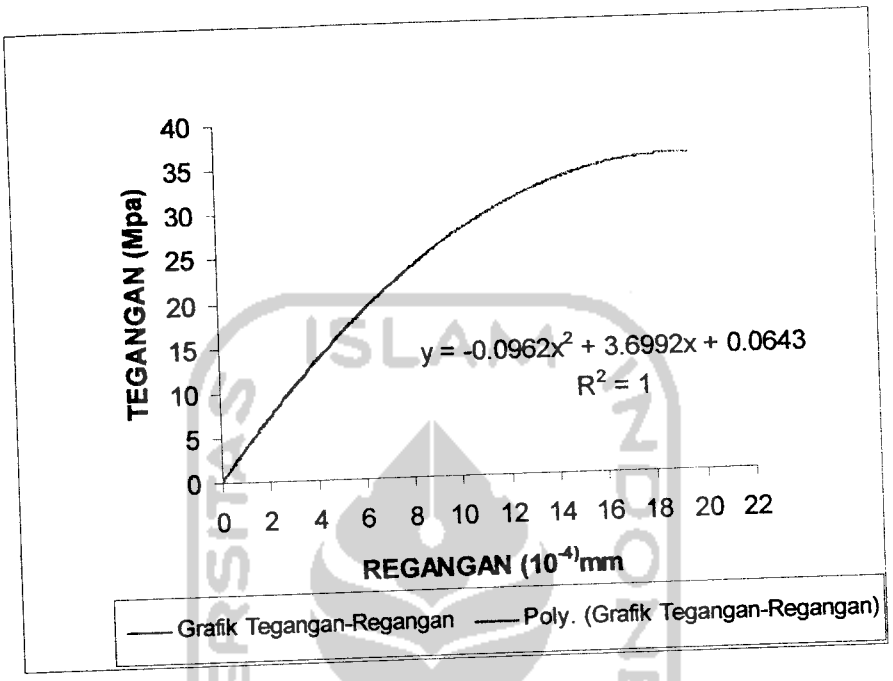
Kualitas agregat yang digunakan juga menentukan hasil dari ikatan – ikatan dengan pasta semen. Agregat yang digunakan memiliki tekstur yang bersudut dan memiliki tingkat keausan yang baik menurut Bina Marga sehingga beton yang dihasilkan memiliki kuat lentur yang cukup baik. Biasanya kuat lentur dari suatu beton berkisar antara 9-10% dari kuat desaknya. Yang terjadi pada penelitian ini lebih dari 10% kuat desaknya, sehingga kuat lenturnya mengalami peningkatan.

5.3.3 Analisis Modulus Elastisitas dan Modulus Kenyal Beton

Pengujian tegangan-regangan tidak dilakukan terhadap seluruh benda uji disebabkan keterbatasan, sehingga hanya diambil 1 sampel dari satu variasi berjumlah 3 sampel. Seluruh pengujian tegangan-regangan dilaksanakan di Laboratorium Bahan Kontruksi Teknik, FTSP UII. Grafik hubungan tegangan-regangan benda uji untuk masing-masing umur beton ditunjukkan pada gambar dibawah ini :

a. Tanpa Penambahan Split (Batu Pecah)

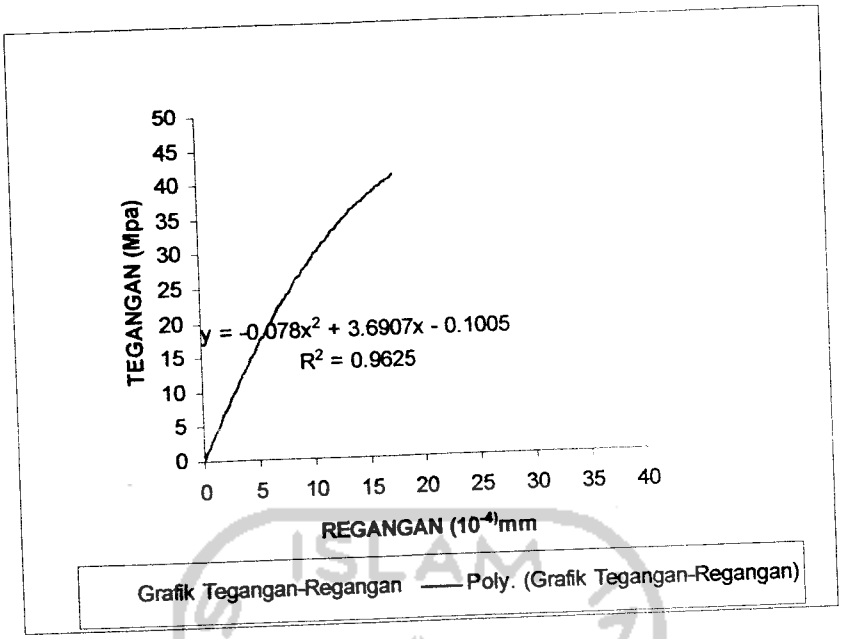
Hasil Pengujian Tegangan Regangan BG 000 seperti terlihat pada Gambar 5.5 di bawah ini :



Gambar 5.5 Grafik Tegangan Regangan BG 000

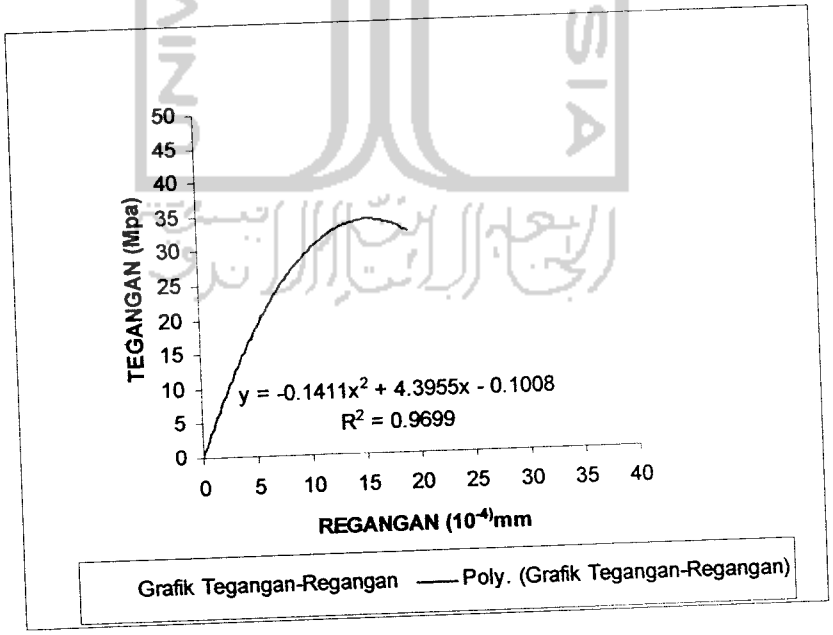
b. Dengan variasi penambahan split ukuran biji jagung

Hasil Pengujian Tegangan Regangan BG 030 seperti terlihat pada Gambar 5.6 di bawah ini :



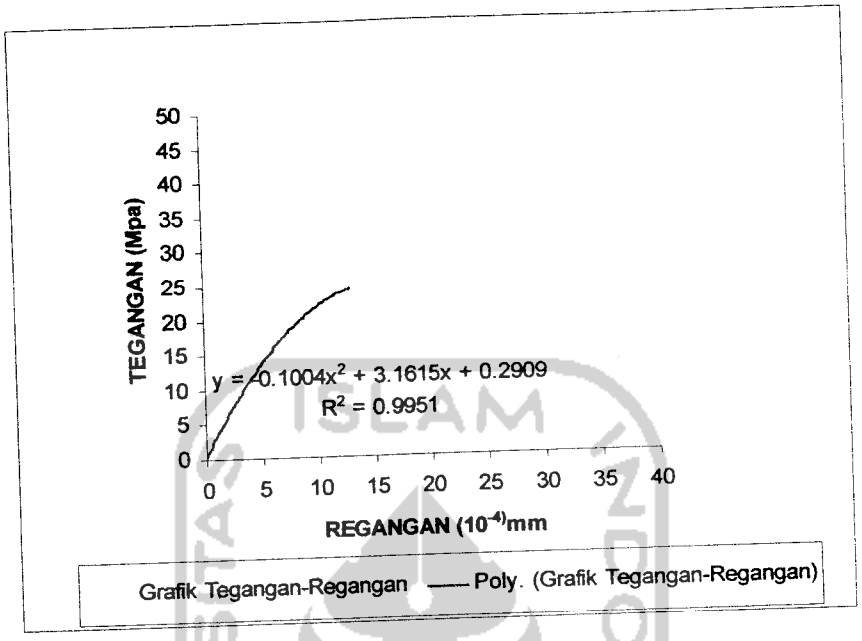
Gambar 5.6 Grafik Tegangan Regangan BG 030

Hasil Pengujian Tegangan Regangan BG 040 seperti terlihat pada Gambar 5.7 di bawah ini :



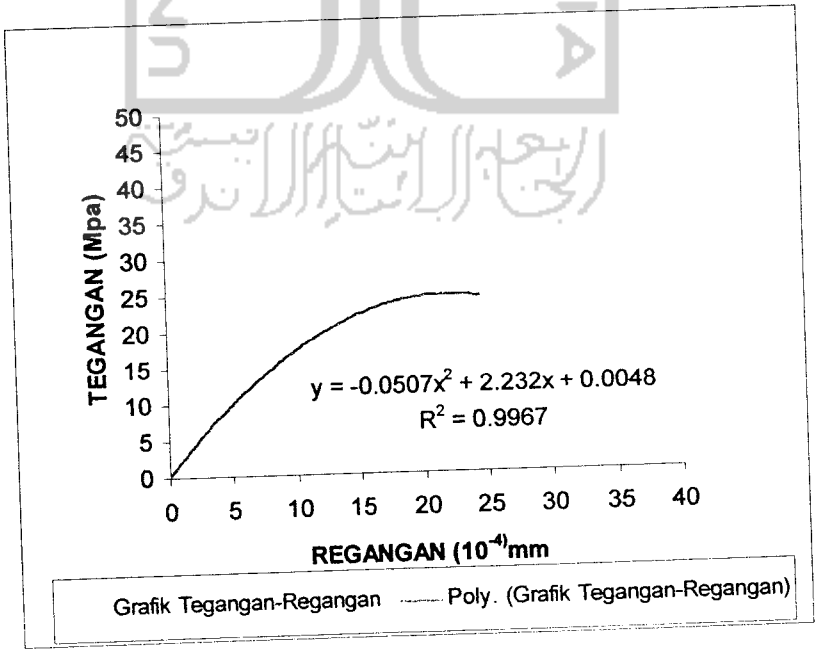
Gambar 5.7 Grafik Tegangan Regangan BG 040

Hasil Pengujian Tegangan Regangan BG 050 seperti terlihat pada Gambar 5.8 di bawah ini :



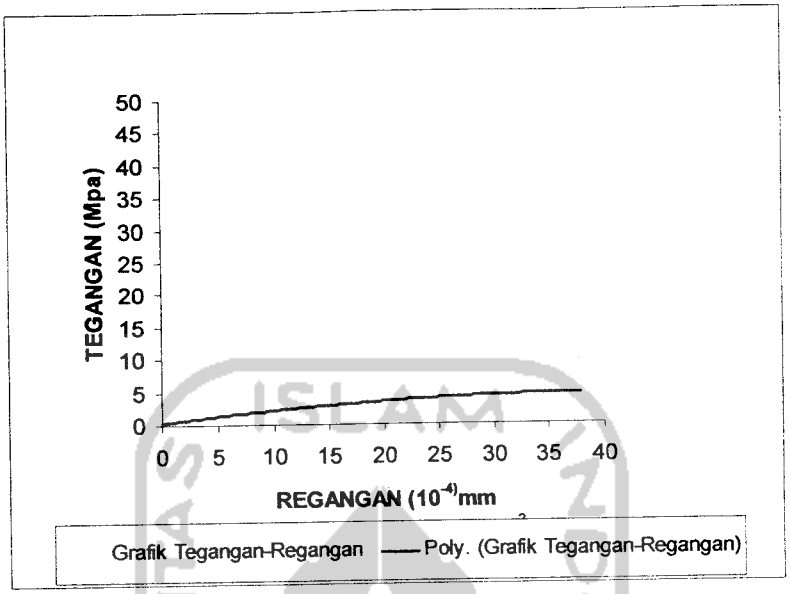
Gambar 5.8 Grafik Tegangan Regangan BG 050

Hasil Pengujian Tegangan Regangan BG 060 seperti terlihat pada Gambar 5.9 di bawah ini :



Gambar 5.9 Grafik Tegangan Regangan BG 060

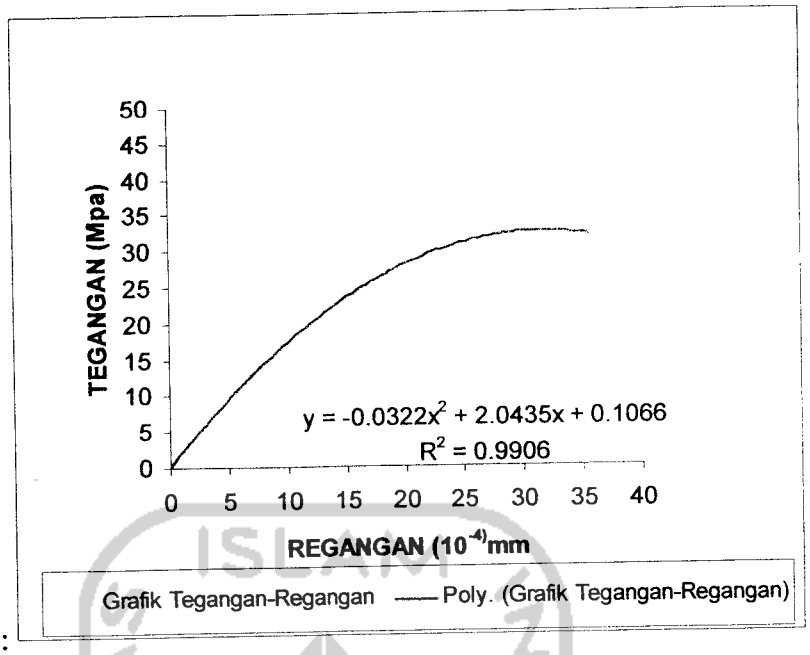
Hasil Pengujian Tegangan Regangan BG 070 seperti terlihat pada Gambar 5.10 di bawah ini :



