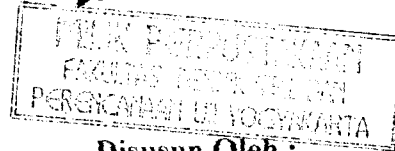


LAPORAN TUGAS AKHIR

PERPUSTAKAAN FISIP UII
HABIB/DELI
TGL. TERIMA : 20 15 - 2003
NO. JUDUL : 512000
NO. SVV. : 412001

PENGARUH PENGGUNAAN ABU AMPAS TEBU HASIL PEMBAKARAN
ULANG TERHADAP KUAT DESAK BETON DENGAN AGREGAT KASAR
PECAHAN GENTENG GODEAN

512000 412001



Disusun Oleh :

Nama : RISMAN NAGA
No. Mhs : 97 511 162
NIRM : 970051013114120366

Nama : YOYO SUPARYO
No. Mhs : 97 511 224
NIRM : 970051013114120378

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
JOGJAKARTA
2003



KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Dengan memanjatkan puji syukur kehadiran Allah SWT, atas berkat dan rahmat serta hidayah-Nya kepada kita semua, khususnya kepada penyusun, karena dengan Kasih dan sayang-Nyalah Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Sholawat dan salam semoga selalu terlimpahkan kepada junjungan kita Nabi Besar Muhammad SAW, keluarga, sahabat, ulama, dan pengikutnya hingga akhir hayat.

Tugas akhir ini dalam bentuk penelitian laboratorium dengan judul "PENGARUH PENGGUNAAN ABU AMPAS TEBU HASIL PEMBAKARAN ULANG TERHADAP KUAT DESAK BETON DENGAN AGREGAT KASAR PECAHAN GENTENG DARI GODEAN" ini kami ajukan sebagai syarat guna memperoleh derajat strata satu (S1) pada jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

Proses penyusunan Tugas Akhir ini dapat berjalan dengan baik berkat dukungan dari berbagai pihak, untuk itu perkenankanlah kami mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof.Ir.H.Widodo, MSCE, PhD, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Ir.H.Susastrawan, MS, selaku Dosen Pembimbing I.
3. Bapak Ir.Fatkhurrohman N.S, MT, selaku Dosen Pembimbing II.

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Dengan memanjatkan puji syukur kehadiran Allah SWT, atas berkat dan rahmat serta hidayah-Nya kepada kita semua, khususnya kepada penyusun, karena dengan Kasih dan sayings-Nyalah Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Sholawat dan salam semoga selalu terlimpahkan kepada junjungan kita Nabi Besar Muhammad SAW, keluarga, sahabat, ulama, dan pengikutnya hingga akhir hayat.

Tugas akhir ini dalam bentuk penelitian laboratorium dengan judul “PENGARUH PENGGUNAAN ABU AMPAS TEBU HASIL PEMBAKARAN ULANG TERHADAP KUAT DESAK BETON DENGAN AGREGAT KASAR PECAHAN GENTENG DARI GODEAN” ini kami ajukan sebagai syarat guna memperoleh derajat strata satu (S1) pada jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

Proses penyusunan Tugas Akhir ini dapat berjalan dengan baik berkat dukungan dari berbagai pihak, untuk itu perkenankanlah kami mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof.Ir.H.Widodo, MSCE, PhD, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Ir.H.Susastrawan, MS, selaku Dosen Pembimbing I.
3. Bapak Ir.Fatkhurrohman N.S, MT, selaku Dosen Pembimbing II.

4. Bapak, Ibu tercinta, Kakak dan Adik yang telah banyak memberikan bantuan dan dorongan moril maupun materil dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini.
5. Segenap karyawan Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik dan karyawan di lingkungan jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
6. Rekan-rekan mahasiswa seperjuangan di Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
7. Pihak-pihak lain yang tidak dapat penyusun sebutkan satu persatu.

Penyusun menyadari dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan dan kesalahan. Untuk itu penyusun mengharapkan kritik dan saran yang bersifat konstruktif dalam pengembangan di masa mendatang. Penyusun berharap semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi mahasiswa teknik sipil dan pembaca pada umumnya.

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

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

Yogyakarta, April 2003

Penyusun

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL	
LEMBAR PENGESAHAN	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR SIMBOL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xii
ABSTRAKSI	xiii
Bab I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
Bab II TINJAUAN PUSTAKA	5
Bab III LANDASAN TEORI	7
3.1 Umum.....	7
3.2 Hubungan Silika dan Perubahan Mutu Semen Portland.....	7

3.3 Tinjauan Abu Ampas Tebu sebagai <i>Pozzolan</i>	9
3.4 Tinjauan Abu Ampas Tebu sebagai Bahan Pengisi (<i>filler</i>)	11
3.5 Tinjauan Pecahan Genteng Sebagai Agregat Kasar.....	14
3.6 Faktor Air Semen.....	15
3.7 Slump.....	16
3.8 Metode Perencanaan Adukan Beton.....	17
3.9 Kuat Tekan Beton Ringan	23
3.10 Modulus Elastis.....	24
3.11 Hipotesis.....	26
Bab IV METODE PENELITIAN	27
4.1 Bahan Penelitian.....	27
4.2 Peralatan Penelitian.....	28
4.3 Pelaksanaan Penelitian.....	28
4.3.1 Persiapan.....	28
4.3.2 Pembuatan dan Perawatan Benda Uji.....	29
4.3.3 Pelaksanaan Pengujian.....	29
4.4 Prosedur Penelitian.....	31
Bab V HASIL DAN PEMBAHASAN	32
5.1 Hasil Penelitian.....	32
5.1.1 Berat Volume Silinder Beton.....	32
5.1.2 Slump.....	32
5.1.3 Hasil Uji Kandungan Kimia Abu Ampas Tebu.....	33
5.1.4 Hasil Uji Kuat Desak Beton.....	34

5.1.5 Modulus Elastisitas Beton.....	34
5.2 Pembahasan	41
5.2.1 Berat Volume Beton.....	41
5.2.2 Slump.....	43
5.2.3 Faktor Air Semen.....	44
5.2.4 Kuat Desak Beton.....	46
5.2.5 Modulus Elastisitas Beton.....	54
Bab VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	55
6.1 Kesimpulan.....	55
6.2 Saran.....	56
DAFTAR PUSTAKA	57
LAMPIRAN	

DAFTAR SIMBOL

Aat = Abu Ampas Tebu

E = Modulus Elastis Beton

f_c = Kuat Tekan Beton

f_{cr} = Kuat Tekan Beton Rata-rata

k = Tetapan Statistik

N = Jumlah Benda Uji

P = Porositas

P = Beban

PC = Semen Portland

S = Standar Deviasi

SR = Silika Rasio

t = Tinggi Silinder

V = Volume pasta semen

V_a = Udara Void

V_c = Volume Semen

V_g = Volume Gel

V_w = Volume Air

X = Faktor Air Semen

X_f = Luas Permukaan Gel

σ = Tegangan

ε = Regangan

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Skema Komposisi Pasta Semen.....	11
Gambar 3.2 Skema Hidrasi Semen.....	12
Gambar 3.3 Hubungan Kuat Desak dan Porositas.....	13
Gambar 3.4 Hubungan kuat desak beton dengan nilai <i>f_{cu}</i>	16
Gambar 3.5 Hub non-linier antara Tegangan dan regangan.....	25
Gambar 3.6 Hub linier tegangan dan regangan pada nilai tegangan rendah...	25
Gambar 5.1 Grafik Tegangan Regangan beton dengan prosentase Abu Ampas Tebu 0%(A)umur 28 hari.....	35
Gambar 5.2 Grafik Tegangan Regangan beton dengan prosentase Abu Ampas Tebu 5%(B)umur 28 hari.....	36
Gambar 5.3 Grafik Tegangan Regangan beton dengan prosentase Abu Ampas Tebu 10%(C)umur 28 hari.....	37
Gambar 5.4 Grafik Tegangan Regangan beton dengan prosentase Abu Ampas Tebu 15%(D)umur 28 hari.....	38
Gambar 5.5 Grafik Tegangan Regangan beton dengan prosentase Abu Ampas Tebu 20%(E)umur 28 hari.....	39
Gambar 5.6 Grafik Hubungan berat volume beton dengan variasi penggantian sebagian semen dengan abu ampas tebu(hasil penelitian).....	43

Gambar 5.7 Grafik Hubungan antara Nilai Slump Dengan Variasi Abu Ampas Tebu(hasil penelitian).....	44
Gambar 5.8 Grafik Hubungan Faktor air semen dan Kuat Desak beton(hasil penelitian).....	45
Gambar 5.9 Hubungan antara Kuat Desak Beton dengan Variasi Penggantian sebagian Semen dengan Abu Ampas Tebu(hasil penelitian).....	53

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Koefisien untuk persamaan 3.6	9
Tabel 3.2 Komposisi Kimia Abu Ampas Tebu Setelah dibakar	9
Tabel 3.3 Nilai Slump Untuk Berbagai Macam Struktur.....	16
Tabel 3.4 Nilai Tetapan Statistik Untuk Beberapa Keadaan.....	18
Tabel 3.5 Nilai Deviasi Standar.....	18
Tabel 3.6 Faktor Pengali Data Uji Kurang Dari 30 Sampel.....	19
Tabel 3.7 Hubungan Fas Dengan Kuat Desak Beton.....	19
Tabel 3.8 Fas Berdasar Pengaruh Tempat Elemen.....	20
Tabel 3.9 Nilai Slump Berdasarkan Penggunaan Jenis Elemen.....	21
Tabel 3.10 Perkiraan Kebutuhan Air Berdasar Ukuran Maksimum Agregat...	22
Tabel 3.11 Perkiraan Kebutuhan Agregat Kasar Per- m^3	23
Tabel 4.1 Alat-alat yang digunakan dalam penelitian.....	28
Tabel 5.1 Berat Volume Beton Tiap Variasi Renggantian Abu Ampas Tebu...	32
Tabel 5.2 Nilai Slump Berbagai Variasi Campuran.....	33
Tabel 5.3 Hubungan Fas Dengan Kuat Desak Beton.....	33
Tabel 5.4 Variasi abu ampas tebu dengan kuat desak.....	34
Tabel 5.5 Nilai Modulus Elastisitas masing-masing variasi.....	41
Tabel 5.6 Hubungan <i>fas</i> dengan kuat desak	45
Tabel 5.7 Faktor pengali untuk deviasi standart untuk benda uji kurang dari 30 buah.....	47

Tabel 5.8 Hasil Kuat Desak Beton Dengan jenis beton tanpa abu ampas tebu.	48
Tabel 5.9 Hasil Kuat Desak Beton Dengan Variasi 5%.....	49
Tabel 5.10 Hasil Kuat Desak Beton Dengan Variasi 10%.....	50
Tabel 5.11 Hasil Kuat Desak Beton Dengan Variasi 15%.....	51
Tabel 5.12 Hasil Kuat Desak Beton Dengan Variasi 20%.....	52

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A : Perencanaan Campuran Beton

Lampiran B : Analisa Kandungan Kimia Silika Abu Ampas Tebu

Lampiran C : Hasil Uji Silinder Beton

Lampiran D : Hasil Uji Tegangan-Regangan Beton

Lampiran E : Data Pemeriksaan Agregat

Lampiran F : Dokumentasi

ABSTRAKSI

Tebu merupakan salah satu hasil pertanian yang menghasilkan gula setelah melalui proses penggilingan untuk memisahkan air gula tebu dari ampas tebu, dengan demikian selain air gula, tebu juga menghasilkan limbah yang disebut ampas tebu. Selama ini ampas tebu banyak digunakan sebagai bahan bakar pada proses pembuatan gula. Dari sisa pembakaran ampas tebu ini, menyisakan abu ampas tebu yang dapat digunakan sebagai bahan campuran pupuk tanaman, tapi penggunaan abu ampas tebu ini tidak sebanding dengan produksinya sehingga banyak yang tidak dapat dimanfaatkan dan akhirnya menjadi limbah yang dapat mengganggu kesehatan. Padahal unsur silika yang terkandung didalamnya cukup tinggi, bisa mencapai 73% yang dapat digunakan sebagai bahan pozzolan dan sebagai bahan alternatif pengganti sebagian dari semen. Demikian pula pada industri pembuatan genteng menghasilkan limbah berupa pecahan-pecahan dari genteng yang rusak. Untuk memanfaatkan limbah tersebut maka dapat digunakan sebagai pengganti agregat kasar dalam campuran beton ringan.

Penelitian pada pemanfaatan limbah abu ampas tebu sebagai pengganti sebagian dari semen pada campuran beton yang menggunakan agregat kasar pecahan genteng, dilakukan dengan membuat 5 variasi yaitu sebesar 0%, 5%, 10%, 15% dan 20%. Penelitian dilakukan dengan uji kuat desak beton pada umur 28 hari.

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan abu ampas tebu sebagai pengganti sebagian semen kedalam campuran beton dengan agregat kasar pecahan genteng tidak mencapai kuat desak rencana beton ringan yaitu 17,5 Mpa karena agregat pecahan genteng sudah mencapai batas kemampuan menahan desak sehingga pecah lebih dahulu.

Penggunaan abu ampas tebu sebanyak 5% sebagai pengganti sebagian dari semen pada beton dengan agregat kasar pecahan genteng godean menghasilkan kuat desak beton sebesar 11,353 Mpa, sedangkan tanpa abu ampas tebu sebesar 8,848 Mpa, sehingga kuat desak beton dengan campuran abu ampas tebu pengganti semen sebanyak 5% terjadi peningkatan sebesar 28,311%

Kata Kunci : Abu Ampas Tebu, Pembakaran, Kuat Desak, Pecahan Genteng.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri pembuatan gula yang menggunakan tanaman tebu sebagai bahan utamanya menghasilkan limbah berupa abu ampas tebu. Sampai saat ini limbah tersebut hanya sebagian yang digunakan sebagai bahan pembuat pupuk organik dan selebihnya dibuang. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Balai Teknik Kesehatan Lingkungan (BTKL) bahwa abu ampas tebu memiliki kandungan bahan silikat yang memenuhi syarat sebagai *pozzolan* yaitu bahan yang bereaksi dengan kapur ikat bebas selama pengikatan semen. Hal ini dapat dijadikan dasar untuk memanfaatkan abu ampas tebu tersebut, salah satunya adalah dalam pembuatan struktur beton ringan.

Agar mendapatkan berat volume beton yang kecil atau beton ringan serta untuk memanfaatkan limbah industri pembuatan genteng, dibutuhkan agregat penyusun beton yang memiliki berat jenis kecil. Disini dicoba menggunakan pecahan genteng, yang mempunyai berat jenis kecil sebagai agregat kasar.

Kekuatan beton selain ditentukan oleh perbandingan bahan susunnya, kekuatan beton ditentukan juga oleh padat atau tidaknya campuran bahan susun beton tersebut. Semakin kecil pori-pori (kandungan udara) yang dihasilkan dalam campuran beton, makin tinggi kuat desak beton yang dihasilkan. Untuk

mengurangi pori-pori pada beton dicoba dengan memanfaatkan limbah abu ampas tebu. Butiran silikat dengan ukuran sekitar 0,075 mm – 0,2 mm selain sebagai *pozzolan* juga dapat sebagai bahan tambah pengisi (*filler*) untuk memperbaiki mutu beton dengan komposisi campuran berupa semen Portland : pasir : kerikil (pecahan genteng) : abu ampas tebu.

1.2 Rumusan Masalah

Beberapa rumusan masalah yang akan diteliti, diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Apakah kuat desak beton yang beragregat kasar pecahan genteng dapat ditingkatkan, dengan mengganti sebagian semen menggunakan abu ampas tebu.
2. Persentase optimum abu ampas tebu yang dapat meningkatkan kuat desak beton dengan agregat kasar dari pecahan genteng godean.

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian dapat terarah sesuai dengan maksud dan tujuan penelitian maka batasan penelitian dapat diuraikan sebagai berikut :

1. Agregat kasar yang digunakan untuk campuran beton adalah agregat pecahan genteng lolos saringan 2,20 – 40 mm dan Berat Vol = 1076 kg/m³.
2. Agregat halus digunakan pasir dari sungai Boyong, Yogyakarta dengan lolos saringan 0,15 – 4,8 mm dan Berat Vol = 1618 kg/m³.
3. Bahan ikat adalah semen, digunakan semen jenis I merk Gresik.

4. Rencana campuran benda uji dengan kuat desak silinder $f'_c : 17,5$ Mpa menggunakan metode standar ACI
5. variasi penggantian sebagian semen dengan *pozzolan* abu ampas tebu yaitu 0%, 5%, 10%, 15%, 20% dari berat semen, masing-masing variasi 5 benda uji.
6. Air yang digunakan berasal dari laboratorium Bahan Konstruksi Teknik UIN.
7. Reaksi kimia yang terjadi tidak dijabarkan.
8. Uji kuat desak dilakukan pada umur 28 hari.
9. Abu ampas tebu yang digunakan berasal dari Pabrik Gula Madukismo, Kabupaten Bantul dengan ukuran 0,075mm-0,2mm kemudian dibakar dan dihaluskan dan diayak sampai lolos saringan nomor 200.
10. Penyebaran abu ampas tebu dalam campuran dianggap merata.
11. Pengaruh suhu, udara dan faktor lain diabaikan.

1.4 Tujuan Penelitian

1. mendapatkan rasio berat abu ampas tebu terhadap berat semen yang menghasilkan kuat desak ~~beton~~ ^{beton optimum} beton yang menggunakan agregat kasar dari pecahan genteng.
2. modulus elastisitas beton yang menggunakan agregat kasar dari pecahan genteng.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diambil dari penelitian, antara lain :

1. Menghasilkan suatu produk beton struktur yang cukup inovatif, dengan mengganti sebagian semen memakai abu ampas tebu.
2. Mengurangi berat jenis dari beton dengan cara mengganti agregat kasar kerikil dengan pecahan genteng.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Menurut standar SK-SNI, (1991), beton terbuat dari bahan semen Portland, air, agregat/batuan kasar dan halus dalam proporsi perbandingan tertentu dengan atau tanpa bahan tambah membentuk massa padat.

Kusnadi, (1985), selain jenis semen Portland yang akan mempengaruhi mutu beton, komposisi silika untuk semen Portland perlu dibatasi dengan menentukan perbandingan "*silica ratio*". Semakin tinggi kandungan silika dalam semen Portland, makin besar nilai SR.

Neville, (1973), mengemukakan bahwa dasar penggolongan jenis semen Portland adalah menurut sifat-sifat senyawa kimianya sehingga dengan menambah/mengurangi prosentase unsur kimia yang dikandungnya, jumlah senyawa kimia yang dihasilkan akan berbeda dan diikuti dengan perubahan jenis semen Portland.

Nurawadji Wibowo, (2000) Penggantian sebanyak 10% dan 20% semen Portland dengan abu ampas tebu berhasil meningkatkan kuat desak beton antara 16,16% sampai 23,01% dibandingkan dengan beton normal.

Menurut Karaiyoo, (1989), semen Portland ialah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang terutama terdiri dari silikat-

silikat kalsium yang bersifat hidrolis dengan gips sebagai bahan tambahan. Sifat semen sangat dipengaruhi oleh komposisi kimiawi dan kehalusan penggilingan.

Kardiyono, (1989), mengemukakan bahwa setelah semen bersentuhan dengan air, akan terbentuk gel, $C_3S_2H_6$, yaitu pasta semen yang terdiri dari butiran sangat halus hasil hidrasi yang memiliki luas permukaan besar dan calcium hidroksida, $C_2(OH)_2$, yaitu sisa semen yang tak bereaksi.

Popovic, (1998), mengatakan bahwa kuat desak beton dipengaruhi oleh porositas yang terdiri dari pori gel, pori kapiler dan pori udara, semakin besar porositas maka semakin kecil kuat desak beton yang terjadi.

Kardiyono, (1992), Pecahan bata/genteng dari kualitas yang baik menjadikan agregatnya memenuhi syarat untuk beton, akan tetapi jika untuk beton bertulang sebaiknya kuat tekan batanya tidak kurang dari 30 Mpa.

George Winter dan Arthur, (1993), Agregat-agregat ringan banyak dipakai untuk menghasilkan beton ringan yang dapat digunakan untuk penggunaan elemen structural atau dikenal sebagai beton struktur beragregat ringan.

