

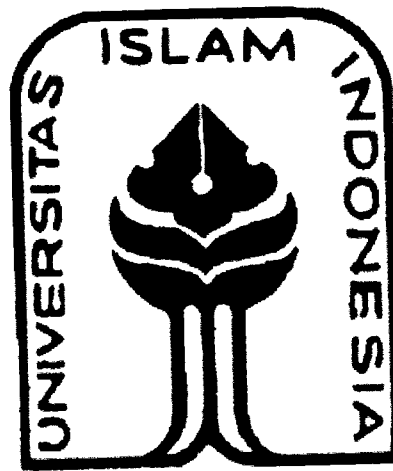
PERPUSTAKAAN FTSP UI
HADIAN/PELI

TGL. TERIMA : 31-05-2003
NO. JUDUL : 000436
NO. INV. : 5120000436001

TUGAS AKHIR

**TINJAUAN KUAT DESAK DAN KUAT TARIK BELAH
PADA BETON DENGAN AGREGAT KASAR
BATU KUNING**

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Untuk Memenuhi
Sebagai Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Teknik Sipil



جامعة الإسلام اندونيسيا

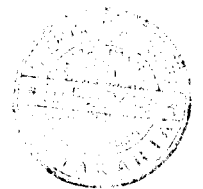
MILIK PERPUSTAKAAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN UII YOGYAKARTA

Disusun oleh :

SUGIYO 98 511 106
JAVID HURRIYANTO 98 511 144

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

2003



HALAMAN PENGESAHAN

**TINJAUAN KUAT DESAK DAN KUAT TARIK
BELAH PADA BETON DENGAN AGREGAT KASAR
BATU KUNING**

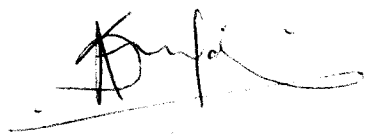
Di susun oleh :

SUGIYO 98 511 106

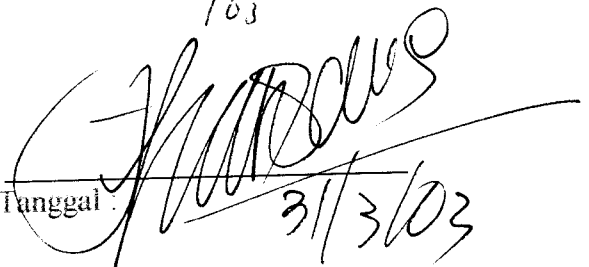
JAVID HURRIYANTO 98 511 144

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Ir. H.M. SAMSUDIN, MT.
Dosen Pembimbing I


Tanggal : 31 / 03 - 03

Ir. H. SUHARYATMO, MT.
Dosen Pembimbing II


Tanggal : 31 / 3 / 03

MOTTO

Kepunyaan Allah segala yang dilangit dan di bumi. Dan ilmu Allah meliputi segala sesuatu.

(Q.S. An Nisaa' : 126)

Adapun orang-orang yang cerdas yang diberi ilmu berkata : "Celaka kamu, pahala Allah jauh lebih baik bagi orang yang beriman dan beramal saleh dan hal itu tidak akan dicapai kecuali oleh orang-orang yang sabar."

(Q.S. Al Qashash : 80)

HALAMAN PERSEMBAHAN

*Dengan perasaan bahagia
dan sujud syukur berkat limpahan karunia-Nya
Aku persembahkan skripsiku ini kepada :
Ayahanda dan ibunda yang tercinta
Kakak-kakakku dan adikku yang tersayang
Keluarga besar Sutoikromo yang terbesar di jogja
(Gio)*

*Dengan perasaan bahagia dan sujud syukur
berkat limpahan karunia-Nya
Aku persembahkan laporan Tugas Akhir ini kepada :
Keluarga Besar Drs. H. Suyatman tercinta
Keluarga Besar Ponpes "At-Taqwa" Muhammadiyah
Keluarga Besar IMKAGITA
ninTΨΛ (thx u 4 lovin' me)
Eyang Putri (matur nuwun kagem pangestunipun)
Yang telah memberikan dorongan, semangat dan doa
(javid)*

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji dan syukur kami panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya kepada kita, karena dengan kasih sayang-Nyalah Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Shalawat dan salam semoga terlimpahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW beserta para keluarga, sahabat dan pengikutnya hingga akhir hayat.

Tugas Akhir dalam bentuk penelitian laboratorium dengan judul **“TINJAUAN KUAT DESAK DAN KUAT TARIK BELAH PADA BETON DENGAN AGREGAT KASAR BATU KUNING”** ini kami ajukan sebagai syarat guna memperoleh derajat strata satu (SI) pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

Penyelesaian Tugas Akhir ini tidak terlepas dari dukungan serta sumbangan pikiran berbagai pihak yang selalu memberikan motivasi dalam menghadapi hambatan yang terjadi selama pelaksanaan penelitian dan penyusunan laporan. Untuk itu dengan segala keikhlasan hati penyusun mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Ir. H. Widodo, MSCE. Ph.D, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia,
2. Bapak Ir. H.M. Samsudin, MT, selaku Dosen Pembimbing I,
3. Bapak Ir. H. Suharyatmo, MT, selaku Dosen Pembimbing II,
4. Bapak Ir. H. Kadir Aboe, MS, selaku dosen tamu pada Sidang dan Pendadaran.

5. Bapak, Ibu, Kakak-kakak, dan Adik tercinta, yang telah banyak memberikan bantuan dan doa serta dorongan moril maupun materiil.
6. Teman-teman kelas F '98 yang banyak memberikan masukan dan motivasi. Aji (thanx 4 comp.nya), Wen & Win (thanx 4 support), and all civil first (thanx 4 attention)
7. Teman-teman sekecamatan Gemolong (didik, bambang, sigit, noer, hari 'n imkagita kru), matur nuwun atas keramahannya.
8. Teman-teman sipil se-UH, terima kasih atas bantuannya dalam bentuk apapun. BBG (thanx 4 comp.'n print-nya).
9. IMDC kru yang slalu setia melayani diriku penuh kesabaran.
10. Teman sepermainan yang slalu menemaniku disaat kesepian. Aris cs, Tere cs, 'n Anix cs (thanx 4 u all)
11. Warga Cepit yang slalu membuatku riang. Reni (thanx 4 u ♥), Iboe2koe (thanx 4 as my mother).
12. Teman-teman TA yang memberi semangat tux raih gelar sarjana. Y2K (thanx 4 u).
13. *NISA*-koe, kehadiranmu disisiku menyadarkanku atas kehidupan ini. Terima atas perhatianmoe padakoe, kau yang slalu mengajakku tux tau alam lain. *miss u*
14. *DOGOSKOE*, **wox-koe**, *GODEYKOE*, 'n *AG* sejogja (u make me happy everyday).
(GIOX).

15. Bapak, Ibu, Keluarga Mas Anto, Keluarga Mas Ali, dan dik Atiek tercinta, yang telah banyak memberikan bantuan dan doa serta dorongan moril maupun materil.
16. Teman-teman kelas F '98 yang banyak memberikan masukan dan motivasi.
17. Teman-teman serumah (didik, bambang, sigit, noer, hari) atas bantuannya.
18. Teman-teman IMKAGITA atas saran dan kritik pedasnya.
19. Teman-teman kelas D '98 atas dorongan dan dukungannya.

(JAVID)

20. Segenap karyawan Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik di lingkungan Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
21. Semua pihak yang telah membantu penyusun selama pelaksanaan dan penyusunan laporan Tugas Akhir ini.

Penyusun menyadari dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan dan kesalahan, untuk itu penyusun mengharapkan kritik dan saran yang bersifat konstruktif dalam pengembangan dimasa mendatang. Penyusun berharap semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi mahasiswa Teknik Sipil dan pembaca pada umumnya.

Akhir kata semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan rahmat-Nya kepada kita semua, sehingga kita sebagai hamba-Nya bisa senantiasa mensyukuri nikmat yang telah diberikanNya dan kita dapat selalu berkreasi untuk mencapai hal yang lebih baik dari apa yang telah kita peroleh sekarang. Amiin...

Wassalamu'alaikum Wr. Wb

Jogjakarta, April 2003

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN MOTTO.....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
NOTASI.....	xvii
INTISARI.....	xviii

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Lingkup Permasalahan.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
1.6 Hipotesis.....	5
1.7 Metode Penelitian.....	5

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Faktor yang mempengaruhi kekuatan beton.....	8
2.2 Penelitian Terdahulu	10

BAB III LANDASAN TEORI

3.1 Beton.....	14
3.1.1 Semen Portland.....	15
3.1.2 Agregat.....	16
3.1.3 Air.....	18
3.2 Faktor Air Semen (FAS).....	18
3.3 <i>Slump</i>	19
3.4 <i>Workability</i>	19
3.5 Berat Volume Beton.....	20
3.6 Kuat Desak Beton.....	21
3.7 Kuat Tarik Belah Beton.....	21
3.8 Modulus Elastis Beton.....	22

BAB IV PELAKSANAAN PENELITIAN

4.1 Umum.....	25
4.1.1 Bahan	25
4.1.2 Alat.....	26
4.2 Persiapan Material.....	28
4.3 Pemeriksaan Agregat Kasar.....	29

4.3.1 Pemeriksaan Kekuatan Agregat Kasar.....	29
4.3.2 Pemeriksaan Berat Volume Satuan	30
4.4 Uji Kekentalan.....	31
4.5 Pembuatan dan Perawatan Benda Uji	31
4.6 Pengujian Kuat Desak dan Kuat Tarik Belah Benda Uji	32

BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil Penelitian.....	34
5.2 Pembahasan	45
5.2.1 Keausan Agregat.....	45
5.2.2 Berat Volume Agregat.....	45
5.2.3 Uji Kekentalan.....	45
5.2.4 Berat Volume Beton	47
5.2.5 Kuat Desak Beton.....	49
5.2.6 Kuat Tarik Belah Beton.....	51
5.2.7 Modulus Elastis	52

BAB VI KESIMPULAN

6.1 Kesimpulan.....	55
6.2 Saran-saran	56

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

3.1	Prosentase Senyawa Kimia Semen Portland	16
5.1	Pemeriksaan Keausan Agregat (Abrasi Test).....	35
5.2	Data pemeriksaan berat volume Batu Kuning	35
5.3	Data pemeriksaan berat volume Split	35
5.4	Data hasil uji silinder beton	44

DAFTAR GAMBAR

3.1	Grafik hubungan regangan-tegangan	23
5.1	Grafik tegangan-regangan silinder beton batu kuning diameter 10 mm dan perbandingan campuran 1 : 2 : 3.....	36
5.2	Grafik tegangan-regangan silinder beton split diameter 10 mm dan perbandingan campuran 1 : 2 : 3	36
5.3	Grafik tegangan-regangan silinder beton batu kuning diameter 20 mm dan perbandingan campuran 1 : 2 : 3.....	37
5.4	Grafik tegangan-regangan silinder beton split diameter 20 mm dan perbandingan campuran 1 : 2 : 3.....	37
5.5	Grafik tegangan-regangan silinder beton batu kuning diameter 10 mm dan perbandingan campuran 1 : 1,5 : 2,5.....	38
5.6	Grafik tegangan-regangan silinder beton split diameter 10 mm dan perbandingan campuran 1 : 1,5 : 2,5.....	38
5.7	Grafik tegangan-regangan silinder beton batu kuning diameter 20 mm dan perbandingan campuran 1 : 1,5 : 2,5.....	39
5.8	Grafik tegangan-regangan silinder beton split diameter 20 mm dan perbandingan campuran 1 : 1,5 : 2,5.....	39
5.9	Grafik perbandingan tegangan-regangan beton batu kuning diameter 10 mm.....	40
5.10	Grafik perbandingan tegangan-regangan beton batu kuning diameter 20 mm.....	40

5.11	Grafik perbandingan tegangan-regangan beton split diameter 10 mm ..	41
5.12	Grafik perbandingan tegangan-regangan beton split diameter 20 mm	41
5.13	Grafik perbandingan tegangan-regangan beton batu kuning dan split diameter 10 mm perbandingan 1 : 2 : 3.....	42
5.14	Grafik perbandingan tegangan-regangan beton batu kuning dan split diameter 20 mm perbandingan 1 : 2 : 3.....	42
5.15	Grafik perbandingan tegangan-regangan beton batu kuning dan split diameter 10 mm perbandingan 1 : 1,5 : 2,5.....	43
5.16	Grafik perbandingan tegangan-regangan beton batu kuning dan split diameter 20 mm perbandingan 1 : 1,5 : 2,5.....	43

DAFTAR LAMPIRAN

Pemeriksaan Keausan Agregat (Abrasi Test) AASHTO T 96 – 77	1
Data pemeriksaan berat volume batu kuning.....	2
Data pemeriksaan berat volume split.....	2
Data hasil uji silinder beton agragat kasar batu kuning.....	3
Data hasil uji silinder beton agragat kasar split.....	3
Data hasil uji silinder beton agragat kasar batu kuning.....	4
Data hasil uji silinder beton agragat kasar split.....	4
Data hasil uji silinder beton agragat kasar batu kuning.....	5
Data hasil uji silinder beton agragat kasar split.....	5
Data hasil uji silinder beton agragat kasar batu kuning.....	6
Data hasil uji silinder beton agragat kasar split.....	6
Data hasil uji silinder beton agragat kasar batu kuning.....	7
Data hasil uji silinder beton agragat kasar split.....	7
Data hasil uji silinder beton agragat kasar batu kuning.....	8
Data hasil uji silinder beton agragat kasar split.....	8
Data hasil uji silinder beton agragat kasar batu kuning.....	9
Data hasil uji silinder beton agragat kasar split.....	9
Data hasil uji silinder beton agragat kasar batu kuning.....	10
Data hasil uji silinder beton agragat kasar split.....	10
Data pengujian regangan bt. Kuning perbandingan 1:2:3 sampel 1 dan 2.....	11
Data pengujian regangan bt. Kuning perbandingan 1:2:3 sampel 3 dan 4.....	12

Data pengujian regangan bt. Kuning perbandingan 1:2:3 sampel 5 dan 6.....	13
Data pengujian regangan bt. Kuning perbandingan 1:2:3 sampel 7.....	14
Data pengujian regangan Split perbandingan 1:2:3 sampel 1 dan 2	15
Data pengujian regangan Split perbandingan 1:2:3 sampel 3.....	17
Data pengujian regangan bt. Kuning perbandingan 1:2:3 sampel 1 dan 2.....	19
Data pengujian regangan bt. Kuning perbandingan 1:2:3 sampel 3 dan 4.....	20
Data pengujian regangan bt. Kuning perbandingan 1:2:3 sampel 5 dan 6.....	21
Data pengujian regangan bt. Kuning perbandingan 1:2:3 sampel 7.....	22
Data pengujian regangan Split perbandingan 1:2:3 sampel 1 dan 2	23
Data pengujian regangan Split perbandingan 1:2:3 sampel 3.....	25
Data pengujian regangan bt. Kuning perbandingan 1:1,5:2,5 sampel 1 dan 2..	27
Data pengujian regangan bt. Kuning perbandingan 1:1,5:2,5 sampel 3 dan 4..	29
Data pengujian regangan bt. Kuning perbandingan 1:1,5:2,5 sampel 5 dan 6..	31
Data pengujian regangan bt. Kuning perbandingan 1:1,5:2,5 sampel 7	33
Data pengujian regangan Split perbandingan 1:1,5:2,5 sampel 1 dan 2	35
Data pengujian regangan Split perbandingan 1:1,5:2,5 sampel 3.....	37
Data pengujian regangan bt. Kuning perbandingan 1:1,5:2,5 sampel 1 dan 2 ..	39
Data pengujian regangan bt. Kuning perbandingan 1:1,5:2,5 sampel 3 dan 4..	41
Data pengujian regangan bt. Kuning perbandingan 1:1,5:2,5 sampel 5 dan 6..	43
Data pengujian regangan bt. Kuning perbandingan 1:1,5:2,5 sampel	45
Data pengujian regangan Split perbandingan 1:1,5:2,5 sampel 1 dan 2	47
Data pengujian regangan Split perbandingan 1:1,5:2,5 sampel 3.....	49
Data pengujian regangan rata-rata perbandingan campuran 1:2:3	51

Data pengujian regangan split rata-rata perbandingan campuran 1:1,5:2,5.....	53
Foto Agregat kasar batu kuning	55
Foto hasil dari pengujian Abrasi	55
Foto pembuatan sample dan pengambilan nilai slump	56
Foto pemasukan adukan kedalam mold (cetakan).....	56
Foto perawatan beton dalam kolam air selama 28 hari	57
Foto pelaksanaan pengujian kuat desak silinder beton	57
Foto pengujian kuat tarik belah silinder beton.....	58
Foto sampel hasil dari pengujian kuat tarik belah	58
Foto sampel dari pengujian kuat desak silinder beton	59
Foto detail pengujian kuat desak beton.....	59
Foto detail pengujian kuat tarik belah.....	60

NOTASI

BV	=	Berat Volume (Kg/cm^3)
Bs	=	Berat Silinder (Kg)
D	=	Diameter (cm)
T	=	Tinggi (cm)
f_c	=	Kuat Desak Beton (Mpa)
f_{cr}	=	Kuat Desak rerata silinder beton (Mpa)
P_{max}	=	Beban maksimum yang merusak silinder beton (N)
As	=	Luas tampang silinder beton (mm^2)
n	=	Jumlah silinder beton
f_{cs}	=	Kuat tarik belah beton (Mpa)
L	=	tinggi silinder beton (mm)
E_c	=	Modulus Elastis beton (Mpa)
σ	=	Tegangan (Mpa)
ε	=	Regangan

INTISARI

Setiap pembangunan yang terjadi di muka bumi ini selalu melibatkan pembangunan dibidang konstruksi. Konstruksi bangunan yang selalu dipakai oleh masyarakat sampai saat ini ialah beton. Alasan penggunaan beton sebagai bahan struktur bangunan ini karena mudah dan murah nya bahan penyusun beton serta perawatannya yang mudah dilakukan supaya penggunaan beton ini lebih awet.

Salah satu alternatif pengganti split adalah batu kuning yang banyak terdapat di daerah eks kawedanan Gemolong, Sragen, Jawa Tengah. Batu kuning ini sejenis dengan batu kapur yang mempunyai warna kuning dan sekilas lebih kuat dari pada batu kapur. Permukaan batu kuning ini sedikit berpori dan bertekstur kasar.

Dari pengamatan dan penelitian yang menggunakan benda uji sebanyak 80 buah menghasilkan berbagai variasi berat volume, kuat desak dan kuat tarik belah. Berat volume pada beton yang menggunakan agregat kasarnya batu kuning lebih rendah 5 % dibandingkan berat volume beton yang menggunakan agregat kasarnya split. Untuk kuat desak terbesar yang dihasilkan pada beton yang menggunakan agregat kasarnya batu kuning yaitu sebesar 28,25 Mpa sedangkan pada beton menggunakan agregat kasarnya split sebesar 31,12 Mpa, ini terjadi pada perbandingan campuran 1 : 1,5 : 2,5 dan diameter agregat kasarnya 20 mm. Prosentase selisih kuat desak kedua beton tersebut sebesar 9 %. Pada kuat tarik belah terbesar juga terjadi pada variasi beton diatas, yaitu sebesar 2,33 Mpa dan 2,47 Mpa masing-masing untuk agregat kasarnya batu kuning dan split. Selisih kuat tarik belah terhadap kuat desak pada kedua jenis beton diatas yaitu sebesar 10 %. Nilai modulus elastis beton yang menggunakan batu kuning sebagai agregat kasarnya lebih kecil dibandingkan beton yang menggunakan split, sehingga beton yang menggunakan batu kuning sebagai agregat kasarnya lebih mudah mengalami regangan dibandingkan beton yang menggunakan split. Nilai modulus elastis beton terbesar pada batu kuning yaitu sebesar 20.000 Mpa, sedangkan pada split yaitu sebesar 25.000 Mpa pada masing-masing variasi yang berbeda.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam perkembangana hidup manusia yang selalu berubah dari kehidupan sederhana ke kehidupan modern selalau diiringi pembangunan disegala bidang. Hal ini juga terjadi pada pembangunan dibidang struktur bangunan. Struktur bangunan yang dipakai sampai saat ini berupa baja, kayu, dan beton. Namun sampai saat ini sruktur bangunan yang memakai beton adalah menjadi alternatif bangunan gedung, karena murah dan mudah didapatkannya material yang digunakan untuk membuat bangunan itu.

Penggunaan beton sebagai bahan bangunan ini dilandasi oleh tingginya kuat desak yang dimiliki oleh beton itu sendiri. Beton juga tidak perlu perawatan yang terlalu rumit, karena beton tidak terpengaruhi oleh keadaan cuaca disekitarnya. Selain alasan diatas beton juga lebih variatif bentuk atau model bangunan yang diinginkan, karena beton dapat mengikuti bentuk cetakannya.

Bahan penyusun beton yang digunakan sampai saat ini adalah batuan vulkanik yang berupa pecahan atau batu alam yang diambil dari sungai. Alasan penggunaan batuan vulkanik sebagai bahan bangunan ialah karena besarnya kuat desak beton yang dihasilkan pada beton yang menggunakan batuan vulkanik sebagai agregat kasarnya pada saat uji kuat desak dilakukan. Namun jika suatu daerah jauh dari produksi batuan vulkanik maka biaya pembuatan beton akan menjadi mahal. Hal ini terjadi di daerah sekitar eks Kawedanan Gemolong, Kabupaten Sragen, Jawa Tengah. Dalam usaha untuk mengurangi biaya pembuatan beton dan pemanfaatan batu yang ada disekitar wilayah ini, maka bahan pembuat beton menggunakan batu kuning sebagai agregat kasarnya merupakan alternatif pilihan untuk daerah tersebut. Daerah yang banyak menghasilkan batu kuning itu terletak di Desa Sendang Boto, Kecamatan Miri, Kabupaten Sragen, Jawa Tengah. Pada makalah ini penulis mencoba memaparkan hasil penelitian laboratorium dengan tema *Tinjauan Kuat Desak dan Kuat Tarik Belah Pada Beton dengan Agregat Kasar Batu Kuning*.

1.2 Lingkup Permasalahan

Pembuatan beton selalu melibatkan agregat kasar sebagai pengisi dalam campuran adukan beton. Agregat kasar yang paling sering digunakan adalah batuan vulkanik yang berasal dari gunung atau batuan alami yang ada di sungai-sungai. Salah satu alternatif pembuatan beton untuk daerah yang jarang

terdapat batuan vulkanik atau batuan alami ialah dengan cara pemanfaatan material yang ada di daerah sekitar lokasi pembuatan beton. Hal ini misalnya dapat dilakukan dengan pemanfaatan batu kuning yang banyak terdapat di Kabupaten Sragen. Pada penelitian ini akan diteliti selisih dari kuat desak dan kuat tarik belah pada beton yang menggunakan batu kuning sebagai agregat kasarnya terhadap beton yang menggunakan batu pecah (*split*) yang berasal dari Sungai Progo (clereng), serta perbandingan kuat tarik belah beton terhadap kuat desak betonnya.

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian ini terfokus pada tujuan yang akan dicapai, maka batasan masalah yang digunakan dalam penelitian ini meliputi :

1. Semen portland menggunakan merk Nisantara.
2. Agregat kasar menggunakan batu kuning yang berasal dari Kabupaten Sragen dan split yang berasal dari Sungai Progo (clereng) dengan diameter 10–20 mm dan 21–40 mm.
3. Agregat halus menggunakan pasir dari krasak.
4. Air diambil dari Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
5. Campuran beton menggunakan perbandingan berat 1 : 2 : 3 dan 1 : 1,5 : 2,5.

6. Nilai fas digunakan 0,4 sampai dengan 0,6 dengan syarat adukan beton memiliki nilai slump.
7. Alat cetakan terbuat dari baja berbentuk silinder yang mempunyai diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.
8. Perawatan beton dilakukan dengan cara perendaman dalam kolam air selama beton akan dilakukan pengujian pada umur 28 hari.
9. Agregat kasar direndam dalam kolam air selama 24 jam.
10. Tidak memperhitungkan kandungan yang terdapat dalam batu kuning.
11. Campuran beton dalam pengadukan dianggap baik.
12. Syarat pengujian bahan dasar dan silinder beton didasarkan pada SK SNI, dan uji keausan menggunakan mesin los angeles yang didasarkan pada ASTM (*American Society for Testing Material*).
13. Penelitian yang dilakukan hanya pada kuat desak, kuat tarik belah dan modulus elastis pada kedua jenis beton.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan yang akan dicapai dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui kuat desak dan kuat tarik belah pada beton yang menggunakan batu kuning sebagai agregat kasarnya.
2. Mengetahui berat volume batu kuning dan berat volume split.

3. Mengetahui berat volume beton yang menggunakan batu kuning sebagai agregat kasarnya dan berat volume beton yang menggunakan split sebagai agregat kasarnya dalam keadaan basah maupun dalam keadaan kering.
4. Mengetahui perbandingan kuat desak, berat volume dalam keadaan basah dan keadaan kering antara beton yang menggunakan batu kuning sebagai agregat kasarnya terhadap beton yang menggunakan split sebagai agregat kasarnya.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah dapat memberikan masukan kepada masyarakat tentang pemanfaatan batu kuning sebagai agregat kasar untuk pembuatan beton.

1.6 Hipotesis

Hipotesis yang berkaitan dengan penelitian ini ialah adanya keterkaitan antara keausan agregat kasar terhadap kuat desak, kuat tarik belah dan modulus elastis pada beton.

1.7 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini merupakan tahapan yang saling berurutan meliputi :

1. Tahap perumusan masalah

Pada tahap ini terdapat kegiatan berupa perumusan topik penelitian yang termasuk didalamnya perumusan tujuan dan pembatasan terhadap permasalahan.

2. Tahap peninjauan pustaka

Pada tahap ini terdapat kegiatan berupa pengkajian terhadap penelitian terdahulu sebagai acuan dalam penelitian yang akan dilakukan.

3. Tahap landasan teori

Pada tahap ini terdapat kegiatan berupa penjabaran dari tahap peninjauan pustaka yang dituangkan dalam bentuk teori atau rumus yang dipakai dalam penelitian yang akan dilakukan.

4. Tahap hipotesis

Pada tahap ini terdapat kegiatan mencari jawaban sementara terhadap permasalahan dalam penelitian yang akan dilakukan

5. Tahap metode pelaksanaan

Pada tahap ini berisikan kegiatan menetapkan langkah-langkah yang akan dilakukan dalam penelitian sesuai dengan hasil yang ingin dicapai.

6. Tahap hasil dan pembahasan

Pada tahap ini berisikan kegiatan pelaksanaan penelitian yang telah ditetapkan dalam tahap metode pelaksanaan, mencatat hasil penelitian, dan menganalisis dengan menggunakan rumus-rumus yang telah ditetapkan dalam

tahap landasan teori, lalu membandingkannya dengan hipotesis yang telah dibuat pada tahap hipotesis.

7. Tahap kesimpulan

Pada tahap ini terdapat kegiatan berupa penarikan kesimpulan dari tahap hasil dan pembahasan dalam penelitian yang telah dilaksanakan dan kesimpulan ini merupakan jawaban dari permasalahan yang dihadapi dalam penelitian.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Faktor yang mempengaruhi kekuatan beton

Hal yang paling mendasar dalam penggunaan beton sebagai bahan bangunan dalam suatu struktur bangunan adalah kekuatan dari beton itu sendiri dalam menahan beban. Faktor-faktor yang mempengaruhi kekuatan beton dalam menahan beban (*Rusmayanti, 2002*), sebagai berikut :

1. faktor air semen (fas)

Faktor air semen merupakan perbandingan antara berat air terhadap berat semen yang digunakan dalam adukan beton. Semakin besar nilai fas, maka akan semakin rendah nilai kuat desak betonnya.

2. umur beton

Kuat desak yang dihasilkan dari beton akan meningkat sesuai umur dari beton itu sendiri. Semakin tua umur beton, maka akan semakin tinggi kuat desak beton yang dihasilkan. Kenaikan kuat desak beton akan naik seiring dengan bertambahnya umur beton, namun juga dipengaruhi oleh fas dan suhu perawatan. Semakin rendah fasnya maka

kenaikan kuat desak beton akan cepat, dan semakin tinggi suhu perawatan maka kenaikan kuat desak beton akan cepat.

3. jenis semen

Jenis semen yang dipakai dalam pembuatan beton bermacam-macam. Jenis semen yang dipakai dalam pembuatan beton sangat mempengaruhi kuat desak beton yang dihasilkan. Adapun jenis semen portland dikelompokkan dalam lima jenis berdasarkan sifat-sifat komposisi dan senyawa kimianya, yaitu :

1. jenis I, merupakan semen portland standard yang digunakan untuk semua bangunan beton tanpa persyaratan tertentu,
2. jenis II, merupakan semen portland yang dipakai untuk bangunan yang menuntut pembuatn beton secara massal, seperti dam. Semen ini diperoleh dengan cara menambah prosentase C_2S dan mengurangi prosentase C_3S dari semen portland jenis I,
3. jenis III, merupakan semen portland yang cepat mengeras dan memiliki kekuatan awal tinggi karena butirannya lebih halus dan mengandung prosentase C_3S yang lebih banyak. Semen ini dipakai bilamana kekuatan harus dicapai dalam waktu yang singkat, seperti pembuatan jalan raya,
4. jenis IV, merupakan semen portland yang memiliki panas hidrasi rendah, prosentase C_2S lebih banyak dari semen portland

jenis I dan umumnya digunakan pada turap penahan tanah gravitasi dan bendungan besar, dan

5. jenis V, merupakan semen yang tahan terhadap serangan sulfat dan umumnya digunakan untuk pembuatan beton pada daerah laut atau pantai.

4. sifat agregat

Pengaruh kekuatan agregat terhadap kuat desak beton tidak tinggi, karena kekuatan agregat lebih tinggi daripada pastanya. Hal yang mempengaruhi kekuatan beton ialah kekasaran permukaan dan ukuran maksimum agregat. Semakin kasar permukaan agregat maka gesekan antara agregat dengan pasta akan tinggi, sehingga kuat desak yang dihasilkan akan tinggi. Demikian juga untuk butiran maksimum yang besar akan menghasilkan kuat desak yang besar, karena jumlah mortar yang terdapat dalam campuran beton akan banyak. Semakin banyak mortar maka gesekan antar agregat akan besar.