Gambar 5.10 Grafik Tegangan Regangan BG 070

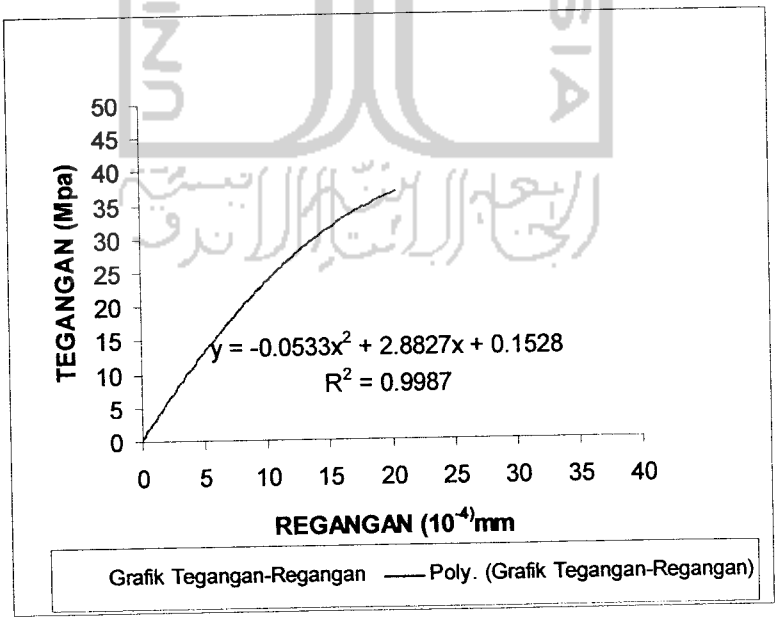
c. Dengan variasi penambahan split ukuran 1 : 2

Hasil Pengujian Tegangan Regangan BG 130 seperti terlihat pada Gambar 5.11 di bawah ini



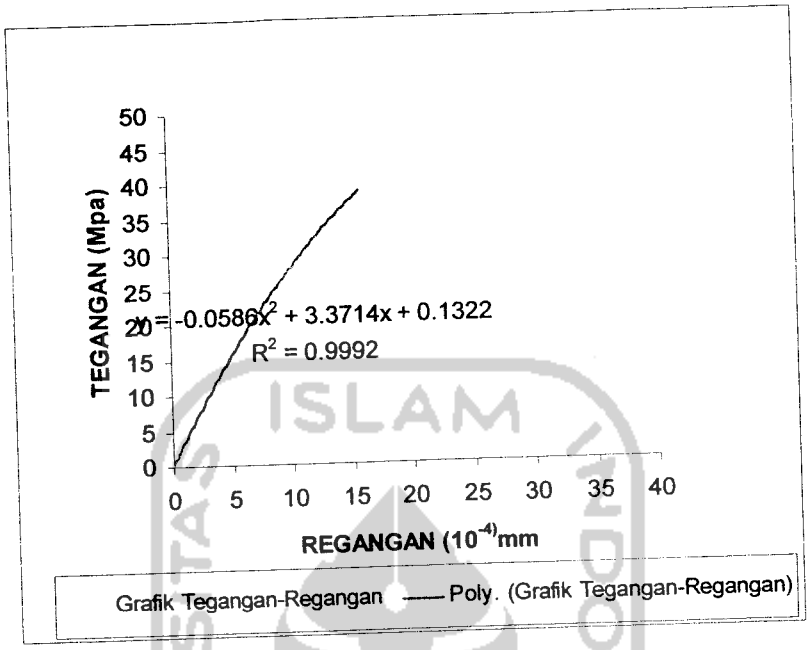
Gambar 5.11 Grafik Tegangan Regangan BG 130

Hasil Pengujian Tegangan Regangan BG 140 seperti terlihat pada Gambar 5.12 di bawah ini :



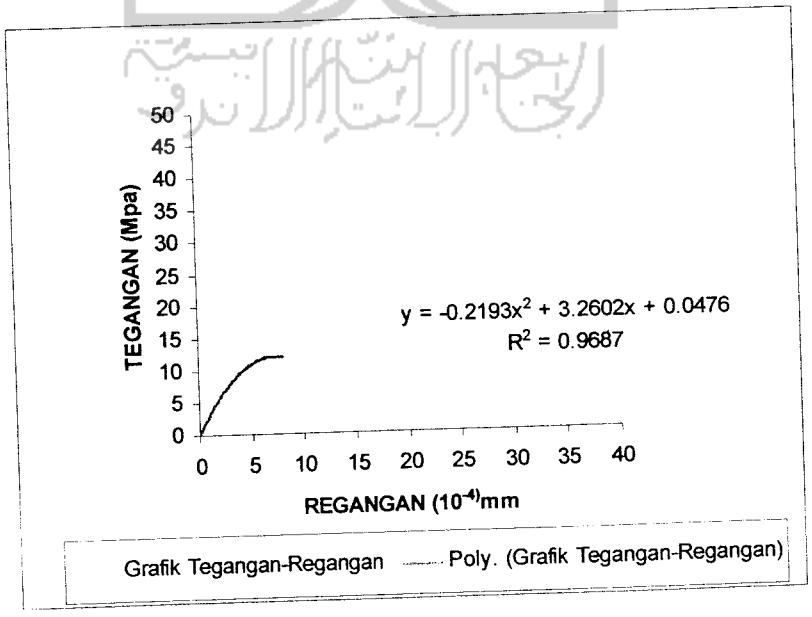
Gambar 5.12 Grafik Tegangan Regangan BG 140

Hasil Pengujian Tegangan Regangan BG 150 seperti terlihat pada Gambar 5.13 di bawah ini :



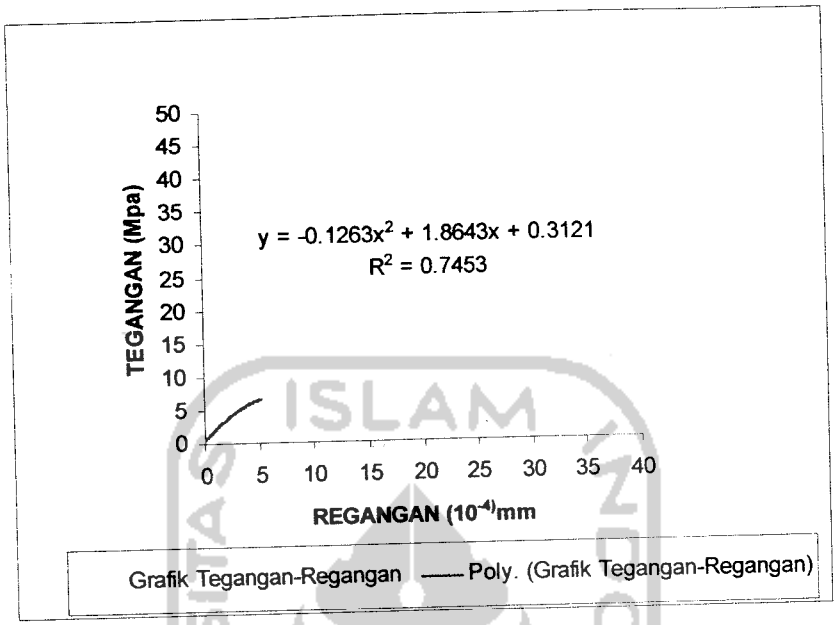
Gambar 5.13 Grafik Tegangan Regangan BG 150

Hasil Pengujian Tegangan Regangan BG 160 seperti terlihat pada Gambar 5.14 di bawah ini :



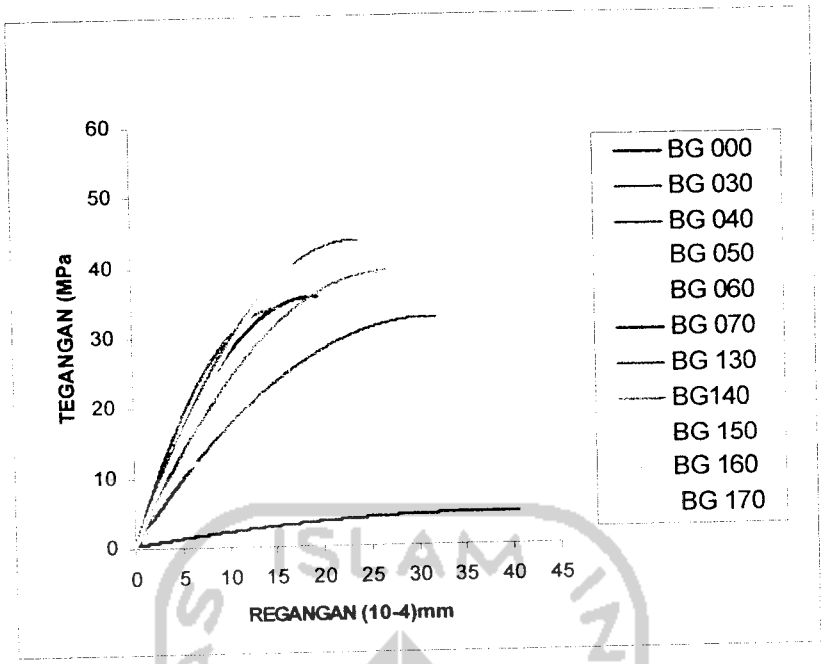
Gambar 5.14 Grafik Tegangan Regangan BG 160

Hasil Pengujian Tegangan Regangan BG 170 seperti terlihat pada Gambar 5.15 di bawah ini :



Gambar 5.15 Grafik Tegangan Regangan BG 170

Hasil Gabungan Pengujian Tegangan Regangan semua jenis campuran seperti terlihat pada Gambar 5.16 di bawah ini :



Gambar 5.16 Grafik Gabungan dari semua campuran SikaGrout FM

Proses perhitungan Modulus Elatisitas Beton Grouitng sebagai berikut:

Modulus Elastisitas Uji (***Ec***) = σ / ε

dimana: σ = tegangan pada 0,4 kuat tekan uji

ε = regangan yang dihasilkan dari tegangan (σ)

Dikarenakan pada pengujian ini memperhitungkan nilai berat volume (Wc) benda uji maka untuk mencari nilai Modulus Elastisitas Teoritis digunakan rumus sebagai berikut :

Modulus Elatisitas (***Ec***) = $0.043 * Wc^{1.5} * \sqrt{f'c}$

dimana: Wc = Berat volume Benda Uji (gr/cm^3)

f'c = Kuat desak beton uji.

Untuk hasil perhitungan Modulus Elastisitas (*Ec*) kuat tekan beton grouitng dengan bahan tambah batu pecah pada umur 7 hari dapat dilihat pada Tabel 5.7 di bawah ini:

Tabel 5.7 Perhitungan Modulus Elastisitas

Tipe	σ maks (MPa)	0.4 σ max (MPa)	ε (10-4)	Modulus Elastisitas (MPa)		Presentase (%)	Berat Volume
				Uji	Teoritis ($0.043*Wc^{1.5}*\sqrt{f'c}$)		
BG 00	35,059	14,024	4,242	33062,954	25901,638	127,65	2179,24
BG 030	37,832	15,133	4,569	33123,636	29709,675	111,49	2328,09
BG 040	32,034	12,814	3,284	39013,929	27765,530	140,51	2352,28
BG 050	27,043	10,817	3,784	28584,242	25050,729	114,11	2323,89
BG 060	19,467	7,787	3,.818	20396,950	20752,653	98,29	2287,21
BG 070	4,386	1,754	7,320	2397,002	8050,399	29,77	1999,26
BG 130	30,091	12,037	6,.505	18504,366	25888,846	71,48	2292,36
BG 140	35,923	14,369	5,489	26179,944	28922,522	90,52	2326,60
BG 150	39,177	15,671	5,053	31013,588	30085,614	103,08	2320,52
BG 160	11,942	4,777	1,629	29322,672	16452,324	178,23	2305,,73
BG 170	8.602	3,441	1,936	17777,760	12296,843	144,57	2118,41

Modulus elastisitas dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu karakteristik agregat, umur beton, kondisi rawatan beton dan metode pengukuran nilai modulus.. Modulus elastisitas beton akan meningkat dengan bertambahnya waktu. Peningkatan modulus elastisitas tergantung pada kelangsungan proses hidrasi semen, yang berhubungan dengan berkurangnya porositas beton dan peningkatan kekuatan. Perawatan dengan mempertahankan permukaan beton untuk selalu lembab akan menghasilkan modulus elastisitas beton lebih tinggi dibanding tanpa perawatan(Wang dan Salmon,1993). Modulus elastisitas sangat bergantung pada kekuatan maksimum beton tersebtu. Semakin tinggi kekuatan maksimumnya semakin tinggi pula modulus elastisitasnya.

Modulus Elatisitas merupakan sifat beton yang berkaitan dengan mudah atau tidaknya beton mengalami deformasi. Modulus elastisitas adalah perbandingan antar nilai tegangan pada 0,4 tekan uji terhadap nilai regangan yang dihasilkan dari tegangan. Lebih lanjut Namy (1990) menyatakan bahwa modulus elastisitas adalah kemiringan suatu garis lurus yang menghubungkan titik pusat dengan suatu harga tegangan (sekitar 0,4 f'c). Modulus Elastisitas ini memenuhi asumsi praktis bahwa regangan yang terjadi selama pembebanan pada dasarnya dapat dianggap elatis. Dari Modulus Elatisitas dapat diketahui seberapa besar kekakuan beton tersebut.