Menurut **Neville, (1973)**, jumlah gel dan calcium hidroksida, $C_2(OH)_2$, yang dihasilkan dari reaksi hidrasi semen tergantung pada jenis semen Portland yang digunakan.

Edward G. Nawy, (2001), kemiringan garis lurus yang menghubungkan titik asal dengan tegangan tertentu (sekitar $0,4 \text{ f'c}$) merupakan modulus elastisitas sekan beton. Nilai ini, yang disebut modulus elastisitas dalam perhitungan desain

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Umum

Beton merupakan suatu material yang menyerupai batu yang diperoleh dengan membuat suatu campuran yang mempunyai proporsi tertentu dari semen, pasir dan koral atau agregat lainnya, dan air (George Winter, Arthur H Nilson, 1993). Sifat beton yaitu kuat desak, kuat tarik, modulus elastis dipengaruhi oleh sifat-sifat bahan. Sifat-sifat beton ini tergantung pada proporsi campuran, pada kesempurnaan dari adukan bahan-bahan pembentuk campuran, dan perawatan beton.

3.2 Hubungan Silika dan Perubahan Mutu Semen Portland

Menurut Kusnadi, (1985), komposisi silika untuk semen Portland dibatasi dengan menentukan perbandingan *silica ratio* yang didekati dengan persamaan :

$$SR = \frac{SiO_2}{Al_2O_3 + Fe_2O_3} \quad (3.1)$$

Dari persamaan (3.1) tampak bahwa semakin tinggi kandungan silika dalam semen Portland, makin besar nilai SR. Dengan nilai SR yang semakin besar kemungkinan pori-pori dalam campuran beton akan semakin kecil sehingga kuat desak beton meningkat. nilai SR dibatasi: $1,6 < SR < 3,5$ dengan nilai rata-rata 2,0-2,5.

Neville, (1973), mengatakan bahwa penggolongan jenis semen dapat dibedakan menurut komposisi mineral yang dihitung dalam persen berat terhadap semen Portland. Pengurangan /penambahan salah satu unsur kimia semen seperti silika, akan mengubah prosentase senyawa kimia semen Portland. Analisis kimia tersebut adalah sebagai berikut:

1. *Tricalcium silikat*, C_3S atau $3CaO.SiO_2$

$$C_3S = 4,07 CaO - 7,60 SiO_2 - 6,72 Al_2O_3 - 1,43 Fe_2O_3 - 2,85 SO_3 \quad (3.2)$$

2. *Dicalcium silikat*, C_2S atau $2CaO.SiO_2$

$$C_2S = 2,87 SiO_2 - 0,754 C_3S \quad (3.3)$$

3. *Tricalcium aluminat*, C_3A atau $3CaO.Al_2O_3$

$$C_3A = 2,65 Al_2O_3 - 1,69 Fe_2O_3 \quad (3.4)$$

4. *Tetracalcium alumino ferrit*, C_4AF atau $4CaO.Al_2O_3.Fe_2O_3$

$$C_4AF = 3,04 Fe_2O_3 \quad (3.5)$$

Dari persamaan-persamaan di atas akan didapatkan prosentase senyawa kimia dari semen Portland dan juga jenis-jenis semen dapat diketahui, yaitu jenis I, jenis II, jenis III, jenis IV, atau jenis V.

Popovic (1998), hubungan antara komposisi campuran semen dan kekuatan berdasarkan perbedaan umur dapat dilihat dalam persamaan fungsi linier, yang didekati dengan persamaan (3.6)

$$F_c = a(C_3S) + b(C_2S) + c(C_3A) + d(C_4AF) \quad (3.6)$$

Dengan : a,b,c,d = koefisien (dapat dilihat pada Tabel 3.1)

C_3S, C_2S, C_3A dan C_4AF = komponen semen (%)

Tabel 3.1 Koefisien untuk persamaan 3.6 (Popovic, 1998)

Senyawa Kinia	Umur						
	1 hari	3 hari	7 hari	28 hari	3 bulan	1 tahun	2 tahun
C ₃ S	8.5	27.4	40.0	48.8	55.7	61.8	70.7
C ₂ S	0.3	-1.1	-5.1	19.1	62.9	80.6	82.2
C ₃ A	11.3	24.1	58.4	100.1	56.4	85.6	12.5
C ₄ AF	-6.5	-9.8	-0.2	30.8	39.7	39.6	27.2

Dari hasil penelitian **Nurwadji (2000)** diperoleh data komposisi kimia abu ampas tebu setelah dibakar seperti terlihat pada Tabel 3.2

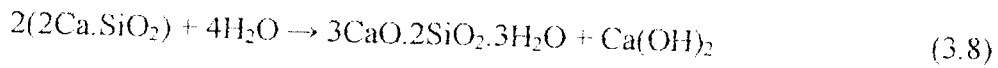
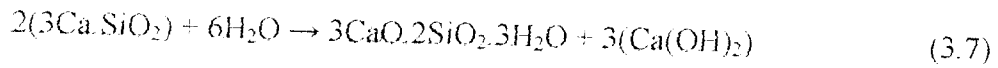
Tabel 3.2 Komposisi Kimia Abu Ampas Tebu Setelah Dibakar

No	Kandungan Kimia	Abu asal	Dibakar pada temperatur					
			300°C	400°C	500°C	600°C	700°C	800°C
1	SiO ₂	46.017	57.920	58.090	64.110	49.800	45.850	53.900
2	Al ₂ O ₃	16.597	15.120	16.370	15.110	28.590	27.750	17.780
3	Fe ₂ O ₃	5.750	10.540	9.645	5.990	5.745	9.540	11.950
	SiO ₂ +Al ₂ O ₃ +Fe ₂ O ₃	68.363	83.580	84.105	85.210	84.135	83.140	83.630
4	Hilang Pijar	18.930	0.440	0.310	0.440	0.003	0.000	0.000
5	CaO	6.303	7.920	7.460	5.810	8.150	9.440	9.110
6	MgO	2.220	3.000	2.870	2.260	3.200	3.950	3.250
7	SO ₃	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
8	K ₂ O	2.280	2.480	2.790	3.620	1.955	1.590	1.950
9	Na ₂ O	1.583	2.580	2.470	2.660	2.580	2.000	2.060
10	H ₂ O	2.050	0.440	0.090	0.050	0.029	0.030	0.050

3.3 Tinjauan Abu Ampas Tebu sebagai *pozzolan*

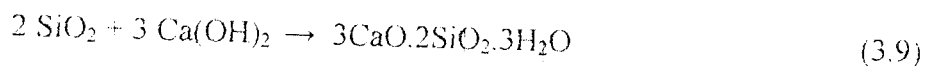
Dari hasil pengujian yang dilakukan oleh **Balai Teknik Kesehatan Lingkungan Yogyakarta (BTKL)**, Abu ampas tebu yang dibakar pada temperatur 400°C selama 2 jam kandungan silikatnya mencapai 73,07% sehingga memenuhi standard yang sudah disyaratkan sebagai bahan tambah yaitu 70%.

Menurut Kardiyono, (1989), reaksi hidrasi semen terjadi ketika semen bersentuhan dengan air, reaksinya adalah sebagai berikut:



persamaan (3.7) dan (3.8) menghasilkan gel, $3\text{CaO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ atau $\text{C}_3\text{S}_2\text{H}_3$ dan sisa reaksinya adalah kapur bebas, $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

Jika abu ampas tebu yang mengandung 73,07% silika, dimasukkan dalam adukan beton, maka terjadi reaksi sebagai berikut:



Persamaan (3.9) menghasilkan gel, $3\text{CaO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ atau $\text{C}_3\text{S}_2\text{H}_3$, sehingga penambahan abu ampas tebu mengakibatkan peningkatan jumlah gel dalam adukan beton.

Menurut Popovic, (1998), luas permukaan gel didekati dengan ukuran *gel-space ratio* (X_F) yang dapat dihitung dengan rumus:

$$X_F = \frac{V_g}{V_w + V_a + V_p} \quad (3.10)$$

Dari persamaan (3.10) tampak bahwa semakin besar jumlah gel yang terbentuk maka gel space ratio makin besar. Hubungan antara gel space ratio dan kuat desak beton dihitung dengan rumus:

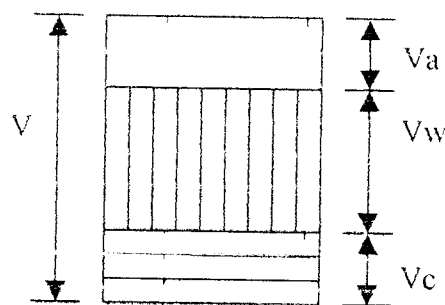
$$f'_c = 29000 \cdot X_F^3 \quad (3.11)$$

Dari persamaan (3.11) tampak bahwa kuat desak beton (f'_c) merupakan fungsi pangkat tiga dari *gel-space ratio* (X_F) sehingga semakin besar *gel-space ratio* (X_F), makin besar kuat desak beton (f'_c)

3.4 Tinjauan Abu Ampas Tebu sebagai Bahan Pengisi (*filler*)

Bahan pengisi (*filler*) yang digunakan dalam penelitian ini adalah abu ampas tebu yang telah dibakar dan diayak sampai lolos saringan nomor 200 sehingga bahan ini diharapkan dapat mengisi/mengurangi porositas yang terjadi pada adukan beton.

Menurut **Popovic, (1998)**, porositas terbentuk pada saat hidrasi semen berlangsung. Komposisi volume udara, air, dan semen pada saat hidrasi semen dapat digambarkan seperti pada Gambar 3.1

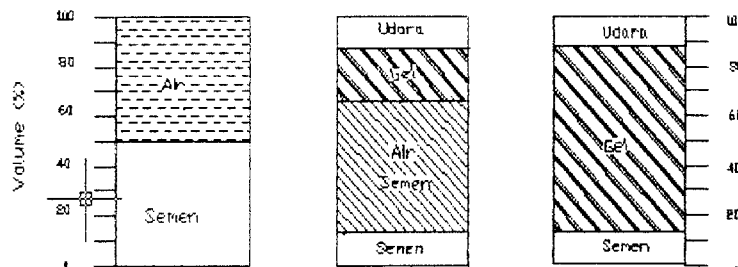


Gambar 3.1 Skema Komposisi Pasta Semen

Dari Gambar 3.1 hubungan antara volume pasta semen (V), volume udara (V_a), volume air (V_w), dan volume semen (V_c) dapat didekati dengan persamaan:

$$V = V_a + V_w + V_c \quad (3.12)$$

Proses pembentukan porositas pada saat hidrasi semen dapat digambarkan seperti tampak pada Gambar 3.2

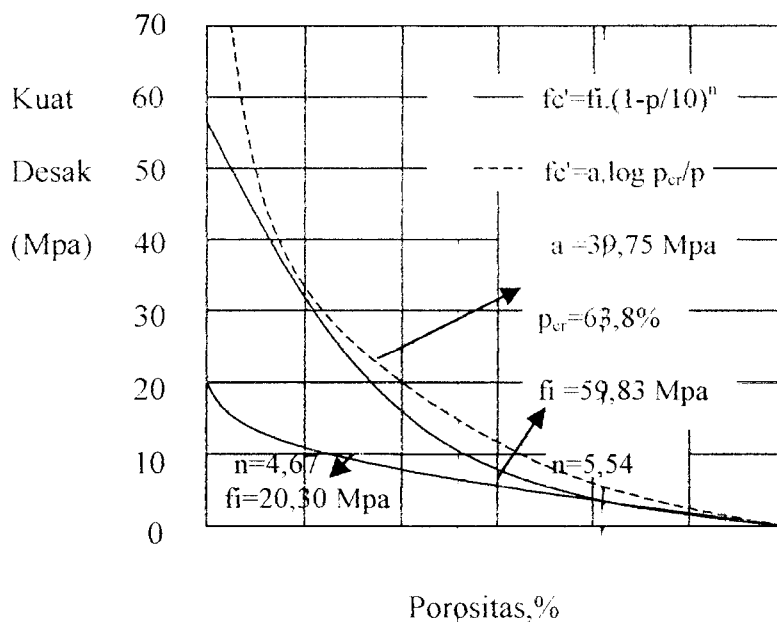


Gambar 3.2 Skema Hidrasi Semen

Dari Gambar 3.2 pada saat hidrasi semen berlangsung, proses pencampuran antara air dan semen menghasilkan gel yang diikuti dengan naiknya air semen ke permukaan (*bleeding*) melalui pori kapiler. Jumlah pori kapiler yang terbentuk dalam hidrasi semen dihitung dalam persen yang didekati dengan persamaan:

$$p = \frac{V_w + V_a + V_p + V_g}{V} \quad (3.13)$$

Porositas merupakan fungsi dari kuat desak beton, hubungan dua parameter tersebut digambarkan dalam bentuk kurva seperti tampak pada Gambar 3.3



Gambar 3.3 Hubungan Kuat Desak dan Porositas

Mengacu dari Gambar 3.3 hubungan kuat desak beton dan porositas didekati dengan persamaan :

$$f'c = f_i \left[1 - \frac{P}{100} \right]^n \quad (3.14)$$

dan

$$f'c = a \log \frac{p_{cr}}{p} \quad (3.15)$$

Dari persamaan (3.14) dan (3.15) tampak bahwa semakin besar porositas (P), kuat desak beton ($f'c$) makin berkurang. Oleh karena itu untuk memperoleh kualitas beton yang baik, pori pada beton harus dikurangi dengan memberikan bahan pengisi (*filler*) yang berukuran sangat kecil.

3.5 Tinjauan Pecahan Genteng Sebagai Agregat Kasar

Limbah genteng adalah hasil dari pembuatan genteng yang mengalami kegagalan atau cacat, berupa pecahan genteng, genteng yang masih mentah dan genteng yang tidak utuh atau rusak. Dalam penelitian ini yang digunakan adalah genteng yang sudah rusak berupa pecahan genteng dan banyak dijumpai disekitar pabrik pembuatan genteng.

Genteng adalah suatu unsur bangunan yang berfungsi sebagai penutup atap dan dibuat dari tanah liat dengan atau campuran bahan lainnya, dibakar sampai pada suhu yang cukup tinggi, sehingga tidak hancur apabila direndam dalam air, PUBI, (1982).

Pembakaran genteng dimulai secara perlahan-lahan hingga asap yang keluar tidak berwarna putih dengan suhu $\pm 150^{\circ}\text{C}$. kemudian suhu dinaikkan menjadi 600°C . Suhu ini dipertahankan ± 4 jam dan pada akhirnya suhu diturunkan secara perlahan-lahan agar genteng matang secara merata, Koesmartadi, 1999.

Ide dasar pemakaian pecahan genteng sebagai agregat kasar dalam campuran beton adalah untuk memanfaatkan bahan yang tidak terpakai karena merupakan bahan limbah akibat kegagalan dalam produksi genteng yang nantinya dapat menyebabkan pencemaran tanah. Agregat kasar dari pecahan genteng mempunyai beberapa kelebihan, antara lain dapat menghasilkan beton dengan kuat tekan yang cukup tinggi, berat jenis betonnnya ringan (lebih ringan dari beton normal) dan beton yang dihasilkan mempunyai daya hantar panas yang rendah. Sedangkan kekurangan dari agregat jenis ini adalah antara lain keausan dan resapan airnya cukup tinggi, juga kekerasan agregatnya sangat beragam dari mutu pembakaran, **Kardiyono, (1992)**.

Genteng untuk semua tingkat mutu harus tahan terhadap perembesan air. pada pengujian perembesan air, air tidak boleh menetes dari bagian bawah genteng dalam waktu kurang dari 2 jam, **PUBI, (1982)**

3.6 Faktor air semen

Faktor air semen (fas) adalah perbandingan berat air dan berat semen yang digunakan dalam adukan beton. Secara umum dapat ditulis dengan rumus yang diusulkan duff Abrams (1919), dalam Tjokrodimulyo (1992) sebagai berikut.

$$f'c = \frac{A}{B^{1.5x}} \quad (3.16)$$

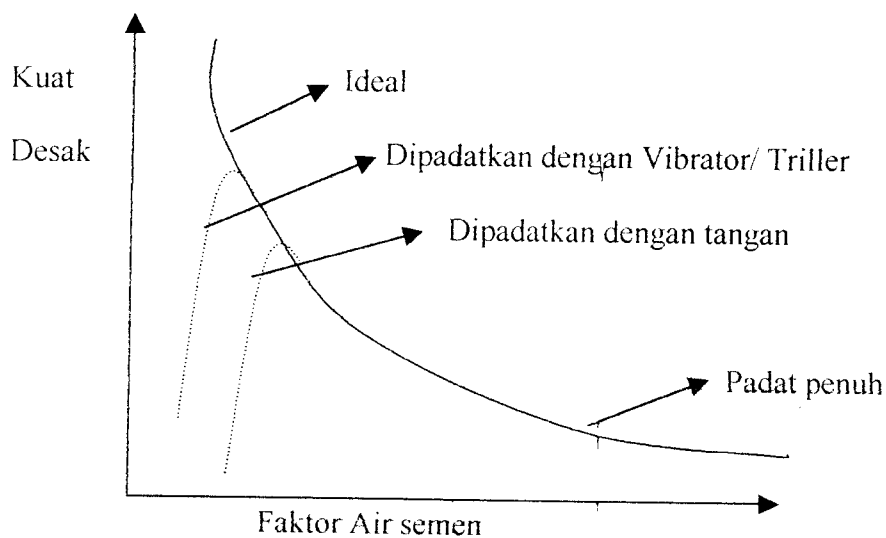
Dengan :

$f'c$ =Kuat desak beton

x =Faktor air semen,dan

A,B=Konstanta

Dengan demikian semakin besar fas maka semakin rendah kuat desak betonnya dan sebaliknya semakin kecil air semen semakin tinggi kuat desak betonnya, akan tetapi nilai fas yang rendah akan menyulitkan dalam pemadatan. Sehingga kekuatan beton akan rendah karena menjadi kurang padat, oleh sebab itu ada suatu nilai fas optimum yang menghasilkan kuat desak maksimum. Hubungan antara kuat desak beton dengan nilai fas dapat dilihat pada gambar 3.4



Gambar 3.4 Hubungan kuat desak beton dengan nilai *fas* (Tjokrodimulyo, 1992)

3.7 Slump

Slump merupakan parameter yang digunakan untuk mengetahui tingkat kelecakan suatu adukan beton. Tingkat kelecakan berkaitan erat dengan tingkat

kemudahan pengerjaan (*workability*). Makin besar nilai slump berarti semakin cair adukan betonnya, sehingga adukan betonnya semakin mudah dikerjakan. Nilai slump dapat dilihat pada tabel 3.3

Tabel 3.3 Nilai slump untuk berbagai macam struktur (Tjokrodimulyo, 1992)

JENIS STRUKTUR	NILAI SLUMP	
	MINIMUM (cm)	MAKSIMUM (cm)
Pondasi bertulang, dinding, tiang	5	12,5
Tiang pondasi bertulang, caison	2,5	10
Pelat, Balok, Kolom	7,5	15
Beton untuk jalan (pavement)	5	7,5
Beton massa (str. massa yang berat)	2,5	7,5

3.8 Metode perencanaan Adukan beton

Penelitian ini menggunakan metode perencanaan campuran adukan beton sesuai standart America Concrete Institute (ACI). Salah satu tujuan yang hendak dipakai dengan perencanaan campuran dengan standart ACI adalah untuk menghasilkan beton yang mudah dikerjakan. Ukuran derajat kekentalan dan kemudahan pengerjaan dapat dilihat pada pengujian slump. Adapun tata cara urutan perencanaan campuran adukan beton menurut standart ACI adalah sebagai berikut ini.