2.2 Penelitian Terdahulu

Dari penelitian yang dilakukan oleh Aji dan Bachtiar pada tahun 2002 mengenai batu putih yang berasal dari gunung kidul didapatkan kuat desak beton yang menggunakan agregat kasarnya batu putih lebih rendah dibandingkan beton yang menggunakan agregat kasarnya kerikil dari Sungai Krasak. Selisih kuat desak yang dihasilkan dari beton yang menggunakan

agregat kasarnya batu putih terhadap beton yang menggunakan agregat kasarnya kerikil ialah sebesar 4,3 %. Kuat tarik belah yang dihasilkan dari beton yang menggunakan agregat kasarnya batu putih lebih tinggi dibandingkan beton yang menggunakan agregat kasarnya kerikil. Perbandingan kuat tarik belah terhadap kuat desak pada beton yang menggunakan agregat kasarnya batu putih sebesar 0,467. Kuat desak yang terjadi pada beton yang menggunakan agregat kasarnya kerikil lebih tinggi dibandingkan beton yang menggunakan agregat kasarnya batu putih dipengaruhi oleh permukaan kerikil yang memiliki pori yang besar dan banyak, sehingga pori ini akan diisi oleh pasta semen dan akan terjadi ikatan yang lebih kuat pada pengecoran. Abrasi yang dihasilkan pada agregat kasar tidak berpengaruh mutlak terhadap kuat desak beton yang dihasilkan. Hal ini terbukti dengan besarnya abrasi yang terjadi pada kerikil, namun kuat desak yang dihasilkan lebih tinggi pada beton yang menggunakan agregat kasarnya kerikil dibandingkan beton yang menggunakan agregat kasarnya batu putih. Abrasi yang dihasilkan pada batu putih sebesar 26,60 %, sedangkan abrasi yang dihasilkan pada kerikil sebesar 53,16 %. Batu putih ini memiliki nilai modulus sebesar 22572,94 Mpa. Nilai modulus ini termasuk nilai modulus yang sangat rendah, sehingga beton yang menggunakan agregat kasarnya batu putih akan mudah mengalami perpanjangan atau perpendekan.

Pada penelitian yang juga dilakukan oleh Sugiarto dan Sandi di tahun 2000 mengenai batu putih yang termasuk batu kapur didapatkan hasil bahwa batu kapur ini dapat digunakan sebagai agregat dalam pembuatan lapisan jalan. Batu kapur ini digunakan dengan cara dicampur dengan batu pecah yang berasal dari Sungai Progo (Clereng). Batu kapur ini memiliki keausan sebesar 27,04 % dan berat jenis sebesar $2,60 \text{ gr/cm}^3$. Dari perbandingan campuran antara batu kapur dengan batu pecah sebesar 66,67 % untuk batu kapur dan 33,33 % untuk batu pecah menghasilkan perbandingan yang aman dan ekonomis. Perbandingan campuran di atas memenuhi persyaratan yang ditentukan oleh Bina Marga 1983 dan Bina Marga 1987. Dari uji indeks tahanan campuran aspal menghasilkan bahwa besar indeks tahanan dari campuran aspal dengan batu kapur dengan perbandingan di atas lebih dari 75 %. Hal ini membuktikan bahwa perbandingan campuran tersebut memiliki tahanan yang cukup memuaskan dari kerusakan oleh pengaruh air, suhu, dan cuaca.

Penelitian yang sejenis juga dilakukan oleh Sutirto dan Irvan pada tahun 1999 mengenai batu hijau yang merupakan batuan sejenis dengan batu kuning yang berasal dari Gunung Kidul. Batu hijau ini memiliki keausan sebesar 47,22 % dan berat jenis sebesar $1,67 \text{ gr/cm}^3$. Pada beton yang menggunakan agregat kasarnya batu hijau, perbandingan campuran 1 : 2,82 : 2,50 dan nilai faktor air semen yang digunakan sebesar 0,543 menghasilkan berat volume silinder beton sebesar $1,96 \text{ gr/cm}^3$, kuat desak

beton sebesar $185,89 \text{ kg/cm}^2$ dan kuat tarik belah sebesar $17,50 \text{ kg/cm}^2$. Kuat desak beton yang dihasilkan ini melebihi dari kuat desak yang ditetapkan, yaitu sebesar 170 kg/cm^3 . Nilai modulus elastis beton ditentukan oleh nilai modulus elastis agregat kasarnya. Pada beton yang menggunakan agregat ringan memiliki nilai modulus elastis yang lebih rendah dibandingkan dengan beton yang menggunakan agregat normal. Selisih dari nilai modulus elastis beton yang menggunakan agregat ringan terhadap beton yang menggunakan agregat normal berkisar 20% - 30 %.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Beton

Beton adalah suatu komposit dari beberapa bahan batu-batuan berupa agregat kasar dan agregat halus yang direkatkan oleh bahan ikat berupa pasta semen (*Gideon Kusuma, 1993*). Nilai kekuatan serta daya tahan (*durability*) beton merupakan fungsi dari banyak faktor, diantaranya ialah nilai banding campuran dan mutu bahan susun, metode pelaksanaan pengecoran, pelaksanaan finishing, temperatur dan kondisi rawatan pengerasannya (*Istimawan Dipohusodo, 1994*).

Beton merupakan suatu bahan struktur bangunan yang terbentuk dari beberapa bahan bangunan sebagai berikut :

1. semen portland
2. agregat (agregat kasar dan agregat halus), dan
3. air

3.1.1 Semen Portland

Semen portland adalah sekelompok bahan ikat hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker terutama dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis ditambah dengan bahan ikat yang mengatur waktu ikat dan pada umumnya bahan ikat yang digunakan adalah gips (*Gideon Kusuma, 1993*). Klinker semen portland dibuat dari batu kapur (CaCO_3), tanah liat dan bahan dasar berkadar besi. Bahan dasar dari klinker semen portland dapat dipabrikasi secara dua proses (basah dan kering). Pada proses basah, sebelum dibakar bahan bakar dicampur dengan air dan digiling sampai halus berupa "bubuk halus". Pada proses kering, bahan dasar dicampur dan dikeringkan, kemudian digiling berupa "bubuk kasar". Selanjutnya kedua produksi ini dibakar dalam tanur-putar-datar pada temperatur yang sangat tinggi sehingga diperoleh klinker semen portland.

Bagian utama dari klinker ini adalah :

dikalsium silikat	$2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	atau C_2S
trikalsium silikat	$3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	atau C_3S
trikalsium aluminat	$3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$	atau C_3A
tetra kalsium aluminatferrit	$4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$	atau C_3AF

Akhirnya semen portland didapatkan dengan cara menggilas klinker tersebut dalam kilang-peluru ('kogelmolens') sampai halus dengan ditambah beberapa prosen gips ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$).

Jenis semen portland sangat mempengaruhi kuat desak beton. Hubungan antara jenis semen Portland dengan prosentase senyawa kimia dapat dilihat dalam Tabel 3.1

Tabel 3.1 Prosentase Senyawa Kimia Semen Portland

Jenis Semen	Prosentase			
	C ₃ S	C ₂ S	C ₃ A	C ₄ AF
Jenis I	49	25	12	8
Jenis II	46	29	6	12
Jenis III	56	15	12	8
Jenis IV	30	46	5	13
Jenis V	43	36	4	12

3.1.2 Agregat

Agregat merupakan butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran beton dan menempati sebanyak 70% dari campuran beton. Hal ini menyebabkan agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat adukan beton. Sifat yang paling penting dari suatu agregat ialah kekuatan hancur dan ketahanan terhadap benturan, sehingga bila suatu agregat mempunyai kekuatan hancur dan ketahanan yang tinggi maka secara otomatis sifat beton akan memiliki kuat desak yang tinggi.

Agregat ini dibedakan menjadi dua jenis, yaitu agregat kasar dan agregat halus. Agregat kasar dapat berupa kerikil sebagai hasil desintegrasi alami dari batu-batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari pemecahan batu dengan ukuran besar butir lebih dari 5 mm. Agregat kasar harus terdiri dari butir-butir yang keras dan tidak pecah atau hancur oleh pengaruh-pengaruh cuaca, seperti terik matahari dan hujan. Kekerasan

agregat kasar dapat diperiksa dengan menggunakan mesin pengaus Los Angeles, yang mana tidak boleh terjadi kehilangan berat lebih dari 50%. Agregat yang keras akan menghasilkan kuat desak dan kuat tarik belah pada beton yang tinggi dibandingkan dengan agregat kasar yang lemah. Hal lain yang mempengaruhi kuat desak beton selain keausan juga dipengaruhi oleh kekasaran permukaan dan ukuran maksimumnya.

Agregat halus dapat berupa pasir alam sebagai hasil desintregasi alami dari batu-batuan atau berupa pasir buatan yang dihasilkan oleh alat-alat pemecah batu, dan agregat halus harus terdiri dari butir-butir yang tajam, keras dan kekal terhadap terhadap pengaruh-pengaruh cuaca, seperti terik matahari dan hujan.

Variasi dari ukuran agregat kasar yang disebut gradasi sangat berpengaruh terhadap sifat dari beton yang dihasilkan. Gradasi ini mempengaruhi besarnya rongga antar butir yang akan menentukan stabilitas dan kemudahan dalam proses pelaksanaan. Gradasi ini dibedakan dalam tiga kelompok, yaitu :

1. Gradasi Seragam (uniform graded), yaitu agregat dengan ukuran sama / sejenis / mengandung agregat halus yang sedikit jumlahnya, sehingga tidak dapat mengisi rongga antar agregat .
2. Gradasi Rapat (dense graded), yaitu campuran antara agregat kasar dan agregat halus dalam porsi yang berimbang, sehingga dinamakan juga agregat bergradasi baik (well graded).

3. Gradasi Jelek (poorly graded), yaitu campuran agregat yang tidak memenuhi dua kategori diatas (Sukirman, 1999).

3.1.3 Air

Air merupakan media untuk merekatkan antar agregat jika air ini bereaksi dengan semen. Air yang digunakan untuk membuat beton harus merupakan air yang tidak boleh mengandung minyak, asam, alkali, garam-garam, bahan-bahan organis atau bahan-bahan lain yang merusak beton dan/atau baja tulangan. Air yang berlebihan mengakibatkan kuat desak dan kuat tarik belah rendah karena air akan mengurangi lekatan antar agregat.

3.2 Faktor Air Semen (FAS)

Faktor air semen (fas) adalah perbandingan antara berat air terhadap berat semen yang digunakan dalam campuran adukan beton. Semen dan air apabila dicampurkan akan terjadi reaksi kimia, untuk satu berat semen membutuhkan sekitar 0,25 bagian berat air untuk hidrasi. Untuk beton yang mengandung proporsi air yang sangat kecil, beton akan menjadi sangat kering dan sukar dipadatkan. Beton yang paling padat dan kuat diperoleh dengan menggunakan jumlah air yang minimal konsisten dengan derajat kemudahan pengerjaan untuk memberikan kepadatan maksimal. Faktor air semen yang minimal dan cukup memberikan kemudahan dalam pengerjaan

tanpa pemadatan yang berlebihan, merupakan beton yang terbaik (L.J Murdock, 1991).

3.3 Slump

Pengujian slump adalah suatu cara untuk mengetahui tingkat kelecakan campuran adukan beton setelah campuran beton itu diaduk dalam suatu molen (Gideon Kusuma, 1993). Faktor yang mempengaruhi nilai slump adalah banyaknya air yang digunakan dalam adukan beton itu sendiri. Jika dalam suatu campuran jumlah air yang digunakan terlalu banyak, maka nilai slump akan besar atau campuran adukan terlalu encer. Untuk suatu campuran adukan yang terlalu sedikit air maka nilai slump yang dihasilkan akan kecil bahkan bisa sampai tidak ada nilai slumpnya. Nilai slump yang rendah akan mengakibatkan kuat desak yang tinggi karena lekatan antar butir agregat sangat kuat.

3.4 Workability

Kemudahan pengerjaan (*workability*) merupakan ukuran tingkat kemudahan pengerjaan adukan beton dalam hal pembuatan adukan, penuangan beton, dan pemadatan beton. Pendefinisian yang tepat untuk istilah workabilitas ini diistilahkan pada tiga buah sifat yang terpisah sebagai berikut :

1. Kompaktibilitas, atau kemudahan dimana beton dapat dipadatkan dan rongga- rongga udara diambil.
2. Mobilitas, atau kemudahan di mana beton dapat mengalir ke dalam cetakan disekitar baja dan di tuang kembali.
3. Stabilitas, atau kemampuan beton untuk tetap sebagai massa yang homogen, koheren dan stabil selama dikerjakan dan digetarkan tanpa terjadi agregasi/pemisahan butiran dari bahan-bahan utamanya
(*L.J Murdock, 1991*).

Tingkat pengerjaan dipengaruhi oleh nilai slump dan akan berpengaruh terhadap kuat desak dan kuat tarik belah pada beton. Pada beton nilai slump yang rendah akan mengakibatkan kuat desak yang tinggi, namun tingkat pengerjaan dalam pembuatan beton akan sulit. Demikian pula jika nilai slump tinggi menghasilkan kuat desak yang rendah dan tingkat pengerjaan yang mudah.

3.5 Berat Volume Beton

Berat volume beton merupakan perbandingan antara berat silinder beton dengan volumenya. Rumus yang digunakan untuk menghitung berat volume beton, yaitu :

$$BV = Bs / (0,25\pi d^2 t)$$

$$BV = \text{Berat Volume (Kg/cm}^3\text{)}$$

$$Bs = \text{Berat silinder beton (Kg)}$$

d = Diameter silinder beton (cm)

t = Tinggi silinder beton (cm)

3.6 Kuat Desak Beton

Kuat desak beton merupakan kekuatan beton dalam menahan beban persatuan luas. Rumus yang digunakan untuk menghitung kuat desak beton, yaitu :

$$f_c = P_{max}/A_s$$

$$f_{cr} = \Sigma f_c/n$$

f_c = Kuat desak beton (Mpa)

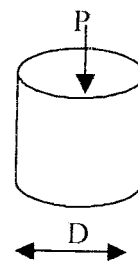
P_{max} = Beban maksimum yang merusak silinder beton (N)

A_s = Luas tampang silinder beton (mm²)

f_{cr} = Kuat desak rerata silinder beton (Mpa)

Σf_c = Jumlah kuat desak silinder beton (Mpa)

n = Jumlah silinder beton



3.7 Kuat Tarik Belah Beton

Kuat tarik belah beton merupakan besarnya beton dalam menahan kuat tarik persatuan luas. Nilai kuat desak dan kuat tarik belah beton tidak berbanding lurus, nilai kuat tarik belah berkisar 7 – 10 % dari kuat desaknya. Rumus yang digunakan untuk menghitung kuat tarik belah beton, yaitu :

$$f_{cs} = 2P / \pi LD$$

f_{cs} = Kuat tarik belah (Mpa)

P = Beban tekan hancur uji tarik belah (N)

L = Tinggi silinder (mm)

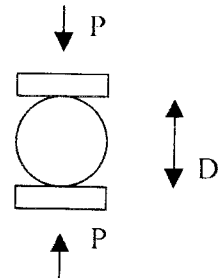
D = Diameter silinder (mm)

atau

$$f_{cs} = 0,57\sqrt{f_{cr}}$$

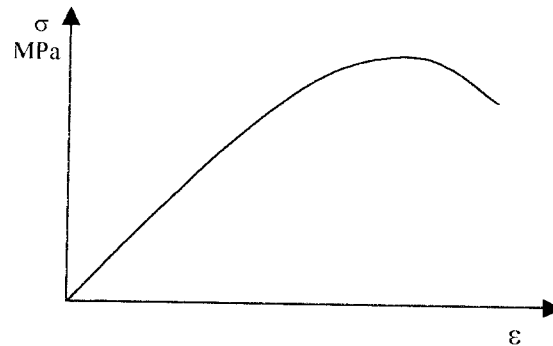
f_{cs} = Kuat tarik belah (Mpa)

f_{cr} = Kuat desak silinder beton rerata (Mpa)



3.8 Modulus Elastis Beton

Modulus elastis atau modulus young adalah konstanta bahan yang mempunyai nilai tertentu. Tiap bahan memiliki modulus elastis (E) tersendiri yang memberi gambaran mengenai perilaku bahan itu bila mengalami beban desak atau tarik. Bila elastisitas semakin kecil, maka bahan akan semakin mudah untuk mengalami perpanjangan atau perpendekan. Grafik hubungan regangan-tegangan dapat dilihat pada Gambar 3.1 (*Kusuma dan vis, 1995*).



Gambar 3.1 Grafik hubungan regangan-tegangan

Nilai tegangan tidak selalu berbanding lurus dengan nilai regangan seperti yang terlihat pada gambar diatas. Titik yang dipetakan berturut-turut tidak terletak pada satu garis lurus, sehingga tidak terdapat kesebandingan antara tegangan dengan regangan. Garis lurus antara tegangan-regangan ini merupakan nilai dari modulus elastis. Nilai modulus elastis ini dapat dihitung dengan menggunakan rumus, yaitu :

$$E_c = \sigma / \epsilon$$

E_c = Modulus elastis beton (Mpa)

σ = Tegangan batas sebanding (Mpa)

ϵ = Regangan batas sebanding

atau

$$E_c = 0,043BV^{1,5}\sqrt{f_{cr}}$$

E_c = Modulus elastis beton (Mpa)

BV = Berat volume beton (kg/m^3)

f_{cr} = kuat desak silinder beton rerata (Mpa)

BAB IV

PELAKSANAAN PENELITIAN

4.1 Umum

Penelitian tugas akhir ini merupakan studi eksperimental yang dilaksanakan di laboratorium. Pelaksanaan penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Universitas Islam Indonesia Yogyakarta. Adapun mengenai hal yang akan dibahas dalam bab ini yaitu mengenai bahan, alat, persiapan material, pembuatan benda uji, perawatan, pengujian kuat desak serta kuat tarik belah pada benda uji silinder beton.

4.1.1 Bahan

Pada penelitian ini digunakan bahan-bahan sebagai berikut :

1. Semen

Semen yang digunakan adalah semen portland Tipe I, dengan merk Nusantara. Semen dalam keadaan baik dan tidak menggumpal.

2. Agregat Kasar

Agregat kasar yang digunakan berupa batu kuning yang berasal dari Sragen dan Split yang berasal dari Sungai Progo (Clereng).

3. Agregat Halus

Agregat halus yang digunakan berupa pasir yang berasal dari Sungai Krasak.

4. Air

Air yang digunakan berasal dari Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

4.1.2 Alat

Pada penelitian ini digunakan alat-alat sebagai berikut :

1. Talam Baja

Talam baja digunakan sebagai alas untuk mencampur bahan-bahan susun adukan beton dan digunakan sebagai wadah menuangkan adukan beton dari molen sebelum dimasukkan ke dalam cetakan silinder beton.

2. Cetok

Cetok digunakan untuk mengaduk dan menuangkan adukan beton ke dalam cetakan serta meratakan permukaan benda uji.

3. Cetakan Silinder

Cetakan silinder terbuat dari baja dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm yang digunakan untuk mencetak benda uji beton.

4. Timbangan

Timbangan digunakan untuk menimbang campuran material dan berat benda uji.

5. Kaliper

Kaliper digunakan untuk mengukur dimensi dari benda uji.

6. Mixer Listrik dan Molen

Molen digunakan untuk mencampur material penyusun adukan beton secara merata yang menggunakan tenaga listrik.

7. Saringan

Saringan digunakan untuk memisahkan ukuran diameter material agregat kasar dan agregat halus.

8. Kerucut Abrams

Kerucut Abrams terbuat dari baja dengan ukuran diameter atas 10 cm, diameter bawah 20 cm dan tinggi 30 cm. Kerucut ini digunakan dalam pengujian awal adukan beton untuk mengetahui nilai slump.

9. Tongkat Penumbuk

Tongkat penumbuk ini mempunyai diameter 16 mm dengan panjang 60 cm yang digunakan untuk menumbuk adukan beton pada saat pemeriksaan nilai slump dan pembuatan benda uji.

10. Penggaris

Penggaris ini digunakan untuk mengukur besarnya nilai slump yang terjadi pada saat setelah campuran beton diaduk menggunakan molen.

11. Mesin Desak

Alat ini digunakan untuk menguji kuat desak beton dan kuat tarik belah beton pada penelitian yang dilakukan.

12. Sekop

Alat ini digunakan untuk meratakan campuran adukan beton diatas talam baja

13. Ekstensometer

Alat ini digunakan untuk mengukur regangan yang terjadi pada saat uji kuat desak beton dilakukan.

4.2 Persiapan Material

Material yang akan digunakan dalam penelitian ini harus dipersiapkan terlebih dahulu yaitu meliputi :

1. Semen Portland Tipe I dengan merk Nisantara,
2. Agregat kasar (batu kuning) dari Sragen,
3. Agregat kasar (split) dari Sungai Progo,
4. Agregat halus (pasir) dari Sungai Krasak,
5. Air dari Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Universitas Islam Indonesia.

4.3 Pemeriksaan Agregat Kasar

4.3.1 Pemeriksaan Kekuatan Agregat Kasar

Kekuatan beton sangat dipengaruhi oleh kekuatan dari agregat kasarnya yang dipakai dalam campuran adukan beton itu sendiri. Jika kekuatan agregat kasarnya kecil maka kekuatan betonnya akan kecil apabila dibandingkan dengan beton yang menggunakan agregat kasarnya memiliki kekuatan yang tinggi dengan ketentuan faktor penyusun beton yang sama.

Pengujian kekuatan agregat kasar dapat dilakukan dengan menggunakan mesin uji keausan *Los Angeles*. Mesin ini terdiri dari silinder baja tertutup pada kedua sisinya dengan diameter 71 cm dan panjang dalam 50 cm. Silinder bertumpu pada dua poros pendek yang tak menerus dan berputar pada poros mendatar. Silinder berlubang untuk memasukkan benda uji dan bola-bola baja dengan diameter rata-rata 4,68 cm dan jumlah bola baja yang dipakai dalam pengujian ini sebanyak 11 buah dengan berat total bola baja sebesar 4584 gram.

Pengujiannya yaitu dengan cara menyaring agregat kasar yang lolos saringan diameter 19 mm dan tertahan saringan diameter 12,5 mm sebanyak 2500 gram lalu mencampurkannya dengan agregat kasar yang lolos saringan diameter 12,5 mm dan tertahan saringan diameter 9,5 mm sebanyak 2500 gram, sehingga didapatkan berat agregat kasar sebanyak 5000 gram. Kedua jenis ukuran diameter itu lalu dimasukkan ke dalam mesin uji dan diputar dengan kecepatan 30 rpm dan selama 500 kali

putaran. Setelah pemutaran selesai, benda uji dikeluarkan dari mesin uji dan disaring dengan saringan No. 12. Langkah selanjutnya menimbang berat benda uji yang tertahan saringan diatas. Nilai dari keausan merupakan perbandingan antara berat benda uji yang lolos saringan No. 12 dengan berat benda uji sebelum pengujian.

4.3.2 Pemeriksaan Berat Volume Satuan

Pemeriksaan berat volume satuan dilakukan untuk mengetahui berat volume satuan agregat kasar dalam kondisi SSD (*Saturated Surface Dry*). Cara yang dilakukannya yaitu dengan cara menimbang berat cetakan silinder lalu memasukkan material agregat kasar ke dalam cetakan silinder sebanyak sepertiga bagian dari tinggi silinder dan menumbuknya sebanyak 25 kali. Pengisian dari material ke dalam cetakan silinder beton ini dilakukan sebanyak tiga kali, sehingga cetakan silinder beton ini terisi penuh oleh material agregat kasar. Setelah cetakan beton ini terisi penuh oleh agregat kasar lalu ditimbang beratnya, sehingga didapatkan berat material agregat kasar setelah dikurangi berat dari cetakan itu sendiri dengan volume sebesar cetakan silinder.

4.4 Uji Kekentalan

Pengujian kekentalan dilakukan dengan cara menggunakan Kerucut Abrams untuk mengetahui besarnya nilai penurunan dari nilai slump. Adapun cara yang dilakukan untuk mengetahui nilai slump yaitu :

1. memasukkan adukan beton ke dalam Kerucut Abrams sebanyak sepertiga dari tinggi kerucut,
2. menumbuk adukan yang telah dimasukkan ke dalam kerucut diatas dengan menggunakan tongkat penumbuk sebanyak 25 kali,
3. mengulangi cara di atas sebanyak tiga kali sampai kerucut abrams penuh lalu meratakan bagian atasnya dengan menggunakan cetok,
4. mengangkat Kerucut Abrams ke atas secara vertikal.
5. mengukur penurunan dari adukan beton dengan menggunakan penggaris yang diukur dari tinggi kerucut sampai muka penurunan adukan beton.

4.5 Pembuatan dan Perawatan Benda Uji

Langkah-langkah yang dilakukan dalam pembuatan benda uji ini meliputi :

1. mempersiapkan bahan dan alat-alat yang digunakan untuk pembuatan benda uji,
2. menimbang bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan adukan beton sesuai perencanaan serta menimbang cetakan silinder beton,

3. mencampur bahan-bahan yang sudah ditimbang ke dalam molen dengan cara memasukkkan bahan-bahan campuran sedikit demi sedikit sampai campuran dianggap baik.
4. memeriksa nilai slump sesuai dengan syarat yang ditentukan,
5. memasukkan adukan beton ke dalam cetakan silinder beton dengan cara memasukkan adukan beton sebanyak sepertiga dari tinggi cetakan silinder dan menumbuknya dengan tongkat penumbuk sebanyak 25 kali dan cara ini dilakukan sebanyak tiga kali sampai cetakan beton terisi penuh lalu bagian atas dari cetakan silinder beton diratakan,
6. menimbang berat beton dalam cetakan silinder sehingga didapat berat silinder beton dalam keadaan basah setelah dikurangi berat cetakan silinder beton,
7. meletakkan cetakan beton di atas tempat yang rata dalam waktu 24 jam, dan
8. membuka cetakan beton serta merawatnya dalam kolam air.

4.6 Pengujian Kuat Desak dan Kuat Tarik Belah Benda Uji

Setelah beton mencapai umur 28 hari maka dilakukan uji kuat desak dan kuat tarik belah, adapun langkah-langkah dalam pengujian benda uji silinder beton ini yaitu meliputi :

1. benda uji diambil dari bak perendaman sehari sebelum pengujian dilakukan serta membersihkannya dari kotoran yang menempel lalu meletakkannya ditempat kering,
2. sehari setelah pengeringan silinder beton ditimbang beratnya sehingga didapatkan berat silinder beton dalam keadaan kering,
3. mengukur diameter dan tinggi benda uji dengan menggunakan kaliper karena ketelitian kaliper sampai sepersepuluh milimeter,
4. meletakkan benda uji pada mesin uji desak yang diletakkan secara vertikal untuk uji kuat desak dan diletakkan secara horizontal untuk uji kuat tarik belah dengan cara peletakan secara simetris,
5. menyalakan mesin uji desak dengan tekanan yang dinaikkan secara berangsur-angsur dengan kecepatan antara $6 \pm 4 \text{ kg/cm}^2$ tiap detik,
6. pembebanan dilakukan sampai benda uji tidak kuat lagi menahan tekanan dan retak atau hancur, dan
7. mencatat tekanan, regangan yang terjadi dan waktu yang dibutuhkan untuk pembebanan maksimal kuat desak dan kuat tarik belah pada beton.

BAB V

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil Penelitian

Dari penelitian yang telah dilakukan didapatkan hasil keausan batu kuning, berat volume agregat kasar, berat volume beton, kuat desak, kuat tarik dan modulus elastis beton. Berat volume batu kuning lebih kecil dibandingkan berat volume split. Berat volume beton yang menggunakan batu kuning sebagai agregat kasarnya lebih kecil dibandingkan dengan beton yang menggunakan split sebagai agregat kasarnya. Kuat desak beton yang dihasilkan pada beton yang menggunakan batu kuning sebagai agregat kasarnya lebih kecil dibandingkan pada beton yang menggunakan split sebagai agregat kasarnya. Kuat tarik yang dihasilkan dari beton yang menggunakan batu kuning sebagai agregat kasarnya lebih kecil dibandingkan beton yang menggunakan split sebagai agregat kasarnya. Nilai modulus elastis pada beton yang menggunakan agregat kasarnya batu kuning lebih kecil dibandingkan pada beton yang menggunakan agregat

kasarnya split. Hasil dari penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 5.1 sampai dengan Tabel 5.4.