Pada tabel 5.7 dapat diketahui bahwa angka Modulu Elastistas (Ec) uji pada variasi BG 030, BG 040, BG 050 lebih besar dari Modulus Elastisitas (Ec) teoritis. Namun pada BG 060, BG 070 nilai Modulus Elastisitas (Ec) uji lebih kecil dari pada Modulus Elastisitas(Ec) teoritis. Hal ini dimungkinkan karena jeleknya bentuk benda uji yang tidak rata dan berongga sehingga nilai regangan dari kedua variasi ini terlalu tinggi dibandingkan dengan kuat desaknya. Pada variasi BG 060 dan BG 070 telah terjadi peristiwa *Rangkak* (lateral material flow) yaitu penambahan regangan terhadap waktu akibat beban yang bekerja (Nawy,1990). Terlihat pada grafik tegangan regangan BG 060 dan BG 070 bahwa garisnya memiliki kecenderungan turun akan tetapi panjang.

Namun yang terjadi pada variasi batu pecah 1:2 yaitu variasi BG 130, BG 140 nilai Modulus Elatisitas (Ec) uji lebih rendah dibanding nilai Modulus Elatisitas (Ec) teoritis. Hal ini terjadi karena nilai regangan yang dihasilkan terlalu tinggi jika dibandingkan dengan kuat desaknya. Akan tetapi peristiwa rangkak tidak terjadi pada variasi ini. Sedangkan pada BG 150 nilai Modulus Elastisitas (Ec) uji lebih tinggi sedikit dibanding Modululus Elastisitas (Ec) teoritis. Pada BG 160 dan BG 170 nilai

regangan yang dikerahkan terlalu kecil sehingga Modulus Elatisitas (Ec) uji lebih besarnya dari pada Modulus Elastisitas (Ec) teoritis.

BAB VI
KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan pada bab sebelumnya, maka dapat ditarik kesimpulan akhir untuk menjawab rumusan masalah dan tujuan dari penelitan ini, yaitu sebagai berikut.

1. Penambahan split memberikan pengaruh pada nilai *flowtest* dan *workability*, masing-masing variasi split memiliki nilai *flowtest* yang berbeda dikarenakan komposisi yang berbeda.
2. Penambahan split dengan persentase tertentu pada Sika Grout FM masih dapat memberikan kuat desak yang tinggi, sehingga dapat digunakan sebagai beton grouting.
3. Split yang digunakan sebagai bahan tambah mampu menjaga kualitas kuat desak dan kuat lentur dari beton grouting .
4. Persentase penambahan split ukuran jagung yang optimum adalah 30 % (BG 030) dengan nilai Kuat Desak 49,181 MPa. Karena nilainya justru mengalami peningkatan dibanding BG 000 dengan nilai 47 MPa.
5. Persentase penambahan split ukuran 1:2 yang optimum adalah 40% (BG 140) dan 50 % (BG150) dengan nilai Kuat Desak 52,511 MPa dan 50,929 MPa. Karena nilainya justru mengalami peningkatan dibanding BG 000 dengan nilai 47 MPa. Namun dengan penambahan batu pecah 50 % (BG 150) dirasa lebih efektif dari segi biaya.

6. Didapatkan bahwa variasi penambahan batu pecah terbaik BG 030 dan BG 150 memliki kuat desak yang tinggi sehingga hasil dari penelitian ini dapat digunakan sebagai alternatif untuk melakukan grouting pada beton yang rusak karena kuat desak yang dihasilkna masih tinggi.

6.2 Saran

1. Perlu adanya ketelitian yang lebih baik pada saat pembuatan benda uji. Hal-hal yang harus diperhatikan adalah pada saat pencampuran, proses pemindahan campuran ke dalam cetakan harus berimbang satu cetakan dengan yang lainnya dari segi proporsi bahan.
2. Dicoba penelitian yang baru dengan bahan tambah kombinasi dari split ukuran jagung dan ukuran 1:2, diambil persentase penambahan yang memiliki hasil terbaik (30 % unutk ukuran jagung dan 50 % untuk ukuran 1:2) kemudian dirata-rata (40%). Jadi persentase split 40% dan SikaGrout FM.
3. Perlu adanya penelitian kembali dengan tambahan split dan pasir. Diharapkan dengan adanya pasir dapat difungsikan sebagai filler.
4. Perlu adanya penelitian kembali dengan variasi penambahan split yang terbaik digunakan sebagai perbaikan beton yang rusak. Bisa digunakan Silinder uji yang telah pecah setelah diuji kemudian diisi dengan beton grouting setelah ditambahkan split yang terbaik. Kemudian di uji kuat desaknya .

DAFTAR PUSTAKA

Abdul Kadir Aboe, 1993, KUAT TEKAN DAN KUAT LENTUR MIKRO BETON, Tesis Jurusan Teknik Sipil, Institut Teknologi Bandung, Bandung.

Abdul Kadir Aboe, 2004, STRUKTUR BETON BERTULANG 1, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta

Arthur H. Wilson dan George Winter, 1991, DESIGN OF CONCRETE STRUCTURES, Second Revised Edition, Jakarta.

Brochure, 2006, SIKAGROUT FM, PT. SIKA INDONESIA, Jakarta

_____, 2003, ANNUAL BOOK OF ASTM STANDARDS, Section 4 Construction, Volume 04.01, Philadelphia, USA.

_____, 2003, ANNUAL BOOK OF ASTM STANDARDS, Section 4 Construction, Volume 04.02, Philadelphia, USA.

_____, 2005, BUKU PEDOMAN TUGAS AKHIR DAN PRAKTEK KERJA, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

C.R. Smith dan C.K. Andres, 1992, MATERIALS CONSTRUCTION, Fourth Edition, McGraw-Hill Company.

Departemen Pekerjaan Umum, 1971, PBI PERATURAN BETON BERTULANG INDONESIA 1971 NI-2, Bandung.

Departemen Pekerjaan Umum, 1990, METODE PEMBUATAN DAN PERAWATAN BENDA UJI BETON DI LABORATORIUM, SK SNI M - 62 – 1990 – 03, DPU-Yayasan LPMB, Bandung.

Departemen Pekerjaan Umum, 1982, PERSYARATAN UMUM BAHAN BANGUNAN DI INDONESIA, Pusat Penelitian dan Pengembangan Pemukiman, Badan Penelitian dan Pengembangan PU, Bandung.

Edward G. Nawy, 1990, BETON BERTULANG SUATU PENDEKATAN DASAR, Bandung.

Edward G. Nawy, 1995, CONCRETE CONTRUCTION ENGNEERING HANDBOOK, Jakarta.

Earl.R. Parker, 1991, MATERIALS BATA BOOK FOR ENGINEERS AND SCIENTISTS, Jakarta.

Frederick S. Merrit, 1987, STANDARD HANDBOOK FOR CIVIL ENGINEERS, Third Edition, Bandung.

Februari, 2007 TEKNOLOGI PENGEMBANGAN BAHAN BANGUNAN, Pengembangan Semen Pozolan, Puslitbang Permukiman, www.google.com.

_____, Februari 2007, DATA KERUSAKAN BANGUNAN AKIBAT GEMPA 27 MEI 2006, www.mediacenter.com.

G. Kusuma, R. Sagel dan P. Kole, 1993, PEDOMAN PENGERJAAN BETON, Erlangga : Jakarta.

Gideon Hadi Kusuma, 1993, PEDOMAN PENGERJAAN BETON BERDASAR SK-SNI T-15-1991-03, Erlangga, Jakarta.

Heinz Frick, 1980, ILMU KONSTRUKSI BANGUNAN, Kanisius, Yogyakarta

Istimawan Dipohusodo, 1999, STRUKTUR BETON BERTULANG, Gramedia, Jakarta.

_____, Januari 2006, *SIKAGROUT FM*, 2006, www.sikaconstruction.co.id.

Jackson N, 2001, CIVIL ENGINEERING MATERIALS, Third Edition, 2001, Prentice Hall.

Kardiyono Tjokrodimoeljo, 1992, BAHAN BANGUNAN, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Kardiyono Tjokrodimoeljo, 1992, TEKNOLOGI BETON, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Laurentius Wahyudi dan Syahril A. Rahim, 1997, STRUKTUR BETON BERTULANG, Gramedia, Jakarta.

Murdock, L.J., and Brook, K.M., 1991, BAHAN DAN PRAKTEK BETON, TERJEMAHAN Ir. Stephanus Hendarko, Erlangga, Jakarta.

Mulyono, Tri. Ir, MT, 2004, TEKNOLOGI BETON, Andi Offset, Yogyakarta

Munadhir, 2006, METODOLOGI PENELITIAN, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta

M.J. Smith dan Ir. Ismoyo, 1985, BAHAN KONSTRUKSI DAN SRUKTUR TEKNIK, Edisi Kedua, Jakarta.

_____, 2002, METODE, SPESIFIKASI, DAN TATA CARA, Bagian:3, Beton, Semen, dan Perkerasan Beton Semen, Badan Penelitian dan Pengembangan, Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, Jakarta.

_____, 2007, PUSTAKA IPTEK, Kajian Dan Karakteristik Bahan Baku Semen Pozolan, 27 Maret 2007 www.google.com.

R. Park dan T. Paulay, 1999, REINFORCED CONCRETE STRUCTURES, Jakarta.

S.N. Sinha, 1993, REINFORCED CONCRETE DESIGN, Second Revised Edition, Jakarta.

Supramono dan Sugiarto, 1993, STATISTIK, Andi Offset, Yogyakarta.

Sutrisno Hadi, 2004, STATISTIK, Andi Offset, Yogyakarta.

Tata Surdia dan Shinroku Saito, 1995, PENGETAHUAN BAHAN TEKNIK, Pradnya Paramita, Jakarta.

Triono Budi Astanto, 2001, KONSTRUKSI BETON BERTULANG, Yogyakarta : Kanisius 2001.

_____, 2002, SK SNI 03 – 2847 – 2002, TATA CARA PERENCANAAN STRUKTUR BETON UNTUK BANGUNAN GEDUNG, Yayasan Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung.

_____, 1993, SK SNI 03 – 2834 – 1993, TATA CARA PERENCANAAN STRUKTUR BETON UNTUK BANGUNAN GEDUNG, Yayasan Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung.

_____, 2007, SPECIAL BLENDED CEMENT, 11 Februari 2007, www.suramadu.com.

_____, 2003, U.S. ARMY CORP OF ENGINEERS, CONCRETE RESEARCH DIVISION CRD C621, Non-Shrink Grout , USA.

William F. Smith dan Jarad Hashemi, 1990, FOUNDATIONS OF MATERIALS SCIENCE AND ENGENEERING, Jakarta.

Ardy Nivianto dan Robensyah, 2005, PENGARUH PENAMBAHAN *SILICA FUME* DAN *SUPERPLASTICIZER* TERHADAP KUAT DESAK BETON, Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Ary Novrizaldi, 2006, PENGARUH SERAT KAWAT BENDRAT PADA BETON PASIR TERHADAP KUAT DESAK, KUAT TARIK DAN KUAT LENTUR, Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Dirgantara, 2007, PENGARUH PENAMBAHAN *SUPERPLASTICIZER (VISCOCRETE-10)* DAN PENGURANGAN KADAR AIR TERHADAP BETON DENGAN KUAT TEKAN 30 MPa, Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Fahmi Ardiansyah dan Wahyu. K., 2004, PENGARUH PERAWATAN BETON TERHADAP MUTU BETON YANG MENGGUNAKAN BAHAN TAMBAH, Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Nomida Setiadi dan Dani Purwo Prasetio, 2004, PENGARUH *SILICA FUME* TERHADAP KUAT DESAK BETON RINGAN DENGAN BENTONIT SEBELUM DAN SETELAH DIBAKAR, Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Rumpoko Hadi Susetiarto dan Erwin Priyatna, 2003, PENGARUH VARIASI PENAMBAHAN *SILICA FUME* TERHADAP KUAT DESAK BETON PASCA BAKAR, Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Tisara Sita, 2007, PEMANFAATAN LIMBAH SISA BANGUNAN AKIBAT GEMPA SEBAGAI PENGGANTI PASIR PADA BAHAN PEREKAT PASANGAN, Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

LAMPIRAN

Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jln. Kaliurang km. 14,4 Yogyakarta Telp. (0274) 895042, 895707

HASIL PEMERIKSAAN BERAT VOLUME SIKAGROUT FM

Pengirim : Randy Meivishar
Di terima tanggal : 26 Februari 2007
Bahan asal : PT. Sika Indonesia
Keperluan : Tugas Akhir

	Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata
Berat tabung (W_1), gram	5268,5	5226	5247,250
Berat tabung + Agregat kering, (W_2), gram	9026,5	8986	9006,250
Berat Agregat bersih (W_3), gram	3758	3760	3759
Volume tabung (V), cm^3	1571,428	1571,428	1571,428
Berat isi gembur = (W_3 / V), $gram/cm^3$	2,391	2,392	2,392

Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jln. Kaliurang km. 14,4 Yogyakarta Telp. (0274) 895042, 895707

HASIL PEMERIKSAAN BERAT VOLUME AGREGAT KASAR

Pengirim : Randy Meivishar
Di terima tanggal : 26 Februari 2007
Agregat asal : Kali Clereng, Kulon Progo
Keperluan : Tugas Akhir

	Split 1:1	Split Jagung	Rata-rata
Berat tabung (W_1), gram	11200	12800	12000
Berat tabung + Agregat kering, (W_2), gram	19685	21367	20526
Berat Agregat bersih (W_3), gram	8485	8570	8527,5
Volume tabung (V), cm^3	5301,44	5301,44	5301,44
Berat isi gembur = (W_3 / V), $gram/cm^3$	1,600	1,616	1,608

Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jln. Kaliurang km. 14,4 Yogyakarta Telp. (0274) 895042, 895707