1. Perhitungan kuat desak beton

Perhitungan kuat desak rerata beton memiliki syarat terhadap nilai margin akibat pengawasan dan jumlah sampel yang ditambahkan pada penjumlahan kuat desak rencana beton sesuai dengan rumus :

$$f'_{cr} = f'_c \cdot k \cdot S \quad (3.17)$$

Dengan : f'_{cr} = Kuat desak rata-rata beton.....(Mpa)

f'_c = Kuat desak rencana beton.....(Mpa)

k = tetapan statistik. Untuk Indonesia memakai 5% kegagalan (devectives), maka $k=1,64$ (lihat Tabel 3.4)

s = deviasi standart berdasar Tabel 3.5 dengan angka konversi untuk sampel kurang dari 30 sampel (lihat Tabel 3.6)

Tabel 3.4 Nilai tetapan statistik untuk beberapa keadaan (Tjokrodimulyo,1992)

No	Keadaan	Nilai
01	Untuk 10% defektif	1,28
02	Untuk 5% defektif	1,64
03	Untuk 2,5% defektif	1,96
04	Untuk 1% defektif	2,33

Tabel 3.5 Nilai Deviasi Standart, S (kg/cm²)(Tjokrodimulyo,1992)

Vol. Pekerjaan (m ³)	Mutu Pekerjaan		
	Baik Sekali	Baik	Cukup
Kecil <1000	45<S<55	55<S<65	65<S<85
Sedang 1000-3000	35<S<45	45<S<55	55<S<75
Besar >3000	25<S<35	35<S<45	45<S<65

Tabel 3.6 Faktor pengali untuk data uji kurang dari 30 sampel
(Tjokrodimulyo, 1992)

Jumlah Sampel	Faktor Pengali Standart Deviasi
≥ 30	1,00
25	1,03
20	1,08
15	1,16

2. Menentukan factor air semen (f_{as})

Faktor air semen ditentukan dari nilai terendah antara pengaruh kuat desak rata-rata (Lihat Tabel 3.7) dan pengaruh keawetan elemen struktur terhadap kondisi lingkungan (lihat 3.8)

Tabel 3.7 Hubungan FAS dengan kuat kubus beton umur 28 hari
(Tjokrodimulyo, 1992)

Faktor air semen (FAS)	Perkiraaan Kuat Desak (Mpa)
0,35	42
0,44	35
0,53	28
0,62	22,4
0,71	17,5
0,80	14

Tabel 3.8 FAS berdasarkan pengaruh tempat elemen (Tjokrodimulyo, 1992)

Kondisi Elemen	Nilai FAS
Beton dalam ruangan bangunan	0,60
a. Keadaan keliling non korosif	
b. Keadaan Keliling Korosif, disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	0,52
Beton diluar 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	
a. Air tawar	0,57
b. Air laut	0,52

3. Menentukan besarnya nilai slump

Nilai slump ditentukan berdasarkan ukuran maksimum agregat dan penggunaan elemen struktur (Tjokrodimulyo, 1992). Nilai slump berdasarkan penggunaan jenis elemen dapat dilihat pada tabel 3.9.

Tabel 3.9 Tabel nilai slump berdasarkan penggunaan jenis elemen
(Tjokrodimulyo, 1992)

Pemakaian jenis elemen	Maksimum (cm)	Minimum (cm)
Dinding pelat pondasi, dan pondasi telapak bertulang	12.5	5.0
Pondasi telapak tidak bertulang, koison, dan struktur bawah tanah	9.0	2.5
Pelat, balok, kolom, dan dinding	15.0	7.5
Pengerasan jalan	7.5	5.0
Pembetonan massal	7.5	2.5

4. Menentukan jumlah yang dibutuhkan

Jumlah kebutuhan air dalam setiap 1 m³ campuran adukan beton dapat ditentukan berdasarkan diameter maksimum agregat dan nilai slump (lihat tabel 3.10).

Tabel 3.10 Tabel perkiraan kebutuhan air berdasarkan ukuran maksimum agregat nilai slump (Tjokrodimulyo, 1992)

Slump	Ukuran Maksimum (mm)		
	10	20	30
25-50	206	182	162
75-100	226	203	177
150-175	240	212	188
Udara terperangkap	3%	2%	1%

5. Menghitung kebutuhan semen didasarkan hasil penentuan langkah kedua (didapat nilai f_{as}) dan keempat (didapat jumlah air) dengan membagi rasio kebutuhan air dengan nilai

$$f_{as} = \frac{w_{air}}{w_{semen}} \quad (3.18)$$

Dengan :

f_{as} =Faktor air semen

w_{air} =Berat air

w_{semen} =Berat semen

6. Menetapkan volume agregat kasar

Penetapan volume agregat kasar didasarkan pada tabel 3.11

Tabel 3.11 Tabel perkiraan kebutuhan agregat kasar per- m^3 beton berdasarkan ukuran maksimum agregat dan modulus halus butir pasir (m^3)

Ukuran maksimum agregat (mm)	Modulus Halus Butir			
	2.4	2.6	2.8	3.0
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

7. Menghitung volume agregat halus didasarkan pada pengurangan volume absolut terhadap volume agregat kasar, volume semen, volume air serta prosentase udara yang terperangkap dalam adukan.

3.9 Kuat Tekan Beton Ringan

George Winter dan Arthur, (1993), Beton ringan atau beton struktur beragregat ringan didefinisikan sebagai beton yang pada usia 28 hari mempunyai kekuatan tekan lebih besar dari 2500 Psi dan berat satuannya pada usia 28 hari pada kondisi udara kering tidak melampaui 115 Pcf. Sebagian besar beton ringan dalam struktur mempunyai berat antara 100 dan 110 Pcf. Kekuatan tekan rencana biasanya berkisar antara 3000 – 4000 Psi, tetapi kekuatan yang lebih besar bahkan sampai melampaui 6000 Psi yang dapat diperoleh dengan membuat proporsi campuran yang sesuai.

Menurut Peraturan Beton Bertulang Indonesia, (1971), dengan menganggap nilai-nilai dari hasil pemeriksaan benda uji menyebar normal (mengikuti lengkung dari Gauss) dan hanya 5% benda uji yang mengalami penyimpangan maka kekuatan beton karakteristik (σ'_{bk}) dapat dihitung dengan rumus :

$$\sigma'_{bk} = \sigma'_{bm} - 1,64 s \quad (3.19)$$

Dari persamaan (3.19) σ'_{bm} merupakan kuat desak beton rata-rata benda uji yang dihitung dengan rumus :

$$\sigma'_{bm} = \frac{\sum_{i=1}^N \sigma'_{bi}}{N} \quad (3.20)$$

mengacu dari persamaan (3.19) standar deviasi (s) dapat diketahui dengan rumus :

$$s = \sqrt{\frac{\sum (\sigma'_{hi} - \sigma'_{hm})^2}{N-1}} \quad (3.21)$$

Dari persamaan (3.21) tampak bahwa semakin besar standar deviasi maka kekuatan beton karakteristik makin kecil.

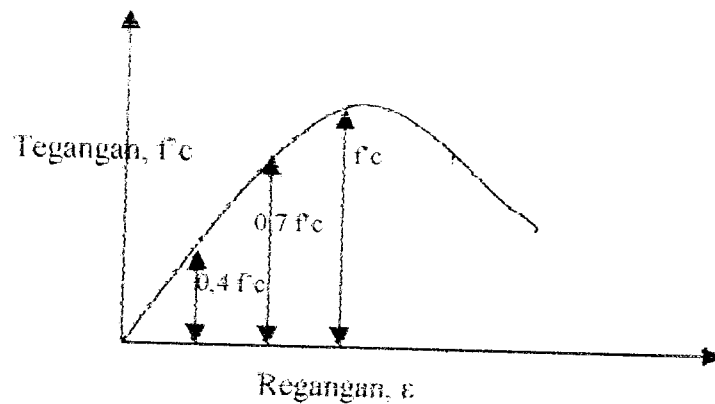
3.9 Modulus Elastis

Kardiyono Tjakrodimulya, (1992), Akibat gaya tekan beton mengalami perubahan bentuk, yaitu memendek. Pada umumnya suatu bahan yang masih kecil perubahan bentuk itu bersifat elastis, artinya jika bebannya kemudian dihilangkan beton akan kembali ke bentuk semula. Dalam hal ini jika besar beban adalah P (Newton), Luas penampang beton adalah A (mm²), panjang beton semula L₀ (mm), dan perpendekannya sebesar ΔL (mm), maka dapat diperoleh suatu nilai modulus elastis E (kelentingan) dengan rumus :

$$E = (P/A) / (\Delta L / L_0) \quad (\text{Mpa}) \quad (3.22)$$

Jika besar beban tekan P agak besar maka beton akan berubah bentuk (memendek) dengan sifat plastis, yaitu perubahan bentuk yang tidak kembali ke bentuk semula walaupun bebannya sudah dihilangkan.

Edward G. Nawy, (2001), Pengetahuan mengenai hubungan tegangan-regangan beton merupakan hal penting dalam mengembangkan analisis dan desain serta prosedur-prosedur dalam struktur beton.



Gambar 3.5 Kurva tegangan-regangan tipikal untuk beton

Gambar 3.5 menunjukkan kurva tegangan-regangan yang diperoleh dari pengujian dengan menggunakan benda uji beton silinder yang dibebani tekan uniaksial selama beberapa menit. Bagian pertama dari kurva tersebut, hingga mencapai 40 persen dari kuat ultimit f_c , pada dasarnya dapat dianggap linier untuk semua tujuan praktis. Sesudah sekitar 70 persen dari tegangan gagal, material kehilangan sebagian besar kekuatannya sehingga menambah ketidaklinieran diagram. Pada saat beban ultimit, retak sejajar arah pembebanan menjadi sangat terlihat, dan hampir semua silinder (kecuali yang kekuatannya sangat rendah) akan tiba-tiba gagal sesaat setelah itu.

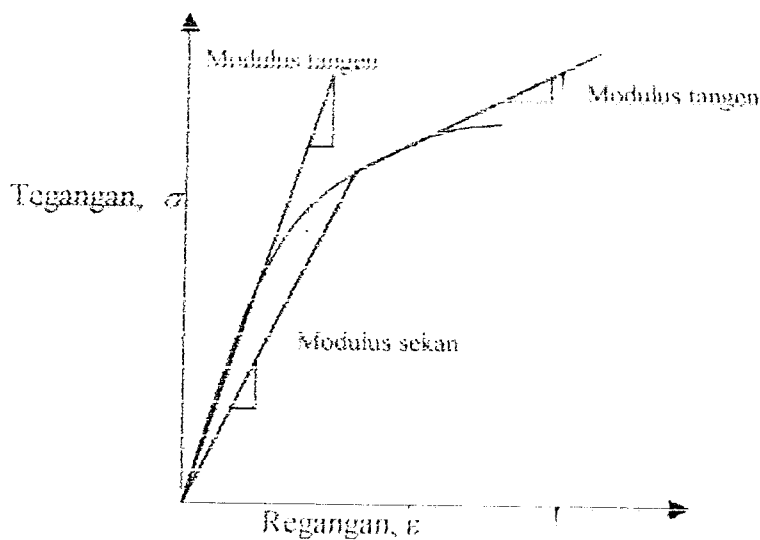
Karena kurva tegangan-regangan yang terlihat dalam Gambar 3.6 berbentuk kurvilinier pada taraf pembebanan yang sangat awal, maka modulus elastisitas young dapat diterapkan hanya pada tangen dari kurva di titik asal. Kemiringan awal dari tangen di kurva didefinisikan sebagai modulus tangen awal, dan modulus tangen di titik lain pada kurva juga dapat saja dibuat. Kemiringan garis lurus yang menghubungkan titik asal dengan tegangan tertentu (sekitar $0,4 f_c$) merupakan modulus elastisitas sekan beton. Nilai ini, yang disebut modulus

elastisitas dalam perhitungan desain, memenuhi asumsi praktis bahwa regangan yang terjadi selama pembebanan pada dasarnya dapat dianggap elastis (dapat pulih kembali seluruhnya jika beban dihilangkan), dan bahwa regangan selanjutnya akibat bekerjanya beban disebut rangkai.

Standar ACI untuk gedung menetapkan rumus berikut untuk menghitung modulus elastisitas sekan beton E_c

$$E_c = 33w_c^{1.5} \sqrt{f'_c} \quad \text{untuk } 90 < w_c < 155 \text{ lb/ft}^3 \quad (3.23)$$

Dimana w_c adalah densitas beton dalam satuan lb/ft^3 ($1 \text{ lb/ft}^3 = 16,02 \text{ kg/m}^3$) dan f'_c adalah kuat tekan silinder dalam psi untuk beton normal.



Gambar 3.6 Modulus tangen dan modulus sekan pada beton

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Bahan Penelitian

1. Semen

Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen Portland jenis 1 merk gresik dengan data sebagai berikut :

- a. Berat jenis : 3,15 gr/cm³
- b. Tipe semen : Tipe 1

2. Agregat Halus

Pada penelitian ini digunakan agregat halus berupa pasir alam yang berasal dari sungai boyong.

3. Agregat Kasar

Agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini pecahan bata/genteng yang berasal dari godgan.

4. Air

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

5. Abu ampas tebu

Abu ampas tebu dalam penelitian ini berasal dari Pabrik Gula Madukismo.

4.2 Peralatan Penelitian

Tabel 4.1 Alat-alat yang digunakan dalam penelitian

No	Alat	Kegunaan
1	Oven	Pengering Agregat
2	Piring Logam	Menampung Agregat di oven
3	Mesin Siever	Penyayak mekanik
4	Ayakan	Menyaring Agregat
5	Timbangan	Menimbang bahan-bahan
6	Gelas Ukur	Menakar Air
7	Ember	Menampung Agregat
8	Kerucut Abrams	Pengujian slump
9	Mixer Listrik	Pencampuran adukan
10	Sekop Besar	Mengaduk Agregat
11	Sekop Kecil	Memasukan adukan kedalam cetakan
12	Tongkat Penumbuk	Memadatkan benda uji
13	Penggaris	Mengukur slump
14	Cetakan Silinder	Tempat mencetak benda uji
15	Kaliper	Mengukur diameter benda uji
16	Mesin Uji Desak	Uji desak beton
17	Kolam Perendaman	Merendam benda uji

4.3 Pelaksanaan Penelitian

4.3.1 Persiapan

Pekerjaan persiapan meliputi : Uji sifat-sifat teknis bahan susun beton (Pasir, Pecahan genteng godean, semen, dan abu ampas tebu), perancangan adukan beton, uji kuat desak beton.

1). Uji Agregat Halus (Pasir)

Hasil uji pasir didapat berat jenis SSD 2,35 dan modulus halus butir 2,803

2). Uji Agregat Kasar (Pecahan Genteng Godean)

Uji agregat kasar bertujuan untuk mendapatkan berat jenis dan berat volume agregat kasar keadaan SSD. Didapat berat jenis SSD 2,02 dan berat volume 1,066 t/m³.

3). Perencanaan Campuran Adukan Beton

Perencanaan campuran adukan beton menggunakan standar ACI (American Concrete Institute). Untuk setiap 1m³ dengan kuat desak rencana 17,5 Mpa.

4.3.2 Pembuatan dan Perawatan Benda Uji

Dalam penelitian ini dibuat 25 buah silinder beton dengan ukuran (150mm x 300mm) dengan ketentuan untuk tiap variasi campuran dibuat 5 buah silinder.

Variasi yang dipakai adalah sebagai berikut:

1. Sampel tanpa campuran abu ampas tebu (normal)
2. Sampel dengan campuran abu ampas tebu 5% dari berat semen.
3. Sampel dengan campuran abu ampas tebu 10% dari berat semen.
4. Sampel dengan campuran abu ampas tebu 15% dari berat semen.
5. Sampel dengan campuran abu ampas tebu 20% dari berat semen.

Perawatan terhadap benda uji silinder dilaksanakan dengan cara merendam dalam bak air, perawatan terhadap sampel tersebut dilakukan selama 28 hari.

Dengan cara tersebut diharapkan hidrasi semen berlangsung dengan baik.

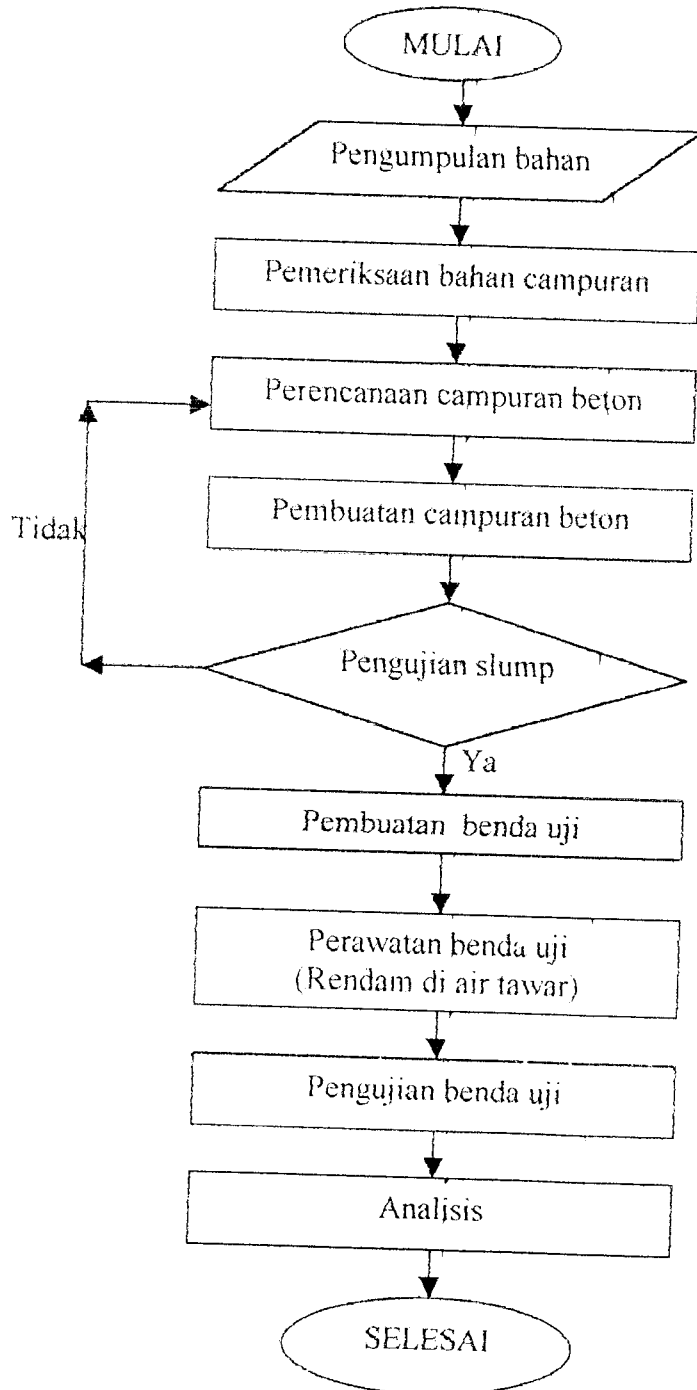
4.3.3 Pelaksanaan Pengujian

Pengujian meliputi uji desak silinder beton yang pelaksanaannya diuraikan sebagai berikut :

1. setelah silinder beton direndam dalam air selama 28 hari, tinggi dan diameternya diukur, setelah itu ditimbang beratnya, kemudian diletakkan pada alas pembebanan mesin uji kuat desak beton.
2. Mesin uji dihidupkan, pada saat jarum mulai bergerak stop watch dihidupkan, pada setiap pembebanan 10 KN dicatat pembacaan pada ekstensometer.

4.4 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ditunjukkan oleh gambar dibawah ini :



BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil penelitian

5.1.1 Berat Volume Silinder Beton

Diperoleh berat volume beton untuk masing-masing variasi penggantian semen dengan abu ampas tebu seperti pada Tabel 5.1

Tabel 5.1 Berat volume beton pada tiap variasi penggantian abu ampas tebu

Kode	Variasi penggantian abu ampas tebu (%)	Berat volume rata-rata beton (kg/m^3)
A	0%	2128,540
B	5%	2123,174
C	10%	2119,268
D	15%	2115,131
E	20%	2105,165

5.1.2 Slump

Nilai –nilai slump yang dicapai pada berbagai variasi campuran beton seperti pada Tabel 5.2.