Tabel 5.1 Pemeriksaan Keausan Agregat (Abrasi Test)

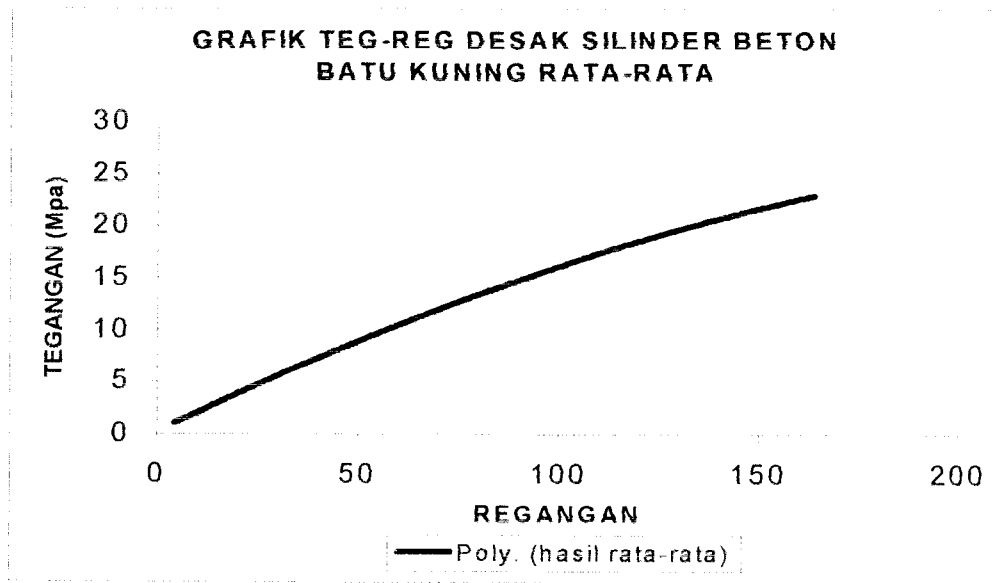
No	Jenis Saringan		Benda Uji
	Saringan		
	Lolos	Tertahan	
1	72,2 mm (3")	63,5 mm (2,5")	
2	63,5 mm (2,5")	50, 8 mm (2")	
3	50, 8 mm (2")	37,5 mm (1,5")	
4	37,5 mm (1,5")	25,4 mm *1,5")	
5	25,4 mm *1,5")	19,0 mm (3/4")	
6	19,0 mm (3/4")	12,5 mm (0,5")	2500 gr
7	12,5 mm (0,5")	09,5 mm (3/8")	2500 gr
8	09,5 mm (3/8")	06,3 mm (1/4")	
9	06,3 mm (1/4")	04,75 mm (4")	
10	04,75 mm (No.4)	02,36 mm (No.8)	
11	Jumlah Benda Uji (A)		5000 gr
12	Jumlah Tertahan di Sieve 12 (B)		3121 gr
13	Keausan = $(A-B)/A \times 100\%$		37,58 %

Tabel 5.2 Data pemeriksaan berat volume batu kuning

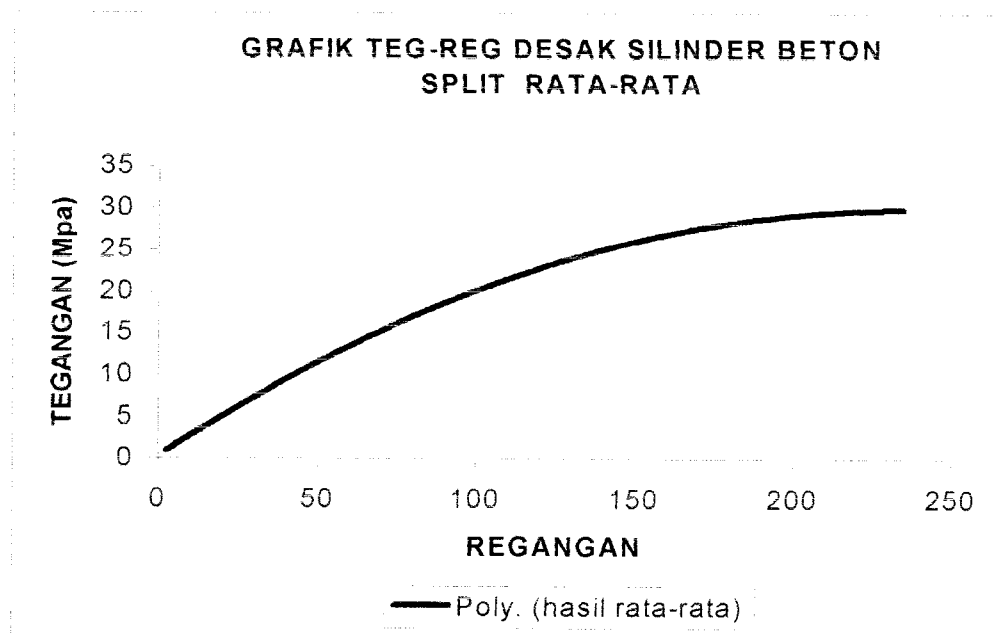
	Benda uji I	Benda uji II
Berat cetakan silinder (W1)	4,3 kg	4,3 kg
Berat cetakan silinder + agregat (W2)	10,9 kg	10,9 kg
Volume silinder ($V = 1/4 \cdot \pi \cdot d^2 \cdot t$)	$5,30 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$	$5,3 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$
Berat volume agregat ($BV = (W2 - W1) / V$)	$1,25 \text{ T/m}^3$	$1,25 \text{ T/m}^3$
Berat volume agregat rata-rata	$1,25 \text{ T/m}^3$	

Tabel 5.3 Data pemeriksaan berat volume split

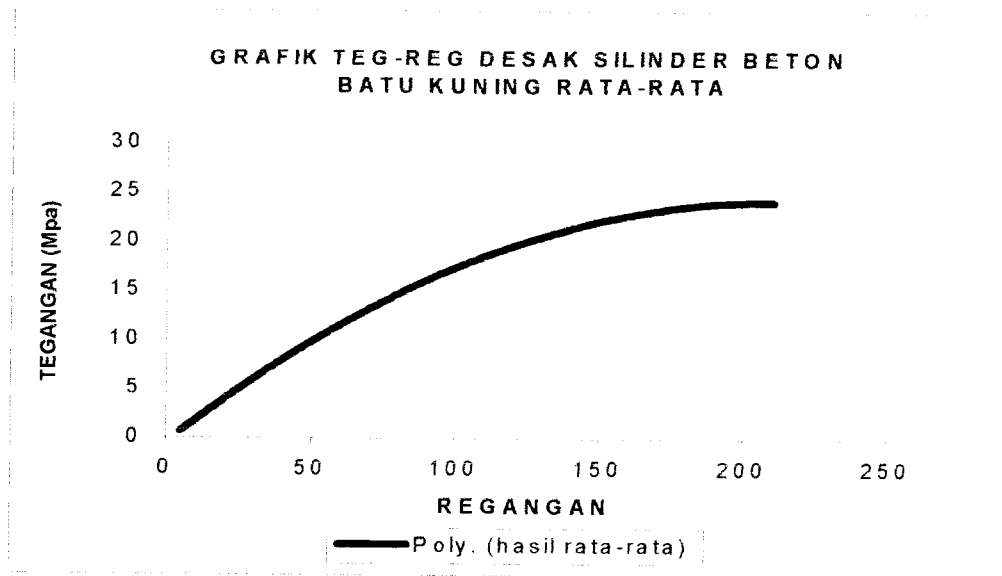
	Benda uji I	Benda uji II
Berat cetakan silinder (W1)	4,3 kg	4,3 kg
Berat cetakan silinder + agregat (W2)	12,2 kg	12,2 kg
Volume silinder ($V = 1/4 \cdot \pi \cdot d^2 \cdot t$)	$5,30 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$	$5,3 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$
Berat volume agregat ($BV = (W2 - W1) / V$)	$1,49 \text{ T/m}^3$	$1,53 \text{ T/m}^3$
Berat volume agregat rata-rata	$1,51 \text{ T/m}^3$	



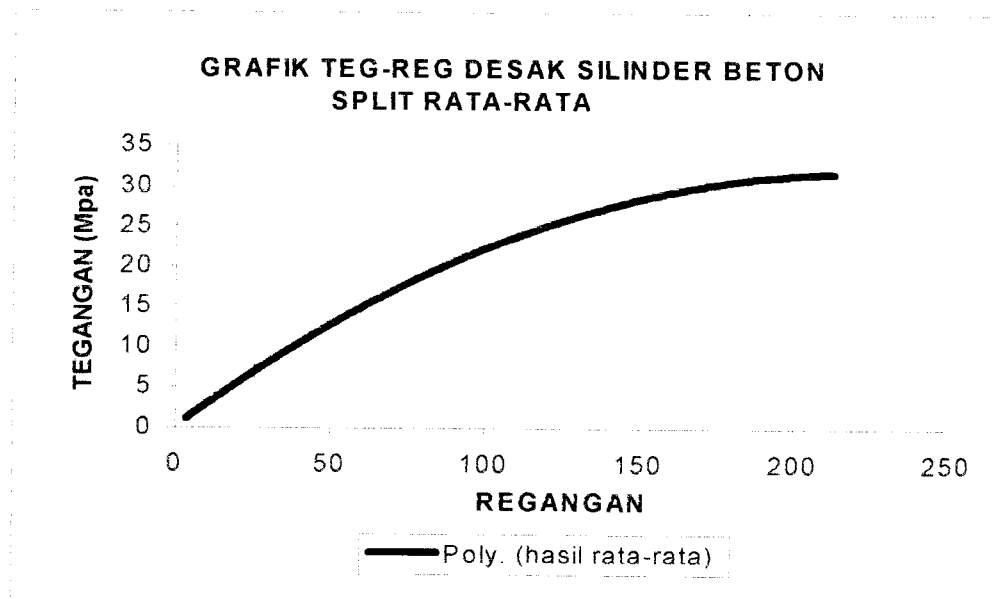
Gambar 5.1 Grafik Teg-Reg Silinder Beton Batu Kuning dengan Diameter 10 mm dan Perbandingan Campuran 1:2:3



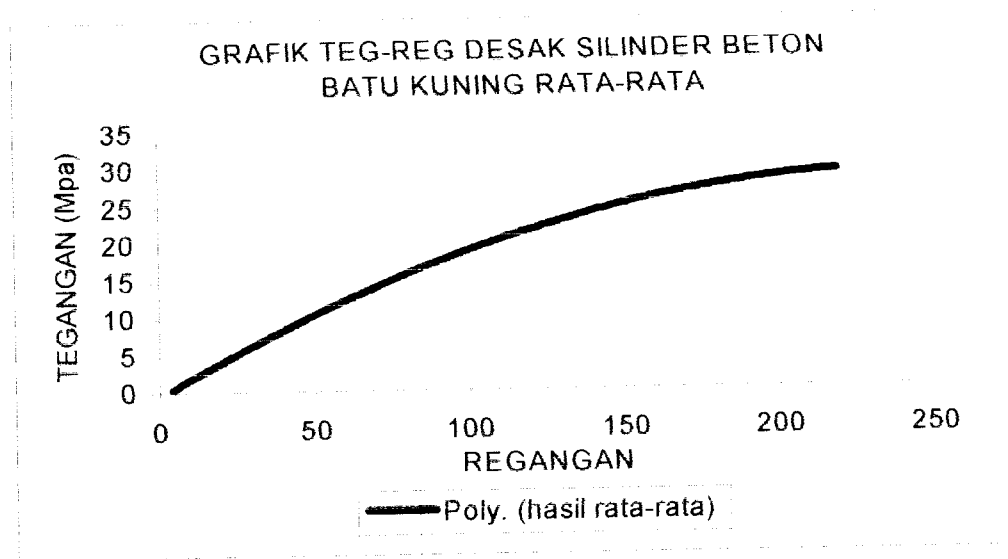
Gambar 5.2 Grafik Teg-Reg Silinder Beton Split dengan Diameter 10 mm dan Perbandingan Campuran 1:2:3



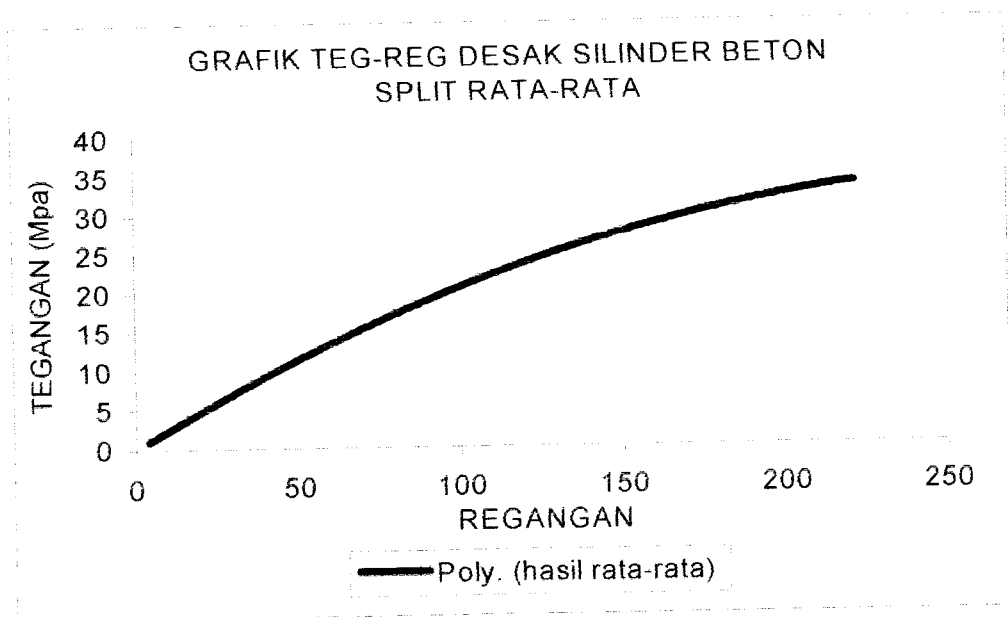
Gambar 5.3 Grafik Teg-Reg Silinder Beton Batu Kuning dengan Diameter 20 mm dan Perbandingan Campuran 1:2:3



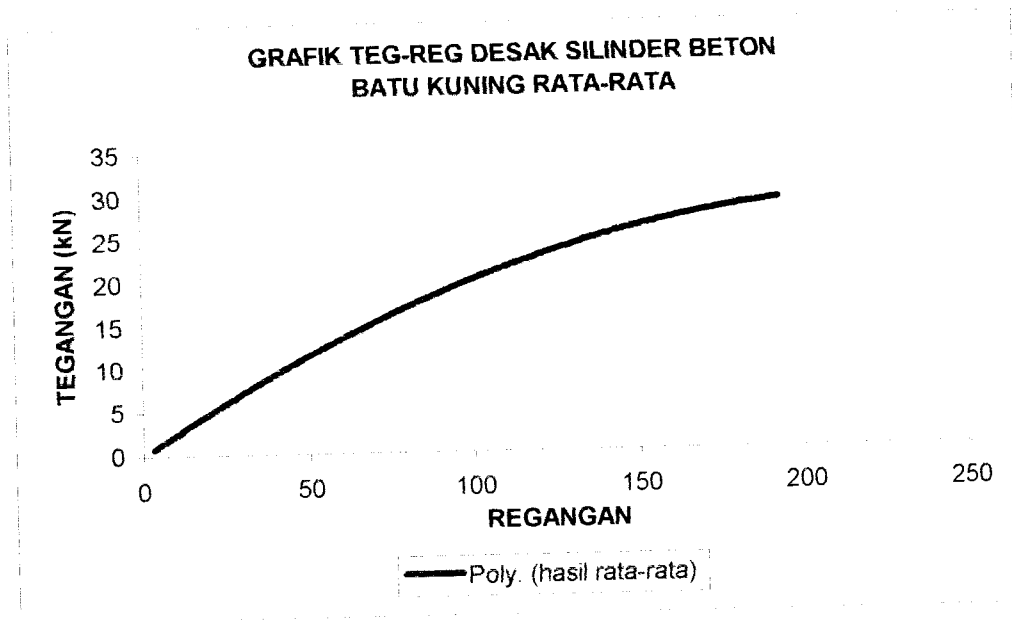
Gambar 5.4 Grafik Teg-Reg Silinder Beton Split dengan Diameter 20 mm dan Perbandingan Campuran 1:2:3



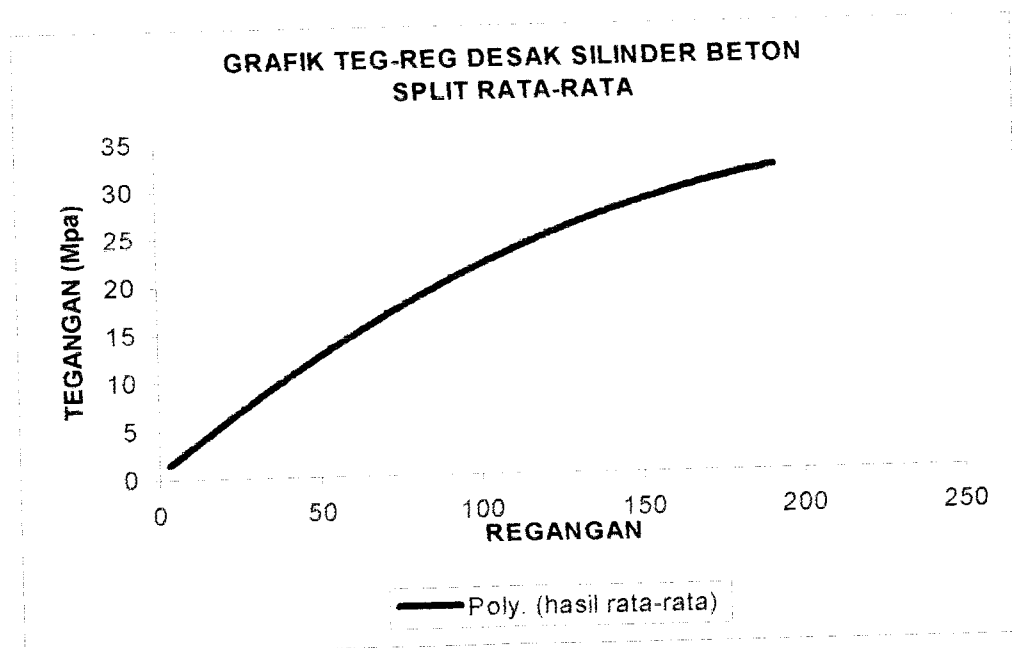
Gambar 5.5 Grafik Teg-Reg Silinder Beton Batu Kuning dengan Diameter 10 mm dan Perbandingan Campuran 1:1,5:2,5



Gambar 5.6 Grafik Teg-Reg Silinder Beton Split dengan Diameter 10 mm dan Perbandingan Campuran 1:1,5:2,5

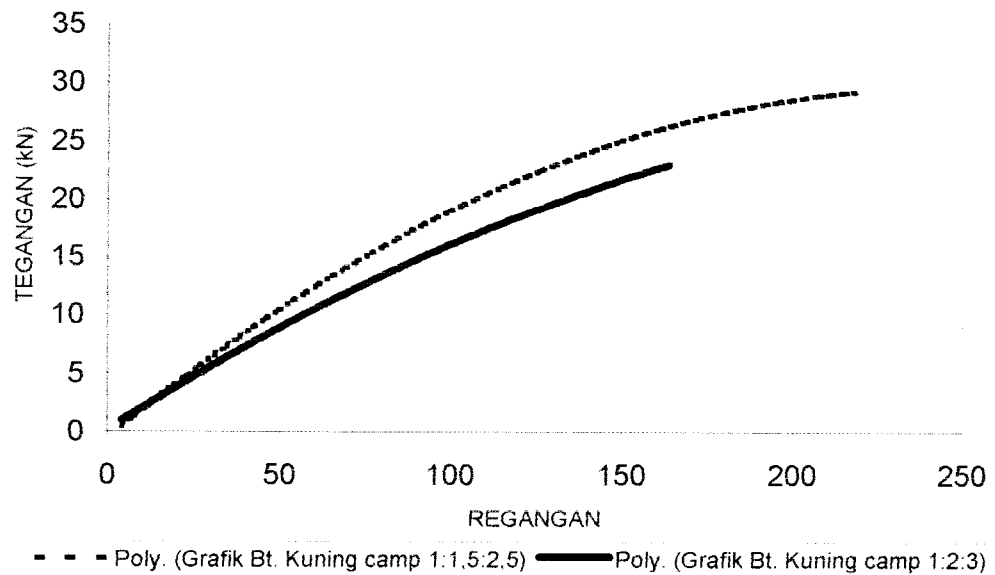


Gambar 5.7 Grafik Teg-Reg Silinder Beton Batu Kuning dengan Diameter 20 mm dan Perbandingan Campuran 1:1,5:2,5



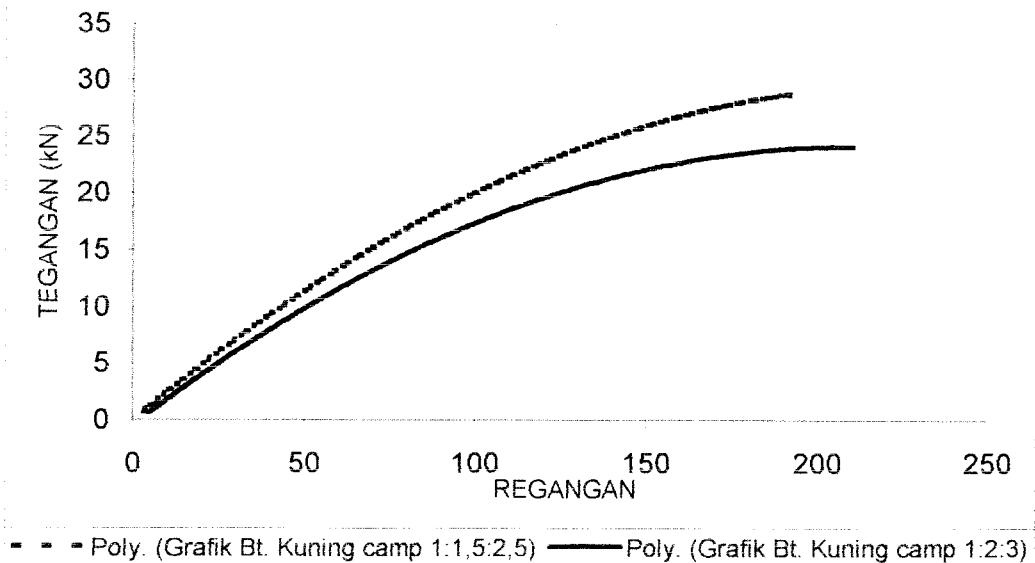
Gambar 5.8 Grafik Teg-Reg Silinder Beton Split dengan Diameter 20 mm dan Perbandingan Campuran 1:1,5:2,5

**Grafik Perbandingan Teg-Reg Bt. kuning antara camp
1:2:3 dan 1:1,5:2,5 diameter 10 mm**



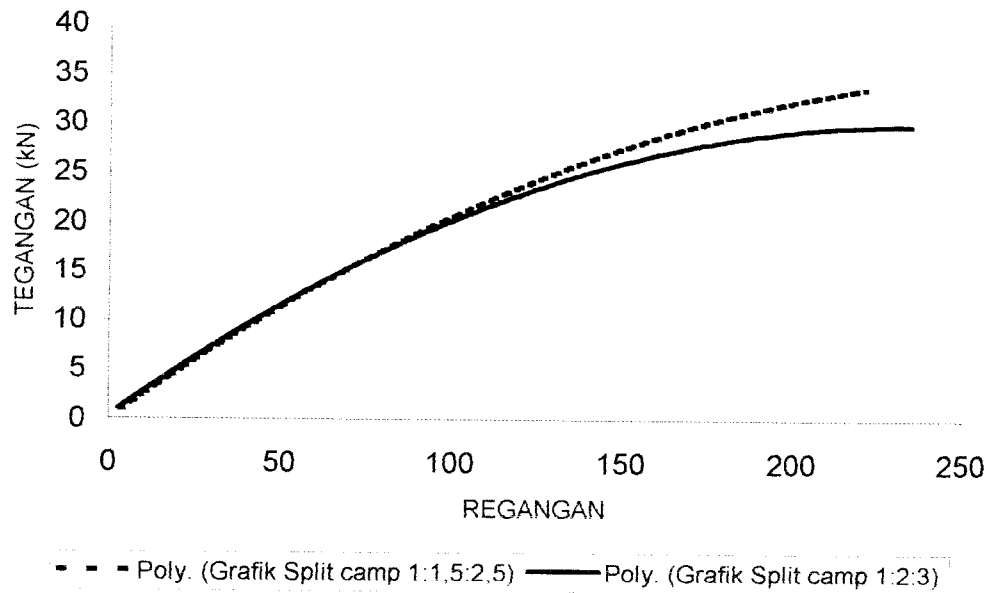
Gambar 5.9 Grafik perbandingan reg-teg beton batu kuning diameter 10 mm

**Grafik Perbandingan Teg-Reg Bt. Kuning antara camp.
1:2:3 dan 1:1,5:2,5 diameter 20 mm**



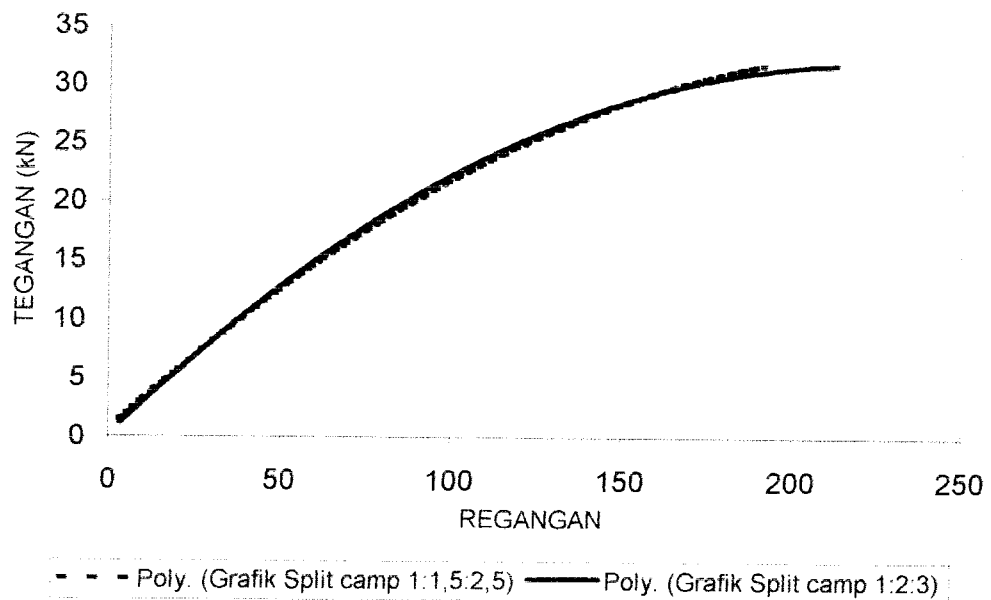
Gambar 5.10 Grafik perbandingan reg-teg beton batu kuning diameter 20 mm

Grafik Perbandingan Teg-Reg Split antara camp. 1:2:3 dan 1:1,5:2,5 diameter 10 mm

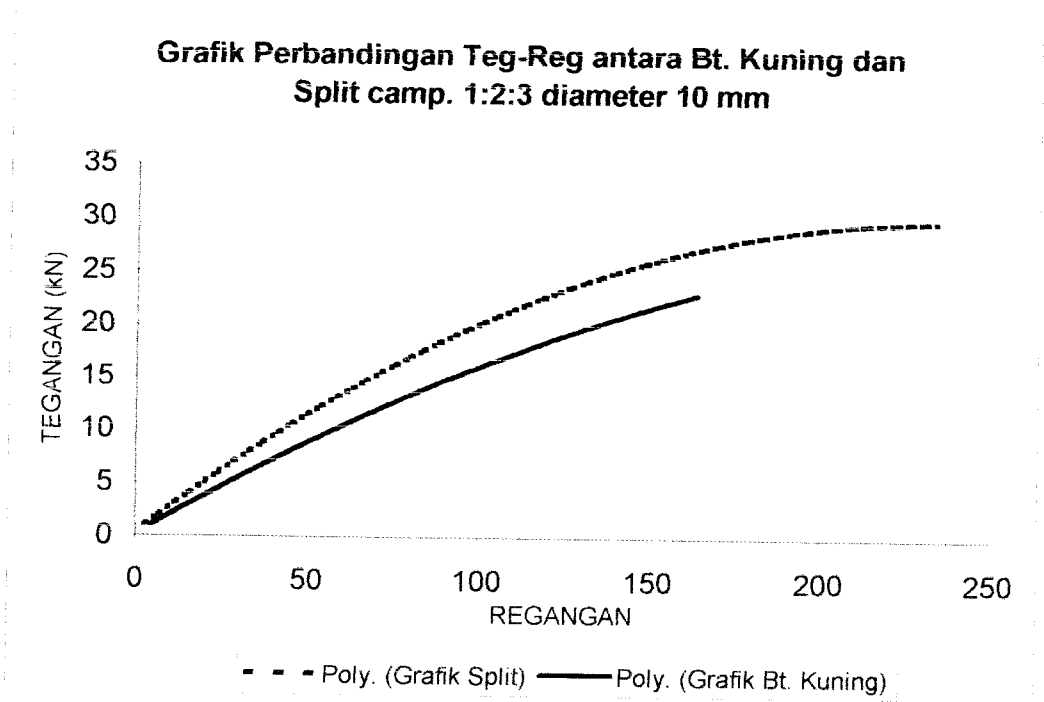


Gambar 5.11 Grafik perbandingan teg-reg beton split diameter 10 mm

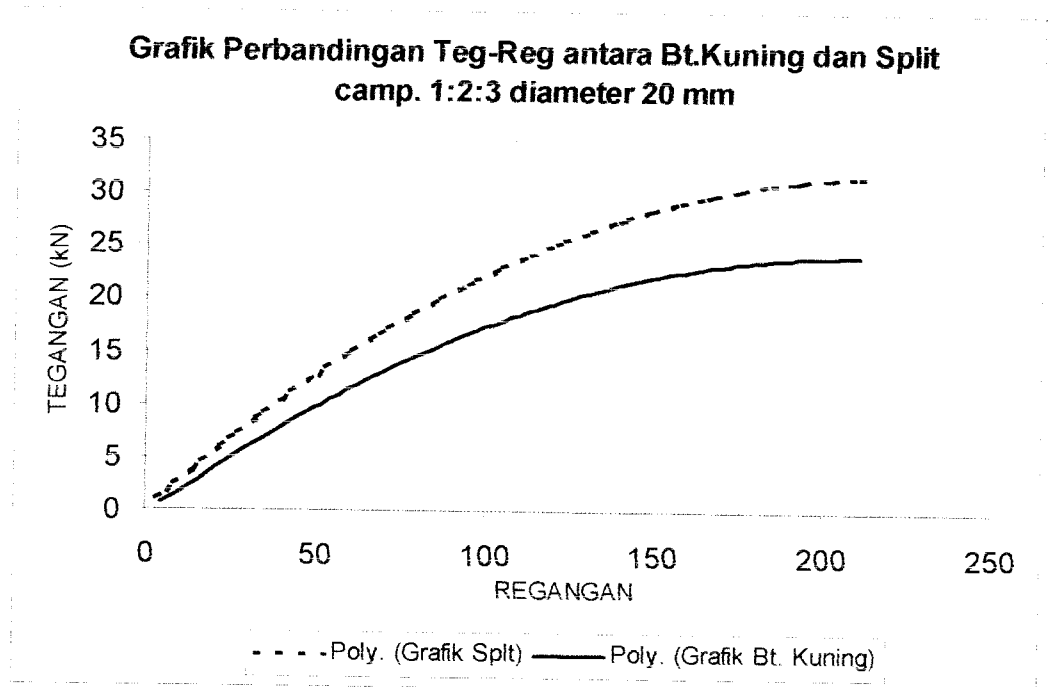
Grafik Perbandingan Teg-Reg Split antara camp. 1:2:3 dan 1:1,5:2,5 diemeter 20 mm



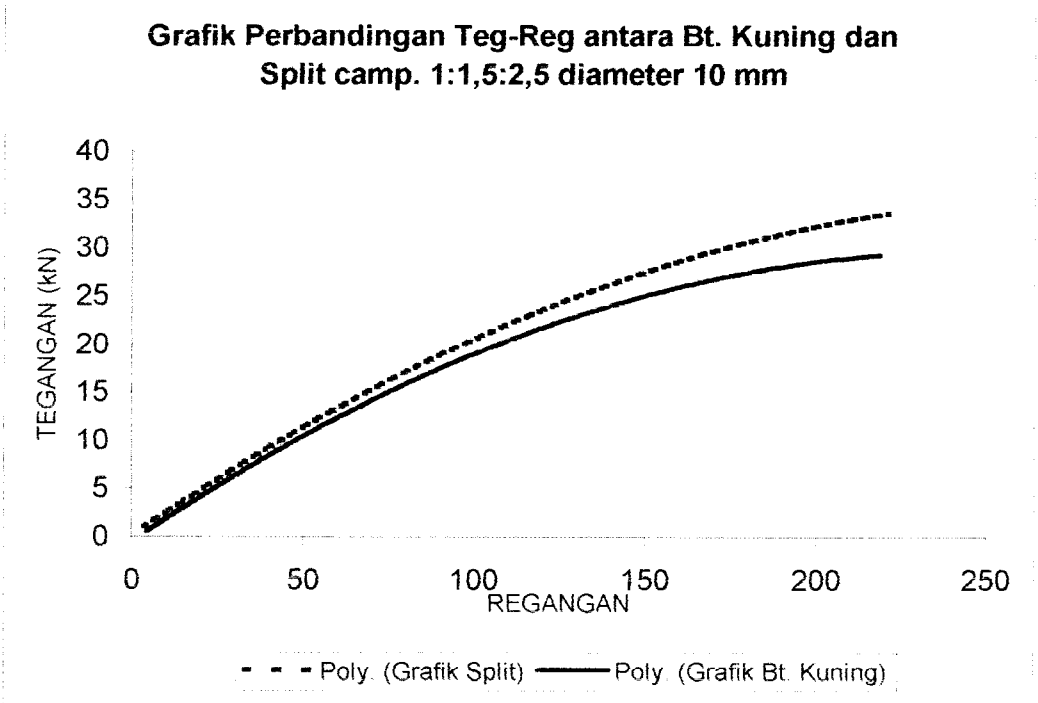
Gambar 5.12 Grafik perbandingan teg-reg beton split diameter 20 mm