HASIL PENGUJIAN KEAUSAN AGERGAT DENGAN MESIN *LOS ANGELES* (SK SNI M-02-1990-F)

Pengirim : Randy Meivishar
Di terima tanggal : 26 Februari 2007
Agregat asal : Kali Clereng, Kulon Progo
Keperluan : Tugas Akhir

Saringan		Berat (gram)	
Lolos	Tertahan	Berat sebelum (a)	Berat sebelum (b)
76,2 mm (3")	63,5 mm ($2^{1/2}$")	-	-
63,5 mm ($2^{1/2}$")	50,8 mm (2")	-	-
50,8 mm (2")	37,5 mm ($1^{1/2}$")	-	-
37,5 mm ($1^{1/2}$")	25,4 mm (1")	-	-
25,4 mm (1")	**19,0 mm (3/4")**	2500	-
19,0 mm (3/4")	12,5 mm (1/2")	-	-
12,5 mm (1/2")	9,5 mm (3/8")	-	-
9,5 mm (3/8")	**6,3 mm (1/4")**	2500	-
6,3 mm (1/4")	4,75 mm (no,4)	-	-
4,75 mm (no,4)	2,36 mm (no,8)	-	-
Jumlah Berat (gram)		**5000**	
Berat tertahan saringan no,12 (gram)			**3725**

Nilai Keausan rata-rata = $\frac{a-b}{a}$ x 100%

$= \frac{(5000-3725)}{5000}$ x 100% = **25,5%**

Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jln. Kaliurang km. 14,4 Yogyakarta Telp. (0274) 895042, 895707

KEBUTUHAN BAHAN PENYUSUN BETON GROUTING

Pengirim : Randy Meivishar
Di terima tanggal : 26 Februari 2007
Keperluan : Tugas Akhir

	Tambahan Split (%)		Sika Grout FM	Silinder		Balok	
	Jagung	1: 2		Agregat	Sika Grout	Agregat	Sika Grout
BG 030	30		70	0,751	1,870	1,913	4,76
BG 040	40		60	1,002	1,603	2,550	4,08
BG 050	50		50	1,252	1,336	3,188	3,4
BG 060	60		40	1,503	1,069	3,826	2,72
BG 070	70		30	1,753	0,801	4,463	2,04
BG 130		30	70	0,751	1,870	1,913	4,760
BG 140		40	60	1,002	1,603	2,550	4,080
BG 150		50	50	1,252	1,336	3,188	3,400
BG 160		60	40	1,503	1,069	3,826	2,720
BG 170		70	30	1,753	0,801	4,463	2,040

Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jln. Kaliurang km. 14,4 Yogyakarta Telp. (0274) 895042, 895707

Kebutuhan Bahan Untuk Tiap Campuran				
Jenis Campuran	**Agregat jagung**	**Agrgt 1:2**	**SIka Grout FM**	**AIR**
	kg	*kg*	*kg*	*kg*
BG 030	7,993		19,890	3,18
BG 040	10,657		17,049	2,73
BG 050	13,321		14,207	2,27
BG 060	15,986		11,366	1,82
BG 070	18,650		8,524	1,36
BG 130		7,993	19,890	3,18
BG 140		10,657	17,049	2,73
BG 150		13,321	14,207	2,27
BG 160		15,986	11,366	1,82
BG 170		18,650	8,524	1,36

Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jln. Kaliurang km. 14,4 Yogyakarta Telp. (0274) 895042, 895707

DATA PENGUJIAN BERAT VOLUME

Benda Uji Silinder

KODE	Benda Uji (Kg/cm³)			Rata-rata
	1	2	3	
BG 000	2189,367	2208,235	2182,713	2193,439
BG 030	2328,094	2354,774	2328,094	2336,987
BG 040	2331,939	2352,278	2310,772	2331,663
BG 050	2295,421	2323,888	2286,858	2302,056
BG 060	2287,210	2092,388	2038,519	2139,372
BG 070	1999,256	1782,583	1931,685	1904,508
BG 130	2240,144	2292,357	2308,214	2280,238
BG 140	2326,600	2376,054	2326,553	2343,069
BG 150	2363,183	2356,130	2320,518	2346,61
BG 160	2305,732	2187,729	2367,879	2287,113
BG 170	2118,412	2040,960	2006,704	2055,359

Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jln. Kaliurang km. 14,4 Yogyakarta Telp. (0274) 895042, 895707

DATA PENGUJIAN BERAT VOLUME

Benda Uji Balok

KODE	Benda Uji			Rata-rata
	1	2	3	
BG 000	2097,463	2153,998	2180,178	2143,88
BG 030	2255,836	2280,809	2255,836	2264,16
BG 040	2283,087	2245,068	2397,998	2308,717
BG 050	2178,322	2156,259	2213,623	2182,734
BG 060	1951,257	2135,116	1980,508	2022,294
BG 070	1792,935	1788,033	1793,844	1791,604
BG 130	2259,097	2239,839	2255,735	2251,557
BG 140	2242,488	2299,604	2308,636	2283,576
BG 150	2388,37	2342,629	2303,387	2344,795
BG 160	2284,248	2333,25	2308,669	2308,722
BG 170	2137,273	2118,982	2214,23	2156,828

Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jln. Kaliurang km. 14,4 Yogyakarta Telp. (0274) 895042, 895707

DATA PENGUJIAN KUAT DESAK BETON GROUTING

Data Benda Uji	BG 00 S1	BG 00 S2	BG 00 S3
Tinggi Rata-rata	19,855	19,680	20,330
Diameter Rata-rata	10,380	10,380	10,383
Berat (kg)	3,680	3,679	3,759
Luas (cm^2)	84,656	84,656	84,711
Volume (cm^3)	1.680,851	1.666,036	1.722,168
Berat Volume (kg/m^3)	2.189,367	2.208,235	2.182,713
BEBAN (KN)	308,200	293,400	300,000
BEBAN Konversi (KN)	303,410	288,840	298,340
KUAT DESAK (MPa)	35,840	34,119	35,219
Kuat Desak rata2 (f'cr)	35,059 MPa		
Kuat Desak rata2 konversi	47,400 MPa		

Data Benda Uji	BG 030 S1	BG 030 S2	BG 030 S3
Tinggi Rata-rata	19,4775	19,705	19,4775
Diameter Rata-rata	10,36	10,36	10,36
Berat (kg)	3,824	3,913	3,824
Luas (cm^2)	84,3304	84,3304	84,3304
Volume (cm^3)	1642,545	1661,731	1642,545
Berat Volume (t/m^3)	2,328	2,355	2,328
BEBAN (KN)	346,500	261,300	312,500
KUAT DESAK umur 7 hari (MPa)	41,088	30,985	37,057
Kuat Desak rata2 x 104 %	37,832 MPa		
KUAT DESAK umur 28 hari (MPa)	49,181 MPa		

Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jln. Kaliurang km. 14,4 Yogyakarta Telp. (0274) 895042, 895707

Data Benda Uji	BG 040 S1	BG 040 S2	BG 040 S3
Tinggi Rata-rata	20	19,7925	20,085
Diameter Rata-rata	10,37833333	10,365	10,43
Berat (kg)	3,947	3,930	3,967
Luas (cm^2)	84,62913075	84,41181964	85,47385
Volume (cm^3)	1692,583	1670,721	1716,742
Berat Volume (t/m^3)	2,332	2,352	2,311
BEBAN (KN)	231,000	289,600	65,800
KUAT DESAK 7 hari(MPa)	27,296	34,308	7,698
Kuat Desak rata2 x 104 %	32,034 MPa		
KUAT DESAK umur 28 hari (MPa)	41,644 MPa		

Data Benda Uji	BG 050 S1	BG 050 S2	BG 050 S3
Tinggi Rata-rata	20,1575	19,918	19,725
Diameter Rata-rata	10,26	10,332	10,33
Berat (kg)	3,827	3,882	3,782
Luas (cm^2)	82,71025714	83,86976409	83,84270714
Volume (cm^3)	1667,232	1670,476	1653,797
Berat Volume (t/m^3)	2,295	2,324	2,287
BEBAN (KN)	88,000	205,900	230,200
KUAT DESAK umur 7hari (MPa)	10,640	24,550	27,456
Kuat Desak rata2 x 104 %	27,043 MPa		
KUAT DESAK umur 28 hari (MPa)	35,156 MPa		

Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jln. Kaliurang km. 14,4 Yogyakarta Telp. (0274) 895042, 895707

Data Benda Uji	**BG 060 S1**	**BG 060 S2**	**BG 060 S3**
Tinggi Rata-rata	19,4	20,39	20,525
Diameter Rata-rata	10,18	10,297	10,21
Berat (kg)	3,613	3,554	3,427
Luas (cm^2)	81,42545714	83,30248492	81,90607857
Volume (cm^3)	1579,654	1698,538	1681,122
Berat Volume (t/m^3)	2,287	2,092	2,039
BEBAN (KN)	184,400	123,200	62,300
KUAT DESAK (MPa)	22,646	14,789	7,606
Kuat Desak rata2 x 104 %	19,467 MPa		
KUAT DESAK umur 28 hari (MPa)	25,307 MPa		

Data Benda Uji	**BG 070 S1**	**BG 070 S2**	**BG 070 S3**
Tinggi Rata-rata	20,375	20,31	19,6
Diameter Rata-rata	10,2567	10,2900	10,2033
Berat (kg)	3,367	3,012	3,097
Luas (cm^2)	82,65652302	83,19465	81,79915159
Volume (cm^3)	1684,127	1689,683	1603,263
Berat Volume (t/m^3)	1,999	1,783	1,932
BEBAN (KN)	42,300	27,600	20,400
KUAT DESAK umur 7 hari (MPa)	5,118	3,318	2,494
Kuat Desak rata2 x 104 %	4,386 MPa		
KUAT DESAK umur 28 hari (MPa)	5,702 MPa		

Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jln. Kaliurang km. 14,4 Yogyakarta Telp. (0274) 895042, 895707

Data Benda Uji	**BG 130 S1**	**BG 130 S2**	**BG 130 S3**
Tinggi Rata-rata	20,01	19,85	20,045
Diameter Rata-rata	10,37	10,40	10,40
Berat (kg)	3,785	3,867	3,932
Luas (cm^2)	84,43896825	84,98285714	84,98285714
Volume (cm^3)	1689,624	1686,910	1703,481
Berat Volume (t/m^3)	2,240	2,292	2,308
BEBAN (KN)	196,800	282,200	257,400
KUAT DESAK umur 7 hari (MPa)	23,307	33,207	30,288
Kuat Desak rata2 x 104 %	30,091 MPa		
KUAT DESAK umur 28 hari (MPa)	39,119 MPa		

Data Benda Uji	**BG 140 S1**	**BG 140 S2**	**BG 140 S3**
Tinggi Rata-rata	19,75	19,9	19,9
Diameter Rata-rata	10,367	10,167	10,167
Berat (kg)	3,880	3,840	3,760
Luas (cm^2)	84,43896825	81,21230159	81,21230159
Volume (cm^3)	1667,670	1616,125	1616,125
Berat Volume (t/m^3)	2,327	2,376	2,327
BEBAN (KN)	325,800	317,500	210,700
KUAT DESAK umur 7 hari (MPa)	38,584	39,095	25,944
Kuat Desak rata2 x 104 %	35,923 MPa		
KUAT DESAK umur 28 hari (MPa)	46,700 MPa		

Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jln. Kaliurang km. 14,4 Yogyakarta Telp. (0274) 895042, 895707

Data Benda Uji	**BG 150 S1**	**BG 150 S2**	**BG 150 S3**
Tinggi Rata-rata	20,15	19,55	20,045
Diameter Rata-rata	10,373	10,397	10,343
Berat (kg)	4,026	3,912	3,910
Luas (cm^2)	84,5476	84,9284	84,0593
Volume (cm^3)	1703,634	1660,350	1684,968
Berat Volume (t/m^3)	2,363	2,356	2,321
BEBAN (KN)	308,400	319,700	326,900
KUAT DESAK umur 7 hari (MPa)	36,476	37,643	38,889
Kuat Desak rata2 x 104 %	39,177		MPa
KUAT DESAK umur 28 hari (MPa)	50,929		MPa

Data Benda Uji	**BG 160 S1**	**BG 160 S2**	**BG 160 S3**
Tinggi Rata-rata	20,57	20,54	21,355
Diameter Rata-rata	10,373	10,387	10,363
Berat (kg)	4,010	3,809	4,267
Luas (cm^2)	84,5476	84,7651	84,3847
Volume (cm^3)	1739,144	1741,075	1802,035
Berat Volume (t/m^3)	2,306	2,188	2,368
BEBAN (KN)	106,000	88,400	41,600
KUAT DESAK umur 7hari (MPa)	12,537	10,429	4,930
Kuat Desak rata2 x 104 %	11,942		MPa
KUAT DESAK umur 28 hari (MPa)	15,525		MPa

Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jln. Kaliurang km. 14,4 Yogyakarta Telp. (0274) 895042, 895707

Data Benda Uji	**BG 170 S1**	**BG 170 S2**	**BG 170 S3**
ATinggi Rata-rata	20,31	20,5395	20,43
Diameter Rata-rata	10,327	10,270	10,310
Berat (kg)	3,605	3,474	3,424
Luas (cm^2)	83,7886	82,8716	83,5184
Volume (cm^3)	1701,747	1702,140	1706,280
Berat Volume (t/m^3)	2,118	2,041	2,007
BEBAN (KN)	65,100	58,600	83,300
KUAT DESAK umur 7 hari (MPa)	7,770	7,071	9,974
Kuat Desak rata2 x 104 %	8,602		MPa
KUAT DESAK umur 28 hari (MPa)	11,183		MPa

Keterangan :
Kuat tekan konversi : -konversi umur 28 hari = 1,3
-konversi dimensi (ø 15cm x tinggi 30 cm) = 1,04

Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jln. Kaliurang km. 14,4 Yogyakarta Telp. (0274) 895042, 895707

DATA PENGUJIAN KUAT LENTUR BETON GROUTING

Data Benda Uji	BG 00 B1	BG 00 B2	BG 00 B3
Lebar Rata-rata (cm)	10,087	9,970	9,673
Tinggi rata-rata (cm)	10,213	10,193	10,253
Panjang rata-rata (cm)	40,263	40,200	40,233
Berat (kg)	8,700	8,800	8,700
Berat Volume (kg/m3)	2097,463	2153,998	2180,178
Beban (kg)	1370,000	1240,000	1710,000
Beban Konversi (kg)	1468,180	1341,100	1802,180
Kuat Lentur (MPa)	3,663	3,398	4,652
Kuat Lentur rata2	3,904		MPa
Kuat Lentur Umur 28 hari	5,076		MPa

Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jln. Kaliurang km. 14,4 Yogyakarta Telp. (0274) 895042, 895707

Data Benda Uji	BG 030 B1	BG 030 B2	BG 030 B3
Lebar Rata-rata (cm)	9,835	9,673	9,835
Tinggi rata-rata (cm)	10,027	10,092	10,027
Panjang rata-rata (cm)	39,950	39,833	39,950
Berat (kg)	8,887	8,869	8,887
Berat Volume (t/m3)	2,256	2,281	2,256
Beban (kg)	1521,940	1802,840	2207,010
Kuat Lentur (MPa)	4,041	4,804	5,859
Kuat Lentur rata2	4,422		MPa
Kuat Lentur Umur 28 hari	5,749		MPa

Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jln. Kaliurang km. 14,4 Yogyakarta Telp. (0274) 895042, 895707

Data Benda Uji	BG 040 B1	BG 040 B2	BG 040 B3
Lebar Rata-rata (cm)	10,048	10,023	10,263
Tinggi rata-rata (cm)	10,050	10,050	9,993
Panjang rata-rata (cm)	39,933	40,017	40,333
Berat (kg)	9,207	9,050	9,920
Berat Volume (t/m3)	2,283	2,245	2,398
Beban (kg)	1311,780	1355,760	1658,790
Kuat Lentur (MPa)	3,393	3,515	4,248
Kuat Lentur rata2	3,719		MPa
Kuat Lentur Umur 28 hari	4,834		MPa

Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jln. Kaliurang km. 14,4 Yogyakarta Telp. (0274) 895042, 895707

Data Benda Uji	BG 050 B1	BG 050 B2	BG 050 B3
Lebar Rata-rata (cm)	10,587	10,218	9,637
Tinggi rata-rata (cm)	10,007	10,373	10,322
Panjang rata-rata (cm)	40,067	40,033	40,467
Berat (kg)	9,246	9,150	8,910
Berat Volume (t/m3)	2,178	2,156	2,214
Beban (kg)	1585,480	1517,050	1458,400
Kuat Lentur (MPa)	3,926	3,622	3,729
Kuat Lentur rata2	3,759		MPa
Kuat Lentur Umur 28 hari	4,887		MPa

Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jln. Kaliurang km. 14,4 Yogyakarta Telp. (0274) 895042, 895707

Data Benda Uji	BG 060 B1	BG 060 B2	BG 060 B3
Lebar Rata-rata (cm)	10,382	11,282	10,740
Tinggi rata-rata (cm)	10,378	10,523	10,618
Panjang rata-rata(cm)	40,083	40,200	40,167
Berat (kg)	8,427	10,190	9,072
Berat Volume (t/m3)	1,951	2,135	1,981
Beban (kg)	1565,930	2040,480	1531,710
Kuat Lentur (MPa)	3,676	4,287	3,320
Kuat Lentur rata2	3,498		MPa
Kuat Lentur Umur 28 hari	4,548		MPa

Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jln. Kaliurang km. 14,4 Yogyakarta Telp. (0274) 895042, 895707

Data Benda Uji	BG 070 B1	BG 070 B2	BG 070 B3
Lebar Rata-rata (cm)	10,648	10,268	9,937
Tinggi rata-rata (cm)	10,772	11,268	11,097
Panjang rata-rata (cm)	40,117	40,167	40,233
Berat (kg)	8,250	8,310	7,958
Berat Volume (t/m3)	1,793	1,788	1,794
Beban (kg)	1125,000	1053,600	1296,600
Kuat Lentur (MPa)	2,390	2,121	2,782
Kuat Lentur rata2	2,431		MPa
Kuat Lentur Umur 28 hari	3,160		MPa

Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jln. Kaliurang km. 14,4 Yogyakarta Telp. (0274) 895042, 895707

Data Benda Uji	BG 130 B1	BG 130 B2	BG 130 B3
Lebar Rata-rata (cm)	10,307	10,073	9,803
Tinggi rata-rata (cm)	10,060	10,063	10,100
Panjang rata-rata (cm)	40,067	40,017	40,117
Berat (kg)	9,385	9,086	8,960
Berat Volume (t/m3)	2,259	2,240	2,256
Beban (kg)	1438,850	1531,710	1536,600
Kuat Lentur (MPa)	3,621	3,941	4,033
Kuat Lentur rata2	3,865		MPa
Kuat Lentur Umur 28 hari	5,025		MPa

Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jln. Kaliurang km. 14,4 Yogyakarta Telp. (0274) 895042, 895707

Data Benda Uji	BG 140 B1	BG 140 B2	BG 140 B3
Lebar Rata-rata (cm)	10,100	10,527	9,757
Tinggi rata-rata (cm)	10,773	9,890	10,170
Panjang rata-rata (cm)	40,183	40,600	40,183
Berat (kg)	9,805	9,720	9,205
Berat Volume (t/m3)	2,242	2,300	2,309
Beban (kg)	1653,900	1693,000	1424,190
Kuat Lentur (MPa)	3,704	4,316	3,705
Kuat Lentur rata2	3,908		MPa
Kuat Lentur Umur 28 hari	5,081		MPa

Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jln. Kaliurang km. 14,4 Yogyakarta Telp. (0274) 895042, 895707

Data Benda Uji	BG 150 B1	BG 150 B2	BG 150 B3
Lebar Rata-rata (cm)	9,773	9,833	10,187
Tinggi rata-rata (cm)	10,473	10,057	9,840
Panjang rata-rata (cm)	40,250	40,067	40,150
Berat (kg)	9,840	9,282	9,270
Berat Volume (t/m3)	2,388	2,343	2,303
Beban (kg)	1960,980	1355,760	1546,380
Kuat Lentur (MPa)	4,802	3,579	4,116
Kuat Lentur rata2	4,165		MPa
Kuat Lentur Umur 28 hari	5,415		MPa

Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jln. Kaliurang km. 14,4 Yogyakarta Telp. (0274) 895042, 895707

Data Benda Uji	BG 160 B1	BG 160 B2	BG 160 B3
Lebar Rata-rata (cm)	9,220	9,480	9,040
Tinggi rata-rata (cm)	10,160	10,067	10,147
Panjang rata-rata (cm)	39,850	39,750	39,950
Berat (kg)	8,527	8,851	8,460
Berat Volume (t/m3)	2,284	2,333	2,309
Beban (kg)	1275,000	1394,850	1414,910
Kuat Lentur (MPa)	3,517	3,811	3,991
Kuat Lentur rata2	3,901 MPa		
Kuat Lentur Umur 28 hari	5,071 MPa		

Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jln. Kaliurang km. 14,4 Yogyakarta Telp. (0274) 895042, 895707

Data Benda Uji	BG 170 B1	BG 170 B2	BG 170 B3
Lebar Rata-rata (cm)	10,600	10,610	10,503
Tinggi rata-rata (cm)	10,730	10,793	10,070
Panjang rata-rata (cm)	39,817	39,850	40,833
Berat (kg)	9,679	9,670	9,563
Berat Volume (t/m3)	2,137	2,119	2,214
Beban (kg)	1742,230	2257,680	2010,600
Kuat Lentur (MPa)	3,747	4,795	4,955
Kuat Lentur rata2	4,351		MPa
Kuat Lentur Umur 28 hari	5,657		MPa

Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jln. Kaliurang km. 14,4 Yogyakarta Telp. (0274) 895042, 895707

HASIL PENGUJIAN TEGANGAN-REGANGAN

Sampel : BG 000-S2
Diameter : 10,38 cm
Luas (Ao) : ¼ x π x $10{,}38^2$ = 84,656 cm^2
Tinggi : 100 mm (Tinggi Dial)
Berat : 3,679 Kg

Beban (G)		Eksensiometer	σ=P/A	ΔL	ε=ΔL/Lo	ε koreksi
KN	kg	ΔL (10^{-3} mm)	Mpa	(10^{-3})	(10^{-4})	(10^{-4})
0	0	0	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
10	1000	3	1,18125	1,50000	0,15000	0,29203
20	2000	8	2,36249	4,00000	0,40000	0,54203
30	3000	15	3,54374	7,50000	0,75000	0,89203
40	4000	21	4,72499	10,50000	1,05000	1,19203
50	5000	29	5,90623	14,50000	1,45000	1,59203
60	6000	36	7,08748	18,00000	1,80000	1,94203
70	7000	44	8,26873	22,00000	2,20000	2,34203
80	8000	53	9,44997	26,50000	2,65000	2,79203
90	9000	60	10,63122	30,00000	3,00000	3,14203
100	10000	71	11,81247	35,50000	3,55000	3,69203
110	11000	80	12,99371	40,00000	4,00000	4,14203
120	12000	91	14,17496	45,50000	4,55000	4,69203
130	13000	102	15,35621	51,00000	5,10000	5,24203
140	14000	112	16,53746	56,00000	5,60000	5,74203
150	15000	121	17,71870	60,50000	6,05000	6,19203
160	16000	131	18,89995	65,50000	6,55000	6,69203
170	17000	142	20,08120	71,00000	7,10000	7,24203
180	18000	150	21,26244	75,00000	7,50000	7,64203
190	19000	164	22,44369	82,00000	8,20000	8,34203
200	20000	185	23,62494	92,50000	9,25000	9,39203
210	21000	158	24,80618	79,00000	7,90000	8,04203
220	22000	168	25,98743	84,00000	8,40000	8,54203
230	23000	178	27,16868	89,00000	8,90000	9,04203
240	24000	186	28,34992	93,00000	9,30000	9,44203
250	25000	198	29,53117	99,00000	9,90000	10,04203
260	26000	208	30,71242	104,00000	10,40000	10,54203
270	27000	216	31,89366	108,00000	10,80000	10,94203
280	28000	223	33,07491	111,50000	11,15000	11,29203
290	29000	233	34,25616	116,50000	11,65000	11,79203
293,4	**29340**	**255**	**34,65778**	**127,50000**	**12,75000**	**12,89203**

Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jln. Kaliurang km. 14,4 Yogyakarta Telp. (0274) 895042, 895707

290	29000	263	34,25616	131,50000	13,15000	13,29203
280	28000	298	33,07491	149,00000	14,90000	15,04203
270	27000	355	31,89366	177,50000	17,75000	17,89203

Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jln. Kaliurang km. 14,4 Yogyakarta Telp. (0274) 895042, 895707

Sampel : BG 030-S1
Diameter : 10,36 cm
Luas (Ao) : ¼ x π x $10{,}36^2$ = 84,3304 cm^2
Tinggi : 100 mm (Tinggi Dial)
Berat : 3,824 Kg

Beban (G)		Eksensiometer	σ=P/A	ΔL	ε=ΔL/Lo	Koreksi
KN	kg	ΔL (10^{-3} mm)	Mpa	(10^{-3})	(10^{-4})	0,166091068
0	0	0	0	0,000	0,000	0,000000
10	1000	5	1,185812	2,500	0,250	0,083909
20	2000	12	2,37162399	6,000	0,600	0,433909
30	3000	19	3,55743599	9,500	0,950	0,783909
40	4000	28	4,74324799	14,000	1,400	1,233909
50	5000	36	5,92905998	18,000	1,800	1,633909
60	6000	44	7,11487198	22,000	2,200	2,033909
70	7000	52	8,30068398	26,000	2,600	2,433909
80	8000	60	9,48649597	30,000	3,000	2,833909
90	9000	68	10,672308	34,000	3,400	3,233909
100	10000	76	11,85812	38,000	3,800	3,633909
110	11000	85	13,043932	42,500	4,250	4,083909
120	12000	95	14,229744	47,500	4,750	4,583909
130	13000	104	15,415556	52,000	5,200	5,033909
140	14000	112	16,601368	56,000	5,600	5,433909
150	15000	123	17,7871799	61,500	6,150	5,983909
160	16000	131	18,9729919	65,500	6,550	6,383909
170	17000	141	20,1588039	70,500	7,050	6,883909
180	18000	151	21,3446159	75,500	7,550	7,383909
190	19000	161	22,5304279	80,500	8,050	7,883909
200	20000	171	23,7162399	85,500	8,550	8,383909
210	21000	180	24,9020519	90,000	9,000	8,833909
220	22000	191	26,0878639	95,500	9,550	9,383909
230	23000	201	27,2736759	100,500	10,050	9,883909
240	24000	212	28,4594879	106,000	10,600	10,433909
250	25000	224	29,6452999	112,000	11,200	11,033909
260	26000	235	30,8311119	117,500	11,750	11,583909
270	27000	247	32,0169239	123,500	12,350	12,183909
280	28000	274	33,2027359	137,000	13,700	13,533909
290	29000	280	34,3885479	140,000	14,000	13,833909
300	30000	287	35,5743599	143,500	14,350	14,183909
310	31000	298	36,7601719	149,000	14,900	14,733909
320	32000	318	37,9459839	159,000	15,900	15,733909
330	33000	343	39,1317959	171,500	17,150	16,983909
340	34000	355	40,3176079	177,500	17,750	17,583909
350	**35000**	**353**	**41,5034199**	**176,500**	**17,650**	**17,483909**

Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jln. Kaliurang km. 14,4 Yogyakarta Telp. (0274) 895042, 895707

330	33000	270	39,1317959	135,000	13,500	13,333909
320	32000	222	37,9459839	111,000	11,100	10,933909
310	31000	205	36,7601719	102,500	10,250	10,083909
300	30000	185	35,5743599	92,500	9,250	9,083909

Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jln. Kaliurang km. 14,4 Yogyakarta Telp. (0274) 895042, 895707

Sampel : BG 050-S2
Diameter : 10,332 cm
Luas (Ao) : ¼ x π x $10{,}36^2$ = 83,870 cm^2
Tinggi : 100 mm (Tinggi Dial)
Berat : 3,882 Kg

Beban (G)		Eksensiometer	σ=P/A	ΔL	ε=ΔL/Lo	Koreksi
KN	kg	ΔL (10^{-3} mm)	Mpa	(10^{-3})	(10^{-4})	- 0,40440
0	0	0	0	0,000	0,000	0,000000
10	1000	3	1,1923248	1,500	0,150	0,554406
20	2000	9	2,38464961	4,500	0,450	0,854406
30	3000	15	3,57697441	7,500	0,750	1,154406
40	4000	22	4,76929921	11,000	1,100	1,504406
50	5000	29	5,96162402	14,500	1,450	1,854406
60	6000	36	7,15394882	18,000	1,800	2,204406
70	7000	43	8,34627363	21,500	2,150	2,554406
80	8000	52	9,53859843	26,000	2,600	3,004406
90	9000	61	10,7309232	30,500	3,050	3,454406
100	10000	72	11,923248	36,000	3,600	4,004406
110	11000	83	13,1155728	41,500	4,150	4,554406
120	12000	95	14,3078976	47,500	4,750	5,154406
130	13000	113	15,5002224	56,500	5,650	6,054406
140	14000	128	16,6925473	64,000	6,400	6,804406
150	15000	143	17,8848721	71,500	7,150	7,554406
160	16000	162	19,0771969	81,000	8,100	8,504406
170	17000	179	20,2695217	89,500	8,950	9,354406
180	18000	192	21,4618465	96,000	9,600	10,004406
190	19000	204	22,6541713	102,000	10,200	10,604406
200	20000	221	23,8464961	110,500	11,050	11,454406
210	**21000**	**251**	**25,0388209**	**125,500**	**12,550**	**12,954406**

Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jln. Kaliurang km. 14,4 Yogyakarta Telp. (0274) 895042, 895707

Sampel : BG 060-S1
Diameter : 10,18 cm
Luas (Ao) : ¼ x π x $10{,}36^2$ = 81,425 cm^2
Tinggi : 100 mm (Tinggi Dial)
Berat : 3,613 Kg

Beban (G)		Eksensiometer	σ=P/A	ΔL	ε=ΔL/Lo	Koreksi
KN	kg	ΔL (10^{-3} mm)	Mpa	(10^{-3})	(10^{-4})	-0,009597
0	0	0	0	0,000	0,000	0,000000
10	1000	10	1,22811715	5,000	0,500	0,509598
20	2000	20	2,45623429	10,000	1,000	1,009598
30	3000	31	3,68435144	15,500	1,550	1,559598
40	4000	45	4,91246858	22,500	2,250	2,259598
50	5000	57	6,14058573	28,500	2,850	2,859598
60	6000	79	7,36870287	39,500	3,950	3,959598
70	7000	91	8,59682002	45,500	4,550	4,559598
80	8000	102	9,82493716	51,000	5,100	5,109598
90	9000	118	11,0530543	59,000	5,900	5,909598
100	10000	136	12,2811715	68,000	6,800	6,809598
110	11000	150	13,5092886	75,000	7,500	7,509598
120	12000	158	14,7374057	79,000	7,900	7,909598
130	13000	168	15,9655229	84,000	8,400	8,409598
140	14000	192	17,19364	96,000	9,600	9,609598
150	15000	212	18,4217572	106,000	10,600	10,609598
160	16000	232	19,6498743	116,000	11,600	11,609598
170	17000	264	20,8779915	132,000	13,200	13,209598
180	18000	309	22,1061086	154,500	15,450	15,459598
190	19000	380	23,3342258	190,000	19,000	19,009598
200	**20000**	**490**	**24,5623429**	**245,000**	**24,500**	**24,509598**

Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jln. Kaliurang km. 14,4 Yogyakarta Telp. (0274) 895042, 895707

Sampel : BG 070-S1
Diameter : 10,2567 cm
Luas (Ao) : ¼ x π x $10{,}36^2$ = 82,657 cm^2
Tinggi : 100 mm (Tinggi Dial)
Berat : 3,367 Kg

Beban (G)		Eksensiometer	σ=P/A	ΔL	ε=ΔL/Lo	Koreksi
KN	kg	ΔL (10^{-3} mm)	Mpa	(10^{-3})	(10^{-4})	-3,0742955
0	0	13	0	6,500	0,650	0,000000
10	1000	40	1,20982587	20,000	2,000	5,074295
20	2000	77	2,41965174	38,500	3,850	6,924295
30	3000	430	3,62947761	215,000	21,500	24,574295
40	**4000**	**695**	**4,83930349**	**347,500**	**34,750**	**37,824295**

1
1
1
1
2
22
22
23
24
25
274
293
320
328
370
460
558
695
705
695
650
615
580

Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jln. Kaliurang km. 14,4 Yogyakarta Telp. (0274) 895042, 895707

Sampel : BG 130-S2
Diameter : 10,400cm
Luas (Ao) : ¼ x π x $10{,}36^2$ = 84,983 cm^2
Tinggi : 100 mm (Tinggi Dial)
Berat : 3,867 Kg

Beban (G)		Eksensiometer	σ=P/A	ΔL	ε=ΔL/Lo	Koreksi
KN	kg	ΔL (10^{-3} mm)	Mpa	(10^{-3})	(10^{-4})	-0,3326958
0	0	0	0	0,000	0,000	0,000000
10	1000	6	1,17670791	3,000	0,300	0,632696
20	2000	14	2,35341581	7,000	0,700	1,032696
30	3000	28	3,53012372	14,000	1,400	1,732696
40	4000	47	4,70683163	23,500	2,350	2,682696
50	5000	58	5,88353954	29,000	2,900	3,232696
60	6000	65	7,06024744	32,500	3,250	3,582696
70	7000	74	8,23695535	37,000	3,700	4,032696
80	8000	83	9,41366326	41,500	4,150	4,482696
90	9000	90	10,5903712	45,000	4,500	4,832696
100	10000	113	11,7670791	56,500	5,650	5,982696
110	11000	132	12,943787	66,000	6,600	6,932696
120	12000	168	14,1204949	84,000	8,400	8,732696
130	13000	195	15,2972028	97,500	9,750	10,082696
140	14000	207	16,4739107	103,500	10,350	10,682696
150	15000	221	17,6506186	110,500	11,050	11,382696
160	16000	226	18,8273265	113,000	11,300	11,632696
170	17000	230	20,0040344	115,000	11,500	11,832696
180	18000	241	21,1807423	120,500	12,050	12,382696
190	19000	258	22,3574502	129,000	12,900	13,232696
200	20000	274	23,5341581	137,000	13,700	14,032696
210	21000	293	24,7108661	146,500	14,650	14,982696
220	22000	320	25,887574	160,000	16,000	16,332696
230	23000	328	27,0642819	164,000	16,400	16,732696
240	24000	370	28,2409898	185,000	18,500	18,832696
250	25000	460	29,4176977	230,000	23,000	23,332696
260	26000	558	30,5944056	279,000	27,900	28,232696
270	27000	695	31,7711135	347,500	34,750	35,082696
280	28000	705	32,9478214	352,500	35,250	35,582696
282	**28200**	**695**	**33,183163**	**347,500**	**34,750**	**35,082696**
280	28000	650	32,9478214	325,000	32,500	32,832696
270	27000	615	31,7711135	307,500	30,750	31,082696
260	26000	580	30,5944056	290,000	29,000	29,332696

Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jln. Kaliurang km. 14,4 Yogyakarta Telp. (0274) 895042, 895707

Sampel : BG 140-S2
Diameter : 10,367 cm
Luas (Ao) : ¼ x π x $10{,}36^2$ = 84,439 cm^2
Tinggi : 100 mm (Tinggi Dial)
Berat : 3,880 Kg

Beban (G)		Eksensiometer	σ=P/A	ΔL	ε=ΔL/Lo	Koreksi
KN	kg	ΔL (10^{-3} mm)	Mpa	(10^{-3})	(10^{-4})	-0,308807
0	0	0	0	0,000	0,000	0,000000
10	1000	4	1,18428733	2,000	0,200	0,508807
20	2000	11	2,36857465	5,500	0,550	0,858807
30	3000	19	3,55286198	9,500	0,950	1,258807
40	4000	27	4,73714931	13,500	1,350	1,658807
50	5000	35	5,92143663	17,500	1,750	2,058807
60	6000	45	7,10572396	22,500	2,250	2,558807
70	7000	55	8,29001129	27,500	2,750	3,058807
80	8000	64	9,47429862	32,000	3,200	3,508807
90	9000	71	10,6585859	35,500	3,550	3,858807
100	10000	81	11,8428733	40,500	4,050	4,358807
110	11000	90	13,0271606	45,000	4,500	4,808807
120	12000	100	14,2114479	50,000	5,000	5,308807
130	13000	110	15,3957352	55,000	5,500	5,808807
140	14000	120	16,5800226	60,000	6,000	6,308807
150	15000	130	17,7643099	65,000	6,500	6,808807
160	16000	143	18,9485972	71,500	7,150	7,458807
170	17000	155	20,1328846	77,500	7,750	8,058807
180	18000	165	21,3171719	82,500	8,250	8,558807
190	19000	177	22,5014592	88,500	8,850	9,158807
200	20000	190	23,6857465	95,000	9,500	9,808807
210	21000	206	24,8700339	103,000	10,300	10,608807
220	22000	225	26,0543212	112,500	11,250	11,558807
230	23000	248	27,2386085	124,000	12,400	12,708807
240	24000	261	28,4228958	130,500	13,050	13,358807
250	25000	285	29,6071832	142,500	14,250	14,558807
260	26000	295	30,7914705	147,500	14,750	15,058807
270	27000	305	31,9757578	152,500	15,250	15,558807
280	28000	320	33,1600452	160,000	16,000	16,308807
290	29000	340	34,3443325	170,000	17,000	17,308807
300	30000	361	35,5286198	180,500	18,050	18,358807
310	31000	380	36,7129071	190,000	19,000	19,308807
312,5	**31250**	**403**	**37,008979**	**201,500**	**20,150**	**20,458807**
310	31000	402	36,7129071	201,000	20,100	20,408807

Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jln. Kaliurang km. 14,4 Yogyakarta Telp. (0274) 895042, 895707

Sampel : BG 150-S3
Diameter : 10,343 cm
Luas (Ao) : ¼ x π x $10{,}36^2$ = 84,059 cm^2
Tinggi : 100 mm (Tinggi Dial)
Berat : 3,910 Kg

Beban (G)		Eksensiometer	σ=P/A	ΔL	ε=ΔL/Lo	Koreksi
KN	kg	ΔL (10^{-3} mm)	Mpa	(10^{-3})	(10^{-4})	0,1782154
0	0	0	0	0,000	0,000	0,000000
10	1000	4	1,18963658	2,000	0,200	0,378215
20	2000	9	2,37927315	4,500	0,450	0,628215
30	3000	13	3,56890973	6,500	0,650	0,828215
40	4000	21	4,75854631	10,500	1,050	1,228215
50	5000	30	5,94818289	15,000	1,500	1,678215
60	6000	39	7,13781946	19,500	1,950	2,128215
70	7000	48	8,32745604	24,000	2,400	2,578215
80	8000	56	9,51709262	28,000	2,800	2,978215
90	9000	65	10,7067292	32,500	3,250	3,428215
100	10000	75	11,8963658	37,500	3,750	3,928215
110	11000	82	13,0860023	41,000	4,100	4,278215
120	12000	90	14,2756389	45,000	4,500	4,678215
130	13000	98	15,4652755	49,000	4,900	5,078215
140	14000	107	16,6549121	53,500	5,350	5,528215
150	15000	115	17,8445487	57,500	5,750	5,928215
160	16000	124	19,0341852	62,000	6,200	6,378215
170	17000	132	20,2238218	66,000	6,600	6,778215
180	18000	141	21,4134584	70,500	7,050	7,228215
190	19000	150	22,603095	75,000	7,500	7,678215
200	20000	160	23,7927315	80,000	8,000	8,178215
210	21000	169	24,9823681	84,500	8,450	8,628215
220	22000	179	26,1720047	89,500	8,950	9,128215
230	23000	189	27,3616413	94,500	9,450	9,628215
240	24000	197	28,5512779	98,500	9,850	10,028215
250	25000	209	29,7409144	104,500	10,450	10,628215
260	26000	219	30,930551	109,500	10,950	11,128215
270	27000	232	32,1201876	116,000	11,600	11,778215
280	28000	248	33,3098242	124,000	12,400	12,578215
290	29000	261	34,4994607	130,500	13,050	13,228215
300	30000	275	35,6890973	137,500	13,750	13,928215
310	31000	295	36,8787339	147,500	14,750	14,928215
320	32000	311	38,0683705	155,500	15,550	15,728215
326,9	**32690**	**310**	**38,8892197**	**155,000**	**15,500**	**15,678215**
320	32000	311	38,0683705	155,500	15,550	15,728215

Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jln. Kaliurang km. 14,4 Yogyakarta Telp. (0274) 895042, 895707

Sampel : BG 160-S1
Diameter : 10,373 cm
Luas (Ao) : ¼ x π x $10{,}36^2$ = 84,548 cm^2
Tinggi : 100 mm (Tinggi Dial)
Berat : 4,010 Kg