Tabel 5.2 Nilai slump berbagai variasi campuran

Kode	Variasi	Slump (cm)
A	0%	9,75
B	5%	9,40
C	10%	9,15
D	15%	8,91
E	20%	8,50

5.1.3 Hasil Uji Kandungan Kimia Abu Ampas Tebu

Berdasarkan hasil uji kandungan kimia abu ampas tebu yang dilakukan oleh Nurawadji (2000) dimana abu ampas tebu dibakar ulang pada temperatur 500°C. kemudian data tersebut dianalisa dan dicari pengaruhnya terhadap perubahan jumlah senyawa kimia semen Portland seperti pada Tabel 5.3

Tabel 5.3 Hasil Analisis Silika abu ampas tebu

Jenis Semen	Prosentasi (%)				Silika Ratio (SR)
	C ₃ S	C ₂ S	C ₃ A	C ₁ AF	
Jenis I	32,02	41,88	11,68	7,6	2,86
5%	33,459	36,733	11,049	7,296	2,59
10%	26,468	40,863	10,688	6,992	2,59
15%	19,885	44,691	10,231	6,384	2,59
20%	12,487	49,123	9,87	6,08	2,59

5.1.4 Hasil Uji Kuat Desak Beton

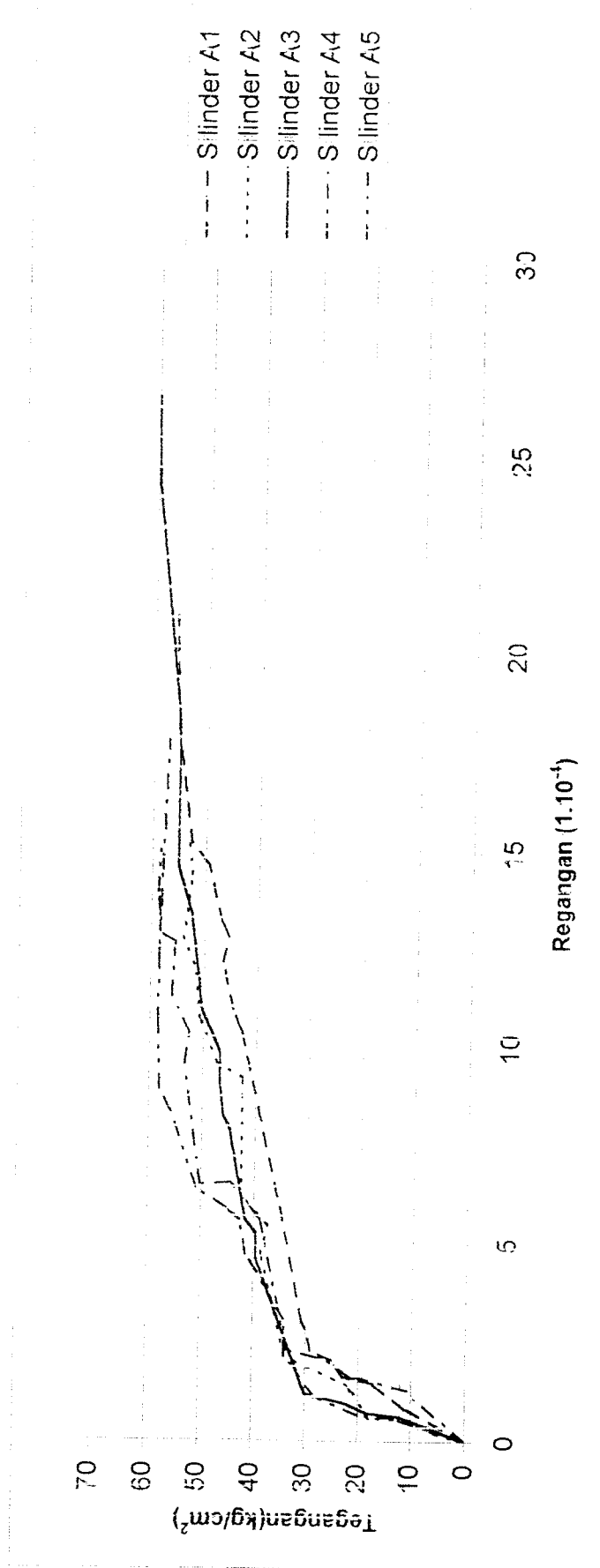
Hasil kuat desak beton yang dilakukan pada saat beton telah berusia 28 hari adalah seperti terlihat pada Tabel 5.4

Tabel 5.4 Variasi abu ampas tebu dengan kuat desak

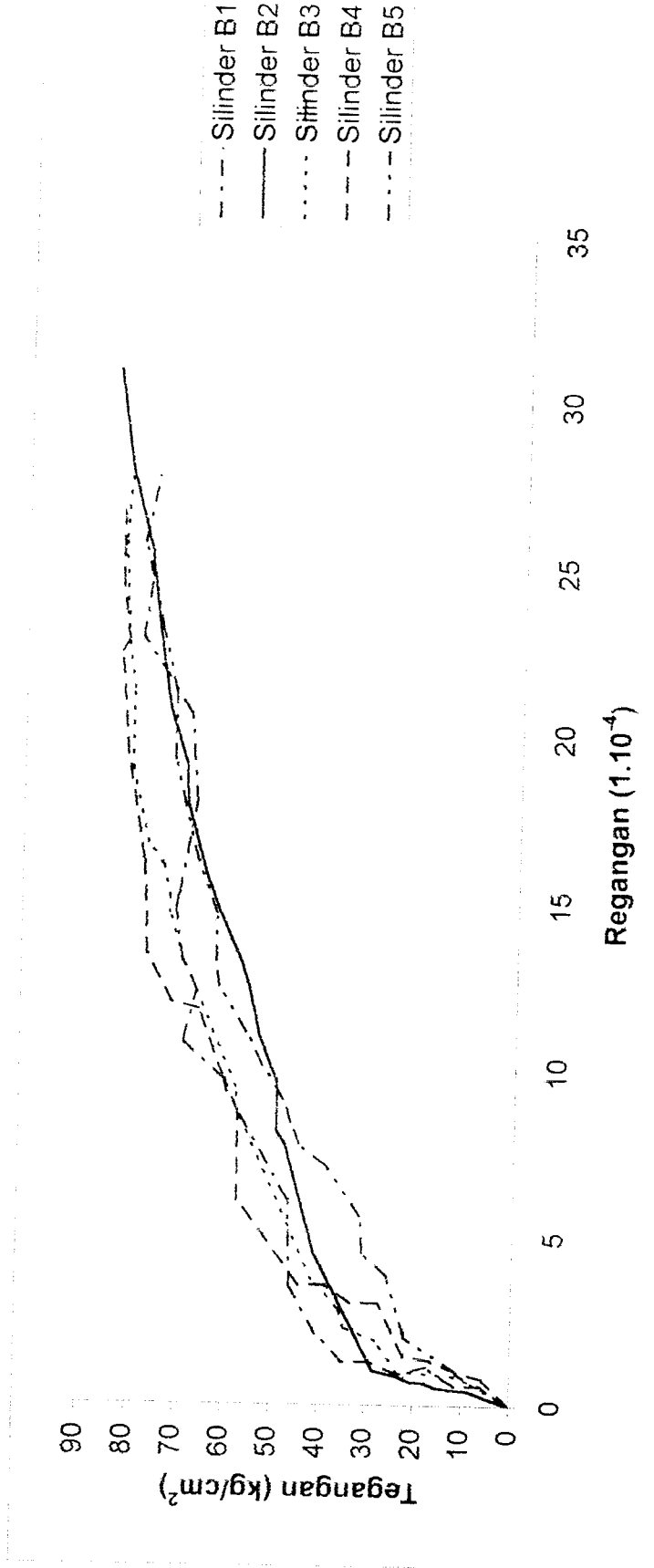
Kode	Variasi abu ampas tebu (%)	Kuat desak (f_c) Mpa
A	0	8,848
B	5	11,353
C	10	9,564
D	15	5,219
E	20	6,235

5.1.5 Modulus Elastisitas Beton

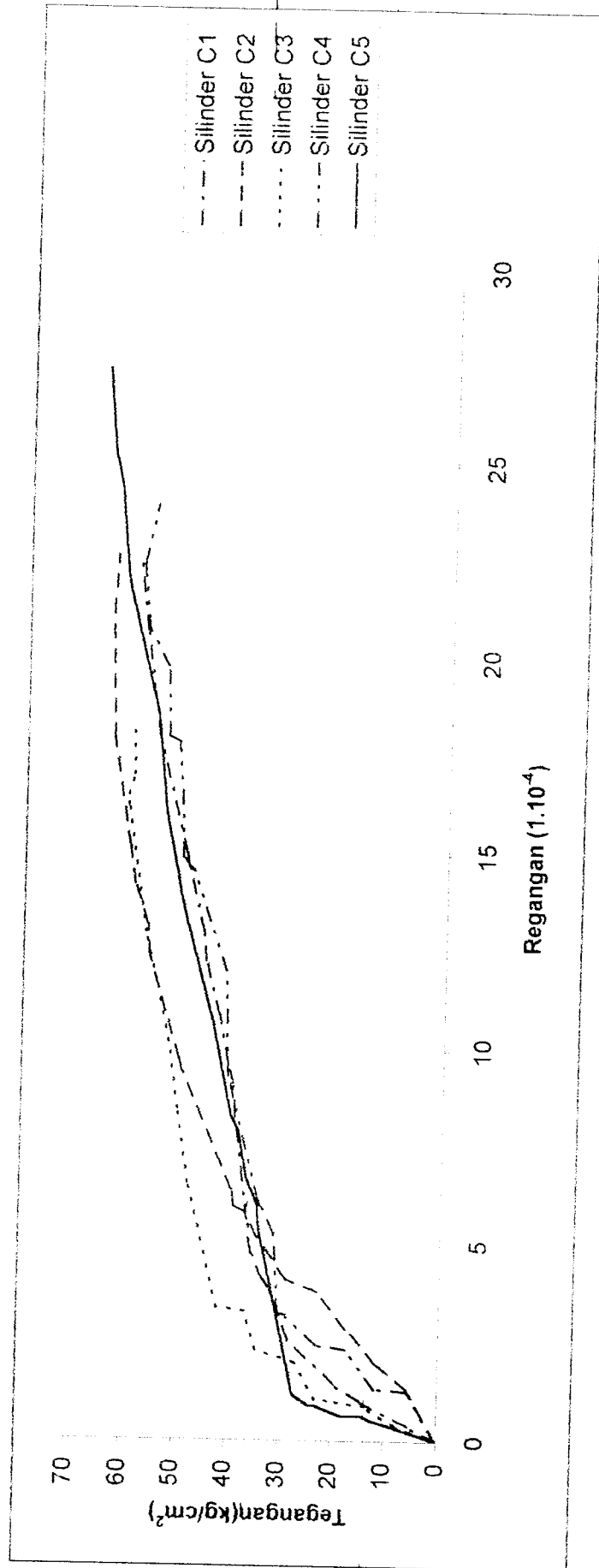
Pengujian modulus elastisitas beton dilaksanakan setelah umur beton mencapai 28 hari dengan menggunakan sampel yang sama pada pengujian kuat tekan beton umur 28 hari. Adapun ringkasan hasil pengujian dari setiap variasi campuran abu ampas tebu kedalam campuran beton yang menggunakan agregat kasar dari pecahan genteng dapat dilihat pada Gambar 5.1 sampai dengan Gambar 5.5 berikut ini :



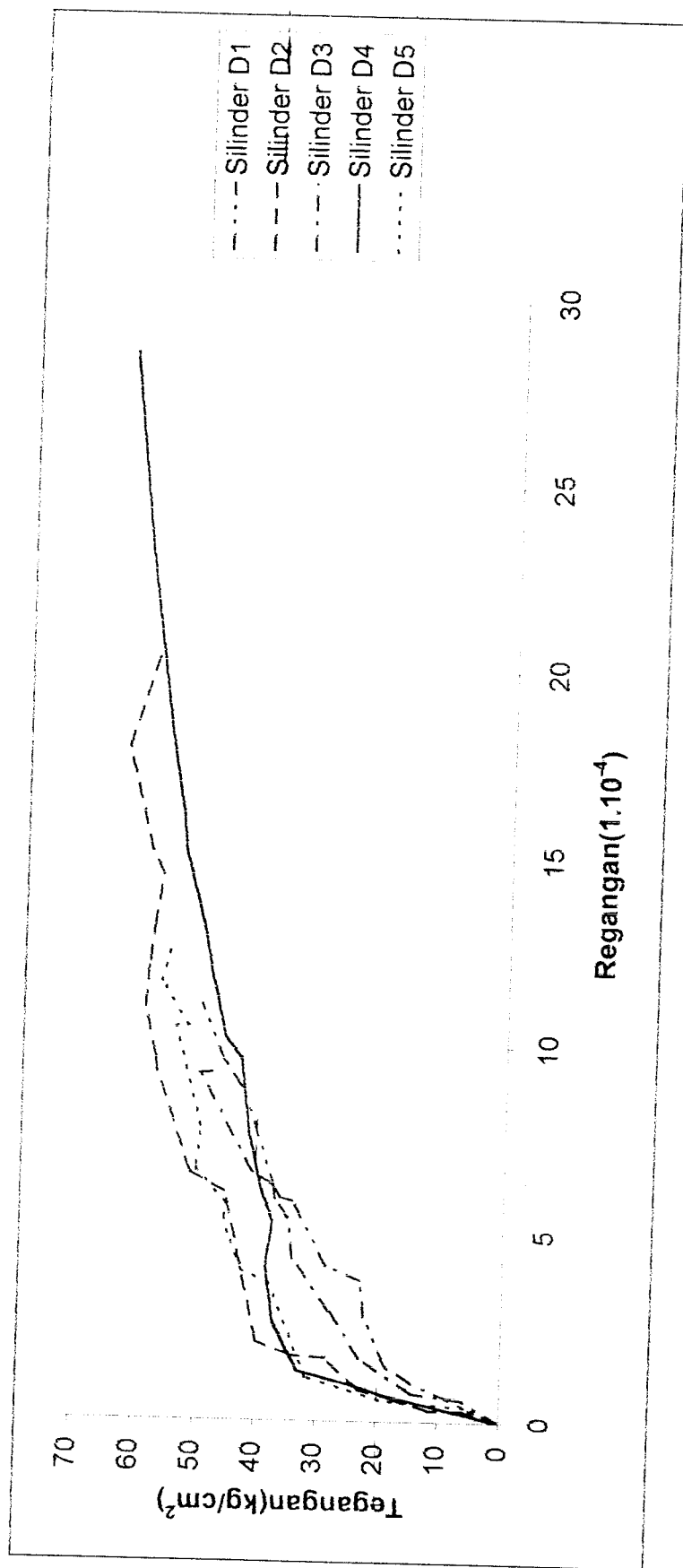
Gambar 5.1 Grafik Tegangan Regangan dengan Prosentase 0% (A1-A5)



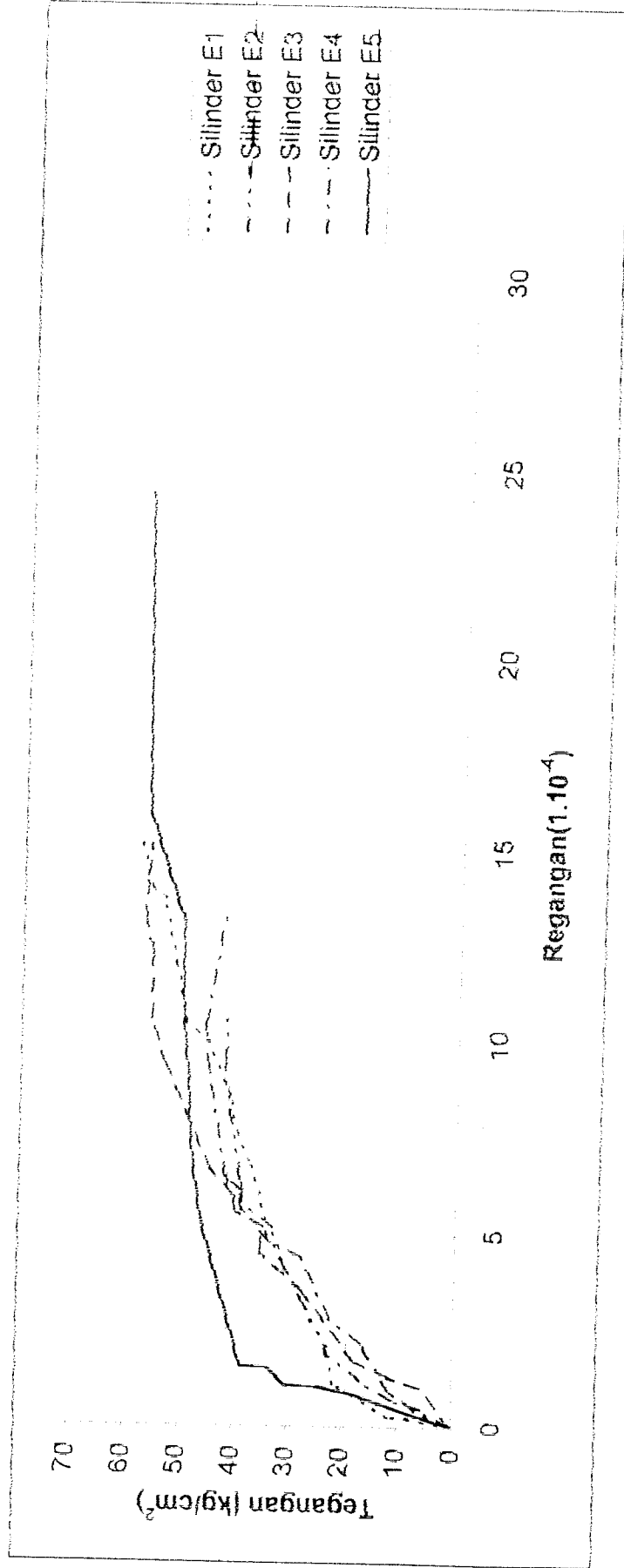
Gambar 5.2 Grafik Tegangan Regangan dengan Prosentase 5% (B1-B5)



Gambar 5.3 Grafik Tegangan Regangan dengan Prosentase 10% (C1-C5)



Gambar 5.4 Grafik Tegangan Regangan dengan Prosentase 15% (D1-D5)



Gambar 5.5 Grafik Tegangan Regangan dengan Prosentase 20% (E1-E5)

Dari Gambar 5.1 sampai dengan Gambar 5.5 dapat dihitung besarnya modulus elastisitas beton untuk setiap variasi seperti berikut ini :

1. Variasi 0% Abu Ampas Tebu

Dari Gambar 5.1 diperoleh batas sebanding, $\sigma_p = 30,122 \text{ kg/cm}^2$

$$\epsilon_p = 1,181 \cdot 10^{-4}$$

$$\text{Modulus Elastis, } E = \frac{\sigma_p}{\epsilon_p} = \frac{30,122 \text{ kg/cm}^2}{1,181 \cdot 10^{-4}} = 26,94 \cdot 10^4 \text{ kg/cm}^2$$

2. Variasi 5% Abu Ampas Tebu

Dari Gambar 5.2 diperoleh batas sebanding, $\sigma_p = 28,325 \text{ kg/cm}^2$

$$\epsilon_p = 1,002 \cdot 10^{-4}$$

$$\text{Modulus Elastis, } E = \frac{\sigma_p}{\epsilon_p} = \frac{28,325 \text{ kg/cm}^2}{1,002 \cdot 10^{-4}} = 28,28 \cdot 10^4 \text{ kg/cm}^2$$

3. Variasi 10% Abu Ampas Tebu

Dari Gambar 5.2 diperoleh batas sebanding, $\sigma_p = 27,615 \text{ kg/cm}^2$

$$\epsilon_p = 0,998 \cdot 10^{-4}$$

$$\text{Modulus Elastis, } E = \frac{\sigma_p}{\epsilon_p} = \frac{27,615 \text{ kg/cm}^2}{0,998 \cdot 10^{-4}} = 27,68 \cdot 10^4 \text{ kg/cm}^2$$

4. Variasi 15% Abu Ampas Tebu

Dari Gambar 5.2 diperoleh batas sebanding, $\sigma_p = 32,71 \text{ kg/cm}^2$

$$\epsilon_p = 1,258 \cdot 10^{-4}$$

$$\text{Modulus Elastis, } E = \frac{\sigma_p}{\epsilon_p} = \frac{32,71 \text{ kg/cm}^2}{1,258 \cdot 10^{-4}} = 26,01 \cdot 10^4 \text{ kg/cm}^2$$

5. Variasi 20% Abu Ampas Tebu

Dari Gambar 5.2 diperoleh batas sebanding, $\sigma_p = 39,234 \text{ kg/cm}^2$

$$\epsilon_p = 1,534 \cdot 10^{-4}$$

$$\text{Modulus Elastis, } E = \frac{\sigma_p}{\epsilon_p} = \frac{39,234 \text{ kg/cm}^2}{1,534 \cdot 10^{-4}} = 25,43 \cdot 10^4 \text{ kg/cm}^2$$

Tabel 5.5 Nilai Modulus Elastisitas masing-masing variasi

Modulus Elastisitas ($\times 10^4$ Mpa)				
PC+ 0% Aat	PC + 5% Aat	PC + 10% Aat	PC + 15% Aat	PC + 20% Aat
2,694	2,828	2,768	2,601	2,543

5.2 Pembahasan

5.2.1 Berat volume beton

Berat volume beton sangat dipengaruhi oleh berat jenis bahan-bahan penyusunnya, sehingga apabila bahan penyusun mempunyai berat jenis yang besar maka beton yang dihasilkan akan mempunyai berat volume yang besar pula. Demikian juga sebaliknya apabila digunakan bahan penyusun dengan berat jenis ringan maka beton yang dihasilkan akan mempunyai berat volume yang kecil.