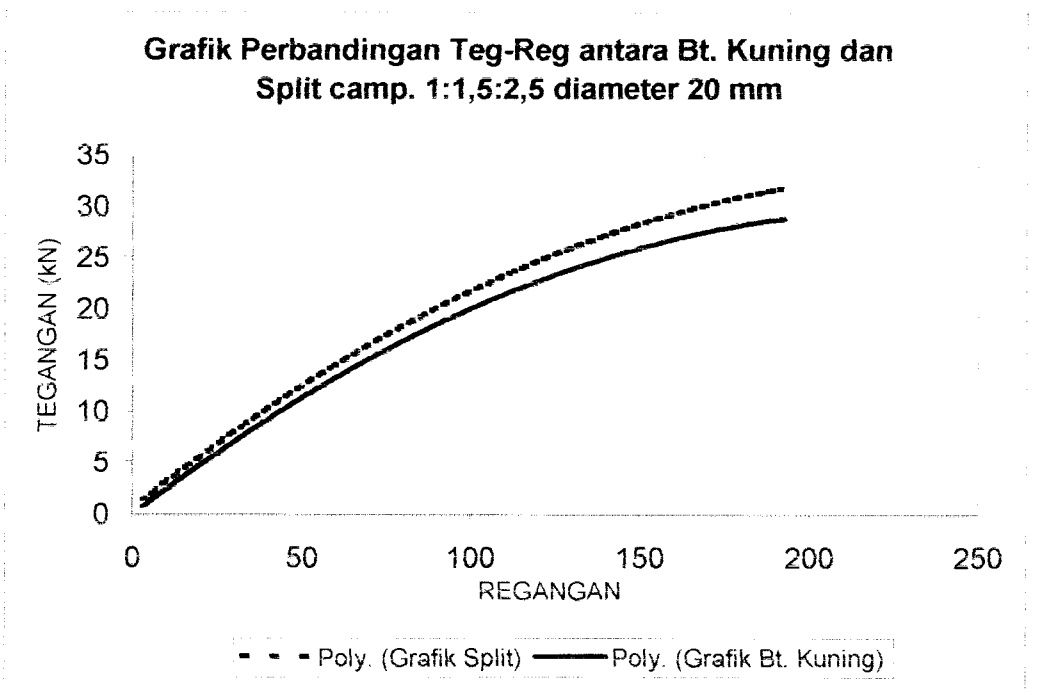
Gambar 5.13 Grafik perbandingan teg-reg beton batu kuning dan split diameter 10 mm



Gambar 5.14 Grafik perbandingan teg-reg beton batu kuning dan split diameter 20 mm



Gambar 5.15 Grafik perbandingan teg-reg beton batu kuning dan split diameter 10 mm



Gambar 5.16 Grafik perbandingan teg-reg beton batu kuning dan split diameter 20 mm

Tabel 5.4 Data hasil uji silinder beton

Perbandingan Campuran	1,0 : 2,0 : 3,0			1,0 : 1,5 : 2,5		
	10	20	20	10	10	20
Diameter (mm)	10	20	20	10	10	20
Fas	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,55
Jenis Agregat Kasar	B. Kuning	Split	B. Kuning	Split	B. Kuning	Split
Nilai Slump	7,5	15	2,5	15	6	7,5
B. V Basah (t/m ³)	2,27	2,41	2,285	2,41	2,29	2,305
B. V Kering (t/m ³)	2,26	2,37	2,27	2,39	2,265	2,285
Kuat Desak (Mpa)	20,30	30,10	23,45	31,81	29,05	28,25
Selisih Kuat desak (%)	33		26		12	9
Kuat Tarik Belah (Mpa)	P 2,35	2,47	2,36	2,5	2,30	2,33
Perbandingan Kuat Tarik terhadap Kuat Desak (%)	P 11	8	10	8	8	8
Kuat Tarik Belah (Mpa)	R 2,56	3,12	2,76	3,21	3,07	3,02
Perbandingan Kuat Tarik terhadap Kuat Desak (%)	R 12	10	11	10	10	10
σ sebanding (Mpa)	12	17	15	20	18	16
ϵ sebanding (1.10^{-5})	70	75	85	80	90	80
E_c grafis (Mpa)	17.142	22.666	17.647	25.000	20.000	20.000
E_c empiris (Mpa)	20.815	27.219	22.520	28.336	24.983	24.963
				28.110	28.110	28.027

5.2 Pembahasan

5.2.1 Keausan Agregat

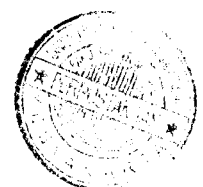
Dari uji keausan yang telah dilakukan diperoleh nilai keausan batu kuning yaitu sebesar 37,58 %. Hasil yang diperoleh dari pengujian ini membuktikan bahwa batu kuning memenuhi persyaratan yang ditetapkan dalam PBI-1971, yaitu bahwa agregat kasar yang digunakan dalam campuran beton tidak boleh kehilangan berat lebih dari 50 %.

5.2.2 Berat Volume Agregat

Setelah dilakukan penelitian dan penghitungan diperoleh nilai berat volume batu kuning sebesar $1,25 \text{ T/m}^3$ dan berat volume split sebesar $1,51 \text{ T/m}^3$. Selisih dari berat volume batu kuning terhadap berat volume split cukup besar, yaitu sebesar 17 %. Hal ini terjadi karena pada permukaan batu kuning terdapat pori-pori, sedangkan pada split permukaannya tidak terdapat pori-pori.

5.2.3 Uji Kekentalan

Sebelum dilakukan pembuatan silinder beton, maka adukan beton harus di uji kekentalannya dengan menggunakan kerucut *Abrams* untuk mengetahui nilai slumpnya. Dari Tabel 5.4 terlihat nilai slump yang bervariasi pada beton yang menggunakan agregat kasarnya batu kuning (2,5 cm – 7,5 cm), sedangkan pada beton yang menggunakan agregat



kasarnya split menghasilkan nilai yang tetap (15 cm). Hal ini terjadi karena penyerapan yang terjadi pada batu kuning berbeda-beda tergantung dari sifat dan diameter agregat kasarnya serta faktor air semen.

Agregat kasar yang bersifat menyerap air akan menghasilkan nilai slump dari adukan beton yang rendah. Hal ini terjadi karena air yang berada dalam adukan beton ini terserap oleh agregat kasar itu sendiri, sehingga adukan beton ini kekurangan air dan akan terjadi penggumpalan antara agregat kasar dengan mortar yang sulit terpisahkan.

Agregat kasar yang memiliki diameter besar akan banyak menyerap air, karena butiran untuk penyerapan air akan lebih luas dan keadaan pori-pori di dalam agregat kasar tersebut dapat digunakan untuk penyerapan air yang lebih banyak.

Faktor air semen yang digunakan dalam adukan beton yang cukup tinggi akan menghasilkan nilai slump yang tinggi pula, karena jumlah air tergantung dengan faktor air semennya.

Nilai dari kekentalan ini berpengaruh terhadap nilai kuat desak beton dan kemudahan dalam pengerjaannya. Adukan beton yang memiliki nilai slump rendah akan menghasilkan kuat desak yang tinggi, namun pengerjaannya untuk konstruksi bangunan sangat sulit. Hal ini terjadi karena adukan beton terlalu padat dan penggumpalan antara agregat kasar dengan mortar sangat mungkin terjadi.

5.2.4 Berat Volume Beton

Dalam penelitian ini dihitung berat volume beton dalam keadaan basah maupun dalam keadaan kering. Dari tabel 5.4 dapat dilihat bahwa berat volume pada beton yang menggunakan agregat kasarnya batu kuning lebih rendah dibandingkan dengan beton yang menggunakan agregat kasarnya split, baik dalam keadaan basah maupun kering. Berat volume basah pada beton yang menggunakan agregat kasar batu kuning memiliki nilai sebesar 2,27 t/m³ sampai 2,305 t/m³, sedangkan pada split sebesar 2,375 t/m³ sampai 2,415 t/m³. Untuk berat volume kering pada beton yang menggunakan agregat kasar batu kuning memiliki nilai sebesar 2,26 t/m³ sampai 2,285 t/m³, sedangkan pada split sebesar 2,35 t/m³ sampai 2,39 t/m³. Selisih berat volume pada kedua jenis beton diatas yaitu sebesar 5%. Hal ini terjadi karena berat volume dari agregat kasarnya itu sendiri, dimana berat volume batu kuning lebih kecil dibandingkan berat volume split. Kedua jenis beton diatas mengalami penurunan berat volume dari keadaan basah ke keadaan kering, karena air yang terdapat di dalam adukan beton menguap seiring dengan pengerasan beton yang terjadi. Penurunan berat volume ini dipengaruhi oleh faktor air semen, diameter agregat, perbandingan campuran, dan jenis agregat kasarnya.

Faktor air semen yang tinggi akan mengakibatkan penurunan berat volume yang cukup besar bila dibandingkan pada faktor air semen yang rendah. Hal ini terjadi karena pada faktor air semen yang tinggi akan

menghasilkan berat air yang banyak, sedangkan pada faktor air semen yang rendah akan menghasilkan berat air yang sedikit.

Diameter dari agregat kasar yang digunakan pada adukan beton akan berpengaruh terhadap berat volume betonnya. Pada campuran beton yang menggunakan diameter agregat kasarnya besar, maka jumlah agregat kasar yang terdapat dalam adukan beton ini akan sedikit. Sehingga luas bidang penyerapan yang tersedia lebih kecil jika dibandingkan jumlah agregat kasarnya yang banyak. Karena luas permukaan ini berkaitan dengan besarnya penyerapan, maka semakin luas bidang penyerapannya akan mengakibatkan semakin tinggi penyerapan yang akan dilakukan oleh agregat kasar itu.

Untuk perbandingan campuran yang tinggi akan memerlukan air yang lebih banyak dibandingkan kebutuhan air pada perbandingan campuran yang rendah pada faktor air semen yang sama. Hal ini terjadi karena pada perbandingan campuran yang tinggi akan menyebabkan jumlah semen yang banyak dibandingkan pada perbandingan campuran yang rendah, padahal jumlah air tergantung pada jumlah semen. Jika jumlah semennya banyak maka jumlah airnya juga akan banyak, sedangkan jika jumlah semennya sedikit maka jumlah airnya akan sedikit juga.

Sifat agregat kasar yang digunakan dalam adukan beton berpengaruh terhadap besar atau kecilnya penyerapan yang dilakukan oleh agregat kasarnya. Jika agregat itu bersifat menyerap air maka penurunan berat

volume akan besar dibandingkan dengan agregat kasar yang tidak atau sedikit menyerap air.

5.2.5 Kuat Desak Beton

Kuat desak beton adalah hal mendasar dalam perencanaan suatu konstruksi bangunan beton, karena berkaitan dengan kekuatan dari konstruksi bangunan menahan beban yang akan dipikulnya. Dari Tabel 5.4 dapat dilihat bahwa kuat desak pada beton yang menggunakan agregat kasarnya batu kuning lebih rendah dibandingkan dengan beton yang menggunakan agregat kasarnya split. Kuat desak beton yang terjadi pada agregat kasar batu kuning yaitu sebesar 20,30 Mpa sampai 29,05 Mpa, sedangkan pada split yaitu sebesar 30,10 Mpa sampai 32,93 Mpa. Prosentase selisih kuat desak yang dihasilkan antara beton yang menggunakan agregat kasarnya batu kuning terhadap beton yang menggunakan agregat kasarnya split bervariasi yaitu sebesar 33% sampai 9%, tergantung dari faktor air semen, diameter agregat kasar, perbandingan campuran, sifat agregat kasar, dan gradasinya.

Pada faktor air semen yang rendah akan mengakibatkan lekatan antara agregat kasar dengan mortar akan besar, sehingga kekuatan beton menahan beban cukup tinggi. Hal ini terjadi karena sisa air yang digunakan untuk bereaksi dengan semen sangat sedikit, dan sisa air ini hanya digunakan sebagai pelumas dalam adukan beton.

Beton yang menggunakan diameter agregat kasarnya kecil akan lebih mampu menahan beban dibandingkan beton yang menggunakan diameter agregat kasarnya besar. Hal ini terjadi karena pada beton yang menggunakan diameter agregat kasarnya kecil banyak terdapat luas permukaan butiran yang diselubungi oleh pasta, dimana pasta ini akan memperkuat lekatan antar agregat kasar yang mengakibatkan gesekan antar agregat kasar akan besar. Sedangkan pada beton yang menggunakan diameter agregat kasarnya besar akan membutuhkan pasta yang menyelubungi permukaan butiran sedikit, sehingga gesekan antar agregat kasar akan kecil.

Pada perbandingan campuran yang tinggi menyebabkan kebutuhan semen yang banyak, sedangkan pada perbandingan campuran yang rendah mengakibatkan kebutuhan semen yang sedikit. Karena kuat desak beton tergantung dari jumlah semen, maka kuat desak yang dihasilkan pada perbandingan campuran yang tinggi akan lebih besar dibandingkan dengan perbandingan campuran yang rendah.

Kuat desak beton tergantung dari keausan dan kekasaran agregat kasarnya, jika keausan agregat kasarnya rendah maka kuat desak beton yang dihasilkan akan lebih besar dibandingkan beton yang memiliki keausan yang tinggi, dan jika permukaan agregat kasarnya kasar akan mengakibatkan gesekan antara agregat kasar dengan mortar akan besar sehingga kuat desak beton yang dihasilkan akan tinggi.

Gradasi butiran pada penelitian ini menggunakan gradasi seragam, karena ukuran dari agregat kasarnya hampir sama tiap variasi diameter agregatnya. Gradasi seragam ini memiliki ukuran butiran yang sama besar sehingga rongga antar butiran ditempati oleh mortar, karena banyaknya mortar dalam beton akan mengakibatkan gesekan antar agregat kasar berkurang karena selip yang terjadi pada mortar akibat gaya desak.

Kuat desak beton yang terjadi mengakibatkan beton akan retak-retak atau pecah. Hal ini berarti beton sudah tidak dapat menahan beban yang lebih besar lagi dari kekuatan maksimum beton tersebut. Dari penelitian yang telah dilakukan dihasilkan bahwa silinder beton mengalami retak atau pecah pada pastinya dan sedikit pada agregat kasarnya. Hal ini berarti bahwa perbandingan campuran yang digunakan kurang tepat, dalam artian kekuatan mortar yang terjadi jauh lebih kecil dibandingkan kekuatan agregat kasarnya. Faktor lain yang mempengaruhi juga dapat terjadi karena kurang baiknya pengadukan pada saat membuat adukan beton.

5.2.6 Kuat Tarik Belah Beton

Kuat tarik belah sangat kecil dibandingkan kuat desaknya, sehingga dalam perencanaan kuat tarik belah beton tidak diperhitungkan. Dari Tabel 5.4 dapat dilihat bahwa kuat tarik belah pada beton yang menggunakan agregat kasarnya batu kuning lebih kecil dibandingkan dengan beton yang menggunakan agregat kasarnya split, yaitu sebesar

2,30 Mpa sampai 2,36 Mpa untuk beton dengan agregat kasar batu kuning, sedangkan pada beton dengan agregat kasar split sebesar 2,47 Mpa sampai 2,54 Mpa. Perbandingan kuat tarik belah terhadap kuat desaknya sangat kecil, yaitu sebesar 8% sampai 11%. Hal ini terjadi karena ikatan antara agregat kasar dengan mortar sangat kecil terhadap gaya tarik, sehingga beton tidak kuat menahan kuat tarik. Meskipun kuat tarik ini tidak diperhitungkan dalam perencanaan beton, namun dalam perencanaan beton diharapkan kuat tarik beton bertulang yang terjadi tidak kurang dari kuat tarik beton polos.

Dari hasil penelitian didapatkan kuat tarik belah yang lebih kecil dibandingkan kuat tarik belah yang dihasilkan dari hitungan rumus. Hal ini terjadi karena kemungkinan faktor pengerjaan yang kurang baik

5.2.7 Modulus Elastis

Modulus elastis merupakan sifat dari beton yang berkaitan dengan mudah atau tidaknya beton mengalami perpanjangan atau perpendekan. Dari Tabel 5.4 dapat dilihat bahwa elastisitas beton yang menggunakan agregat kasarnya batu kuning lebih rendah dibandingkan beton yang menggunakan agregat kasarnya split, jadi beton yang menggunakan agregat kasarnya batu kuning akan lebih mudah mengalami regangan dibandingkan beton yang menggunakan agregat kasarnya split. Nilai modulus elastis beton pada agregat kasar batu kuning sebesar 17.142 Mpa sampai 20.000, sedangkan

pada agregat kasar split sebesar 22.666 Mpa sampai 25.000 Mpa. Kenaikan nilai modulus elastis beton dipengaruhi oleh kuat desak beton dan berat volume betonnya. Semakin tinggi kuat desak atau berat volumenya, maka nilai modulus elastis akan semakin tinggi.

Dari hasil penelitian didapatkan nilai modulus elastis yang lebih rendah dibandingkan dengan nilai modulus elastis yang didapatkan dengan menggunakan rumus. Hal ini terjadi karena pada nilai modulus elastis hasil dari penelitian terdapat faktor kekasaran agregat kasarnya dan kemungkinan adanya faktor pengerjaan yang kurang baik.

Pada Gambar 5.9 dan 5.10 dapat dilihat pada beton dengan agregat kasar batu kuning bahwa perbandingan campuran 1 : 1,5 : 2,5 lebih linier dibandingkan dengan perbandingan campuran 1 : 2 : 3, baik pada diameter agregat kasar 10 mm maupun 20 mm. Hal ini mengakibatkan nilai modulus elastis yang terjadi pada perbandingan campuran 1 : 1,5 : 2,5 lebih tinggi dibandingkan perbandingan campuran 1 : 2 : 3. Pada Gambar 5.11 dan 5.12 dapat dilihat perbandingan campuran 1 : 1,5 : 2,5 dengan 1 : 2 : 3 memiliki kelinieran yang hampir sama, hal ini menunjukkan bahwa nilai modulus elastis yang hampir sama pada kedua jenis perbandingan campuran diatas. Pada Gambar 5.13 dan 5.14 dapat dilihat beton dengan agregat kasar split memiliki kemiringan yang lebih curam dibandingkan pada beton dengan agregat kasar batu kuning, hal ini membuktikan nilai modulus elastis pada beton yang menggunakan split lebih besar dibandingkan menggunakan batu

kuning. Pada Gambar 5.15 dan 5.16 dapat dilihat kemiringan garis yang hampir sama antara beton yang menggunakan split dibandingkan beton yang menggunakan batu kuning, hal ini membuktikan bahwa nilai modulus elastis yang terjadi memiliki nilai selisih yang sangat kecil pada kedua jenis beton itu.

Nilai modulus elastis ini dapat ditentukan berdasarkan kemiringan kurva pada grafik regangan-tegangan. Kemiringan kurva ini dipengaruhi oleh kuat desak dari beton itu sendiri. Beton yang memiliki kuat desak tinggi akan menghasilkan kemiringan yang lebih curam dan panjang garis linier yang lebih panjang dibandingkan dengan beton yang memiliki kuat desak yang rendah. Hal ini terjadi karena seiring dengan bertambahnya beban, maka kekakuan dari material akan berkurang sehingga perubahan regangan tidak lagi linier dengan tegangannya.

BAB VI

KESIMPULAN

6.1 Kesimpulan

Dari pengujian dan penghitungan yang telah dilaksanakan pada penelitian silinder beton yang menggunakan agregat kasarnya batu kuning dan pembandingnya menggunakan split sebagai agregat kasarnya didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Untuk perbandingan campuran beton yang menggunakan batu kuning sebagai agregat kasarnya dalam perbandingan berat harus menggunakan faktor air semen lebih besar dari 0,4 , karena adanya penyerapan batu kuning terhadap air.
2. Beton yang menggunakan batu kuning sebagai agregat kasarnya memiliki berat volume yang rendah dibandingkan beton yang menggunakan split sebagai agregat kasarnya. Selisih berat volume antara kedua jenis beton diatas sangat kecil yaitu sebesar 5 %.
3. Kuat desak pada beton yang menggunakan batu kuning sebagai agregat kasarnya lebih kecil dibandingkan beton yang menggunakan split

sebagai agregat kasarnya, terutama untuk beton yang menggunakan diameter agregat kasar sebesar 10 mm. Namun untuk beton yang mempunyai perbandingan campuran yang tinggi selisih kuat desak beton yang terjadi sangat kecil yaitu sebesar 9 %.

4. Prosentase kuat tarik belah yang terjadi dibandingkan kuat desaknya, yaitu sekitar sebesar 10 %.
5. Nilai modulus elastis pada beton yang menggunakan agregat kasarnya batu kuning lebih rendah dibandingkan beton yang menggunakan agregat kasarnya split.
6. Beton yang menggunakan agregat kasarnya batu kuning lebih mudah mengalami regangan dibandingkan beton yang menggunakan agregat kasarnya split.

6.2 Saran-saran

Penelitian yang telah dilakukan ini jauh dari sempurna karena adanya keterbatasan baik dari waktu, biaya, maupun material yang tersedia. Untuk mencapai kesempurnaan yang berkaitan dengan penelitian diatas maka diberikan saran-saran sebagai berikut :

1. Penetapan mutu beton pada awal perencanaan sangat dibutuhkan, karena berhubungan dengan kekuatan dari mutu beton rencana
2. Dalam adukan beton diameter beton tidak perlu dipisahkan, karena kuat desak beton dari kedua diameter yang dipisahkan hampir sama.

3. Pengujian kuat desak beton sebaiknya dilakukan pada umur 7, 14, 21, dan 28 hari dengan tujuan untuk mengetahui perubahan berat volume dan kuat desaknya.
4. Dalam penimbangan material, pembuatan adukan, pengujian slump, pembuatan sampel, dan hal yang mengenai pembuatan beton perlu ketelitian dan kesabaran.
5. Kecakapan, ketelitian dan kecepatan dalam pelaksanaan penelitian sangat mendukung dalam mencapai kesuksesan tujuan yang diinginkan peneliti.

DAFTAR PUSTAKA

Aji W.P.B dan Bachtiar N.R, 2002, UJI KOMPARASI PENGGUNAAN BATUAN GUNUNG KIDUL DENGAN BATUAN KALI KRASAK SEBAGAI AGREGAT KASAR BETON, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Dipuhosodo I, 1994, STRUKTUR BETON BERTULANG, P.T. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

Kusuma G, 1994, PEDOMAN Pengerjaan Beton, Erlangga, Jakarta.

Murdock L.j dan K.M. Brook, 1999, BAHAN DAN PRAKTEK BETON, Erlangga, Jakarta.

Rusmayanti E, dan M. Hari A.S.L, 2002, PENGARUH Pengerjaan Pencampuran Terhadap Kuat Tekan Beton, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Sugiarto I dan Sardi N, 2000, ANALISIS PENGGUNAAN AGREGAT BATU KAPUR ASAL GUNUNG KIDUL PADA CAMPURAN BETON ASPAL UNTUK LALU-LINTAS SEDANG, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Sukirman S, 1999, PERKERASAN LENTUR JALAN RAYA, Nova, Bandung.

Sutirto E dan Irvan S, 1999, PENGARUH VARIASI GRADASI BREKSI BATU APUNG HIJAU TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK BETON RINGAN, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

-----, 1997, PERATURAN BETON BERTULANG INDONESIA N-1-1971, Direktorat Penyefidikan Masalah Bangunan Departemen Pekerjaan Umum, Bandung.

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

NO	NAMA	NO. MHS.	BID. STUDI
1	Jayid Huriyanto	98511144	Teknik Sipil
2	Sugivo	98511096	Teknik Sipil

JUDUL TUGAS AKHIR:

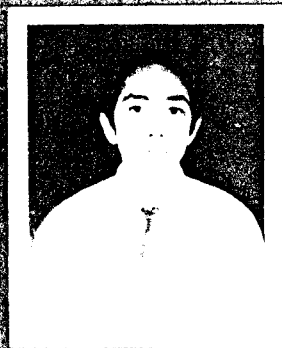
Pengaturan penggunaan batu kuring sebagai agregat kasar terhadap kuat desak Beton

PERIODE I. SEPTEMBER - FEBRUARI
TAHUN: 2002 / 2003

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

DOSEN PEMBIMBING I
DOSEN PEMBIMBING II

Ir. U.M. Samsudin, MT.
Ir. H. Sulayman, MT.



Yogyakarta, ...26. Sept. 2002
a.n. Dekan,

(Signature)
Ir. H. Muadhar, MT.

Catatan:

Seminar
Sidang
Pendadaran



**PEMERIKSAAN KEAUSAN AGREGAT (ABRASI TEST)
AASHTO T 96 - 77**

Contoh dari : Sedang Boto, Miri, Sragen, Jateng Dikerjakan Oleh : Sukamto HM.

Di test tanggal : 14 Nopember 2002
Untuk Proyek : Penelitian Tugas Akhir S1

Diperiksa : Ir. Iskandar S, MT.

No	JENIS GRADASI		B	
	SARINGAN		BENDA UJI	
	LOLOS	TERTAHAN	I (L2)	II
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")		
5	25.4 mm (1")	19.0 mm (3/4")		
6	19.0 mm (3/4")	12.5 mm (0.5")	2500	gr
7	12.5 mm (0.5")	09.5 mm (3/8")	2500	gr
8	09.5 mm (3/8")	06.3 mm (1/4")		
9	06.3 mm (1/4")	04.75 mm (4")		
10	04.75 mm (No.4)	02.36 mm (No.8)		
11	JUMLAH BENDA UJI (A)		5000	gr
12	JUMLAH TERTAHAN DI SIEVE 12(B)		3121	gr
13	KEAUSAN = (A- B)/A x 100 %		37.58	%

Yogyakarta, 14 Nopember 2002

Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT.

