

**UJI KOMPARASI
PENGUNAAN BATUAN GUNUNG KIDUL
DENGAN BATUAN KALI KRASAK
SEBAGAI AGREGAT KASAR BETON**



Disusun oleh :

MILIK PERPUSTAKAAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN UJI YOGYAKARTA

WAHYU P. BUDI AJI

No. Mhs : 87 310 034
NIRM : 875014330033

BACHTIAR NUR ROCHMAN

No. Mhs : 87 310 235
NIRM : 875014330207

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2002**

TUGAS AKHIR

**UJI KOMPARASI
PENGUNAAN BATUAN GUNUNG KIDUL
DENGAN BATUAN KALI KRASAK
SEBAGAI AGREGAT KASAR BETON**

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

Disusun Oleh :

WAHYU P. BUDI AJI

No. Mhs : 87 310 034

NIRM : 875014330033

BACHTIAR NUR ROCHMAN

No. Mhs : 87 310 235

NIRM : 875014330207

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2002**

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**UJI KOMPARASI
PENGUNAAN BATUAN GUNUNG KIDUL
DENGAN BATUAN KALI KRASAK
SEBAGAI AGREGAT KASAR BETON**

Disusun Oleh :

WAHYU P. BUDI AJI

No. Mhs : 87 310 034

NIRM : 875014330033

BACHTIAR NUR ROCHMAN

No. Mhs : 87 310 235

NIRM : 875014330207

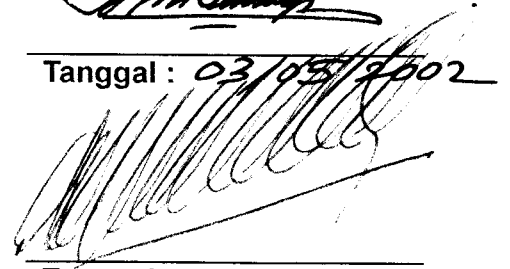
Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Ir. H. Mochammad Teguh, MSCE.
Dosen Pembimbing I

Ir. H.A. Kadir Aboe, MS.
Dosen Pembimbing II



Tanggal : 03/05/2002



Tanggal : 02/05/2002

PRAKATA

Bismillahirrochmannirrochim

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Alhamdulillahirobbil'alamin, puji syukur kehadiran Allah SWT, atas limpahan rahmat dan kurniaNya, sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan.

Tugas Akhir ini disusun untuk melengkapi syarat memperoleh jenjang Strata Satu (S1) pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta. Permasalahan yang diangkat dalam Tugas Akhir ini adalah Uji Komparasi Penggunaan Batuan Gunung Kidul dengan Batuan Kali Krasak Sebagai Agregat Kasar untuk Beton.

Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, walaupun sudah diupayakan untuk mendapatkan hasil yang maksimal. Untuk itu diharapkan usaha ini terus berlanjut, sebab masih banyak hal-hal yang bisa diungkap lebih dalam dari Tugas Akhir ini.

Pada kesempatan ini pula disampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Ir. Widodo, MSCE, Phd, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
2. Bapak Ir. H. Munadir, MS, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
3. Bapak Ir. H. Moch. Teguh, MSCE, selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir.
4. Bapak Ir. H. A. Kadir Aboe, MS, selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir.
5. Pak Eko, Jenggot, Gabot, Cacing, Abong, Burhanudin, yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian Tugas Akhir ini.

Semoga Allah SWT, membalas semua amal baiknya dan akhirnya penulis berharap semoga Tugas Akhir ini bisa bermanfaat bagi kita semua, amin.

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Yogyakarta, Februari 2002

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
PRAKATA	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar belakang	1
1.2 Rumusan masalah.....	2
1.3 Tujuan penelitian	2
1.4 Manfaat penelitian	3
1.5 Batasan masalah	3
1.6 Sistematika penulisan	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	6
2.1 Pengertian beton	6
2.2 Bahan penyusun beton	7
2.2.1 Semen	7
2.2.2 Air	8

2.2.3	Agregat batuan	9
	a. Agregat halus	9
	b. Agregat kasar	9
2.3	Bentuk dan permukaan agregat batuan.....	11
2.4	Mutu agregat batuan	13
	2.4.1 Agregat halus	14
	2.4.2 Agregat kasar batuan	16
	2.4.3 Gradasi agregat batuan	18
	2.4.4 Modulus halus butir	19
2.5	Berat jenis	19
2.6	Kuat tekan beton	20
2.7	Kuat tarik beton	23
2.8	Modulus elastis	25
BAB III.	METODE PENELITIAN	28
3.1	Pengumpulan data	28
	3.1.1 Material	28
	3.1.2 Lokasi	29
3.2	Perencanaan campuran	29
	3.2.1 Metode ACI (American Concrete Institute) ...	30
3.3	Persiapan peralatan	35
3.4	Pembuatan benda uji	36
	3.4.1 Agregat kasar	36

	3.4.2 Beton	36
	3.5 Pengujian laboratorium	37
	3.5.1 Pengujian material	37
	3.5.2 Pengujian beton	37
BAB IV	PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	38
	4.1 Tinjauan umum	38
	4.2 Persiapan penelitian	38
	4.3 Perhitungan campuran beton	40
	4.4 Hasil penelitian	45
	4.5 Pembahasan	53
	4.5.1 Berat jenis beton	53
	4.5.2. Kuat tekan beton	54
	4.5.3 Kuat tarik	57
	4.5.4 Modulus elastisitas	58
BAB VI	KESIMPULAN DAN SARAN	63
	6.1. Kesimpulan	63
	6.2 Saran	64
	DAFTAR PUSTAKA	65
	LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

No.	Nama Tabel	Hal.
2.1	Persyaratan kekerasan agregat kasar untuk beton ...	17
3.1	Nilai deviasi standar (kg/cm ²)	31
3.2	Faktor air semen maksimum	32
3.3	Hubungan faktor air semen dan kuat tekan silinder beton pada umur 28 hari	33
3.4	Nilai slump (cm)	33
3.5	Ukuran maksimum agregat (mm)	34
3.6	Perkiraan kebutuhan air berdasarkan nilai slump dan ukuran maksimum agregat, (liter)	34
3.7	Perkiraan kebutuhan agregat kasar per m ³ beton, berdasarkan ukuran maksimum agregat dan modulus halus pasirnya (m ³)	35
3.8	Daftar Peralatan	35
4.1	Hasil analisa butiran halus	39
4.2	Karakteristik agregat kasar.....	40
4.3	Kebutuhan material masing-masing variasi 15 silinder beton	45
4.4	Karakteristik masing-masing variasi	46
4.5	Hasil pengujian kuat desak dan tarik beton masing-masing variasi	46
4.6	Modulus elastisitas dengan menggunakan rumus empiris pada masing-masing variasi	47

4.7	Perbandingan nilai abrasi batuan dengan kuat desak beton pada masing-masing variasi	55
4.8	Perbandingan kuat tarik beton dengan kuat desak beton pada masing-masing variasi	58
4.9	Nilai modulus elastis secara grafis masing-masing variasi	60
4.10	Perbandingan modulus elastisitas beton antara cara grafis dengan empiris pada masing-masing variasi ...	61
4.11	Perbandingan modulus elastisitas beton dengan kuat tekan beton pada masing-masing variasi	62

DAFTAR GAMBAR

No.	Nama Gambar	Hal.
2.1	Pengaruh jenis agregat pada kuat tekan beton (Mindess, 1981)	10
2.2	Hubungan fas dan kuat tekan silinder beton (Tjokrodimulyo, 1992)	22
2.3	Diagram distribusi tegangan pada "slit cylinder test" untuk kuat tarik (R.Park and T.Paulay 1974)	24
2.4	Hubungan non linier antara tegangan dan regangan	26
2.5	Hubungan linier antara tegangan dan regangan pada nilai tegangan rendah.....	26
4.1	Grafik tegangan regangan variasi A	48
4.2	Grafik tegangan regangan variasi B	49
4.3	Grafik tegangan regangan variasi C	50
4.4	Grafik tegangan regangan variasi D	51
4.5	Grafik tegangan regangan variasi E	52
4.6	Grafik perbandingan berat jenis agregat kasar dengan beton	53
4.7	Perbandingan nilai abrasi batuan dengan kuat desak beton pada masing-masing variasi	56
4.8	Grafik perbandingan tegangan regangan masing-masing variasi	59
4.9	Nilai tegangan – regangan hasil penelitian yang dibukukan oleh MacGregor (Library of Congress Cataioging-in- Publication Data, 1992)	60
4.10	Perbandingan modulus elastisitas beton antara cara grafis dengan empiris pada masing-masing variasi ...	61

DAFTAR LAMPIRAN

No.	Nama Lampiran
LAMPIRAN I ANALISA BAHAN	
1.1	Analisa bahan, Pasir
1.2	Analisa bahan, Agregat Kasar
	Asal kali Krasak
	Watu Putih
	Watu Lintang
LAMPIRAN II DATA BERAT JENIS BENDA UJI DESAK	
2.1	Variasi A
2.2	Variasi B
2.3	Variasi C
2.4	Variasi D
2.5	Variasi E
LAMPIRAN III DATA BERAT JENIS BENDA UJI TARIK	
3.1	Variasi A
3.2	Variasi B
3.3	Variasi C
3.4	Variasi D
3.5	Variasi E

LAMPIRAN IV DATA KUAT DESAK

- 4.1 Variasi A
- 4.2 Variasi B
- 4.3 Variasi C
- 4.4 Variasi D
- 4.5 Variasi E

LAMPIRAN V DATA KUAT TARIK

- 5.1 Variasi A
- 5.2 Variasi B
- 5.3 Variasi C
- 5.4 Variasi D
- 5.5 Variasi E

LAMPIRAN VI DATA TEGANGAN REGANGAN

- 6.1 Variasi A
- 6.2 Variasi B
- 6.3 Variasi C
- 6.4 Variasi D
- 6.5 Variasi E

LAMPIRAN VII DATA TEGANGAN - REGANGAN HASIL INTERPOLASI

Untuk

Ibuku Ratini

Bapakku Muzamil Jusuf Boestami

Istriku Mudalixa Syukur

Anakku Anarza Mutiara Putri

Teman-teman seperjuangan di

MAPALA UNISI

INTISARI

Batuan Gunung Kidul selama ini sudah banyak digunakan di daerah setempat untuk pembuatan berbagai konstruksi bangunan, tetapi sebagai material untuk pembuatan beton belum banyak diketahui karakteristiknya. Untuk itu perlu dilakukan penelitian terhadap batuan Gunung Kidul dalam hal ini Watu Putih dan Watu Lintang agar diketahui karakteristik beton yang dihasilkan dengan menggunakan agregat kasar dari batuan Gunung Kidul tersebut.

Walaupun tidak ada tolok ukur untuk menilai kondisi fisik batuan, pengamatan secara visual terhadap batuan akan mendukung dalam menganalisa hasil yang diperoleh dari penelitian ini, pengujian abrasi dijadikan pendekatan untuk menilai kekuatan batuan yang diteliti. Penelitian ini merupakan uji perbandingan antara beton yang dihasilkan dari dua jenis batuan yaitu Watu Putih dan Watu Lintang dengan batuan dari kali Krasak.

Hasil penelitian menunjukkan, bahwa beton yang dihasilkan dengan menggunakan agregat kasar Watu Putih, memiliki modulus elastis 22572,94 Mpa dan kuat desak 43,632 Mpa dari yang direncanakan sebesar 40 Mpa, sehingga layak digunakan sebagai agregat kasar untuk beton struktur pada bangunan tingkat banyak, sedangkan Watu Lintang hanya layak digunakan sebagai agregat kasar untuk beton pada bangunan rendah atau untuk rumah tinggal, karena hanya mencapai kuat desak sebesar 26,284 Mpa dan cenderung kurang elastis karena memiliki modulus elastis sebesar 26572,01 Mpa.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Struktur sebuah bangunan terdiri dari berbagai macam komponen, dari struktur bagian bawah yang berupa pondasi sampai struktur bagian atas, baik itu kolom, balok, pelat dan atap. Komponen-komponen ini terbuat dari berbagai macam bahan, antara lain baja, kayu dan beton baik yang biasa maupun bertulang.

Pembuatan beton terdiri dari campuran semen, air dan agregat baik itu yang kasar maupun halus. Komposisi campuran tersebut disesuaikan dengan kekuatan yang direncanakan, biasanya diperhitungkan pula nilai ekonomisnya, termasuk pencarian material yang sesuai dengan spesifikasi.

Daerah Gunung Kidul adalah daerah yang memiliki batuan khas. Pembuatan bangunan yang dilaksanakan, dalam prakteknya banyak menggunakan material setempat. Hal ini dapat dijadikan alternatif dalam pengerjaan struktur dengan harga yang relatif lebih ekonomis karena menggunakan material lokal.

Penggunaan material setempat di daerah Gunung Kidul belum

banyak diteliti, untuk itu perlu diadakan penelitian mengenai kelayakan material setempat untuk mendukung struktur sebuah bangunan.

1.2 Rumusan masalah

Dalam latar belakang diharapkan batuan Gunung Kidul dapat diketahui kelayakannya untuk mendukung pembuatan struktur bangunan. Hal ini berkaitan dengan kondisi yang ada pada daerah tersebut, dengan banyaknya bukit yang didalamnya banyak mengandung batuan setempat akan tetapi belum diolah secara optimal.

Dengan adanya penelitian ini diharapkan masyarakat di daerah Gunung Kidul dapat merencanakan struktur beton dengan menggunakan material setempat. Hal ini tentu akan lebih ekonomis dalam pelaksanaan pembuatan konstruksi bangunan yang terbuat dari beton.

Pelaksanaan penelitian ini akan selalu memperhatikan persyaratan yang ada pada pembuatan beton. Hal ini dimaksudkan agar penelitian ini dapat dilaksanakan dengan lebih terarah.

1.3 Tujuan penelitian

Penelitian ini bertujuan mengetahui karakteristik fisik beton dengan menggunakan agregat kasar batuan Gunung Kidul, antara lain:

1. berat jenis beton yang dihasilkan,
2. kuat tekan beton,

3. kuat tarik beton dan
4. modulus elastis beton.

1.4 Manfaat penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberi masukan kepada rekayasawan agar dalam pelaksanaan kontruksi bangunan, terutama pembuatan beton yang memiliki kekuatan sesuai dengan yang disyaratkan, sehingga batuan Gunung Kidul dapat dimanfaatkan lebih optimal baik ditinjau dari fisik maupun ekonomi.

1.5 Batasan masalah

Agar dalam penelitian ini dapat terarah sesuai dengan yang diharapkan maka perlu ada batasan masalah seperti berikut ini:

1. Benda uji desak dan belah menggunakan benda uji dengan silinder tinggi 30 cm dan diameter 15 cm.
2. Semen yang digunakan adalah semen Nusantara jenis I.
3. Agregat halus digunakan pasir asal kali Krasak Yogyakarta.
4. Agregat kasar digunakan batuan Gunung Kidul (dua jenis) dan batuan kali Krasak.
5. Campuran beton direncanakan dengan metode ACI (American Concrete Institute), agar didapat perbandingan berat agregat yang sama pada setiap sampel yang direncanakan.

6. Mutu beton direncanakan dengan kekuatan $f'c = 40 \text{ Mpa}$.

1.6 Sistematika penulisan

Dalam tugas akhir ini berisi 5 (enam) bab. Bab I berisi pendahuluan yang mencakup penjelasan mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan. Bab II tinjauan pustaka dan landasan teori yang berisi pengertian beton, bahan penyusun beton yaitu semen, air, agregat batuan kasar dan halus, bentuk dan permukaan agregat, mutu agregat batuan halus dan kasar, gradasi agregat batuan dan modulus halus butir, berat jenis, kuat tekan beton, kuat tarik beton dan modulus elastisitas. Bab III berisi metode penelitian yang berisi tentang pengumpulan data yang didalamnya meliputi material dan lokasi, perencanaan campuran dengan menggunakan metode ACI (American Concrete Institute), persiapan peralatan, pembuatan benda uji yang berupa agregat kasar dan beton serta pengujian laboratorium yang meliputi pengujian material dan pengujian beton. Bab IV penelitian dan pembahasan meliputi tinjauan umum, persiapan penelitian, perhitungan campuran beton, hasil penelitian, pembahasan mengenai berat jenis, kuat tekan beton, kuat tarik beton dan modulus elastisitas. Bab V kesimpulan dan saran.

Selain itu ditambahkan lampiran lampiran yang berisi data pemeriksaan agregat halus dan kasar, pemeriksaan keausan agregat

kasar, hasil berat jenis beton, hasil kuat desak dan tarik beton serta hasil modulus elastisitas beton.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Pengertian beton

Beton adalah campuran antara semen portland atau semen hidraulik yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air dengan atau tanpa bahan tambah membentuk masa padat (SK SNI T-15-1991-03, 1991). Masa padat ini pada proses pembuatannya sangat mudah diatur karena sebelum menjadi padat benda ini berbentuk pasta sehingga menyesuaikan dengan bentuk cetakannya (Istimawan Dipohusodo, 1994).

Campuran tersebut bila dituang dalam cetakan kemudian dibiarkan maka akan mengeras. Proses pengerasan tersebut disebabkan reaksi kimia antara air dan semen dalam hal ini tingkat kekerasan setara dengan umumnya. Nilai kekuatan dan daya tahan (*durability*) beton merupakan fungsi berbagai faktor, diantaranya adalah nilai banding campuran dan bahan susun, metode pelaksanaan pengecoran, pelaksanaan finishing, temperatur dan kondisi perawatan pengerasan (Istimawan Dipohusodo, 1994).

Beton adalah merupakan bahan yang memiliki kuat tekan tinggi. Bila dibuat dengan cara yang baik, kuat tekannya akan menyamai batuan

alami (Tjokrodimulyo,1995). Tetapi beton memiliki kuat tarik yang rendah maka dari itu, untuk mengimbangi kuat tarik beton yang rendah tersebut, suatu struktur beton perlu diperkuat dengan baja tulangan, yang kemudian disebut dengan struktur beton bertulang (Istimawan Dipohusudo,1994).

Kemudahan dalam memperoleh bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan beton menyebabkan beton banyak digunakan masyarakat. Dengan adanya hal tersebut dan seiring dengan perkembangan teknologi dalam pembuatan beton maka tidak tertutup kemungkinan adanya penggunaan bahan bangunan yang sekiranya dapat dimanfaatkan sebagai bahan alternatif dalam pembuatan campuran beton dengan tanpa mengabaikan persyaratan yang telah ditetapkan.

2.2 Bahan penyusun beton

Bahan yang dipakai dalam pembuatan beton terdiri dari semen, air, agregat halus dan agregat kasar.

2.2.1 Semen

Semen merupakan bahan utama dalam pembuatan beton. Semen adalah bahan yang mempunyai sifat adhesif dan kohesif yang memungkinkan melekatnya fragmen-fragmen mineral menjadi suatu massa yang padat . Meski definisi tersebut diterapkan untuk banyak bahan, semen yang dimaksudkan untuk pembuatan beton adalah bahan

jadi yang mengeras dengan adanya air yang biasa disebut dengan semen hidrolis, dalam hal ini hidrolis yang dimaksud adalah apabila semen bercampur dengan air akan menyebabkan terjadinya proses kimia (hidrasi) yang menyebabkan campuran menjadi keras setelah beberapa waktu tertentu.

Selain untuk merekatkan butiran butiran agregat, semen berfungsi pula untuk mengisi rongga-rongga diantara butiran agregat. Semen mengisi kira-kira 10% dari volume beton (Tjokrodimulyo, 1992).

2.2.2 Air

Air merupakan bahan dasar utama selain semen dalam pembuatan beton. Keberadaan air dalam adukan memungkinkan adanya reaksi kimia pada semen yang menyebabkan pengikatan dan pengerasan serta berfungsi sebagai pelumas butir-butir agregat halus dan kasar untuk memudahkan pelaksanaan dan pencetakan.

Jumlah air yang diperlukan pada proses hidrasi pada dasarnya hanya 25% dari berat semennya, namun pada kenyataan nilai faktor air semen yang dipakai sulit kurang dari 35%. Kelebihan air ini diperlukan dalam pembuatan beton agar adukan beton dapat dicampur dengan baik, mudah diangkut dan dapat dicetak tanpa rongga (tidak keropos).

Secara umum air yang dipakai untuk bahan pencampur beton adalah air yang bila dipakai akan dapat menghasilkan beton dengan

kekuatan lebih dari 90% kekuatan beton yang memakai air suling saat mencapai umur 7 dan 28 hari.

2.2.3 Agregat batuan

Agregat batuan adalah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi campuran beton. Walau hanya sebagai bahan pengisi, akan tetapi agregat batuan sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat betonnya, sehingga pemilihan agregat batuan merupakan suatu bagian penting dalam pembuatan beton.

Agregat batuan untuk beton memiliki porsi terbesar yaitu sebesar 60%-80% dari volume beton. Karena itu untuk mendapatkan beton yang baik, diperlukan agregat batuan yang berkualitas baik pula.

a. Agregat halus

Agregat halus dapat berupa pasir alam, pasir olahan atau gabungan dari kedua pasir tersebut.

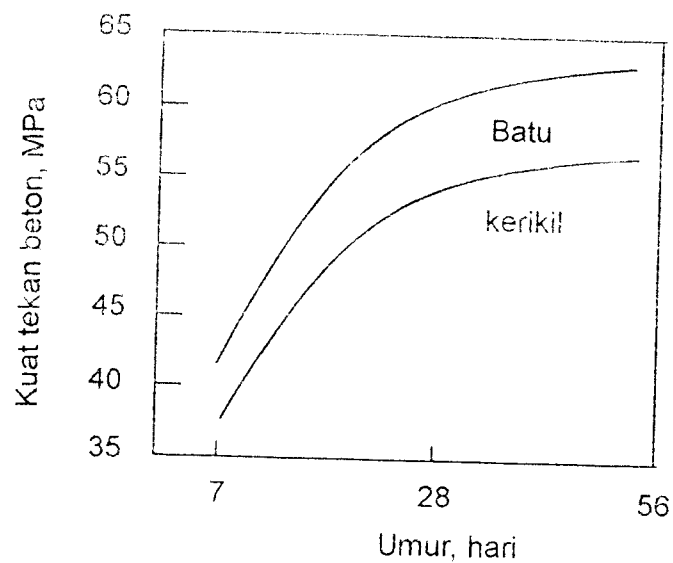
b. Agregat kasar

Agregat kasar batuan diperoleh dari alam dan juga dari proses memecah batu alam. Agregat batuan alami dapat diklasifikasikan ke dalam sejarah terbentuknya peristiwa geologi, yaitu agregat batuan beku, agregat batuan sedimen dan agregat batuan metamorf yang kemudian

dibagi lagi menjadi kelompok-kelompok yang lebih kecil. Agregat btuan pecahan diperoleh dengan memecah batu menjadi berukuran butiran sesuai yang diinginkan dengan cara meledakkan, memecah, menyaring dan seterusnya. Dari kronologinya, agregat alami batuan ataupun agregat batuan dari hasil pemecahan, dapat dibagi menjadi beberapa jenis kelompok yang memiliki sifat kusus.

Agregat kasar batuan besar butir-butirnya lebih dari 4,60 mm. Secara umum agregat kasar batuan sering disebut sebagai kerikil, kericak, batu pecah atau split.

Hubungan jenis agregat terhadap kuat tekan beton dapat dilihat pada gambar 2.1



Gambar 2.1 Pengaruh jenis agregat pada kuat tekan beton
(Mindess, 1981)

Dari gambar 2.1 tampak bahwa batu pecah memiliki kekuatan yang lebih besar pada beton yang dihasilkan dibanding dengan kerikil alam karena memiliki kecenderungan tekstur yang lebih bagus.

2.3 Bentuk dan permukaan agregat batuan

Sifat agregat yang paling berpengaruh terhadap kuat tekan beton adalah kekasaran permukaan dan ukuran maksimumnya. Permukaan yang halus pada kerikil dan kasar pada batu pecah berpengaruh pada lekatan dan besar tegangan saat retak-retak beton terbentuk. Agregat dengan permukaan yang berpori dan kasar lebih dianjurkan dari pada agregat yang memiliki permukaan yang halus, karena agregat dengan permukaan yang kasar dapat meningkatkan rekatan antara agregat dengan semen sampai 1,75 kali, adapun kuat tekan betonnya dapat meningkat sekitar 20% (Tjokrodimulyo, 1996). Sifat bentuk dan tekstur dari butir-butir agregat sebenarnya belum terdefinisikan secara jelas, sehingga sifat-sifat tersebut sulit diukur dengan baik dan pengaruhnya terhadap beton juga sulit diperiksa dengan teliti. Berdasarkan bentuk butiran, agregat dapat dibedakan sebagai berikut :

1. agregat bulat

agregat ini memiliki rongga udara minimum 33%. Hal ini berarti memiliki rasio permukaan volume kecil, sehingga hanya

memerlukan pasta semen sedikit untuk menghasilkan beton yang baik, namun ikatan antar butir-butirnya kurang kuat sehingga lekatannya lemah,

2. bulat sebagian

agregat ini memiliki rongga udara sekitar 35% - 38%. Dengan demikian lebih banyak membutuhkan pasta semen untuk mendapatkan beton segar yang dapat dikerjakan. Ikatan antar butir lebih baik daripada agregat bulat,

3. bersudut

agregat ini memiliki rongga sekitar 38% - 40%. Ikatan antar butirnya baik, sehingga membentuk daya lekat yang baik. Pasta semen yang dibutuhkan lebih banyak untuk adukan beton yang dapat dikerjakan,

Tampak bahwa agregat kasar batuan bersudut memiliki rongga paling besar yang berarti membutuhkan pasta semen pasir atau mortar yang lebih banyak.

4. panjang dan pipih

agregat pipih adalah agregat yang berukuran terkecil butirnya kurang dari $\frac{3}{4}$ ukuran rata-ratanya. Agregat panjang adalah agregat yang ukuran terbesar butirnya lebih dari $\frac{9}{5}$ ukuran rata-rata.

Tekstur permukaan ialah sifat permukaan yang tergantung pada ukuran permukaan butir termasuk halus atau kasar, mengkilap atau kusam. Bentuk dan tekstur secara nyata mempengaruhi mobilitas dari beton segarnya, maupun daya lekat antar agregat dengan pastanya. Kuat rekatan antar agregat dan pasta semen tergantung pada tekstur permukaan tersebut, yang merupakan pengembangan dari lekatan mekanis antar butiran.

2.4 Mutu agregat batuan

Mutu agregat batuan sangat berpengaruh terhadap kuat tekan beton. Semakin baik mutu agregat batuan yang digunakan semakin besar kuat tekannya.

Agregat batuan yang baik dan memiliki mutu yang tinggi adalah agregat batuan yang memenuhi persyaratan antara lain sebagai berikut :

1. butir-butirnya tajam, kuat dan bersudut,
2. tidak mengandung zat yang menghisap air dari udara,
3. tidak mengandung zat organis,
4. tidak mengandung tanah atau kotoran lain yang lewat ayakan 0,075 mm,
5. harus memiliki variasi gradasi yang baik,
6. bersifat kekal, tidak mudah hancur atau berubah karena cuaca.

7. untuk beton dengan tingkat keawetan tinggi agregat harus mempunyai tingkat reaktif yang negatif terhadap alkali,
8. untuk agregat kasar, tidak boleh mengandung butiran-butiran yang pipih dan panjang lebih dari 20% dari berat keseluruhan.

Agregat batuan yang baik untuk pembuatan beton harus memenuhi tahap persyaratan yaitu (PBI,1971) :

1. harus bersifat kekal, berbutir tajam dan kuat,
2. tidak mengandung lumpur lebih dari 5% untuk agregat halus dan 1% untuk agregat kasar,
3. tidak mengandung bahan-bahan organik dan zat-zat yang reaktif alkali, dan
4. harus terdiri dari butir-butir yang keras dan tidak berpori.

2.4.1 Agregat halus

Untuk mendapatkan kualitas beton yang baik maka pasir yang digunakan harus memenuhi syarat mutu :

1. kadar lumpur atau butir yang lebih kecil dari 75 mikron (ayakan no. 200), dalam % berat maksimum :
 - a. untuk beton yang mengalami abrasi 3,0,
 - b. untuk jenis beton lainnya 5,0,
2. kadar gumpalan tanah liat dan partikel yang mudah dirapikan, maksimum 3.0%,

3. kandungan arang dan lignit
 - a. bila tampak permukaan beton dipandang penting, kandungan maksimum 0,5%,
 - b. untuk jenis beton lainnya, maksimum 1,0%,
4. agregat halus bebas dari pengotoran zat organik yang merugikan beton. Bila diuji dengan Na-sulfat dan dibandingkan dengan warna standar / pembanding, tidak berwarna lebih tua dari warna standar. Jika berwarna lebih tua maka agregat halus itu harus ditolak, kecuali :
 - a. warna lebih tua timbul oleh adanya sedikit arang, lignit atau sejenisnya,
 - b. diuji dengan melakukan percobaan perbandingan kuat tekan mortar yang memakai agregat tersebut terhadap kuat tekan mortar yang memakai pasir standar silika, menunjukkan nilai kuat tekan mortar tidak kurang dari 95% kuat tekan mortar yang memakai pasir standar. Uji kuat tekan harus dilakukan sesuai cara ASTM C87,
5. agregat halus yang akan dipergunakan untuk pembuatan beton yang akan mengalami basah dan lembab terus menerus atau yang akan berhubungan dengan tanah basah, tidak boleh mengandung bahan yang bersifat rektif terhadap alkali dalam semen yang jumlahnya cukup dapat menimbulkan pemuaihan

yang berlebihan didalam mortal atau beton. Agregat yang reaktif terhadap alkali boleh dipakai untuk membuat beton dengan semen yang kadar alkalinya dihitung sebagai setara dengan Natrium Oksida ($\text{Na}_2\text{O} + 0,658 \text{H}_2\text{O}$) tidak lebih dari 0,60 % atau dengan penambahan bahan yang dapat mencegah terjadinya pemuaiian yang membahayakan oleh karena reaksi alkali agregat tersebut,

6. sifat kekal diuji dengan larutan garam sulfat :
 - a. jika dipakai Natrium Sulfat, bagian hancur maksimum 10%,
 - b. jika dipakai Magnesium Sulfat bagian yang hancur maksimum 15%,

Agregat halus tidak boleh mengandung bagian yang lolos lebih dari 45% pada suatu ayakan berikutnya. Modulus kehalusannya tidak kurang dari 2,3 dan tidak lebih dari 3,1.

2.4.2 Agregat kasar batuan

Syarat-syarat agregat kasar batuan menurut PBI,1971 adalah sebagai berikut :

1. agregat kasar untuk beton dapat berupa kerikil hasil disintegrasi (pembekuan) alami dari batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari pemecahan batu,

2. agregat kasar tidak boleh berpori atau terdiri atas batuan keras. Agregat kasar yang mengandung butir-butir pipih dapat dipakai asalkan jumlahnya tidak lebih dari 20% berat total agregat. Butir-butir agregat kasar harus bersifat kekal.
3. agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1% dan tidak boleh mengandung zat-zat yang merusak beton.
4. kekerasan butir-butir agregat kasar diperiksa dengan mesin uji Los Angeles atau bejana Rudeloff. Persyaratan menurut Standar Bidang Pekerjaan Umum dapat terlihat pada tabel 3.2.

Tabel 2.1 Persyaratan kekerasan agregat kasar untuk beton

Kekuatan beton	Bejana Rudeloff Maksimum bagian yang hancur, menembus ayakan 2mm (%)		Mesin Los Angeles Maksimum bagian yang hancur menembus ayakan 1,7 mm (%)
	Ukuran butir		
	19 – 30 mm	9,5 – 19 mm	
Kelas I (sampai 10 MPa)	30	32	50
Kelas II (10 –20 MPa)	22	24	40
Kelas III (diatas 20 MPa)	14	16	27

5. agregat kasar harus terdiri dari butir-butir yang beraneka ragam besarnya dan apabila diayak dengan susunan ayakan 31,15mm, 16 mm, 8 mm, 4 mm, 2 mm, 1 mm, 0,5 mm, 0,25 mm harus memenuhi syarat-syarat :
 - a. sisa diatas ayakan 31,5 mm sebesar 0 % berat,
 - b. sisa diatas ayakan 4 mm sebesar 90%-98% berat,

- c. selisih antara sisa-sisa kumulatif diatas 2 ayakan yang berurutan adalah maksimum 60% berat dan minimum 10% berat.

2.4.3 Gradasi agregat batuan

Seperti yang telah disebutkan dalam tinjauan pustaka, bahwa beton biasanya terdiri dari 60% sampai 80% volumenya berupa agregat batuan. Agregat batuan ini harus bergradasi sedemikian rupa sehingga seluruh massa beton dapat berfungsi sebagai benda yang utuh, homogen dan rapat, dimana agregat batuan yang berukuran kecil berfungsi sebagai pengisi celah yang ada diantara agregat batuan yang berbutir besar.

Karena agregat batuan merupakan bahan terbanyak didalam beton, maka semakin besar prosentase agregat batuan dalam campuran akan semakin murah harga beton, dengan syarat campuran masih cukup mudah dikerjakan untuk elemen struktur yang menggunakan beton tersebut (Nawy, 1985).

Gradasi yang baik menghasilkan kerapatan (*density*) maksimum dan porositas (*voids*) minimum. Dalam pelaksanaan ketidakseragaman gradasi ini akan mengakibatkan variasi yang sangat besar.

2.4.4 Modulus halus butir

Menurut Tjokrodimulyo, (1992), modulus halus butir (*fineness modulus*) ialah suatu indek yang dipakai untuk menjadi ukuran kehalusan atau kekasaran butir-butir agregat . Modulus halus butir (mhb) ini didefinisikan sebagai jumlah persen kumulatif dari butir-butir agregat yang tertinggal di atas suatu set ayakan dan kemudian dibagi seratus.

Semakin besar nilai modulus halus butir menunjukkan bahwa semakin besar butir-butirnya. Pada umumnya pasir mempunyai modulus halus butir antara 1,5 sampai 3,8 sedangkan kerikil memiliki modulus halus butir antara 5 sampai 8.

2.5 Berat jenis

Dalam ilmu teknologi beton dikenal jenis beton ringan. Beton ringan dapat dibuat dengan tiga (3) cara (Nevile, 1975), yaitu :

1. dengan pemakaian agregat ringan, misalnya agregat kasar yang ringan, agregat halus yang ringan atau keduanya,
2. dengan membuat gelembung-gelembung udara, yaitu dengan pemakaian bahan tertentu yang menyebabkan terjadinya gelembung udara kecil didalam beton,
3. dengan cara tanpa memakai pasir (beton non pasir), sehingga banyak terdapat rongga diantara butir-butir agregat kasar.

Beton ringan mempunyai berat jenis dibawah 2 gr/cm^2 , beton biasa mempunyai berat jenis $2,4 \text{ gr/cm}^2$. Secara kasar beton ringan ini menurut berat jenisnya dibagi 3 (tiga) kelompok (Nevile, 1975), yaitu :

1. beton ringan dengan berat jenis antara $0,3 - 0,8 \text{ gr/cm}^3$ yang biasa dipakai sebagai bahan isolasi,
2. beton ringan dengan berat jenis antara $0,8 - 1,4 \text{ gr/cm}^3$ yang dapat dipakai untuk struktur ringan,
3. beton ringan dengan berat jenis antara $1,4 - 2,0 \text{ gr/cm}^3$ yang dapat dipakai untuk struktur sedang.

Berat jenis beton ringan dalam pembuatannya dipengaruhi oleh berat jenis agregat batuannya.