Berat volume beton adalah perbandingan antara berat beton dengan volume beton. Pada penelitian ini dipakai benda uji berbentuk silinder, sehingga perhitungan berat volume beton adalah sebagai berikut.

$$\text{Berat volume} = \frac{\text{Berat beton (kg)}}{\text{volume beton (cm}^3 \text{)}}$$

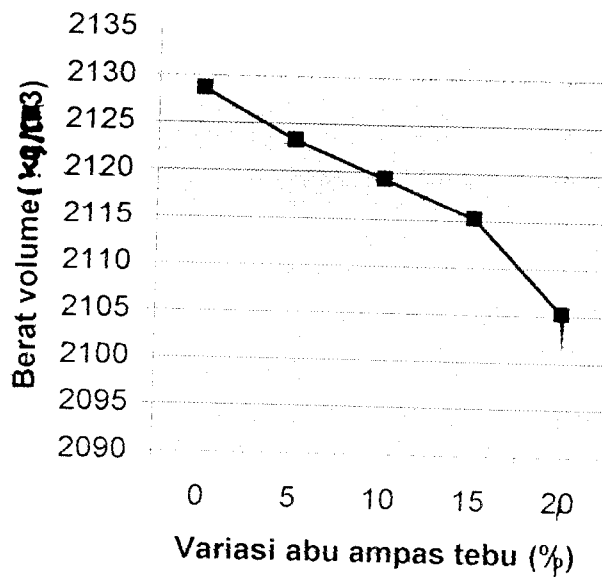
$$\text{Berat volume} = \frac{\text{Berat beton}}{1/4 \pi \theta^2 t} \quad (5.1)$$

Dimana:

$1/4 \pi \theta^2$ = Luas silinder

t = Tinggi silinder

Berdasarkan penelitian yang dilaksanakan pada beton dengan agregat kasar pecahan genteng dengan berbagai variasi penggantian abu ampas tebu, dihasilkan berat volume rata-rata pada setiap variasi campuran. Untuk mencari berat volume dicari berdasarkan pers (5.1). Hasil perhitungan berat volume dicantumkan pada tabel 5.1 diatas dan gambar 5.6 sebagai berikut.



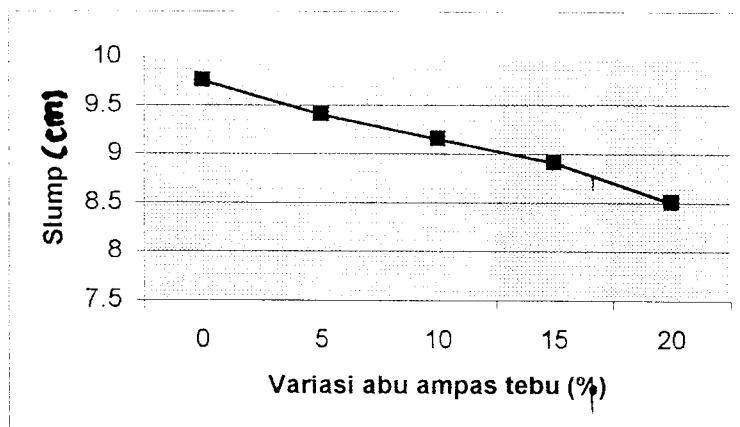
Gambar 5.6 Grafik hubungan berat volume beton dengan variasi penggantian sebagian semen dengan abu ampas tebu (hasil penelitian)

Dari tabel 5.1 dan Gambar 5.6 dapat diketahui bahwa berat volume rata-rata beton dengan agregat kasar pecahan genteng dengan variasi penggantian semen dengan abu ampas tebu cenderung akan menurunkan berat volume beton. Ini disebabkan karena berkurangnya semen yang secara langsung juga akan mengurangi berat volume semen terhadap adukan beton.

5.2.2 Slump

Slump yang merupakan parameter untuk mengetahui tingkat kelecakan suatu adukan beton, berkaitan erat dengan tingkat kemudahan beton untuk dikerjakan. Nilai-nilai slump yang dicapai pada berbagai variasi campuran beton seperti pada Tabel 5.2 diatas.

Dari Tabel 5.2 terlihat bahwa terjadi penurunan nilai slump sejalan dengan penggantian sebagian semen dengan abu ampas tebu. Ini menunjukkan bahwa air dalam adukan diserap oleh abu ampas tebu yang mempunyai tingkat penyerapan yang tinggi, dan juga karena sifat permeabilitas dari agregat pecahan genteng. Penurunan nilai slump ini mempengaruhi tingkat kemudahan pengerjaan beton (*workability*), karena dengan turunnya nilai slump berarti kelecikan beton berkurang, sehingga beton semakin kental dan sulit untuk dikerjakan. Untuk lebih memperjelas nilai-nilai slump tersebut disajikan dalam bentuk grafik pada Gambar 5.7.



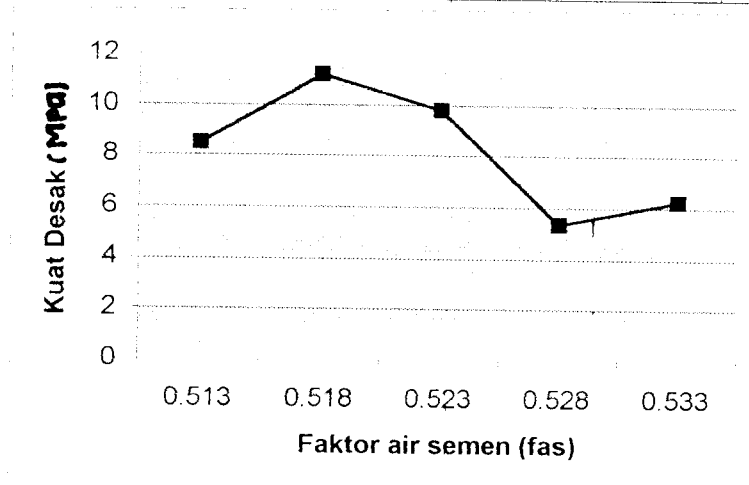
Gambar 5.7 Grafik hubungan antara nilai slump dengan variasi abu ampas tebu (hasil penelitian)

5.2.3 Faktor air semen (fas)

Faktor air semen adalah perbandingan antara berat air dan berat semen yang digunakan dalam adukan beton. Berikut ini adalah pengaruh air semen terhadap kuat desak beton dan hasilnya dapat dilihat pada tabel 5.6 dan gambar 5.8 sebagai berikut.

Tabel 5.6 Hubungan *fas* dengan kuat desak

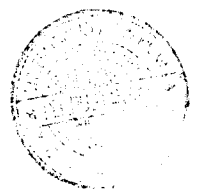
Variasi	Fas	Kuat desak (Mpa)
0%	0,513	8,848
5%	0,518	11,353
10%	0,523	9,564
15%	0,528	5,219
20%	0,533	6,235



Gambar 5.8 Grafik hubungan factor air semen dan kuat desak beton

(hasil penelitian)

Pada factor air semen ini terjadi kenaikan. Ini dikarenakan adanya pengurangan berat semen terhadap air dan sesuai dengan persamaan (3.18) bahwa apabila berat semen dikurangi akan menaikkan factor air semennya. Walaupun menurut persamaan (3.16) tampak bahwa semakin rendah *fas* kekuatan beton semakin tinggi, akan tetapi karena kesulitan pematatan maka akan dihasilkan beton yang keropos sehingga akan menurunkan kuat desak betonnya. Dengan



demikian ada suatu nilai f_{as} optimum yang menghasilkan kuat desak beton maksimum. Pada penelitian ini ternyata kuat desak maksimum terjadi pada f_{as} 0,518 yaitu sebesar 11,206 Mpa.

5.2.4 Kuat Desak Beton

Kuat desak beton mempunyai kecenderungan untuk bervariasi pada berbagai adukan. Besar variasi itu tergantung dari beberapa factor (Tjokrodimulyo, 1991), antara lain adalah :

- a. variasi mutu bahan dari satu adukan ke adukan berikutnya,
- b. variasi cara pengadukan, dan
- c. stabilitas pengadukan.

Karena penelitian ini dilakukan di laboratorium, maka diharapkan hasil yang dicapai sebaik mungkin dengan memperhatikan ketelitian pelaksanaannya.

Perhitungan kuat desak beton yang disyaratkan (f'_c) dimaksudkan untuk mengetahui mutu beton dan merupakan ukuran dari mutu pelaksanaannya.

Perhitungan ini didasarkan pada ketentuan rumus sebagai berikut .

$$f'_c = f'_{cr} - k.S \quad (5.2)$$

Dimana :

f'_c =Kuat desak (Mpa)

f'_{cr} =Kuat desak rata-rata (Mpa)

t k =Tetapan statistik

S =Deviasi Standar

Untuk memenuhi persyaratan diatas perlu dicari hal-hal sebagai berikut :

- a. Mencari deviasi standar

Deviasi standar dicari dengan rumus berikut :

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (f^i b - f^i c r)^2}{N - 1}} \quad (5.3)$$

Dimana :

S=Deviasi standar (Mpa)

fb=Kuat tekan beton yang didapat dari masing –masing benda uji (Mpa)

fcr=Kuat tekan rata-rata (Mpa)

N=jumlah benda uji

- b. Mencari konversi jumlah benda uji yang disyaratkan

Pada penelitian ini diambil 5 buah untuk tiap variasi. Dari keadaan ini maka perlu diberikan factor pengali terhadap deviasi standar yang dapat berdasarkan Tabel 5.7

Tabel 5.7 Faktor pengali untuk deviasi standar bila data benda uji tersedia kurang dari 30 buah (Tjokrodimulyo,1992)

Jumlah sample	Faktor pengali standar deviasi
≥ 30	1,00
25	1,03
20	1,08
<15	1,16

Hasil perhitungan kuat desak beton yang disyaratkan dengan ketentuan-ketentuan tersebut diatas adalah seperti dalam Tabel 5.6 - 5.10.

Tabel 5.8 Hasil kuat desak beton dengan jenis beton tanpa abu ampas tebu

Kode	Berat (kg)	Luas (cm ²)	Beban Maks (KN)	$f'b$ (Mpa)	$(f'b-f'cr)$ (Mpa)	$(f'b-f'cr)^2$ (Mpa)
A1	10,895	175,538	180	10,45	0,224	0,050
A2	11,230	176,715	160	9,23	-0,826	0,682
A3	11,100	174,366	190	11,11	1,054	1,111
A4	11,005	179,079	170	9,68	-0,376	0,141
A5	11,061	176,715	170	9,81	-0,246	0,061
				50,28		2,045

$$f'_{cr} = \frac{\sum f'b}{N} = \frac{50,28}{5} = 10,056 \text{ Mpa}$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum (f'b - f'_{cr})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{2,045}{5-1}} = 0,715 \text{ Mpa}$$

$$f_c = f'_{cr} + k \cdot s$$

$$= 10,056 + 1,64 (1,03 \times 0,715)$$

$$= 8,848 \text{ Mpa}$$

Tabel 5.9 Hasil kuat desak beton dengan varjasi abu ampas tebu 5%

Kode	Berat (kg)	Luas (cm ²)	Beban Maks (KN)	$f'b$ (Mpa)	$(f'b-f'cr)$ (Mpa)	$(f'b-f'cr)^2$ (Mpa)
B1	10,999	173,198	220	12,95	0,416	0,173
B2	11,369	180,267	230	13,01	0,476	0,227
B3	10,954	172,965	220	12,97	0,436	0,190
B4	11,157	181,458	220	12,36	-0,174	0,030
B5	11,080	179,079	200	11,38	-1,154	1,332
				62,67		1,952

$$\bar{f}'_{cr} = \frac{\sum f'b}{N} = \frac{62,67}{5} = 12,534 \text{ Mpa}$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum (f'b - \bar{f}'_{cr})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{1,952}{5-1}} = 0,699 \text{ Mpa}$$

$$f'_c = \bar{f}'_{cr} - k.s$$

$$= 12,534 - 1,64 (1,03 \times 0,699)$$

$$= 11,353 \text{ Mpa}$$

Tabel 5.10 Hasil kuat desak beton dengan variasi abu ampas tebu 10%

Kode	Berat (kg)	Luas (cm ²)	Beban Maks (KN)	$f'b$ (Mpa)	$(f'b-f'cr)$ (Mpa)	$(f'b-f'cr)^2$ (Mpa)
C1	10,880	174,366	190	11,11	-0,202	0,041
C2	10,678	173,198	190	11,18	-0,312	0,017
C3	10,880	176,715	170	9,81	-1,502	2,256
C4	11,019	172,034	200	11,85	0,538	0,289
C5	11,075	177,895	220	12,61	1,298	1,685
				56,56		4,288

$$f'_{cr} = \frac{\sum f'b}{N} = \frac{56,56}{5} = 11,312 \text{ Mpa}$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum (f'b - f'_{cr})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{4,288}{5-1}} = 1,035 \text{ Mpa}$$

$$f_c = f'_{cr} - k.s$$

$$= 11,312 - 1,64 (1,03 \times 1,035)$$

$$= 9,564 \text{ Mpa}$$

Tabel 5.11 Hasil kuat desak beton dengan variasi abu ampas tebu 15%

Kode	Berat (kg)	Luas (cm ²)	Beban Maks (KN)	$f'b$ (Mpa)	$(f'b-f'cr)$ (Mpa)	$(f'b-f'cr)^2$ (Mpa)
D1	10,784	174,366	120	7,02	-1,824	3,327
D2	10,782	175,538	180	10,45	1,606	2,579
D3	10,700	170,873	110	6,56	-2,284	5,217
D4	10,985	176,715	200	11,54	2,696	7,268
D5	10,848	176,715	150	8,65	0,194	0,038
				44,22		18,429

$$\bar{f}'_{cr} = \frac{\sum f'b}{N} = \frac{44,22}{5} = 8,844 \text{ Mpa}$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum (f'b - \bar{f}'_{cr})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{18,429}{5-1}} = 2,146 \text{ Mpa}$$

$$\bar{f}'_c = \bar{f}'_{cr} - k.s$$

$$= 8,844 - 1,64 (1,03 \times 2,146)$$

$$= 5,219 \text{ Mpa}$$

Tabel 5.12 Hasil kuat desak beton dengan variasi abu ampas tebu 20%

Kode	Berat (kg)	Luas (cm ²)	Beban Maks (KN)	$f'b$ (Mpa)	$(f'b-f'cr)$ (Mpa)	$(f'b-f'cr)^2$ (Mpa)
E1	11,018	175,538	160	9,29	0,71	0,504
E2	10,469	180,267	120	6,79	-1,79	3,204
E3	10,835	170,873	160	9,55	0,97	0,941
E4	10,987	179,079	130	7,40	-1,18	1,392
E5	10,965	175,538	170	9,87	1,29	1,664
				42,90		7,705

$$\bar{f}'_{cr} = \frac{\sum f'b}{N} = \frac{42,90}{5} = 8,580 \text{ Mpa}$$

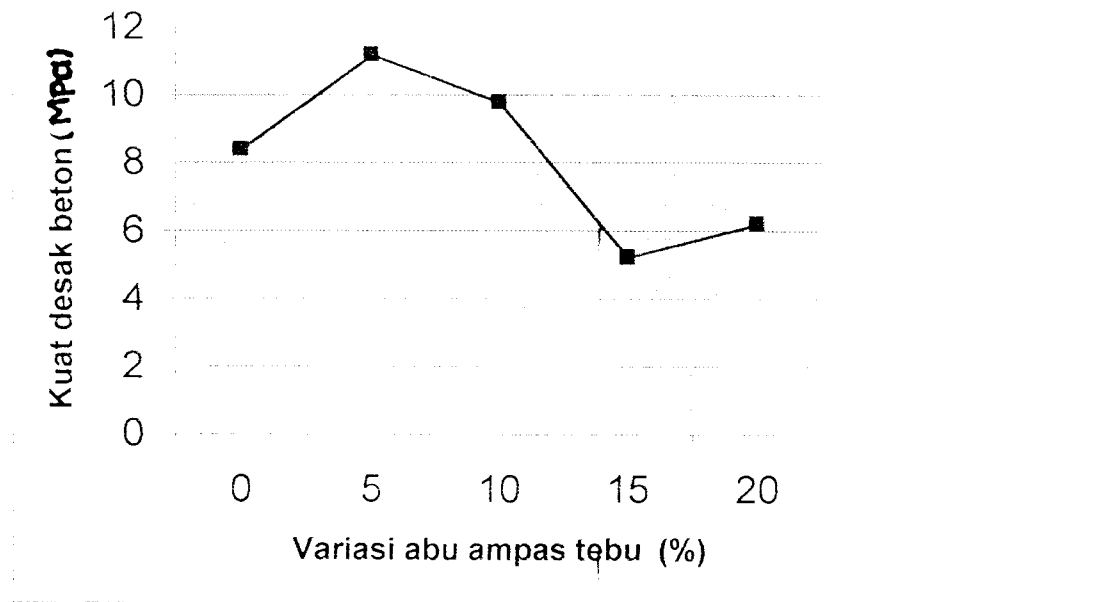
$$s = \sqrt{\frac{\sum (f'b - f'cr)^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{7,705}{5-1}} = 1,388 \text{ Mpa}$$

$$f'_c = \bar{f}'_{cr} - k.s$$

$$= 8,580 - 1,64 (1,03 \times 1,388)$$

$$= 6,235 \text{ Mpa}$$

Hasil perhitungan kuat desak beton dari data pengujian benda uji pada penelitian ini dicantumkan dalam Tabel 5.4 diatas.



Gambar 5.9 hubungan antara kuat desak beton dengan variasi penggantian sebagian semen dengan abu ampas tebu (hasil penelitian).

Dari Tabel 5.4 dan Gambar 5.9 Dapat diketahui bahwa kuat desak beton terjadi kenaikan kuat desak beton pada variasi 5% sebesar 11,353 Mpa dari kuat desak sebesar 8,848 Mpa atau mengalami kenaikan sebesar 28,311%. Dengan demikian penggunaan abu ampas tebu sebagai bahan pengganti sebagian berat semen dapat meningkatkan kuat desaknya pada batas-batas penggantian tertentu, dalam hal ini penggantian optimum adalah 5%. Hal ini terjadi karena pada variasi tersebut pori-pori beton terisi oleh abu ampas tebu sehingga kepadatan meningkat.

Variasi penggantian sebagian semen dengan abu ampas tebu di atas 10% tidak meningkatkan kuat desak beton karena dengan penggantian yang lebih banyak, cenderung mengganggu lekatan pasta semen pada agregat bahkan membentuk gumpalan yang tidak dapat tercampur dengan pasta semen. Hal inilah yang menyebabkan penurunan kuat desak beton.