Data pemeriksaan berat volume batu kuning

	Benda uji I	Benda uji II
Berat cetakan silinder (W1)	4,3 Kg	4,3 Kg
Berat cetakan silinder + agrergat (W2)	10,9 Kg	10,9 Kg
Volume silinder (V) $\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot t$	$5,30 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$	$5,30 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$
Berat volume agregat $\frac{W2 - W1}{V}$	$1,25 \text{ T/m}^3$	$1,25 \text{ T/m}^3$
Berat volume agregat rata-rata	$1,25 \text{ T/m}^3$	

Data pemeriksaan berat volume split

	Benda uji I	Benda uji II
Berat cetakan silinder (W1)	4,3 Kg	4,3 Kg
Berat cetakan silinder + agrergat (W2)	12,2 Kg	12,4 Kg
Volume silinder (V) $\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot t$	$5,3 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$	$5,3 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$
Berat volume agregat $\frac{W2 - W1}{V}$	$1,49 \text{ T/m}^3$	$1,53 \text{ T/m}^3$
Berat volume agregat rata-rata	$1,51 \text{ T/m}^3$	

Data hasil uji silinder beton agregat kasar batu kuning

Lokasi pengecoran		: Lab BKT Ull									
Tanggal pengecoran		: 18 Nopember 2002		Perbandingan campuran		: 1 : 2 : 3					
Tanggal pengujian		: 16 Desember 2002		Diameter agregat		: 10 mm					
				Slump		: 7,5 cm					
No	Tinggi (mm)	Diameter (mm)	Berat Basah (kg)	Berat Kering (kg)	Beban Max (KN)	Luas Perm (mm ²)	Kuat Desak (Mpa)	Waktu (menit)	Volume (1.10 ⁻³ m ³)	BV Basah (T/m ³)	BV Kering (T/m ³)
1	300,0	149,0	12,200	12,021	420	17,437	24,09	1,42	5,23	2,30	2,30
2	300,0	150,2	11,800	11,790	370	17,719	20,88	1,25	5,32	2,23	2,21
3	302,0	151,0	12,000	12,033	390	17,908	21,78	1,36	5,41	2,26	2,22
4	301,0	148,5	12,000	11,900	315	17,320	18,19	1,10	5,21	2,26	2,28
5	300,0	149,5	11,900	11,700	350	17,554	19,94	1,21	5,27	2,24	2,22
6	302,0	149,2	12,000	12,059	385	17,484	22,02	1,20	5,28	2,26	2,28
7	296,0	149,0	12,000	11,800	265	17,437	15,20	1,05	5,16	2,26	2,29
Rata-rata									Rata-rata	2,26	2,25

Data hasil uji silinder beton agregat kasar split

Lokasi pengecoran		: Lab BKT Ull									
Tanggal pengecoran		: 18 Nopember 2002		Perbandingan campuran		: 1 : 2 : 3					
Tanggal pengujian		: 16 Desember 2002		Diameter agregat		: 10 mm					
				Slump		: 15 cm					
No	Tinggi (mm)	Diameter (mm)	Berat Basah (kg)	Berat Kering (kg)	Beban Max (KN)	Luas Perm (mm ²)	Kuat Desak (Mpa)	Waktu (menit)	Volume (1.10 ⁻³ m ³)	BV Basah (T/m ³)	BV Kering (T/m ³)
1	290,0	151,4	13,000	12,630	550	18,003	30,55	1,57	5,22	2,45	2,42
2	300,5	150,5	12,800	12,707	555	17,766	31,24	1,57	5,34	3,42	2,38
3	302,2	147,9	12,000	11,089	490	17,180	28,52	1,52	5,19	2,26	2,19
Rata-rata									Rata-rata	2,38	2,33

Data hasil uji silinder beton agregat kasar batu kuning

Lokasi pengecoran		: Lab BKT Uji		Perbandingan campuran		: 1 : 2 : 3						
Tanggal pengecoran		: 18 Nopember 2002		Diameter agregat		: 10 mm						
Tanggal pengujian		: 16 Desember 2002		Slump		: 7,5 cm						
No	Tinggi (mm)	Diameter (mm)	Berat Basah (kg)	Berat Kering (kg)	Beban Max (KN)	Luas Selimut (mm ²)	Kuat Tarik (Mpa)	Waktu (menit)	Volume (1.10 ⁻³ m ³)	BV Basah (T/m ³)	BV Kering (T/m ³)	
1	301,5	150,4	12,000	12,038	158	142,457	2,22	0,34	5,36	2,26	2,24	
2	302,0	150,5	12,000	12,050	177	142,788	2,48	0,38	5,37	2,26	2,24	
3	304,0	149,0	12,500	12,500	173	142,302	2,43	0,35	5,30	2,36	2,36	
4	301,0	150,3	12,000	12,065	175	142,127	2,46	0,39	5,34	2,26	2,26	
5	302,9	152,5	12,200	12,185	174	145,117	2,40	0,39	5,53	2,30	2,22	
6	300,5	150,0	12,000	12,190	158	141,607	2,23	0,33	5,31	2,26	2,30	
7	299,0	149,6	12,000	11,940	155	140,525	2,21	0,30	5,26	2,26	2,27	
					Rata-rata		2,35		Rata-rata		2,28	
											2,27	

Data hasil uji silinder beton agregat kasar split

Lokasi pengecoran		: Lab BKT Uji		Perbandingan campuran		: 1 : 2 : 3						
Tanggal pengecoran		: 18 Nopember 2002		Diameter agregat		: 10 mm						
Tanggal pengujian		: 16 Desember 2002		Slump		: 15 cm						
No	Tinggi (mm)	Diameter (mm)	Berat Basah (kg)	Berat Kering (kg)	Beban Max (KN)	Luas Selimut (mm ²)	Kuat Tarik (Mpa)	Waktu (menit)	Volume (1.10 ⁻³ m ³)	BV Basah (T/m ³)	BV Kering (T/m ³)	
1	301,5	150,1	12,900	12,890	178	142,173	2,50	0,37	5,34	2,43	2,41	
2	302,1	148,9	13,000	12,750	195	141,317	2,76	0,50	5,26	2,45	2,42	
3	302,2	150,5	13,000	12,755	153	142,883	2,14	0,30	5,38	2,45	2,37	
					Rata-rata		2,47		Rata-rata		2,44	
											2,40	

Data hasil uji silinder beton agregat kasar batu kuning

Lokasi pengecoran		: Lab BKT Uji		Perbandingan campuran		: 1 : 2 : 3					
Tanggal pengecoran		: 19 Nopember 2002		Diameter agregat		: 20 mm					
Tanggal pengujian		: 17 Desember 2002		Slump		: 2,5 cm					
No	Tinggi (mm)	Diameter (mm)	Berat Basah (kg)	Berat Kering (kg)	Beban Max (KN)	Luas Perm (mm ²)	Kuat Desak (Mpa)	Waktu (menit)	Volume (1.10 ⁻³ m ³)	BV Basah (T/m ³)	BV Kering (T/m ³)
1	306,0	149,7	12,200	12,465	425	17,601	24,15	1:30	5,39	2,30	2,31
2	302,5	149,4	12,100	12,205	430	17,530	24,53	1:42	5,30	2,28	2,30
3	302,0	151,3	12,000	12,285	410	17,979	22,80	1:55	5,43	2,26	2,26
4	290,0	150,0	12,000	12,010	410	17,672	23,20	1:38	5,12	2,26	2,35
5	306,5	149,5	12,300	12,320	414	17,554	23,58	1:30	5,38	2,32	2,29
6	304,5	150,9	12,200	12,135	400	17,884	22,37	1:36	5,45	2,30	2,23
7	305,5	149,9	12,100	12,130	415	17,648	23,52	1:27	5,39	2,28	2,25
						Rata-rata	23,45		Rata-rata	2,29	2,28

Data hasil uji silinder beton agregat kasar split

Lokasi pengecoran		: Lab BKT Uji		Perbandingan campuran		: 1 : 2 : 3					
Tanggal pengecoran		: 19 Nopember 2002		Diameter agregat		: 20 mm					
Tanggal pengujian		: 17 Desember 2002		Slump		: 15 cm					
No	Tinggi (mm)	Diameter (mm)	Berat Basah (kg)	Berat Kering (kg)	Beban Max (KN)	Luas Perm (mm ²)	Kuat Desak (Mpa)	Waktu (menit)	Volume (1.10 ⁻³ m ³)	BV Basah (T/m ³)	BV Kering (T/m ³)
1	306,5	151,0	12,800	13,020	545	17,908	30,44	2:10	5,49	2,42	2,37
2	304,0	150,3	12,800	13,055	580	17,742	32,70	2:00	5,39	2,42	2,42
3	302,1	150,5	12,700	12,860	575	17,790	32,33	1:49	5,37	2,40	2,40
						Rata-rata	31,81		Rata-rata	2,41	2,40

Data hasil uji silinder beton agregat kasar batu kuning

Lokasi pengecoran		: Lab BKT Uli		Perbandingan campuran		: 1 : 2 : 3					
Tanggal pengecoran		: 19 Nopember 2002		Diameter agregat		: 20 mm					
Tanggal pengujian		: 17 Desember 2002		Slump		: 2,5 cm					
No	Tinggi (mm)	Diameter (mm)	Berat Basah (kg)	Berat Kering (kg)	Beban Max (KN)	Luas Selimut (mm ²)	Kuat Tarik (Mpa)	Waktu (menit)	Volume (1.10 ⁻³ m ³)	BV Basah (T/m ³)	BV Kering (T/m ³)
1	304,5	150,0	12,300	12,290	175	143,492	2,44	0:31	5,38	2,32	2,28
2	305,4	147,9	12,000	12,065	164	141,902	2,31	0:27	5,25	2,26	2,30
3	308,2	149,9	12,100	12,235	168	145,139	2,32	0:29	5,44	2,28	2,25
4	301,5	150,7	12,100	12,050	172	142,742	2,41	0:27	5,38	2,28	2,24
5	302,1	150,5	12,100	12,145	174	142,836	2,44	0:28	5,37	2,28	2,26
6	302,0	150,7	12,100	12,150	154	142,978	2,15	0:28	5,39	2,28	2,25
7	302,5	150,9	12,000	12,160	175	143,405	2,44	0:26	5,41	2,26	2,25
Rata-rata							2,36		Rata-rata	2,28	2,26

Data hasil uji silinder beton agregat kasar split

Lokasi pengecoran		: Lab BKT Uli		Perbandingan campuran		: 1 : 2 : 3					
Tanggal pengecoran		: 19 Nopember 2002		Diameter agregat		: 20 mm					
Tanggal pengujian		: 17 Desember 2002		Slump		: 15 cm					
No	Tinggi (mm)	Diameter (mm)	Berat Basah (kg)	Berat Kering (kg)	Beban Max (KN)	Luas Perm (mm ²)	Kuat Tarik (Mpa)	Waktu (menit)	Volume (1.10 ⁻³ m ³)	BV Basah (T/m ³)	BV Kering (T/m ³)
1	312,0	150,1	12,800	13,180	202	147,125	2,75	0:32	5,52	2,42	2,39
2	304,5	150,8	12,600	12,770	154	144,258	2,14	0:25	5,44	2,38	2,35
3	308,0	149,4	12,800	12,995	191	144,561	2,64	0:32	5,40	2,42	2,41
Rata-rata							2,51		Rata-rata	2,41	2,38

Data hasil uji silinder beton agregat kasar batu kuning

Lokasi pengecoran		: Lab BKT Uli									
Tanggal pengecoran		: 22 Nopember 2002									
Tanggal pengujian		: 20 Desember 2002									
		Perbandingan campuran : 1 : 1,5 : 2,5									
		Diameter agregat : 10 mm									
		Slump : 6 cm									
No	Tinggi (mm)	Diameter (mm)	Berat Basah (kg)	Berat Kering (kg)	Beban Max (KN)	Luas Perm (mm ²)	Kuat Desak (Mpa)	Waktu (menit)	Volume (1.10 ⁻³ m ³)	BV Basah (T/m ³)	BV Kering (T/m ³)
1	304,0	149,6	12,700	12,167	485	17,577	27,59	1:50	5,34	2,40	2,28
2	302,9	149,9	11,900	12,095	550	17,648	31,16	2:03	5,35	2,24	2,26
3	304,9	148,5	11,800	11,970	500	17,320	28,87	1:50	5,28	2,23	2,27
4	304,0	158,0	12,100	12,540	570	19,607	22,83	2:10	5,96	2,28	2,27
5	307,0	149,7	12,000	12,412	490	17,601	27,84	2:05	5,40	2,26	2,30
6	304,1	149,8	12,100	12,200	510	17,624	28,94	1:50	5,36	2,28	2,28
7	308,9	151,7	12,400	12,085	540	18,074	29,88	2:01	5,58	2,34	2,30
Rata-rata									28,16	2,29	2,27

Data hasil uji silinder beton agregat kasar split

Lokasi pengecoran		: Lab BKT Uli									
Tanggal pengecoran		: 22 Nopember 2002									
Tanggal pengujian		: 20 Desember 2002									
		Perbandingan campuran : 1 : 1,5 : 2,5									
		Diameter agregat : 10 mm									
		Slump : 15 cm									
No	Tinggi (mm)	Diameter (mm)	Berat Basah (kg)	Berat Kering (kg)	Beban Max (KN)	Luas Perm (mm ²)	Kuat Desak (Mpa)	Waktu (menit)	Volume (1.10 ⁻³ m ³)	BV Basah (T/m ³)	BV Kering (T/m ³)
1	302,0	149,0	12,400	12,474	590	17,437	33,84	2:10	5,27	2,34	2,34
2	299,0	150,8	12,400	12,507	550	17,860	30,80	1:57	5,34	2,34	2,34
3	302,5	150,2	12,800	12,810	605	17,718	34,14	2:11	5,36	2,42	2,39
Rata-rata									32,93	2,37	2,37

Data hasil uji silinder beton agregat kasar batu kuning

Lokasi pengecoran		: Lab BKT Uji											
Tanggal pengecoran		: 22 Nopember 2002											
Tanggal pengujian		: 20 Desember 2002											
		Perbandingan campuran : 1 : 1,5 : 2,5											
		Diameter agregat : 10 mm											
		Slump : 6 cm											
No	Tinggi (mm)	Diameter (mm)	Berat Basah (kg)	Berat Kering (kg)	Beban Max (KN)	Luas Selimut (mm ²)	Kuat Tarik (Mpa)	Waktu (menit)	Volume (1.10 ⁻³ m ³)	BV Basah (T/m ³)	BV Kering (T/m ³)		
1	307,5	149,6	12,200	12,375	164	144.520	2,27	0,34	5,40	2,30	2,29		
2	303,0	148,1	12,200	12,116	127	140.977	1,80	0,25	5,22	2,30	2,32		
3	304,0	150,7	11,900	12,144	145	143.925	2,02	0,35	5,42	2,24	2,24		
4	300,5	149,6	12,200	12,115	193	141.230	2,73	0,43	5,28	2,30	2,29		
5	300,5	149,5	12,100	12,135	176	141.135	2,49	0,37	5,28	2,28	2,30		
6	300,7	149,1	12,200	12,230	207	141.320	2,93	0,50	5,27	2,30	2,28		
7	306,5	151,1	12,100	12,070	136	145.889	1,86	0,30	5,52	2,28	2,22		
Rata-rata								2,30				Rata-rata	
								2,29				2,27	

Data hasil uji silinder beton agregat kasar split

Lokasi pengecoran		: Lab BKT Uji											
Tanggal pengecoran		: 22 Nopember 2002											
Tanggal pengujian		: 20 Desember 2002											
		Perbandingan campuran : 1 : 1,5 : 2,5											
		Diameter agregat : 10 mm											
		Slump : 15 cm											
No	Tinggi (mm)	Diameter (mm)	Berat Basah (kg)	Berat Kering (kg)	Beban Max (KN)	Luas Selimut (mm ²)	Kuat Tarik (Mpa)	Waktu (menit)	Volume (1.10 ⁻³ m ³)	BV Basah (T/m ³)	BV Kering (T/m ³)		
1	305,0	151,1	12,900	12,040	160	135.288	2,36	0,40	5,11	2,43	2,39		
2	301,0	150,2	12,400	12,290	150	132.595	2,26	0,37	4,98	2,34	2,30		
3	304,5	149,9	12,500	12,575	215	143.397	3,00	0,47	5,37	2,36	2,34		
Rata-rata								2,54				Rata-rata	
								2,38				2,34	

Data hasil uji silinder beton agregat kasar batu kuning

Lokasi pengecoran		: Lab BKT Uji		Perbandingan campuran		: 1 : 1,5 : 2,5						
Tanggal pengecoran		: 23 Nopember 2002		Diameter agregat		: 20 mm						
Tanggal pengujian		: 21 Desember 2002		Slump		: 7,5 cm						
No	Tinggi (mm)	Diameter (mm)	Berat Basah (kg)	Berat Kering (kg)	Beban Max (KN)	Luas Perm (mm ²)	Kuat Desak (Mpa)	Waktu (menit)	Volume (1.10 ⁻³ m ³)	BV Basah (T/m ³)	BV Kering (T/m ³)	
1	302,0	149,1	12,000	12,105	495	17,460	28,35	1,50	5,27	2,26	2,30	
2	301,2	150,7	12,100	12,128	520	17,837	29,15	1,48	5,37	2,28	2,26	
3	305,5	150,0	12,300	12,435	500	17,672	28,29	1,51	5,40	2,32	2,30	
4	306,1	150,1	12,500	12,452	525	17,695	29,67	1,55	5,42	2,36	2,30	
5	304,0	150,4	12,000	12,160	470	17,766	26,46	1,40	5,40	2,26	2,25	
6	306,5	149,5	12,400	12,438	515	17,554	29,34	1,53	5,38	2,34	2,31	
7	305,5	151,1	12,400	12,265	475	17,932	26,49	1,36	5,48	2,34	2,24	
						Rata-rata	28,25			Rata-rata	2,31	2,28

Data hasil uji silinder beton agregat kasar split

Lokasi pengecoran		: Lab BKT Uji		Perbandingan campuran		: 1 : 1,5 : 2,5						
Tanggal pengecoran		: 23 Nopember 2002		Diameter agregat		: 20 mm						
Tanggal pengujian		: 21 Desember 2002		Slump		: 15 cm						
No	Tinggi (mm)	Diameter (mm)	Berat Basah (kg)	Berat Kering (kg)	Beban Max (KN)	Luas Perm (mm ²)	Kuat Desak (Mpa)	Waktu (menit)	Volume (1.10 ⁻³ m ³)	BV Basah (T/m ³)	BV Kering (T/m ³)	
1	304,1	149,5	12,500	12,635	540	17,554	30,76	1,57	5,34	2,36	2,36	
2	303,9	148,7	13,000	12,675	510	17,366	29,37	1,50	5,28	2,45	2,40	
3	302,1	149,1	12,600	12,700	580	17,460	33,22	1,57	5,28	2,38	2,40	
						Rata-rata	31,12			Rata-rata	2,40	2,39

Data hasil uji silinder beton agregat kasar batu kuning

Lokasi pengecoran		: Lab BKT Uji		Perbandingan campuran		: 1 : 1,5 : 2,5					
Tanggal pengecoran		: 23 Nopember 2002		Diameter agregat		: 20 mm					
Tanggal pengujian		: 21 Desember 2002		Slump		: 7,5 cm					
No	Tinggi (mm)	Diameter (mm)	Berat Basah (kg)	Berat Kering (kg)	Beban Max (KN)	Luas Selimut (mm ²)	Kuat Tarik (Mpa)	Waktu (menit)	Volume (1.10 ⁻³ m ³)	BV Basah (T/m ³)	BV Kering (T/m ³)
1	305,0	150,9	12,300	12,430	185	144,590	2,56	0,35	5,46	2,32	2,28
2	305,0	150,5	12,100	12,260	193	144,207	2,68	0,47	5,43	2,28	2,26
3	307,0	147,8	12,000	12,060	162	142,548	2,27	0,30	5,27	2,26	2,29
4	304,5	149,4	12,300	12,200	182	142,918	2,55	0,40	5,34	2,32	2,28
5	307,5	149,8	12,300	12,300	125	144,713	1,73	0,27	5,42	2,32	2,27
6	305,2	148,6	12,300	12,350	125	142,480	1,76	0,26	5,29	2,32	2,34
7	303,9	149,5	12,100	12,100	195	142,732	2,73	0,43	5,34	2,28	2,28
Rata-rata									5,34	2,28	2,29
Rata-rata								2,33		2,30	2,29

Data hasil uji silinder beton agregat kasar split

Lokasi pengecoran		: Lab BKT Uji		Perbandingan campuran		: 1 : 1,5 : 2,5					
Tanggal pengecoran		: 23 Nopember 2002		Diameter agregat		: 20 mm					
Tanggal pengujian		: 21 Desember 2002		Slump		: 15 cm					
No	Tinggi (mm)	Diameter (mm)	Berat Basah (kg)	Berat Kering (kg)	Beban Max (KN)	Luas Selimut (mm ²)	Kuat Tarik (Mpa)	Waktu (menit)	Volume (1.10 ⁻³ m ³)	BV Basah (T/m ³)	BV Kering (T/m ³)
1	303,0	150,7	12,700	12,750	173	143,452	2,41	0,36	5,40	2,40	2,36
2	304,0	150,7	12,900	12,940	215	143,925	2,99	0,45	5,42	2,43	2,39
3	308,0	151,3	13,100	13,42	147	146,400	2,01	0,29	5,54	2,47	2,42
Rata-rata								2,47		2,43	2,39
Rata-rata								2,47		2,43	2,39

**Data Pengujian Regangan Perb. Camp. 1:2:3
Agregat Kasar Bt. Kuning diameter 10 (1)**

Beban (KN)	ΔL (10^3) mm	$\sigma=P/\Delta 0$	$\varepsilon=\Delta L/L_0$
10	15	0,57349	5
20	20	1,14699	6,66667
30	25	1,72048	8,333333
40	35	2,29397	11,66667
50	40	2,86747	13,33333
60	45	3,44096	15
70	52	4,01445	17,33333
80	60	4,58795	20
90	68	5,16144	22,66667
100	73	5,73493	24,33333
110	80	6,30842	26,66667
120	85	6,88192	28,33333
130	95	7,45541	31,66667
140	105	8,02890	35
150	115	8,60240	38,33333
160	120	9,17589	40
170	125	9,74938	41,66667
180	135	10,32288	45
190	140	10,89637	46,66667
200	150	11,46986	50
210	160	12,04336	53,33333
220	170	12,61685	56,66667
230	175	13,19034	58,33333
240	185	13,76384	61,66667
250	195	14,33733	65
260	200	14,91082	66,66667
270	215	15,48431	71,66667
280	225	16,05781	75
290	230	16,63130	76,66667
300	250	17,20479	83,33333
310	260	17,77829	86,66667
320	275	18,35178	91,66667
330	280	18,92527	93,33333
340	290	19,49877	96,66667
350	315	20,07226	105
360	340	20,64575	113,3333
370	360	21,21925	120
380	380	21,79274	126,6667
390	400	22,36623	133,3333
400	430	22,93973	143,3333
410	460	23,51322	153,3333
420	470	24,08671	156,6667

**Data Pengujian Regangan Perb. Camp. 1:2:3
Agregat Kasar Bt. Kuning diameter 10 (2)**

Beban (KN)	ΔL (10^3) mm	$\sigma=P/\Delta 0$	$\varepsilon=\Delta L/L_0$
10	15	0,56437	5
20	20	1,12873	6,66667
30	30	1,69310	10
40	35	2,25746	11,66667
50	45	2,82183	15
60	55	3,38620	18,33333
70	65	3,95056	21,66667
80	75	4,51493	25
90	80	5,07929	26,66667
100	95	5,64366	31,66667
110	100	6,20803	33,33333
120	110	6,77239	36,66667
130	120	7,33676	40
140	130	7,90112	43,33333
150	145	8,46549	48,33333
160	160	9,02985	53,33333
170	170	9,59422	56,66667
180	180	10,15859	60
190	190	10,72295	63,33333
200	200	11,28732	66,66667
210	210	11,85168	70
220	225	12,41605	75
230	240	12,98042	80
240	250	13,54478	83,33333
250	260	14,10915	86,66667
260	280	14,67351	93,33333
270	300	15,23788	100
280	315	15,80225	105
290	335	16,36661	111,6667
300	355	16,93098	118,3333
310	365	17,49534	121,6667
320	390	18,05971	130
330	410	18,62408	136,6667
340	435	19,18844	145
350	440	19,75281	146,6667
360	455	20,31717	151,6667
370	460	20,88154	153,3333
380	480	21,44591	160

Data Pengujian Regangan Perb. Camp. 1:2:3 Agregat Kasar Bt. Kuning diameter 10 (3) **Data Pengujian Regangan Perb. Camp. 1:2:3 Agregat Kasar Bt. Kuning diameter 10 (4)**

Beban (KN)	ΔL (10^3) mm	$\sigma=P/\Delta 0$	$\varepsilon=\Delta L/L_0$	Beban (KN)	ΔL (10^3) mm	$\sigma=P/\Delta 0$	$\varepsilon=\Delta L/L_0$
10	20	0,55841	6,622517	10	10	0,577367	3,322259
20	25	1,116819	8,278146	20	20	1,154734	6,644518
30	35	1,675229	11,5894	30	30	1,732102	9,966777
40	40	2,233639	13,24503	40	40	2,309469	13,28904
50	50	2,792048	16,55629	50	50	2,886836	16,6113
60	55	3,350458	18,21192	60	55	3,464203	18,27243
70	65	3,908868	21,52318	70	65	4,04157	21,59468
80	75	4,467277	24,83444	80	75	4,618938	24,91694
90	85	5,025687	28,1457	90	90	5,196305	29,90033
100	90	5,584096	29,80132	100	105	5,773672	34,88372
110	100	6,142506	33,11258	110	110	6,351039	36,54485
120	110	6,700916	36,42384	120	125	6,928406	41,52824
130	120	7,259325	39,7351	130	130	7,505774	43,18937
140	130	7,817735	43,04636	140	145	8,083141	48,17276
150	140	8,376145	46,35762	150	160	8,660508	53,15615
160	145	8,934554	48,01325	160	170	9,237875	56,47841
170	160	9,492964	52,98013	170	190	9,815242	63,12292
180	170	10,05137	56,29139	180	210	10,39261	69,76744
190	185	10,60978	61,25828	190	220	10,96998	73,0897
200	195	11,16819	64,56954	200	235	11,54734	78,07309
210	205	11,7266	67,88079	210	255	12,12471	84,71761
220	220	12,28501	72,84768	220	270	12,70208	89,701
230	230	12,84342	76,15894	230	275	13,27945	91,36213
240	240	13,40183	79,4702	240	250	13,85681	83,05648
250	250	13,96024	82,78146	250	260	14,43418	86,37874
260	265	14,51865	87,74834	260	280	15,01155	93,02326
270	285	15,07706	94,37086	270	220	15,58891	73,0897
280	300	15,63547	99,33775	280	340	16,16628	112,9568
290	315	16,19388	104,3046	290	370	16,74365	122,9236
300	330	16,75229	109,2715	300	390	17,32102	129,5681
310	350	17,3107	115,894	310	450	17,89838	149,5017
320	360	17,86911	119,2053				
330	390	18,42752	129,1391				
340	415	18,98593	137,4172				
350	435	19,54434	144,0397				
360	460	20,10275	152,3179				
370	490	20,66116	162,2517				
380	520	21,21957	172,1854				
390	540	21,77798	178,8079				

**Data Pengujian Regangan Perb. Camp. 1:2:3
Agregat Kasar Bt. Kuning diameter 10 (5)**

Beban (KN)	ΔL (10^3) mm	$\sigma=P/\Delta 0$	$\varepsilon=\Delta L/L_0$
10	0	0,569671	0
20	5	1,139341	1,666667
30	15	1,709012	5
40	20	2,278683	6,666667
50	30	2,848354	10
60	40	3,418024	13,33333
70	50	3,987695	16,66667
80	60	4,557366	20
90	70	5,127037	23,33333
100	80	5,696707	26,66667
110	90	6,266378	30
120	100	6,836049	33,33333
130	110	7,405719	36,66667
140	120	7,97539	40
150	130	8,545061	43,33333
160	145	9,114732	48,33333
170	160	9,684402	53,33333
180	170	10,25407	56,66667
190	180	10,82374	60
200	195	11,39341	65
210	210	11,96309	70
220	220	12,53276	73,33333
230	240	13,10243	80
240	255	13,6721	85
250	270	14,24177	90
260	290	14,81144	96,66667
270	310	15,38111	103,3333
280	330	15,95078	110
290	350	16,52045	116,6667
300	380	17,09012	126,6667
310	405	17,65979	135
320	440	18,22946	146,6667
330	480	18,79913	160
340	530	19,3688	176,6667
350	550	19,93848	183,3333

**Data Pengujian Regangan Perb. Camp. 1:2:3
Agregat Kasar Bt. Kuning diameter 10 (6)**

Beban (KN)	ΔL (10^3) mm	$\sigma=P/\Delta 0$	$\varepsilon=\Delta L/L_0$
10	10	0,571951	3,311258
20	15	1,143903	4,966887
30	25	1,715854	8,278146
40	40	2,287806	13,24503
50	50	2,859757	16,55629
60	55	3,431709	18,21192
70	60	4,00366	19,86755
80	70	4,575612	23,17881
90	80	5,147563	26,49007
100	90	5,719515	29,80132
110	100	6,291466	33,11258
120	115	6,863418	38,07947
130	125	7,435369	41,39073
140	130	8,007321	43,04636
150	140	8,579272	46,35762
160	150	9,151224	49,66887
170	160	9,723175	52,98013
180	170	10,29513	56,29139
190	180	10,86708	59,60265
200	190	11,43903	62,91391
210	205	12,01098	67,88079
220	215	12,58293	71,19205
230	225	13,15488	74,50331
240	240	13,72684	79,4702
250	250	14,29879	82,78146
260	270	14,87074	89,40397
270	275	15,44269	91,0596
280	290	16,01464	96,02649
290	310	16,58659	102,649
300	320	17,15854	105,9603
310	335	17,7305	110,9272
320	350	18,30245	115,894
330	365	18,8744	120,8609
340	380	19,44635	125,8278
350	410	20,0183	135,7616
360	430	20,59025	142,3841
370	460	21,16221	152,3179
380	510	21,73416	168,8742
390	540	22,30611	178,8079

**Data Pengujian Regangan Perb. Camp. 1:2:3
Agregat Kasar Bt. Kuning diameter 10 (7)**

Beban (KN)	ΔL (10^3) mm	$\sigma=P/\Delta 0$	$\varepsilon=\Delta L/L_0$
10	20	0,573493	6,756757
20	30	1,146986	10,13514
30	35	1,720479	11,82432
40	45	2,293973	15,2027
50	55	2,867466	18,58108
60	60	3,440959	20,27027
70	70	4,014452	23,64865
80	80	4,587945	27,02703
90	90	5,161438	30,40541
100	100	5,734931	33,78378
110	110	6,308425	37,16216
120	120	6,881918	40,54054
130	130	7,455411	43,91892
140	140	8,028904	47,2973
150	150	8,602397	50,67568
160	160	9,17589	54,05405
170	170	9,749383	57,43243
180	180	10,32288	60,81081
190	190	10,89637	64,18919
200	210	11,46986	70,94595
210	225	12,04336	76,01351
220	240	12,61685	81,08108
230	255	13,19034	86,14865
240	310	13,76384	104,7297
250	375	14,33733	126,6892

Data Pengujian Regangan Perb. Camp. 1:2:3 Agregat Kasar Bt. Split diameter 10 (1) **Data Pengujian Regangan Perb. Camp. 1:2:3 Agregat Kasar Bt. Split diameter 10 (2)**

Beban (KN)	ΔL (10^3) mm	$\sigma=P/\Delta 0$	$\epsilon=\Delta L/L_0$	Beban (KN)	ΔL (10^3) mm	$\sigma=P/\Delta 0$	$\epsilon=\Delta L/L_0$
10	5	0,555463	1,724138	10	10	0,562873	3,32779
20	15	1,110926	5,172414	20	20	1,125746	6,65557
30	20	1,666389	6,896552	30	30	1,688619	9,98336
40	22	2,221852	7,586207	40	35	2,251492	11,64725
50	30	2,777315	10,34483	50	40	2,814365	13,31115
60	35	3,332778	12,06897	60	45	3,377237	14,97504
70	40	3,888241	13,7931	70	52	3,94011	17,30449
80	45	4,443704	15,51724	80	60	4,502983	19,96672
90	50	4,999167	17,24138	90	65	5,065856	21,63062
100	56	5,55463	19,31034	100	70	5,628729	23,29451
110	65	6,110093	22,41379	110	80	6,191602	26,62230
120	73	6,665556	25,17241	120	87	6,754475	28,95175
130	80	7,221019	27,58621	130	95	7,317348	31,61398
140	88	7,776482	30,34483	140	100	7,880221	33,27787
150	95	8,331945	32,75862	150	110	8,443094	36,60566
160	100	8,887408	34,48276	160	115	9,005966	38,26955
170	110	9,442871	37,93103	170	125	9,568839	41,59734
180	115	9,998334	39,65517	180	135	10,13171	44,92512
190	125	10,5538	43,10345	190	140	10,69459	46,58902
200	130	11,10926	44,82759	200	150	11,25746	49,91681
210	140	11,66472	48,27586	210	155	11,82033	51,58070
220	150	12,22019	51,72414	220	165	12,3832	54,90849
230	160	12,77565	55,17241	230	175	12,94608	58,23627
240	170	13,33111	58,62069	240	185	13,50895	61,56406
250	175	13,88657	60,34483	250	190	14,07182	63,22795
260	180	14,44204	62,06897	260	200	14,6347	66,55574
270	195	14,9975	67,24138	270	210	15,19757	69,88353
280	210	15,55296	72,41379	280	222	15,76044	73,87687
290	200	16,10843	68,96552	290	231	16,32331	76,87188
300	205	16,66389	70,68966	300	240	16,88619	79,86689
310	215	17,21935	74,13793	310	252	17,44906	83,86023
320	225	17,77482	77,58621	320	262	18,01193	87,18802
330	235	18,33028	81,03448	330	275	18,57481	91,51414
340	245	18,88574	84,48276	340	290	19,13768	96,50582
350	260	19,4412	89,65517	350	300	19,70055	99,83361
360	270	19,99667	93,10345	360	315	20,26342	104,82529
370	290	20,55213	100	370	330	20,8263	109,81697
380	305	21,10759	105,1724	380	345	21,38917	114,80865
390	315	21,66306	108,6207	390	360	21,95204	119,80033
400	330	22,21852	113,7931	400	375	22,51492	124,79201
410	340	22,77398	117,2414	410	400	23,07779	133,11148
420	360	23,32945	124,1379	420	420	23,64066	139,76705
430	375	23,88491	129,3103	430	435	24,20353	144,75874
440	390	24,44037	134,4828	440	415	24,76641	138,10316
450	410	24,99583	141,3793	450	430	25,32928	143,09484