2.6 Kuat tekan beton

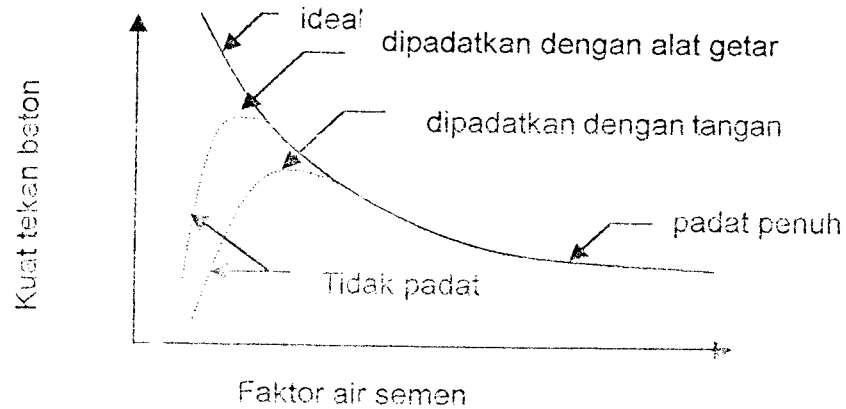
Kekuatan beton tidak lebih tinggi dari kekuatan agregatnya. Oleh karena itu sepanjang kuat tekan agregat lebih tinggi dari beton yang dibuat dari agregat tersebut masih dianggap cukup kuat, namun dalam kasus beton kuat tekan tinggi yang mengalami konsentrasi tegangan lokal, cenderung mempunyai tegangan lebih tinggi dari kekuatan seluruh beton, dalam hal ini kekuatan agregat menjadi kritis. Butir-butir yang lemah dan lunak perlu dibatasi nilai minimumnya juga ketahanan terhadap abrasi. Salah satu cara untuk menguji kekuatan agregat kasar adalah dengan alat uji derak Los Andeles, pada cara uji ini contoh butir-butir agregat

dimasukkan kedalam silinder logam, dengan bola-bola baja untuk memukul, kemudian silinder diputar sehingga butir-butir agregat tersebut bergesekan atau terpukul oleh bola-bola besi sehingga terjadi abrasi.

Prosentase jumlah agregat yang hancur selama pengujian merupakan ukuran dari sebagian sifat agregat, yaitu keuletan, kekerasan dan ketahanan aus yang diharapkan merupakan sifat yang langsung berhubungan dengan kuat tekan beton. Banyaknya butiran yang pecah pada akhir putaran ke -100 kali yang pertama dibandingkan dengan akhir putaran ke -500. Jika pada putaran ke -100 butiran yang pecah sudah lebih dari 20 %, maka dianggap pada akhir putaran ke -500 bagian butiran yang lunak sudah terlalu banyak (Tjokrodimulyo, 1992).

Menurut Salmon (1993), kuat tekan beton dipengaruhi oleh sejumlah faktor selain oleh perbandingan faktor air semen dan tingkat pematatannya, faktor-faktor tersebut antara lain :

1. jenis semen dan kualitasnya,
2. jenis dan bentuk permukaan agregat,
3. efisiensi perataan,
4. faktor umur,
5. mutu agregat.



Gambar 2.2 Hubungan fas dan kuat tekan silinder beton (Tjokrodimulyo,1992)

Dari gambar 2.2 terlihat bahwa nilai kuat tekan beton akan semakin besar bila nilai fas yang digunakan optimum serta dalam pematatannya dikerjakan dengan menggunakan alat getar.

Kekuatan tekan beton yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tertentu, dihitung dengan rumus:

$$f_c' = \frac{P}{A} \text{ (kg / cm}^2\text{)} \dots\dots\dots (2.1)$$

dengan : f_c' = kuat tekan beton (kg/cm²)

P = beban maksimum (kg)

A = luas penampang benda uji (cm²)

Untuk menghitung kuat tekan beton yang disyaratkan dipakai rumus sebagai berikut :

$$f_c'r = f_c' + M \dots\dots\dots (2.3)$$

$$M = k.s_d \dots\dots\dots (2.4)$$

dengan : M = nilai tambah (MPa)
 k = 1,64
 s_d = deviasi standar (MPa)

Akan tetapi jika pelaksanaan tidak memiliki hasil uji beton pada masa lalu dan hasil uji kurang dari 15 buah, maka untuk menghitung nilai karakteristik beton uji nilai margin dapat langsung diambil 12 MPa.

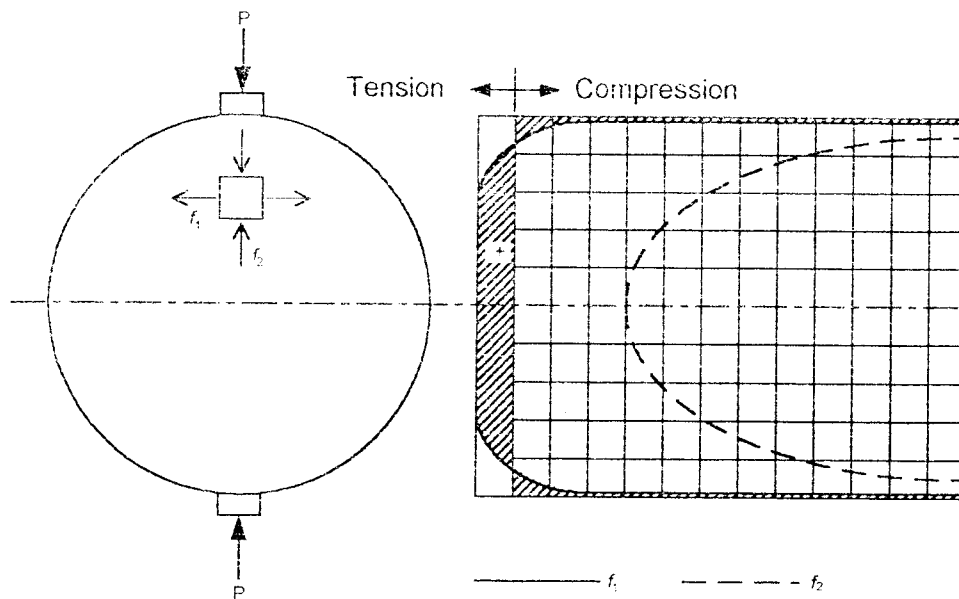
2.7 Kuat tarik beton

Kuat tekan dan tarik beton tidak berbanding lurus, setiap usaha perbaikan mutu kekuatan tekan hanya disertai peningkatan kecil nilai kuat tariknya. Suatu perkiraan kasar dapat dipakai, bahwa nilai kuat tarik bahan beton normal hanya berkisar antara 9% - 15% dari kuat tekannya. Kuat tarik bahan beton yang tepat sulit untuk diukur. Suatu nilai pendekatan yang umum dilakukan dengan menggunakan *modulus of rupture*, ialah tegangan tarik lentur beton yang timbul pada pengujian hancur balok beton polos (tanpa tulangan), sebagai pengukur kuat tarik sesuai teori elastisitas. Kuat tarik bahan beton juga ditentukan melalui pengujian *split cilinder* yang umumnya memberikan hasil yang lebih baik dan lebih mencerminkan kuat tarik yang sebenarnya. Nilai pendekatan yang diperoleh dari hasil pengujian berulang kali mencapai kekuatan 0,5 – 0,6 kali $\sqrt{f_c'}$, sehingga untuk beton normal digunakan nilai $0,57\sqrt{f_c'}$. Pengujian tersebut menggunakan benda uji silinder beton, diletakkan

pada arah memanjang diatas alat penguji kemudian beban tekan diberikan merata arah tegak dari atas pada seluruh panjang silinder. Apabila kuat tarik terlampaui, benda uji terbelah menjadi dua bagian dari ujung ke ujung. Tegangan tarik yang timbul sewaktu benda uji terbelah disebut sebagai split cylinder strength, diperhitungkan sebagai berikut :

$$f_t = \frac{2 \cdot P}{\pi \cdot l \cdot D} \dots\dots\dots (2.5)$$

- dengan : f_t = kuat tarik belah (N/m²)
- P = beban pada waktu belah (N)
- l = panjang benda uji silinder (m)
- D = diameter benda uji silinder (m)



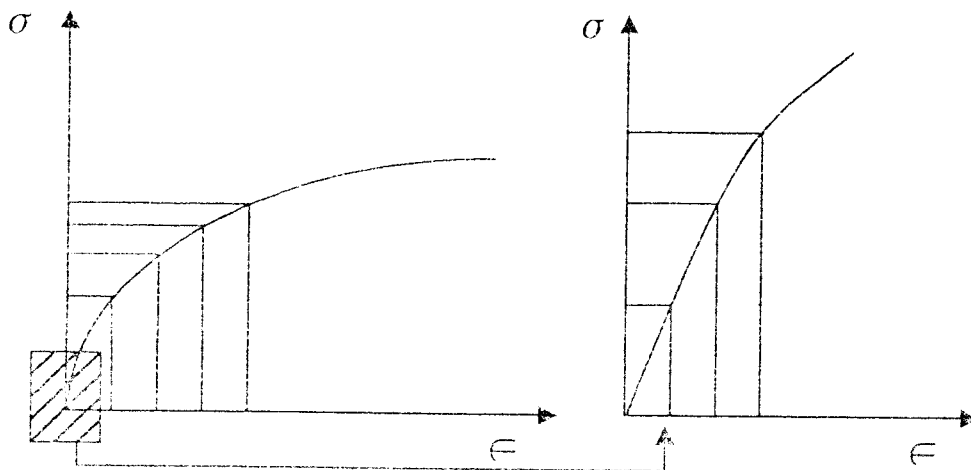
Gambar 2.3 Diagram distribusi tegangan pada "split cylinder test" untuk kuat tarik (R.Park and T.Paulay 1974)

Gambar 2.3 menunjukkan bahwa distribusi tegangan yang terjadi dalam pengujian lebih banyak didominasi oleh tegangan tarik sedangkan tegangan tekan yang terjadi sangat sedikit, sehingga pengujian split silinder dinamakan pengujian tarik.

2.8 Modulus elastis

Menurut Vis dan Kusuma (1995), modulus elastis atau modulus Young adalah sebuah konstanta bahan yang mempunyai nilai tertentu. Tiap bahan memiliki modulus elastis E tersendiri yang memberi gambaran mengenai perilaku bahan itu bila mengalami beban tarik atau beban tekan. Bila nilai E semakin kecil, maka akan semakin mudah bagi bahan tersebut untuk mengalami perpanjangan atau perpendekan. Grafik hubungan linier dan non linier tegangan dan regangan ditunjukkan oleh gambar 2.4 dan 2.5

Tegangan tidak selalu berbanding lurus dengan regangan. Seperti pada gambar 2.4, titik-titik yang dipetakan berturut-turut tidak terletak pada satu garis lurus sehingga tidak terdapat kesebandingan antara tegangan dan regangan. Bahan yang memiliki tegangan dan regangan seperti ini disebut elastis non linier. Bahan ini tidak mempunyai modulus elastis konstan, sedang pada gambar 2.5 menunjukkan kesebandingan tegangan dan regangan tetapi pada tegangan yang tinggi tidak linier lagi, ini diakibatkan oleh retak-retak yang menurunkan kekakuan.



Gambar 2.4 Hubungan non linier antara tegangan dan regangan

Gambar 2.5 Hubungan linier antara tegangan dan regangan pada nilai tegangan rendah

Modulus elastis beton berubah-ubah menurut kekuatan. Modulus elastisitas juga tergantung pada umur beton, sifat-sifat dari agregat dan semen, kecepatan pembebanan, jenis dan ukuran benda uji (Wang dan Salmon , 1985).

Modulus sekan pada 25% sampai 50% dari kuat tekan f_c' biasanya diambil sebagai modulus elastisitas. Selama bertahun-tahun modulus elastisitas didekati dengan harga $1000 f_c'$ oleh peraturan ACI , akan tetapi dengan penggunaan beton yang semakin maju pesat maka variabel kerapatan (*density*) perlu diikut sertakan. Sebagai suatu hasil dari analisa statistik atas data-data yang tersedia , maka rumus empiris yang diberikan oleh ACI-8.5.1 adalah

$$E_c = 0,043 W_c^{1,5} \sqrt{f_c'} \dots\dots\dots (2.6)$$

dengan : E_c = modulus elastis beton (MPa)

W_c = berat isi beton (kg/m^3)

f_c' = kuat tekan beton (MPa)

Persamaan (2.6) hanya berlaku untuk beton dengan berat isi berkisar 15 sampai 25 kN/m^3 . Sedang untuk beton dengan kepadatan normal dengan berat isi $\pm 25 \text{ kN/m}^3$ dapat digunakan nilai $E_c = 4700 \sqrt{f_c'}$.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Pengumpulan data

3.1.1 Material

Material yang digunakan dalam pembuatan beton adalah pasir sebagai agregat halus, kerikil sebagai agregat kasar, semen sebagai bahan ikat dan air yang membantu reaksi semen menjadi bahan ikat hidrolis. Material yang digunakan pada penelitian kali ini secara garis besar dibagi menjadi dua bagian yaitu material tetap dan material pembanding.

Material tetap adalah material yang digunakan pada setiap variasi campuran yang direncanakan. Material-material tersebut adalah pasir, semen dan air.

Material pembanding adalah material yang akan diuji bandingkan terhadap material yang lain, dalam hal ini adalah agregat kasar yang berupa kerikil. Penelitian kali ini akan membandingkan agregat kasar dari daerah Gunung Kidul terhadap agregat kasar dari kali Krasak yang sudah biasa digunakan dalam pembuatan beton.

Agregat kasar dari Gunung Kidul dalam penelitian ini diambil dua

jenis batuan. Menurut orang daerah setempat batuan pertama disebut dengan Watu Putih dan jenis kedua disebut dengan Watu Lintang.

3.1.2 Lokasi

Pengambilan agregat kasar yang berupa material Watu Putih dan Watu Lintang dilakukan di daerah Gunung Kidul, tepatnya di daerah Parang nDog. Material lain yang berupa agregat kasar serta pasir diambil dari daerah kaki Gunung Merapi tepatnya di daerah kali Krasak agak ke hulu. Semen merek Nusantara jenis I sangat sulit dicari dipasaran sehingga harus dibeli langsung dari gudang yang berada di stasiun kereta Lempuyangan.

Uji abrasi dilaksanakan di Laboratorium Rekayasa Jalan Raya FTSP UII, sedangkan penelitian bahan dan pengujian beton serta pengambilan air yang digunakan dalam penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik FTSP UII, yang terletak di jalan Kali Urang.

3.2 Perencanaan campuran

Tujuan dari perancangan campuran beton adalah untuk menentukan proporsi bahan-bahan penyusun beton agar tercapai keadaan yang sesuai dengan persyaratan berikut :

1. kekuatan desak yang sesuai dengan yang ditentukan oleh perencana konstruksi,
2. kelecakan (*workability*) yang cukup sehingga pengangkutan, penuangan dan pemadatan beton dapat dilakukan dengan baik,
3. keawetan (*durability*) yang memadai dan pada umumnya keawetan beton banyak ditentukan oleh faktor air semen,
4. penyelesaian (*finishsing*) beton yang baik.

Metode perancangan campuran beton yang digunakan sebagai dasar perhitungan campuran beton ada beberapa macam. Metode tersebut antara lain : metode ACI, metode Dreux, metode DOE dan metode Road Note No. 4. Penggunaan metode perancangan campuran beton pada penelitian ini menggunakan metode ACI, hal ini karena metode tersebut paling banyak digunakan dilapangan lebih mudah dikerjakan dan ekonomis.

3.2.1 Metode ACI (American Concrete Institute)

American Concrete Institute menyarankan suatu cara perancangan campuran yang memperlihatkan nilai ekonomis, bahan yang tersedia, kemudahan pengerjangan, keawetan serta kekuatan yang diinginkan. Dengan metode ACI didapatkan kenyataan bahwa pada ukuran agregat maksimum tertentu dan jumlah air per meter kubik adukan menentukan tingkat kekentalan (*slump*) adukan tersebut.

Secara garis besar urutan langkah perancangan dengan cara ACI ialah sebagai berikut :

1. menghitung kuat desak rata-rata berdasar kuat desak yang disyaratkan dan nilai margin dengan rumus dibawah ini :

$$f_{cr} = f_c + m$$

dengan :

$$f_{cr} = \text{kuat desak rata-rata, kg/cm}^2$$

$$f_c = \text{kuat desak yang disyaratkan, kg/cm}^2$$

$$m = \text{nilai margin, kg/cm}^2$$

$$= 1,64 \cdot sd$$

$$sd = \text{deviasi standar (lihat tabel 3.1)}$$

Tabel 3.1 Nilai deviasi standar (kg/cm²)

Volume pekerjaan (m ³)		Mutu pelaksanaan		
		Baik Sekali	Baik	Cukup
Kecil	< 1000	45<sd≤55	55<sd≤65	65<sd≤85
Sedang	1000 – 3000	35<sd≤45	45<sd≤55	55<sd≤75
Besar	>1000	25<sd≤35	35<sd≤45	45<sd≤65

Sumber : Teknologi Beton, Kardiyono Tjokrodimulyo, 1992

2. menetapkan faktor air semen berdasarkan kuat tekan rata-rata pada umur yang dikehendaki (lihat tabel 3.3) menetapkan faktor air semen berdasarkan keawetannya

Tabel 3.2 Faktor air semen maksimum

Kondisi	FAS
● beton didalam ruangan bangunan	
a. keadaan keliling non korosif	0,60
b. keadaan keliling korosif, disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	0,52
● beton diluar ruangan bangunan	
a. tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	0,60
b. terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	0,60
● Beton yang masuk kedalam tanah	
a. mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	0,55
b. mendapat pengaruh sulfat alkali dari tanah atau air tanah	0,52
● beton yang kontinyu berhubungan dengan air	
a. air tawar	0,57
b. air laut	0,52

Sumber : Teknologi Beton, Kardiyono Tjokrodimulyo, 1992

- berdasarkan jenis struktur dan kondisi lingkungan (lihat tabel 3.2). Dari dua hasil tersebut dipilih yang paling rendah,
3. menentukan nilai slump dan ukuran maksimum agregat berdasarkan jenis strukturnya (lihat tabel 3.4 dan 3.5),
 4. menetapkan jumlah air yang diperlukan, berdasarkan ukuran maksimum agregat dan nilai slump (lihat tabel 3.6),

Tabel 3.3 Hubungan faktor air semen dan kuat tekan silinder beton pada umur 28 hari

Faktor Air Semen	Perkiraan kuat tekan (Mpa)
0,35	42
0,44	35
0,53	28
0,62	22,4
0,71	17,5
0,80	14

Sumber : Teknologi Beton, Kardiyono Tjokrodimulyo, 1992

5. menghitung semen yang dibutuhkan, berdasarkan hasil langkah (2) dan (4) diatas,

Tabel 3.4 Nilai slump (cm)

Pemakaian beton	Maks	min.
● dinding, pelat pondasi dan pondasi telapak bertulang	12,50	5,00
● pondasi telapak tidak bertulang, kaison dan strutur dibawah tanah	9,00	2,50
● pelat, balok, kolom dan dinding	15,00	7,50
● pengerasan jalan	7,50	5,00
● pembetonan masal	7,50	2,50

Sumber : Teknologi Beton, Kardiyono Tjokrodimulyo, 1992

6. menetapkan volume agregat kasar yang diperlukan per satuan volume beton berdasarkan ukuran maksimum agregat dan nilai modulus kehalusan agregat halus nya (lihat tabel 3.7),

Tabel 3.5 Ukuran maksimum agregat (mm)

Dimensi minimum (mm)	Balok/kolom	Pelat
62,50	12,50	20,00
150,00	40,00	40,00
300,00	40,00	80,00
750,00	80,00	80,00

Sumber : Teknologi Beton, Kardiyono Tjokrodimulyo, 1992

7. menghitung volume agregat halus yang diperlukan, berdasarkan jumlah volume air, semen dan agregat kasar yang diperlukan serta udara yang terperangkap dalam adukan (dari tabel 3.6), dengan cara hitungan volume absolut sebagai berikut :

$$\text{Volume agregat halus} = 1 - (V_a + V_k + V_s + V_u)$$

V_a = Volume air

V_k = Volume kerikil

V_s = Volume semen

V_u = Volume udara

Tabel 3.6 Perkiraan kebutuhan air berdasarkan nilai slump dan ukuran maksimum agregat, (liter)

Slump,mm	Ukuran maksimum agregat,mm		
	10	20	40
25 – 50	206	182	162
75 – 100	226	203	177
150 – 175	240	212	188
Udara terperangkap	3%	2%	1%

Sumber : Teknologi Beton, Kardiyono Tjokrodimulyo, 1992

Tabel 3.7 Perkiraan kebutuhan agregat kasar per m^3 beton, berdasarkan ukuran maksimum agregat dan modulus halus pasirnya (m^3)

Ukuran maksimum agregat (mm)	Modulus halus butir pasir			
	2,40	2,60	2,80	3,00
10	0,46	0,44	0,42	0,40
20	0,65	0,63	0,61	0,59
40	0,76	0,74	0,72	0,70
80	0,84	0,82	0,80	0,78
150	0,90	0,88	0,86	0,84

Sumber : Teknologi Beton, Kardiyono Tjokrodimulyo, 1992

3.3 Persiapan Peralatan

Peralatan yang akan digunakan harus terlebih dahulu dipersiapkan agar dalam pelaksanaan dapat berjalan dengan lancar. Pembuatan benda uji pada penelitian ini menggunakan peralatan milik Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini seperti yang tercantum dalam tabel 3.8.

Tabel 3.8 Daftar peralatan

No	Alat	Kegunaan
1	Ayakan	Menyaring agregat
2	Bak penampung	Menampung beton segar
3	Cetakan silinder	Cetakan benda uji silinder
4	Gelas ukur	Menakar air
5	Kerucut Abrams	Pengujian Slump
6	Mesin Siever	Pengayak mekanis

Lanjutan **tabel 3.8**

No	Alat	Kegunaan
7	Mesin uji desak	Tes desak dan tarik
8	Mesin Los Angeles	Tes abrasi split
9	Mixer	Pencampur adukan beton
10	Sekop / cangkul	Mengaduk agregat
11	Talam agregat	Wadah agregat
12	Tongkat penumbuk	Memadatkan beton
13	Timbangan	Menimbang bahan

3.4 Pembuatan benda uji

3.4.1 Agregat kasar batuan

Pembuatan agregat kasar batuan dilakukan dengan memecah batuan menjadi ukuran yang telah ditentukan dengan diameter maksimum 2 cm. Hal ini dilakukan karena batuan yang dipesan masih terlalu besar, jenis batuan yang akan diteliti yaitu :

1. batuan Gunung Kidul I (Watu Putih),
2. batuan Gunung Kidul II (Watu Lintang),
3. batuan kali Krasak.

3.3.2 Beton

Pembuatan campuran beton yang telah direncanakan dilakukan dalam lima variasi yang berbeda. Perbedaan variasi tersebut terdapat pada pemakaian agregat kasar sebagai berikut :

1. variasi I dengan agregat kasar 100% dari kali Krasak,
2. variasi II dengan agregat kasar 100% dari Watu Putih,
3. variasi III dengan agregat kasar 100% dari Watu Lintang,
4. variasi IV dengan agregat kasar campuran 50% dari kali Krasak dan 50% dari Watu Putih dan
5. variasi IV dengan agregat kasar campuran 50% dari kali Krasak dan 50% dari Watu Lintang.

3.5 Pengujian laboratorium

3.5.1 Pengujian material

Pengujian material yang berupa pasir dan batu pecah terlebih dahulu dilakukan penelitian terhadap kadar lumpur, berat jenis, dan modulus halus butiran pasir, sedangkan untuk batu pecah dilakukan pengujian abrasi menggunakan mesin Los Angeles Test.

3.5.2 Pengujian beton

Pengujian beton yang meliputi uji tarik dan uji desak beserta pembacaan perpendekan, dilakukan setelah beton diadakan perawatan dan berumur 28 hari.

BAB IV

PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Tinjauan umum

Penelitian yang dilakukan adalah penelitian laboratorium dengan membuat benda uji silinder beton dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm sebanyak 15 buah untuk masing-masing variasi. Pembuatan adukan beton untuk benda uji direncanakan dengan metode ACI (American Concrete Institute) sebagai dasar pembuatan mix design. Mutu beton yang direncanakan memiliki kuat desak $f'c = 40$ Mpa.

Tahapan pelaksanaan penelitian ini meliputi tahapan persiapan bahan dan alat, pemeriksaan material, perhitungan campuran beton dan pembuatan benda uji. Langkah selanjutnya dilakukan perawatan benda uji serta pengujian kuat desak dan kuat tarik beton.

4.2 Persiapan penelitian

Bahan-bahan yang akan digunakan harus terlebih dahulu dipersiapkan agar dalam pelaksanaan dapat berjalan dengan lancar. Pengujian pada penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Bahan

Konstruksi Teknik dan Laboratorium Rekayasa Jalan Raya Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. pasir : asal kali Krasak, Yogyakarta,
2. batu pecah : asal kali Krasak dan Gunung Kidul, Yogyakarta,
3. semen : tipe I merek Nusantara,
4. air : asal Laboratorium B.K.T. F.T.S.P. U.I.I.

Dari penelitian awal terhadap bahan-bahan tersebut didapatkan data sebagai berikut :

1. agregat halus

Tabel 4.1 Hasil analisa butiran halus

Diameter saringan (mm)	Berat tertahan (gram)		Berat tertahan (%)		Berat tertahan kumulatif (%)	
	I	II	I	II	I	II
4,75	76,7	59,7	3,995	2,985	3,995	2,985
2,36	149,3	125	7,776	6,250	11,771	9,235
1,18	296,5	276,5	15,443	13,825	27,214	23,060
0,60	505,5	522,5	26,328	26,125	53,542	49,185
0,30	404,5	448,5	21,068	22,425	74,610	71,610
0,15	271,5	315,5	14,141	15,775	88,751	87,385
Pan	213,5	247,5	11,120	12,375	-	-
Jumlah % kumulatif berat tertahan					259,883	243,460

a. berat jenis kering tusuk = $1,733 \text{ t/m}^3$

b. berat jenis (keadaan SSD) = $2,323 \text{ t/m}^3$

c. hasil analisa butiran halus dapat dilihat pada tabel 4.1

$$\begin{aligned} \text{jumlah rata-rata} &= (259,883 + 243,460) : 2 \\ &= 251,672 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{modulus halus butir (MHB)} &= (251,672 \times 100) \times 100\% \\ &= 2,517 \end{aligned}$$

2. agregat Kasar

Tabel 4.2 Karakteristik agregat kasar

	Berat jenis (t/m ³)	Berat satuan (t/m ³)	Diameter maksimum (mm)	Abrasi (%)
Krasak	2,388	1,373	20	53,16
Watu Putih	2,374	-	20	26,60
Watu Lintang	2,595	-	20	69,98

4.3 Perhitungan campuran beton

Perhitungan campuran beton ini didasarkan pada data bahan susun beton yang telah diteliti sebelumnya sebagai berikut :

1. kuat tekan rencana (f'c) = 40 Mpa
2. diameter maksimum agregat kasar = 20 mm
3. modulus halus butir pasir = 2,517
4. berat jenis pasir = 2,323 t/m³
5. berat jenis split kali Krasak = 2,388 t/m³
6. berat jenis split Watu Putih = 2,734 t/m³
7. berat jenis split Watu Lintang = 2,595 t/m³
8. berat jenis kering tusuk split kali Krasak = 1,373 t/m³
9. berat jenis semen = 3,15 t/m³

Perhitungan campuran beton dengan metode ACI adalah sebagai berikut :

1. menghitung kuat desak rata-rata

a) menghitung nilai margin (m)

nilai margin tergantung dari tingkat pengawasan mutu dan volume pekerjaannya. Nilai margin ialah $m = 1,64 \cdot sd$ dengan sd ialah nilai deviasi standar yang diambil dari tabel 3.2 berdasarkan tabel 3.2 untuk volume pekerjaan lebih kecil dari $1000m^3$ dan mutu pelaksanaan baik didapat nilai $sd = 60 \text{ kg/cm}^2$

$$\begin{aligned} m &= 1,64 \cdot 60 \\ &= 98,40 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

b) menghitung kuat desak rata-rata

$$\begin{aligned} f'_{cr} \text{ silinder} &= f'_c + m \\ &= 400 + 98,40 \\ &= 498,40 \text{ kg/cm}^2 \\ &= 49,840 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

2. menghitung faktor air semen (FAS)

berdasarkan tabel 3.3 untuk $f'_{cr} \text{ silinder} = 49,84 \text{ Mpa}$ didapat FAS = 0,35, berdasarkan tabel 3.1 beton yang terlindung dari hujan dan terik matahari langsung didapat FAS = 0,60, dari kedua nilai FAS diatas dipakai nilai FAS terendah yaitu 0,35,

3. menetapkan nilai slump

dari tabel 3.4 didapat nilai slump minimum dan maksimum yang masing-masing adalah 7,5 cm dan 15 cm,

4. menetapkan kebutuhan air

dari tabel 3.6 untuk nilai slump 7,5 – 10 cm dan agregat maksimum 20 mm didapat

kebutuhan air = 203 liter

udara terperangkap = 2 %

5. menghitung kebutuhan semen

$$\begin{aligned} \text{a). } \textit{berat semen} &= \frac{\textit{berat air}}{\textit{fas}} \\ &= \frac{203}{0.35} \\ &= 508 \textit{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b). } \textit{volume semen} &= \frac{\textit{berat semen}}{\textit{bj semen}} \\ &= \frac{0.58}{3.15} \\ &= 0.18 \textit{ m}^3 \end{aligned}$$

6. menghitung berat agregat kasar

berdasarkan tabel 3.7 dicari mhb pasir dengan diameter agregat maksimum 20 mm sehingga didapat volume agregat kasar = 0,6383 m³.

$$\begin{aligned} \text{berat agregat kasar} &= \text{volume agregat kasar} \times \text{bj kering tusuk} \\ &= 0,6383 \times 1,373 \\ &= 0,8764 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{volume agregat kasar} &= \frac{\text{berat kerikil}}{\text{bj kerikil}} \quad m^3 \\
 &= \frac{0,8764}{2,388} \\
 &= 0,367 \quad m^3
 \end{aligned}$$

7. menghitung berat agregat halus

$$\begin{aligned}
 V_p &= 1 - (V_s + V_k + V_a + V_u) \quad m^3 \\
 &= 1 - (0,18 + 0,3670 + 0,203 + 0,02) \\
 &= 0,23 \quad m^3 \\
 \text{berat pasir} &= (V_p \times \text{bj pasir}) \quad \text{ton} \\
 &= 0,23 \times 2,323 \\
 &= 0,53 \quad \text{ton}
 \end{aligned}$$

kebutuhan benda uji dalam $1m^3$ beton adalah :

$$\begin{aligned}
 \text{semen} &= 580 \quad \text{kg} \\
 \text{pasir} &= 530 \quad \text{kg} \\
 \text{kerikil} &= 876,386 \quad \text{kg} \\
 \text{air} &= 203 \quad \text{liter}
 \end{aligned}$$

benda uji :

silinder $\frac{1}{4} \pi 15 \text{ cm}^2 \times 30 \text{ cm}$

$$\begin{aligned}
 \text{volume} &= 5301,4376 \quad \text{cm}^3 \\
 &= 5,301 \cdot 10^{-3} \quad m^3 \\
 \text{jumlah volume 15 buah} &= 15 \times 5,301 \cdot 10^{-3} \\
 &= 0,079515 \quad m^3
 \end{aligned}$$

kebutuhan material untuk benda uji :

semen	=	$0,079515 \times 1,1 \times 580$	=	50,73	kg
air	=	$0,079515 \times 1,1 \times 203$	=	17,7557	lt
pasir	=	$0,079515 \times 1,1 \times 530$	=	46,36	kg
split	=	$0,079515 \times 1,1 \times 876,386$	=	69,6858	kg

Komposisi masing-masing variasi

- Variasi A : menggunakan agregat kasar dari kali krasak,
- Variasi B : menggunakan agregat kasar Watu Putih, dengan menggunakan dasar perbandingan volume sesuai dengan agregat kasar dari kali Krasak,
- Variasi C : menggunakan agregat kasar Watu Lintang, dengan menggunakan dasar perbandingan volume sesuai dengan agregat kasar dari kali Krasak,
- Variasi D : menggunakan agregat kasar Watu Putih sebanyak 50% dan agregat kasar kali Krasak sebanyak 50%, dengan menggunakan dasar perbandingan volume sesuai dengan agregat kasar dari kali Krasak,
- Variasi E : menggunakan agregat kasar Watu Lintang sebanyak 50% dan agregat kasar kali Krasak sebanyak 50%, dengan menggunakan dasar perbandingan volume sesuai dengan agregat kasar dari kali Krasak.

Sehingga didapat kebutuhan material seperti terlihat dalam tabel berikut ini :

Tabel 4.3 Kebutuhan material masing-masing variasi 15 silinder beton

	Variasi	Variasi	Variasi	Variasi D		Variasi E	
	A	B	C	Batuan Krasak	Watu Putih	Batuan Krasak	Watu Lintang
Kerikil(kg)	69,6858	69,277	75,726	34,843	34,639	34,843	37,863
Pasir (kg)	46,36	46,36	46,36	46,36		46,36	
Semen(kg)	50,73	50,73	50,73	50,73		50,73	
Air (liter)	17,756	17,756	17,756	17,756		17,756	

Sehingga kebutuhan total material :

Semen	:	253,65	kg
Pasir	:	231,8	kg
Air	:	83,7785	liter
Kerikil Krasak	:	139,3716	kg
Watu Putih	:	103,9155	kg
Watu Lintang	:	113,5890	kg

4.4 Hasil penelitian

Setelah seluruh rangkaian pengujian, didapatkan data yang diperlukan. Dari data yang diperoleh tersebut diadakan analisis dan pembahasan yang akan dikemukakan disini meliputi berat jenis beton, kuat desak beton dan kuat tarik beton serta modulus elastis beton.

Dari pelaksanaan pengujian sebagaimana tercantum dalam sub bab sebelumnya dengan lima variasi benda uji, maka hasil pengukuran yang dilaksanakan dapat dilihat pada tabel 4.4 sampai dengan 4.6.



Tabel 4.4 Karakteristik masing-masing variasi

Variasi	Tinggi Rata-rata	Diameter Rata-rata	Volume Rata-rata	Berat Rata-rata	Bj Rata-rata
A	30,09	15,00	5322,68	12,08	2,271
B	30,08	14,98	5300,97	12,20	2,301
C	30,18	15,00	5335,68	12,65	2,370
D	30,12	14,99	5316,63	12,18	2,291
E	30,25	15,00	5349,06	12,38	2,314

Perhitungan tabel 4.4

$$\text{Tinggi rata-rata} = L$$

$$\text{Diameter rata-rata} = D$$

$$\text{Berat} = W$$

$$BJ = \frac{W}{\left(\frac{1}{4} \pi D^2\right)L}$$

$$BJ \text{ rata-rata} = \frac{\sum BJ}{N}$$

Tabel 4.5 Hasil pengujian kuat desak dan tarik beton masing-masing variasi

Variasi	A	B	C	D	E
fc' (N/mm ²)	45,597	43,632	26,284	45,919	35,603
ft (N/mm ²)	2,845	3,083	2,043	2,974	2,355

$$ft = \frac{2}{\pi} \frac{P}{LD}$$

$$ft \text{ rata-rata} = \frac{\sum ft}{N} = \frac{19,917}{7} = 2,845$$

Perhitungan tabel 4.6

$$Ec = 0,043Wc^{1,5} \sqrt{fc'}$$

Tabel 4.6 Modulus elastisitas dengan menggunakan rumus empiris pada masing-masing variasi

Variasi	f_c' (N/mm ²)	w_c (kg/m ³)	E_c (N/mm ²)
A	45,597	2265	31299,61
B	43,632	2304	31411,94
C	26,284	2366	25370,92
D	45,919	2282	31764,21
E	35,603	2314	28559,91

dengan : E_c = modulus elastis beton (Mpa)

w_c = berat isi beton (kg/m³)

f_c' = kuat tekan beton (Mpa)

Sesuai dengan teori elastisitas, pada umumnya kemiringan kurva pada tahap awal menggambarkan nilai modulus elastisitas bahan, untuk tujuan praktis grafik regangan tegangan beton pada bagian awal sampai sekitar 40 % dari f_c' umumnya dapat dianggap linier, sesudah mendekati 70 % dari f_c' , tegangan mulai hancur materialnya banyak kehilangan kekakuannya sehingga menambah ketidak linieran grafik.