Beban (G)		Eksensiometer	σ=P/A	ΔL	ε=ΔL/Lo	Koreksi
KN	kg	ΔL (10^{-3} mm)	Mpa	(10^{-3})	(10^{-4})	-0,038328
0	0	0	0	0,000	0,000	0,000000
10	1000	2	1,1827656	1,000	0,100	0,138328
20	2000	14	2,36553119	7,000	0,700	0,738328
30	3000	39	3,54829679	19,500	1,950	1,988328
40	4000	37	4,73106238	18,500	1,850	1,888328
50	5000	37	5,91382798	18,500	1,850	1,888328
60	6000	45	7,09659358	22,500	2,250	2,288328
70	7000	61	8,27935917	30,500	3,050	3,088328
80	8000	72	9,46212477	36,000	3,600	3,638328
90	9000	90	10,6448904	45,000	4,500	4,538328
100	10000	138	11,827656	69,000	6,900	6,938328
106	**10600**	**139**	**12,5373153**	**69,500**	**6,950**	**6,988328**
100	10000	160	11,827656	80,000	8,000	8,038328

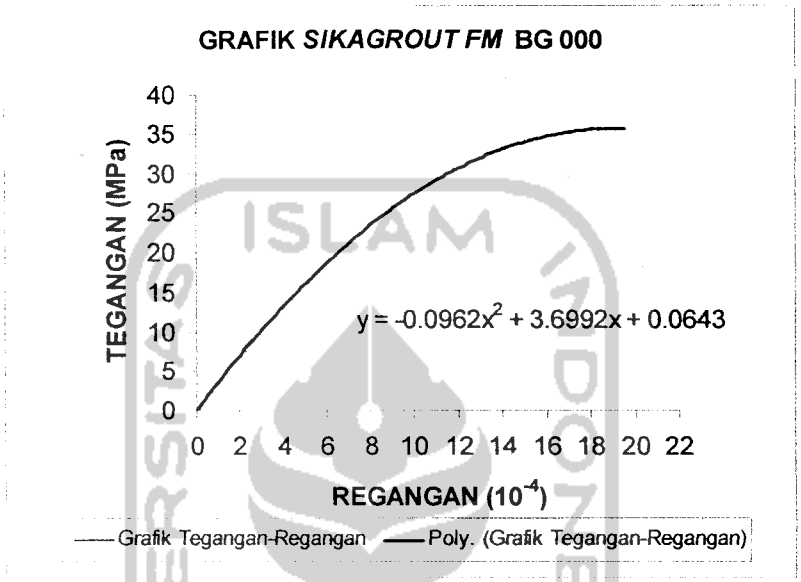
Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jln. Kaliurang km. 14,4 Yogyakarta Telp. (0274) 895042, 895707

Sampel : BG 170-S1
Diameter : 10,327 cm
Luas (Ao) : ¼ x π x $10{,}36^2$ = 83,789 cm^2
Tinggi : 100 mm (Tinggi Dial)
Berat : 3,605 Kg

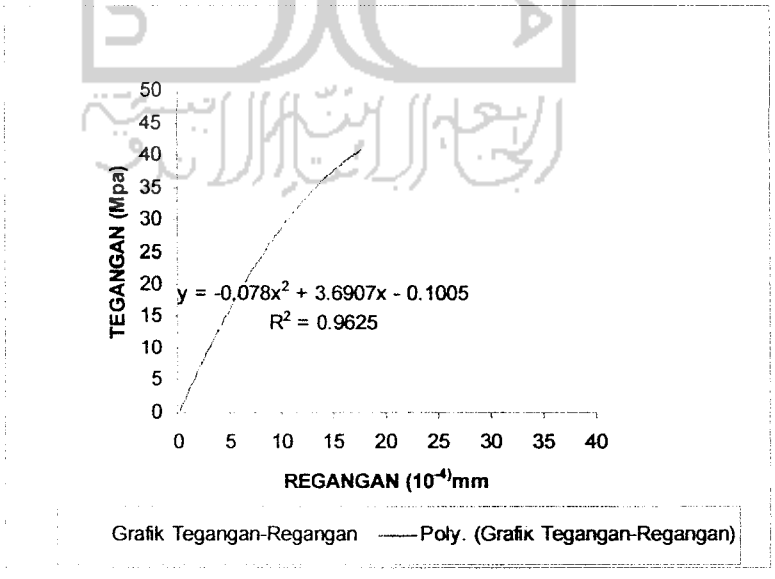
Beban (G)		Eksensiometer	σ=P/A	ΔL	ε=ΔL/Lo	Koreksi
KN	kg	ΔL (10^{-3} mm)	Mpa	(10^{-3})	(10^{-4})	-0,2483467
0	0	0	0	0,000	0,000	0,000000
10	1000	12	1,19347969	6,000	0,600	0,848347
20	2000	31	2,38695938	15,500	1,550	1,798347
30	3000	49	3,58043907	24,500	2,450	2,698347
40	4000	69	4,77391876	34,500	3,450	3,698347
50	5000	80	5,96739845	40,000	4,000	4,248347
58,6	**5860**	**99**	**6,99379099**	**49,500**	**4,950**	**5,198347**
50	5000	28	5,96739845	14,000	1,400	1,648347

Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jln. Kaliurang km. 14,4 Yogyakarta Telp. (0274) 895042, 895707

GRAFIK HUBUNGAN TEGANGAN-REGANGAN

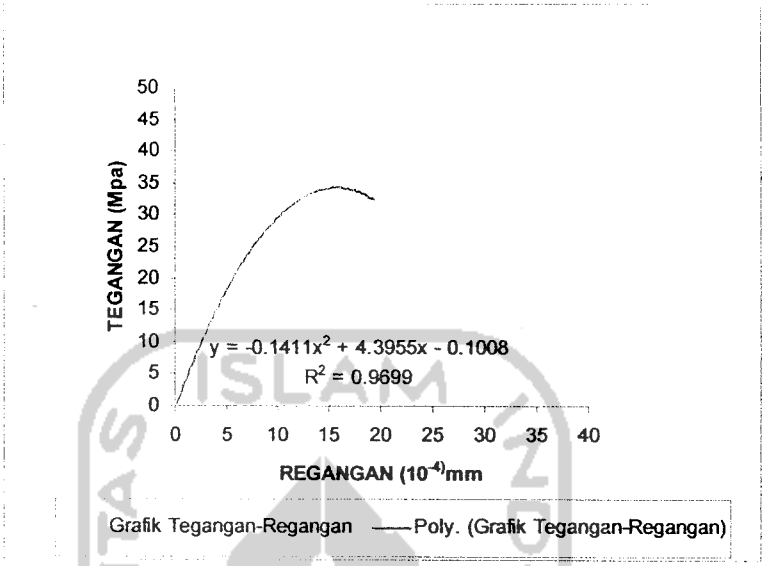


Grafik Tegangan Regangan BG 000

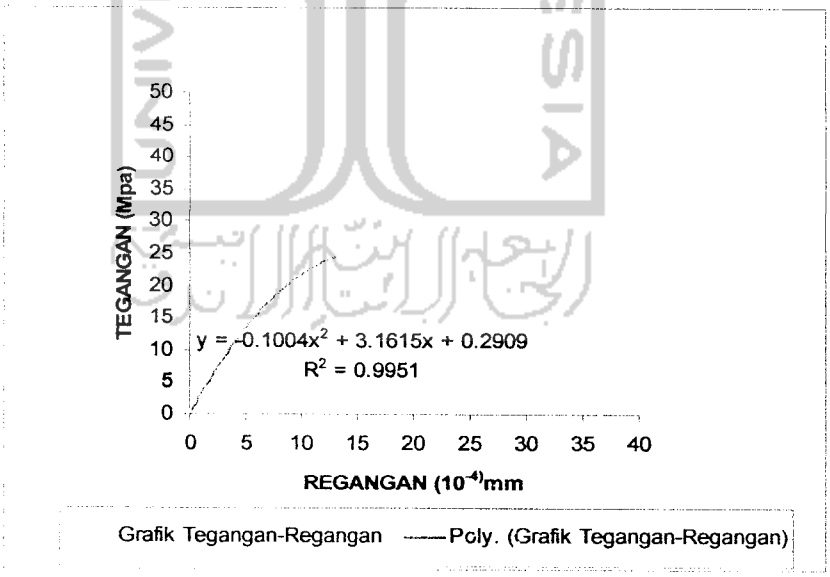


Grafik Tegangan Regangan BG 030

Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jln. Kaliurang km. 14,4 Yogyakarta Telp. (0274) 895042, 895707

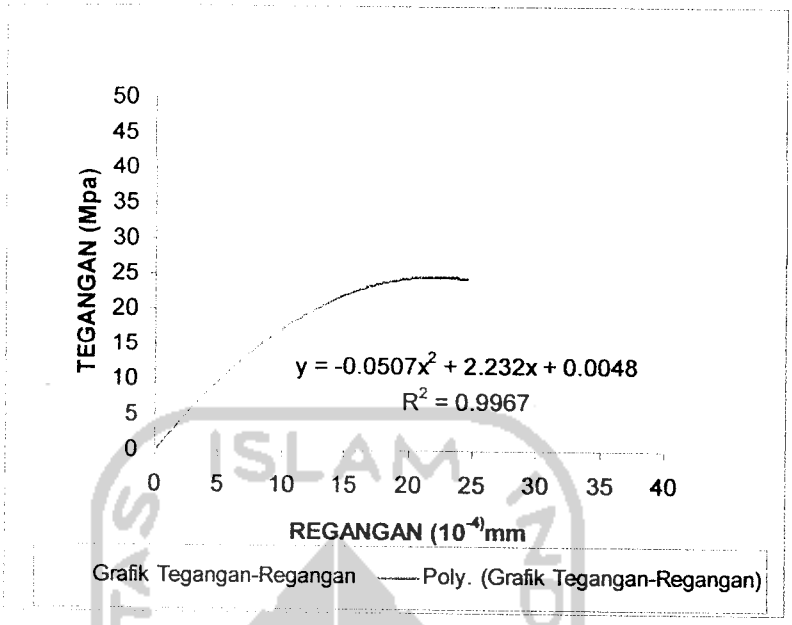


Grafik Tegangan Regangan BG 040

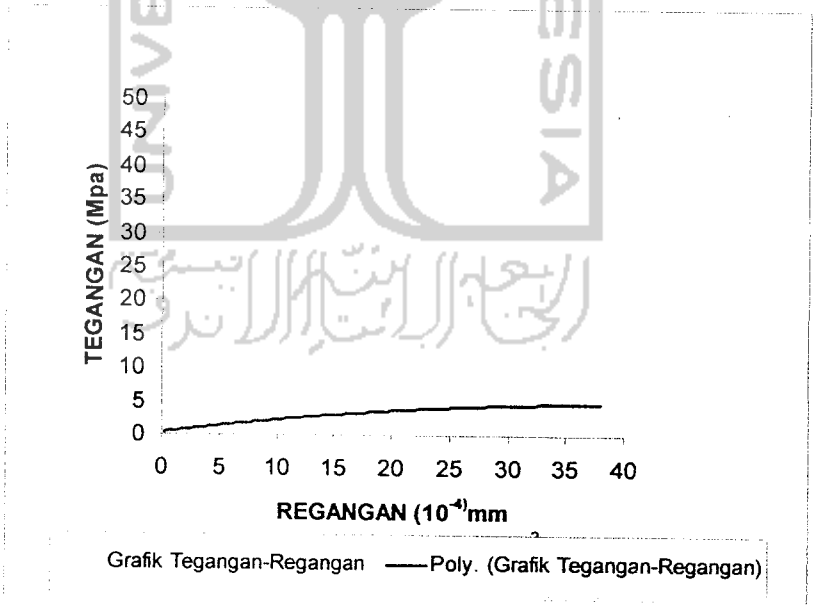


Grafik Tegangan Regangan BG 050

Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jln. Kaliurang km. 14,4 Yogyakarta Telp. (0274) 895042, 895707

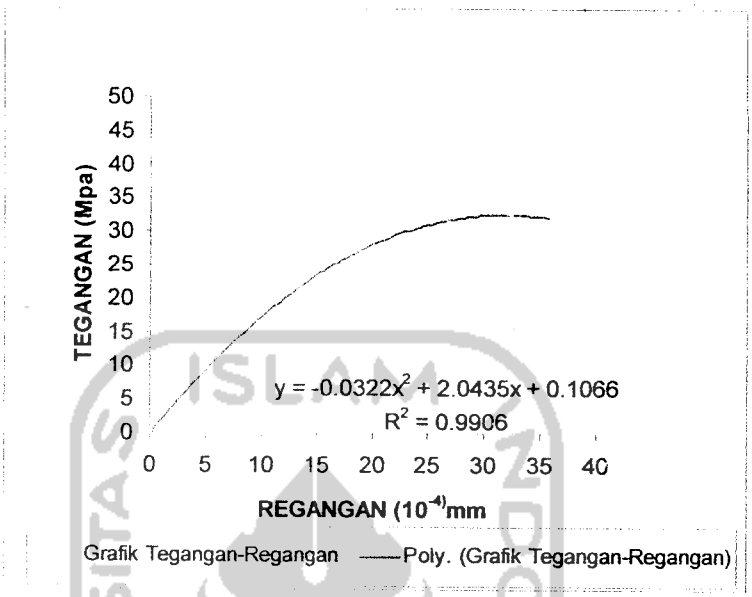


Grafik Tegangan Regangan BG 060

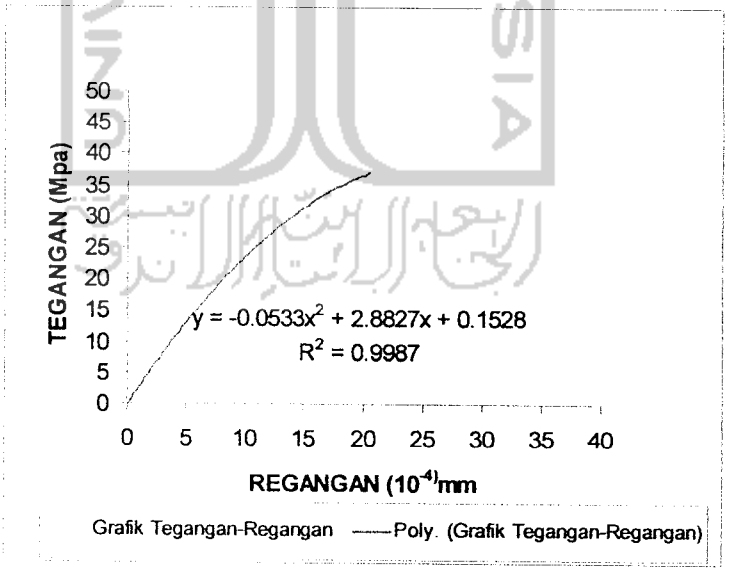


Grafik Tegangan Regangan BG 070

Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jln. Kaliurang km. 14,4 Yogyakarta Telp. (0274) 895042, 895707