LAMPIRAN 16

Beban (KN)	ΔL (10^3) mm	$\sigma=P/\Delta 0$	$\varepsilon=\Delta L/L_0$	Beban (KN)	ΔL (10^3) mm	$\sigma=P/\Delta 0$	$\varepsilon=\Delta L/L_0$
460	420	25,5513	144,8276	460	450	25,89215	149,75042
470	440	26,10676	151,7241	470	465	26,45503	154,74210
480	455	26,66222	156,8966	480	485	27,0179	161,39767
490	460	27,21769	158,6207	490	510	27,58077	169,71714
500	480	27,77315	165,5172	500	540	28,14365	179,70050
510	505	28,32861	174,1379	510	570	28,70652	189,68386
520	535	28,88407	184,4828	520	620	29,26939	206,32280
530	565	29,43954	194,8276	530	660	29,83226	219,63394
540	600	29,995	206,8966	540	675	30,39514	224,62562
550	690	30,55046	237,931	550	695	30,95801	231,28120

**Data Pengujian Regangan Perb. Camp. 1:2:3
Agregat Kasar Bt. Split diameter 10 (3)**

Beban (KN)	ΔL (10^3) mm	$\sigma=P/\Delta 0$	$\epsilon=\Delta L/L_0$
10	10	0,58207	3,30907
20	17	1,16414	5,62541
30	22	1,74622	7,27995
40	29	2,32829	9,59629
50	35	2,91036	11,58173
60	45	3,49243	14,89080
70	50	4,07451	16,54533
80	55	4,65658	18,19987
90	61	5,23865	20,18531
100	69	5,82072	22,83256
110	75	6,40279	24,81800
120	81	6,98487	26,80344
130	90	7,56694	29,78160
140	99	8,14901	32,75976
150	105	8,73108	34,74520
160	115	9,31315	38,05427
170	125	9,89523	41,36334
180	130	10,47730	43,01787
190	135	11,05937	44,67240
200	145	11,64144	47,98147
210	150	12,22352	49,63600
220	160	12,80559	52,94507
230	170	13,38766	56,25414
240	180	13,96973	59,56320
250	185	14,55180	61,21774
260	195	15,13388	64,52680
270	205	15,71595	67,83587
280	215	16,29802	71,14494
290	230	16,88009	76,10854
300	240	17,46217	79,41760
310	250	18,04424	82,72667
320	260	18,62631	86,03574
330	275	19,20838	90,99934
340	290	19,79045	95,96294
350	305	20,37253	100,92654
360	320	20,95460	105,89014
370	335	21,53667	110,85374
380	355	22,11874	117,47187
390	375	22,70081	124,09001
400	390	23,28289	129,05361
410	415	23,86496	137,32627
420	440	24,44703	145,59894
430	460	25,02910	152,21707
440	480	25,61118	158,83521

450	500	26,19325	165,45334
460	520	26,77532	172,07148
470	545	27,35739	180,34414
480	590	27,93946	195,23494
490	650	28,52154	215,08934

**Data Pengujian Regangan Perb. Camp. 1:2:3
Agregat Kasar Bt. Kuning diameter 20 (1)**

Beban (KN)	ΔL (10^3) mm	$\sigma=P/\Delta 0$	$\varepsilon=\Delta L/L_0$
10	10	0,56815	3,267974
20	20	1,136299	6,535948
30	28	1,704449	9,150327
40	35	2,272598	11,43791
50	45	2,840748	14,70588
60	51	3,408897	16,66667
70	60	3,977047	19,60784
80	70	4,545196	22,87582
90	80	5,113346	26,14379
100	85	5,681495	27,77778
110	95	6,249645	31,04575
120	105	6,817794	34,31373
130	115	7,385944	37,5817
140	125	7,954094	40,84967
150	130	8,522243	42,48366
160	140	9,090393	45,75163
170	150	9,658542	49,01961
180	160	10,22669	52,28758
190	175	10,79484	57,18954
200	180	11,36299	58,82353
210	190	11,93114	62,0915
220	200	12,49929	65,35948
230	210	13,06744	68,62745
240	220	13,63559	71,89542
250	235	14,20374	76,79739
260	250	14,77189	81,69935
270	265	15,34004	86,60131
280	280	15,90819	91,50327
290	290	16,47634	94,77124
300	305	17,04449	99,6732
310	310	17,61264	101,3072
320	320	18,18079	104,5752
330	335	18,74893	109,4771
340	350	19,31708	114,3791
350	370	19,88523	120,915
360	390	20,45338	127,451
370	415	21,02153	135,6209
380	445	21,58968	145,4248
390	470	22,15783	153,5948
400	490	22,72598	160,1307
410	520	23,29413	169,9346
420	565	23,86228	184,6405
430	640	24,43043	209,1503

**Data Pengujian Regangan Perb. Camp. 1:2:3
Agregat Kasar Bt. Kuning diameter 20 (2)**

Beban (KN)	ΔL (10^3) mm	$\sigma=P/\Delta 0$	$\varepsilon=\Delta L/L_0$
10	20	0,570451	6,61157
20	25	1,140901	8,264463
30	30	1,711352	9,917355
40	36	2,281803	11,90083
50	45	2,852253	14,87603
60	50	3,422704	16,52893
70	60	3,993155	19,83471
80	70	4,563605	23,1405
90	80	5,134056	26,44628
100	85	5,704507	28,09917
110	95	6,274957	31,40496
120	102	6,845408	33,71901
130	110	7,415859	36,36364
140	120	7,986309	39,66942
150	125	8,55676	41,32231
160	135	9,12721	44,6281
170	140	9,697661	46,28099
180	150	10,26811	49,58678
190	160	10,83856	52,89256
200	170	11,40901	56,19835
210	175	11,97946	57,85124
220	185	12,54991	61,15702
230	190	13,12037	62,80992
240	200	13,69082	66,1157
250	215	14,26127	71,07438
260	222	14,83172	73,38843
270	235	15,40217	77,68595
280	242	15,97262	80
290	250	16,54307	82,64463
300	265	17,11352	87,60331
310	275	17,68397	90,90909
320	290	18,25442	95,86777
330	295	18,82487	97,52066
340	310	19,39532	102,4793
350	320	19,96577	105,7851
360	340	20,53622	112,3967
370	360	21,10667	119,0083
380	380	21,67712	125,6198
390	400	22,24758	132,2314
400	420	22,81803	138,843
410	445	23,38848	147,1074
420	470	23,95893	155,3719
430	640	24,52938	211,5702

**Data Pengujian Regangan Perb. Camp. 1:2:3
Agregat Kasar Bt. Kuning diameter 20 (3)**

**Data Pengujian Regangan Perb. Camp. 1:2:3
Agregat Kasar Bt. Kuning diameter 20 (4)**

Beban (KN)	ΔL (10^3) mm	$\sigma=P/\Delta 0$	$\epsilon=\Delta L/L_0$	Beban (KN)	ΔL (10^3) mm	$\sigma=P/\Delta 0$	$\epsilon=\Delta L/L_0$
10	15	0,556204	4,966887	10	15	0,565867	5,1724138
20	20	1,112409	6,622517	20	21	1,131734	7,2413793
30	26	1,668613	8,609272	30	30	1,697601	10,344828
40	35	2,224818	11,5894	40	36	2,263468	12,413793
50	42	2,781022	13,90728	50	45	2,829335	15,517241
60	49	3,337227	16,22517	60	55	3,395201	18,965517
70	57	3,893431	18,87417	70	61	3,961068	21,034483
80	65	4,449636	21,52318	80	70	4,526935	24,137931
90	75	5,00584	24,83444	90	78	5,092802	26,896552
100	80	5,562045	26,49007	100	88	5,658669	30,344828
110	90	6,118249	29,80132	110	95	6,224536	32,758621
120	96	6,674454	31,78808	120	105	6,790403	36,206897
130	105	7,230658	34,76821	130	114	7,35627	39,310345
140	110	7,786862	36,42384	140	125	7,922137	43,103448
150	120	8,343067	39,7351	150	130	8,488004	44,827586
160	130	8,899271	43,04636	160	140	9,053871	48,275862
170	140	9,455476	46,35762	170	150	9,619737	51,724138
180	150	10,01168	49,66887	180	160	10,1856	55,172414
190	160	10,56788	52,98013	190	170	10,75147	58,62069
200	170	11,12409	56,29139	200	180	11,31734	62,068966
210	180	11,68029	59,60265	210	190	11,88321	65,517241
220	190	12,2365	62,91391	220	200	12,44907	68,965517
230	200	12,7927	66,22517	230	210	13,01494	72,413793
240	215	13,34891	71,19205	240	220	13,58081	75,862069
250	225	13,90511	74,50331	250	230	14,14667	79,310345
260	235	14,46132	77,81457	260	245	14,71254	84,482759
270	250	15,01752	82,78146	270	260	15,27841	89,655172
280	265	15,57372	87,74834	280	272	15,84427	93,793103
290	275	16,12993	91,0596	290	285	16,41014	98,275862
300	290	16,68613	96,02649	300	297	16,97601	102,41379
310	310	17,24234	102,649	310	315	17,54187	108,62069
320	325	17,79854	107,6159	320	330	18,10774	113,7931
330	340	18,35475	112,5828	330	345	18,67361	118,96552
340	355	18,91095	117,5497	340	365	19,23947	125,86207
350	375	19,46716	124,1722	350	380	19,80534	131,03448
360	390	20,02336	129,1391	360	405	20,37121	139,65517
370	415	20,57957	137,4172	370	435	20,93708	150
380	430	21,13577	142,3841	380	460	21,50294	158,62069
390	465	21,69197	153,9735	390	490	22,06881	168,96552
400	490	22,24818	162,2517	400	525	22,63468	181,03448
410	520	22,80438	172,1854	410	610	23,20054	210,34483

**Data Pengujian Regangan Perb. Camp. 1:2:3
Agregat Kasar Bt. Kuning diameter 20 (5)**

Beban (KN)	ΔL (10^3) mm	$\sigma=P/\Delta 0$	$\epsilon=\Delta L/L_0$
10	15	0,569671	4,893964
20	26	1,139341	8,482871
30	35	1,709012	11,41925
40	40	2,278683	13,05057
50	45	2,848354	14,68189
60	54	3,418024	17,61827
70	60	3,987695	19,57586
80	66	4,557366	21,53344
90	75	5,127037	24,46982
100	84	5,696707	27,4062
110	90	6,266378	29,36378
120	100	6,836049	32,62643
130	110	7,405719	35,88907
140	120	7,97539	39,15171
150	130	8,545061	42,41436
160	138	9,114732	45,02447
170	145	9,684402	47,30832
180	154	10,25407	50,2447
190	164	10,82374	53,50734
200	172	11,39341	56,11746
210	185	11,96309	60,35889
220	195	12,53276	63,62153
230	209	13,10243	68,18923
240	220	13,6721	71,77814
250	230	14,24177	75,04078
260	241	14,81144	78,62969
270	251	15,38111	81,89233
280	262	15,95078	85,48124
290	275	16,52045	89,72268
300	290	17,09012	94,61664
310	305	17,65979	99,5106
320	320	18,22946	104,4046
330	335	18,79913	109,2985
340	355	19,3688	115,8238
350	375	19,93848	122,3491
360	395	20,50815	128,8744
370	415	21,07782	135,3997
380	435	21,64749	141,925
390	460	22,21716	150,0816
400	490	22,78683	159,8695
410	530	23,3565	172,9201
420	620	23,92617	202,2838

**Data Pengujian Regangan Perb. Camp. 1:2:3
Agregat Kasar Bt. Kuning diameter 20 (6)**

Beban (KN)	ΔL (10^3) mm	$\sigma=P/\Delta 0$	$\epsilon=\Delta L/L_0$
10	10	0,559159	3,284072
20	21	1,118318	6,896552
30	28	1,677477	9,195402
40	35	2,236636	11,49425
50	40	2,795795	13,13629
60	46	3,354954	15,10673
70	55	3,914113	18,0624
80	65	4,473272	21,34647
90	70	5,032431	22,98851
100	79	5,59159	25,94417
110	90	6,150749	29,55665
120	95	6,709908	31,19869
130	105	7,269067	34,48276
140	110	7,828226	36,12479
150	120	8,387385	39,40887
160	130	8,946544	42,69294
170	140	9,505703	45,97701
180	150	10,06486	49,26108
190	160	10,62402	52,54516
200	170	11,18318	55,82923
210	180	11,74234	59,1133
220	190	12,3015	62,39737
230	200	12,86066	65,68144
240	210	13,41982	68,96552
250	220	13,97898	72,24959
260	230	14,53813	75,53366
270	240	15,09729	78,81773
280	255	15,65645	83,74384
290	270	16,21561	88,66995
300	285	16,77477	93,59606
310	300	17,33393	98,52217
320	315	17,89309	103,4483
330	330	18,45225	108,3744
340	350	19,01141	114,9425
350	365	19,57057	119,8686
360	380	20,12972	124,7947
370	395	20,68888	129,7209
380	420	21,24804	137,931
390	455	21,8072	149,4253
400	495	22,36636	162,5616

**Data Pengujian Regangan Perb. Camp. 1:2:3
Agregat Kasar Bt. Kuning diameter 20 (7)**

Beban (KN)	ΔL (10^3) mm	$\sigma = P/\Delta 0$	$\varepsilon = \Delta L/L_0$
10	15	0,566636	4,909984
20	22	1,133273	7,201309
30	32	1,699909	10,47463
40	42	2,266546	13,74795
50	50	2,833182	16,36661
60	60	3,399819	19,63993
70	65	3,966455	21,2766
80	73	4,533092	23,89525
90	80	5,099728	26,18658
100	90	5,666364	29,4599
110	100	6,233001	32,73322
120	110	6,799637	36,00655
130	120	7,366274	39,27987
140	130	7,93291	42,55319
150	136	8,499547	44,51718
160	145	9,066183	47,46318
170	160	9,63282	52,37316
180	165	10,19946	54,00982
190	175	10,76609	57,28314
200	185	11,33273	60,55646
210	200	11,89937	65,46645
220	210	12,466	68,73977
230	220	13,03264	72,01309
240	230	13,59927	75,28642
250	245	14,16591	80,1964
260	255	14,73255	83,46972
270	270	15,29918	88,37971
280	285	15,86582	93,28969
290	300	16,43246	98,19967
300	315	16,99909	103,1097
310	330	17,56573	108,0196
320	345	18,13237	112,9296
330	375	18,699	122,7496
340	385	19,26564	126,0229
350	400	19,83228	130,9329
360	425	20,39891	139,1162
370	455	20,96555	148,9362
380	480	21,53218	157,1195
390	490	22,09882	160,3928
400	540	22,66546	176,7594
410	600	23,23209	196,3993

Data Pengujian Regangan Perb. Camp. 1:2:3 Agregat Kasar Bt. Split diameter 20 (1) **Data Pengujian Regangan Perb. Camp. 1:2:3 Agregat Kasar Bt. Split diameter 20 (2)**

Beban (KN)	ΔL (10^3) mm	$\sigma=P/\Delta 0$	$\varepsilon=\Delta L/L_0$	Beban (KN)	ΔL (10^3) mm	$\sigma=P/\Delta 0$	$\varepsilon=\Delta L/L_0$
10	10	0,55841	3,26264	10	10	0,56363	3,28947
20	15	1,11682	4,89396	20	15	1,12727	4,93421
30	20	1,67523	6,52529	30	20	1,69090	6,57895
40	30	2,23364	9,78793	40	26	2,25454	8,55263
50	35	2,79205	11,41925	50	34	2,81817	11,18421
60	40	3,35046	13,05057	60	37	3,38181	12,17105
70	45	3,90887	14,68189	70	42	3,94544	13,81579
80	51	4,46728	16,63948	80	45	4,50907	14,80263
90	60	5,02569	19,57586	90	55	5,07271	18,09211
100	65	5,58410	21,20718	100	59	5,63634	19,40789
110	70	6,14251	22,83850	110	62	6,19998	20,39474
120	80	6,70092	26,10114	120	70	6,76361	23,02632
130	86	7,25933	28,05873	130	77	7,32725	25,32895
140	95	7,81774	30,99511	140	82	7,89088	26,97368
150	100	8,37614	32,62643	150	89	8,45451	29,27632
160	110	8,93455	35,88907	160	93	9,01815	30,59211
170	115	9,49296	37,52039	170	100	9,58178	32,89474
180	125	10,05137	40,78303	180	106	10,14542	34,86842
190	130	10,60978	42,41436	190	115	10,70905	37,82895
200	136	11,16819	44,37194	200	120	11,27269	39,47368
210	145	11,72660	47,30832	210	125	11,83632	41,11842
220	155	12,28501	50,57096	220	135	12,39995	44,40789
230	162	12,84342	52,85481	230	140	12,96359	46,05263
240	170	13,40183	55,46493	240	150	13,52722	49,34211
250	180	13,96024	58,72757	250	155	14,09086	50,98684
260	185	14,51865	60,35889	260	165	14,65449	54,27632
270	195	15,07706	63,62153	270	175	15,21813	57,56579
280	204	15,63547	66,55791	280	185	15,78176	60,85526
290	210	16,19388	68,51550	290	190	16,34540	62,50000
300	220	16,75229	71,77814	300	195	16,90903	64,14474
310	230	17,31070	75,04078	310	205	17,47266	67,43421
320	240	17,86911	78,30343	320	220	18,03630	72,36842
330	255	18,42752	83,19739	330	230	18,59993	75,65789
340	261	18,98593	85,15498	340	235	19,16357	77,30263
350	270	19,54434	88,09135	350	245	19,72720	80,59211
360	280	20,10275	91,35400	360	252	20,29084	82,89474
370	290	20,66116	94,61664	370	262	20,85447	86,18421
380	300	21,21957	97,87928	380	275	21,41810	90,46053
390	315	21,77798	102,77325	390	280	21,98174	92,10526
400	325	22,33639	106,03589	400	295	22,54537	97,03947
410	340	22,89480	110,92985	410	305	23,10901	100,32895
420	355	23,45321	115,82382	420	315	23,67264	103,61842
430	365	24,01161	119,08646	430	325	24,23628	106,90789
440	380	24,57002	123,98042	440	340	24,79991	111,84211

**Data Pengujian Regangan Perb. Camp. 1:2:3
Agregat Kasar Bt. Split diameter 20 (3)**

Beban (KN)	ΔL (10^3) mm	$\sigma=P/\Delta 0$	$\varepsilon=\Delta L/L_0$
10	10	0,562114	3,310162
20	12	1,124227	3,972195
30	16	1,686341	5,29626
40	25	2,248454	8,275405
50	30	2,810568	9,930487
60	35	3,372681	11,58557
70	40	3,934795	13,24065
80	46	4,496908	15,22675
90	55	5,059022	18,20589
100	60	5,621135	19,86097
110	65	6,183249	21,51605
120	70	6,745363	23,17114
130	79	7,307476	26,15028
140	85	7,86959	28,13638
150	90	8,431703	29,79146
160	99	8,993817	32,77061
170	105	9,55593	34,7567
180	115	10,11804	38,06687
190	120	10,68016	39,72195
200	130	11,24227	43,03211
210	135	11,80438	44,68719
220	140	12,3665	46,34227
230	145	12,92861	47,99735
240	155	13,49073	51,30751
250	160	14,05284	52,9626
260	170	14,61495	56,27276
270	180	15,17707	59,58292
280	190	15,73918	62,89308
290	200	16,30129	66,20324
300	210	16,86341	69,51341
310	215	17,42552	71,16849
320	225	17,98763	74,47865
330	235	18,54975	77,78881
340	245	19,11186	81,09897
350	255	19,67397	84,40914
360	265	20,23609	87,7193
370	275	20,7982	91,02946
380	290	21,36031	95,9947
390	300	21,92243	99,30487
400	315	22,48454	104,2701
410	325	23,04666	107,5803
420	340	23,60877	112,5455
430	350	24,17088	115,8557
440	365	24,733	120,8209
450	380	25,29511	125,7862

Data Pengujian Regangan Perb. Camp. 1:1,5:2,5 Agregat Kasar Bt. Kuning diameter 10 (1) **Data Pengujian Regangan Perb. Camp. 1:1,5:2,5 Agregat Kasar Bt. Kuning diameter 10 (2)**

Beban (KN)	ΔL (10^3) mm	$\sigma=P/\Delta 0$	$\varepsilon=\Delta L/L_0$	Beban (KN)	ΔL (10^3) mm	$\sigma=P/\Delta 0$	$\varepsilon=\Delta L/L_0$
10	10	0,568925	3,289474	10	15	0,566636	4,952129
20	15	1,137851	4,934211	20	20	1,133273	6,602839
30	25	1,706776	8,223684	30	30	1,699909	9,904259
40	35	2,275701	11,51316	40	40	2,266546	13,20568
50	40	2,844627	13,15789	50	50	2,833182	16,5071
60	45	3,413552	14,80263	60	60	3,399819	19,80852
70	50	3,982477	16,44737	70	65	3,966455	21,45923
80	60	4,551402	19,73684	80	75	4,533092	24,76065
90	65	5,120328	21,38158	90	85	5,099728	28,06207
100	75	5,689253	24,67105	100	95	5,666364	31,36349
110	85	6,258178	27,96053	110	100	6,233001	33,0142
120	90	6,827104	29,60526	120	110	6,799637	36,31562
130	95	7,396029	31,25	130	120	7,366274	39,61704
140	105	7,964954	34,53947	140	130	7,93291	42,91845
150	110	8,53388	36,18421	150	140	8,499547	46,21987
160	120	9,102805	39,47368	160	150	9,066183	49,52129
170	125	9,67173	41,11842	170	151	9,63282	49,85144
180	135	10,24066	44,40789	180	160	10,19946	52,82271
190	150	10,80958	49,34211	190	165	10,76609	54,47342
200	155	11,37851	50,98684	200	175	11,33273	57,77484
210	160	11,94743	52,63158	210	185	11,89937	61,07626
220	170	12,51636	55,92105	220	195	12,466	64,37768
230	180	13,08528	59,21053	230	205	13,03264	67,6791
240	190	13,65421	62,5	240	215	13,59927	70,98052
250	200	14,22313	65,78947	250	225	14,16591	74,28194
260	210	14,79206	69,07895	260	240	14,73255	79,23407
270	220	15,36098	72,36842	270	250	15,29918	82,53549
280	230	15,92991	75,65789	280	260	15,86582	85,83691
290	240	16,49883	78,94737	290	270	16,43246	89,13833
300	250	17,06776	82,23684	300	280	16,99909	92,43975
310	265	17,63668	87,17105	310	295	17,56573	97,39188
320	280	18,20561	92,10526	320	315	18,13237	103,9947
330	290	18,77453	95,39474	330	325	18,699	107,2961
340	300	19,34346	98,68421	340	340	19,26564	112,2483
350	310	19,91239	101,9737	350	350	19,83228	115,5497
360	320	20,48131	105,2632	360	365	20,39891	120,5018
370	330	21,05024	108,5526	370	375	20,96555	123,8032
380	350	21,61916	115,1316	380	390	21,53218	128,7554
390	365	22,18809	120,0658	390	405	22,09882	133,7075
400	380	22,75701	125	400	425	22,66546	140,3103
410	390	23,32594	128,2895	410	415	23,23209	137,0089
420	410	23,89486	134,8684	420	425	23,79873	140,3103
430	430	24,46379	141,4474	430	440	24,36537	145,2625
440	450	25,03271	148,0263	440	465	24,932	153,516
450	470	25,60164	154,6053	450	480	25,49864	158,4681

Data Pengujian Regangan Perb. Camp. 1:1,5:2,5 Agregat Kasar Bt. Kuning diameter 10 (3) **Data Pengujian Regangan Perb. Camp. 1:1,5:2,5 Agregat Kasar Bt. Kuning diameter 10 (4)**

Beban (KN)	ΔL (10^3) mm	$\sigma=P/\Delta 0$	$\epsilon=\Delta L/L_0$	Beban (KN)	ΔL (10^3) mm	$\sigma=P/\Delta 0$	$\epsilon=\Delta L/L_0$
10	15	0,577367	4,919646	10	15	0,510022	4,934211
20	25	1,154734	8,19941	20	25	1,020044	8,223684
30	34	1,732102	11,1512	30	31	1,530066	10,19737
40	44	2,309469	14,43096	40	40	2,040088	13,15789
50	50	2,886836	16,39882	50	47	2,55011	15,46053
60	55	3,464203	18,0387	60	55	3,060132	18,09211
70	65	4,04157	21,31847	70	60	3,570154	19,73684
80	74	4,618938	24,27025	80	70	4,080175	23,02632
90	80	5,196305	26,23811	90	80	4,590197	26,31579
100	90	5,773672	29,51787	100	86	5,100219	28,28947
110	95	6,351039	31,15776	110	94	5,610241	30,92105
120	105	6,928406	34,43752	120	104	6,120263	34,21053
130	115	7,505774	37,71728	130	110	6,630285	36,18421
140	130	8,083141	42,63693	140	120	7,140307	39,47368
150	140	8,660508	45,91669	150	130	7,650329	42,76316
160	145	9,237875	47,55658	160	135	8,160351	44,40789
170	150	9,815242	49,19646	170	145	8,670373	47,69737
180	165	10,39261	54,1161	180	152	9,180395	50
190	175	10,96998	57,39587	190	160	9,690417	52,63158
200	185	11,54734	60,67563	200	170	10,20044	55,92105
210	194	12,12471	63,62742	210	179	10,71046	58,88158
220	205	12,70208	67,23516	220	190	11,22048	62,5
230	220	13,27945	72,1548	230	200	11,7305	65,78947
240	235	13,85681	77,07445	240	210	12,24053	69,07895
250	240	14,43418	78,71433	250	220	12,75055	72,36842
260	245	15,01155	80,35421	260	230	13,26057	75,65789
270	256	15,58891	83,96195	270	240	13,77059	78,94737
280	270	16,16628	88,55362	280	249	14,28061	81,90789
290	280	16,74365	91,83339	290	256	14,79064	84,21053
300	290	17,32102	95,11315	300	270	15,30066	88,81579
310	305	17,89838	100,0328	310	280	15,81068	92,10526
320	320	18,47575	104,9524	320	290	16,3207	95,39474
330	335	19,05312	109,8721	330	300	16,83072	98,68421
340	345	19,63048	113,1519	340	310	17,34075	101,9737
350	360	20,20785	118,0715	350	324	17,85077	106,5789
360	375	20,78522	122,9911	360	335	18,36079	110,1974
370	390	21,36259	127,9108	370	350	18,87081	115,1316
380	405	21,93995	132,8304	380	364	19,38083	119,7368
390	420	22,51732	137,7501	390	380	19,89086	125
400	435	23,09469	142,6697	400	395	20,40088	129,9342
410	450	23,67206	147,5894	410	405	20,9109	133,2237
420	470	24,24942	154,1489	420	420	21,42092	138,1579
430	495	24,82679	162,3483	430	430	21,93094	141,4474
440	515	25,40416	168,9078	440	444	22,44096	146,0526
450	530	25,98152	173,8275	450	450	22,95099	148,0263

Beban (KN)	ΔL (10^3) mm	$\sigma=P/\Delta 0$	$\varepsilon=\Delta L/L_0$	Beban (KN)	ΔL (10^3) mm	$\sigma=P/\Delta 0$	$\varepsilon=\Delta L/L_0$
460	545	26,55889	178,7471	460	470	23,46101	154,6053
470	570	27,13626	186,9465	470	485	23,97103	159,5395
480	595	27,71363	195,1459	480	500	24,48105	164,4737
490	625	28,29099	204,9852	490	515	24,99107	169,4079
500	670	28,86836	219,7442	500	530	25,5011	174,3421
				510	550	26,01112	180,9211
				520	560	26,52114	184,2105
				530	590	27,03116	194,0789
				540	610	27,54118	200,6579
				550	635	28,05121	208,8816
				560	665	28,56123	218,75
				570	630	29,07125	207,2368

**Data Pengujian Regangan Perb. Camp. 1:1,5:2,5
Agregat Kasar Bt. Kuning diameter 10 (5)**

Beban (KN)	ΔL (10^3) mm	$\sigma=P/\Delta 0$	$\varepsilon=\Delta L/L_0$
10	10	0,56815	3,257329
20	19	1,136299	6,188925
30	22	1,704449	7,166124
40	30	2,272598	9,771987
50	35	2,840748	11,40065
60	40	3,408897	13,02932
70	46	3,977047	14,98371
80	56	4,545196	18,24104
90	64	5,113346	20,84691
100	69	5,681495	22,47557
110	75	6,249645	24,42997
120	84	6,817794	27,36156
130	95	7,385944	30,94463
140	72	7,954094	23,45277
150	106	8,522243	34,52769
160	113	9,090393	36,80782
170	122	9,658542	39,73941
180	134	10,22669	43,64821
190	141	10,79484	45,92834
200	150	11,36299	48,85993
210	155	11,93114	50,4886
220	165	12,49929	53,74593
230	172	13,06744	56,02606
240	185	13,63559	60,26059
250	192	14,20374	62,54072
260	205	14,77189	66,77524
270	215	15,34004	70,03257
280	225	15,90819	73,2899
290	232	16,47634	75,57003
300	240	17,04449	78,1759
310	252	17,61264	82,08469
320	270	18,18079	87,94788
330	280	18,74893	91,20521
340	290	19,31708	94,46254
350	295	19,88523	96,09121
360	310	20,45338	100,9772
370	322	21,02153	104,886
380	335	21,58968	109,1205
390	350	22,15783	114,0065
400	365	22,72598	118,8925
410	380	23,29413	123,7785
420	395	23,86228	128,6645
430	425	24,43043	138,4365
440	450	24,99858	146,5798
450	465	25,56673	151,4658

**Data Pengujian Regangan Perb. Camp. 1:1,5:2,5
Agregat Kasar Bt. Kuning diameter 10 (6)**

Beban (KN)	ΔL (10^3) mm	$\sigma=P/\Delta 0$	$\varepsilon=\Delta L/L_0$
10	15	0,567408	4,932588
20	25	1,134816	8,22098
30	30	1,702224	9,865176
40	36	2,269632	11,83821
50	42	2,83704	13,81125
60	50	3,404448	16,44196
70	56	3,971857	18,415
80	65	4,539265	21,37455
90	75	5,106673	24,66294
100	80	5,674081	26,30714
110	86	6,241489	28,28017
120	95	6,808897	31,23972
130	102	7,376305	33,5416
140	108	7,943713	35,51463
150	115	8,511121	37,81651
160	122	9,078529	40,11838
170	130	9,645937	42,7491
180	140	10,21335	46,03749
190	146	10,78075	48,01052
200	155	11,34816	50,97008
210	162	11,91557	53,27195
220	169	12,48298	55,57382
230	171	13,05039	56,2315
240	180	13,61779	59,19106
250	190	14,1852	62,47945
260	200	14,75261	65,76784
270	209	15,32002	68,72739
280	219	15,88743	72,01578
290	226	16,45483	74,31766
300	235	17,02224	77,27721
310	242	17,58965	79,57909
320	250	18,15706	82,2098
330	260	18,72447	85,49819
340	270	19,29187	88,78658
350	280	19,85928	92,07498
360	295	20,42669	97,00756
370	310	20,9941	101,9402
380	325	21,56151	106,8727
390	340	22,12892	111,8053
400	360	22,69632	118,3821
410	370	23,26373	121,6705
420	385	23,83114	126,6031
430	400	24,39855	131,5357
440	410	24,96596	134,8241
450	425	25,53336	139,7567