Pada beton dengan agregat kasar pecahan genteng, kuat desak rencana sebesar 17,5 Mpa ternyata tidak tercapai. Dari pengamatan pada benda uji hasil uji desak terlihat bahwa saat diuji desak, agregat pecahan genteng akan pecah lebih dahulu. Hal ini menunjukkan bahwa daya ikat pasta semen masih kuat tetapi agregat kasar pecahan genteng sudah mencapai batas kemampuan menahan desak sehingga pecah lebih dahulu

5.5 Modulus Elastisitas Beton

Dari Tabel 5.5 Terlihat bahwa penggantian semen dengan 5% Abu ampas tebu mempunyai modulus elastis yang paling besar, dan diatas 10% tidak meningkatkan nilai modulus elastisitas beton, hal ini dikarena penggantian semen dengan abu ampas tebu yang semakin banyak akan mengganggu lekatan yang akhirnya mengurangi kekuatan kuat desak beton dan modulus elastisitasnya.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini dapat diambil beberapa kesimpulan :

1. penggunaan abu ampas tebu sebanyak 5% dari berat semen mengalami peningkatan kuat desak beton paling optimum sebesar 28,311% yaitu dari 8,848 Mpa pada beton tanpa abu ampas tebu, menjadi 11,353 Mpa. Hal ini disebabkan abu ampas tebu pengganti semen sebanyak 5% yang telah menjadi perekat setelah bereaksi dengan kapur bebas sisa dari hidrasi semen dapat mengikat agregat serta mengisi rongga-rongga diantara butiran agregat sehingga menghasilkan beton yang padat.
2. penggantian semen dengan 5% dan 10% abu ampas tebu mempunyai modulus elastis sebesar $2,828 \times 10^4$ dan $2,768 \times 10^4$ Mpa lebih tinggi bila dibandingkan tanpa penggantian yaitu $2,694 \times 10^4$ Mpa. Diatas 10% tidak meningkatkan nilai modulus elastisitas beton, hal ini dikarenakan penggantian semen dengan abu ampas tebu yang semakin banyak akan mengganggu lekatan yang menyebabkan nilai kuat tekan rendah. Seiring dengan menurunnya nilai kuat tekan maka nilai modulus elastis yang dihasilkan akan ikut menurun.

6.2 Saran

Dari beberapa analisis, pembahasan dan kesimpulan sebelumnya, penulis mencoba untuk memberikan beberapa saran sebagai berikut :

1. Untuk perencanaan adukan beton yang menggunakan agregat kasar pecahan genteng godean dengan penambahan *pozzolan* perlu dilakukan komparasi dengan beberapa metode lain sehingga dapat memberikan hasil yang cukup optimal dalam beberapa perencanaan.
2. Dicoba untuk penelitian lebih detail pada variasi abu ampas tebu lebih dari 20%
3. Dicoba untuk pengujian kuat desak pada umur 1 hari, 3 hari, 7 hari, dan 14 hari.
4. Dengan variasi yang sama perlu diteliti juga mengenai kemampuan beton menahan besar permeabilitas yang dimiliki oleh beton.
5. pada penelitian berikutnya diharapkan tidak hanya memunculkan nilai kuat tekannya saja, tetapi perlu meninjau dari factor harga dan usaha penyelamatan dari pemanfaatan limbah yang digunakan.
6. Pengawasan lebih teliti pada pelaksanaan penimbangan, pencampuran serta pengadukan bahan.

DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Pekerjaan Umum, 1991, SK SNI T-15-1991-03, *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*, Yayasan LPMB, Bandung
- Departemen Pekerjaan Umum, 1971, *Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971* NI 2, Bandung
- Edward G. Nawy, 2001, *Beton Prategang*, Erjangga, Bandung
- George Winter dan Arthur, 1993, *Perencanaan Struktur Beton Bertulang*, Tim editor dan penerjemah ITB, Bandung
- Kusnadi, 1985, *Teknologi Beton*, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, ITB, Bandung
- Neville, A.M, 1973, *Properties of Concrete*, Longman, Essex
- Popovic, 1998, *Strength and Related Properties of Concrete*, Jhon Wiley & Sons, Inc, Canada.
- Tjokrodimulje, K, 1992, *Bahan Bangunan*, Buku ajar Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik, UGM, Yogyakarta
- Wibowo, F.X.N, 2000, *Pemanfaatan Abu Apas Tebu Sebagai Bahan Tambah beton Mutu Tinggi*, Fakultas Teknik, UAJY

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

NO	NAMA	NUMERIS	NO. STUDI
1	Yoyo Suparso	975 024	020101001
2	Risman Naga	975 136	020101002

JUDUL TUGAS AKHIR

Pengaruh penggunaan abu ampas abu hasil pembakaran ulang material beton kasar dengan agregat kasar pecahan genteng dan Godean

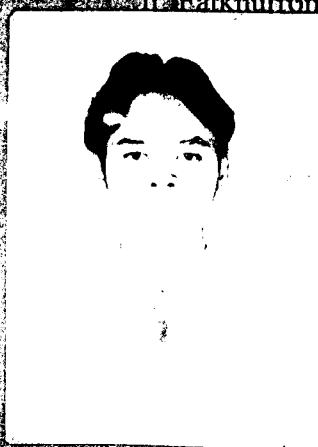
PERIODE II : SEPTEMBER - FEBRUARI
TAHUN : 2002 / 2003

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

DOSEN PEMBIMBING I
DOSEN PEMBIMBING II

Dr. H. Sutastawana, MS

Dr. R. Kurniawan, M. Sc.



Yogyakarta, 24 Desember 2002
 Sam Dekan

 Dr. H. Murnidhi, MS

Catatan:

Seminar
Sidang
Pendadaran

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

NO	NAMA	NO. MHS.	BID. STUDI
1			
2			

JUDUL TUGAS AKHIR:

.....

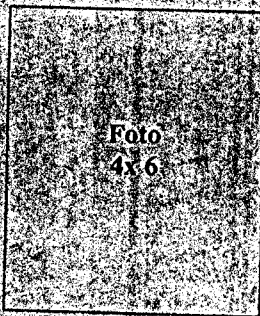
.....

.....

PERIODE I SEPTEMBER - DESEMBER
TATTUN

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

DOSEN PEMBIMBING I
DOSEN PEMBIMBING II



No. Ujian
.....

Catatan:

Seminar

Sidang

Pendadaran

LAMPIRAN A

Perencanaan Campuran Beton

Perencanaan Perhitungan Campuran Beton

Perencanaan perhitungan campuran beton di dalam penelitian ini menggunakan metode standart ACI dengan data sebagai berikut,

1. Kuat desak rencana : 17,5 Mpa
2. Diameter maksimum agregat kasar : 10 mm
3. Modulus halus butir pasir : 2,803
4. Modulus halus agregat pecahan genteng : 6,561
5. Berat jenis genteng (SSD) : 2,02
6. Berat jenis pasir (SSD) : 2,55
7. Berat volume genteng : 1066 kg/m³
8. Berat jenis semen : 3,15

Adapun langkah-langkah perhitungan perencanaannya adalah sebagai berikut ini.

1. Menghitung kuat desak rata-rata.

Kuat desak rata-rata dihitung dari kuat desak beton rencana dengan nilai k untuk Indonesia menggunakan perkiraan 5% defektif (kegagalan) sebesar 1,64 (lihat tabel 3.4), factor pengali untuk deviasi standart sebesar 1,03 yang sampelnya 25 buah (tabel 3.6), nilai deviasi standart 70 pada kondisi pekerjaan cukup dengan volume kecil (lihat tabel 3.5). Sehingga kuat desak rata-rata beton dapat dicari dengan persamaan (3.17), yaitu :

$$\begin{aligned}
 f'_{cr} &= f'_c + k \cdot S \\
 &= 175 + 1,64 (1,03 \times 70) \\
 &= 293,168 \text{ kg/cm}^2 \\
 &= 29,32 \text{ Mpa}
 \end{aligned}$$

2. Menentukan factor air semen

- a. Berdasarkan nilai kuat desak rata-rata sebesar 29,32 Mpa maka diperoleh pada tabel 3.7 nilai f_{as} sebesar 0,513.
- b. Berdasarkan perencanaan beton untuk bangunan didalam ruangan dan kondisi keliling non korosif, maka diperoleh nilai f_{as} maksimum (pada tabel 3.8) sebesar 0,60

Dari kedua asumsi perkiraan diambil nilai f_{as} sebesar 0,513

3. Menetapkan nilai slump

Didasarkan pada tabel 3.9 untuk beton yang digunakan sebagai pelat, balok, kolom, dan dinding, diperoleh nilai slump sebesar 75-150 mm

4. Menetapkan kebutuhan air

Jumlah air yang dibutuhkan berdasarkan nilai slump (Tabel 3.10) diperoleh air sebesar 226 dan udara terperangkap dalam beton sebesar 3%

5. Menentukan kebutuhan semen

Dari penentuan langkah kedua dan keempat maka kebutuhan semen dapat dihitung berdasarkan persamaan (3.18) sebagai berikut.

$$F_{as} = \frac{W_{air}}{W_{semen}}$$

$$W_{\text{semen}} = \frac{(226 \text{ liter} \times 1 \text{ kg/liter})}{0,513}$$

$$= 440,55 \text{ kg}$$

6. Menentukan volume genteng

Volume genteng dibutuhkan berdasarkan ukuran agregat maksimum 10 mm dan mhb 2,803 sesuai dengan tabel 3.1 | diperoleh volume genteng sebesar $0,411 \text{ m}^3$

$$\text{Berat genteng} = 0,411 \times 1066$$

$$= 438,126 \text{ kg}$$

7. Volume pasir

$$\text{Volume semen} = 440,55 / (3,15 \times 1000) = 0,140 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume air} = 226 / 1000 = 0,226 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume genteng} = 438,126 / (2,02 \times 1000) = 0,217 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume udara terperangkap} = 0,01 = 0,010 \text{ m}^3$$

$$\Sigma = 0,593 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume pasir} = 1,00 - 0,593 = 0,407 \text{ m}^3$$

$$\text{Berat pasir} = 0,407 \times 2,55 \times 1000 = 1037,850 \text{ kg}$$

8. Kebutuhan material dalam 1 m^3 adukan beton normal

Dari penentuan parameter diatas maka diperoleh untuk 1 m^3 beton dengan perbandingan $P_c : P_s : G_t : A : 1 \text{ kg} : 2,36 \text{ kg} : 0,944 \text{ kg} : 0,513 \text{ kg}$ diperlukan

a. Berat semen $= 440,55 \text{ kg}$

- b. Berat pasir = 1037,850 kg
- c. Berat genteng = 438,126 kg
- d. kebutuhan air = 226 liter

Untuk memperjelas perencanaan campuran beton dapat dilihat pada tabel

4.3 sebagai berikut.

Tabel Kebutuhan material tiap variasi adukan

Kebutuhan 1m ³ (kg)	Volume 25 silinder (m ³)	Material 25 silinder (kg)	Material tiap variasi adukan (5 buah) (kg)
Pc = 440,55	0,133	58,59	13,020
Ps = 1037,85	0,133	138,03	30,673
Genteng = 438,126	0,133	58,271	12,949
Air = 226	0,133	30,058	6,68

$$\text{Volume 25 silinder} = (\text{Volume 1 silinder}) \times 25$$

$$= (0,25 \pi 0,15^2 \times 0,30) \times 20$$

$$= 0,133 \text{ m}^3$$

Tabel Kebutuhan material untuk macam-macam variasi penggantian sebagian semen dengan abu ampas tebu

Kode	jumlah	Variasi	Material				
			PC	Genteng (kg)	Pasir (kg)	Abu Ampas Tebu (kg)	Air (liter)
A	5	0%	13,020	12,949	30,673	-	6,68
B	5	5%	12,369	12,949	30,673	0,651	6,68
C	5	10%	11,718	12,949	30,673	1,302	6,68
D	5	15%	11,067	12,949	30,673	1,953	6,68
E	5	20%	10,416	12,949	30,673	2,604	6,68

LAMPIRAN B

***Analisa Kandungan Kimia Silika Abu Ampas Tebu Terhadap Perubahan Mutu
Semen Portland***

ANALISA KANDUNGAN KIMIA SILIKA ABU AMPAS TEBU
TERHADAP PERUBAHAN MUTU SEMEN PORTLAND

Pada penelitian ini dipakai abu ampas tebu dengan data sebagai berikut :

Tabel komposisi kimia abu ampas tebu (dari penelitian Nurwadji, 2000)

Unsur kimia	Prosentase (%)
Silika, SiO_2	64.110
Alumina, Al_2O_3	15.110
Besi, Fe_2O_3	5.990
Hilang Pijar	0.440
Kapur, CaO	5.810
Magnesia, MgO	2.260
Sulfur, SO_3	0.000
Potas, K_2O	1.955
Soda, Na_2O	2.580
Air, H_2O	0.029

Semen Portland yang digunakan adalah jenis I dengan data sebagai berikut :

Tabel komposisi kimia semen jenis I

Unsur Kimia	Prosentase (%)
Kapur, CaO	63
Silika, SiO ₂	22
Alumina, AL ₂ O ₃	6
Besi, Fe ₂ O ₃	2.5
Magnesia, MgO	2.6
Sulfur, SO ₃	2
Soda, Na ₂ O	0.3
Potas, K ₂ O	0.6

Asumsi Abu ampas tebu mampu mereduksi 10% dari berat semen sehingga besarnya "silika ratio" adalah :

$$SR = \frac{SiO_2}{AL_2O_3 + Fe_2O_3}$$

$$SR = \frac{(22 \times 90\%) + (64.11 \times 10\%)}{\{(6 \times 90\%) + (15.11 \times 10\%)\} + \{(2.5 \times 90\%) + (0)\}} = 2.861$$

Cek $1.6 < SR < 3.5$ ok

Besarnya "silika ratio" untuk semen Portland jenis I adalah :

$$SR = \frac{SiO_2}{AL_2O_3 + Fe_2O_3} = \frac{22}{6 + 2.5} = 2.588$$

$$C_3S = 4.07(CaO) - 7.6(SiO_2) - 6.72(AL_2O_3) - 1.43(Fe_2O_3) - 2.85(SO_3)$$

$$= 4.07(63\%) - 7.6(22\%) - 6.72(6\%) - 1.43(2.5\%) - 2.85(2\%) = 32.02\%$$

$$\begin{aligned}
 C_2S &= 2.87(\text{SiO}_2) - 0.754(C_3S) \\
 &= 2.87(22\%) - 0.754(32.02\%) \\
 &= 41.88\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 C_3A &= 2.65(\text{Al}_2\text{O}_3) - 1.69(\text{Fe}_2\text{O}_3) \\
 &= 2.65(6\%) - 1.69(2.5\%) \\
 &= 11.68\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 C_4AF &= 3.04(\text{Fe}_2\text{O}_3) \\
 &= 3.04(2.5\%) \\
 &= 7.6\%
 \end{aligned}$$

Hitungan senyawa kimia untuk semen modifikasi (jenis 1+5% Abu ampas tebu)

$$\begin{aligned}
 C_3S &= 4.07(\text{CaO}) - 7.6(\text{SiO}_2) - 6.72(\text{Al}_2\text{O}_3) - 1.43(\text{Fe}_2\text{O}_3) - 2.85(\text{SO}_3) \\
 &= 4.07\{(63\% \times 95\%) + (63\% \times 5.81\% \times 5\%)\} - \\
 &\quad 7.60\{(22\% \times 95\%) + (22\% \times 64.11\% \times 5\%)\} - \\
 &\quad 6.72\{(6\% \times 95\%) + (15.11\% \times 6\% \times 5\%)\} - \\
 &\quad 1.43\{(2.5\% \times 95\%) + (2.5\% \times 5.99\% \times 5\%)\} - 2.85\{(1.812\% \times 95\%)\} \\
 &= 33.459\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 C_2S &= 2.87(\text{SiO}_2) - 0.754(C_3S) \\
 &= 2.87\{(22\% \times 95\%) + (22\% \times 64.11\% \times 5\%)\} - 0.754(33.459\%) = 36.733\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 C_3A &= 2.65(\text{Al}_2\text{O}_3) - 1.69(\text{Fe}_2\text{O}_3) \\
 &= 2.65\{(6\% \times 95\%) + (15.11\% \times 6\% \times 5\%)\} - \\
 &\quad 1.69\{(2.5\% \times 95\%) + (2.5\% \times 5.99\% \times 5\%)\} = 11.049\%
 \end{aligned}$$

$$C_4AF = 3.04(\text{Fe}_2\text{O}_3)$$

$$=3.04\{(2.5\% \times 95\%) + (2.5\% \times 5.99\% \times 5\%)\} = 7.296\%$$

Perkiraan kekuatan beton bila ditinjau dari komposisi kandungan unsur kimia yang terdapat dalam semen dapat didekati dengan persamaan berikut ini:

$$f_c = a(C_3S) + b(C_2S) + c(C_3A) + d(C_4AF)$$

- Kekuatan beton untuk variasi campuran 0%(umur 28 hari)

$$\begin{aligned} f_c &= a(C_3S) + b(C_2S) + c(C_3A) + d(C_4AF) \\ &= 48.8(32.02) + 19.1(41.88) + 100.1(11.68) + 30.8(7.6) \\ &= 3765.73 \text{ psi} = 264.763 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

- Kekuatan beton untuk variasi campuran 5%(umur 28 hari)

$$\begin{aligned} f_c &= 48.8(33.439) + 19.1(56.733) + 100.1(11.049) + 30.8(7.296) \\ &= 3946.82 \text{ psi} = 277.496 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

- Kekuatan beton untuk variasi campuran 10%(umur 28 hari)

$$\begin{aligned} f_c &= 48.8(26.468) + 19.1(40.863) + 100.1(10.688) + 30.8(6.992) \\ &= 3357.344 \text{ psi} = 236.100 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

- Kekuatan beton untuk variasi campuran 15%(umur 28 hari)

$$\begin{aligned} f_c &= 48.8(19.885) + 19.1(44.691) + 100.1(10.231) + 30.8(6.384) \\ &= 3044.736 \text{ psi} = 214.116 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

- Kekuatan beton untuk variasi campuran 20%(umur 28 hari)

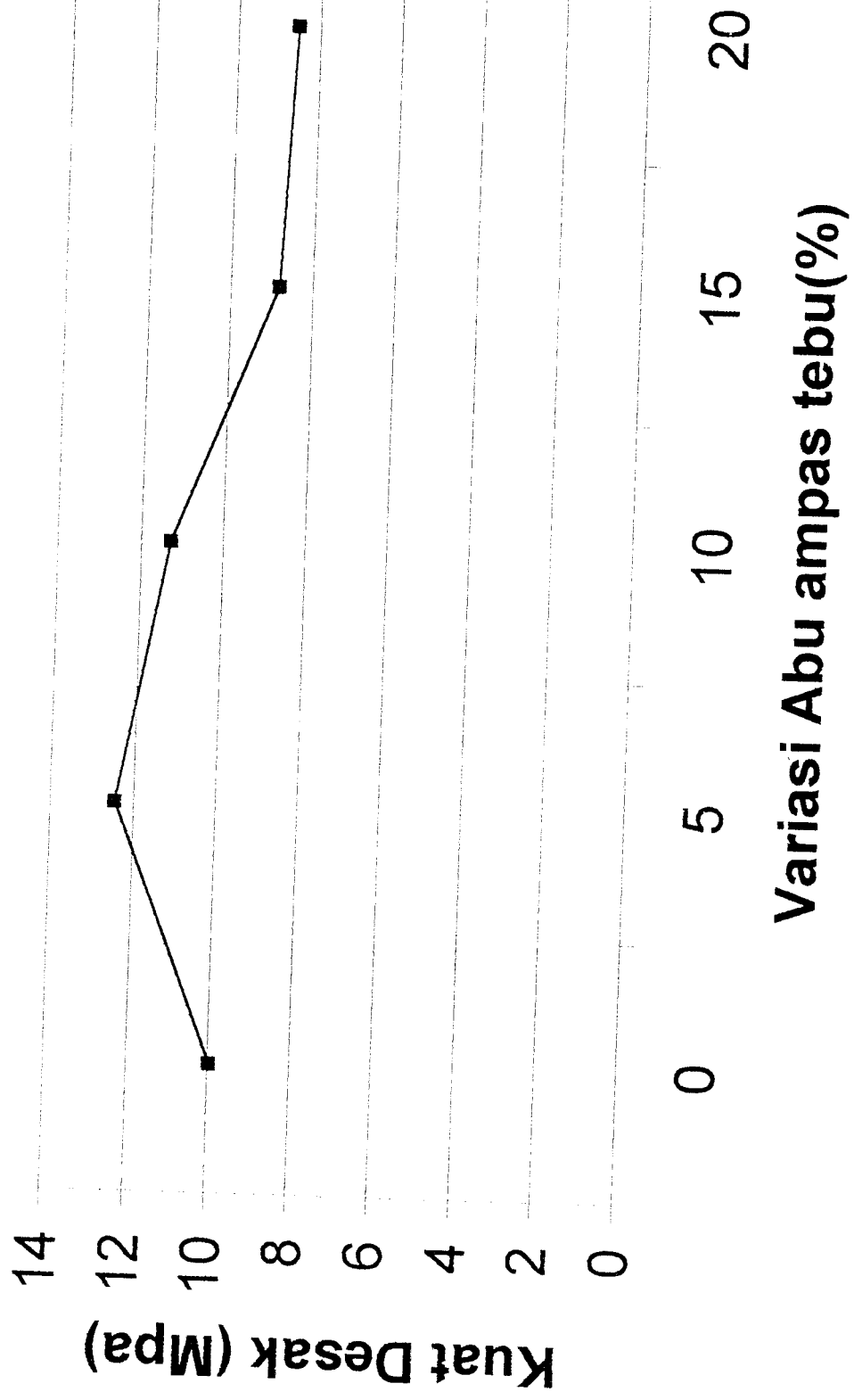
$$\begin{aligned} f_c &= 48.8(12.487) + 19.1(49.123) + 100.1(9.87) + 30.8(6.08) \\ &= 2722.866 \text{ psi} = 191.481 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