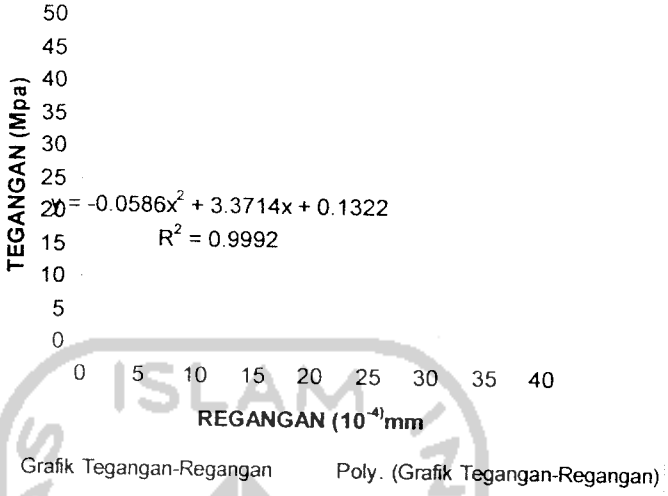


Grafik Tegangan Regangan BG 130

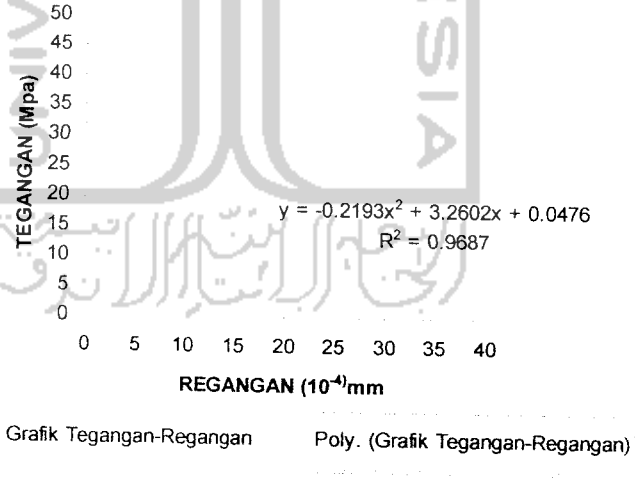


Grafik Tegangan Regangan BG 140

Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jln. Kaliurang km. 14,4 Yogyakarta Telp. (0274) 895042, 895707

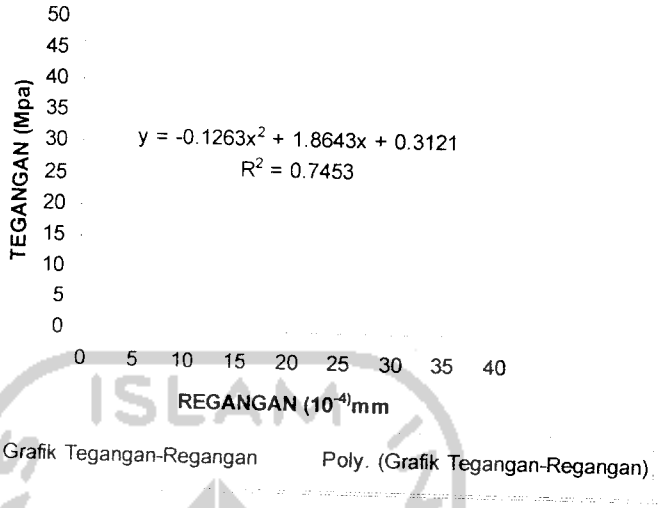


Grafik Tegangan Regangan BG 150



Grafik Tegangan Regangan BG 160

Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jln. Kaliurang km. 14,4 Yogyakarta Telp. (0274) 895042, 895707



Grafik Tegangan Regangan BG 170

Technical Data Sheet
Edition 1, 2004
Identification no.
02 02 01 01 001 0 000062
Version no. 0010
SikaGrout FM

SikaGrout FM

General Purpose, Non-Shrink Cementitious Grout

Description	A ready mixed, low heat cementitious grout incorporating silica fume which has excellent flowability and a special two-stage volumetric expansion characteristic to compensate the plastic shrinkage normally associated with cementitious grout. Complies to Corps of Engineer's specification CRD C-621 and ASTM C-1107
Use	For grouting over a wide range of applications: Anchor bolts Machine bedding/base plates Supporting bridge bearing pads Precast concrete sections Dry pack applications Cavities, gaps and recesses.
Advantages	Easy to use .... just add water Low heat development Good flow characteristic Adjustable consistency Impact and vibration resistant Shrinkage compensated High final strength Very suitable for use in marine structure Non-Corrosive Non-Toxic
Consumption	~ 1.920 kg/m^3 of mortar.

Instruction For Use

Surface Preparation	Remove dirt, oil, grease, loose material and other bond-inhibiting materials. Anchor bolts to be grouted must be degreased with suitable solvent. Concrete must be sound ad roughened to promote mechanical adhesion. Prior to pouring, surface must be wetted to saturated surface dry
Forming	For pourable grout, construct forms to retain grout without leakage. Forms should be lined or coated with bond-breaker for easy removal. Forms should be sufficiently high to accommodate head of grout. Where grout tight form is difficult to achieve, use SikaGrout FM in dry pack consistency.
Mixing	Put appropriate quantity of water (depend on the required consistency) into a mixing vessel. Add slowly the total contents of SikaGrout FM while mixing. Mix continuously for 3 minutes to achieve an even consistency. Use a mechanically low speed drill (400–600 rpm) with helical type mixing paddle or appropriately sized mortar mixer.
Application	Within 25 minutes after mixing, place grout into forms from one side to avoid air entrapment. Do not vibrate. Use a suitable head box of 150–200 mm and maintain the grout head at all times to ensure a continuos flow. Gentle tapping or pulling loops of wire from one side may assist the flow of the mortar under difficult working conditions.
Curing	Wet cure for a minimum 3 days with wet hessian, plastic sheet or apply a curing compound (Antisol)

Limitation	Minimum application thickness : 10 mm Recommended thickness of SikaGrout FM in one pour is 20 mm to 100 mm. If the thickness exceeds 100 mm, special procedure must be taken to anticipate temperature rise. Iced water, add coarse aggregate to the mix, or both of them may be used to eliminate temperature rise. Keep the materials and substrate temperature lower than 30^0 C Variations in cement could cause shade differences in colour of the mortar

Technical Data

Form		Powder
Color		Grey
Flow Condition		Flowable (Mod J cone : 6-12 sec)
Water requirement (Litres per 25 kg bag)		4.0 (water per powder = 16% by weight)
Yield (Litres per 25 kg bag)		13.00
Mix Density		2.19 kg/l
Compressive Strength (ASTM C-109)	**1 days**	150 kg/cm^2
	3 days	300 kg/cm^2
	7 days	400 kg/cm^2
	28 days	520 kg/cm^2
Flexural Strength (ASTM C-348)	**28 days**	> 50 kg/cm^2
Bond Strength	kuat lekat	
to concrete	**28 days**	>15 kg/cm^2 (concrete failure, over mechanically roughened concrete surface)
to grout	**28 days**	>25 kg/cm^2 (over mechanically roughened grout surface)
Expansion (ASTM C-940) (at 27 °C)		0.30 – 1.20 %
Initial Setting Time (at 27 °C)		8 – 11 hours

Legal Notes

ASTM C-109

ASTM C-348

ASTM C-940

ASTM C -1107

PT. Sika Indonesia
Jl. Raya Cibinong- Bekasi km 20
Limusnunggal- Cileungsi
BOGOR 16820- Indonesia
Tel. +62 21 8230025
Fax +62 21 8230025
www.sika.co. id
e-mail: marketing@sika.co.id

Branches
Surabaya,
Tel : 031-8420377
Fax : 031-8495016
Medan,
Tel : 061-4148324
Fax : 061-4150695
Batam,
Tel. 0778-424826,
Fax : 0778-425913

Sub Distributor
Bandung, Tel : 022-6018161, Fax : 022-6018772
Denpasar, Tel : 0361-235896 – 235973, Fax : 0361-237053
Makassar, Tel : 0411- 859147 – 858527, Fax : 0411-858527
Balikpapan, Tel : 0542-411258 Fax : 0542-412230
Pekanbaru, Tel : 0761-46993 – 47677, Fax : 0761-45112
Dumai, Tel : 0765-595259 Fax : 0765-91135
Palembang, Tel : 0711-351523 Fax : 0711-369858
Palu, Tel : 0451-454855 – 422122, Fax : 0451-454855

CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
DIN CH ISO 9001

Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jln. Kaliurang km. 14,4 Yogyakarta Telp. (0274) 895042, 895707



Split 1:2



Split Jagung

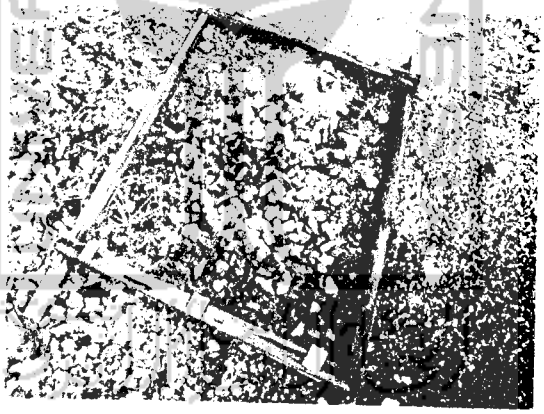


Sikagrout FM

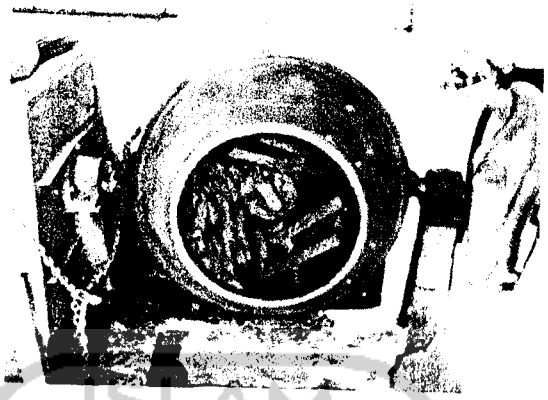
Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jln. Kaliurang km. 14,4 Yogyakarta Telp. (0274) 895042, 895707



Proses Perendaman Agregat



Proses Penjemuran Agregat setelah dicuci



Proses Adukan Beton



Proses Pencampuran Agregat dalam Adukan Beton



Pengujian *FlowTest*

Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jln. Kaliurang km. 14,4 Yogyakarta Telp. (0274) 895042, 895707

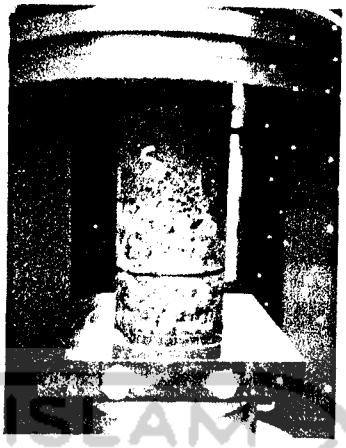


Benda Uji Beton Grouting



Perawatan Beton Grouting (Benda Uji)

Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jln. Kaliurang km. 14,4 Yogyakarta Telp. (0274) 895042, 895707



Pengujian Kuat Tekan Beton Grouting



Pemasangan Beban Titik pada Benda Uji

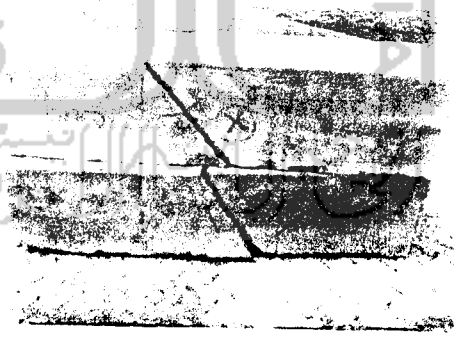


Pengujian Kuat Lentur Beton Grouting

Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jln. Kaliurang km. 14,4 Yogyakarta Telp. (0274) 895042, 895707



Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Grouting



Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton Grouting

Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jln. Kaliurang km. 14,4 Yogyakarta Telp. (0274) 895042, 895707



Kandungan *Silica Fume* pada Sikagrout FM (Beton Grouting)

CATATAN KONSULTASI TUGAS AKHIR

NO	TANGGAL	CATATAN KONSULTASI	TANDA TANGAN
1	20/12-06	proposal, diperbaiki, ruang ditambah.	
2	14/02-07	- Silahkan seminar	
3	5/03-07	- Laporan perbaiki -	
4	2/04-07	- perbaikan di perbaiki dan tinjauan	
5	14/05-07	- perbaikan di perbaiki - lampiran lengkapi	
6	21/05-07	- silahkan sidang	
7	09/06-07	Acc perbaikan setelah sidang - silahkan pendadaran	
8	28/06-07	- Acc pendadaran setelah pendadaran - Jilid	