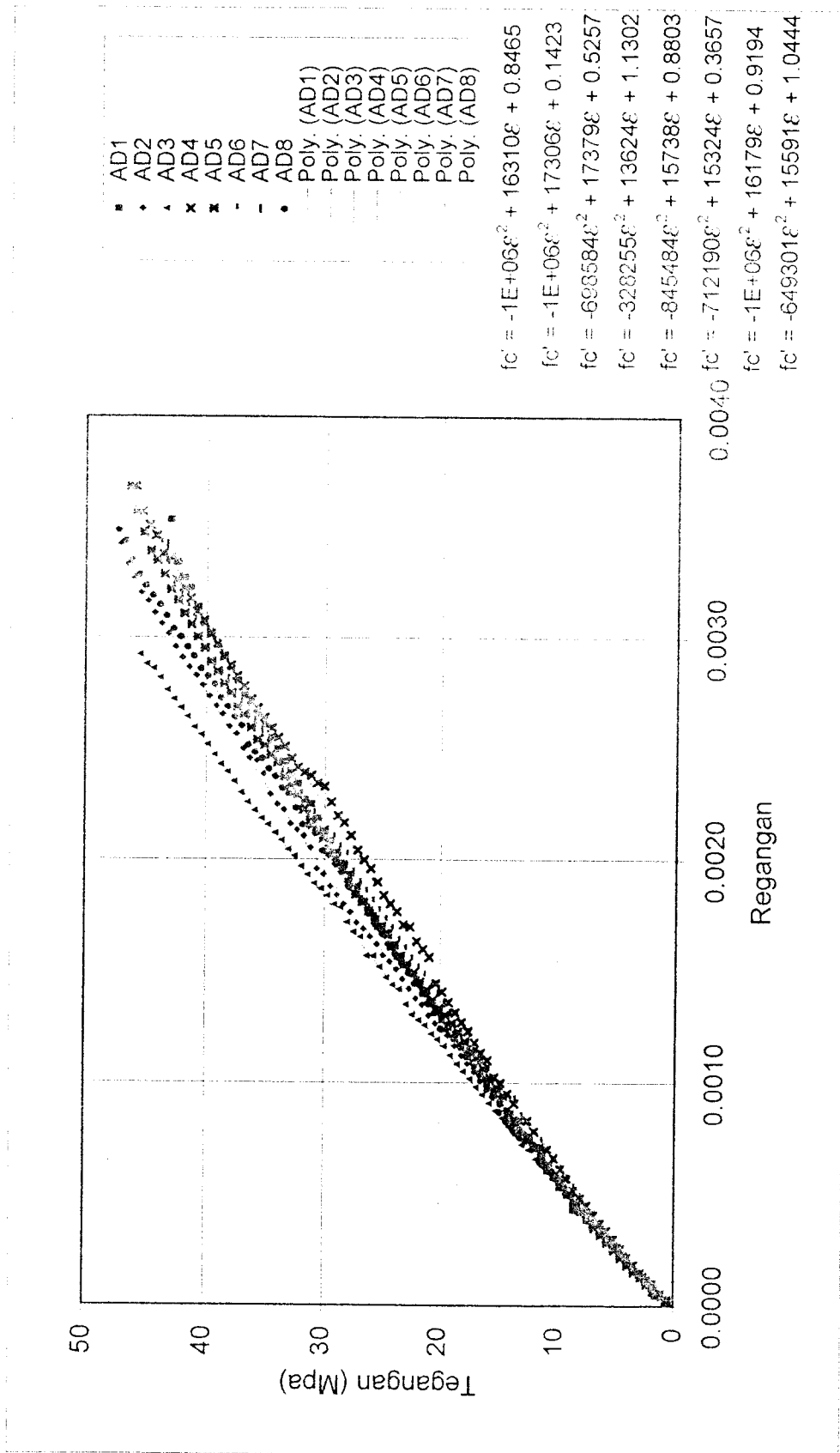
$$\sigma = \frac{\text{beban}}{\text{luas}} \text{ (Mpa)}$$

$$\varepsilon = \frac{\delta L}{H_0}$$

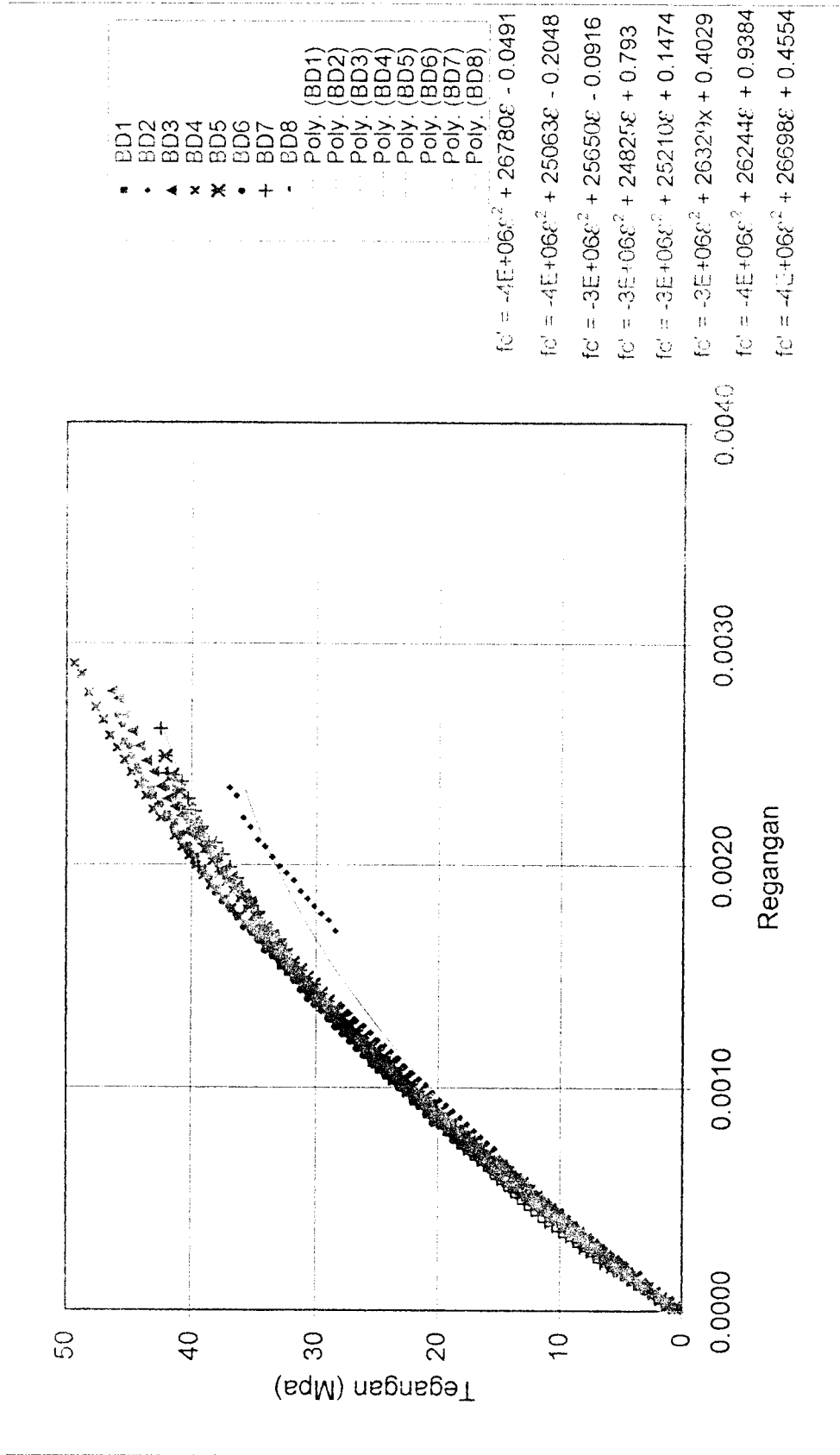
dengan H_0 = tinggi benda uji awal (mm)

δL = perpendekan benda uji (mm)

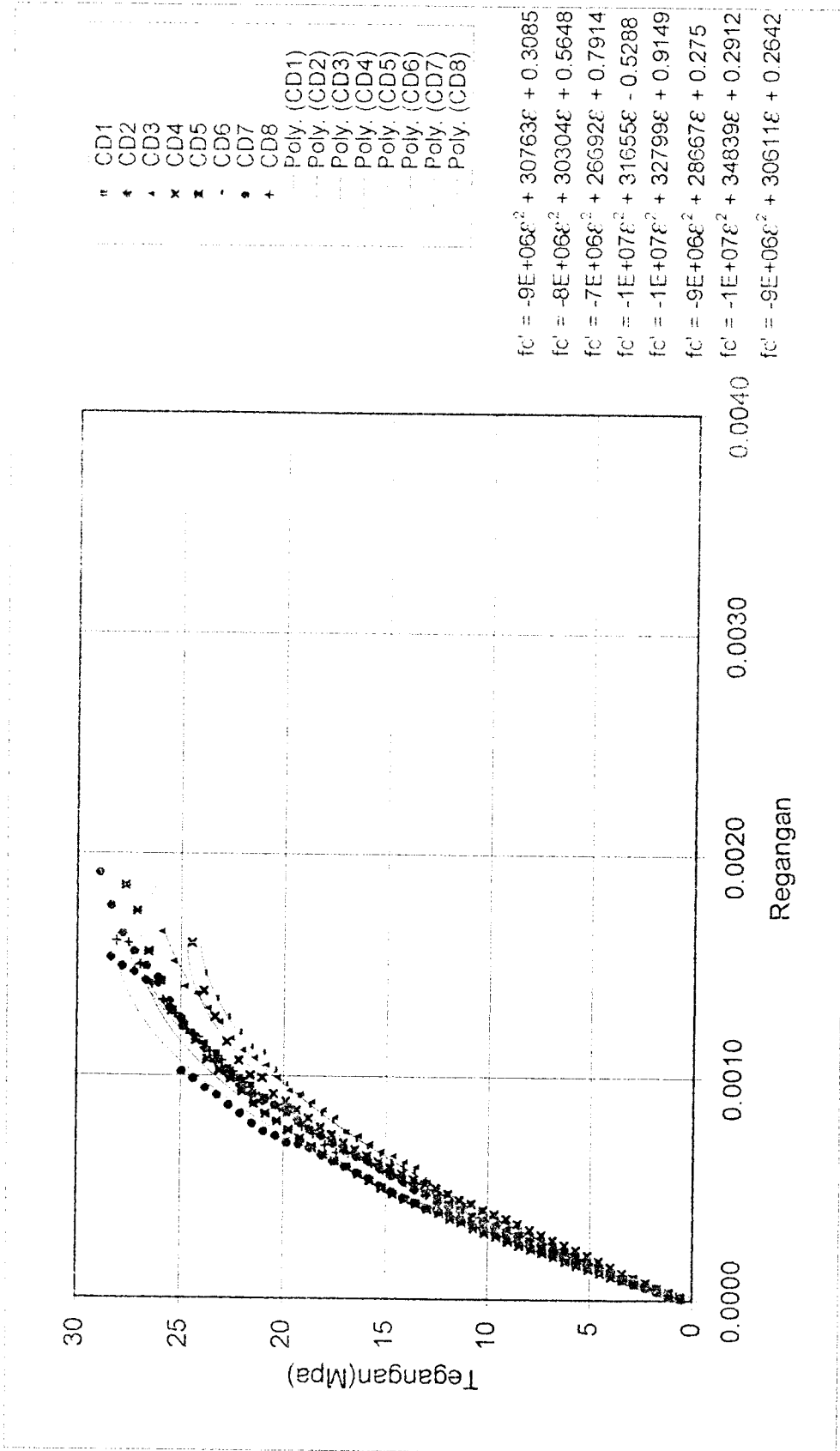
adapun grafik regangan tegangan beton umur 28 hari dari hasil penelitian yang telah dilaksanakan dapat dilihat pada gambar 4.1 sampai dengan 4.5



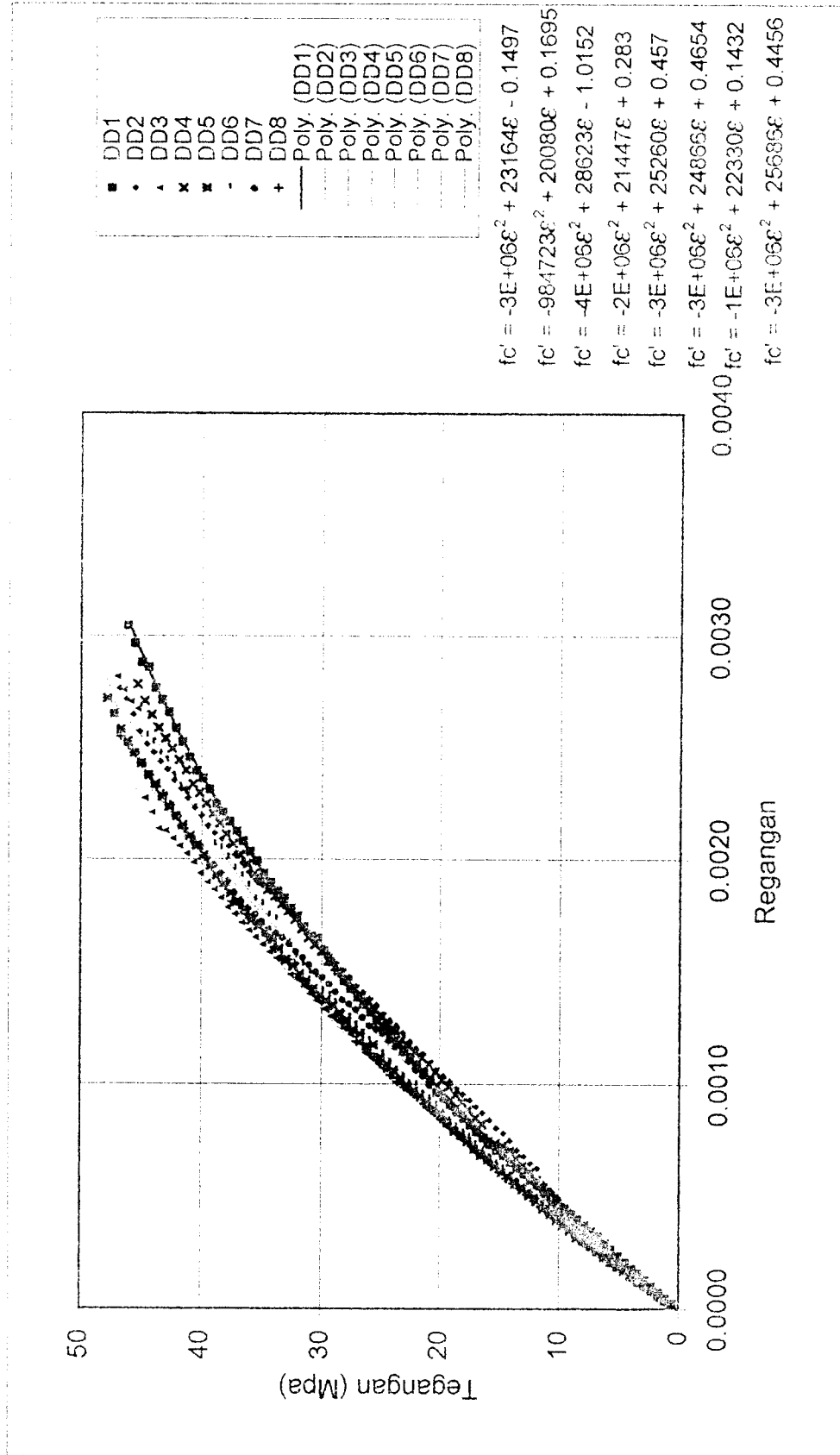
Gambar 4.1 Grafik tegangan - regangan variasi A



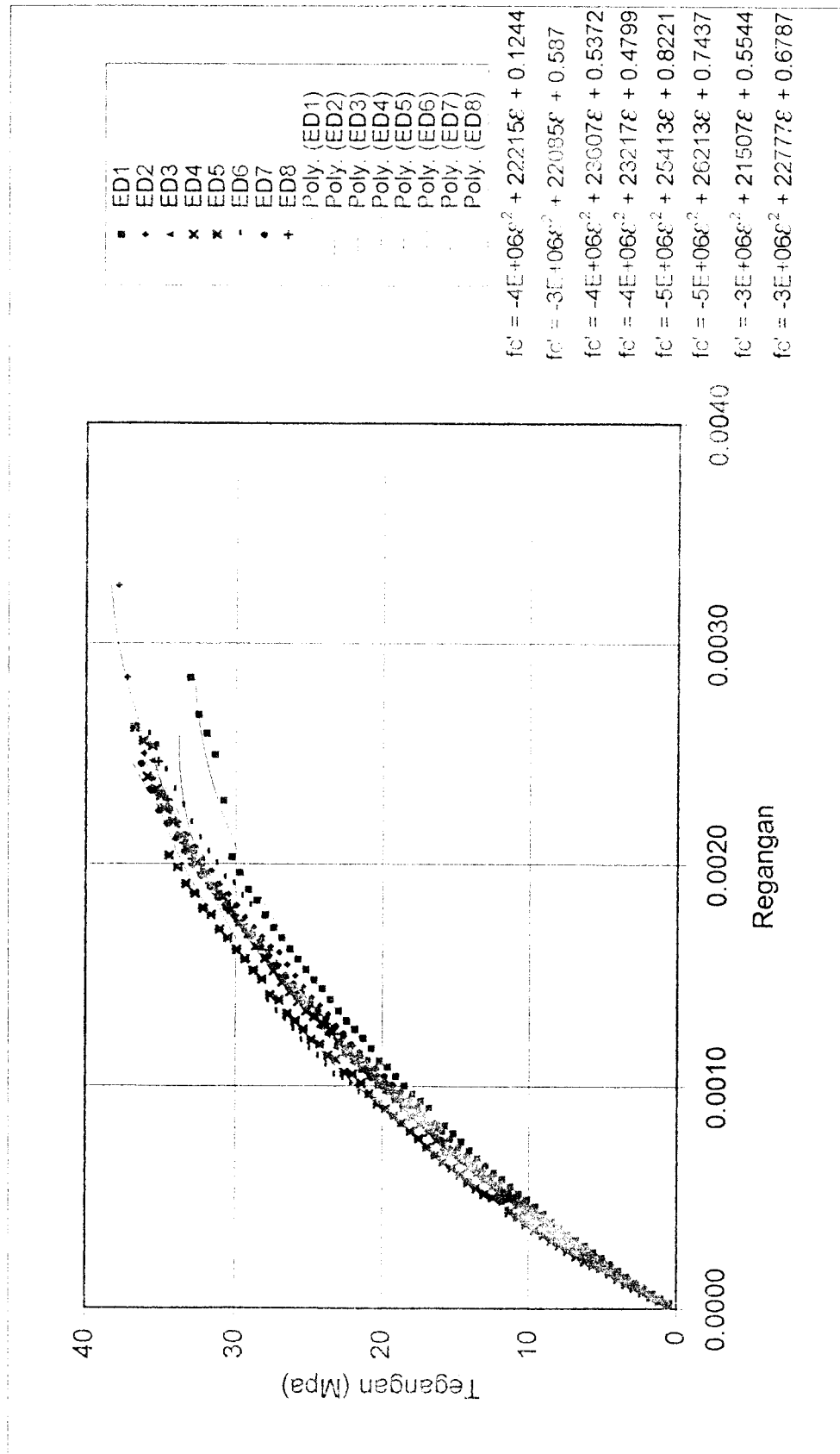
Gambar 4.2 Grafik tegangan - regangan variasi B



Gambar 4.3 Grafik tegangan - regangan variasi C



Gambar 4.4 Grafik tegangan - regangan variasi D

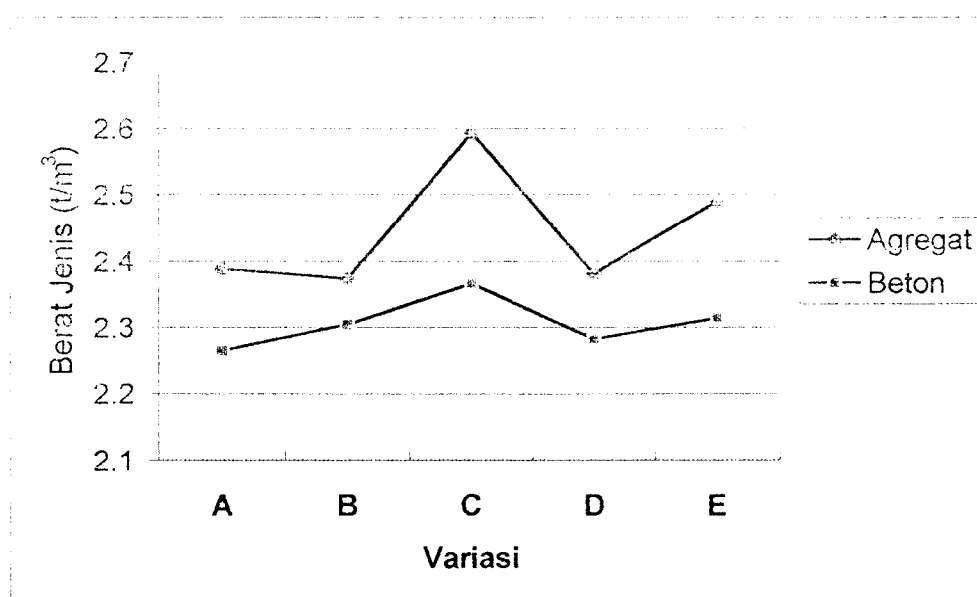


Gambar 4.5 Grafik tegangan - regangan variasi E

4.5 Pembahasan

4.5.1 Berat jenis beton

Berat jenis beton sangat dipengaruhi oleh berat jenis bahan-bahan penyusunnya. Sehingga bila bahan penyusunnya memiliki berat jenis yang besar maka berat jenis beton tersebut akan memiliki berat jenis yang besar juga demikian juga sebaliknya.



Gambar 4.6 Grafik perbandingan berat jenis agregat kasar dengan beton

Pada gambar 4.6 terlihat hubungan berat jenis beton yang dibuat dengan masing-masing berat jenis batuan pembuatnya untuk masing-masing variasi, dan terlihat pola garis yang menggambarkan berat jenis beton dan agregat kasar pada masing-masing variasi, dari pola garis tersebut tampak hubungan yang signifikan antara berat jenis beton dan berat jenis batuan yang menjadi agregat kasar pembentuknya. Dalam

penelitian ini digunakan tiga jenis agregat kasar, masing-masing memiliki berat jenis yang berbeda seperti terlihat dalam tabel 4.2 yaitu batuan dari kali Krasak memiliki berat jenis $2,388 \text{ t/m}^3$, batuan Watu Putih memiliki berat jenis $2,374 \text{ t/m}^3$ sedangkan batuan Watu Lintang memiliki berat jenis terbesar yaitu $2,595 \text{ t/m}^3$, sedangkan pada variasi D dan E jika diambil rata-rata maka akan diperoleh berat jenis masing-masing $2,381 \text{ t/m}^3$ untuk variasi D dan untuk variasi E adalah $2,4915 \text{ t/m}^3$. Beton yang dihasilkan dari penelitian ini memiliki berat jenis normal.

4.5.2 Kuat tekan beton

Secara teoritis kuat tekan atau desak suatu beton dipengaruhi oleh komposisi dan kekuatan dari bahan-bahan penyusunnya.

Hasil pengujian kuat desak beton pada variasi A atau beton dengan menggunakan agregat kasar 100% dari batuan kali Krasak, mempunyai nilai kuat desak rata-rata $45,597 \text{ Mpa}$. Kuat desak dari hasil pengujian variasi A ini nantinya akan dijadikan pembanding terhadap kuat desak beton variasi yang lain.

Selain kuat desak yang telah didapatkan dari hasil pengujian, dalam penelitian ini juga diperlihatkan nilai abrasi menggunakan mesin Los Angeles. Untuk batuan kali Krasak memiliki nilai abrasi $53,16 \%$, batuan Watu Putih memiliki nilai abrasi $26,60 \%$, sedangkan batuan Watu Lintang memiliki nilai abrasi $69,98 \%$. Dari nilai yang terlihat tersebut,

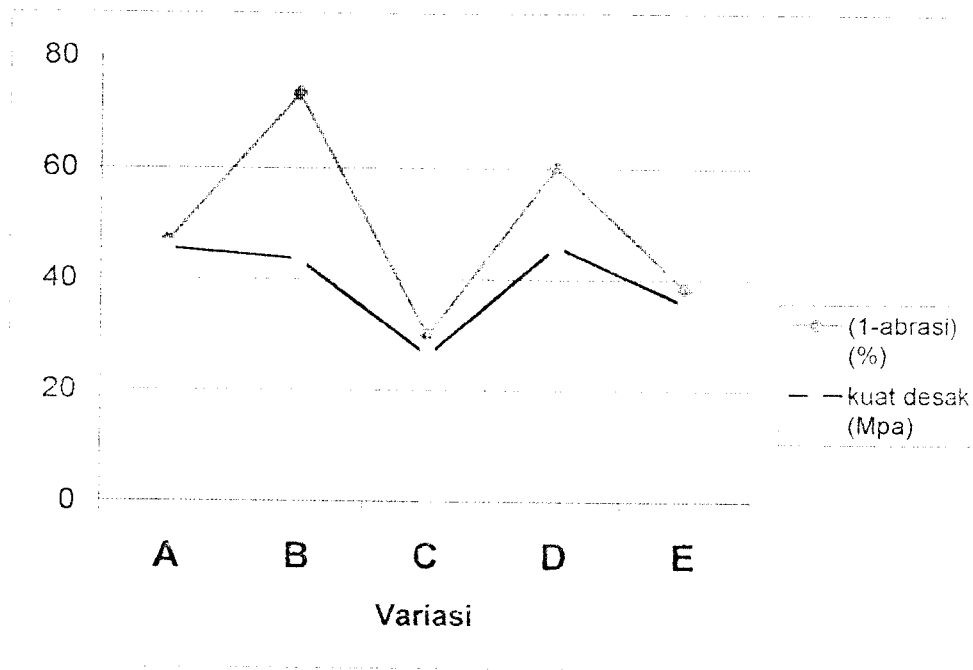
hanya Batu Putih saja yang dianggap layak, karena batuan yang layak digunakan untuk kuat beton diatas 20 Mpa harus memiliki nilai abrasi dibawah 27% sesuai dengan persyaratan menurut Standar Bidang Pekerjaan Umum.

Nilai abrasi sebenarnya memang belum dapat menjadi tolok ukur sepenuhnya untuk menilai kekerasan sebuah batuan yang digunakan dalam pembuatan beton, akan tetapi kemungkinan dapat menjadi nilai pendekatan untuk kekerasan batuan dimaksud. Nilai abrasi yang tercantum pada alenia sebelumnya menunjukkan prosentase yang hancur atau menunjukkan nilai "lemah" dari batuan tersebut sehingga nilai "kuat" dari batuan tersebut adalah = $100\% - \text{abrasi}$.

Tabel 4.7 Perbandingan nilai abrasi batuan dengan kuat desak beton pada masing-masing variasi.

Variasi	A	B	C	D	E
Abrasi (%)	53,16	26,60	69,98	34,88	61,57
1 – abrasi (%)	46,84	73,40	30,02	65,12	38,43
f'c (Mpa)	45,597	43,632	26,284	45,919	35,603

Dari gambar 4.7 dapat kita baca bahwa pola garis yang terbentuk pada nilai (1-abrasi) diikuti dengan kecenderungan yang sama pada kuat desak, tetapi pada variasi B dan D agak menjauh hal ini dikarenakan pada batuan kali Krasak memiliki kekasaran permukaan yang paling menonjol sedangkan pada Batu Putih dan Batu Lintang memiliki kekasaran permukaan yang kurang dibanding Batuan kali Krasak apalagi pada Batu Lintang dengan kecenderungan memiliki permukaan yang halus.



Gambar 4.7 Perbandingan nilai abrasi batuan dengan kuat desak beton pada masing-masing variasi.

Beton yang menggunakan batuan kali Krasak akan cenderung memiliki kuat desak yang relatif lebih tinggi hal ini disebabkan permukaan batuan pada batuan kali Krasak memiliki pori yang besar dan banyak sehingga akan banyak diisi oleh pasta semen dan akan terjadi ikatan yang lebih kuat hal ini terlihat juga pada pelaksanaan pengecoran, pada perencanaan yang sama ternyata untuk mencapai nilai slump yang telah direncanakan harus ditambahkan air lebih banyak.

4.5.3 Kuat tarik

Kuat tarik beton pada perhitungan pemakaian beton bertulang hampir tidak diperhitungkan karena hanya memiliki kontribusi yang kecil terhadap reaksi yang terjadi pada gaya-gaya dalam apabila beton menerima beban luar, sehingga kuat tarik beton cenderung diabaikan serta sangat jarang dibahas.

Hasil pengujian tarik beton yang terjadi pada penelitian kali ini akan dicoba melihat hubungan antara kuat tarik dan kuat desak, dalam teori yang telah disampaikan pada bab sebelumnya. Rata-rata kuat tarik beton 0,5-0,6 kali $\sqrt{f_c}$, sedangkan pada penelitian kali ini seperti terlihat pada tabel 5.10 bahwa nilai konstanta yang diperoleh dari hasil penelitian adalah dibawah 0,5 kali $\sqrt{f_c}$.

Pada variasi A dengan menggunakan batuan kali Krasak yang memiliki pori lebih banyak seharusnya memiliki kuat tarik lebih besar, akan tetapi kuat tarik yang dimiliki beton pada variasi ini lebih kecil dari variasi B yang memiliki pori lebih sedikit, hal ini dikarenakan pada variasi B memiliki nilai abrasi yang lebih bagus dari batuan kali Krasak, sedang variasi C nilai kuat tariknya sangat kecil dibanding variasi A dan B, hal tersebut dikarenakan pada variasi C ini batuan Watu Lintang selain hampir dikatakan tidak memiliki pori juga nilai abrasinya paling rendah diantara ketiga jenis batuan yang diuji.

Tabel 4.8 Perbandingan kuat tarik beton dengan kuat desak beton pada masing-masing variasi.

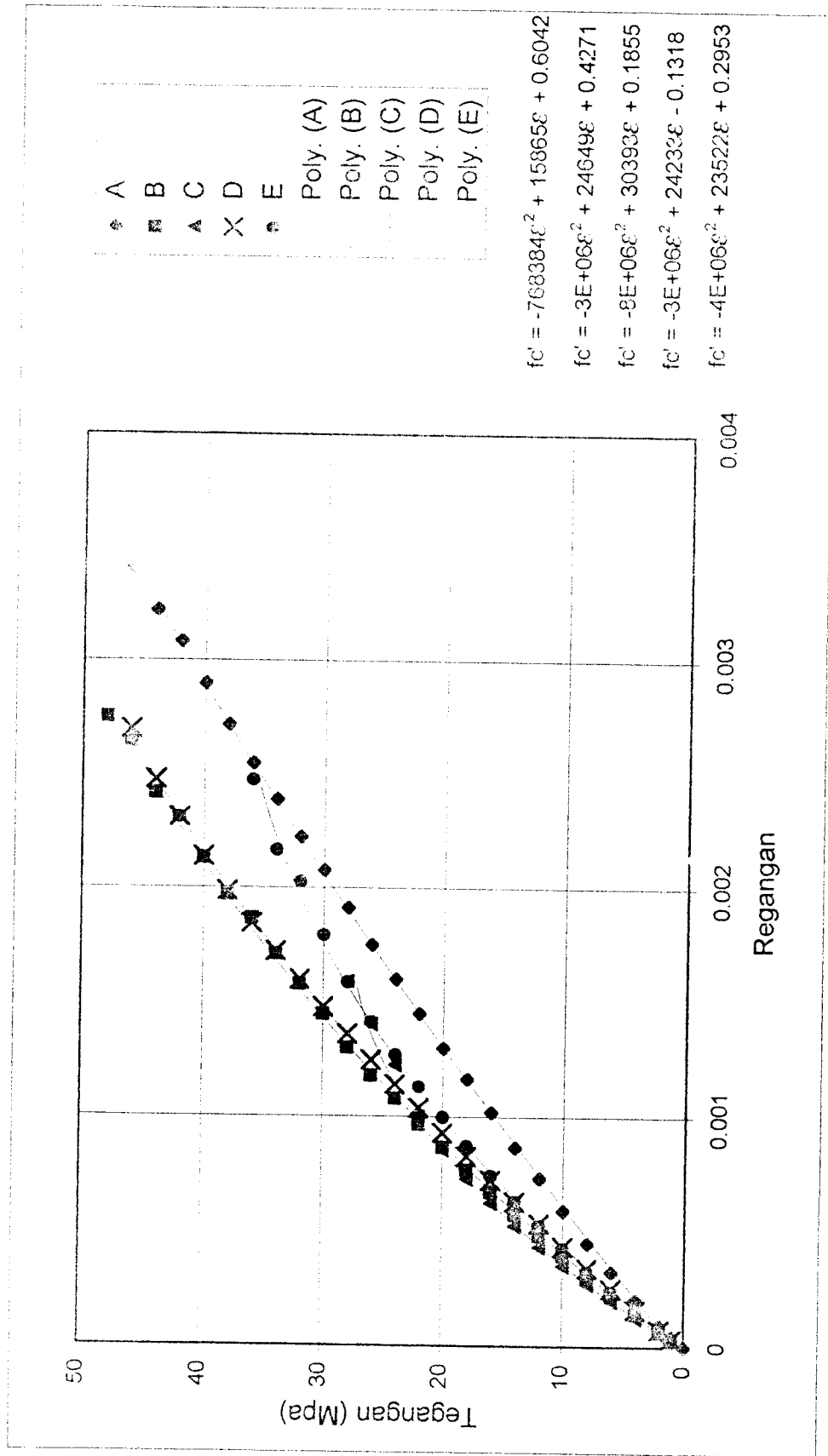
Variasi	A	B	C	D	E
ft	2,845	3,083	2,043	2,974	2,355
fc'r	45,597	43,632	26,284	45,919	35,603
$\sqrt{fc'r}$	6,753	6,605	5,127	6,776	5,967
ft / $\sqrt{fc'r}$	0,421	0,467	0,398	0,439	0,395

4.5.4 Modulus elastisitas

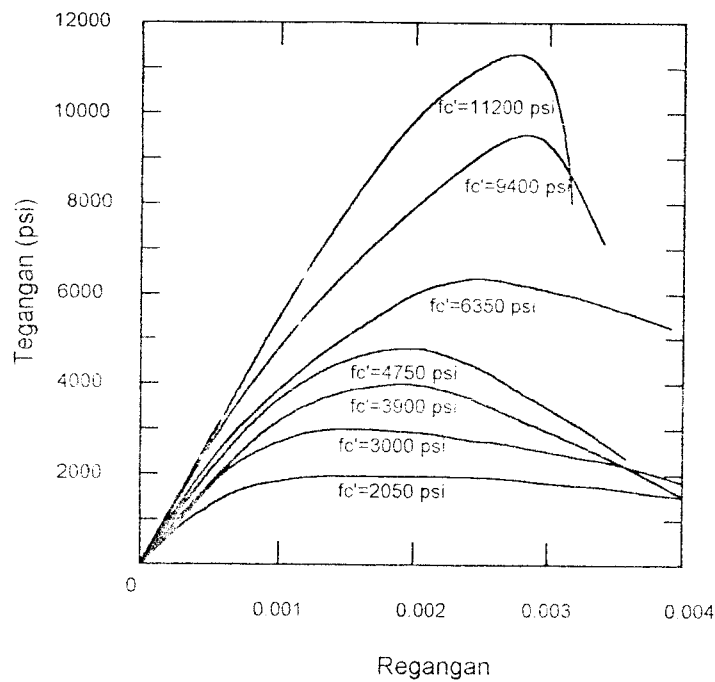
Semakin kecil nilai E , maka akan semakin mudah bagi bahan tersebut untuk mengalami perpanjangan atau perpendekan. Modulus elastisitas juga tergantung pada umur beton, sifat-sifat dari agregat dan semen, kecepatan pembebanan, jenis dan ukuran benda uji.