Beban (KN)	ΔL (10^3) mm	$\sigma=P/\Delta 0$	$\varepsilon=\Delta L/L_0$	Beban (KN)	ΔL (10^3) mm	$\sigma=P/\Delta 0$	$\varepsilon=\Delta L/L_0$
460	485	26,13488	157,9805	460	435	26,10077	143,0451
470	520	26,70303	169,3811	470	450	26,66818	147,9776
480	550	27,27118	179,1531	480	470	27,23559	154,5544
490	580	27,83933	188,9251	490	495	27,803	162,7754
				500	525	28,3704	172,6406
				510	560	28,93781	184,15

**Data Pengujian Regangan Perb. Camp. 1:1,5:2,5
Agregat Kasar Bt. Kuning diameter 10 (7)**

Beban (KN)	ΔL (10^3) mm	$\sigma=P/\Delta 0$	$\varepsilon=\Delta L/L_0$
10	10	0,553281	3,237294
20	16	1,106562	5,17967
30	26	1,659843	8,416963
40	29	2,213124	9,388152
50	40	2,766405	12,94917
60	45	3,319686	14,56782
70	52	3,872967	16,83393
80	61	4,426248	19,74749
90	71	4,979529	22,98478
100	80	5,53281	25,89835
110	85	6,086091	27,517
120	92	6,639371	29,7831
130	100	7,192652	32,37294
140	110	7,745933	35,61023
150	116	8,299214	37,55261
160	125	8,852495	40,46617
170	135	9,405776	43,70346
180	145	9,959057	46,94076
190	154	10,51234	49,85432
200	160	11,06562	51,7967
210	170	11,6189	55,03399
220	176	12,17218	56,97637
230	185	12,72546	59,88993
240	195	13,27874	63,12723
250	201	13,83202	65,0696
260	212	14,3853	68,63062
270	225	14,93859	72,83911
280	240	15,49187	77,69505
290	249	16,04515	80,60861
300	255	16,59843	82,55099
310	266	17,15171	86,11201
320	277	17,70499	89,67303
330	295	18,25827	95,50016
340	305	18,81155	98,73746
350	310	19,36483	100,3561
360	320	19,91811	103,5934
370	325	20,4714	105,212
380	335	21,02468	108,4493
390	346	21,57796	112,0104
400	355	22,13124	114,9239
410	360	22,68452	116,5426
420	380	23,2378	123,0172
430	390	23,79108	126,2545
440	405	24,34436	131,1104
450	425	24,89764	137,585

Beban (KN)	ΔL (10^3) mm	$\sigma = P/\Delta 0$	$\epsilon = \Delta L/L_0$
460	440	25,45092	142,4409
470	450	26,0042	145,6782
480	465	26,55749	150,5342
490	485	27,11077	157,0087
500	505	27,66405	163,4833
510	530	28,21733	171,5766
520	560	28,77061	181,2884
530	590	29,32389	191,0003
540	650	29,87717	210,4241

Data Pengujian Regangan Perb. Camp. 1:1,5:2,5 Agregat Kasar Bt. Split diameter 10 (1) **Data Pengujian Regangan Perb. Camp. 1:1,5:2,5 Agregat Kasar Bt. Split diameter 10 (2)**

Beban (KN)	ΔL (10^3) mm	$\sigma=P/\Delta 0$	$\varepsilon=\Delta L/L_0$	Beban (KN)	ΔL (10^3) mm	$\sigma=P/\Delta 0$	$\varepsilon=\Delta L/L_0$
10	15	0,573493	4,966887	10	10	0,55991	3,344482
20	20	1,146986	6,622517	20	15	1,119821	5,016722
30	25	1,720479	8,278146	30	25	1,679731	8,361204
40	33	2,293973	10,92715	40	30	2,239642	10,03344
50	40	2,867466	13,24503	50	36	2,799552	12,04013
60	45	3,440959	14,90066	60	41	3,359462	13,71237
70	50	4,014452	16,55629	70	46	3,919373	15,38462
80	56	4,587945	18,54305	80	55	4,479283	18,39465
90	65	5,161438	21,52318	90	60	5,039194	20,06689
100	75	5,734931	24,83444	100	66	5,599104	22,07358
110	81	6,308425	26,82119	110	75	6,159015	25,08361
120	90	6,881918	29,80132	120	81	6,718925	27,0903
130	95	7,455411	31,45695	130	89	7,278835	29,76589
140	102	8,028904	33,77483	140	92	7,838746	30,76923
150	109	8,602397	36,09272	150	100	8,398656	33,44482
160	115	9,17589	38,07947	160	110	8,958567	36,7893
170	122	9,749383	40,39735	170	115	9,518477	38,46154
180	133	10,32288	44,03974	180	125	10,07839	41,80602
190	144	10,89637	47,68212	190	129	10,6383	43,14381
200	150	11,46986	49,66887	200	139	11,19821	46,48829
210	156	12,04336	51,65563	210	145	11,75812	48,49498
220	165	12,61685	54,63576	220	155	12,31803	51,83946
230	175	13,19034	57,94702	230	162	12,87794	54,1806
240	182	13,76384	60,2649	240	170	13,43785	56,85619
250	190	14,33733	62,91391	250	179	13,99776	59,86622
260	205	14,91082	67,88079	260	189	14,55767	63,2107
270	210	15,48431	69,53642	270	199	15,11758	66,55518
280	220	16,05781	72,84768	280	210	15,67749	70,23411
290	225	16,6313	74,50331	290	219	16,2374	73,24415
300	235	17,20479	77,81457	300	226	16,79731	75,58528
310	245	17,77829	81,12583	310	236	17,35722	78,92977
320	256	18,35178	84,76821	320	247	17,91713	82,6087
330	270	18,92527	89,40397	330	257	18,47704	85,95318
340	280	19,49877	92,71523	340	267	19,03695	89,29766
350	289	20,07226	95,69536	350	280	19,59686	93,64548
360	295	20,64575	97,68212	360	290	20,15677	96,98997
370	310	21,21925	102,649	370	302	20,71669	101,0033
380	320	21,79274	105,9603	380	315	21,2766	105,3512
390	335	22,36623	110,9272	390	335	21,83651	112,0401
400	345	22,93973	114,2384	400	355	22,39642	118,7291
410	354	23,51322	117,2185	410	365	22,95633	122,0736
420	364	24,08671	120,5298	420	380	23,51624	127,0903
430	374	24,66021	123,8411	430	395	24,07615	132,107
440	389	25,2337	128,8079	440	410	24,63606	137,1237
450	405	25,80719	134,106	450	420	25,19597	140,4682

LAMPIRAN 36

Beban (KN)	ΔL (10^3) mm	$\sigma=P/\Delta 0$	$\epsilon=\Delta L/L_0$	Beban (KN)	ΔL (10^3) mm	$\sigma=P/\Delta 0$	$\epsilon=\Delta L/L_0$
460	410	26,38068	135,7616	460	435	25,75588	145,4849
470	420	26,95418	139,0728	470	455	26,31579	152,1739
480	445	27,52767	147,351	480	470	26,8757	157,1906
490	455	28,10116	150,6623	490	490	27,43561	163,8796
500	470	28,67466	155,6291	500	510	27,99552	170,5686
510	490	29,24815	162,2517	510	540	28,55543	180,602
520	505	29,82164	167,2185	520	570	29,11534	190,6355
530	520	30,39514	172,1854	530	600	29,67525	200,6689
540	535	30,96863	177,1523	540	635	30,23516	212,3746
550	550	31,54212	182,1192	550	665	30,79507	222,408
560	570	32,11562	188,7417	560	730	31,35498	244,1472
570	595	32,68911	197,0199				
580	625	33,2626	206,9536				
590	660	33,8361	218,543				

**Data Pengujian Regangan Perb. Camp. 1:1,5:2,5
Agregat Kasar Bt. Split diameter 10 (3)**

Beban (KN)	ΔL (10^3) mm	$\sigma=P/\Delta 0$	$\varepsilon=\Delta L/L_0$
10	10	0,564366	3,305785
20	16	1,128732	5,289256
30	25	1,693098	8,264463
40	31	2,257464	10,24793
50	39	2,82183	12,89256
60	46	3,386196	15,20661
70	54	3,950562	17,85124
80	60	4,514927	19,83471
90	66	5,079293	21,81818
100	72	5,643659	23,80165
110	79	6,208025	26,1157
120	89	6,772391	29,42149
130	99	7,336757	32,72727
140	105	7,901123	34,71074
150	111	8,465489	36,69421
160	120	9,029855	39,66942
170	126	9,594221	41,65289
180	137	10,15859	45,28926
190	145	10,72295	47,93388
200	152	11,28732	50,24793
210	160	11,85168	52,89256
220	170	12,41605	56,19835
230	180	12,98042	59,50413
240	190	13,54478	62,80992
250	195	14,10915	64,46281
260	205	14,67351	67,7686
270	215	15,23788	71,07438
280	225	15,80225	74,38017
290	231	16,36661	76,36364
300	241	16,93098	79,66942
310	251	17,49534	82,97521
320	265	18,05971	87,60331
330	278	18,62408	91,90083
340	290	19,18844	95,86777
350	305	19,75281	100,8264
360	310	20,31717	102,4793
370	320	20,88154	105,7851
380	326	21,44591	107,7686
390	335	22,01027	110,7438
400	345	22,57464	114,0496
410	355	23,139	117,3554
420	370	23,70337	122,314
430	380	24,26774	125,6198
440	390	24,8321	128,9256
450	405	25,39647	133,8843

Beban (KN)	ΔL (10^3) mm	$\sigma = P/\Delta O$	$\varepsilon = \Delta L/L_0$
460	415	25,96083	137,1901
470	425	26,5252	140,4959
480	440	27,08956	145,4545
490	415	27,65393	137,1901
500	435	28,2183	143,8017
510	455	28,78266	150,4132
520	470	29,34703	155,3719
530	485	29,91139	160,3306
540	515	30,47576	170,2479
550	535	31,04013	176,8595
560	555	31,60449	183,4711
570	575	32,16886	190,0826
580	605	32,73322	200
590	650	33,29759	214,876
600	660	33,86196	218,1818
610	670	34,42632	221,4876

**Data Pengujian Regangan Perb. Camp. 1:1,5:2,5
Agregat Kasar Bt. Kuning diameter 20 (1)**

**Data Pengujian Regangan Perb. Camp. 1:1,5:2,5
Agregat Kasar Bt. Kuning diameter 20 (2)**

Beban (KN)	ΔL (10^{-3}) mm	$\sigma=P/\Delta 0$	$\varepsilon=\Delta L/L_0$	Beban (KN)	ΔL (10^{-3}) mm	$\sigma=P/\Delta 0$	$\varepsilon=\Delta L/L_0$
10	6	0.57274	1.986755	10	15	0.56063	4.98008
20	11	1.14548	3.642384	20	20	1.12126	6.640106
30	20	1.71821	6.622517	30	24	1.68190	7.968127
40	30	2.29095	9.933775	40	29	2.24253	9.628154
50	35	2.86369	11.5894	50	36	2.80316	11.95219
60	41	3.43643	13.57616	60	45	3.36379	14.94024
70	50	4.00916	16.55629	70	52	3.92443	17.26428
80	56	4.58190	18.54305	80	59	4.48506	19.58831
90	65	5.15464	21.52318	90	65	5.04569	21.58035
100	72	5.72738	23.64106	100	72	5.60632	23.90438
110	80	6.30011	26.49007	110	80	6.16696	26.56042
120	88	6.87285	29.13907	120	86	6.72759	28.55246
130	96	7.44559	31.78808	130	95	7.28822	31.5405
140	105	8.01833	34.76821	140	102	7.84885	33.86454
150	110	8.59107	36.42384	150	110	8.40949	36.52058
160	120	9.16380	39.7351	160	115	8.97012	38.18061
170	125	9.73654	41.39073	170	120	9.53075	39.84064
180	135	10.30928	44.70199	180	126	10.09138	41.83267
190	140	10.88202	46.35762	190	135	10.65202	44.82072
200	150	11.45475	49.66887	200	140	11.21265	46.48074
210	156	12.02749	51.65563	210	146	11.77328	48.47278
220	162	12.60023	53.64238	220	154	12.33391	51.12882
230	170	13.17297	56.29139	230	164	12.89455	54.44887
240	176	13.74570	58.27815	240	172	13.45518	57.10491
250	185	14.31844	61.25828	250	180	14.01581	59.76096
260	195	14.89118	64.56954	260	186	14.57644	61.75299
270	201	15.46392	66.55629	270	195	15.13707	64.74104
280	210	16.03666	69.53642	280	200	15.69771	66.40106
290	216	16.60939	71.52318	290	210	16.25834	69.72112
300	225	17.18213	74.50331	300	216	16.81897	71.71315
310	234	17.75487	77.48344	310	225	17.37960	74.7012
320	244	18.32761	80.7947	320	234	17.94024	77.68924
330	254	18.90034	84.10596	330	240	18.50087	79.68127
340	264	19.47308	87.41722	340	246	19.06150	81.67331
350	274	20.04582	90.72848	350	255	19.62213	84.66135
360	290	20.61856	96.02649	360	270	20.18277	89.64143
370	300	21.19129	99.33775	370	280	20.74340	92.96149
380	315	21.76403	104.3046	380	290	21.30403	96.28154
390	330	22.33677	109.2715	390	300	21.86466	99.60159
400	340	22.90951	112.5828	400	310	22.42530	102.9216
410	355	23.48225	117.5497	420	320	23.54656	106.2417
420	370	24.05498	122.5166	430	335	24.10719	111.2218
430	385	24.62772	127.4834	430	350	24.10719	116.2019
440	400	25.20046	132.4503	440	365	24.66783	121.1819

LAMPIRAN 40

Beban (KN)	ΔL (10^3) mm	$\sigma=P/\Delta 0$	$\varepsilon=\Delta L/L_0$	Beban (KN)	ΔL (10^3) mm	$\sigma=P/\Delta 0$	$\varepsilon=\Delta L/L_0$
450	415	25.77320	137.4172	450	375	25.22846	124.502
460	430	26.34593	142.3841	460	395	25.78909	131.1421
470	460	26.91867	152.3179	470	405	26.34972	134.4622
480	490	27.49141	162.2517	480	420	26.91035	139.4422
490	530	28.06415	175.4967	490	435	27.47099	144.4223
				500	465	28.03162	154.3825
				510	495	28.59225	164.3426
				520	540	29.15288	179.2829

**Data Pengujian Regangan Perb. Camp. 1:1,5:2,5
Agregat Kasar Bt. Kuning diameter 20 (3)**

**Data Pengujian Regangan Perb. Camp. 1:1,5:2,5
Agregat Kasar Bt. Kuning diameter 20 (4)**

Beban (KN)	ΔL (10^3) mm	$\sigma=P/\Delta 0$	$\varepsilon=\Delta L/L_0$	Beban (KN)	ΔL (10^3) mm	$\sigma=P/\Delta 0$	$\varepsilon=\Delta L/L_0$
10	5	0.56587	1.636661	10	12	0.56513	3.920287
20	11	1.13173	3.600655	20	16	1.13026	5.22705
30	20	1.69760	6.546645	30	25	1.69539	8.167266
40	31	2.26347	10.1473	40	30	2.26053	9.800719
50	40	2.82933	13.09329	50	35	2.82566	11.43417
60	45	3.39520	14.72995	60	42	3.39079	13.72101
70	50	3.96107	16.36661	70	50	3.95592	16.33453
80	60	4.52694	19.63993	80	60	4.52105	19.60144
90	67	5.09280	21.93126	90	66	5.08618	21.56158
100	75	5.65867	24.54992	100	72	5.65131	23.52172
110	83	6.22454	27.16858	110	80	6.21645	26.13525
120	90	6.79040	29.4599	120	86	6.78158	28.09539
130	99	7.35627	32.40589	130	95	7.34671	31.03561
140	107	7.92214	35.02455	140	105	7.91184	34.30252
150	114	8.48800	37.31588	150	114	8.47697	37.24273
160	123	9.05387	40.26187	160	122	9.04210	39.85626
170	133	9.61974	43.53519	170	133	9.60723	43.44985
180	140	10.18560	45.82651	180	140	10.17237	45.73669
190	150	10.75147	49.09984	190	150	10.73750	49.00359
200	155	11.31734	50.7365	200	160	11.30263	52.2705
210	166	11.88321	54.33715	210	170	11.86776	55.53741
220	177	12.44907	57.93781	220	180	12.43289	58.80431
230	185	13.01494	60.55646	230	190	12.99802	62.07122
240	195	13.58081	63.82979	240	196	13.56315	64.03136
250	201	14.14667	65.79378	250	205	14.12828	66.97158
260	215	14.71254	70.37643	260	215	14.69342	70.23848
270	222	15.27841	72.66776	270	220	15.25855	71.87194
280	235	15.84427	76.92308	280	240	15.82368	78.40575
290	250	16.41014	81.83306	290	250	16.38881	81.67266
300	260	16.97601	85.10638	300	265	16.95394	86.57302
310	275	17.54187	90.01637	310	285	17.51907	93.10683
320	290	18.10774	94.92635	320	299	18.08420	97.6805
330	299	18.67361	97.87234	330	300	18.64934	98.00719
340	307	19.23947	100.491	340	315	19.21447	102.9075
350	316	19.80534	103.437	350	330	19.77960	107.8079
360	345	20.37121	112.9296	360	340	20.34473	111.0748
370	370	20.93708	121.1129	370	360	20.90986	117.6086
380	385	21.50294	126.0229	380	385	21.47499	125.7759
390	400	22.06881	130.9329	390	405	22.04012	132.3097
400	420	22.63468	137.4795	400	415	22.60526	135.5766
410	435	23.20054	142.3895	410	430	23.17039	140.477

LAMPIRAN 42

Beban (KN)	ΔL (10^3) mm	$\sigma=P/\Delta 0$	$\varepsilon=\Delta L/L_0$	Beban (KN)	ΔL (10^3) mm	$\sigma=P/\Delta 0$	$\varepsilon=\Delta L/L_0$
420	455	23.76641	148.9362	420	450	23.73552	147.0108
430	475	24.33228	155.4828	430	465	24.30065	151.9111
440	495	24.89814	162.0295	440	485	24.86578	158.445
450	510	25.46401	166.9394	450	460	25.43091	150.2777
460	530	26.02988	173.4861	460	480	25.99604	156.8115
470	545	26.59574	178.3961	470	505	26.56118	164.9788
480	580	27.16161	189.8527	480	535	27.12631	174.7795
490	625	27.72748	204.5827	490	565	27.69144	184.5802
				500	600	28.25657	196.0144
				510	650	28.82170	212.3489
				520	630	29.38683	205.8151

**Data Pengujian Regangan Perb. Camp. 1:1,5:2,5
Agregat Kasar Bt. Kuning diameter 20 (5)**

**Data Pengujian Regangan Perb. Camp. 1:1,5:2,5
Agregat Kasar Bt. Kuning diameter 20 (6)**

Beban (KN)	ΔL (10^3) mm	$\sigma=P/\Delta 0$	$\varepsilon=\Delta L/L_0$	Beban (KN)	ΔL (10^3) mm	$\sigma=P/\Delta 0$	$\varepsilon=\Delta L/L_0$
10	15	0.56287	4.934211	10	5	0.56967	1.631321
20	21	1.12575	6.907895	20	10	1.13934	3.262643
30	29	1.68862	9.539474	30	15	1.70901	4.893964
40	40	2.25149	13.15789	40	25	2.27868	8.156607
50	46	2.81436	15.13158	50	30	2.84835	9.787928
60	55	3.37724	18.09211	60	35	3.41802	11.41925
70	60	3.94011	19.73684	70	41	3.98770	13.37684
80	66	4.50298	21.71053	80	50	4.55737	16.31321
90	75	5.06586	24.67105	90	57	5.12704	18.59706
100	82	5.62873	26.97368	100	65	5.69671	21.20718
110	90	6.19160	29.60526	110	70	6.26638	22.8385
120	100	6.75447	32.89474	120	80	6.83605	26.10114
130	110	7.31735	36.18421	130	90	7.40572	29.36378
140	120	7.88022	39.47368	140	95	7.97539	30.99511
150	125	8.44309	41.11842	150	105	8.54506	34.25775
160	135	9.00597	44.40789	160	115	9.11473	37.52039
170	145	9.56884	47.69737	170	125	9.68440	40.78303
180	155	10.13171	50.98684	180	137	10.25407	44.69821
190	165	10.69459	54.27632	190	145	10.82374	47.30832
200	175	11.25746	57.56579	200	154	11.39341	50.2447
210	185	11.82033	60.85526	210	161	11.96309	52.52855
220	195	12.38320	64.14474	220	174	12.53276	56.76998
230	196	12.94608	64.47368	230	180	13.10243	58.72757
240	205	13.50895	67.43421	240	195	13.67210	63.62153
250	215	14.07182	70.72368	250	204	14.24177	66.55791
260	225	14.63470	74.01316	260	215	14.81144	70.14682
270	235	15.19757	77.30263	270	225	15.38111	73.40946
280	245	15.76044	80.59211	280	235	15.95078	76.6721
290	255	16.32331	83.88158	290	245	16.52045	79.93475
300	266	16.88619	87.5	300	260	17.09012	84.82871
310	280	17.44906	92.10526	310	270	17.65979	88.09135
320	295	18.01193	97.03947	320	285	18.22946	92.98532
330	305	18.57481	100.3289	330	300	18.79913	97.87928
340	315	19.13768	103.6184	340	280	19.36880	91.354
350	325	19.70055	106.9079	350	290	19.93848	94.61664
360	340	20.26342	111.8421	360	300	20.50815	97.87928
370	350	20.82630	115.1316	370	310	21.07782	101.1419
380	365	21.38917	120.0658	380	325	21.64749	106.0359
390	385	21.95204	126.6447	390	340	22.21716	110.9299
400	405	22.51492	133.2237	400	360	22.78683	117.4551
410	425	23.07779	139.8026	420	380	23.35650	123.9804
420	430	23.64066	141.4474	430	400	24.49584	130.5057
430	450	24.20353	148.0263	430	420	24.95584	137.031
440	485	24.76641	159.5395	440	440	25.06551	143.5563

LAMPIRAN 44

Beban (KN)	ΔL (10^3) mm	$\sigma=P/\Delta 0$	$\varepsilon=\Delta L/L_0$	Beban (KN)	ΔL (10^3) mm	$\sigma=P/\Delta 0$	$\varepsilon=\Delta L/L_0$
450	515	25.32928	169.4079	450	460	25.63518	150.0816
460	540	25.89215	177.6316	460	480	26.20485	156.6069
470	560	26.45503	184.2105	470	490	26.77452	159.8695
				480	570	27.34420	185.9706
				490	585	27.91387	190.8646
				500	520	28.48354	169.6574
				510	550	29.05321	179.4454

Agregat Kasar Bt. Kuning diameter 20 (7)

Beban (KN)	ΔL (10^3) mm	$\sigma=P/\Delta 0$	$\varepsilon=\Delta L/L_0$
10	10	0.55766	3.273322
20	12	1.11532	3.927987
30	17	1.67299	5.564648
40	25	2.23065	8.183306
50	30	2.78831	9.819967
60	37	3.34597	12.11129
70	44	3.90364	14.40262
80	50	4.46130	16.36661
90	54	5.01896	17.67594
100	57	5.57662	18.65794
110	61	6.13429	19.96727
120	66	6.69195	21.60393
130	75	7.24961	24.54992
140	80	7.80727	26.18658
150	85	8.36493	27.82324
160	95	8.92260	31.09656
170	102	9.48026	33.38789
180	110	10.03792	36.00655
190	116	10.59558	37.97054
200	125	11.15325	40.91653
210	130	11.71091	42.55319
220	135	12.26857	44.18985
230	145	12.82623	47.46318
240	155	13.38389	50.7365
250	165	13.94156	54.00982
260	175	14.49922	57.28314
270	185	15.05688	60.55646
280	195	15.61454	63.82979
290	201	16.17221	65.79378
300	210	16.72987	68.73977
310	211	17.28753	69.0671
320	225	17.84519	73.64975
330	236	18.40286	77.25041
340	245	18.96052	80.1964
350	255	19.51818	83.46972
360	256	20.07584	83.79705
370	270	20.63350	88.37971
380	285	21.19117	93.28969
390	300	21.74883	98.19967
400	315	22.30649	103.1097
410	330	22.86415	108.0196
420	350	23.42182	114.5663
430	360	23.97948	117.8396
440	380	24.53714	124.3863

**Data Pengujian Regangan Perb. Camp. 1:1,5:2,5
Agregat Kasar Bt. Split diameter 20 (1)**

**Data Pengujian Regangan Perb. Camp. 1:1,5:2,5
Agregat Kasar Bt. Split diameter 20 (2)**

Beban (KN)	ΔL (10^3) mm	$\sigma=P/\Delta O$	$\epsilon=\Delta L/L_0$	Beban (KN)	ΔL (10^3) mm	$\sigma=P/\Delta O$	$\epsilon=\Delta L/L_0$
10	10	0.56967	3.288392	10	10	0.57584	3.290556
20	12	1.13934	3.94607	20	15	1.15168	4.935834
30	17	1.70901	5.590266	30	20	1.72751	6.581112
40	23	2.27868	7.563302	40	25	2.30335	8.22639
50	29	2.84835	9.536337	50	30	2.87919	9.871668
60	34	3.41802	11.18053	60	35	3.45503	11.51695
70	40	3.98770	13.15357	70	41	4.03086	13.49128
80	46	4.55737	15.1266	80	50	4.60670	16.45278
90	55	5.12704	18.08616	90	56	5.18254	18.42711
100	61	5.69671	20.05919	100	65	5.75838	21.38861
110	69	6.26638	22.6899	110	70	6.33422	23.03389
120	74	6.83605	24.3341	120	75	6.91005	24.67917
130	79	7.40572	25.9783	130	80	7.48589	26.32445
140	86	7.97539	28.28017	140	87	8.06173	28.62784
150	94	8.54506	30.91088	150	94	8.63757	30.93123
160	100	9.11473	32.88392	160	100	9.21341	32.90556
170	107	9.68440	35.18579	170	110	9.78924	36.19612
180	120	10.25407	39.4607	180	120	10.36508	39.48667
190	130	10.82374	42.7491	190	126	10.94092	41.46101
200	135	11.39341	44.39329	200	134	11.51676	44.09345
210	144	11.96309	47.35284	210	140	12.09259	46.06779
220	152	12.53276	49.98356	220	150	12.66843	49.35834
230	160	13.10243	52.61427	230	160	13.24427	52.6489
240	170	13.67210	55.90266	240	165	13.82011	54.29418
250	175	14.24177	57.54686	250	175	14.39595	57.58473
260	185	14.81144	60.83525	260	186	14.97178	61.20434
270	196	15.38111	64.45248	270	197	15.54762	64.82396
280	205	15.95078	67.41204	280	210	16.12346	69.10168
290	215	16.52045	70.70043	290	220	16.69930	72.39223
300	225	17.09012	73.98882	300	235	17.27514	77.32807
310	236	17.65979	77.60605	310	255	17.85097	83.90918
320	250	18.22946	82.2098	320	270	18.42681	88.84501
330	260	18.79913	85.49819	330	280	19.00265	92.13557
340	270	19.36880	88.78658	340	295	19.57849	97.07141
350	280	19.93848	92.07498	350	310	20.15432	102.0072
360	295	20.50815	97.00756	360	325	20.73016	106.9431
370	315	21.07782	103.5843	370	340	21.30600	111.8789
380	330	21.64749	108.5169	380	370	21.88184	121.7506
390	340	22.21716	111.8053	390	390	22.45768	128.3317
400	320	22.78683	105.2285	400	365	23.03351	120.1053
410	330	23.35650	108.5169	410	380	23.60935	125.0411
420	340	23.92617	111.8053	420	395	24.18519	129.977
430	355	24.49584	116.7379	430	425	24.76103	139.8486
440	375	25.06551	123.3147	440	436	25.33687	143.4682

LAMPIRAN 48

Beban (KN)	ΔL (10^3) mm	$\sigma=P/\Delta 0$	$\varepsilon=\Delta L/L_0$	Beban (KN)	ΔL (10^3) mm	$\sigma=P/\Delta 0$	$\varepsilon=\Delta L/L_0$
450	380	25.63518	124.9589	450	465	25.91270	153.0109
460	410	26.20485	134.8241	460	495	26.48854	162.8825
470	430	26.77452	141.4009	470	525	27.06438	172.7542
480	450	27.34420	147.9776	480	550	27.64022	180.9806
490	470	27.91387	154.5544	490	560	28.21605	184.2711
500	475	28.48354	156.1986	500	630	28.79189	207.305
510	500	29.05321	164.4196	510	610	29.36773	200.7239
520	535	29.62288	175.929				
530	560	30.19255	184.15				
540	620	30.76222	203.8803				

Agregat Kasar Bt. Split diameter 20 (3)

Beban (KN)	ΔL (10^3) mm	$\sigma = P/\Delta 0$	$\epsilon = \Delta L/L_0$
10	10	0.57274	3.310162
20	15	1.14548	4.965243
30	20	1.71821	6.620324
40	27	2.29095	8.937438
50	34	2.86369	11.25455
60	36	3.43643	11.91658
70	42	4.00916	13.90268
80	47	4.58190	15.55776
90	55	5.15464	18.20589
100	61	5.72738	20.19199
110	70	6.30011	23.17114
120	77	6.87285	25.48825
130	82	7.44559	27.14333
140	90	8.01833	29.79146
150	95	8.59107	31.44654
160	104	9.16380	34.42569
170	106	9.73654	35.08772
180	114	10.30928	37.73585
190	120	10.88202	39.72195
200	125	11.45475	41.37703
210	110	12.02749	36.41178
220	136	12.60023	45.01821
230	144	13.17297	47.66634
240	150	13.74570	49.65243
250	156	14.31844	51.63853
260	165	14.89118	54.61768
270	170	15.46392	56.27276
280	180	16.03666	59.58292
290	185	16.60939	61.238
300	191	17.18213	63.2241
310	200	17.75487	66.20324
320	210	18.32761	69.51341
330	216	18.90034	71.4995
340	225	19.47308	74.47865
350	230	20.04582	76.13373
360	236	20.61856	78.11983
370	245	21.19129	81.09897
380	265	21.76403	87.7193
390	275	22.33677	91.02946
400	285	22.90951	94.33962
410	290	23.48225	95.9947
420	299	24.05498	98.97385
430	310	24.62772	102.615
440	320	25.20046	105.9252