LAMPIRAN C

Hasil Uji Silinder Beton

VARIASI	NO	TINGGI (MM)	DIAMETER (MM)	BERAT (Kg)	f_c (kg/cm ²)	f_c rata-rata
0%	1	299,5	149,5	10,895	104,531	100,560
	2	298,0	150,0	11,230	92,298	
	3	295,0	149,0	11,100	111,080	
	4	292,0	151,0	11,005	96,772	
	5	297,0	150,0	11,061	98,066	
5%	1	295,0	148,5	10,999	129,486	125,340
	2	298,5	151,5	11,369	130,064	
	3	295,5	148,4	10,954	129,661	
	4	298,0	152,0	11,157	123,592	
	5	296,5	151,0	11,080	113,849	
10%	1	299,0	149,0	10,880	111,080	113,120
	2	295,5	148,5	10,678	111,829	
	3	297,5	150,0	10,888	98,066	
	4	300,5	148,0	11,019	118,511	
	5	296,5	150,5	11,075	126,068	
15	1	298,0	149,0	10,784	70,156	88,440
	2	296,5	149,5	10,782	104,531	
	3	300,0	147,5	10,700	65,859	
	4	294,0	150,0	10,985	115,372	
	5	300,5	150,0	10,848	86,529	
20	1	300,5	149,5	11,018	92,917	85,800
	2	301,0	151,5	10,469	67,859	
	3	297,5	147,5	10,835	95,453	
	4	301,5	151,0	10,987	74,002	
	5	300,0	149,5	10,965	98,724	

Hasil Kuat Desak Beton



LAMPIRAN D

Hasil Uji Tegangan Regangan Beton

Tabel Tegangan Regangan Beton Dengan Prosentase Abu ampas tebu 0% (A) Umur 28 hari

Beban (KN)	Perpendekan (1.10^{-4} cm)					Tegangan (kg/cm^2)	Regangan (1.10^{-4})				
	Silinder 1	Silinder 2	Silinder 3	Silinder 4	Silinder 5		Silinder 1	Silinder 2	Silinder 3	Silinder 4	Silinder 5
	0	0	0	0	0		0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10	40	30	41	35	45	12.4689	1.3536	1.0067	0.6300	1.1986	0.0000
20	65	69	70	56	50	18.4097	2.1997	2.3154	0.7184	1.9178	1.5152
30	85	90	81	83	79	22.3567	2.8765	3.0201	0.9595	2.8425	1.6835
40	110	111	109	90	89	30.0863	3.7225	3.7248	1.1816	3.0822	2.6599
50	125	120	125	121	110	39.6000	4.2301	4.0268	4.6088	4.1438	2.9966
60	150	155	160	145	140	39.6753	5.0761	5.2013	5.2500	4.9658	3.7037
70	170	171	175	165	166	41.7863	5.7530	5.7383	5.6036	5.6507	4.7138
80	180	181	179	185	175	44.8147	6.0914	6.0738	7.8896	6.3356	5.5892
90	186	185	180	190	191	46.1467	6.2944	6.2081	8.2500	6.5068	5.8923
100	270	277	269	280	250	46.8743	9.1371	9.2953	9.0725	9.5890	6.4310
110	285	286	275	290	265	46.8643	9.6447	9.5973	9.8500	9.9315	8.4175
120	325	320	310	330	315	50.4975	10.9983	10.7383	10.9585	11.3014	8.9226
130	365	361	360	370	366	50.9754	12.3519	12.1141	11.6976	12.6712	10.6061
140	390	380	376	378	400	52.5862	13.1980	12.7517	13.4234	12.9452	12.3232
150	435	430	431	400	415	55.1234	14.7208	14.4295	14.6102	13.6986	13.4680
160	450	453	459	425	451	55.1874	15.2284	15.2013	15.5593	14.5548	13.9731
170	535		540	521		58.1975	18.1049		18.3051	17.8425	15.1852
180	620		634			59.7967	20.9814		24.3300		
190			665			60.0378			26.5424		

Tegangan Regangan Beton Dengan Prosentase Abu ampas tebu 5% (B) Umur 28 hari

Beban (KN)	Perpendekan (1.10^{-4} cm)					Tegangan (kg/cm ²)	Regangan (1.10^{-3})				
	Silinder 1	Silinder 2	Silinder 3	Silinder 4	Silinder 5		Silinder 1	Silinder 2	Silinder 3	Silinder 4	Silinder 5
	0	0	0	0	0		0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10	41	42	32	35	46	5.5473	1.3898	1.0829	1.1745	1.5514	1.6863
20	61	66	60	59	50	8.6764	2.0678	2.0304	1.9798	3.3726	3.8448
30	95	94	80	85	100	14.8562	3.2203	2.70372	2.8523	4.5531	5.6661
40	99	111	109	112	114	18.0086	3.3559	3.6886	3.7583	5.6661	6.0371
50	123	125	126	130	135	20.4000	4.1695	4.2639	4.3624	6.2731	8.4317
60	149	151	161	145	168	23.2764	5.0509	5.4483	4.8657	6.0371	6.2731
70	173	172	162	175	179	28.3567	5.8644	5.4822	5.8724	6.0371	6.2731
80	179	181	187	180	186	41.2246	6.0678	6.3282	6.0400	6.2731	8.4317
90	187	188	190	181	250	47.6075	6.3390	6.4297	6.0738	8.4317	9.1399
100	275	271	259	260	271	49.4009	9.3220	8.7648	8.7248	9.1399	10.1180
110	285	287	280	290	300	49.5245	9.6610	9.4754	9.7315	10.1180	11.1298
120	320	328	350	351	330	53.2966	10.8475	10.9887	11.7785	11.1298	12.4789
130	365	370	351	360	370	55.5357	12.3729	12.3953	12.0805	12.4789	13.2209
140	390	393	330	400	392	57.2864	13.2203	13.1662	13.4228	13.2209	14.6712
150	437	436	431	449	435	61.7008	14.8136	14.6069	15.0671	14.6712	15.5143
160	450	455	451	456	460	65.1065	15.2542	15.8658	15.3020	15.5143	16.6577
170	531	536	560	556	570	69.1997	18.0000	17.9569	18.6577	19.2243	21.2479
180	610	622	631	670	630	69.6086	20.6781	21.3536	22.4832	21.2479	23.1029
190	675	677	671	680	685	73.3086	22.8814	22.7073	22.8188	23.1029	

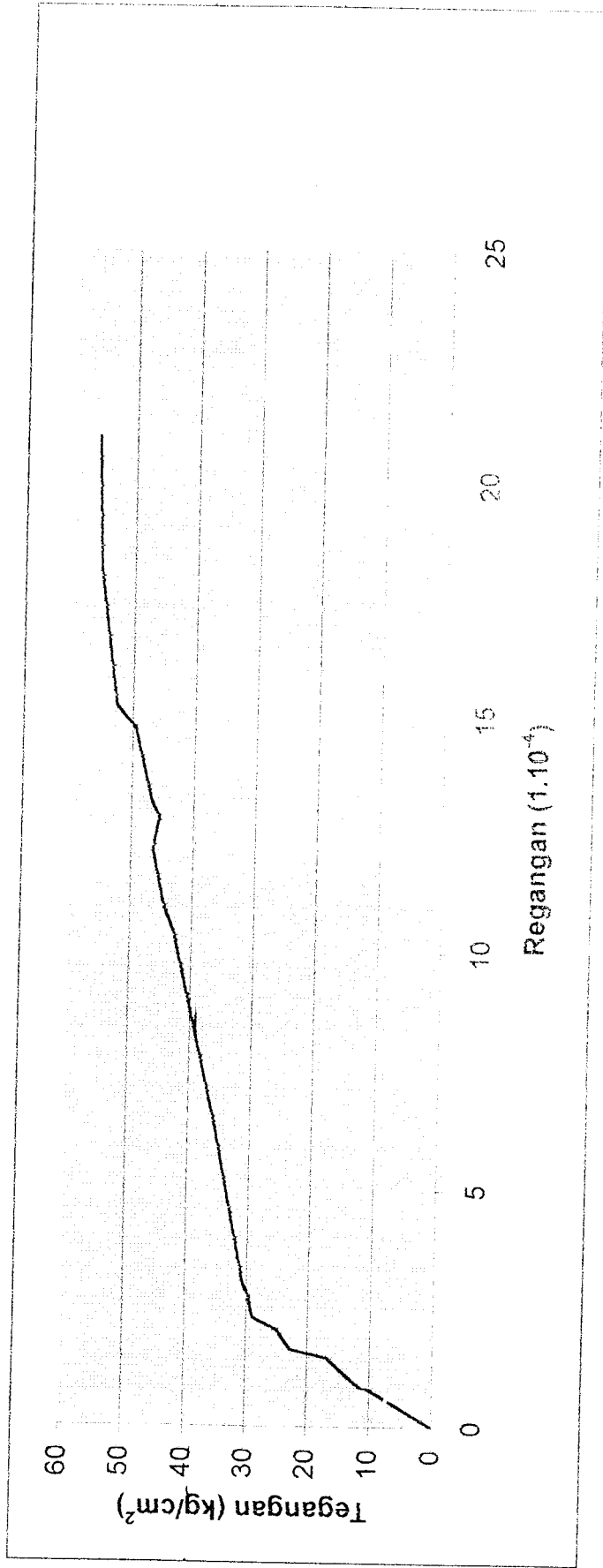
200	730	729	721	731	750	76.0097	24.7458	23.3024	24.3993	24.5302	25.2951
210	760	761	765	759		77.6357	25.7627	25.4948	25.1883	25.4698	
220	819	820	821	799		80.0246	27.7627	28.0000	27.834	26.8121	
230		923				80.5076		30.9217			

Tegangan Regangan Beton Dengan Prosentase Abu ampas tebu 10% (C) Umur 28 hari

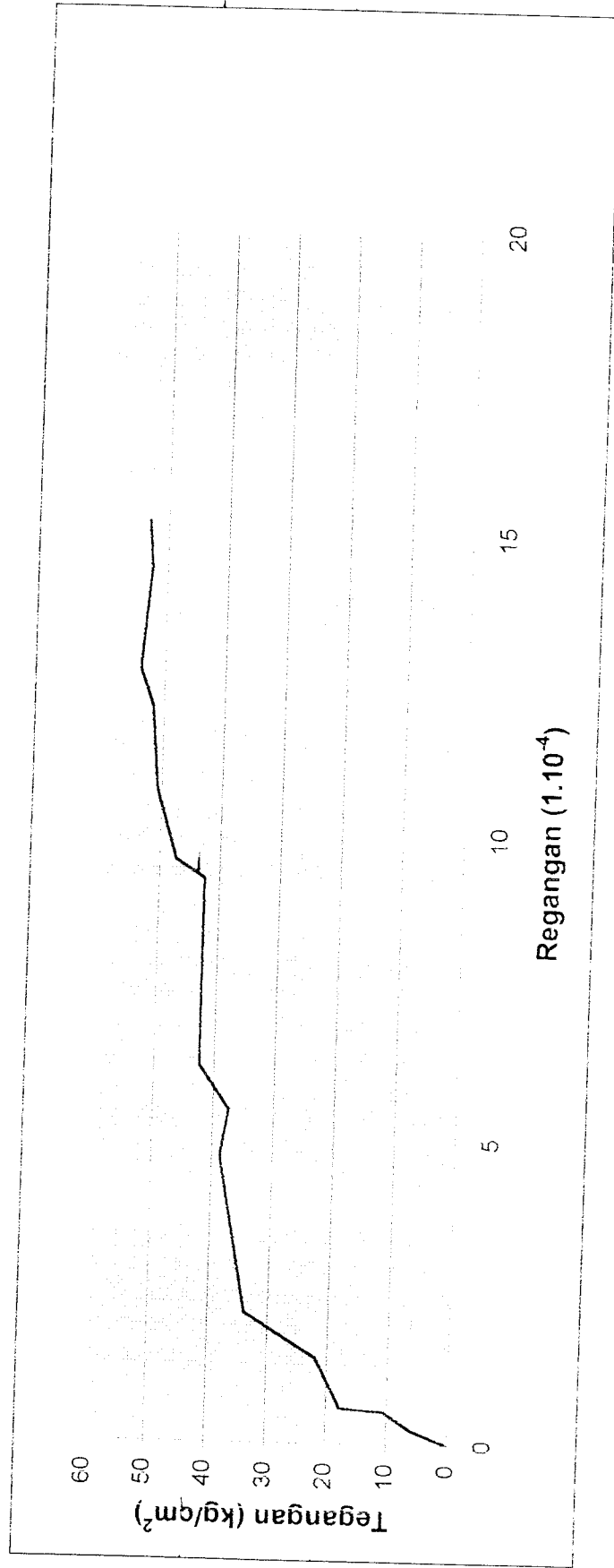
Beban (KN)	Perpendekan (1.10^{-4} cm)					Tegangan (kg/cm^2)					Regangan (1.10^{-4})				
	Silinder 1	Silinder 2	Silinder 3	Silinder 4	Silinder 5	Silinder 1	Silinder 2	Silinder 3	Silinder 4	Silinder 5	Silinder 1	Silinder 2	Silinder 3	Silinder 4	Silinder 5
	0	0	0	0	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10	41	39	40	38	30	12.7563	1.3712	1.3198	1.3445	1.2646	1.3198	1.3445	1.3445	1.2646	0.5485
20	68	61	71	65	52	14.0964	2.2742	2.0643	2.3866	2.1631	2.0643	2.3866	2.3866	2.1631	0.6300
30	86	85	82	70	80	18.0146	2.8763	2.8765	2.7563	2.3295	2.8765	2.7563	2.7563	2.3295	0.6315
40	110	112	120	91	88	23.1974	3.6789	3.7902	4.0336	3.0283	3.7902	4.0336	4.0336	3.0283	0.8900
50	128	122	128	125	120	24.3014	4.2809	4.1286	4.3025	4.1597	4.2809	4.3025	4.3025	4.1597	0.8915
60	151	154	165	140	155	27.3157	5.0502	5.2115	5.5462	4.6589	5.2115	5.5462	5.5462	4.6589	1.1689
70	171	172	175	160	162	34.4037	5.7191	5.8206	5.8824	5.3245	5.8206	5.8824	5.8824	5.3245	5.4637
80	185	180	178	180	178	34.7097	6.1873	6.0914	5.9832	5.9900	6.0914	5.9832	5.9832	5.9900	6.0034
90	186	190	182	185	190	36.8258	6.2207	6.4298	6.1176	6.7000	6.4298	6.1176	6.1176	6.1564	6.7000
100	273	278	252	280	235	38.6146	9.1304	9.4078	8.4706	7.9258	9.4078	8.4706	8.4706	9.3178	7.9258
110	289	288	272	295	265	40.0158	9.6656	9.7462	9.1429	8.3000	9.7462	9.1429	9.1429	9.8170	8.3000
120	325	324	315	335	314	43.6147	10.8696	10.9645	10.5882	10.5902	10.9645	10.5882	10.5882	11.1481	10.5902
130	366	365	366	379	389	49.3015	12.2408	12.3519	12.3025	13.4500	12.3519	12.3025	12.3025	12.6123	13.4500
140	391	390	376	400	410	50.0267	13.0769	13.1980	12.6387	13.8280	13.1980	12.6387	12.6387	13.3111	13.8280
150	438	420	445	404	420	51.1097	14.6488	14.2132	14.9580	14.5600	14.6488	14.9580	14.9580	13.4443	14.5600
160	450	448	450	424	461	53.3036	15.0502	15.1607	15.1261	16.0000	15.1607	15.1261	15.1261	14.1098	16.0000
170	539	530	540	520	550	55.2368	18.0268	17.9357	18.1513	18.5497	17.9357	18.1513	18.1513	17.3045	18.5497
180	620	625	624	624	650	61.2036	20.7358	21.1506	20.7654	21.9224	21.1506	20.7654	20.7654	20.7654	21.9224
190	673	670	675	675	665	61.6379	22.5084	22.6734	22.4626	22.4283	22.6734	22.4626	22.4626	22.4626	22.4283
200				720	725	62.9025			23.9601	24.4519				23.9601	24.4519

Tegangan Regangan Beton Dengan Prosentase Abu ampas tebu 15% (D) Umur 28 hari

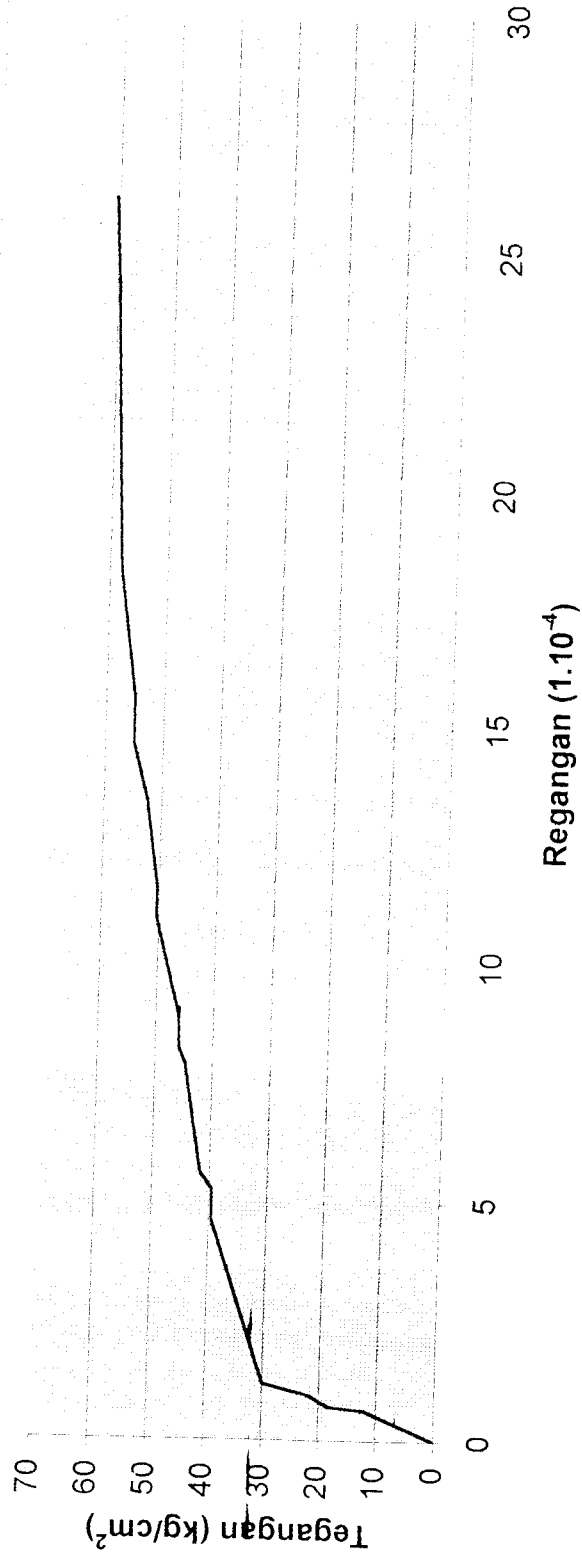
Beban (KN)	Perpendekan (1.10^{-4} cm)					Tegangan (kg/cm^2)	Regangan (1.10^{-3})						
	Silinder 1	Silinder 2	Silinder 3	Silinder 4	Silinder 5		Silinder 1	Silinder 2	Silinder 3	Silinder 4	Silinder 5		
	0	0	0	0	0		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000		
10	38	30	42	50	35	12.8522	1.2752	1.0118	1.4000	0.4886	0.0000	0.0000	0.0000
20	65	54	60	59	60	17.9743	2.1812	1.8212	2.0000	0.6651	1.0015	0.6651	1.1647
30	84	86	70	72	88	24.7146	2.8188	2.9005	2.3333	1.0015	1.0015	0.6651	1.9967
40	112	114	125	80	110	32.9975	3.7584	3.8449	4.1667	1.3300	1.3300	1.0015	2.9285
50	124	125	130	133	122	37.1974	4.1611	4.2159	4.3333	2.6000	2.6000	1.0015	3.6606
60	159	152	164	142	150	38.6000	5.3356	5.1265	5.4667	4.1086	4.1086	1.0015	4.0599
70	178	170	178	165	164	37.6246	5.9732	5.7336	5.9333	5.3100	5.3100	1.0015	4.9917
80	180	181	179	183	175	39.6962	6.0403	6.1046	5.9667	6.2245	6.2245	1.0015	5.4576
90	185	198	185	190	200	41.7752	6.2081	6.6779	6.1667	7.6100	7.6100	1.0015	5.8236
100	265	275	277	282	205	43.2053	8.8926	9.2749	9.2333	9.5918	9.5918	1.0015	6.6556
110	285	286	278	300	210	46.0000	9.5638	9.6459	9.2667	10.2041	10.2041	1.0015	6.8220
120	330	325		330	314	47.4014	11.0738	10.9612		11.2245	11.2245	1.0015	6.9884
130		361		350	315	48.4258		12.1754		11.9048	11.9048	1.0015	10.4493
140		389		366	350	49.4147		13.1197		12.8000	12.8000	1.0015	10.4825
150		430		376	375	50.0975		14.5025		13.2200	13.2200	1.0015	11.6473
160		449		445		53.1468		15.1433		15.1361	15.1361	1.0015	12.4792
170		531		450		53.6248		17.9089		16.1000	16.1000	1.0015	
180		613		540		56.0147		20.6745		18.3673	18.3673	1.0015	
190				616		59.6975				23.0753	23.0753	1.0015	
200				710		63.2000				28.5000	28.5000	1.0015	