Gambar 4.8 diperoleh dengan mencari nilai rata-rata tegangan pada suatu nilai regangan tertentu dari masing-masing variasi. Dari data yang diperoleh dicari *trendline* dan persamaannya, sehingga dapat dicari besarnya batas sebanding antara regangan (ϵ) dan tegangan (σ). Nilai batas sebanding adalah 0,4-0,7 dari nilai maksimum tegangan yang terjadi kemudian dicari regangan yang terjadi pada saat tersebut. Modulus elastis beton E_c adalah nilai perbandingan antara tegangan dengan regangan batas sebanding, atau dapat ditulis dengan rumus :

$$E_c = \frac{\sigma}{\epsilon}$$



Gambar 4.8 Grafik perbandingan tegangan - regangan masing-masing variasi



Gambar 4.9 Nilai tegangan – regangan hasil penelitian yang dibukukan oleh MacGregor (Library of Congress Cataloging-in-Publication Data, 1992)

Dari gambar 4.8 dapat kita lihat nilai regangan pada berbagai nilai kuat desak beton pada masing-masing variasi, hasil tersebut tidak terlalu jauh berbeda jika dibandingkan dengan gambar 4.9.

Tabel 4.9 Nilai modulus elastis secara grafis masing-masing variasi

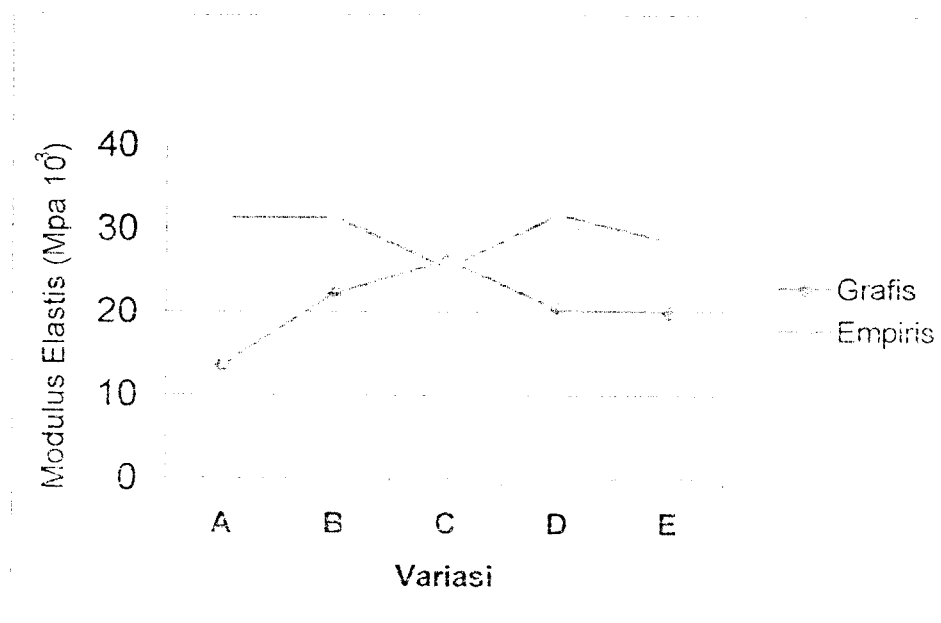
Variasi	σ maks (Mpa)	σ Batas sebanding (Mpa)	ϵ Batas sebanding	E_c (Mpa)
A	45,48636	22,74318	0.001527	15061.32
B	44,93043	22,46522	0.001079	22240.82
C	27,94746	13,97373	0.000524	26695.04
D	45,38489	22,69244	0.00109	21098.59
E	37,45907	18,72954	0.000874	20589.48

Tabel 4.10 Perbandingan modulus elastisitas beton antara cara grafis dengan empiris pada masing-masing variasi.

Variasi	E_c (Mpa)	
	Grafis	Empiris
A	15061.32	31,2996
B	22240.82	31,4119
C	26695.04	25,3709
D	21098.59	31,7642
E	20589.48	28,5599

Perbedaan perbandingan seperti yang terlihat dalam hasil hitungan rumus empiris dan juga dari gambar 5.8. sangat mungkin terjadi, hal ini dapat dikarenakan walaupun rumus empiris ikut memperhitungkan berat volume tetapi tidak ikut memperhitungkan kekasaran permukaan benda uji, pada kenyataannya ketidakkasaran permukaan akan mempengaruhi kecepatan retak dan akan menurunkan kekakuan hingga mengakibatkan tidak liniernya data (cenderung lebih melengkung) yang diperoleh dari pembacaan sehingga akan mempengaruhi kurva regangan tegangan beton (gambar 4.3 dan 4.5).

Hal di atas sangat terlihat pada variasi C dengan agregat kasar Batu Lintang yang memiliki permukaan relatif halus akan tetapi memiliki berat jenis paling tinggi diantara variasi yang lain, dari perhitungan grafis justru memiliki nilai modulus elastis yang lebih besar dibanding hasil dari rumus empiris tidak seperti variasi yang lain.



Gambar 4.10 Perbandingan modulus elastisitas beton antara cara grafis dengan empiris pada masing-masing variasi.

Nilai konstanta yang ditunjukkan pada tabel 4.11 diperoleh tanpa memperhitungkan berat jenis beton, sesuai dengan rumus empiris untuk beton dengan berat jenis normal adalah $E_c = 4700 \sqrt{f_c}$. Dari nilai konstanta yang ada, menunjukkan hampir semua memiliki nilai dibawah 4700 kecuali pada variasi C. Hal ini menunjukkan bahwa beton yang

Tabel 4.11 Perbandingan modulus elastisitas beton dengan kuat tekan beton pada masing-masing variasi.

Variasi	f_c 'r (Mpa)	E_c (Mpa)	Konstanta
A	45.597	15061.32	2230.462
B	43.632	22240.82	3367.039
C	26.284	26695.04	5206.967
D	45.919	21098.59	3113.559
E	35.603	20589.48	3450.659

dihasilkan memiliki nilai modulus elastis rendah yang berarti beton hasil penelitian ini cenderung lebih elastis yaitu cenderung lebih mudah mengalami perpanjangan atau perpendekan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Dari penelitian ini penulis dapat mengambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Berat jenis beton yang dihasilkan tidak terlalu jauh berbeda sehingga dapat dikatakan bahwa beton yang dihasilkan dari semua variasi dilihat dari berat jenisnya adalah beton normal.
2. Berat jenis batuan tidak menjamin kekuatan batuan tersebut demikian juga beton yang dihasilkan. Hal ini terbukti dari variasi C yang memiliki berat jenis besar tetapi kuat desaknya rendah (lihat tabel 4.4 dan 4.5)
3. Walau kuat desak beton yang menggunakan agregat Watu Putih sedikit lebih rendah dari beton dengan agregat kali Krasak tetapi kuat tarik beton yang dihasilkan dari batuan Watu Putih sedikit lebih tinggi dibanding beton yang menggunakan batuan kali Krasak.
4. Nilai konstanta modulus elastis (lihat tabel 4.11) menunjukkan bahwa beton yang memiliki nilai konstanta yang lebih kecil

cenderung lebih elastis. Ada faktor yang perlu dimasukkan kedalam rumus empiris, termasuk bentuk permukaan (kekasaran dan banyaknya pori).

5. Batuan Watu Putih layak digunakan sebagai agregat kasar untuk beton.

6.2 Saran

Dari penelitian yang dilaksanakan penulis dapat memberi saran yang diharapkan dapat berguna, sebagai berikut :

1. Batuan Watu Putih perlu diujibandingkan dengan batuan lain yang lebih keras dari batuan kali Krasak.
2. Kekerasan batuan sebagai agregat kasar dalam pembuatan beton perlu dinilai bukan hanya melalui pendekatan dengan tes abrasi, bentuk fisik batuan yang meliputi kekasaran permukaan dan jumlah pori juga perlu dinilai sehingga mutu beton dapat lebih terkontrol.
3. Perlu ketelitian dalam penelitian supaya hasil yang didapatkan lebih mudah diolah dan dianalisa.

DAFTAR PUSTAKA

1. Istimawan Dipohusodo, 1994, Struktur Beton Bertulang, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
2. Kardiyono Tjokrodimulyo, 1992. Teknologi Beton, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik UGM, Yogyakarta.
3. Nawy, Edward G, 1990, Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar, Terjemahan oleh Ir. Bambang Suryoatmono, M.Sc, P.T. Eresco, Bandung.
4. Nilson, Winter, 1991, Design Of Concrete Structures, Mc Graw-Hill International Editions, Civil Engineering Series, Singapore.
5. Vis-Kusuma, 1993, Dasar-dasar Perencanaan Beton Bertulang, Hak Cipta Penerbit Erlangga, dicetak oleh PT. Gelora Aksara Pratama, Jakarta.
6. M.Johansyah-Budi K, 1997, Pengaruh Pembakaran Terhadap Kekuatan Balok Beton Bertulang, Tugas Akhir, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
7. Indra L, Suharjono, 1997, Penelitian Laboratorium Perbandingan Penggunaan Agregat Halus Kali Krasak dan Agregat Halus Kali Progo Hasil Stone Crusher pada Campuran Split Mastik Asfalt

Ditambah Serat Selulosa (SMA+S), Tugas Akhir, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

8. Fatkhu Rahman, 2000, Kuat Tekan dan Ketahanan Terhadap Cuaca pada Beton dengan Agregat Variasi Campuran Kerikil dan Pecahan Genteng Soka, Tugas Akhir, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

LAMPIRAN

Lampiran 1

ANALISA BAHAN

1. Pasir

Asal Kali Krasak.

1.1 Pemeriksaan berat jenis pasir (keadaan SSD)

Hasil pengujian :

	Benda Uji I	Benda Uji II
Berat pasir (W)	400 gr	400 gr
Volume air dalam gelas ukur (V ₁)	500 cc	500 cc
Volume air + pasir (V ₂)	665 cc	680 cc
$BJ \text{ Kondisi SSD} = \frac{W}{V_2 - V_1}$	2,424 gr/cc	2,222 gr/cc
BJ rata-rata	2,323 gr/cc	

2. Agregat Kasar

2.1 Asal kali Krasak

2.1.a Pemeriksaan berat jenis agregat kasar (keadaan SSD)

Hasil pengujian :

	Benda Uji I	Benda Uji II
Berat pasir (W)	400 gr	400 gr
Volume air dalam gelas ukur (V ₁)	500 cc	500 cc
Volume air + pasir (V ₂)	665 cc	670 cc
$BJ \text{ Kondisi SSD} = \frac{W}{V_2 - V_1}$	2,424 gr/cc	2,353 gr/cc
BJ rata-rata	2,388 gr/cc	

Lampiran 1

2.1.b. Berat kering tusuk

Hasil pengujian :

Agregat kasar kali Krasak	
Berat tabung (W ₁)	5,372 kg
Berat tabung + agregat (W ₂)	12,653 kg
Volume tabung $\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot t$ (V)	0,0053014 m ³
Berat Volume = $\frac{W_2 - W_1}{V}$	1,373 t/m ³

2.1.c Abrasi test

Hasil pengujian :

Saringan		
Lolos	Tertahan	
19,0 mm (³ / ₄ ")	12,5 mm (0,5 ")	2500 gr
12,5 mm (0,5 ")	0,95 mm (³ / ₈ ")	2500 gr
Jumlah tertahan di Sieve 12		2342 gr
Keausan = $\frac{2500 + 2500 - 2342}{2500 + 2500} \times 100\%$		53,16 %

2.2 Asal Gunung Kidul I (Watu Putih)

2.2.a Pemeriksaan berat jenis agregat kasar (keadaan SSD)

Hasil pengujian :

	Benda Uji I	Benda Uji II
Berat pasir (W)	400 gr	400 gr
Volume air dalam gelas ukur (V ₁)	500 cc	500 cc
Volume air + pasir (V ₂)	668 cc	669 cc
BJ Kondisi SSD = $\frac{W}{V_2 - V_1}$	2,381 gr/cc	2,367 gr/cc
BJ rata-rata	2,374 gr/cc	

Lampiran 1

2.2.b Abrasi test

Hasil pengujian :

Saringan		
Lolos	Tertahan	
19,0 mm (³ / ₄ ")	12,5 mm (0,5 ")	2500 gr
12,5 mm (0,5 ")	0,95 mm (³ / ₈ ")	2500 gr
Jumlah tertahan di Sieve 12		3670 gr
Keausan= $\frac{2500+2500-3670}{2500+2500} \times 100\%$		26,6 %

2.3 Asal Gunung Kidul II (Watu Lintang)

2.3.a Pemeriksaan berat jenis agregat kasar (keadaan SSD)

Hasil pengujian :

	Benda Uji I	Benda Uji II
Berat pasir (W)	400 gr	400 gr
Volume air dalam gelas ukur (V ₁)	510 cc	520 cc
Volume air + pasir (V ₂)	666 cc	671 cc
BJ Kondisi SSD = $\frac{W}{V_2-V_1}$	2,564 gr/cc	2,649 gr/cc
BJ rata-rata	2,595gr/cc	

2.3.b Abrasi test

Hasil pengujian :

Saringan		
Lolos	Tertahan	
19,0 mm (³ / ₄ ")	12,5 mm (0,5 ")	2500 gr
12,5 mm (0,5 ")	0,95 mm (³ / ₈ ")	2500 gr
Jumlah tertahan di Sieve 12		1501 gr
Keausan= $\frac{2500+2500-1501}{2500+2500} \times 100\%$		69,98 %

Lampiran 2

DATA BERAT JENIS BENDA UJI DESAK

2.1 Variasi A

Kode	Tinggi (cm)	Diameter (cm)	Volume (cm ³)	Berat (kg)	Bj (ton/m ³)
AD ₁	30.285	14.965	5,351.61	12.2	2.28
	30.205	15.07			
	30.305	14.97			
rata-rata	30.265	15.002			
AD ₂	29.95	15	5,283.27	12.08	2.286
	29.995	15			
	30.01	14.925			
rata-rata	29.985	14.975			
AD ₃	29.965	15.075	5,333.93	12.01	2.252
	29.955	15.01			
	29.955	15.075			
rata-rata	29.958	15.053			
AD ₄	30.01	14.965	5,306.79	12.01	2.263
	30.015	15.035			
	30.19	14.96			
rata-rata	30.072	14.987			
AD ₅	30.32	15.235	5,433.65	12.22	2.249
	30.35	14.965			
	30.28	15.11			
rata-rata	30.317	15.103			
AD ₆	30.175	15.01	5,371.33	12.22	2.275
	30.1	15.12			
	30.09	15.065			
rata-rata	30.122	15.065			
AD ₇	30.01	15.025	5,277.94	12.09	2.291
	30.005	14.935			
	30.11	14.9			
rata-rata	30.042	14.953			
AD ₈	29.81	14.92	5,238.43	11.9	2.272
	29.98	14.935			
	29.76	14.98			
rata-rata	29.85	14.945			
Berat jenis rata-rata					2.271

Lampiran 2

2.2 Variasi B

Kode	Tinggi (cm)	Diameter (cm)	Volume (cm ³)	Berat (kg)	Bj (ton/m ³)
BD ₁	30.195	15.04	5,314.45	12.2	2.296
	30.125	14.93			
	30.005	14.995			
rata-rata	30.108	14.988			
BD ₂	29.95	14.975	5,283.53	12.1	2.29
	29.98	14.925			
	30.19	14.985			
rata-rata	30.04	14.962			
BD ₃	30.27	15.11	5,394.84	12.25	2.271
	30.135	15.105			
	30.095	15.045			
rata-rata	30.167	15.087			
BD ₄	30.045	14.74	5,234.47	12.3	2.35
	30.045	15.045			
	30.095	14.875			
rata-rata	30.062	14.887			
BD ₅	30.315	14.91	5,317.77	12.2	2.294
	30.31	14.99			
	30.18	14.96			
rata-rata	30.268	14.953			
BD ₆	29.72	14.94	5,237.52	12.1	2.31
	29.66	15			
	29.995	14.935			
rata-rata	29.792	14.958			
BD ₇	30.26	15.115	5,402.59	12.3	2.277
	30.16	15.12			
	30.21	15.025			
rata-rata	30.21	15.087			
BD ₈	30.33	15.08	5,358.39	12.35	2.305
	30.31	14.93			
	30.27	14.995			
rata-rata	30.303	15.002			
Berat jenis rata-rata					2.299

Lampiran 2

2.3 Variasi C

Kode	Tinggi (cm)	Diameter (cm)	Volume (cm ³)	Berat (kg)	Bj (ton/m ³)
CD ₁	30.065	14.965	5,310.88	12.78	2.406
	30.04	14.94			
	30.28	15.03			
rata-rata	30.128	14.978			
CD ₂	30.16	15	5,296.18	12.5	2.36
	29.99	14.89			
	30.045	15.03			
rata-rata	30.065	14.973			
CD ₃	30.035	15.015	5,337.82	12.6	2.361
	30.085	15.09			
	30.12	14.98			
rata-rata	30.08	15.028			
CD ₄	29.9	14.93	5,282.34	12.6	2.385
	30.1	14.95			
	30.2	14.98			
rata-rata	30.067	14.953			
CD ₅	30.185	15.1	5,344.88	12.61	2.359
	30.175	14.97			
	30.2	14.965			
rata-rata	30.187	15.012			
CD ₆	30.205	14.99	5,352.19	12.7	2.373
	30.34	14.975			
	30.28	15.035			
rata-rata	30.275	15			
CD ₇	30.095	14.955	5,301.20	12.6	2.377
	30.125	14.86			
	29.96	15.13			
rata-rata	30.06	14.982			
CD ₈	30.59	15	5,439.00	12.8	2.353
	30.49	15.06			
	30.545	15.105			
rata-rata	30.542	15.055			
Berat jenis rata-rata					2.372

Lampiran 2

2.4 Variasi D

Kode	Tinggi (cm)	Diameter (cm)	Volume (cm ³)	Berat (kg)	Bj (ton/m ³)
DD ₁	30.215	15.075	5,376.97	12.2	2.269
	30.165	14.995			
	30.2	15.095			
rata-rata	30.193	15.055			
DD ₂	30.06	15.06	5,330.13	12.15	2.279
	30.05	14.97			
	30	15.055			
rata-rata	30.037	15.028			
DD ₃	30.275	14.865	5,289.28	12.15	2.297
	30.29	15.055			
	30.32	14.8			
rata-rata	30.295	14.907			
DD ₄	29.995	14.945	5,294.44	12.1	2.285
	29.93	15.09			
	29.96	14.955			
rata-rata	29.962	14.997			
DD ₅	29.895	14.935	5,262.13	12.1	2.299
	29.98	14.95			
	29.98	14.975			
rata-rata	29.952	14.953			
DD ₆	30.11	15.19	5,349.96	12.2	2.28
	30.13	15.015			
	30.145	14.895			
rata-rata	30.128	15.033			
DD ₇	30.085	15.03	5,328.06	12.2	2.29
	30.1	15.06			
	30.07	14.95			
rata-rata	30.085	15.013			
DD ₈	30.21	14.499	5,256.94	12.15	2.311
	30.335	14.95			
	30.275	15.15			
rata-rata	30.273	14.866			
Berat jenis rata-rata					2.289

Lampiran 2

2.5 Variasi E

Kode	Tinggi (cm)	Diameter (cm)	Volume (cm ³)	Berat (kg)	Bj (ton/m ³)
ED ₁	30.15	14.95	5,392.74	12.45	2.309
	30.145	15.19			
	30.37	15.07			
rata-rata	30.222	15.07			
ED ₂	30.155	15	5,324.52	12.4	2.329
	30.06	14.96			
	29.94	15.09			
rata-rata	30.052	15.017			
ED ₃	30.45	14.99	5,369.28	12.3	2.291
	30.305	15.045			
	30.36	14.965			
rata-rata	30.372	15			
ED ₄	30.325	15.055	5,399.55	12.4	2.296
	30.205	15.025			
	30.37	15.1			
rata-rata	30.3	15.06			
ED ₅	30.025	14.97	5,330.41	12.3	2.308
	30.135	15.05			
	30.215	15			
rata-rata	30.125	15.007			
ED ₆	30.075	14.92	5,305.27	12.35	2.328
	30.195	15.11			
	30.12	14.88			
rata-rata	30.13	14.97			
ED ₇	30.115	14.915	5,311.78	12.4	2.334
	30.08	14.98			
	30.165	15.05			
rata-rata	30.12	14.982			
ED ₈	30.01	15.035	5,290.61	12.25	2.315
	30.025	14.95			
	30.005	14.95			
rata-rata	30.013	14.978			
Berat jenis rata-rata					2.314

Lampiran 3

DATA BERAT JENIS BENDA U.II TARIK

3.1 Variasi A

Kode	Tinggi (cm)	Diameter (cm)	Volume (cm ³)	Berat (kg)	Bj (ton/m ³)
AT ₁	30.07	15.075	5,315.36	12.02	2.261
	29.93	14.98			
	30	14.995			
rata-rata	30	15.017			
AT ₂	30.085	14.975	5,282.09	12	2.272
	29.945	15.01			
	29.945	14.93			
rata-rata	29.992	14.972			
AT ₃	30.065	14.915	5,271.02	12.1	2.296
	30.285	14.955			
	30.12	14.875			
rata-rata	30.157	14.915			
AT ₄	30.09	15.175	5,416.89	12.23	2.258
	30.37	15.04			
	30.43	15.04			
rata-rata	30.297	15.085			
AT ₅	30.16	15.095	5,347.66	12.1	2.263
	30.24	14.985			
	30.175	14.963			
rata-rata	30.192	15.014			
AT ₆	30.22	14.965	5,336.84	12.22	2.29
	30.165	15.005			
	30.24	15.015			
rata-rata	30.208	14.995			
AT ₇	29.925	14.86	5,302.38	11.98	2.259
	30.11	15.12			
	30.105	14.98			
rata-rata	30.047	14.987			
Berat jenis rata-rata					2.271

Lampiran 3

3.2 Variasi B

Kode	Tinggi (cm)	Diameter (cm)	Volume (cm ³)	Berat (kg)	Bj (ton/m ³)
BT ₁	30.325	15.06	5,354.05	12.25	2.288
	30.095	14.935			
	30.235	15.055			
rata-rata	30.218	15.017			
BT ₂	30.235	14.83	5,303.98	12.25	2.31
	30.045	14.96			
	30.98	14.9			
rata-rata	30.42	14.897			
BT ₃	29.93	14.975	5,262.40	12.15	2.309
	29.925	14.935			
	30.145	14.915			
rata-rata	30	14.942			
BT ₄	29.97	14.87	5,292.68	12.2	2.305
	29.75	14.965			
	30.175	15.145			
rata-rata	29.965	14.993			
BT ₅	30.05	15.145	5,326.00	12.3	2.309
	29.845	14.955			
	30.185	14.975			
rata-rata	30.027	15.025			
BT ₆	29.86	14.85	5,199.07	11.9	2.289
	29.495	14.97			
	29.9	14.92			
rata-rata	29.752	14.913			
BT ₇	29.915	14.975	5,246.31	12.1	2.306
	30.07	14.905			
	29.84	14.92			
rata-rata	29.942	14.933			
Berat jenis rata-rata					2.302

Lampiran 3

3.3 Variasi C

Kode	Tinggi (cm)	Diameter (cm)	Volume (cm ³)	Berat (kg)	Bj (ton/m ³)
CT ₁	30.24	15.045	5,377.38	12.6	2.343
	30.46	15			
	30.35	15.005			
rata-rata	30.35	15.017			
CT ₂	30.38	15	5,285.39	12.65	2.393
	30.27	14.9			
	29.925	14.88			
rata-rata	30.192	14.927			
CT ₃	30.355	15.065	5,340.04	12.67	2.373
	30.15	14.97			
	30.255	14.93			
rata-rata	30.253	14.988			
CT ₄	30.19	15.08	5,370.43	12.8	2.383
	30.075	14.945			
	30.225	15.135			
rata-rata	30.163	15.053			
CT ₅	29.92	14.955	5,281.18	12.55	2.376
	29.76	15.045			
	29.94	15			
rata-rata	29.873	15			
CT ₆	30.345	15.09	5,342.37	12.6	2.359
	30.345	14.95			
	30.15	14.915			
rata-rata	30.28	14.985			
CT ₇	30.185	15.04	5,349.08	12.75	2.384
	30.09	15.08			
	29.995	15.005			
rata-rata	30.09	15.042			
Berat jenis rata-rata					2.373

Lampiran 3

3.4 Variasi D

Kode	Tinggi (cm)	Diameter (cm)	Volume (cm ³)	Berat (kg)	Bj (ton/m ³)
DT ₁	30.1	14.93	5,317.94	12.2	2.294
	30.095	15			
	30.29	15.01			
rata-rata	30.162	14.98			
DT ₂	30.4	15.06	5,409.01	12.4	2.292
	30.365	15			
	30.375	15.1			
rata-rata	30.38	15.053			
DT ₃	30.03	14.94	5,297.09	12.2	2.303
	29.965	15.1			
	29.955	14.945			
rata-rata	29.983	14.995			
DT ₄	30.15	15.09	5,382.33	12.2	2.267
	30.23	15.1			
	30.07	15.03			
rata-rata	30.15	15.073			
DT ₅	30.45	14.85	5,339.06	12.3	2.304
	30.2	15.075			
	30.255	15			
rata-rata	30.302	14.975			
DT ₆	29.925	14.86	5,302.38	12.15	2.291
	30.11	15.12			
	30.105	14.98			
rata-rata	30.047	14.987			
DT ₇	29.91	14.905	5,274.45	12	2.275
	29.86	15.02			
	29.935	15.025			
rata-rata	29.902	14.983			
Berat jenis rata-rata					2.29

Lampiran 3

3.5 Variasi E

Kode	Tinggi (cm)	Diameter (cm)	Volume (cm ³)	Berat (kg)	Bj (ton/m ³)
ET ₁	30.455	15.075	5,412.45	12.55	2.319
	30.5	15			
	30.75	14.96			
rata-rata	30.568	15.012			
ET ₂	30.5	14.8	5,375.10	12.5	2.326
	30.7	15.1			
	30.83	14.9			
rata-rata	30.677	14.933			
ET ₃	30.16	15.255	5,500.65	12.55	2.282
	30.195	15.21			
	30.37	15.18			
rata-rata	30.242	15.215			
ET ₄	30.315	14.975	5,365.99	12.5	2.329
	30.385	14.9			
	30.42	15.11			
rata-rata	30.373	14.995			
ET ₅	30.105	14.92	5,270.85	12.2	2.315
	30.265	14.915			
	29.855	14.97			
rata-rata	30.075	14.935			
ET ₆	30.2	14.95	5,249.01	12.3	2.343
	30.225	14.8			
	29.97	14.92			
rata-rata	30.132	14.89			
ET ₇	30.125	15.03	5,381.36	12.3	2.286
	29.735	15.08			
	30.975	15.01			
rata-rata	30.278	15.04			
Berat jenis rata-rata					2.314

Lampiran 4

DATA KUAT DESAK

4.1 Variasi A

Kode	D (cm)	A (mm ²)	P (kN)	P/A (N/mm ²)
AD ₁	15.002	17,675.386	765	43.2805
AD ₂	14.975	17,612.603	825	46.8415
AD ₃	15.053	17,797.346	815	45.7933
AD ₄	14.987	17,640.057	820	46.4851
AD ₅	15.103	17,915.771	820	45.7697
AD ₆	15.065	17,824.943	810	45.4419
AD ₇	14.953	17,561.674	750	42.7066
AD ₈	14.945	17,542.106	850	48.4548
Rata-rata				45.5967

4.2 Variasi B

Kode	D (cm)	A (mm ²)	P (kN)	P/A (N/mm ²)
BD ₁	14.988	17,643.980	810	45.908
BD ₂	14.962	17,581.253	640	36.4024
BD ₃	15.087	17,876.252	820	45.8709
BD ₄	14.887	17,405.432	860	49.4099
BD ₅	14.953	17,561.674	730	41.5678
BD ₆	14.958	17,573.420	790	44.9543
BD ₇	15.087	17,876.252	765	42.7942
BD ₈	15.002	17,675.386	745	42.149
Rata-rata				43.6321

Lampiran 4

4.3 Variasi C

Kode	D (cm)	A (mm ²)	P (kN)	P/A (N/mm ²)
CD ₁	14.978	17,620.445	420	23.8359
CD ₂	14.973	17,608.683	500	28.3951
CD ₃	15.028	17,738.281	460	25.9326
CD ₄	14.953	17,561.674	430	24.4851
CD ₅	15.012	17,698.958	490	27.6852
CD ₆	15.000	17,671.459	430	24.333
CD ₇	14.982	17,628.288	500	28.3635
CD ₈	15.055	17,801.287	485	27.2452
Rata rata				26.2845

4.4 Variasi D

Kode	D (cm)	A (mm ²)	P (kN)	P/A (N/mm ²)
DD ₁	15.055	17,801.287	830	46.6258
DD ₂	15.028	17,738.281	840	47.3552
DD ₃	14.907	17,452.231	820	46.9854
DD ₄	14.997	17,663.606	800	45.2909
DD ₅	14.953	17,561.674	845	48.1161
DD ₆	15.033	17,750.086	800	45.0702
DD ₇	15.013	17,702.889	720	40.6713
DD ₈	14.866	17,357.917	820	47.2407
Rata rata				45.9195

Lampiran 4

4.5 Variasi E

Kode	D (cm)	A (mm ²)	P (kN)	P/A (N/mm ²)
ED ₁	15.070	17,336.777	590	33.0777
ED ₂	15.017	17,710.750	665	37.5478
ED ₃	15.000	17,671.459	630	35.6507
ED ₄	15.060	17,813.113	635	35.6479
ED ₅	15.007	17,687.170	645	36.4671
ED ₆	14.970	17,600.844	625	35.5097
ED ₇	14.982	17,628.288	635	36.0216
ED ₃	14.978	17,620.445	615	34.9026
Rata rata				35.6032

Lampiran 5

DATA KUAT TARIK

5.1 Variasi A

Kode	T (cm)	D (cm)	P (kN)	$2P/\pi DT$ (N/mm ²)
AT ₁	30.000	15.017	215	3.037
AT ₂	29.992	14.972	190	2.693
AT ₃	30.157	14.915	205	2.900
AT ₄	30.297	15.085	185	2.576
AT ₅	30.192	15.014	213	2.990
AT ₆	30.208	14.995	200	2.810
AT ₇	30.047	14.987	206	2.911
Rata-rata				2.845

5.2 Variasi B

Kode	T (cm)	D (cm)	P (kN)	$2P/\pi DT$ (N/mm ²)
BT ₁	30.218	15.017	234	3.282
BT ₂	30.420	14.897	227	3.188
BT ₃	30.000	14.942	185	2.626
BT ₄	29.965	14.993	212	3.003
BT ₅	30.027	15.025	245	3.456
BT ₆	29.752	14.913	197	2.825
BT ₇	29.942	14.933	225	3.202
Rata-rata				3.083

Lampiran 5

5.3 Variasi C

Kode	T (cm)	D (cm)	P (kN)	$2P/\pi DT$ (N/mm ²)
CT ₁	30.350	15.017	170	2.374
CT ₂	30.192	14.927	115	1.624
CT ₃	30.253	14.988	120	1.684
CT ₄	30.163	15.053	160	2.242
CT ₅	29.873	15.000	112	1.591
CT ₆	30.280	14.985	174	2.440
CT ₇	30.090	15.042	167	2.348
Rata-rata				2.043

5.4 Variasi D

Kode	T (cm)	D (cm)	P (kN)	$2P/\pi DT$ (N/mm ²)
DT ₁	30.162	14.980	205	2.887
DT ₂	30.380	15.053	235	3.270
DT ₃	29.983	14.995	204	2.887
DT ₄	30.150	15.073	195	2.731
DT ₅	30.302	14.975	195	2.735
DT ₆	30.047	14.987	220	3.109
DT ₇	29.902	14.983	225	3.196
Rata-rata				2.974

Lampiran 5

5.5 Variasi E

Kode	T (cm)	D (cm)	P (kN)	$2P/\pi DT$ (N/mm ²)
ET ₁	30.568	15.012	145	2.011
ET ₂	30.677	14.933	175	2.431
ET ₃	30.242	15.215	117	1.618
ET ₄	30.373	14.995	165	2.305
ET ₅	30.075	14.935	220	3.117
ET ₆	30.132	14.890	200	2.837
ET ₇	30.278	15.040	155	2.166
Rata-rata				2.355

Lampiran 6

DATA TEGANGAN REGANGAN

6.1 Variasi A

P (kN)	AD1			AD2			AD3		
	δL	reg	teg	δL	reg	teg	δL	reg	teg
10	7	0.000012	0.5655	12	0.000020	0.5675	9	0.000015	0.5617
20	15	0.000025	1.1310	20	0.000033	1.1351	15	0.000025	1.1234
30	32	0.000053	1.6965	27	0.000045	1.7026	23	0.000038	1.6850
40	35	0.000058	2.2620	37	0.000062	2.2702	34	0.000057	2.2467
50	45	0.000074	2.8275	45	0.000075	2.8377	41	0.000068	2.8084
60	51	0.000084	3.3930	55	0.000092	3.4053	49	0.000082	3.3701
70	59	0.000097	3.9585	65	0.000108	3.9728	60	0.000100	3.9318
80	68	0.000112	4.5240	76	0.000127	4.5404	68	0.000113	4.4934
90	79	0.000131	5.0896	86	0.000143	5.1079	78	0.000130	5.0551
100	88	0.000145	5.6551	96	0.000160	5.6755	87	0.000145	5.6168
110	99	0.000164	6.2206	106	0.000177	6.2430	96	0.000160	6.1785
120	107	0.000177	6.7861	116	0.000193	6.8106	106	0.000177	6.7402
130	116	0.000192	7.3516	130	0.000217	7.3781	115	0.000192	7.3018
140	127	0.000210	7.9171	139	0.000232	7.9457	125	0.000209	7.8635
150	130	0.000215	8.4826	149	0.000248	8.5132	135	0.000225	8.4252
160	150	0.000248	9.0481	159	0.000265	9.0807	147	0.000245	8.9869
170	161	0.000266	9.6136	170	0.000283	9.6483	158	0.000264	9.5486
180	174	0.000287	10.1791	180	0.000300	10.2158	168	0.000280	10.1102
190	183	0.000302	10.7446	192	0.000320	10.7834	178	0.000297	10.6719
200	196	0.000324	11.3101	204	0.000340	11.3509	187	0.000312	11.2336
210	217	0.000358	11.8756	213	0.000355	11.9185	197	0.000329	11.7953
220	230	0.000380	12.4411	224	0.000374	12.4860	209	0.000349	12.3570
230	239	0.000395	13.0066	235	0.000392	13.0536	216	0.000361	12.9186
240	252	0.000416	13.5721	246	0.000410	13.6211	229	0.000382	13.4803
250	265	0.000438	14.1376	259	0.000432	14.1887	240	0.000401	14.0420
260	276	0.000456	14.7031	270	0.000450	14.7562	252	0.000421	14.6037
270	287	0.000474	15.2687	280	0.000467	15.3238	262	0.000437	15.1654
280	301	0.000497	15.8342	290	0.000484	15.8913	272	0.000454	15.7270
290	315	0.000520	16.3997	303	0.000505	16.4589	283	0.000472	16.2887
300	327	0.000540	16.9652	315	0.000525	17.0264	294	0.000491	16.8504
310	339	0.000560	17.5307	326	0.000544	17.5940	305	0.000509	17.4121
320	352	0.000582	18.0962	337	0.000562	18.1615	315	0.000526	17.9738
330	363	0.000600	18.6617	350	0.000584	18.7290	325	0.000542	18.5355
340	379	0.000626	19.2272	364	0.000607	19.2966	337	0.000562	19.0971
350	389	0.000643	19.7927	371	0.000619	19.8641	349	0.000582	19.6588
360	401	0.000662	20.3582	380	0.000634	20.4317	358	0.000598	20.2205
370	410	0.000677	20.9237	390	0.000650	20.9992	365	0.000609	20.7822
380	424	0.000700	21.4892	405	0.000675	21.5668	377	0.000629	21.3439