LAMPIRAN 51

Data pengujian tegangan-regangan rata-rata perbandingan campuran 1 : 2 : 3

A.Kasar Batu Kuning Diameter 10 mm		A.Kasar Split Diameter 10 mm		A.Kasar Batu Kuning Diameter 20 mm		A.Kasar Split Diameter 20 mm	
TEGANGAN	REGANGAN	TEGANGAN	REGANGAN	TEGANGAN	REGANGAN	TEGANGAN	REGANGAN
0,56982	4,28754	0,56680	2,78700	0,56516	4,72955	0,56139	3,28743
1,13964	6,43210	1,13361	5,81780	1,13033	7,32072	1,12277	4,60012
1,70946	9,28457	1,70041	8,05329	1,69549	9,87301	1,68416	6,13350
2,27929	12,14026	2,26721	9,60992	2,26065	12,23353	2,24554	8,87199
2,84911	15,23404	2,83401	11,74590	2,82581	14,74161	2,80693	10,84465
3,41893	17,37617	3,40082	13,97827	3,39098	17,25017	3,36832	12,26906
3,98875	20,32868	3,96762	15,88098	3,95614	19,75229	3,92970	13,91278
4,55857	23,56532	4,53442	17,89461	4,52130	22,63608	4,49109	15,55629
5,12839	26,80117	5,10122	19,68577	5,08646	25,42371	5,05247	18,62462
5,69822	30,13383	5,66803	21,81247	5,65163	27,93173	5,61386	20,15868
6,26804	32,84745	6,23483	24,61803	6,21679	30,95204	6,17524	21,58310
6,83786	36,41506	6,80163	26,97587	6,78195	33,69420	6,73663	24,09953
7,40768	39,50964	7,36843	29,66060	7,34711	36,81080	7,29802	26,51265
7,97750	42,84230	7,93524	32,12749	7,91228	39,69658	7,85940	28,70172
8,54732	46,64958	8,50204	34,70316	8,47744	42,10130	8,42079	30,56473
9,11715	49,98304	9,06884	36,93553	9,04260	45,26893	8,98217	33,08393
9,68697	54,02604	9,63565	40,29724	9,60776	48,43441	9,54356	35,05728
10,25679	57,83253	10,20245	42,53272	10,17293	51,46161	10,10495	37,90611
10,82661	61,16283	10,76925	44,78829	10,73809	55,00265	10,66633	39,98842
11,39643	65,45274	11,33605	47,57529	11,30325	57,98363	11,22772	42,29258
11,96625	69,97515	11,90286	49,83085	11,86841	61,42875	11,78910	44,37131
12,53608	74,26026	12,46966	53,19256	12,43358	64,73637	12,35049	47,10704
13,10590	78,07234	13,03646	56,55427	12,99874	67,99430	12,91187	48,96827
13,67572	82,38952	13,60326	59,91598	13,56390	71,58505	13,47326	52,03818
14,24554	88,61393	14,17007	61,59684	14,12906	75,59603	14,03465	54,22567
14,79945	87,80704	14,73687	64,38384	14,69423	79,28831	14,59603	56,96932
15,36866	88,92003	15,30367	68,32026	15,25939	83,68767	15,15742	60,25675
15,93787	99,72017	15,87048	72,47853	15,82455	87,93707	15,71880	63,43542
16,50708	105,81287	16,43728	73,98198	16,38971	91,90623	16,28019	65,73958
17,07629	112,18887	17,00408	76,65805	16,95488	96,71988	16,84158	68,47876
17,64550	119,94270	17,57088	80,24161	17,52004	101,36263	17,40296	71,21449
18,16250	120,68653	18,13769	83,60332	18,08520	106,09063	17,96435	75,05017
18,73008	128,00000	18,70449	87,84932	18,65036	111,28123	18,52573	78,88137
19,29766	136,31567	19,27129	92,31717	19,21553	116,72277	19,08712	81,18553
19,86524	142,96026	19,83809	96,80511	19,78069	122,15107	19,64850	84,36420
20,41398	139,92550	20,40490	101,27296	20,34585	128,77532	20,20989	87,32268
20,98104	146,97572	20,97170	106,89024	20,91101	136,58616	20,77128	90,61010
21,54809	156,93157	21,53850	112,48431	21,47618	144,14642	21,33266	94,77817
22,15011	163,64974	22,10530	117,50368	22,04134	152,66641	21,89405	98,06113
22,93973	143,33333	22,67211	122,54624	22,60650	163,06433	22,45543	102,44849
23,51322	153,33333	23,23891	129,22638	23,21269	178,14862	23,01682	106,27969
24,08671	156,66667	23,80571	136,50131	23,91579	180,76542	23,57821	110,66258
		24,37252	142,09539	24,47990	210,36029	24,13959	113,95001
		24,93932	143,80704			24,70098	118,88115

Data pengujian tegangan-regangan rata-rata perbandingan campuran 1 : 1,5 : 2,5

A.Kasar Batu Kuning Diameter 10 mm		A.Kasar Split Diameter 10 mm		A.Kasar Batu Kuning Diameter 20 mm		A.Kasar Split Diameter 20 mm	
TEGANGAN	REGANGAN	TEGANGAN	REGANGAN	TEGANGAN	REGANGAN	TEGANGAN	REGANGAN
0,55883	4,21752	0,56592	3,87238	0,56494	3,19466	0,57275	3,29637
1,11765	6,79282	1,13185	5,64283	1,12988	4,74410	1,14550	4,61572
1,67648	9,27497	1,69777	8,30127	1,69482	7,04323	1,71825	6,26390
2,23531	11,90086	2,26369	10,40284	2,25976	9,85825	2,29100	8,24238
2,79414	14,24077	2,82962	12,72591	2,82470	11,82979	2,86374	10,22085
3,35296	16,39729	3,39554	14,60655	3,38964	14,08429	3,43649	11,53802
3,91179	18,45636	3,96146	16,59738	3,95457	16,29114	4,00924	13,51584
4,47062	21,59388	4,52739	18,92414	4,51951	18,82330	4,58199	15,71238
5,02944	24,35603	5,09331	21,13608	5,08445	21,07720	5,15474	18,23972
5,58827	26,93185	5,65923	23,56989	5,64939	23,23655	5,72749	20,54660
6,14710	29,04010	6,22515	26,00684	6,21433	25,53791	6,30024	22,96498
6,70592	31,85047	6,79108	28,77104	6,77927	27,97809	6,87299	24,83384
7,26475	34,51824	7,35700	31,31670	7,34421	30,98114	7,44573	26,48203
7,82358	36,30660	7,92292	33,08494	7,90915	33,51646	8,01848	28,89982
8,38241	40,14011	8,48885	35,41058	8,47409	35,81463	8,59123	31,09622
8,94123	42,62169	9,05477	38,17940	9,03903	38,72267	9,16398	33,40506
9,50006	44,86509	9,62069	40,17059	9,60397	41,44067	9,73673	35,48988
10,05889	48,28188	10,18662	43,71167	10,16891	44,25564	10,30948	38,89441
10,61771	51,09088	10,75254	46,25327	10,73384	46,97671	10,88223	41,31068
11,17654	53,85501	11,31846	48,80170	11,29878	49,69766	11,45498	43,28792
11,73537	56,43020	11,88439	51,01439	11,86372	52,27714	12,02772	43,27747
12,29420	59,47572	12,45031	54,22452	12,42866	55,23113	12,60047	48,12004
12,85302	62,42591	13,01623	57,21058	12,99360	57,71891	13,17322	50,97650
13,41185	66,03040	13,58216	59,97700	13,55854	60,71949	13,74597	53,28309
13,97068	68,74913	14,14808	62,41431	14,12348	63,58229	14,31872	55,59004
14,52950	72,21412	14,71400	66,28670	14,68842	66,91151	14,89147	58,88576
15,08833	75,63033	15,27993	69,05533	15,25336	69,58651	15,46422	61,84973
15,64716	79,27958	15,84585	72,48732	15,81830	73,19433	16,03697	65,36554
16,20598	82,08942	16,41177	74,70370	16,38324	76,33716	16,60971	68,11022
16,76481	85,22995	16,97769	77,68976	16,94818	79,85205	17,18246	71,51366
17,32364	89,21097	17,54362	81,01027	17,51311	83,51022	17,75521	75,90616
17,88247	93,75398	18,10954	84,99340	18,07805	87,82362	18,32796	80,18941
18,44129	97,63582	18,67546	89,08599	18,64299	90,73220	18,90071	83,04442
19,00012	101,14923	19,24139	92,62689	19,20793	92,52256	19,47346	86,77888
19,55895	104,38516	19,80731	96,72243	19,77287	95,94700	20,04621	90,07198
20,11777	108,64738	20,37323	99,05047	20,33781	100,45583	20,61896	94,02349
20,67660	112,49092	20,93916	103,14583	20,90275	105,09629	21,19170	98,85408
21,23543	117,27097	21,50508	106,36001	21,46769	110,25376	21,76445	105,99560
21,79426	122,04937	22,07100	111,23703	22,03263	115,41285	22,33720	110,38883
22,35308	127,15897	22,63693	115,67236	22,59757	120,33558	22,90995	106,55782
22,91191	129,72900	23,20285	118,88250	23,32398	125,49437	23,48270	109,85092
23,47074	135,11004	23,76877	123,31138	23,88892	130,88638	24,05545	113,58538
24,02956	140,96173	24,33470	127,18931	24,29238	136,28231	24,62820	119,73386
24,58839	147,00244	24,90062	131,61910	24,85732	143,08410	25,20095	124,23605

LAMPIRAN 54

25,14722	151,96209	25,46654	136,15283	25,42226	147,07981	25,77369	129,06837
25,70604	157,58200	26,03247	139,47887	25,98720	153,41501	26,34644	137,30240
26,26487	163,90132	26,59839	143,91421	26,55214	159,28396	26,91919	144,44030
26,82370	170,45409	27,16431	149,99872	27,13361	167,14492	27,49194	150,47808
27,30006	176,89650	27,73024	150,57731	27,69889	175,63210	28,06469	155,42227
27,74715	183,67822	28,29616	156,66645	28,25724	173,35142	28,63744	165,30338
28,01618	182,8578	28,86208	164,42230	28,82239	185,37896	29,21019	168,05678
28,25228	190,0623	29,42800	171,07530	29,26986	192,54898	29,70262	159,96051
28,79559	197,6896	29,99393	177,72830			27,41013	167,38117
29,33891	209,65856	30,55985	186,59161			30,84503	180,55650
28,05121	208,88158	31,12577	193,79558			31,50057	165,50811
28,56123	218,75000	31,69170	205,45332			32,07331	175,43860
29,07125	207,23684	32,42898	193,55126			32,64605	178,74876
		32,99791	203,47682			33,21879	191,98941
		33,56684	216,70954				
		33,86196	218,18182				
		34,42632	221,48760				

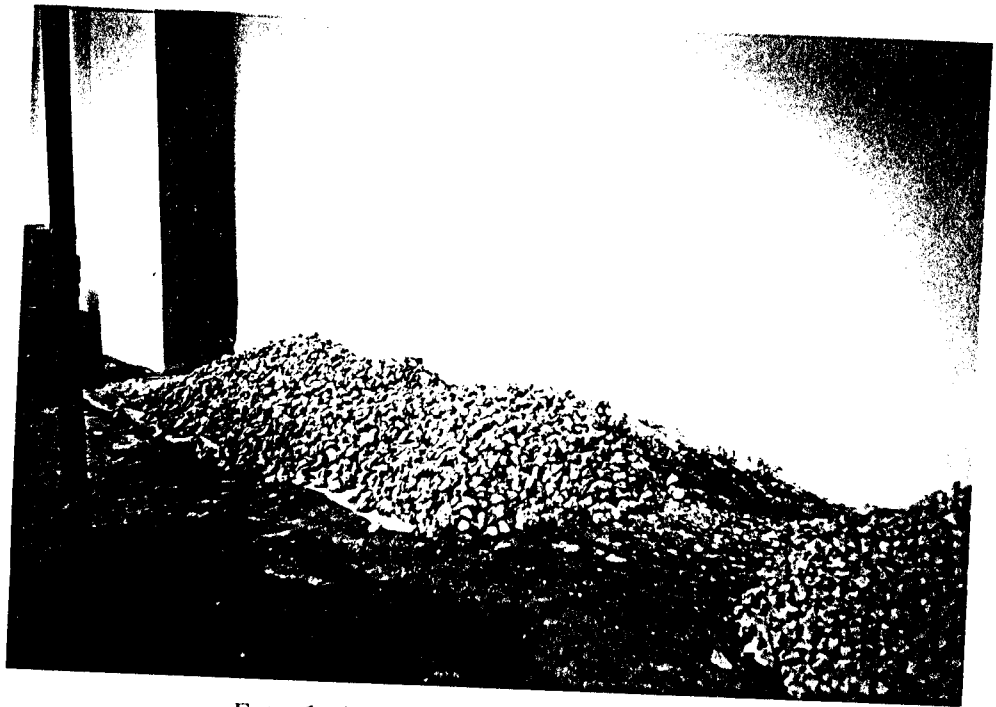


Foto 1 Agregat kasar Batu Kuning

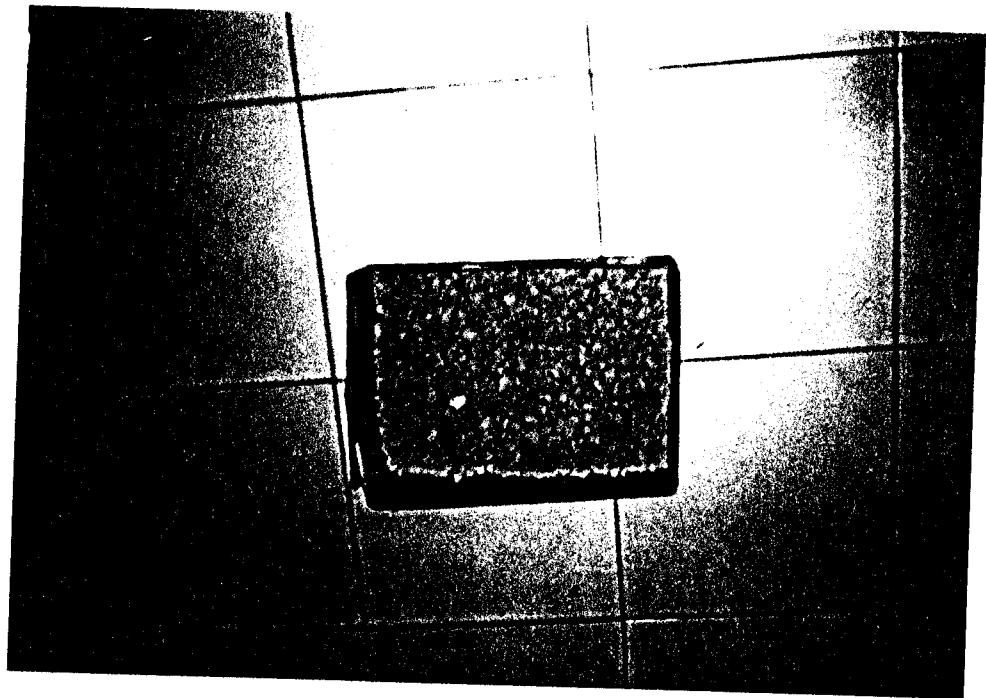


Foto 2 Hasil dari pengujian Abrasi



Foto 3 Pembuatan sampel dan pengambilan nilai slump

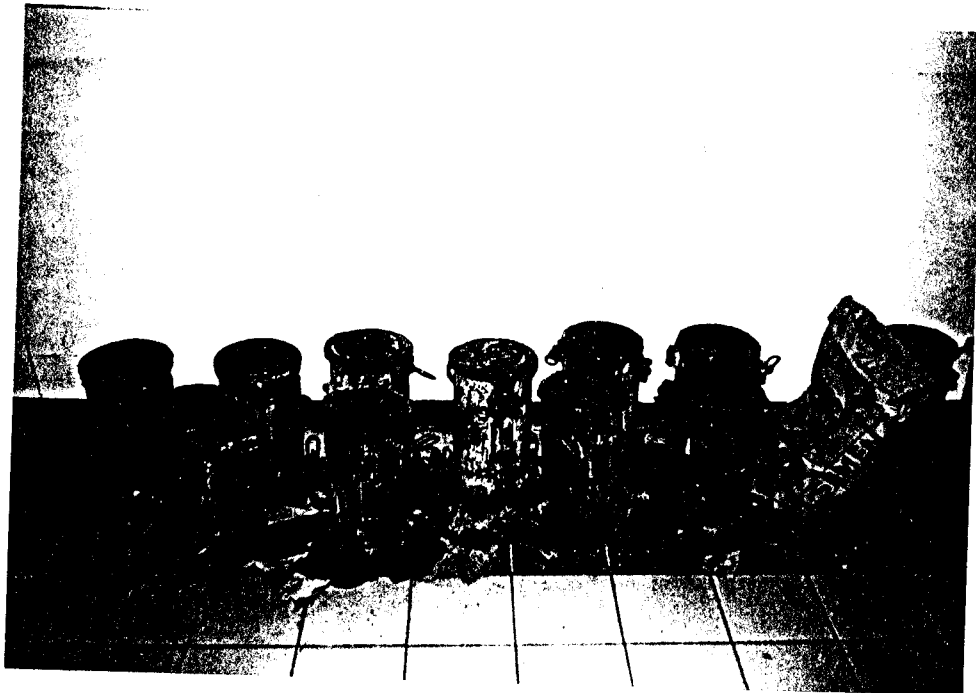


Foto 4 Adukan dimasukkan dalam Mold (cetakan)

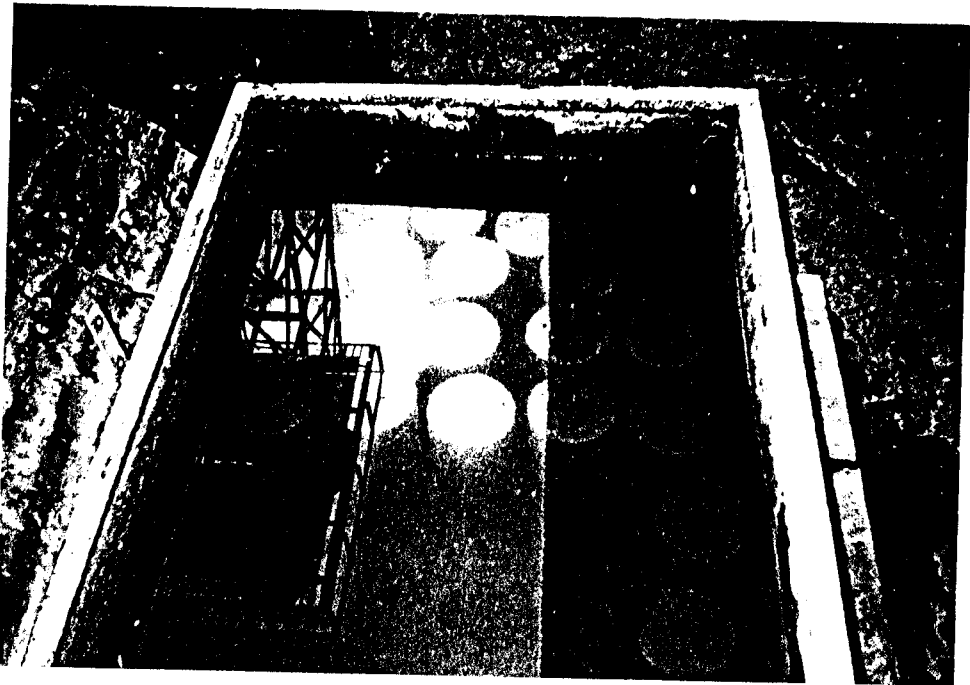


Foto 5 Perawatan beton dalam kolam air selama 28 hari

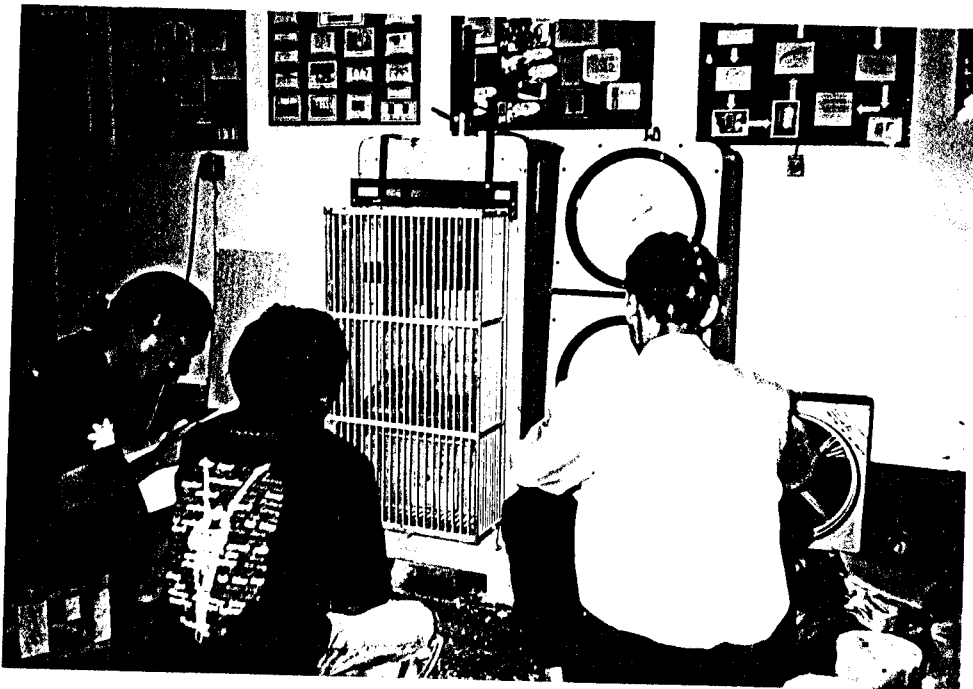


Foto 6 Pelaksanaan pengujian kuat desak silinder beton



Foto 7 Pengujian kuat tarik belah silinder beton

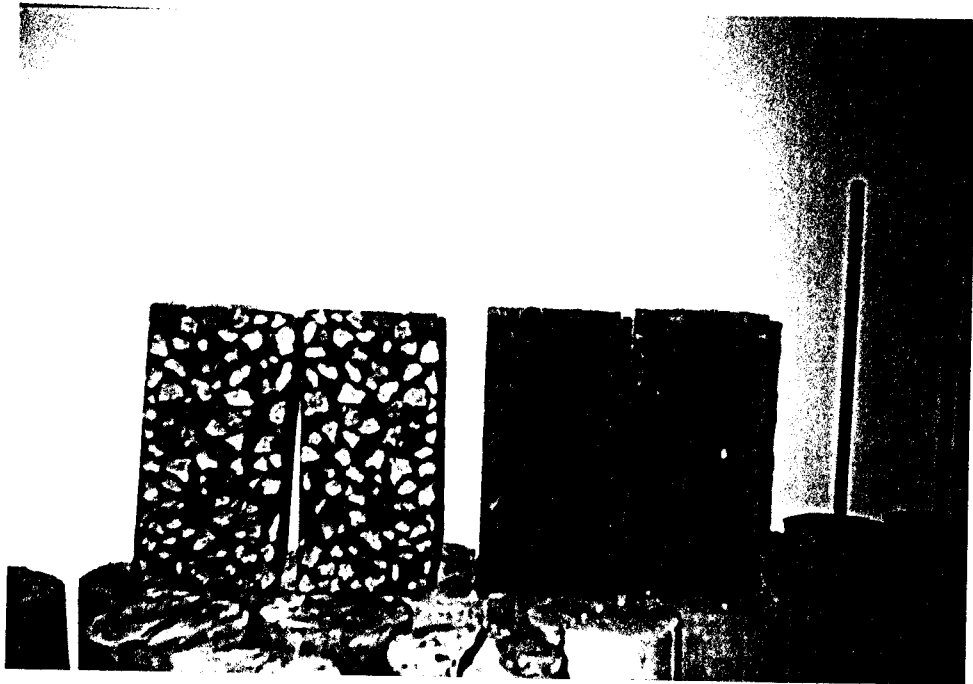


Foto 8 Sampel hasil dari pengujian kuat tarik belah

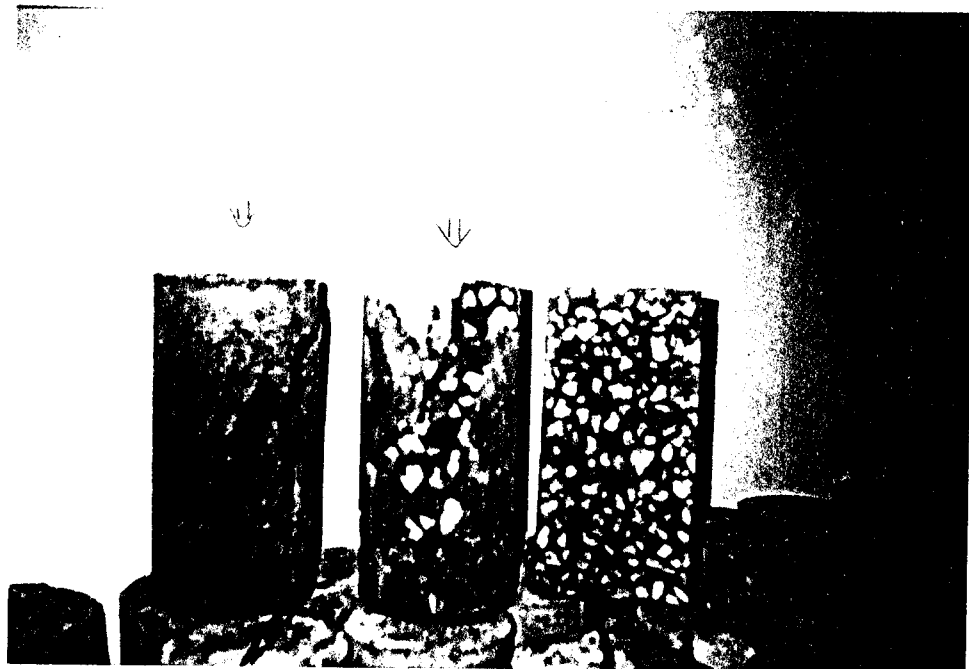


Foto 9 Sampel hasil dari pengujian kuat desak silinder beton

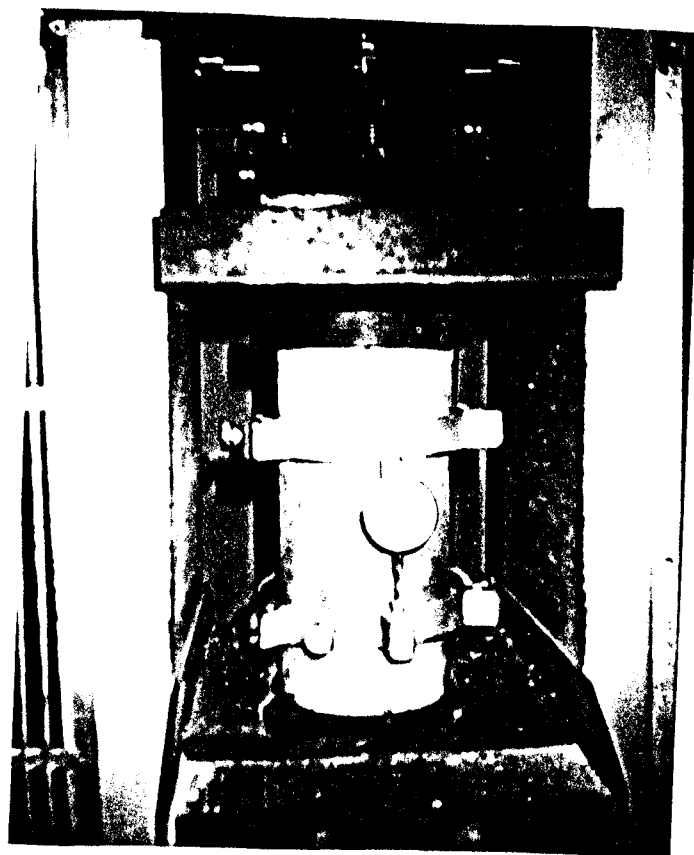


Foto 10 Detail pengujian kuat desak beton

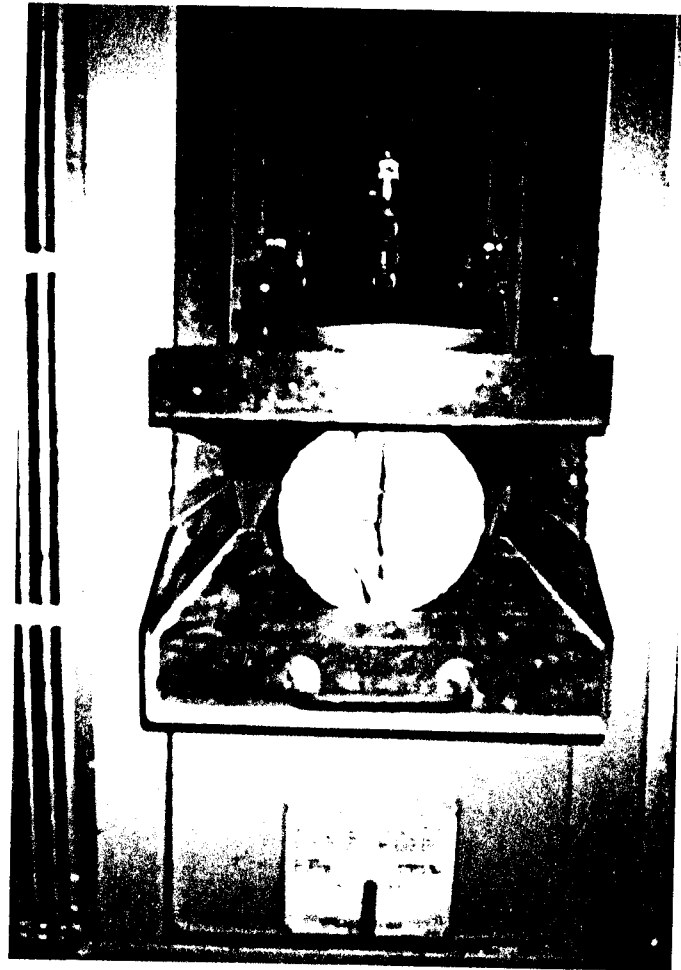


Foto 11 Detail pengujian kuat tarik belah beton