Lampiran 6

Lanjutan data tegangan regangan variasi A

390	443	0.000732	22.0547	413	0.000689	22.1343	384	0.000641	21.9055
400	453	0.000748	22.6202	426	0.000710	22.7019	391	0.000653	22.4672
410	462	0.000763	23.1857	439	0.000732	23.2694	405	0.000676	23.0289
420	474	0.000783	23.7512	452	0.000754	23.8370	425	0.000709	23.5906
430	486	0.000803	24.3167	463	0.000772	24.4045	431	0.000719	24.1523
440	504	0.000833	24.8823	471	0.000785	24.9721	441	0.000736	24.7139
450	514	0.000849	25.4478	486	0.000810	25.5396	455	0.000759	25.2756
460	533	0.000881	26.0133	496	0.000827	26.1072	470	0.000784	25.8373
470	549	0.000907	26.5788	507	0.000845	26.6747	470	0.000784	26.3990
480	569	0.000940	27.1443	515	0.000859	27.2422	495	0.000826	26.9607
490	585	0.000966	27.7098	529	0.000882	27.8098	502	0.000838	27.5223
500	599	0.000990	28.2753	540	0.000900	28.3773	515	0.000860	28.0840
510	615	0.001016	28.8408	552	0.000920	28.9449	535	0.000893	28.6457
520	631	0.001042	29.4063	564	0.000940	29.5124	539	0.000900	29.2074
530	645	0.001066	29.9718	580	0.000967	30.0800	551	0.000920	29.7691
540	663	0.001095	30.5373	587	0.000979	30.6475	560	0.000935	30.3307
550	682	0.001127	31.1028	616	0.001027	31.2151	567	0.000946	30.8924
560	688	0.001137	31.6683	632	0.001054	31.7826	579	0.000966	31.4541
570	710	0.001173	32.2338	640	0.001067	32.3502	590	0.000985	32.0158
580	724	0.001196	32.7993	648	0.001081	32.9177	604	0.001008	32.5775
590	740	0.001223	33.3648	668	0.001114	33.4853	613	0.001023	33.1391
600	757	0.001251	33.9303	675	0.001126	34.0528	625	0.001043	33.7008
610	772	0.001275	34.4959	689	0.001149	34.6204	635	0.001060	34.2625
620	790	0.001305	35.0614	716	0.001194	35.1879	646	0.001078	34.8242
630	805	0.001330	35.6269	734	0.001224	35.7554	655	0.001093	35.3859
640	820	0.001355	36.1924	737	0.001229	36.3230	666	0.001112	35.9475
650	830	0.001371	36.7579	750	0.001251	36.8905	677	0.001130	36.5092
660	850	0.001404	37.3234	770	0.001284	37.4581	690	0.001152	37.0709
670	867	0.001432	37.8889	780	0.001301	38.0256	705	0.001177	37.6326
680	882	0.001457	38.4544	797	0.001329	38.5932	718	0.001198	38.1943
690	898	0.001484	39.0199	807	0.001346	39.1607	728	0.001215	38.7559
700	915	0.001512	39.5854	821	0.001369	39.7283	741	0.001237	39.3176
710	929	0.001535	40.1509	836	0.001394	40.2958	755	0.001260	39.8793
720	950	0.001569	40.7164	849	0.001416	40.8634	768	0.001282	40.4410
730	976	0.001612	41.2819	860	0.001434	41.4309	778	0.001298	41.0027
740	989	0.001634	41.8474	873	0.001456	41.9985	792	0.001322	41.5643
750	1011	0.001670	42.4129	887	0.001479	42.5660	804	0.001342	42.1260
760	1070	0.001768	42.9784	905	0.001509	43.1336	816	0.001362	42.6877
770				919	0.001532	43.7011	828	0.001382	43.2494
780				933	0.001556	44.2687	845	0.001410	43.8111
790				949	0.001582	44.8362	857	0.001430	44.3727
800				960	0.001601	45.4037	863	0.001440	44.9344
810				980	0.001634	45.9713	876	0.001462	45.4961
820				998	0.001664	46.5388		0.000641	
830				1027	0.001713	47.1064		0.000653	

Lampiran 6

Lanjutan data tegangan regangan variasi A

P (kN)	AD4			AD5			AD6		
	δL	reg	teg	δL	reg	teg	δL	reg	teg
10	9	0.000015	0.5666	7	0.000012	0.5580	9	0.000015	0.5608
20	17	0.000028	1.1333	14	0.000023	1.1159	17	0.000028	1.1216
30	19	0.000032	1.6999	21	0.000035	1.6739	25	0.000041	1.6824
40	35	0.000058	2.2666	29	0.000048	2.2319	40	0.000066	2.2431
50	45	0.000075	2.8332	39	0.000064	2.7898	45	0.000075	2.8039
60	55	0.000091	3.3998	46	0.000076	3.3478	55	0.000091	3.3647
70	65	0.000108	3.9665	55	0.000091	3.9058	68	0.000113	3.9255
80	77	0.000128	4.5331	65	0.000107	4.4637	79	0.000131	4.4863
90	90	0.000150	5.0997	76	0.000125	5.0217	90	0.000149	5.0471
100	101	0.000168	5.6664	86	0.000142	5.5797	101	0.000168	5.6079
110	111	0.000185	6.2330	96	0.000158	6.1376	111	0.000184	6.1686
120	122	0.000203	6.7997	105	0.000173	6.6956	123	0.000204	6.7294
130	135	0.000224	7.3663	119	0.000196	7.2536	134	0.000222	7.2902
140	145	0.000241	7.9329	129	0.000213	7.8115	147	0.000244	7.8510
150	155	0.000258	8.4996	139	0.000229	8.3695	160	0.000266	8.4118
160	170	0.000283	9.0662	154	0.000254	8.9275	172	0.000286	8.9726
170	183	0.000304	9.6329	166	0.000274	9.4854	184	0.000305	9.5334
180	198	0.000329	10.1995	178	0.000294	10.0434	195	0.000324	10.0941
190	210	0.000349	10.7661	190	0.000313	10.6014	209	0.000347	10.6549
200	213	0.000354	11.3328	203	0.000335	11.1594	222	0.000369	11.2157
210	235	0.000391	11.8994	214	0.000353	11.7173	233	0.000387	11.7765
220	249	0.000414	12.4660	225	0.000371	12.2753	245	0.000407	12.3373
230	250	0.000416	13.0327	235	0.000388	12.8333	256	0.000425	12.8981
240	272	0.000452	13.5993	246	0.000406	13.3912	278	0.000461	13.4589
250	286	0.000476	14.1660	260	0.000429	13.9492	283	0.000470	14.0196
260	301	0.000500	14.7326	285	0.000470	14.5072	294	0.000488	14.5804
270	308	0.000512	15.2992	296	0.000488	15.0651	305	0.000506	15.1412
280	331	0.000550	15.8659	309	0.000510	15.6231	319	0.000530	15.7020
290	341	0.000567	16.4325	322	0.000531	16.1811	329	0.000546	16.2628
300	355	0.000590	16.9991	335	0.000552	16.7390	343	0.000569	16.8236
310	370	0.000615	17.5658	346	0.000571	17.2970	365	0.000606	17.3844
320	382	0.000635	18.1324	359	0.000592	17.8550	380	0.000631	17.9451
330	395	0.000657	18.6991	372	0.000614	18.4129	392	0.000651	18.5059
340	409	0.000680	19.2657	384	0.000633	18.9709	395	0.000656	19.0667
350	423	0.000703	19.8323	395	0.000651	19.5289	409	0.000679	19.6275
360	434	0.000722	20.3990	404	0.000666	20.0868	420	0.000697	20.1883
370	470	0.000781	20.9656	415	0.000684	20.6448	430	0.000714	20.7491
380	480	0.000798	21.5323	429	0.000708	21.2028	446	0.000740	21.3099

Lampiran 6

Lanjutan data tegangan regangan variasi A

390	491	0.000816	22.0989	440	0.000726	21.7607	456	0.000757	21.8706
400	511	0.000850	22.6655	452	0.000745	22.3187	468	0.000777	22.4314
410	513	0.000853	23.2322	464	0.000765	22.8767	482	0.000800	22.9922
420	531	0.000883	23.7988	475	0.000783	23.4346	493	0.000818	23.5530
430	542	0.000901	24.3654	490	0.000808	23.9926	509	0.000845	24.1138
440	553	0.000919	24.9321	504	0.000831	24.5506	521	0.000865	24.6746
450	571	0.000949	25.4987	515	0.000849	25.1085	533	0.000885	25.2354
460	589	0.000979	26.0654	524	0.000864	25.6665	546	0.000906	25.7962
470	601	0.000999	26.6320	536	0.000884	26.2245	559	0.000928	26.3569
480	614	0.001021	27.1986	549	0.000905	26.7824	571	0.000948	26.9177
490	634	0.001054	27.7653	559	0.000922	27.3404	585	0.000971	27.4785
500	651	0.001082	28.3319	575	0.000948	27.8984	609	0.001011	28.0393
510	661	0.001099	28.8986	594	0.000980	28.4563	619	0.001027	28.6001
520	680	0.001131	29.4652	605	0.000998	29.0143	633	0.001051	29.1609
530	701	0.001166	30.0318	620	0.001023	29.5723	642	0.001066	29.7217
540	706	0.001174	30.5985	635	0.001047	30.1302	655	0.001087	30.2824
550	716	0.001190	31.1651	646	0.001065	30.6882	666	0.001106	30.8432
560	720	0.001197	31.7317	660	0.001088	31.2462	678	0.001125	31.4040
570	727	0.001209	32.2984	675	0.001113	31.8041	692	0.001149	31.9648
580	739	0.001229	32.8650	695	0.001146	32.3621	707	0.001174	32.5256
590	755	0.001255	33.4317	707	0.001166	32.9201	722	0.001198	33.0864
600	767	0.001275	33.9983	720	0.001187	33.4781	734	0.001218	33.6472
610	780	0.001297	34.5649	739	0.001219	34.0360	749	0.001243	34.2079
620	794	0.001320	35.1316	750	0.001237	34.5940	762	0.001265	34.7687
630	807	0.001342	35.6982	763	0.001258	35.1520	778	0.001291	35.3295
640	819	0.001362	36.2649	770	0.001270	35.7099	790	0.001311	35.8903
650	836	0.001390	36.8315	787	0.001298	36.2679	802	0.001331	36.4511
660	850	0.001413	37.3981	804	0.001326	36.8259	814	0.001351	37.0119
670	864	0.001437	37.9648	815	0.001344	37.3838	825	0.001369	37.5727
680	876	0.001457	38.5314	834	0.001375	37.9418	840	0.001394	38.1334
690	894	0.001486	39.0980	847	0.001397	38.4998	855	0.001419	38.6942
700	907	0.001508	39.6647	863	0.001423	39.0577	869	0.001442	39.2550
710	925	0.001538	40.2313	876	0.001445	39.6157	887	0.001472	39.8158
720	937	0.001558	40.7980	895	0.001476	40.1737	918	0.001524	40.3766
730	955	0.001588	41.3646	910	0.001501	40.7316	929	0.001542	40.9374
740	970	0.001613	41.9312	927	0.001529	41.2896	946	0.001570	41.4982
750	980	0.001629	42.4979	942	0.001554	41.8476	963	0.001598	42.0589
760	1010	0.001679	43.0645	960	0.001583	42.4055	980	0.001627	42.6197
770	1015	0.001688	43.6312	975	0.001608	42.9635	1003	0.001665	43.1805
780	1041	0.001731	44.1978	996	0.001643	43.5215	1034	0.001716	43.7413
790	1055	0.001754	44.7644	1015	0.001674	44.0794	1047	0.001738	44.3021
800	1073	0.001784	45.3311	1027	0.001694	44.6374	1055	0.001751	44.8629
810	1108	0.001842	45.8977	1053	0.001737	45.1954			
820				1083	0.001786	45.7533			
830				1116	0.001841	46.3113			

Lampiran 6

Lanjutan data tegangan regangan variasi A

P (kN)	AD7			AD8		
	δL	reg	teg	δL	reg	teg
10	7	0.000012	0.5692	9	0.000015	0.5698
20	14	0.000023	1.1384	15	0.000025	1.1397
30	15	0.000025	1.7077	22	0.000037	1.7095
40	30	0.000050	2.2769	31	0.000052	2.2793
50	39	0.000065	2.8461	40	0.000067	2.8491
60	48	0.000080	3.4153	50	0.000084	3.4190
70	58	0.000097	3.9845	57	0.000095	3.9888
80	67	0.000112	4.5537	79	0.000132	4.5586
90	77	0.000128	5.1230	80	0.000134	5.1284
100	86	0.000143	5.6922	87	0.000146	5.6983
110	97	0.000161	6.2614	97	0.000162	6.2681
120	108	0.000180	6.8306	107	0.000179	6.8379
130	118	0.000196	7.3998	120	0.000201	7.4078
140	130	0.000216	7.9691	127	0.000213	7.9776
150	141	0.000235	8.5383	137	0.000229	8.5474
160	154	0.000256	9.1075	150	0.000251	9.1172
170	165	0.000275	9.6767	170	0.000285	9.6871
180	176	0.000293	10.2459	180	0.000302	10.2569
190	188	0.000313	10.8151	188	0.000315	10.8267
200	199	0.000331	11.3844	193	0.000323	11.3966
210	213	0.000355	11.9536	217	0.000363	11.9664
220	225	0.000374	12.5228	221	0.000370	12.5362
230	237	0.000394	13.0920	225	0.000377	13.1060
240	249	0.000414	13.6612	235	0.000394	13.6759
250	261	0.000434	14.2305	247	0.000414	14.2457
260	274	0.000456	14.7997	259	0.000434	14.8155
270	287	0.000478	15.3689	280	0.000469	15.3853
280	298	0.000496	15.9381	303	0.000508	15.9552
290	310	0.000516	16.5073	311	0.000521	16.5250
300	324	0.000539	17.0765	325	0.000544	17.0948
310	338	0.000563	17.6458	334	0.000559	17.6647
320	350	0.000583	18.2150	347	0.000581	18.2345
330	365	0.000607	18.7842	359	0.000601	18.8043
340	377	0.000627	19.3534	370	0.000620	19.3741
350	390	0.000649	19.9226	371	0.000621	19.9440
360	401	0.000667	20.4919	392	0.000657	20.5138
370	416	0.000692	21.0611	405	0.000678	21.0836
380	425	0.000707	21.6303	427	0.000715	21.6535

Lampiran 6

Lanjutan data tegangan regangan variasi A

390	440	0.000732	22.1995	431	0.000722	22.2233
400	455	0.000757	22.7687	445	0.000745	22.7931
410	470	0.000782	23.3379	459	0.000769	23.3629
420	485	0.000807	23.9072	471	0.000789	23.9328
430	501	0.000834	24.4764	484	0.000811	24.5026
440	510	0.000849	25.0456	497	0.000832	25.0724
450	523	0.000870	25.6148	510	0.000854	25.6422
460	535	0.000890	26.1840	525	0.000879	26.2121
470	547	0.000910	26.7532	540	0.000905	26.7819
480	560	0.000932	27.3225	550	0.000921	27.3517
490	575	0.000957	27.8917	560	0.000938	27.9216
500	594	0.000989	28.4609	580	0.000972	28.4914
510	606	0.001009	29.0301	590	0.000988	29.0612
520	621	0.001034	29.5993	603	0.001010	29.6310
530	635	0.001057	30.1686	609	0.001020	30.2009
540	647	0.001077	30.7378	632	0.001059	30.7707
550	662	0.001102	31.3070	642	0.001075	31.3405
560	675	0.001123	31.8762	644	0.001079	31.9103
570	694	0.001155	32.4454	667	0.001117	32.4802
580	710	0.001182	33.0146	687	0.001151	33.0500
590	721	0.001200	33.5839	694	0.001162	33.6198
600	736	0.001225	34.1531	710	0.001189	34.1897
610	757	0.001260	34.7223	720	0.001206	34.7595
620	773	0.001287	35.2915	734	0.001229	35.3293
630	787	0.001310	35.8607	742	0.001243	35.8991
640	799	0.001330	36.4300	752	0.001260	36.4690
650	813	0.001353	36.9992	778	0.001303	37.0388
660	825	0.001373	37.5684	789	0.001322	37.6086
670	845	0.001406	38.1376	803	0.001345	38.1785
680	879	0.001463	38.7068	815	0.001365	38.7483
690	896	0.001491	39.2760	833	0.001395	39.3181
700	911	0.001516	39.8453	844	0.001414	39.8879
710	928	0.001545	40.4145	854	0.001430	40.4578
720	943	0.001569	40.9837	871	0.001459	41.0276
730	963	0.001603	41.5529	883	0.001479	41.5974
740	982	0.001634	42.1221	897	0.001503	42.1672
750	1005	0.001673	42.6914	907	0.001519	42.7371
760	1028	0.001711	43.2606	925	0.001549	43.3069
770				940	0.001575	43.8767
780				952	0.001595	44.4466
790				965	0.001616	45.0164
800				980	0.001642	45.5862
810				999	0.001673	46.1560
820				1027	0.001720	46.7259
830				1041	0.001744	47.2957

Lampiran 6

6.2 Variasi B

P (kN)	BD ₁			BD ₂			BD ₃		
	δL	reg	teg	δL	reg	teg	δL	reg	teg
10	6	0.000010	0.5666	5	0.000008	0.5685	6	0.000010	0.5592
20	12	0.000020	1.1331	10	0.000017	1.1371	15	0.000025	1.1183
30	16	0.000027	1.6997	13	0.000022	1.7056	18	0.000030	1.6775
40	26	0.000043	2.2663	25	0.000042	2.2741	27	0.000045	2.2366
50	33	0.000055	2.8328	40	0.000067	2.8427	33	0.000055	2.7958
60	40	0.000066	3.3994	52	0.000087	3.4112	39	0.000065	3.3549
70	47	0.000078	3.9659	53	0.000088	3.9797	46	0.000076	3.9141
80	57	0.000095	4.5325	64	0.000107	4.5483	53	0.000088	4.4732
90	65	0.000108	5.0991	71	0.000118	5.1168	59	0.000098	5.0324
100	70	0.000116	5.6656	77	0.000128	5.6853	67	0.000111	5.5915
110	74	0.000123	6.2322	84	0.000140	6.2539	75	0.000124	6.1507
120	79	0.000131	6.7988	91	0.000151	6.8224	82	0.000136	6.7098
130	86	0.000143	7.3653	99	0.000165	7.3909	89	0.000148	7.2690
140	93	0.000154	7.9319	105	0.000175	7.9595	97	0.000161	7.8281
150	100	0.000166	8.4984	114	0.000190	8.5280	104	0.000172	8.3873
160	107	0.000178	9.0650	121	0.000201	9.0965	114	0.000189	8.9464
170	114	0.000189	9.6316	129	0.000215	9.6651	122	0.000202	9.5056
180	121	0.000201	10.1981	137	0.000228	10.2336	130	0.000215	10.0647
190	129	0.000214	10.7647	145	0.000241	10.8021	136	0.000225	10.6239
200	134	0.000223	11.3313	152	0.000253	11.3707	142	0.000235	11.1830
210	143	0.000237	11.8978	160	0.000266	11.9392	150	0.000249	11.7422
220	150	0.000249	12.4644	171	0.000285	12.5077	156	0.000259	12.3013
230	156	0.000259	13.0309	177	0.000295	13.0763	165	0.000273	12.8605
240	164	0.000272	13.5975	186	0.000310	13.6448	175	0.000290	13.4196
250	172	0.000286	14.1641	196	0.000326	14.2133	183	0.000303	13.9788
260	180	0.000299	14.7306	204	0.000340	14.7819	190	0.000315	14.5379
270	189	0.000314	15.2972	218	0.000363	15.3504	197	0.000327	15.0971
280	197	0.000327	15.8638	226	0.000376	15.9189	204	0.000338	15.6562
290	205	0.000340	16.4303	234	0.000389	16.4875	212	0.000351	16.2154
300	212	0.000352	16.9969	242	0.000403	17.0560	221	0.000366	16.7745
310	220	0.000365	17.5634	251	0.000418	17.6245	230	0.000381	17.3337
320	229	0.000380	18.1300	260	0.000433	18.1931	237	0.000393	17.8929
330	236	0.000392	18.6966	269	0.000448	18.7616	245	0.000406	18.4520
340	243	0.000404	19.2631	277	0.000461	19.3301	253	0.000419	19.0112
350	252	0.000418	19.8297	284	0.000473	19.8987	262	0.000434	19.5703
360	259	0.000430	20.3963	294	0.000489	20.4672	268	0.000444	20.1295
370	264	0.000438	20.9628	304	0.000506	21.0357	280	0.000464	20.6886

Lampiran 6

Lanjutan data tegangan regangan variasi B

380	275	0.000457	21.5294	312	0.000519	21.6043	287	0.000476	21.2478
390	281	0.000467	22.0959	320	0.000533	22.1728	294	0.000487	21.8069
400	296	0.000492	22.6625	329	0.000548	22.7413	301	0.000499	22.3661
410	302	0.000502	23.2291	340	0.000566	23.3099	312	0.000517	22.9252
420	310	0.000515	23.7956	349	0.000581	23.8784	321	0.000532	23.4844
430	319	0.000530	24.3622	357	0.000594	24.4469	330	0.000547	24.0435
440	325	0.000540	24.9288	365	0.000508	25.0155	338	0.000560	24.6027
450	334	0.000555	25.4953	375	0.000624	25.5840	345	0.000572	25.1618
460	345	0.000573	26.0619	384	0.000639	26.1525	354	0.000587	25.7210
470	356	0.000591	26.6284	391	0.000651	26.7211	369	0.000612	26.2801
480	365	0.000606	27.1950	401	0.000667	27.2896	375	0.000622	26.8393
490	375	0.000623	27.7616	411	0.000684	27.8581	385	0.000638	27.3984
500	384	0.000638	28.3281	512	0.000852	28.4267	392	0.000650	27.9576
510	394	0.000654	28.8947	526	0.000875	28.9952	398	0.000660	28.5167
520	406	0.000674	29.4613	535	0.000890	29.5637	408	0.000676	29.0759
530	417	0.000693	30.0278	545	0.000907	30.1323	420	0.000696	29.6350
540	426	0.000707	30.5944	555	0.000924	30.7008	430	0.000713	30.1942
550	433	0.000719	31.1609	565	0.000940	31.2693	438	0.000726	30.7533
560	445	0.000739	31.7275	580	0.000965	31.8379	447	0.000741	31.3125
570	456	0.000757	32.2941	590	0.000982	32.4064	459	0.000761	31.8716
580	465	0.000772	32.8606	599	0.000997	32.9749	470	0.000779	32.4308
590	479	0.000795	33.4272	612	0.001019	33.5435	481	0.000797	32.9899
600	489	0.000812	33.9938	626	0.001042	34.1120	492	0.000815	33.5491
610	500	0.000830	34.5603	635	0.001057	34.6805	499	0.000827	34.1082
620	510	0.000847	35.1269	652	0.001085	35.2491	511	0.000847	34.6674
630	520	0.000864	35.6935	665	0.001107	35.8176	554	0.000918	35.2266
640	532	0.000883	36.2600	695	0.001157	36.3861	562	0.000931	35.7857
650	542	0.000900	36.8266	706	0.001175	36.9547	574	0.000951	36.3449
660	557	0.000925	37.3931				585	0.000970	36.9040
670	570	0.000947	37.9597				597	0.000989	37.4632
680	585	0.000972	38.5263				609	0.001009	38.0223
690	597	0.000991	39.0923				620	0.001028	38.5815
700	614	0.001020	39.6594				631	0.001046	39.1406
710	629	0.001045	40.2260				644	0.001067	39.6998
720	645	0.001071	40.7925				647	0.001072	40.2589
730	660	0.001096	41.3591				670	0.001110	40.8181
740	672	0.001116	41.9256				683	0.001132	41.3772
750	685	0.001138	42.4922				694	0.001150	41.9364
760	697	0.001157	43.0588				710	0.001177	42.4955
770	711	0.001181	43.6253				730	0.001210	43.0547
780	730	0.001212	44.1919				745	0.001235	43.6138
790	750	0.001246	44.7585				765	0.001268	44.1730
800	770	0.001279	45.3250				785	0.001301	44.7321
810	805	0.001337	45.8916				807	0.001338	45.2913
820							829	0.001374	45.8504
830							840	0.001392	46.4096

Lampiran 6

Lanjutan data tegangan regangan variasi B

P (kN)	BD ₄			BD ₅			BD ₆		
	δL	reg	teg	δL	reg	teg	δL	reg	teg
10	4	0.000007	0.5743	5	0.000008	0.5692	4	0.000007	0.5688
20	8	0.000013	1.1486	10	0.000017	1.1384	9	0.000015	1.1377
30	15	0.000025	1.7228	17	0.000028	1.7077	15	0.000025	1.7065
40	21	0.000035	2.2971	24	0.000040	2.2769	21	0.000035	2.2754
50	26	0.000043	2.8714	31	0.000051	2.8461	28	0.000047	2.8442
60	33	0.000055	3.4457	37	0.000061	3.4153	34	0.000057	3.4130
70	39	0.000065	4.0199	44	0.000073	3.9845	41	0.000069	3.9819
80	45	0.000075	4.5942	51	0.000084	4.5537	47	0.000079	4.5507
90	52	0.000086	5.1685	60	0.000099	5.1230	54	0.000091	5.1195
100	60	0.000100	5.7428	67	0.000111	5.6922	60	0.000101	5.6884
110	68	0.000113	6.3170	75	0.000124	6.2614	66	0.000111	6.2572
120	75	0.000125	6.8913	82	0.000135	6.8306	73	0.000123	6.8261
130	82	0.000136	7.4656	89	0.000147	7.3998	81	0.000136	7.3949
140	88	0.000146	8.0399	96	0.000159	7.9691	88	0.000148	7.9637
150	95	0.000158	8.6141	105	0.000173	8.5383	94	0.000158	8.5326
160	104	0.000173	9.1884	114	0.000188	9.1075	103	0.000173	9.1014
170	110	0.000183	9.7627	122	0.000202	9.6767	109	0.000183	9.6702
180	119	0.000198	10.3370	130	0.000215	10.2459	116	0.000195	10.2391
190	124	0.000206	10.9113	137	0.000226	10.8151	123	0.000206	10.8079
200	134	0.000223	11.4855	144	0.000238	11.3844	131	0.000220	11.3768
210	142	0.000236	12.0598	154	0.000254	11.9536	139	0.000233	11.9456
220	149	0.000248	12.6341	163	0.000269	12.5228	147	0.000247	12.5144
230	156	0.000259	13.2084	172	0.000284	13.0920	154	0.000258	13.0833
240	164	0.000273	13.7826	178	0.000294	13.6612	162	0.000272	13.6521
250	173	0.000288	14.3569	187	0.000309	14.2305	170	0.000285	14.2209
260	182	0.000303	14.9312	196	0.000324	14.7997	177	0.000297	14.7898
270	191	0.000318	15.5055	202	0.000334	15.3689	185	0.000310	15.3586
280	201	0.000334	16.0797	210	0.000347	15.9381	193	0.000324	15.9275
290	209	0.000348	16.6540	218	0.000360	16.5073	201	0.000337	16.4963
300	215	0.000358	17.2283	227	0.000375	17.0765	209	0.000351	17.0651
310	225	0.000374	17.8026	235	0.000388	17.6458	217	0.000364	17.6340
320	232	0.000386	18.3768	244	0.000403	18.2150	225	0.000378	18.2028
330	242	0.000403	18.9511	254	0.000420	18.7842	232	0.000389	18.7716
340	251	0.000417	19.5254	260	0.000429	19.3534	241	0.000404	19.3405
350	260	0.000432	20.0997	268	0.000443	19.9226	250	0.000420	19.9093
360	269	0.000447	20.6740	277	0.000458	20.4919	249	0.000418	20.4782
370	278	0.000462	21.2482	289	0.000477	21.0611	262	0.000440	21.0470
380	283	0.000471	21.8225	297	0.000491	21.6303	277	0.000465	21.6158

Lampiran 6

Lanjutan data tegangan regangan variasi B

390	295	0.000491	22.3968	307	0.000507	22.1995	284	0.000477	22.1847
400	305	0.000507	22.9711	317	0.000524	22.7687	294	0.000493	22.7535
410	315	0.000524	23.5453	327	0.000540	23.3379	301	0.000505	23.3223
420	329	0.000547	24.1196	337	0.000557	23.9072	310	0.000520	23.8912
430	334	0.000556	24.6939	344	0.000568	24.4764	320	0.000537	24.4600
440	345	0.000574	25.2682	354	0.000585	25.0456	327	0.000549	25.0289
450	354	0.000589	25.8424	362	0.000598	25.6148	335	0.000562	25.5977
460	363	0.000604	26.4167	371	0.000613	26.1840	341	0.000572	26.1665
470	371	0.000617	26.9910	380	0.000628	26.7532	350	0.000587	26.7354
480	382	0.000635	27.5653	390	0.000644	27.3225	360	0.000604	27.3042
490	390	0.000649	28.1395	400	0.000661	27.8917	370	0.000621	27.8730
500	399	0.000664	28.7138	410	0.000677	28.4609	379	0.000636	28.4419
510	406	0.000675	29.2881	420	0.000694	29.0301	390	0.000655	29.0107
520	415	0.000690	29.8624	430	0.000710	29.5993	401	0.000673	29.5796
530	426	0.000709	30.4366	443	0.000732	30.1686	409	0.000686	30.1484
540	438	0.000728	31.0109	452	0.000747	30.7378	416	0.000698	30.7172
550	450	0.000748	31.5852	462	0.000763	31.3070	428	0.000718	31.2861
560	459	0.000763	32.1595	472	0.000780	31.8762	442	0.000742	31.8549
570	468	0.000778	32.7338	483	0.000798	32.4454	456	0.000765	32.4237
580	479	0.000797	33.3080	496	0.000819	33.0146	466	0.000782	32.9926
590	493	0.000820	33.8823	508	0.000839	33.5839	475	0.000797	33.5614
600	504	0.000838	34.4566	519	0.000857	34.1531	481	0.000807	34.1303
610	514	0.000855	35.0309	533	0.000880	34.7223	496	0.000832	34.6991
620	522	0.000868	35.6051	549	0.000907	35.2915	507	0.000851	35.2679
630	531	0.000883	36.1794	563	0.000930	35.8607	512	0.000859	35.8368
640	542	0.000901	36.7537	574	0.000948	36.4300	529	0.000888	36.4056
650	554	0.000921	37.3280	585	0.000966	36.9992	540	0.000906	36.9744
660	564	0.000938	37.9022	595	0.000983	37.5684	546	0.000916	37.5433
670	573	0.000953	38.4765	614	0.001014	38.1376	558	0.000936	38.1121
680	587	0.000976	39.0508	630	0.001041	38.7068	575	0.000965	38.6810
690	601	0.001000	39.6251	647	0.001069	39.2760	587	0.000985	39.2498
700	614	0.001021	40.1993	662	0.001094	39.8453	599	0.001005	39.8186
710	626	0.001041	40.7736	682	0.001127	40.4145	615	0.001032	40.3875
720	641	0.001066	41.3479	707	0.001168	40.9837	632	0.001061	40.9563
730	664	0.001104	41.9222	728	0.001203	41.5529	645	0.001083	41.5251
740	665	0.001106	42.4965	754	0.001246	42.1221	660	0.001108	42.0940
750	677	0.001126	43.0707				677	0.001136	42.6628
760	695	0.001156	43.6450				698	0.001171	43.2317
770	710	0.001181	44.2193				712	0.001195	43.8005
780	727	0.001209	44.7936				730	0.001225	44.3693
790	743	0.001236	45.3678				755	0.001267	44.9382
800	760	0.001264	45.9421				785	0.001317	45.5070
810	777	0.001292	46.5164						
820	798	0.001327	47.0907						
830	815	0.001356	47.6649						
840	835	0.001389	48.2392						
850	860	0.001430	48.8135						
860	875	0.001455	49.3878						

Lampiran 6

Lanjutan data tegangan regangan variasi B

P (kN)	BD ₇			BD ₈		
	ΔL	reg	teg	ΔL	reg	teg
10	5	0.000008	0.5592	7	0.000012	0.5655
20	10	0.000017	1.1183	11	0.000016	1.1310
30	14	0.000023	1.6775	18	0.000030	1.6965
40	20	0.000033	2.2366	24	0.000040	2.2620
50	25	0.000041	2.7958	31	0.000051	2.8275
60	30	0.000050	3.3549	35	0.000058	3.3930
70	36	0.000060	3.9141	39	0.000064	3.9585
80	42	0.000070	4.4732	46	0.000076	4.5240
90	49	0.000081	5.0324	52	0.000086	5.0896
100	54	0.000089	5.5915	59	0.000097	5.6551
110	60	0.000099	6.1507	65	0.000107	6.2206
120	65	0.000108	6.7098	73	0.000120	6.7861
130	74	0.000122	7.2690	79	0.000130	7.3516
140	80	0.000132	7.8281	87	0.000144	7.9171
150	86	0.000142	8.3873	104	0.000172	8.4826
160	94	0.000156	8.9464	105	0.000173	9.0481
170	100	0.000166	9.5056	110	0.000182	9.6136
180	107	0.000177	10.0647	120	0.000198	10.1791
190	114	0.000189	10.6239	125	0.000206	10.7446
200	120	0.000199	11.1830	131	0.000216	11.3101
210	129	0.000214	11.7422	137	0.000226	11.8756
220	136	0.000225	12.3013	143	0.000236	12.4411
230	144	0.000238	12.8605	150	0.000248	13.0066
240	153	0.000253	13.4196	158	0.000261	13.5721
250	162	0.000268	13.9788	165	0.000272	14.1376
260	171	0.000283	14.5379	175	0.000289	14.7031
270	178	0.000295	15.0971	182	0.000300	15.2687
280	189	0.000313	15.6562	188	0.000310	15.8342
290	197	0.000326	16.2154	199	0.000328	16.3997
300	204	0.000338	16.7745	206	0.000340	16.9652
310	212	0.000351	17.3337	214	0.000353	17.5307
320	219	0.000362	17.8929	222	0.000366	18.0962
330	227	0.000376	18.4520	230	0.000380	18.6617
340	237	0.000392	19.0112	238	0.000393	19.2272
350	246	0.000407	19.5703	247	0.000408	19.7927
360	255	0.000422	20.1295	263	0.000434	20.3582
370	262	0.000434	20.6886	270	0.000446	20.9237
380	274	0.000453	21.2478	275	0.000454	21.4892

Lampiran 6

Lanjutan data tegangan regangan variasi B

390	280	0.000463	21.8069	282	0.000465	22.0547
400	291	0.000482	22.3661	291	0.000480	22.6202
410	297	0.000492	22.9252	303	0.000500	23.1857
420	309	0.000511	23.4844	314	0.000518	23.7512
430	314	0.000520	24.0435	321	0.000530	24.3167
440	326	0.000540	24.6027	330	0.000545	24.8823
450	335	0.000554	25.1618	330	0.000545	25.4478
460	343	0.000568	25.7210	349	0.000576	26.0133
470	354	0.000586	26.2801	352	0.000581	26.5788
480	363	0.000601	26.8393	375	0.000619	27.1443
490	372	0.000616	27.3984	384	0.000634	27.7098
500	381	0.000631	27.9576	395	0.000652	28.2753
510	392	0.000649	28.5167	406	0.000670	28.8408
520	404	0.000669	29.0759	417	0.000688	29.4063
530	414	0.000685	29.6350	425	0.000701	29.9718
540	425	0.000703	30.1942	437	0.000721	30.5373
550	436	0.000722	30.7533	448	0.000739	31.1028
560	451	0.000746	31.3125	458	0.000756	31.6683
570	466	0.000771	31.8716	472	0.000779	32.2338
580	489	0.000809	32.4308	482	0.000795	32.7993
590	503	0.000833	32.9899	494	0.000815	33.3648
600	514	0.000851	33.5491	507	0.000837	33.9303
610	520	0.000861	34.1082	518	0.000855	34.4959
620	540	0.000894	34.6674	530	0.000875	35.0614
630	554	0.000917	35.2266	544	0.000898	35.6269
640	567	0.000938	35.7857	557	0.000919	36.1924
650	586	0.000970	36.3449	570	0.000941	36.7579
660	601	0.000995	36.9040	589	0.000972	37.3234
670	618	0.001023	37.4632	604	0.000997	37.8889
680	634	0.001049	38.0223	624	0.001030	38.4544
690	636	0.001053	38.5815	634	0.001046	39.0199
700	656	0.001086	39.1406	649	0.001071	39.5854
710	678	0.001122	39.6998	665	0.001097	40.1509
720	695	0.001150	40.2589	679	0.001120	40.7164
730	718	0.001188	40.8181	695	0.001147	41.2819
740	720	0.001192	41.3772	709	0.001170	41.8474
750	729	0.001207	41.9364			
760	790	0.001308	42.4955			
770						
780						
790						
800						
810						
820						

Lampiran 6

6.3 Variasi C

P (kN)	CD ₁			CD ₂			CD ₃		
	δL	reg	teg	δL	reg	teg	δL	reg	teg
10	4	0.000007	0.5673	4	0.000007	0.5677	3	0.000005	0.5636
20	9	0.000015	1.1346	7	0.000012	1.1354	9	0.000015	1.1271
30	13	0.000022	1.7020	12	0.000020	1.7031	14	0.000023	1.6907
40	19	0.000032	2.2693	18	0.000030	2.2708	19	0.000032	2.2542
50	25	0.000041	2.8366	24	0.000040	2.8385	26	0.000043	2.8178
60	31	0.000051	3.4039	28	0.000047	3.4062	31	0.000052	3.3813
70	36	0.000060	3.9712	35	0.000058	3.9739	39	0.000065	3.9449
80	41	0.000068	4.5386	42	0.000070	4.5416	45	0.000075	4.5084
90	47	0.000078	5.1059	48	0.000080	5.1093	50	0.000083	5.0720
100	60	0.000100	5.6732	53	0.000088	5.6770	57	0.000095	5.6355
110	64	0.000106	6.2405	59	0.000098	6.2447	63	0.000105	6.1991
120	68	0.000113	6.8078	67	0.000111	6.8124	70	0.000116	6.7626
130	74	0.000123	7.3752	74	0.000123	7.3801	76	0.000126	7.3262
140	81	0.000134	7.9425	79	0.000131	7.9478	83	0.000138	7.8897
150	88	0.000146	8.5098	85	0.000141	8.5155	88	0.000146	8.4533
160	92	0.000153	9.0771	90	0.000150	9.0832	98	0.000163	9.0168
170	101	0.000168	9.6444	97	0.000161	9.6509	104	0.000173	9.5804
180	109	0.000181	10.2118	104	0.000173	10.2186	111	0.000185	10.1439
190	114	0.000189	10.7791	110	0.000183	10.7863	115	0.000191	10.7075
200	122	0.000202	11.3464	119	0.000198	11.3540	126	0.000209	11.2710
210	130	0.000216	11.9137	125	0.000208	11.9217	132	0.000219	11.8346
220	138	0.000229	12.4810	131	0.000218	12.4894	141	0.000234	12.3981
230	143	0.000237	13.0483	140	0.000233	13.0571	158	0.000263	12.9617
240	151	0.000251	13.6157	147	0.000244	13.6248	178	0.000296	13.5252
250	163	0.000271	14.1830	158	0.000263	14.1925	185	0.000308	14.0888
260	173	0.000287	14.7503	165	0.000274	14.7602	193	0.000321	14.6523
270	181	0.000300	15.3176	175	0.000291	15.3279	199	0.000331	15.2159
280	189	0.000314	15.8849	185	0.000308	15.8956	209	0.000347	15.7794
290	194	0.000322	16.4523	191	0.000318	16.4633	220	0.000366	16.3430
300	203	0.000337	17.0196	199	0.000331	17.0310	225	0.000374	16.9065
310	211	0.000350	17.5869	209	0.000348	17.5987	245	0.000407	17.4701
320	221	0.000367	18.1542	219	0.000364	18.1664	255	0.000424	18.0336
330	228	0.000378	18.7215	229	0.000381	18.7340	265	0.000440	18.5972
340	239	0.000397	19.2889	240	0.000399	19.3017	276	0.000459	19.1607
350	250	0.000415	19.8562	254	0.000422	19.8694	280	0.000465	19.7243
360	260	0.000431	20.4235	260	0.000432	20.4371	299	0.000497	20.2878
370	272	0.000451	20.9908	265	0.000441	21.0048	315	0.000524	20.8514
380	288	0.000478	21.5581	275	0.000457	21.5725	325	0.000540	21.4149

Lampiran 6

Lanjutan data tegangan regangan variasi C

390	298	0.000495	22.1255	287	0.000477	22.1402	335	0.000557	21.9785
400	311	0.000516	22.6928	301	0.000501	22.7079	351	0.000583	22.5420
410	331	0.000549	23.2601	320	0.000532	23.2756	373	0.000620	23.1056
420	345	0.000573	23.8274	337	0.000560	23.8433	392	0.000652	23.6691
430				357	0.000594	24.4110	411	0.000683	24.2327
440				378	0.000629	24.9787	421	0.000700	24.7962
450				401	0.000667	25.5464	455	0.000756	25.3598
460				425	0.000707	26.1141	495	0.000823	25.9233
470				429	0.000713	26.6818			
480				440	0.000732	27.2495			
490				448	0.000745	27.8172			
500				460	0.000765	28.3849			
510									
520									
530									

Lanjutan data tegangan regangan variasi C

P (kN)	CD ₄			CD ₅			CD ₆		
	δL	reg	teg	δL	reg	teg	δL	reg	teg
10	5	0.000008	0.5692	4	0.000007	0.5648	4	0.000007	0.5657
20	11	0.000018	1.1384	8	0.000013	1.1295	10	0.000017	1.1313
30	16	0.000027	1.7077	12	0.000020	1.6943	16	0.000026	1.6970
40	24	0.000040	2.2769	18	0.000030	2.2590	19	0.000031	2.2626
50	30	0.000050	2.8461	22	0.000036	2.8238	29	0.000048	2.8283
60	37	0.000062	3.4153	27	0.000045	3.3885	33	0.000055	3.3939
70	45	0.000075	3.9845	31	0.000051	3.9533	40	0.000066	3.9596
80	52	0.000088	4.5537	36	0.000060	4.5180	47	0.000078	4.5253
90	60	0.000100	5.1230	41	0.000068	5.0828	54	0.000089	5.0909
100	67	0.000111	5.6922	46	0.000076	5.6475	60	0.000099	5.6566
110	74	0.000123	6.2614	52	0.000086	6.2123	65	0.000107	6.2222
120	80	0.000133	6.8306	58	0.000096	6.7770	75	0.000124	6.7879
130	87	0.000145	7.3998	63	0.000104	7.3418	83	0.000137	7.3535
140	94	0.000156	7.9691	68	0.000113	7.9065	89	0.000147	7.9192
150	102	0.000170	8.5383	73	0.000121	8.4713	97	0.000160	8.4848
160	109	0.000181	9.1075	79	0.000131	9.0360	104	0.000172	9.0505
170	115	0.000191	9.6767	85	0.000141	9.6008	111	0.000183	9.6162
180	121	0.000201	10.2459	90	0.000149	10.1655	120	0.000198	10.1818
190	129	0.000215	10.8151	96	0.000159	10.7303	129	0.000213	10.7475
200	134	0.000223	11.3844	104	0.000172	11.2951	135	0.000223	11.3131
210	142	0.000236	11.9536	109	0.000181	11.8598	142	0.000235	11.8788
220	149	0.000248	12.5228	116	0.000192	12.4246	151	0.000249	12.4444
230	155	0.000258	13.0920	122	0.000202	12.9893	160	0.000264	13.0101
240	161	0.000268	13.6612	129	0.000214	13.5541	170	0.000281	13.5758
250	169	0.000281	14.2305	135	0.000224	14.1188	177	0.000292	14.1414

Lampiran 6

Lanjutan data tegangan regangan variasi C

260	177	0.000294	14.7997	142	0.000235	14.6836	184	0.000304	14.7071
270	184	0.000306	15.3689	150	0.000248	15.2483	194	0.000320	15.2727
280	193	0.000321	15.9381	160	0.000265	15.8131	204	0.000337	15.8384
290	201	0.000334	16.5073	168	0.000278	16.3778	214	0.000353	16.4040
300	210	0.000349	17.0765	178	0.000295	16.9426	225	0.000372	16.9697
310	221	0.000368	17.6458	186	0.000308	17.5073	239	0.000395	17.5354
320	231	0.000384	18.2150	195	0.000323	18.0721	249	0.000411	18.1010
330	243	0.000404	18.7842	205	0.000340	18.6368	260	0.000429	18.6667
340	254	0.000422	19.3534	216	0.000358	19.2016	273	0.000451	19.2323
350	266	0.000442	19.9226	228	0.000378	19.7663	289	0.000477	19.7980
360	276	0.000459	20.4919	240	0.000398	20.3311	309	0.000510	20.3636
370	298	0.000496	21.0611	250	0.000414	20.8958	332	0.000548	20.9293
380	301	0.000501	21.6303	264	0.000437	21.4606	340	0.000562	21.4949
390	321	0.000534	22.1995	280	0.000464	22.0254	360	0.000595	22.0606
400	346	0.000575	22.7687	298	0.000494	22.5901	380	0.000628	22.6263
410	380	0.000632	23.3379	309	0.000512	23.1549	405	0.000669	23.1919
420	415	0.000690	23.9072	324	0.000537	23.7196	440	0.000727	23.7576
430	480	0.000798	24.4764	350	0.000580	24.2844	480	0.000793	24.3232
440				370	0.000613	24.8491			
450				390	0.000646	25.4139			
460				430	0.000712	25.9786			
470				470	0.000778	26.5434			
480				525	0.000870	27.1081			
490				560	0.000928	27.6729			
500									
510									

Lanjutan data tegangan regangan variasi C

P (kN)	CD ₇			CD ₈		
	ΔL	reg	teg	ΔL	reg	teg
10	2	0.000003	0.5670	4	0.000007	0.5615
20	7	0.000012	1.1340	8	0.000013	1.1231
30	13	0.000022	1.7010	13	0.000021	1.6846
40	17	0.000028	2.2681	20	0.000033	2.2461
50	22	0.000037	2.8351	26	0.000043	2.8077
60	28	0.000047	3.4021	34	0.000056	3.3692
70	34	0.000057	3.9691	40	0.000065	3.9307
80	39	0.000065	4.5361	45	0.000074	4.4922
90	45	0.000075	5.1031	51	0.000083	5.0538
100	50	0.000083	5.6702	56	0.000092	5.6153
110	55	0.000091	6.2372	64	0.000105	6.1768
120	61	0.000101	6.8042	69	0.000113	6.7384
130	67	0.000111	7.3712	76	0.000124	7.2999
140	73	0.000121	7.9382	81	0.000133	7.8614

Lampiran 6

Lanjutan data tegangan regangan variasi C

150	79	0.000131	8.5052	87	0.000142	8.4230
160	85	0.000141	9.0723	92	0.000151	8.9845
170	91	0.000151	9.6393	101	0.000165	9.5460
180	97	0.000161	10.2063	109	0.000178	10.1076
190	104	0.000173	10.7733	113	0.000185	10.6691
200	110	0.000183	11.3403	121	0.000198	11.2306
210	116	0.000193	11.9073	135	0.000221	11.7922
220	121	0.000201	12.4744	143	0.000234	12.3537
230	123	0.000205	13.0414	150	0.000246	12.9152
240	130	0.000216	13.6084	158	0.000259	13.4767
250	136	0.000226	14.1754	160	0.000262	14.0383
260	145	0.000241	14.7424	170	0.000278	14.5998
270	153	0.000254	15.3094	176	0.000288	15.1613
280	163	0.000271	15.8765	185	0.000303	15.7229
290	170	0.000283	16.4435	195	0.000319	16.2844
300	178	0.000296	17.0105	199	0.000326	16.8459
310	185	0.000308	17.5775	200	0.000327	17.4075
320	193	0.000321	18.1445	210	0.000344	17.9690
330	203	0.000338	18.7115	225	0.000368	18.5305
340	207	0.000344	19.2786	235	0.000385	19.0921
350	210	0.000349	19.8456	260	0.000426	19.6536
360	219	0.000364	20.4126	260	0.000426	20.2151
370	225	0.000374	20.9796	273	0.000447	20.7767
380	236	0.000393	21.5466	281	0.000460	21.3382
390	249	0.000414	22.1136	296	0.000485	21.8997
400	260	0.000432	22.6807	311	0.000509	22.4612
410	274	0.000456	23.2477	326	0.000534	23.0228
420	284	0.000472	23.8147	339	0.000555	23.5843
430	297	0.000494	24.3817	358	0.000586	24.1458
440	307	0.000511	24.9487	368	0.000602	24.7074
450	393	0.000654	25.5157	390	0.000638	25.2689
460	433	0.000720	26.0828	409	0.000670	25.8304
470	449	0.000747	26.6498	430	0.000704	26.3920
480	468	0.000778	27.2168	457	0.000748	26.9535
490	492	0.000818	27.7838	487	0.000797	27.5150
500	530	0.000882	28.3508	490	0.000802	28.0766
510	575	0.000956	28.9178			
520						
530						
540						
550						
560						

Lampiran 6

6.4 Variasi D

P (kN)	DD ₁			DD ₂			DD ₃		
	ΔL	reg	teg	ΔL	reg	teg	ΔL	reg	teg
10	8	0.000013	0.5615	8	0.000013	0.5636	7	0.000012	0.5727
20	15	0.000025	1.1231	14	0.000023	1.1271	14	0.000023	1.1455
30	23	0.000038	1.6846	22	0.000037	1.6907	21	0.000035	1.7182
40	31	0.000051	2.2461	29	0.000048	2.2542	28	0.000046	2.2909
50	40	0.000066	2.8077	37	0.000062	2.8178	36	0.000059	2.8637
60	48	0.000079	3.3692	46	0.000077	3.3813	45	0.000074	3.4364
70	55	0.000091	3.9307	53	0.000088	3.9449	52	0.000086	4.0092
80	63	0.000104	4.4922	61	0.000102	4.5084	59	0.000097	4.5819
90	72	0.000119	5.0538	70	0.000117	5.0720	67	0.000111	5.1546
100	81	0.000134	5.6153	78	0.000130	5.6355	74	0.000122	5.7274
110	89	0.000147	6.1768	86	0.000143	6.1991	81	0.000134	6.3001
120	98	0.000162	6.7384	95	0.000158	6.7626	88	0.000145	6.8728
130	105	0.000174	7.2999	104	0.000173	7.3262	95	0.000157	7.4456
140	113	0.000187	7.8614	112	0.000186	7.8897	103	0.000170	8.0183
150	121	0.000200	8.4230	122	0.000203	8.4533	109	0.000180	8.5910
160	128	0.000212	8.9845	131	0.000218	9.0168	116	0.000191	9.1638
170	135	0.000224	9.5460	140	0.000233	9.5804	124	0.000205	9.7365
180	143	0.000237	10.1076	150	0.000250	10.1439	132	0.000218	10.3093
190	152	0.000252	10.6691	159	0.000265	10.7075	138	0.000228	10.8820
200	158	0.000262	11.2306	168	0.000280	11.2710	145	0.000239	11.4547
210	168	0.000278	11.7922	188	0.000313	11.8346	152	0.000251	12.0275
220	173	0.000286	12.3537	195	0.000325	12.3981	159	0.000262	12.6002
230	181	0.000300	12.9152	204	0.000340	12.9617	165	0.000272	13.1729
240	189	0.000313	13.4767	212	0.000353	13.5252	172	0.000284	13.7457
250	197	0.000326	14.0383	225	0.000375	14.0888	178	0.000294	14.3184
260	206	0.000341	14.5998	235	0.000391	14.6523	185	0.000305	14.8911
270	213	0.000353	15.1613	242	0.000403	15.2159	192	0.000317	15.4639
280	221	0.000366	15.7229	252	0.000419	15.7794	199	0.000328	16.0366
290	230	0.000381	16.2844	262	0.000436	16.3430	206	0.000340	16.6094
300	238	0.000394	16.8459	270	0.000449	16.9065	215	0.000355	17.1821
310	247	0.000409	17.4075	279	0.000464	17.4701	223	0.000368	17.7548
320	256	0.000424	17.9690	287	0.000478	18.0336	230	0.000380	18.3276
330	264	0.000437	18.5305	295	0.000491	18.5972	238	0.000393	18.9003
340	273	0.000452	19.0921	305	0.000508	19.1607	246	0.000406	19.4730
350	282	0.000467	19.6536	312	0.000519	19.7243	255	0.000421	20.0458
360	290	0.000480	20.2151	320	0.000533	20.2878	263	0.000434	20.6185
370	307	0.000508	20.7767	329	0.000548	20.8514	270	0.000446	21.1912
380	318	0.000527	21.3382	342	0.000569	21.4149	284	0.000469	21.7640
390	329	0.000545	21.8997	349	0.000581	21.9785	290	0.000479	22.3367
400	338	0.000560	22.4612	358	0.000596	22.5420	296	0.000489	22.9095
410	350	0.000580	23.0228	369	0.000614	23.1056	305	0.000503	23.4822
420	360	0.000590	23.5843	379	0.000631	23.6691	314	0.000518	24.0549

Lampiran 6

Lanjutan data tegangan regangan variasi D

P (kN)	DD ₄			DD ₅			DD ₆		
	δL	reg	teg	δL	reg	teg	δL	reg	teg
10	6	0.000010	0.5659	6	0.000010	0.5692	5	0.000008	0.5632
20	11	0.000018	1.1318	12	0.000020	1.1384	10	0.000017	1.1264
30	17	0.000028	1.6976	18	0.000030	1.7077	16	0.000027	1.6895
40	25	0.000042	2.2635	24	0.000040	2.2769	22	0.000037	2.2527
50	32	0.000053	2.8294	31	0.000052	2.8461	28	0.000046	2.8159
60	41	0.000068	3.3953	36	0.000060	3.4153	34	0.000056	3.3791
70	51	0.000085	3.9612	43	0.000072	3.9845	42	0.000070	3.9422
80	58	0.000097	4.5271	50	0.000083	4.5537	49	0.000081	4.5054
90	67	0.000112	5.0929	56	0.000093	5.1230	57	0.000095	5.0686
100	75	0.000125	5.6588	62	0.000103	5.6922	65	0.000108	5.6318
110	82	0.000137	6.2247	69	0.000115	6.2614	72	0.000119	6.1949
120	91	0.000152	6.7906	76	0.000127	6.8306	79	0.000131	6.7581
130	99	0.000165	7.3565	83	0.000139	7.3998	85	0.000141	7.3213
140	108	0.000180	7.9224	90	0.000150	7.9691	92	0.000153	7.8845
150	117	0.000195	8.4882	95	0.000159	8.5383	99	0.000164	8.4476
160	125	0.000209	9.0541	104	0.000174	9.1075	107	0.000178	9.0108
170	134	0.000224	9.6200	111	0.000185	9.6767	115	0.000191	9.5740
180	144	0.000240	10.1859	118	0.000197	10.2459	124	0.000206	10.1372
190	153	0.000255	10.7518	126	0.000210	10.8151	131	0.000217	10.7003
200	162	0.000270	11.3177	133	0.000222	11.3844	138	0.000229	11.2635
210	172	0.000287	11.8835	143	0.000239	11.9536	147	0.000244	11.8267
220	182	0.000304	12.4494	151	0.000252	12.5228	155	0.000257	12.3899
230	191	0.000319	13.0153	159	0.000265	13.0920	163	0.000271	12.9530
240	201	0.000335	13.5812	167	0.000279	13.6612	170	0.000282	13.5162
250	211	0.000352	14.1471	175	0.000292	14.2305	178	0.000295	14.0794
260	217	0.000362	14.7130	182	0.000304	14.7997	188	0.000312	14.6426
270	220	0.000367	15.2788	190	0.000317	15.3689	195	0.000324	15.2057
280	223	0.000372	15.8447	199	0.000332	15.9381	203	0.000337	15.7689
290	246	0.000411	16.4106	205	0.000342	16.5073	211	0.000350	16.3321
300	255	0.000426	16.9765	213	0.000356	17.0765	220	0.000365	16.8953
310	265	0.000442	17.5424	223	0.000372	17.6458	230	0.000382	17.4585
320	275	0.000459	18.1083	231	0.000386	18.2150	236	0.000392	18.0216
330	285	0.000476	18.6741	237	0.000396	18.7842	244	0.000405	18.5848
340	296	0.000494	19.2400	247	0.000412	19.3534	252	0.000418	19.1480
350	305	0.000509	19.8059	258	0.000431	19.9226	262	0.000435	19.7112
360	316	0.000527	20.3718	266	0.000444	20.4919	272	0.000451	20.2743
370	326	0.000544	20.9377	275	0.000459	21.0611	281	0.000466	20.8375
380	335	0.000559	21.5036	283	0.000472	21.6303	287	0.000476	21.4007
390	342	0.000571	22.0694	290	0.000484	22.1995	301	0.000500	21.9639
400	351	0.000586	22.6353	298	0.000497	22.7687	302	0.000501	22.5270
410	359	0.000599	23.2012	308	0.000514	23.3379	312	0.000518	23.0902
420	370	0.000617	23.7671	318	0.000531	23.9072	320	0.000531	23.6534
430	379	0.000632	24.3330	326	0.000544	24.4764	330	0.000548	24.2166
440	389	0.000649	24.8988	335	0.000559	25.0456	342	0.000568	24.7797

Lampiran 6

Lanjutan data tegangan regangan variasi D

P (kN)	DD ₇			DD ₈		
	δL	reg	teg	δL	reg	teg
10	7	0.000012	0.5647	7	0.000012	0.5759
20	13	0.000022	1.1294	10	0.000017	1.1518
30	21	0.000035	1.6940	16	0.000026	1.7277
40	29	0.000048	2.2587	23	0.000038	2.3036
50	35	0.000058	2.8234	29	0.000048	2.8795
60	43	0.000071	3.3881	35	0.000058	3.4554
70	51	0.000085	3.9527	42	0.000069	4.0313
80	59	0.000098	4.5174	51	0.000084	4.6072
90	66	0.000110	5.0821	56	0.000092	5.1831
100	74	0.000123	5.6468	63	0.000104	5.7590
110	81	0.000135	6.2115	69	0.000114	6.3349
120	89	0.000148	6.7761	77	0.000127	6.9108
130	97	0.000161	7.3408	84	0.000139	7.4867
140	106	0.000176	7.9055	90	0.000149	8.0626
150	112	0.000186	8.4702	98	0.000162	8.6385
160	121	0.000201	9.0348	108	0.000178	9.2144
170	129	0.000214	9.5995	115	0.000190	9.7903
180	137	0.000228	10.1642	122	0.000201	10.3662
190	145	0.000241	10.7289	130	0.000215	10.9421
200	154	0.000256	11.2935	138	0.000228	11.5180
210	164	0.000273	11.8582	145	0.000239	12.0939
220	174	0.000289	12.4229	154	0.000254	12.6698
230	181	0.000301	12.9876	162	0.000268	13.2457
240	189	0.000314	13.5523	169	0.000279	13.8216
250	197	0.000327	14.1169	175	0.000289	14.3975
260	204	0.000339	14.6816	184	0.000304	14.9734
270	213	0.000354	15.2463	194	0.000320	15.5493
280	222	0.000369	15.8110	203	0.000335	16.1252
290	231	0.000384	16.3756	210	0.000347	16.7011
300	239	0.000397	16.9403	219	0.000362	17.2770
310	250	0.000415	17.5050	227	0.000375	17.8529
320	259	0.000430	18.0697	236	0.000390	18.4288
330	267	0.000444	18.6344	245	0.000405	19.0047
340	275	0.000457	19.1990	255	0.000421	19.5806
350	285	0.000474	19.7637	263	0.000434	20.1565
360	292	0.000485	20.3284	267	0.000441	20.7324
370	299	0.000497	20.8931	276	0.000456	21.3083
380	312	0.000519	21.4577	284	0.000469	21.8842
390	320	0.000532	22.0224	292	0.000482	22.4601
400	332	0.000552	22.5871	298	0.000492	23.0360
410	343	0.000570	23.1518	306	0.000505	23.6119
420	351	0.000583	23.7164	315	0.000520	24.1878
430	360	0.000598	24.2811	325	0.000537	24.7637

DATA TEGANGAN REGANGAN

6.1 Variasi A

P (kN)	AD1			AD2			AD3		
	δL	reg	teg	δL	reg	teg	δL	reg	teg
10	7	0.000023	0.5655	12	0.000040	0.5675	9	0.000030	0.5617
20	15	0.000050	1.1310	20	0.000067	1.1351	15	0.000050	1.1234
30	32	0.000106	1.6965	27	0.000090	1.7026	23	0.000077	1.6850
40	35	0.000116	2.2620	37	0.000123	2.2702	34	0.000113	2.2467
50	45	0.000149	2.8275	45	0.000150	2.8377	41	0.000137	2.8084
60	51	0.000169	3.3930	55	0.000183	3.4053	49	0.000164	3.3701
70	59	0.000195	3.9585	65	0.000217	3.9728	60	0.000200	3.9318
80	68	0.000225	4.5240	76	0.000253	4.5404	68	0.000227	4.4934
90	79	0.000261	5.0896	86	0.000287	5.1079	78	0.000260	5.0551
100	88	0.000291	5.6551	96	0.000320	5.6755	87	0.000290	5.6168
110	99	0.000327	6.2206	106	0.000354	6.2430	96	0.000320	6.1785
120	107	0.000354	6.7861	116	0.000387	6.8106	106	0.000354	6.7402
130	116	0.000383	7.3516	130	0.000434	7.3781	115	0.000384	7.3018
140	127	0.000420	7.9171	139	0.000464	7.9457	125	0.000417	7.8635
150	130	0.000430	8.4826	149	0.000497	8.5132	135	0.000451	8.4252
160	150	0.000496	9.0481	159	0.000530	9.0807	147	0.000491	8.9869
170	161	0.000532	9.6136	170	0.000567	9.6483	158	0.000527	9.5486
180	174	0.000575	10.1791	180	0.000600	10.2158	168	0.000561	10.1102
190	183	0.000605	10.7446	192	0.000640	10.7834	178	0.000594	10.6719
200	196	0.000648	11.3101	204	0.000680	11.3509	187	0.000624	11.2336
210	217	0.000717	11.8756	213	0.000710	11.9185	197	0.000658	11.7953
220	230	0.000760	12.4411	224	0.000747	12.4860	209	0.000698	12.3570
230	239	0.000790	13.0066	235	0.000784	13.0536	216	0.000721	12.9186
240	252	0.000833	13.5721	246	0.000820	13.6211	229	0.000764	13.4803
250	265	0.000876	14.1376	259	0.000864	14.1887	240	0.000801	14.0420
260	276	0.000912	14.7031	270	0.000900	14.7562	252	0.000841	14.6037
270	287	0.000948	15.2687	280	0.000934	15.3238	262	0.000875	15.1654
280	301	0.000995	15.8342	290	0.000967	15.8913	272	0.000908	15.7270
290	315	0.001041	16.3997	303	0.001011	16.4589	283	0.000945	16.2887
300	327	0.001080	16.9652	315	0.001051	17.0264	294	0.000981	16.8504
310	339	0.001120	17.5307	326	0.001087	17.5940	305	0.001018	17.4121
320	352	0.001163	18.0962	337	0.001124	18.1615	315	0.001051	17.9738
330	363	0.001199	18.6617	350	0.001167	18.7290	325	0.001085	18.5355
340	379	0.001252	19.2272	364	0.001214	19.2966	337	0.001125	19.0971
350	389	0.001285	19.7927	371	0.001237	19.8641	349	0.001165	19.6588
360	401	0.001325	20.3582	380	0.001267	20.4317	358	0.001195	20.2205
370	410	0.001355	20.9237	390	0.001301	20.9992	365	0.001218	20.7822
380	424	0.001401	21.4892	405	0.001351	21.5668	377	0.001258	21.3439

Lampiran 6

Lanjutan data tegangan regangan variasi A

390	443	0.001464	22.0547	413	0.001377	22.1343	384	0.001282	21.9055
400	453	0.001497	22.6202	426	0.001421	22.7019	391	0.001305	22.4672
410	462	0.001527	23.1857	439	0.001464	23.2694	405	0.001352	23.0289
420	474	0.001566	23.7512	452	0.001507	23.8370	425	0.001419	23.5906
430	486	0.001606	24.3167	463	0.001544	24.4045	431	0.001439	24.1523
440	504	0.001665	24.8823	471	0.001571	24.9721	441	0.001472	24.7139
450	514	0.001698	25.4478	486	0.001621	25.5396	455	0.001519	25.2756
460	533	0.001761	26.0133	496	0.001654	26.1072	470	0.001569	25.8373
470	549	0.001814	26.5788	507	0.001691	26.6747	470	0.001569	26.3990
480	569	0.001880	27.1443	515	0.001718	27.2422	495	0.001652	26.9607
490	585	0.001933	27.7098	529	0.001764	27.8098	502	0.001676	27.5223
500	599	0.001979	28.2753	540	0.001801	28.3773	515	0.001719	28.0840
510	615	0.002032	28.8408	552	0.001841	28.9449	535	0.001786	28.6457
520	631	0.002085	29.4063	564	0.001881	29.5124	539	0.001799	29.2074
530	645	0.002131	29.9718	580	0.001934	30.0800	551	0.001839	29.7691
540	663	0.002191	30.5373	587	0.001958	30.6475	560	0.001869	30.3307
550	682	0.002253	31.1028	616	0.002054	31.2151	567	0.001893	30.8924
560	688	0.002273	31.6683	632	0.002108	31.7826	579	0.001933	31.4541
570	710	0.002346	32.2338	640	0.002134	32.3502	590	0.001969	32.0158
580	724	0.002392	32.7993	648	0.002161	32.9177	604	0.002016	32.5775
590	740	0.002445	33.3648	668	0.002228	33.4853	613	0.002046	33.1391
600	757	0.002501	33.9303	675	0.002251	34.0528	625	0.002086	33.7008
610	772	0.002551	34.4959	689	0.002298	34.6204	635	0.002120	34.2625
620	790	0.002610	35.0614	716	0.002388	35.1879	646	0.002156	34.8242
630	805	0.002660	35.6269	734	0.002448	35.7554	655	0.002186	35.3859
640	820	0.002709	36.1924	737	0.002458	36.3230	666	0.002223	35.9475
650	830	0.002742	36.7579	750	0.002501	36.8905	677	0.002260	36.5092
660	850	0.002809	37.3234	770	0.002568	37.4581	690	0.002303	37.0709
670	867	0.002865	37.8889	780	0.002601	38.0256	705	0.002353	37.6326
680	882	0.002914	38.4544	797	0.002658	38.5932	718	0.002397	38.1943
690	898	0.002967	39.0199	807	0.002691	39.1607	728	0.002430	38.7559
700	915	0.003023	39.5854	821	0.002738	39.7283	741	0.002473	39.3176
710	929	0.003070	40.1509	836	0.002788	40.2958	755	0.002520	39.8793
720	950	0.003139	40.7164	849	0.002831	40.8634	768	0.002564	40.4410
730	976	0.003225	41.2819	860	0.002868	41.4309	778	0.002597	41.0027
740	989	0.003268	41.8474	873	0.002911	41.9985	792	0.002644	41.5643
750	1011	0.003340	42.4129	887	0.002958	42.5660	804	0.002684	42.1260
760	1070	0.003535	42.9784	905	0.003018	43.1336	816	0.002724	42.6877
770				919	0.003065	43.7011	828	0.002764	43.2494
780				933	0.003112	44.2687	845	0.002821	43.8111
790				949	0.003165	44.8362	857	0.002861	44.3727
800				960	0.003202	45.4037	863	0.002881	44.9344
810				980	0.003268	45.9713	876	0.002924	45.4961
820				998	0.003328	46.5388			
830				1027	0.003425	47.1064			

Lampiran 6

Lanjutan data tegangan regangan variasi A

P (kN)	AD4			AD5			AD6		
	δL	reg	teg	δL	reg	teg	δL	reg	teg
10	9	0.000030	0.5666	7	0.000023	0.5580	9	0.000030	0.5608
20	17	0.000057	1.1333	14	0.000046	1.1159	17	0.000056	1.1216
30	19	0.000063	1.6999	21	0.000069	1.6739	25	0.000083	1.6824
40	35	0.000116	2.2666	29	0.000096	2.2319	40	0.000133	2.2431
50	45	0.000150	2.8332	39	0.000129	2.7898	45	0.000149	2.8039
60	55	0.000183	3.3998	46	0.000152	3.3478	55	0.000183	3.3647
70	65	0.000216	3.9665	55	0.000181	3.9058	68	0.000226	3.9255
80	77	0.000256	4.5331	65	0.000214	4.4637	79	0.000262	4.4863
90	90	0.000299	5.0997	76	0.000251	5.0217	90	0.000299	5.0471
100	101	0.000336	5.6664	86	0.000284	5.5797	101	0.000335	5.6079
110	111	0.000369	6.2330	96	0.000317	6.1376	111	0.000369	6.1686
120	122	0.000406	6.7997	105	0.000346	6.6956	123	0.000408	6.7294
130	135	0.000449	7.3663	119	0.000393	7.2536	134	0.000445	7.2902
140	145	0.000482	7.9329	129	0.000426	7.8115	147	0.000488	7.8510
150	155	0.000515	8.4996	139	0.000458	8.3695	160	0.000531	8.4118
160	170	0.000565	9.0662	154	0.000508	8.9275	172	0.000571	8.9726
170	183	0.000609	9.6329	166	0.000548	9.4854	184	0.000611	9.5334
180	198	0.000658	10.1995	178	0.000587	10.0434	195	0.000647	10.0941
190	210	0.000698	10.7661	190	0.000627	10.6014	209	0.000694	10.6549
200	213	0.000708	11.3328	203	0.000670	11.1594	222	0.000737	11.2157
210	235	0.000781	11.8994	214	0.000706	11.7173	233	0.000774	11.7765
220	249	0.000828	12.4660	225	0.000742	12.2753	245	0.000813	12.3373
230	250	0.000831	13.0327	235	0.000775	12.8333	256	0.000850	12.8981
240	272	0.000904	13.5993	246	0.000811	13.3912	278	0.000923	13.4589
250	286	0.000951	14.1660	260	0.000858	13.9492	283	0.000940	14.0196
260	301	0.001001	14.7326	285	0.000940	14.5072	294	0.000976	14.5804
270	308	0.001024	15.2992	296	0.000976	15.0651	305	0.001013	15.1412
280	331	0.001101	15.8659	309	0.001019	15.6231	319	0.001059	15.7020
290	341	0.001134	16.4325	322	0.001062	16.1811	329	0.001092	16.2628
300	355	0.001181	16.9991	335	0.001105	16.7390	343	0.001139	16.8236
310	370	0.001230	17.5658	346	0.001141	17.2970	365	0.001212	17.3844
320	382	0.001270	18.1324	359	0.001184	17.8550	380	0.001262	17.9451
330	395	0.001314	18.6991	372	0.001227	18.4129	392	0.001301	18.5059
340	409	0.001360	19.2657	384	0.001267	18.9709	395	0.001311	19.0667
350	423	0.001407	19.8323	395	0.001303	19.5289	409	0.001358	19.6275
360	434	0.001443	20.3990	404	0.001333	20.0868	420	0.001394	20.1883
370	470	0.001563	20.9656	415	0.001369	20.6448	430	0.001428	20.7491
380	480	0.001596	21.5323	429	0.001415	21.2028	446	0.001481	21.3099

Lampiran 6

Lanjutan data tegangan regangan variasi A

390	491	0.001633	22.0989	440	0.001451	21.7607	456	0.001514	21.8706
400	511	0.001699	22.6655	452	0.001491	22.3187	468	0.001554	22.4314
410	513	0.001706	23.2322	464	0.001530	22.8767	482	0.001600	22.9922
420	531	0.001766	23.7988	475	0.001567	23.4346	493	0.001637	23.5530
430	542	0.001802	24.3654	490	0.001616	23.9926	509	0.001690	24.1138
440	553	0.001839	24.9321	504	0.001662	24.5506	521	0.001730	24.6746
450	571	0.001899	25.4987	515	0.001699	25.1085	533	0.001769	25.2354
460	589	0.001959	26.0654	524	0.001728	25.6665	546	0.001813	25.7962
470	601	0.001999	26.6320	536	0.001768	26.2245	559	0.001856	26.3569
480	614	0.002042	27.1986	549	0.001811	26.7824	571	0.001896	26.9177
490	634	0.002108	27.7653	559	0.001844	27.3404	585	0.001942	27.4785
500	651	0.002165	28.3319	575	0.001897	27.8984	609	0.002022	28.0393
510	661	0.002198	28.8986	594	0.001959	28.4563	619	0.002055	28.6001
520	680	0.002261	29.4652	605	0.001996	29.0143	633	0.002101	29.1609
530	701	0.002331	30.0318	620	0.002045	29.5723	642	0.002131	29.7217
540	706	0.002348	30.5985	635	0.002095	30.1302	655	0.002174	30.2824
550	716	0.002381	31.1651	646	0.002131	30.6882	666	0.002211	30.8432
560	720	0.002394	31.7317	660	0.002177	31.2462	678	0.002251	31.4040
570	727	0.002418	32.2984	675	0.002226	31.8041	692	0.002297	31.9648
580	739	0.002457	32.8650	695	0.002292	32.3621	707	0.002347	32.5256
590	755	0.002511	33.4317	707	0.002332	32.9201	722	0.002397	33.0864
600	767	0.002551	33.9983	720	0.002375	33.4781	734	0.002437	33.6472
610	780	0.002594	34.5649	739	0.002438	34.0360	749	0.002487	34.2079
620	794	0.002640	35.1316	750	0.002474	34.5940	762	0.002530	34.7687
630	807	0.002684	35.6982	763	0.002517	35.1520	778	0.002583	35.3295
640	819	0.002723	36.2649	770	0.002540	35.7099	790	0.002623	35.8903
650	836	0.002780	36.8315	787	0.002596	36.2679	802	0.002663	36.4511
660	850	0.002827	37.3981	804	0.002652	36.8259	814	0.002702	37.0119
670	864	0.002873	37.9648	815	0.002688	37.3838	825	0.002739	37.5727
680	876	0.002913	38.5314	834	0.002751	37.9418	840	0.002789	38.1334
690	894	0.002973	39.0980	847	0.002794	38.4998	855	0.002838	38.6942
700	907	0.003016	39.6647	863	0.002847	39.0577	869	0.002885	39.2550
710	925	0.003076	40.2313	876	0.002889	39.6157	887	0.002945	39.8158
720	937	0.003116	40.7980	895	0.002952	40.1737	918	0.003048	40.3766
730	955	0.003176	41.3646	910	0.003002	40.7316	929	0.003084	40.9374
740	970	0.003226	41.9312	927	0.003058	41.2896	946	0.003141	41.4982
750	980	0.003259	42.4979	942	0.003107	41.8476	963	0.003197	42.0589
760	1010	0.003359	43.0645	960	0.003167	42.4055	980	0.003253	42.6197
770	1015	0.003375	43.6312	975	0.003216	42.9635	1003	0.003330	43.1805
780	1041	0.003462	44.1978	996	0.003285	43.5215	1034	0.003433	43.7413
790	1055	0.003508	44.7644	1015	0.003348	44.0794	1047	0.003476	44.3021
800	1073	0.003568	45.3311	1027	0.003388	44.6374	1055	0.003502	44.8629
810	1108	0.003684	45.8977	1053	0.003473	45.1954			
820				1083	0.003572	45.7533			
830				1116	0.003681	46.3113			

Lampiran 6

Lanjutan data tegangan regangan variasi A

P (kN)	AD7			AD8		
	δL	reg	teg	δL	reg	teg
10	7	0.000023	0.5692	9	0.000030	0.5698
20	14	0.000047	1.1384	15	0.000050	1.1397
30	15	0.000050	1.7077	22	0.000074	1.7095
40	30	0.000100	2.2769	31	0.000104	2.2793
50	39	0.000130	2.8461	40	0.000134	2.8491
60	48	0.000160	3.4153	50	0.000168	3.4190
70	58	0.000193	3.9845	57	0.000191	3.9888
80	67	0.000223	4.5537	79	0.000265	4.5586
90	77	0.000256	5.1230	80	0.000268	5.1284
100	86	0.000286	5.6922	87	0.000291	5.6983
110	97	0.000323	6.2614	97	0.000325	6.2681
120	108	0.000359	6.8306	107	0.000358	6.8379
130	118	0.000393	7.3998	120	0.000402	7.4078
140	130	0.000433	7.9691	127	0.000425	7.9776
150	141	0.000469	8.5383	137	0.000459	8.5474
160	154	0.000513	9.1075	150	0.000503	9.1172
170	165	0.000549	9.6767	170	0.000570	9.6871
180	176	0.000586	10.2459	180	0.000603	10.2569
190	188	0.000626	10.8151	188	0.000630	10.8267
200	199	0.000662	11.3844	193	0.000647	11.3966
210	213	0.000709	11.9536	217	0.000727	11.9664
220	225	0.000749	12.5228	221	0.000740	12.5362
230	237	0.000789	13.0920	225	0.000754	13.1060
240	249	0.000829	13.6612	235	0.000787	13.6759
250	261	0.000869	14.2305	247	0.000827	14.2457
260	274	0.000912	14.7997	259	0.000868	14.8155
270	287	0.000955	15.3689	280	0.000938	15.3853
280	298	0.000992	15.9381	303	0.001015	15.9552
290	310	0.001032	16.5073	311	0.001042	16.5250
300	324	0.001078	17.0765	325	0.001089	17.0948
310	338	0.001125	17.6458	334	0.001119	17.6647
320	350	0.001165	18.2150	347	0.001162	18.2345
330	365	0.001215	18.7842	359	0.001203	18.8043
340	377	0.001255	19.3534	370	0.001240	19.3741
350	390	0.001298	19.9226	371	0.001243	19.9440
360	401	0.001335	20.4919	392	0.001313	20.5138
370	416	0.001385	21.0611	405	0.001357	21.0836
380	425	0.001415	21.6303	427	0.001430	21.6535

Lampiran 6

Lanjutan data tegangan regangan variasi A

390	440	0.001465	22.1995	431	0.001444	22.2233
400	455	0.001515	22.7687	445	0.001491	22.7931
410	470	0.001564	23.3379	459	0.001538	23.3629
420	485	0.001614	23.9072	471	0.001578	23.9328
430	501	0.001668	24.4764	484	0.001621	24.5026
440	510	0.001698	25.0456	497	0.001665	25.0724
450	523	0.001741	25.6148	510	0.001709	25.6422
460	535	0.001781	26.1840	525	0.001759	26.2121
470	547	0.001821	26.7532	540	0.001809	26.7819
480	560	0.001864	27.3225	550	0.001843	27.3517
490	575	0.001914	27.8917	560	0.001876	27.9216
500	594	0.001977	28.4609	580	0.001943	28.4914
510	606	0.002017	29.0301	590	0.001977	29.0612
520	621	0.002067	29.5993	603	0.002020	29.6310
530	635	0.002114	30.1686	609	0.002040	30.2009
540	647	0.002154	30.7378	632	0.002117	30.7707
550	662	0.002204	31.3070	642	0.002151	31.3405
560	675	0.002247	31.8762	644	0.002157	31.9103
570	694	0.002310	32.4454	667	0.002235	32.4802
580	710	0.002363	33.0146	687	0.002302	33.0500
590	721	0.002400	33.5839	694	0.002325	33.6198
600	736	0.002450	34.1531	710	0.002379	34.1897
610	757	0.002520	34.7223	720	0.002412	34.7595
620	773	0.002573	35.2915	734	0.002459	35.3293
630	787	0.002620	35.8607	742	0.002486	35.8991
640	799	0.002660	36.4300	752	0.002519	36.4690
650	813	0.002706	36.9992	778	0.002606	37.0388
660	825	0.002746	37.5684	789	0.002643	37.6086
670	845	0.002813	38.1376	803	0.002690	38.1785
680	879	0.002926	38.7068	815	0.002730	38.7483
690	896	0.002982	39.2760	833	0.002791	39.3181
700	911	0.003032	39.8453	844	0.002827	39.8879
710	928	0.003089	40.4145	854	0.002861	40.4578
720	943	0.003139	40.9837	871	0.002918	41.0276
730	963	0.003206	41.5529	883	0.002958	41.5974
740	982	0.003269	42.1221	897	0.003005	42.1672
750	1005	0.003345	42.6914	907	0.003039	42.7371
760	1028	0.003422	43.2606	925	0.003099	43.3069
770				940	0.003149	43.8767
780				952	0.003189	44.4466
790				965	0.003233	45.0164
800				980	0.003283	45.5862
810				999	0.003347	46.1560
820				1027	0.003441	46.7259
830				1041	0.003487	47.2957

Lampiran 6

6.2 Variasi B

P (kN)	BD ₁			BD ₂			BD ₃		
	δL	reg	teg	δL	reg	teg	δL	reg	teg
10	6	0.000020	0.5666	5	0.000017	0.5685	6	0.000020	0.5592
20	12	0.000040	1.1331	10	0.000033	1.1371	15	0.000050	1.1183
30	16	0.000053	1.6997	13	0.000043	1.7056	18	0.000060	1.6775
40	26	0.000086	2.2663	25	0.000083	2.2741	27	0.000090	2.2366
50	33	0.000110	2.8328	40	0.000133	2.8427	33	0.000109	2.7958
60	40	0.000133	3.3994	52	0.000173	3.4112	39	0.000129	3.3549
70	47	0.000156	3.9659	53	0.000176	3.9797	46	0.000152	3.9141
80	57	0.000189	4.5325	64	0.000213	4.5483	53	0.000176	4.4732
90	65	0.000216	5.0991	71	0.000236	5.1168	59	0.000196	5.0324
100	70	0.000232	5.6656	77	0.000256	5.6853	67	0.000222	5.5915
110	74	0.000246	6.2322	84	0.000280	6.2539	75	0.000249	6.1507
120	79	0.000262	6.7988	91	0.000303	6.8224	82	0.000272	6.7098
130	86	0.000286	7.3653	99	0.000330	7.3909	89	0.000295	7.2690
140	93	0.000309	7.9319	105	0.000350	7.9595	97	0.000322	7.8281
150	100	0.000332	8.4984	114	0.000379	8.5280	104	0.000345	8.3873
160	107	0.000355	9.0650	121	0.000403	9.0965	114	0.000378	8.9464
170	114	0.000379	9.6316	129	0.000429	9.6651	122	0.000404	9.5056
180	121	0.000402	10.1931	137	0.000456	10.2336	130	0.000431	10.0647
190	129	0.000428	10.7647	145	0.000483	10.8021	136	0.000451	10.6239
200	134	0.000445	11.3313	152	0.000506	11.3707	142	0.000471	11.1830
210	143	0.000475	11.8978	160	0.000533	11.9392	150	0.000497	11.7422
220	150	0.000498	12.4644	171	0.000569	12.5077	156	0.000517	12.3013
230	156	0.000518	13.0309	177	0.000589	13.0763	165	0.000547	12.8605
240	164	0.000545	13.5975	186	0.000619	13.6448	175	0.000580	13.4196
250	172	0.000571	14.1641	196	0.000652	14.2133	183	0.000607	13.9788
260	180	0.000598	14.7306	204	0.000679	14.7819	190	0.000630	14.5379
270	189	0.000628	15.2972	218	0.000726	15.3504	197	0.000653	15.0971
280	197	0.000654	15.8638	226	0.000752	15.9189	204	0.000676	15.6562
290	205	0.000681	16.4303	234	0.000779	16.4875	212	0.000703	16.2154
300	212	0.000704	16.9969	242	0.000806	17.0560	221	0.000733	16.7745
310	220	0.000731	17.5634	251	0.000836	17.6245	230	0.000762	17.3337
320	229	0.000761	18.1300	260	0.000866	18.1931	237	0.000786	17.8929
330	236	0.000784	18.6966	269	0.000895	18.7616	245	0.000812	18.4520
340	243	0.000807	19.2631	277	0.000922	19.3301	253	0.000839	19.0112
350	252	0.000837	19.8297	284	0.000945	19.8987	262	0.000868	19.5703
360	259	0.000860	20.3963	294	0.000979	20.4672	268	0.000888	20.1295
370	264	0.000877	20.9628	304	0.001012	21.0357	280	0.000928	20.6886

Lampiran 6

Lanjutan data tegangan regangan variasi B

380	275	0.000913	21.5294	312	0.001039	21.6043	287	0.000951	21.2478
390	281	0.000933	22.0959	320	0.001065	22.1728	294	0.000975	21.8069
400	296	0.000983	22.6525	329	0.001095	22.7413	301	0.000998	22.3661
410	302	0.001003	23.2291	340	0.001132	23.3099	312	0.001034	22.9252
420	310	0.001030	23.7956	349	0.001162	23.8784	321	0.001064	23.4844
430	319	0.001060	24.3622	357	0.001188	24.4469	330	0.001094	24.0435
440	325	0.001079	24.9288	365	0.001215	25.0155	338	0.001120	24.6027
450	334	0.001109	25.4953	375	0.001248	25.5840	345	0.001144	25.1618
460	345	0.001146	26.0619	384	0.001276	26.1525	354	0.001173	25.7210
470	356	0.001182	26.6284	391	0.001302	26.7211	369	0.001223	26.2801
480	365	0.001212	27.1950	401	0.001335	27.2896	375	0.001243	26.8393
490	375	0.001246	27.7616	411	0.001368	27.8581	385	0.001276	27.3984
500	384	0.001275	28.3281	512	0.001704	28.4267	392	0.001299	27.9576
510	394	0.001309	28.8947	526	0.001751	28.9952	398	0.001319	28.5167
520	406	0.001348	29.4613	535	0.001781	29.5637	408	0.001352	29.0759
530	417	0.001385	30.0278	545	0.001814	30.1323	420	0.001392	29.6350
540	428	0.001415	30.5944	555	0.001848	30.7008	430	0.001425	30.1942
550	433	0.001438	31.1609	565	0.001881	31.2693	438	0.001452	30.7533
560	445	0.001478	31.7275	580	0.001931	31.8379	447	0.001482	31.3125
570	456	0.001515	32.2941	590	0.001964	32.4064	459	0.001522	31.8716
580	465	0.001544	32.8606	599	0.001994	32.9749	470	0.001558	32.4308
590	479	0.001591	33.4272	612	0.002037	33.5435	481	0.001594	32.9899
600	489	0.001624	33.9938	626	0.002084	34.1120	492	0.001631	33.5491
610	500	0.001661	34.5603	635	0.002114	34.6805	499	0.001654	34.1082
620	510	0.001694	35.1269	652	0.002170	35.2491	511	0.001694	34.6674
630	520	0.001727	35.6935	665	0.002214	35.8176	554	0.001836	35.2266
640	532	0.001767	36.2600	695	0.002314	36.3861	562	0.001863	35.7857
650	542	0.001800	36.8266	706	0.002350	36.9547	574	0.001903	36.3449
660	557	0.001850	37.3931				585	0.001939	36.9040
670	570	0.001893	37.9597				597	0.001979	37.4632
680	585	0.001943	38.5263				609	0.002019	38.0223
690	597	0.001983	39.0928				620	0.002055	38.5815
700	614	0.002039	39.6594				631	0.002092	39.1406
710	629	0.002089	40.2260				644	0.002135	39.6998
720	645	0.002142	40.7925				647	0.002145	40.2589
730	660	0.002192	41.3591				670	0.002221	40.8181
740	672	0.002232	41.9256				683	0.002264	41.3772
750	685	0.002275	42.4922				694	0.002301	41.9364
760	697	0.002315	43.0588				710	0.002354	42.4955
770	711	0.002361	43.6253				730	0.002420	43.0547
780	730	0.002425	44.1919				745	0.002470	43.6138
790	750	0.002491	44.7585				765	0.002536	44.1730
800	770	0.002557	45.3250				785	0.002602	44.7321
810	805	0.002674	45.8916				807	0.002675	45.2913
820							829	0.002748	45.8504
830							840	0.002784	46.4096

Lampiran 6

Lanjutan data tegangan regangan variasi B

P (kN)	BD ₄			BD ₅			BD ₆		
	δL	reg	teg	δL	reg	teg	δL	reg	teg
10	4	0.000013	0.5743	5	0.000017	0.5692	4	0.000013	0.5688
20	8	0.000027	1.1486	10	0.000033	1.1384	9	0.000030	1.1377
30	15	0.000050	1.7228	17	0.000056	1.7077	15	0.000050	1.7065
40	21	0.000070	2.2971	24	0.000079	2.2769	21	0.000070	2.2754
50	26	0.000086	2.8714	31	0.000102	2.8461	28	0.000094	2.8442
60	33	0.000110	3.4457	37	0.000122	3.4153	34	0.000114	3.4130
70	39	0.000130	4.0199	44	0.000145	3.9845	41	0.000138	3.9819
80	45	0.000150	4.5942	51	0.000168	4.5537	47	0.000158	4.5507
90	52	0.000173	5.1685	60	0.000198	5.1230	54	0.000181	5.1195
100	60	0.000200	5.7428	67	0.000221	5.6922	60	0.000201	5.6884
110	68	0.000226	6.3170	75	0.000248	6.2614	66	0.000222	6.2572
120	75	0.000249	6.8913	82	0.000271	6.8306	73	0.000245	6.8261
130	82	0.000273	7.4656	89	0.000294	7.3998	81	0.000272	7.3949
140	88	0.000293	8.0399	96	0.000317	7.9691	88	0.000295	7.9637
150	95	0.000316	8.6141	105	0.000347	8.5383	94	0.000316	8.5326
160	104	0.000346	9.1884	114	0.000377	9.1075	103	0.000346	9.1014
170	110	0.000366	9.7627	122	0.000403	9.6767	109	0.000366	9.6702
180	119	0.000396	10.3370	130	0.000429	10.2459	116	0.000389	10.2391
190	124	0.000412	10.9113	137	0.000453	10.8151	123	0.000413	10.8079
200	134	0.000446	11.4855	144	0.000476	11.3844	131	0.000440	11.3768
210	142	0.000472	12.0598	154	0.000509	11.9536	139	0.000467	11.9456
220	149	0.000496	12.6341	163	0.000539	12.5228	147	0.000493	12.5144
230	156	0.000519	13.2084	172	0.000568	13.0920	154	0.000517	13.0833
240	164	0.000546	13.7826	178	0.000588	13.6612	162	0.000544	13.6521
250	173	0.000575	14.3569	187	0.000618	14.2305	170	0.000571	14.2209
260	182	0.000605	14.9312	196	0.000648	14.7997	177	0.000594	14.7898
270	191	0.000635	15.5055	202	0.000667	15.3689	185	0.000621	15.3586
280	201	0.000669	16.0797	210	0.000694	15.9381	193	0.000648	15.9275
290	209	0.000695	16.6540	218	0.000720	16.5073	201	0.000675	16.4963
300	215	0.000715	17.2283	227	0.000750	17.0765	209	0.000702	17.0651
310	225	0.000748	17.8026	235	0.000776	17.6458	217	0.000728	17.6340
320	232	0.000772	18.3768	244	0.000806	18.2150	225	0.000755	18.2028
330	242	0.000805	18.9511	254	0.000839	18.7842	232	0.000779	18.7716
340	251	0.000835	19.5254	260	0.000859	19.3534	241	0.000809	19.3405
350	260	0.000865	20.0997	268	0.000885	19.9226	250	0.000839	19.9093
360	269	0.000895	20.6740	277	0.000915	20.4919	249	0.000836	20.4782
370	278	0.000925	21.2482	289	0.000955	21.0611	262	0.000879	21.0470
380	283	0.000941	21.8225	297	0.000981	21.6303	277	0.000930	21.6158

Lampiran 6

Lanjutan data tegangan regangan variasi B

390	295	0.000981	22.3968	307	0.001014	22.1995	284	0.000953	22.1847
400	305	0.001015	22.9711	317	0.001047	22.7687	294	0.000987	22.7535
410	315	0.001048	23.5453	327	0.001080	23.3379	301	0.001010	23.3223
420	329	0.001094	24.1196	337	0.001113	23.9072	310	0.001041	23.8912
430	334	0.001111	24.6939	344	0.001137	24.4764	320	0.001074	24.4600
440	345	0.001148	25.2682	354	0.001170	25.0456	327	0.001098	25.0289
450	354	0.001178	25.8424	362	0.001196	25.6148	335	0.001124	25.5977
460	363	0.001208	26.4167	371	0.001226	26.1840	341	0.001145	26.1665
470	371	0.001234	26.9910	380	0.001255	26.7532	350	0.001175	26.7354
480	382	0.001271	27.5653	390	0.001288	27.3225	360	0.001208	27.3042
490	390	0.001297	28.1395	400	0.001322	27.8917	370	0.001242	27.8730
500	399	0.001327	28.7138	410	0.001355	28.4609	379	0.001272	28.4419
510	406	0.001351	29.2881	420	0.001388	29.0301	390	0.001309	29.0107
520	415	0.001380	29.8624	430	0.001421	29.5993	401	0.001346	29.5796
530	426	0.001417	30.4366	443	0.001464	30.1686	409	0.001373	30.1484
540	438	0.001457	31.0109	452	0.001493	30.7378	416	0.001396	30.7172
550	450	0.001497	31.5852	462	0.001526	31.3070	428	0.001437	31.2861
560	459	0.001527	32.1595	472	0.001559	31.8762	442	0.001484	31.8549
570	468	0.001557	32.7338	483	0.001596	32.4454	456	0.001531	32.4237
580	479	0.001593	33.3080	496	0.001639	33.0146	466	0.001564	32.9926
590	493	0.001640	33.8823	508	0.001678	33.5839	475	0.001594	33.5614
600	504	0.001677	34.4566	519	0.001715	34.1531	481	0.001615	34.1303
610	514	0.001710	35.0309	533	0.001761	34.7223	496	0.001665	34.6991
620	522	0.001736	35.6051	549	0.001814	35.2915	507	0.001702	35.2679
630	531	0.001766	36.1794	563	0.001860	35.8607	512	0.001719	35.8368
640	542	0.001803	36.7537	574	0.001896	36.4300	529	0.001776	36.4056
650	554	0.001843	37.3280	585	0.001933	36.9992	540	0.001813	36.9744
660	564	0.001876	37.9022	595	0.001966	37.5684	546	0.001833	37.5433
670	573	0.001906	38.4765	614	0.002029	38.1376	558	0.001873	38.1121
680	587	0.001953	39.0508	630	0.002081	38.7068	575	0.001930	38.6810
690	601	0.001999	39.6251	647	0.002138	39.2760	587	0.001970	39.2498
700	614	0.002042	40.1993	662	0.002187	39.8453	599	0.002011	39.8186
710	626	0.002082	40.7736	682	0.002253	40.4145	615	0.002064	40.3875
720	641	0.002132	41.3479	707	0.002336	40.9837	632	0.002121	40.9563
730	664	0.002209	41.9222	728	0.002405	41.5529	645	0.002165	41.5251
740	665	0.002212	42.4965	754	0.002491	42.1221	660	0.002215	42.0940
750	677	0.002252	43.0707				677	0.002272	42.6628
760	695	0.002312	43.6450				698	0.002343	43.2317
770	710	0.002362	44.2193				712	0.002390	43.8005
780	727	0.002418	44.7936				730	0.002450	44.3693
790	743	0.002472	45.3678				755	0.002534	44.9382
800	760	0.002528	45.9421				785	0.002635	45.5070
810	777	0.002585	46.5164						
820	798	0.002655	47.0907						
830	815	0.002711	47.6649						
840	835	0.002778	48.2392						
850	860	0.002861	48.8135						
860	875	0.002911	49.3878						

Lampiran 6

Lanjutan data tegangan regangan variasi B

P (kN)	BD ₇			BD ₈		
	ΔL	reg	teg	ΔL	reg	teg
10	5	0.000017	0.5592	7	0.000023	0.5655
20	10	0.000033	1.1183	11	0.000036	1.1310
30	14	0.000046	1.6775	18	0.000059	1.6965
40	20	0.000066	2.2366	24	0.000079	2.2620
50	25	0.000083	2.7958	31	0.000102	2.8275
60	30	0.000099	3.3549	35	0.000116	3.3930
70	36	0.000119	3.9141	39	0.000129	3.9585
80	42	0.000139	4.4732	46	0.000152	4.5240
90	49	0.000162	5.0324	52	0.000172	5.0896
100	54	0.000179	5.5915	59	0.000195	5.6551
110	60	0.000199	6.1507	65	0.000215	6.2206
120	65	0.000215	6.7098	73	0.000241	6.7861
130	74	0.000245	7.2690	79	0.000261	7.3516
140	80	0.000265	7.8281	87	0.000287	7.9171
150	86	0.000285	8.3873	104	0.000343	8.4826
160	94	0.000311	8.9464	105	0.000347	9.0481
170	100	0.000331	9.5056	110	0.000363	9.6136
180	107	0.000354	10.0647	120	0.000396	10.1791
190	114	0.000377	10.6239	125	0.000413	10.7446
200	120	0.000397	11.1830	131	0.000432	11.3101
210	129	0.000427	11.7422	137	0.000452	11.8756
220	136	0.000450	12.3013	143	0.000472	12.4411
230	144	0.000477	12.8605	150	0.000495	13.0066
240	153	0.000506	13.4196	158	0.000521	13.5721
250	162	0.000536	13.9788	165	0.000545	14.1376
260	171	0.000566	14.5379	175	0.000578	14.7031
270	178	0.000589	15.0971	182	0.000601	15.2687
280	189	0.000626	15.6562	188	0.000620	15.8342
290	197	0.000652	16.2154	199	0.000657	16.3997
300	204	0.000675	16.7745	206	0.000680	16.9652
310	212	0.000702	17.3337	214	0.000706	17.5307
320	219	0.000725	17.8929	222	0.000733	18.0962
330	227	0.000751	18.4520	230	0.000759	18.6617
340	237	0.000785	19.0112	238	0.000785	19.2272
350	246	0.000814	19.5703	247	0.000815	19.7927
360	255	0.000844	20.1295	263	0.000868	20.3582
370	262	0.000867	20.6886	270	0.000891	20.9237
380	274	0.000907	21.2478	275	0.000908	21.4892

Lampiran 6

Lanjutan data tegangan regangan variasi B

390	280	0.000927	21.8069	282	0.000931	22.0547
400	291	0.000963	22.3661	291	0.000960	22.6202
410	297	0.000983	22.9252	303	0.001000	23.1857
420	309	0.001023	23.4844	314	0.001036	23.7512
430	314	0.001039	24.0435	321	0.001059	24.3167
440	326	0.001079	24.6027	330	0.001089	24.8823
450	335	0.001109	25.1618	330	0.001089	25.4478
460	343	0.001135	25.7210	349	0.001152	26.0133
470	354	0.001172	26.2801	352	0.001162	26.5788
480	363	0.001202	26.8393	375	0.001238	27.1443
490	372	0.001231	27.3984	384	0.001267	27.7098
500	381	0.001261	27.9576	395	0.001304	28.2753
510	392	0.001298	28.5167	406	0.001340	28.8408
520	404	0.001337	29.0759	417	0.001376	29.4063
530	414	0.001370	29.6350	425	0.001403	29.9718
540	425	0.001407	30.1942	437	0.001442	30.5373
550	436	0.001443	30.7533	448	0.001478	31.1028
560	451	0.001493	31.3125	458	0.001511	31.6683
570	466	0.001543	31.8716	472	0.001558	32.2338
580	489	0.001619	32.4308	482	0.001591	32.7993
590	503	0.001665	32.9899	494	0.001630	33.3648
600	514	0.001701	33.5491	507	0.001673	33.9303
610	520	0.001721	34.1082	518	0.001709	34.4959
620	540	0.001787	34.6674	530	0.001749	35.0614
630	554	0.001834	35.2266	544	0.001795	35.6269
640	567	0.001877	35.7857	557	0.001838	36.1924
650	586	0.001940	36.3449	570	0.001881	36.7579
660	601	0.001989	36.9040	589	0.001944	37.3234
670	618	0.002046	37.4632	604	0.001993	37.8889
680	634	0.002099	38.0223	624	0.002059	38.4544
690	636	0.002105	38.5815	634	0.002092	39.0199
700	656	0.002171	39.1406	649	0.002142	39.5854
710	678	0.002244	39.6998	665	0.002195	40.1509
720	695	0.002301	40.2589	679	0.002241	40.7164
730	718	0.002377	40.8181	695	0.002294	41.2819
740	720	0.002383	41.3772	709	0.002340	41.8474
750	729	0.002413	41.9364			
760	790	0.002615	42.4955			
770						
780						
790						
800						
810						
820						

Lampiran 6

6.3 Variasi C

P (kN)	CD ₁			CD ₂			CD ₃		
	δL	reg	teg	δL	reg	teg	δL	reg	teg
10	4	0.000013	0.5673	4	0.000013	0.5677	3	0.000010	0.5636
20	9	0.000030	1.1346	7	0.000023	1.1354	9	0.000030	1.1271
30	13	0.000043	1.7020	12	0.000040	1.7031	14	0.000047	1.6907
40	19	0.000063	2.2693	18	0.000060	2.2708	19	0.000063	2.2542
50	25	0.000083	2.8366	24	0.000080	2.8385	26	0.000086	2.8178
60	31	0.000103	3.4039	28	0.000093	3.4062	31	0.000103	3.3813
70	36	0.000119	3.9712	35	0.000116	3.9739	39	0.000130	3.9449
80	41	0.000136	4.5386	42	0.000140	4.5416	45	0.000150	4.5084
90	47	0.000156	5.1059	48	0.000160	5.1093	50	0.000166	5.0720
100	60	0.000199	5.6732	53	0.000176	5.6770	57	0.000189	5.6355
110	64	0.000212	6.2405	59	0.000196	6.2447	63	0.000209	6.1991
120	68	0.000226	6.8078	67	0.000223	6.8124	70	0.000233	6.7626
130	74	0.000246	7.3752	74	0.000246	7.3801	76	0.000253	7.3262
140	81	0.000269	7.9425	79	0.000263	7.9478	83	0.000276	7.8897
150	88	0.000292	8.5098	85	0.000283	8.5155	88	0.000293	8.4533
160	92	0.000305	9.0771	90	0.000299	9.0832	98	0.000326	9.0168
170	101	0.000335	9.6444	97	0.000323	9.6509	104	0.000346	9.5804
180	109	0.000362	10.2118	104	0.000346	10.2186	111	0.000369	10.1439
190	114	0.000378	10.7791	110	0.000366	10.7863	115	0.000382	10.7075
200	122	0.000405	11.3464	119	0.000396	11.3540	126	0.000419	11.2710
210	130	0.000431	11.9137	125	0.000416	11.9217	132	0.000439	11.8346
220	138	0.000458	12.4810	131	0.000436	12.4894	141	0.000469	12.3981
230	143	0.000475	13.0483	140	0.000466	13.0571	158	0.000525	12.9617
240	151	0.000501	13.6157	147	0.000489	13.6248	178	0.000592	13.5252
250	163	0.000541	14.1830	158	0.000526	14.1925	185	0.000615	14.0888
260	173	0.000574	14.7503	165	0.000549	14.7602	193	0.000642	14.6523
270	181	0.000601	15.3176	175	0.000582	15.3279	199	0.000662	15.2159
280	189	0.000627	15.8849	185	0.000615	15.8956	209	0.000695	15.7794
290	194	0.000644	16.4523	191	0.000635	16.4633	220	0.000731	16.3430
300	203	0.000674	17.0196	199	0.000662	17.0310	225	0.000748	16.9065
310	211	0.000700	17.5869	209	0.000695	17.5987	245	0.000814	17.4701
320	221	0.000734	18.1542	219	0.000728	18.1664	255	0.000848	18.0336
330	228	0.000757	18.7215	229	0.000762	18.7340	265	0.000881	18.5972
340	239	0.000793	19.2889	240	0.000798	19.3017	276	0.000918	19.1607
350	250	0.000830	19.8562	254	0.000845	19.8694	280	0.000931	19.7243
360	260	0.000863	20.4235	260	0.000865	20.4371	299	0.000994	20.2878
370	272	0.000903	20.9908	265	0.000881	21.0048	315	0.001047	20.8514
380	288	0.000956	21.5581	275	0.000915	21.5725	325	0.001080	21.4149

Lampiran 6

Lanjutan data tegangan regangan variasi C

390	298	0.000989	22.1255	287	0.000955	22.1402	335	0.001114	21.9785
400	311	0.001032	22.6928	301	0.001001	22.7079	351	0.001167	22.5420
410	331	0.001099	23.2601	320	0.001064	23.2756	373	0.001240	23.1056
420	345	0.001145	23.8274	337	0.001121	23.8433	392	0.001303	23.6691
430				357	0.001187	24.4110	411	0.001366	24.2327
440				378	0.001257	24.9787	421	0.001400	24.7962
450				401	0.001334	25.5464	455	0.001513	25.3598
460				425	0.001414	26.1141	495	0.001646	25.9233
470				429	0.001427	26.6818			
480				440	0.001463	27.2495			
490				448	0.001490	27.8172			
500				460	0.001530	28.3849			
510									
520									
530									

Lanjutan data tegangan regangan variasi C

P (kN)	CD ₄			CD ₅			CD ₆		
	δL	reg	teg	δL	reg	teg	δL	reg	teg
10	5	0.000017	0.5692	4	0.000013	0.5648	4	0.000013	0.5657
20	11	0.000037	1.1384	8	0.000027	1.1295	10	0.000033	1.1313
30	16	0.000053	1.7077	12	0.000040	1.6943	16	0.000053	1.6970
40	24	0.000080	2.2769	18	0.000060	2.2590	19	0.000063	2.2626
50	30	0.000100	2.8461	22	0.000073	2.8238	29	0.000096	2.8283
60	37	0.000123	3.4153	27	0.000089	3.3885	33	0.000109	3.3939
70	45	0.000150	3.9845	31	0.000103	3.9533	40	0.000132	3.9596
80	52	0.000173	4.5537	36	0.000119	4.5180	47	0.000155	4.5253
90	60	0.000200	5.1230	41	0.000136	5.0828	54	0.000178	5.0909
100	67	0.000223	5.6922	46	0.000152	5.6475	60	0.000198	5.6566
110	74	0.000246	6.2614	52	0.000172	6.2123	65	0.000215	6.2222
120	80	0.000266	6.8306	58	0.000192	6.7770	75	0.000248	6.7879
130	87	0.000289	7.3998	63	0.000209	7.3418	83	0.000274	7.3535
140	94	0.000313	7.9691	68	0.000225	7.9065	89	0.000294	7.9192
150	102	0.000339	8.5383	73	0.000242	8.4713	97	0.000320	8.4848
160	109	0.000363	9.1075	79	0.000262	9.0360	104	0.000344	9.0505
170	115	0.000382	9.6767	85	0.000282	9.6008	111	0.000367	9.6162
180	121	0.000402	10.2459	90	0.000298	10.1655	120	0.000396	10.1818
190	129	0.000429	10.8151	96	0.000318	10.7303	129	0.000426	10.7475
200	134	0.000446	11.3844	104	0.000345	11.2951	135	0.000446	11.3131
210	142	0.000472	11.9536	109	0.000361	11.8598	142	0.000469	11.8788
220	149	0.000496	12.5228	116	0.000384	12.4246	151	0.000499	12.4444
230	155	0.000516	13.0920	122	0.000404	12.9893	160	0.000528	13.0101
240	161	0.000535	13.6612	129	0.000427	13.5541	170	0.000562	13.5758
250	169	0.000562	14.2305	135	0.000447	14.1188	177	0.000585	14.1414

Lampiran 6

Lanjutan data tegangan regangan variasi C

260	177	0.000589	14.7997	142	0.000470	14.6836	184	0.000608	14.7071
270	184	0.000612	15.3689	150	0.000497	15.2483	194	0.000641	15.2727
280	193	0.000642	15.9381	160	0.000530	15.8131	204	0.000674	15.8384
290	201	0.000669	16.5073	168	0.000557	16.3778	214	0.000707	16.4040
300	210	0.000698	17.0765	178	0.000590	16.9426	225	0.000743	16.9697
310	221	0.000735	17.6458	186	0.000616	17.5073	239	0.000789	17.5354
320	231	0.000768	18.2150	195	0.000646	18.0721	249	0.000822	18.1010
330	243	0.000808	18.7842	205	0.000679	18.6368	260	0.000859	18.6667
340	254	0.000845	19.3534	216	0.000716	19.2016	273	0.000902	19.2323
350	266	0.000885	19.9226	228	0.000755	19.7663	289	0.000955	19.7980
360	276	0.000918	20.4919	240	0.000795	20.3311	309	0.001021	20.3636
370	298	0.000991	21.0611	250	0.000828	20.8958	332	0.001097	20.9293
380	301	0.001001	21.6303	254	0.000875	21.4606	340	0.001123	21.4949
390	321	0.001068	22.1995	280	0.000928	22.0254	360	0.001189	22.0606
400	346	0.001151	22.7687	298	0.000987	22.5901	380	0.001255	22.6263
410	360	0.001264	23.3379	309	0.001024	23.1549	405	0.001338	23.1919
420	415	0.001380	23.9072	324	0.001073	23.7196	440	0.001453	23.7576
430	480	0.001596	24.4764	350	0.001159	24.2844	480	0.001585	24.3232
440				370	0.001226	24.8491			
450				390	0.001292	25.4139			
460				430	0.001424	25.9786			
470				470	0.001557	26.5434			
480				525	0.001739	27.1081			
490				560	0.001855	27.6729			
500									
510									

Lanjutan data tegangan regangan variasi C

P (kN)	CD ₇			CD ₈		
	δL	reg	teg	δL	reg	teg
10	2	0.000007	0.5670	4	0.000013	0.5615
20	7	0.000023	1.1340	8	0.000026	1.1231
30	13	0.000043	1.7010	13	0.000043	1.6846
40	17	0.000057	2.2681	20	0.000065	2.2461
50	22	0.000073	2.8351	26	0.000085	2.8077
60	28	0.000093	3.4021	34	0.000111	3.3692
70	34	0.000113	3.9691	40	0.000131	3.9307
80	39	0.000130	4.5361	45	0.000147	4.4922
90	45	0.000150	5.1031	51	0.000167	5.0538
100	50	0.000166	5.6702	56	0.000183	5.6153
110	55	0.000183	6.2372	64	0.000210	6.1768
120	61	0.000203	6.8042	69	0.000226	6.7384
130	67	0.000223	7.3712	76	0.000249	7.2999
140	73	0.000243	7.9382	81	0.000265	7.8614

Lampiran 6

Lanjutan data tegangan regangan variasi C

150	79	0.000263	8.5052	87	0.000285	8.4230
160	85	0.000283	9.0723	92	0.000301	8.9845
170	91	0.000303	9.6393	101	0.000331	9.5460
180	97	0.000323	10.2063	109	0.000357	10.1076
190	104	0.000346	10.7733	113	0.000370	10.6691
200	110	0.000366	11.3403	121	0.000396	11.2306
210	116	0.000386	11.9073	135	0.000442	11.7922
220	121	0.000403	12.4744	143	0.000468	12.3537
230	123	0.000409	13.0414	150	0.000491	12.9152
240	130	0.000432	13.6084	158	0.000517	13.4767
250	136	0.000452	14.1754	160	0.000524	14.0383
260	145	0.000482	14.7424	170	0.000557	14.5998
270	153	0.000509	15.3094	176	0.000576	15.1613
280	163	0.000542	15.8765	185	0.000606	15.7229
290	170	0.000566	16.4435	195	0.000638	16.2844
300	178	0.000592	17.0105	199	0.000652	16.8459
310	185	0.000615	17.5775	200	0.000655	17.4075
320	193	0.000642	18.1445	210	0.000688	17.9690
330	203	0.000675	18.7115	225	0.000737	18.5305
340	207	0.000689	19.2786	235	0.000769	19.0921
350	210	0.000699	19.8456	260	0.000851	19.6536
360	219	0.000729	20.4126	260	0.000851	20.2151
370	225	0.000749	20.9796	273	0.000894	20.7767
380	236	0.000785	21.5466	281	0.000920	21.3382
390	249	0.000828	22.1136	296	0.000969	21.8997
400	260	0.000865	22.6807	311	0.001018	22.4612
410	274	0.000912	23.2477	326	0.001067	23.0228
420	284	0.000945	23.8147	339	0.001110	23.5843
430	297	0.000988	24.3817	358	0.001172	24.1458
440	307	0.001021	24.9487	368	0.001205	24.7074
450	393	0.001307	25.5157	390	0.001277	25.2689
460	433	0.001440	26.0828	409	0.001339	25.8304
470	449	0.001494	26.6498	430	0.001408	26.3920
480	468	0.001557	27.2168	457	0.001496	26.9535
490	492	0.001637	27.7838	487	0.001595	27.5150
500	530	0.001763	28.3508	490	0.001604	28.0766
510	575	0.001913	28.9178			
520						
530						
540						
550						
560						

Lampiran 6

6.4 Variasi D

P (kN)	DD ₁			DD ₂			DD ₃		
	δL	reg	teg	δL	reg	teg	δL	reg	teg
10	8	0.000026	0.5615	8	0.000027	0.5636	7	0.000023	0.5727
20	15	0.000050	1.1231	14	0.000047	1.1271	14	0.000046	1.1455
30	23	0.000076	1.6846	22	0.000073	1.6907	21	0.000069	1.7182
40	31	0.000103	2.2461	29	0.000097	2.2542	28	0.000092	2.2909
50	40	0.000132	2.8077	37	0.000123	2.8178	36	0.000119	2.8637
60	48	0.000159	3.3692	46	0.000153	3.3813	45	0.000149	3.4364
70	55	0.000182	3.9307	53	0.000176	3.9449	52	0.000172	4.0092
80	63	0.000209	4.4922	61	0.000203	4.5064	59	0.000195	4.5819
90	72	0.000238	5.0538	70	0.000233	5.0720	67	0.000221	5.1546
100	81	0.000268	5.6153	78	0.000260	5.6355	74	0.000244	5.7274
110	89	0.000295	6.1768	86	0.000286	6.1991	81	0.000267	6.3001
120	98	0.000325	6.7384	95	0.000316	6.7626	88	0.000290	6.8728
130	105	0.000348	7.2999	104	0.000346	7.3262	95	0.000314	7.4456
140	113	0.000374	7.8614	112	0.000373	7.8897	103	0.000340	8.0183
150	121	0.000401	8.4230	122	0.000406	8.4533	109	0.000360	8.5910
160	128	0.000424	8.9845	131	0.000436	9.0168	116	0.000383	9.1638
170	135	0.000447	9.5460	140	0.000466	9.5804	124	0.000409	9.7365
180	143	0.000474	10.1076	150	0.000499	10.1439	132	0.000436	10.3093
190	152	0.000503	10.6691	159	0.000529	10.7075	138	0.000456	10.8820
200	158	0.000523	11.2306	168	0.000559	11.2710	145	0.000479	11.4547
210	168	0.000556	11.7922	188	0.000626	11.8346	152	0.000502	12.0275
220	173	0.000573	12.3537	195	0.000649	12.3981	159	0.000525	12.6002
230	181	0.000599	12.9152	204	0.000679	12.9617	165	0.000545	13.1729
240	189	0.000626	13.4767	212	0.000706	13.5252	172	0.000568	13.7457
250	197	0.000652	14.0383	225	0.000749	14.0888	178	0.000588	14.3184
260	206	0.000682	14.5998	235	0.000782	14.6523	185	0.000611	14.8911
270	213	0.000705	15.1613	242	0.000806	15.2159	192	0.000634	15.4639
280	221	0.000732	15.7229	252	0.000839	15.7794	199	0.000657	16.0366
290	230	0.000762	16.2844	262	0.000872	16.3430	206	0.000680	16.6094
300	238	0.000788	16.8459	270	0.000899	16.9065	215	0.000710	17.1821
310	247	0.000818	17.4075	279	0.000929	17.4701	223	0.000736	17.7548
320	256	0.000848	17.9690	287	0.000955	18.0336	230	0.000759	18.3276
330	264	0.000874	18.5305	295	0.000982	18.5972	238	0.000786	18.9003
340	273	0.000904	19.0921	305	0.001015	19.1607	246	0.000812	19.4730
350	282	0.000934	19.6536	312	0.001039	19.7243	255	0.000842	20.0458
360	290	0.000960	20.2151	320	0.001065	20.2878	263	0.000868	20.6185
370	307	0.001017	20.7767	329	0.001095	20.8514	270	0.000891	21.1912
380	318	0.001053	21.3382	342	0.001139	21.4149	284	0.000937	21.7640
390	329	0.001090	21.8997	349	0.001162	21.9785	290	0.000957	22.3367
400	338	0.001119	22.4612	358	0.001192	22.5420	296	0.000977	22.9095
410	350	0.001159	23.0228	369	0.001228	23.1056	305	0.001007	23.4822
420	360	0.001192	23.5843	379	0.001262	23.6691	314	0.001036	24.0549

Lampiran 6

Lanjutan data tegangan regangan variasi D

P (kN)	DD ₄			DD ₅			DD ₆		
	ΔL	reg	teg	ΔL	reg	teg	ΔL	reg	teg
10	6	0.000020	0.5659	6	0.000020	0.5692	5	0.000017	0.5632
20	11	0.000037	1.1318	12	0.000040	1.1384	10	0.000033	1.1264
30	17	0.000057	1.6976	18	0.000060	1.7077	16	0.000053	1.6895
40	25	0.000063	2.2635	24	0.000080	2.2769	22	0.000073	2.2527
50	32	0.000107	2.8294	31	0.000103	2.8461	28	0.000093	2.8159
60	41	0.000137	3.3953	36	0.000120	3.4153	34	0.000113	3.3791
70	51	0.000170	3.9612	43	0.000144	3.9845	42	0.000139	3.9422
80	58	0.000194	4.5271	50	0.000167	4.5537	49	0.000163	4.5054
90	67	0.000224	5.0929	56	0.000187	5.1230	57	0.000189	5.0686
100	75	0.000250	5.6588	62	0.000207	5.6922	65	0.000216	5.6318
110	82	0.000274	6.2247	69	0.000230	6.2614	72	0.000239	6.1949
120	91	0.000304	6.7906	76	0.000254	6.8306	79	0.000262	6.7581
130	99	0.000330	7.3565	83	0.000277	7.3998	85	0.000282	7.3213
140	108	0.000360	7.9224	90	0.000300	7.9691	92	0.000305	7.8845
150	117	0.000390	8.4882	95	0.000317	8.5383	99	0.000329	8.4476
160	125	0.000417	9.0541	104	0.000347	9.1075	107	0.000355	9.0108
170	134	0.000447	9.6200	111	0.000371	9.6767	115	0.000382	9.5740
180	144	0.000481	10.1859	118	0.000394	10.2459	124	0.000412	10.1372
190	153	0.000511	10.7518	126	0.000421	10.8151	131	0.000435	10.7003
200	162	0.000541	11.3177	133	0.000444	11.3844	138	0.000458	11.2635
210	172	0.000574	11.8835	143	0.000477	11.9536	147	0.000488	11.8267
220	182	0.000607	12.4494	151	0.000504	12.5228	155	0.000514	12.3899
230	191	0.000637	13.0153	159	0.000531	13.0920	163	0.000541	12.9530
240	201	0.000671	13.5812	167	0.000558	13.6612	170	0.000564	13.5162
250	211	0.000704	14.1471	175	0.000584	14.2305	178	0.000591	14.0794
260	217	0.000724	14.7130	182	0.000608	14.7997	188	0.000624	14.6426
270	220	0.000734	15.2788	190	0.000634	15.3689	195	0.000647	15.2057
280	223	0.000744	15.8447	199	0.000664	15.9381	203	0.000674	15.7689
290	246	0.000821	16.4106	205	0.000684	16.5073	211	0.000700	16.3321
300	255	0.000851	16.9765	213	0.000711	17.0765	220	0.000730	16.8953
310	265	0.000884	17.5424	223	0.000745	17.6458	230	0.000763	17.4585
320	275	0.000918	18.1083	231	0.000771	18.2150	236	0.000783	18.0216
330	285	0.000951	18.6741	237	0.000791	18.7842	244	0.000810	18.5848
340	296	0.000988	19.2400	247	0.000825	19.3534	252	0.000836	19.1480
350	305	0.001018	19.8059	258	0.000861	19.9226	262	0.000870	19.7112
360	316	0.001055	20.3718	266	0.000888	20.4919	272	0.000903	20.2743
370	326	0.001088	20.9377	275	0.000918	21.0611	281	0.000933	20.8375
380	335	0.001118	21.5036	283	0.000945	21.6303	287	0.000953	21.4007
390	342	0.001141	22.0694	290	0.000968	22.1995	301	0.000999	21.9639
400	351	0.001171	22.6353	298	0.000995	22.7687	302	0.001002	22.5270
410	359	0.001198	23.2012	308	0.001028	23.3379	312	0.001036	23.0902
420	370	0.001235	23.7671	318	0.001062	23.9072	320	0.001062	23.6534
430	379	0.001265	24.3330	326	0.001088	24.4764	330	0.001095	24.2166
440	389	0.001298	24.8988	335	0.001118	25.0456	342	0.001135	24.7797

Lampiran 6

Lanjutan data tegangan regangan variasi D

P (kN)	DD ₇			DD ₈		
	ΔL	reg	teg	ΔL	reg	teg
10	7	0.000023	0.5647	7	0.000023	0.5759
20	13	0.000043	1.1294	10	0.000033	1.1518
30	21	0.000070	1.6940	16	0.000053	1.7277
40	29	0.000096	2.2587	23	0.000076	2.3036
50	35	0.000116	2.8234	29	0.000096	2.8795
60	43	0.000143	3.3881	35	0.000116	3.4554
70	51	0.000170	3.9527	42	0.000139	4.0313
80	59	0.000196	4.5174	51	0.000168	4.6072
90	66	0.000219	5.0821	56	0.000185	5.1831
100	74	0.000246	5.6468	63	0.000206	5.7590
110	81	0.000269	6.2115	69	0.000228	6.3349
120	89	0.000296	6.7761	77	0.000254	6.9108
130	97	0.000322	7.3408	84	0.000277	7.4867
140	106	0.000352	7.9055	90	0.000297	8.0626
150	112	0.000372	8.4702	98	0.000324	8.6385
160	121	0.000402	9.0348	108	0.000357	9.2144
170	129	0.000429	9.5995	115	0.000380	9.7903
180	137	0.000455	10.1642	122	0.000403	10.3662
190	145	0.000482	10.7289	130	0.000429	10.9421
200	154	0.000512	11.2935	138	0.000456	11.5180
210	164	0.000545	11.8582	145	0.000479	12.0939
220	174	0.000578	12.4229	154	0.000509	12.6698
230	181	0.000602	12.9876	162	0.000535	13.2457
240	189	0.000628	13.5523	169	0.000558	13.8216
250	197	0.000655	14.1169	175	0.000578	14.3975
260	204	0.000678	14.6816	184	0.000608	14.9734
270	213	0.000708	15.2463	194	0.000641	15.5493
280	222	0.000738	15.8110	203	0.000671	16.1252
290	231	0.000768	16.3756	210	0.000694	16.7011
300	239	0.000794	16.9403	219	0.000723	17.2770
310	250	0.000831	17.5050	227	0.000750	17.8529
320	259	0.000861	18.0697	236	0.000780	18.4288
330	267	0.000887	18.6344	245	0.000809	19.0047
340	275	0.000914	19.1990	255	0.000842	19.5806
350	285	0.000947	19.7637	263	0.000869	20.1565
360	292	0.000971	20.3284	267	0.000882	20.7324
370	299	0.000994	20.8931	276	0.000912	21.3083
380	312	0.001037	21.4577	284	0.000938	21.8842
390	320	0.001064	22.0224	292	0.000965	22.4601
400	332	0.001104	22.5871	298	0.000984	23.0360
410	343	0.001140	23.1518	306	0.001011	23.6119
420	351	0.001167	23.7164	315	0.001041	24.1878
430	360	0.001197	24.2811	325	0.001074	24.7637

Lampiran 6

Lanjutan data tegangan regangan variasi D

440	369	0.001227	24.6458	334	0.001103	25.3396
450	375	0.001246	25.4105	344	0.001136	25.9155
460	379	0.001260	25.9752	356	0.001183	26.4914
470	390	0.001296	26.5398	360	0.001189	27.0673
480	401	0.001333	27.1045	375	0.001239	27.6432
490	408	0.001350	27.6692	385	0.001272	28.2191
500	414	0.001376	28.2339	395	0.001305	28.7950
510	424	0.001409	28.7985	404	0.001335	29.3709
520	435	0.001446	29.3632	414	0.001368	29.9468
530	444	0.001476	29.9279	424	0.001401	30.5227
540	451	0.001499	30.4926	435	0.001437	31.0986
550	460	0.001529	31.0573	445	0.001470	31.6745
560	470	0.001562	31.6219	464	0.001533	32.2504
570	478	0.001589	32.1866	470	0.001553	32.8263
580	488	0.001622	32.7513	475	0.001569	33.4022
590	497	0.001652	33.3160	487	0.001609	33.9781
600	502	0.001669	33.8806	501	0.001655	34.5540
610	509	0.001692	34.4453	518	0.001711	35.1299
620	519	0.001725	35.0100	523	0.001728	35.7058
630	528	0.001755	35.5747	531	0.001754	36.2817
640	535	0.001778	36.1394	544	0.001797	36.8576
650	545	0.001812	36.7040	548	0.001810	37.4335
660	557	0.001851	37.2687	569	0.001880	38.0094
670	572	0.001901	37.8334	580	0.001916	38.5853
680	583	0.001938	38.3981	595	0.001965	39.1612
690	594	0.001974	38.9627	608	0.002008	39.7371
700	604	0.002008	39.5274	624	0.002061	40.3130
710	619	0.002058	40.0921	635	0.002098	40.8889
720	625	0.002077	40.6568	647	0.002137	41.4648
730	636	0.002113	41.2214	664	0.002193	42.0407
740				680	0.002246	42.6166
750				694	0.002292	43.1925
760				704	0.002326	43.7684
770				720	0.002378	44.3443
780				735	0.002428	44.9202
790				749	0.002474	45.4961
800				760	0.002510	46.0720
810				772	0.002550	46.6479
820				804	0.002656	47.2238
830						
840						
850						
860						

Lampiran 6

6.5 Variasi E

P (kN)	ED ₁			ED ₂			ED ₃		
	ΔL	reg	teg	ΔL	reg	teg	ΔL	reg	teg
10	9	0.000030	0.5604	8	0.000027	0.5644	6	0.000020	0.5657
20	15	0.000050	1.1208	12	0.000040	1.1288	12	0.000040	1.1313
30	21	0.000069	1.6812	19	0.000063	1.6931	19	0.000063	1.6970
40	29	0.000096	2.2417	26	0.000087	2.2575	25	0.000082	2.2626
50	36	0.000119	2.8021	35	0.000116	2.8219	32	0.000105	2.8283
60	44	0.000146	3.3625	41	0.000136	3.3863	40	0.000132	3.3939
70	52	0.000172	3.9229	49	0.000163	3.9506	47	0.000155	3.9596
80	61	0.000202	4.4833	58	0.000193	4.5150	54	0.000178	4.5253
90	69	0.000228	5.0437	65	0.000216	5.0794	61	0.000201	5.0909
100	77	0.000255	5.6041	72	0.000240	5.6438	68	0.000224	5.6566
110	86	0.000285	6.1646	79	0.000263	6.2081	75	0.000247	6.2222
120	93	0.000308	6.7250	87	0.000289	6.7725	83	0.000273	6.7879
130	101	0.000334	7.2854	94	0.000313	7.3369	90	0.000296	7.3535
140	110	0.000364	7.8458	104	0.000346	7.9013	98	0.000323	7.9192
150	119	0.000394	8.4062	110	0.000366	8.4656	104	0.000342	8.4848
160	129	0.000427	8.9666	118	0.000393	9.0300	114	0.000375	9.0505
170	138	0.000457	9.5270	127	0.000423	9.5944	127	0.000418	9.6162
180	148	0.000490	10.0874	136	0.000453	10.1588	131	0.000431	10.1818
190	156	0.000516	10.6479	144	0.000479	10.7232	140	0.000461	10.7475
200	166	0.000549	11.2083	152	0.000506	11.2875	148	0.000487	11.3131
210	176	0.000582	11.7687	161	0.000536	11.8519	155	0.000510	11.8788
220	185	0.000612	12.3291	170	0.000566	12.4163	165	0.000543	12.4444
230	195	0.000645	12.8895	179	0.000596	12.9807	175	0.000576	13.0101
240	205	0.000678	13.4499	188	0.000626	13.5450	183	0.000603	13.5758
250	215	0.000711	14.0103	198	0.000659	14.1094	191	0.000629	14.1414
260	227	0.000751	14.5708	207	0.000689	14.6738	201	0.000662	14.7071
270	238	0.000788	15.1312	216	0.000719	15.2382	211	0.000695	15.2727
280	249	0.000824	15.6916	227	0.000755	15.8025	222	0.000731	15.8384
290	250	0.000827	16.2520	241	0.000802	16.3669	232	0.000764	16.4040
300	273	0.000903	16.8124	253	0.000842	16.9313	242	0.000797	16.9697
310	282	0.000933	17.3728	266	0.000885	17.4957	253	0.000833	17.5354
320	292	0.000966	17.9332	274	0.000912	18.0601	263	0.000866	18.1010
330	303	0.001003	18.4937	284	0.000945	18.6244	274	0.000902	18.6667
340	316	0.001046	19.0541	294	0.000978	19.1888	285	0.000938	19.2323
350	329	0.001089	19.6145	306	0.001018	19.7532	295	0.000971	19.7980
360	337	0.001115	20.1749	316	0.001052	20.3176	304	0.001001	20.3636
370	354	0.001171	20.7353	326	0.001085	20.8819	314	0.001034	20.9293
380	368	0.001218	21.2957	342	0.001138	21.4463	326	0.001073	21.4949
390	380	0.001257	21.8561	355	0.001181	22.0107	336	0.001106	22.0606
400	391	0.001294	22.4166	368	0.001225	22.5751	346	0.001139	22.6263
410	405	0.001340	22.9770	382	0.001271	23.1394	356	0.001172	23.1919
420	420	0.001390	23.5374	398	0.001324	23.7038	374	0.001231	23.7576
430	435	0.001439	24.0978	410	0.001364	24.2682	385	0.001268	24.3232
440	447	0.001479	24.6582	421	0.001401	24.8326	401	0.001320	24.8889
450	461	0.001525	25.2186	435	0.001447	25.3969	418	0.001376	25.4545

Lampiran 6

Lanjutan data tegangan regangan variasi E

460	475	0.001572	25.7790	450	0.001497	25.9613	430	0.001416	26.0202
470	489	0.001618	26.3395	465	0.001547	26.5257	441	0.001452	26.5859
480	504	0.001668	26.8999	482	0.001604	27.0901	454	0.001495	27.1515
490	518	0.001714	27.4603	490	0.001631	27.6545	469	0.001544	27.7172
500	535	0.001770	28.0207	503	0.001674	28.2188	493	0.001623	28.2828
510	555	0.001836	28.5811	516	0.001717	28.7832	510	0.001679	28.8485
520	570	0.001886	29.1415	529	0.001760	29.3476	515	0.001696	29.4141
530	593	0.001962	29.7019	545	0.001814	29.9120	528	0.001738	29.9798
540	614	0.002032	30.2623	560	0.001863	30.4763	554	0.001824	30.5455
550	692	0.002290	30.8228	574	0.001910	31.0407	568	0.001870	31.1111
560	755	0.002498	31.3832	592	0.001970	31.6051	575	0.001893	31.6768
570	784	0.002594	31.9436	608	0.002023	32.1695	605	0.001992	32.2424
580	810	0.002680	32.5040	625	0.002080	32.7338	622	0.002048	32.8081
590	860	0.002846	33.0644	641	0.002133	33.2982	638	0.002101	33.3737
600				658	0.002190	33.8626	660	0.002173	33.9394
610				678	0.002256	34.4270	680	0.002239	34.5051
620				699	0.002326	34.9913	705	0.002321	35.0707
630				719	0.002393	35.5557	750	0.002469	35.6364
640				752	0.002502	36.1201			
650				790	0.002629	36.6845			
660				855	0.002845	37.2489			
670				980	0.003261	37.8132			
680									

Lanjutan data tegangan regangan variasi E

P (kN)	ED ₄			ED ₅			ED ₆		
	ΔL	reg	teg	ΔL	reg	teg	ΔL	reg	teg
10	6	0.000020	0.5612	5	0.000017	0.5651	5	0.000017	0.5679
20	12	0.000040	1.1223	10	0.000033	1.1303	10	0.000033	1.1359
30	18	0.000059	1.6835	15	0.000050	1.6954	16	0.000053	1.7038
40	25	0.000083	2.2446	21	0.000070	2.2605	23	0.000076	2.2717
50	32	0.000106	2.8058	28	0.000093	2.8256	29	0.000096	2.8396
60	39	0.000129	3.3669	33	0.000110	3.3908	35	0.000116	3.4076
70	47	0.000155	3.9281	40	0.000133	3.9559	41	0.000136	3.9755
80	55	0.000182	4.4893	47	0.000156	4.5210	47	0.000156	4.5434
90	63	0.000208	5.0504	54	0.000179	5.0862	53	0.000176	5.1113
100	70	0.000231	5.6116	58	0.000193	5.6513	58	0.000192	5.6793
110	78	0.000257	6.1727	63	0.000209	6.2164	66	0.000219	6.2472
120	86	0.000284	6.7339	70	0.000232	6.7815	73	0.000242	6.8151
130	93	0.000307	7.2951	78	0.000259	7.3467	80	0.000266	7.3830
140	101	0.000333	7.8562	85	0.000282	7.9118	88	0.000292	7.9510
150	109	0.000360	8.4174	91	0.000302	8.4769	94	0.000312	8.5189
160	117	0.000386	8.9785	99	0.000329	9.0421	101	0.000335	9.0868
170	126	0.000416	9.5397	105	0.000349	9.6072	109	0.000362	9.6547
180	134	0.000442	10.1008	113	0.000375	10.1723	117	0.000388	10.2227
190	142	0.000469	10.6620	122	0.000405	10.7375	124	0.000412	10.7906
200	150	0.000495	11.2232	130	0.000432	11.3026	132	0.000438	11.3585

Lampiran 6

Lanjutan data tegangan regangan variasi E

P (kN)	ED ₇			ED ₈		
	ΔL	reg	teg	ΔL	reg	teg
10	5	0.000017	0.5670	6	0.000020	0.5673
20	11	0.000037	1.1340	11	0.000037	1.1346
30	17	0.000056	1.7010	16	0.000053	1.7020
40	29	0.000096	2.2681	24	0.000080	2.2693
50	33	0.000110	2.8351	31	0.000103	2.8366
60	41	0.000136	3.4021	39	0.000130	3.4039
70	49	0.000163	3.9691	46	0.000153	3.9712
80	59	0.000196	4.5361	53	0.000177	4.5386
90	66	0.000219	5.1031	60	0.000200	5.1059
100	74	0.000245	5.6702	68	0.000227	5.6732
110	82	0.000272	6.2372	76	0.000253	6.2405
120	89	0.000295	6.8042	84	0.000280	6.8078
130	98	0.000325	7.3712	91	0.000303	7.3752
140	105	0.000349	7.9382	98	0.000327	7.9425
150	112	0.000372	8.5052	104	0.000347	8.5098
160	120	0.000398	9.0723	113	0.000377	9.0771
170	130	0.000432	9.6393	122	0.000406	9.6444
180	140	0.000465	10.2063	131	0.000436	10.2118
190	150	0.000498	10.7733	140	0.000466	10.7791
200	158	0.000525	11.3403	149	0.000496	11.3464
210	168	0.000558	11.9073	157	0.000523	11.9137
220	178	0.000591	12.4744	167	0.000556	12.4810
230	188	0.000624	13.0414	175	0.000583	13.0483
240	198	0.000657	13.6084	184	0.000613	13.6157
250	207	0.000687	14.1754	194	0.000646	14.1830
260	218	0.000724	14.7424	204	0.000680	14.7503
270	229	0.000760	15.3094	215	0.000716	15.3176
280	240	0.000797	15.8765	225	0.000750	15.8849
290	251	0.000833	16.4435	235	0.000783	16.4523
300	262	0.000870	17.0105	247	0.000823	17.0196
310	273	0.000906	17.5775	259	0.000863	17.5869
320	283	0.000940	18.1445	270	0.000900	18.1542
330	293	0.000973	18.7115	278	0.000926	18.7215
340	303	0.001006	19.2786	290	0.000966	19.2889
350	315	0.001046	19.8456	301	0.001003	19.8562
360	326	0.001082	20.4126	309	0.001030	20.4235
370	337	0.001119	20.9796	320	0.001066	20.9908
380	347	0.001152	21.5466	332	0.001106	21.5581
390	358	0.001189	22.1136	343	0.001143	22.1255
400	372	0.001235	22.6807	356	0.001186	22.6928

Lampiran 6

Lanjutan data tegangan regangan variasi E

410	381	0.001265	23.2477	370	0.001233	23.2601
420	393	0.001305	23.8147	384	0.001279	23.8274
430	405	0.001345	24.3817	396	0.001319	24.3947
440	415	0.001378	24.9487	407	0.001356	24.9621
450	428	0.001421	25.5157	420	0.001399	25.5294
460	440	0.001461	26.0828	432	0.001439	26.0967
470	451	0.001497	26.6498	446	0.001486	26.6640
480	465	0.001544	27.2168	464	0.001546	27.2313
490	478	0.001587	27.7838	484	0.001613	27.7987
500	491	0.001630	28.3508	497	0.001656	28.3660
510	505	0.001677	28.9178	507	0.001689	28.9333
520	516	0.001713	29.4849	518	0.001726	29.5006
530	531	0.001763	30.0519	530	0.001766	30.0679
540	542	0.001799	30.6189	544	0.001813	30.6353
550	557	0.001849	31.1859	559	0.001863	31.2026
560	571	0.001896	31.7529	574	0.001913	31.7699
570	586	0.001946	32.3199	588	0.001959	32.3372
580	601	0.001995	32.8870	607	0.002022	32.9045
590	619	0.002055	33.4540	628	0.002092	33.4718
600	638	0.002118	34.0210	658	0.002192	34.0392
610	658	0.002185	34.5880	688	0.002292	34.6065
620	676	0.002244	35.1550	740	0.002466	35.1738
630	705	0.002341	35.7220			
640	740	0.002457	36.2891			
650						

Lampiran 7

DATA TEGANGAN - REGANGAN HASIL INTERPOLASI

Variasi A		Variasi B		Variasi C		Variasi D		Variasi E	
regangan	teg. (Mpa)	regangan	teg. (Mpa)	regangan	teg. (Mpa)	regangan	teg. (Mpa)	regangan	teg. (Mpa)
0.000047	1	0.000031	1	0.000025	1	0.000037	1	0.000034	1
0.000096	2	0.000066	2	0.000055	2	0.000076	2	0.000072	2
0.000205	4	0.000145	4	0.000126	4	0.000163	4	0.000156	4
0.000325	6	0.000226	6	0.000196	6	0.000251	6	0.000241	6
0.000450	8	0.000308	8	0.000271	8	0.000341	8	0.000331	8
0.000591	10	0.000397	10	0.000349	10	0.000434	10	0.000427	10
0.000732	12	0.000483	12	0.000432	12	0.000535	12	0.000530	12
0.000885	14	0.000576	14	0.000524	14	0.000630	14	0.000631	14
0.001020	16	0.000674	16	0.000624	16	0.000723	16	0.000744	16
0.001167	18	0.000769	18	0.000729	18	0.000827	18	0.000874	18
0.001301	20	0.000867	20	0.000856	20	0.000930	20	0.000999	20
0.001452	22	0.000967	22	0.000999	22	0.001038	22	0.001132	22
0.001602	24	0.001079	24	0.001224	24	0.001142	24	0.001271	24
0.001752	26	0.001182	26	0.001405	26	0.001247	26	0.001415	26
0.001914	28	0.001304	28	0.001592	28	0.001362	28	0.001590	28
0.002076	30	0.001451	30			0.001480	30	0.001795	30
0.002223	32	0.001581	32			0.001599	32	0.002029	32
0.002389	34	0.001713	34			0.001722	34	0.002168	34
0.002550	36	0.001870	36			0.001845	36	0.002476	36
0.002717	38	0.001968	38			0.001986	38		
0.002899	40	0.002132	40			0.002136	40		
0.003083	42	0.002312	42			0.002310	42		
0.003217	44	0.002418	44			0.002477	44		
0.003407	46	0.002646	46			0.002696	46		
		0.002750	48						

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

NO.	NAMA	NO. NIS.	GRUP STUDI
1.	WALIDHAYU NUR R.	87 310 715	VI DHE 112
2.	MAMUDY HADI ARI	87 310 711	VI DHE 112

PERNYATAAN KEASLIAN

Menyatakan bahwa saya sebagai orang tua/wali telah menyetujui dan menandatangani surat pernyataan ini sebagai tanda tanggung jawab.

BERKESAMPULAN: IV-1 HINA, 10/08/2001

TAMBAH: 1001/2002

NO.	NAMA	NO. NIS.	GRUP STUDI	NO. NIS.	GRUP STUDI
1.	WALIDHAYU NUR R.	87 310 715	VI DHE 112		
2.	MAMUDY HADI ARI	87 310 711	VI DHE 112		

Disetujui oleh orang tua/wali:
 DR. H. SUKRI YOGI H. S.P.H.
 DR. H. A. KADIR ACEH, MS.











Yogyakarta, 10 Agustus 2001
 Di Depan

(Handwritten Signature)

DR. H. MUNADIR, MS.

.....

CATATAN KONSULI DAN TUGAS ARKIBER

TANGGAL	CATATAN KONSULI	TANDA TANGAN
	<ul style="list-style-type: none"> - Pembaiter - Pembaiter dan penyusunan data - Pembaiter - Ace dapat dioperasikan ke Posus Pambandaz I 	  
29/01/02	<ul style="list-style-type: none"> - Inven produk, daftar isi, abstrak - Perbaiki, lihat kebetulan di alam 	
14/02/02	<ul style="list-style-type: none"> - Perbaiki outline pd. profil & pembuatannya - Ace untuk cetak 	
20/03/02	<ul style="list-style-type: none"> - Ace untuk pendataan 	
20/03/02	<ul style="list-style-type: none"> - Ace untuk pendataan 	
26/04/02	<ul style="list-style-type: none"> - Ace dapat dipertanyakan 	

Hal : Permohonan Ijin Peng-
gunaan Lab. B.K.T.
Lamp. : 1 Berkas Proposal

Kepada :
Yth. Kepala Lab. B.K.T. Fakultas
Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia.

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Kami yang bertanda tangan dibawah ini

1. Nama : Wahyu P. Budi Aji.
No. Mhs : 87 310 034
Jur./Program Studi : Struktur.
2. Nama : Bachtiar Nur Rochman.
No. Mhs : 87 310 235
Jur./Program Studi : Struktur.

Dengan ini mengajukan permohonan ijin penggunaan Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik FTSP Universitas Islam Indonesia untuk penelitian dalam rangka penyelesaian Tugas Akhir kami yang berjudul **Uji Komparasi Penggunaan Batuan Gunung Kidul dengan Batuan Kali Krasak sebagai Agregat Kasar untuk Beton.**

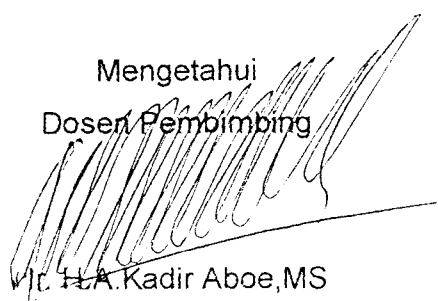
Demikian surat ini kami buat dengan harapan dapat terkabulkan permohonan kami, untuk itu kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta 18 Agustus 2001

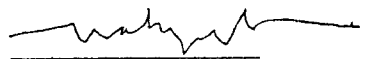
Hormat Kami

Mengetahui
Dosen Pembimbing

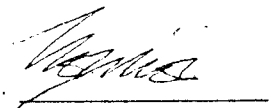


Ir. H. A. Kadir Aboe, MS

1. Wahyu P. B.A.

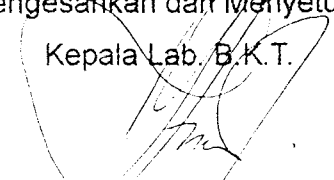


2. Bachtiar N. R.



Mengesahkan dan Menyetujui

Kepala Lab. B.K.T.



Ir. H. Ilman Noor, MSCE.