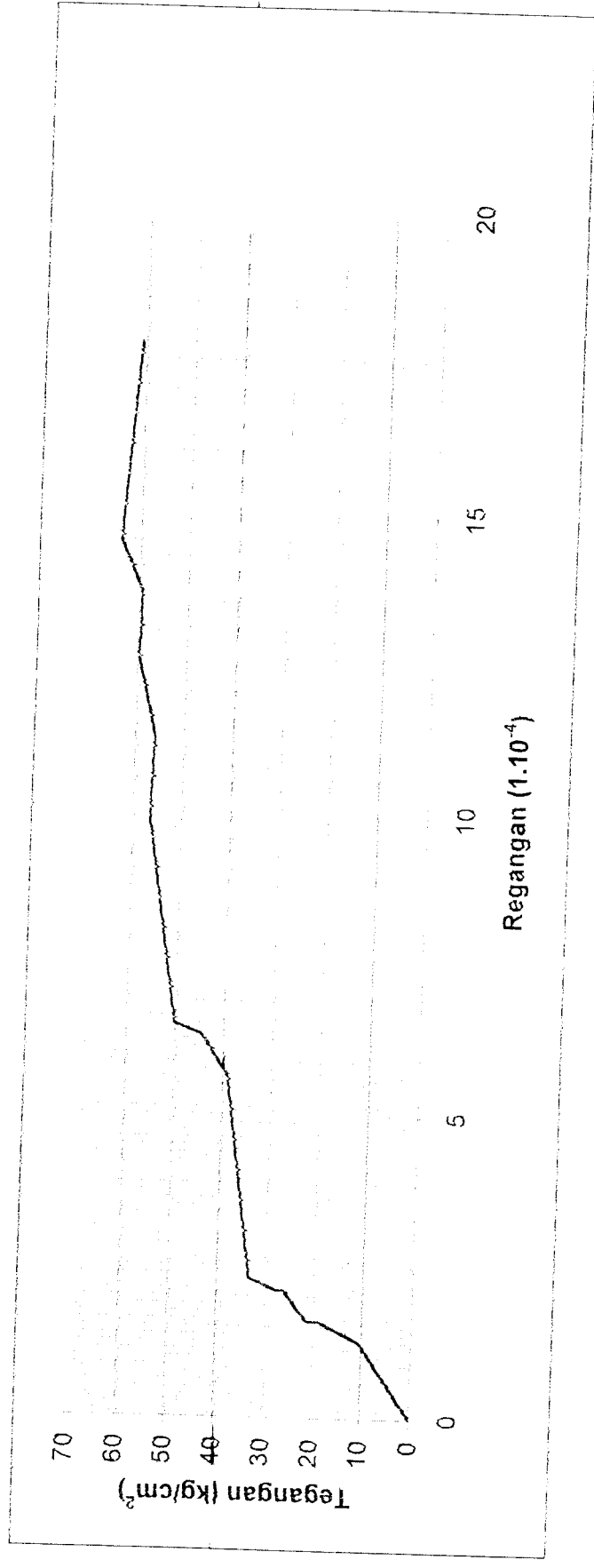
Grafik Tegangan Regangan beton A1



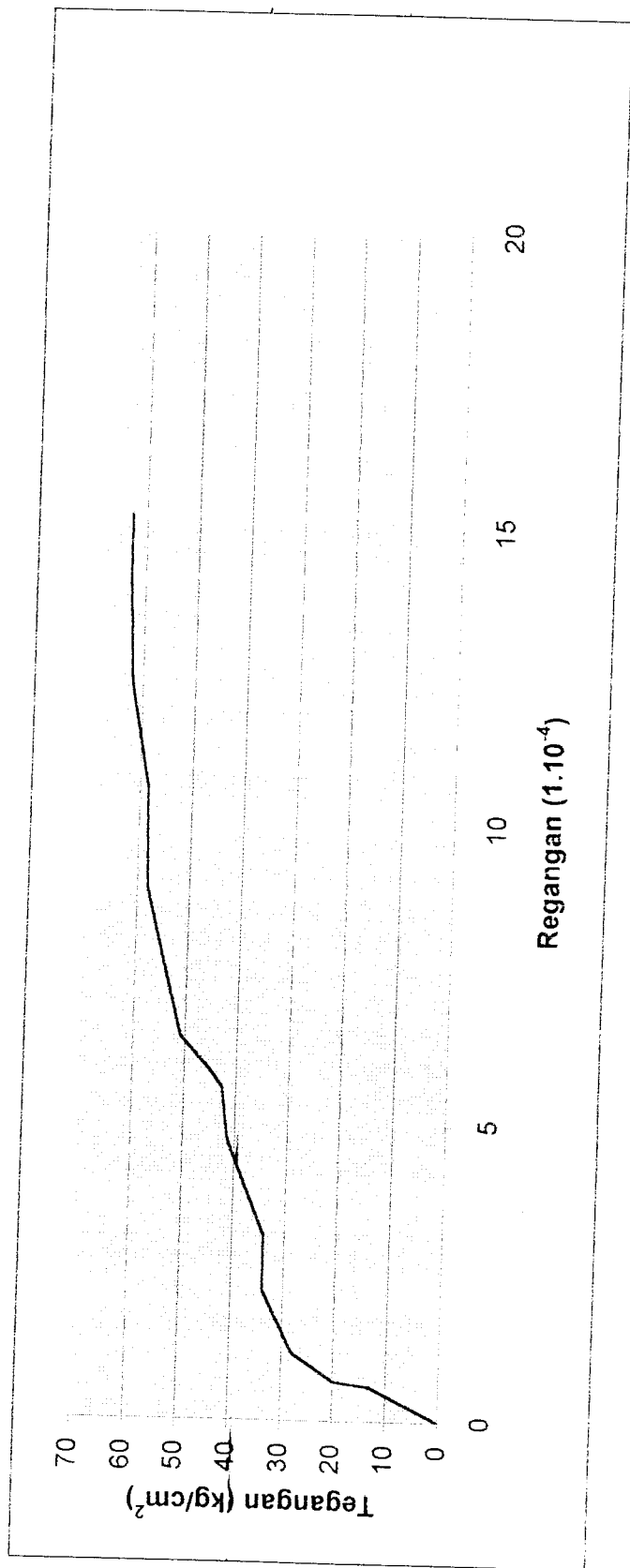
Grafik Tegangan Regangan beton A2



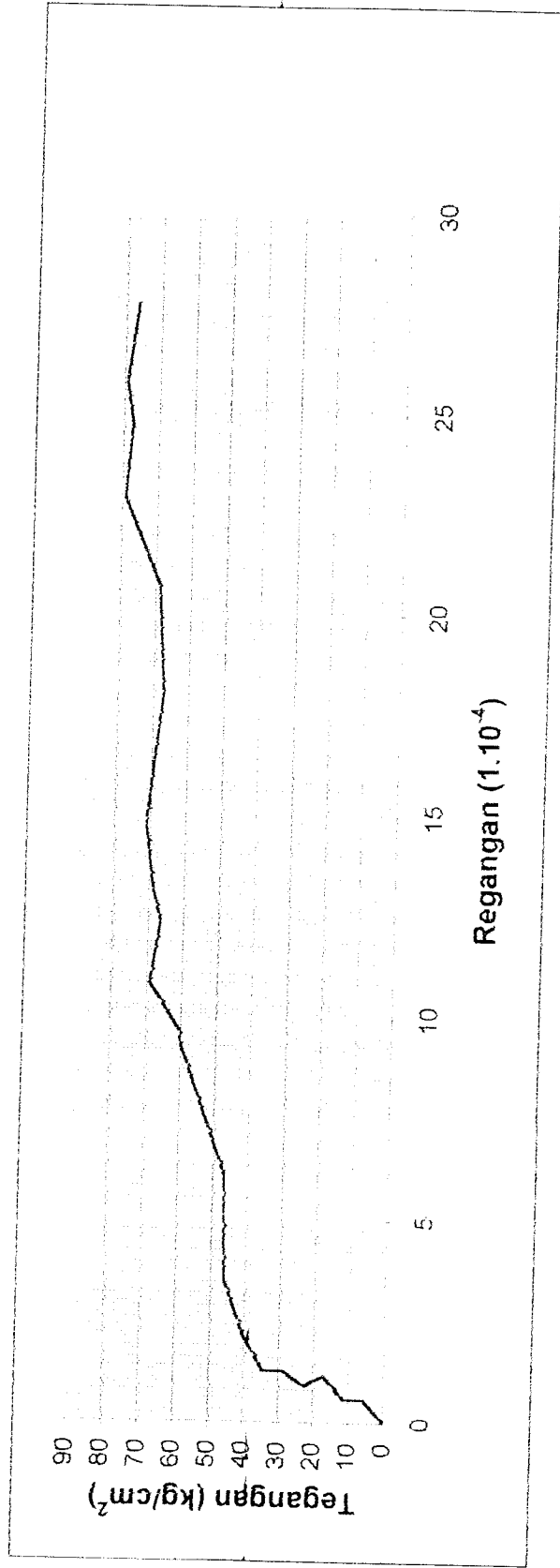
Grafik Tegangan Regangan beton A3



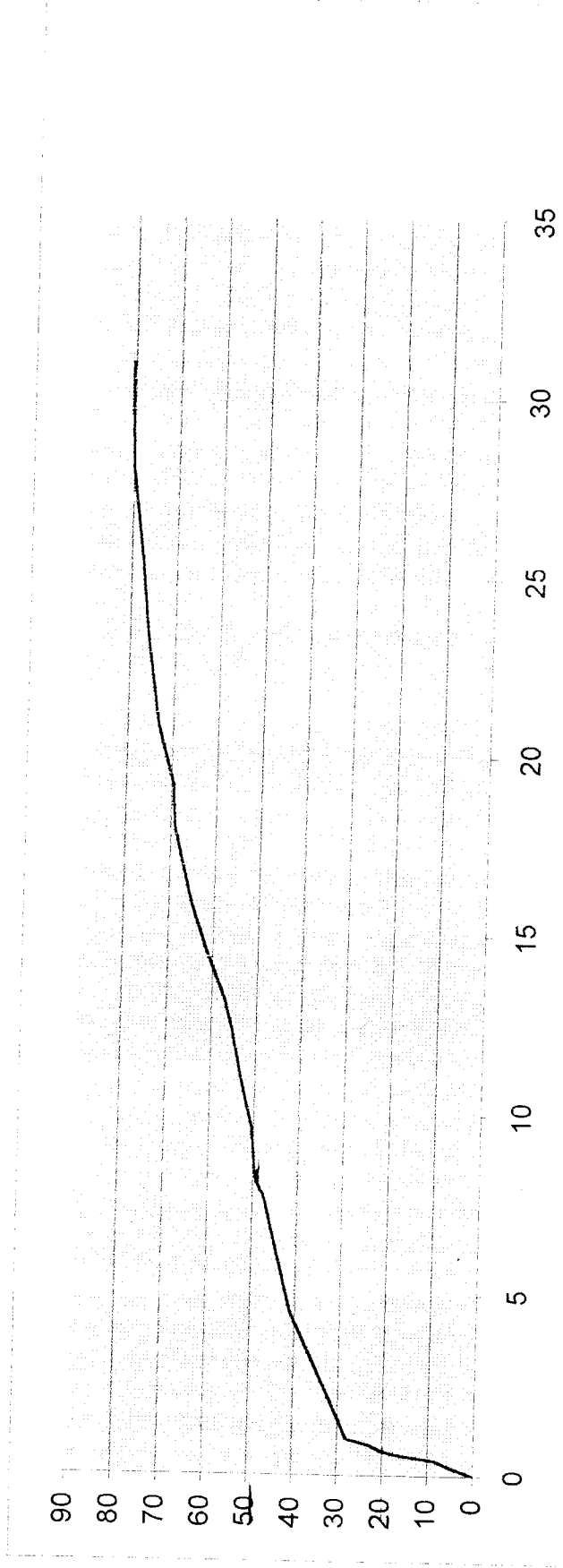
Grafik Tegangan Regangan beton A4



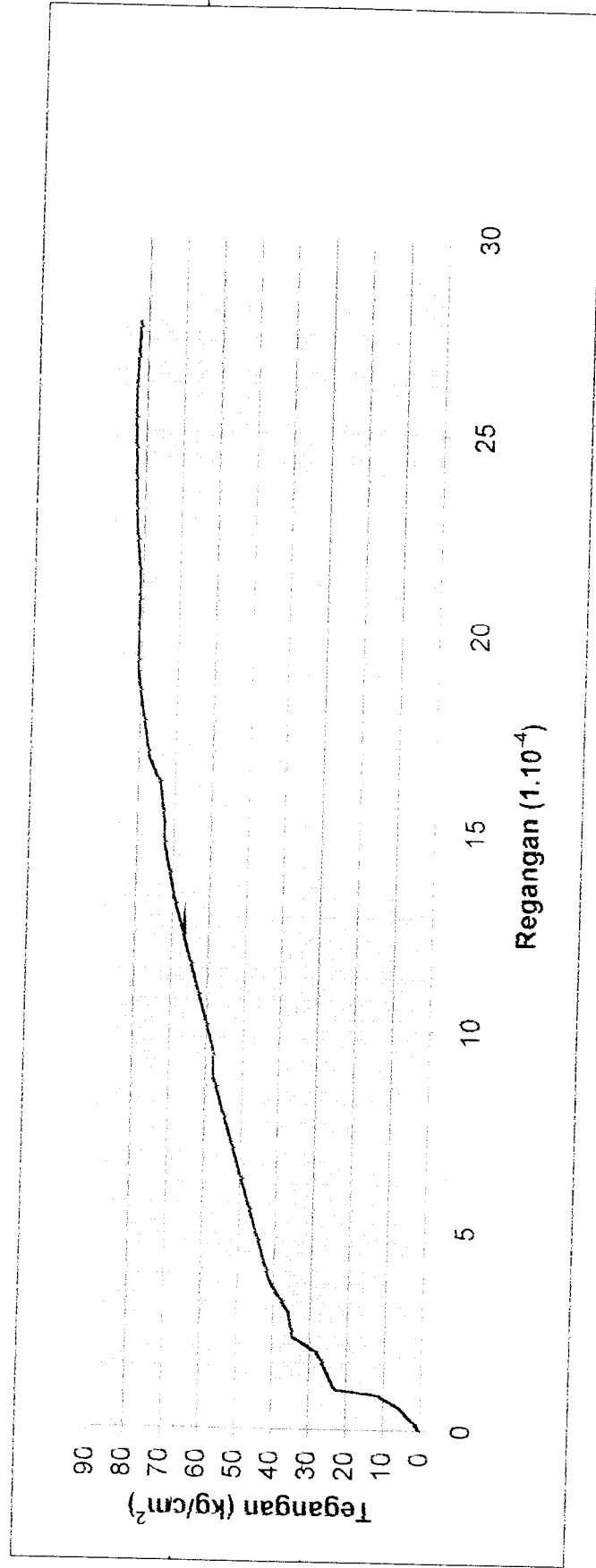
Grafik Tegangan Regangan beton A5



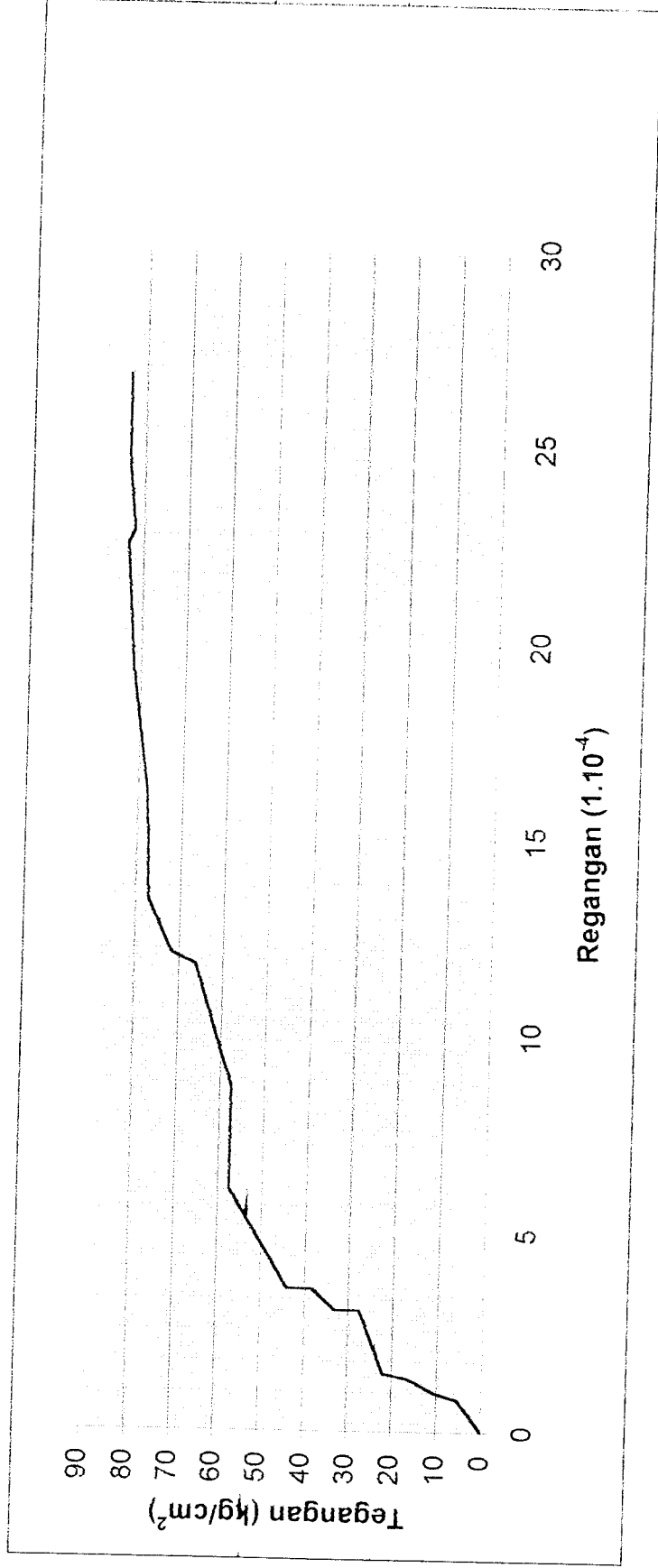
Grafik Tegangan Regangan beton B1



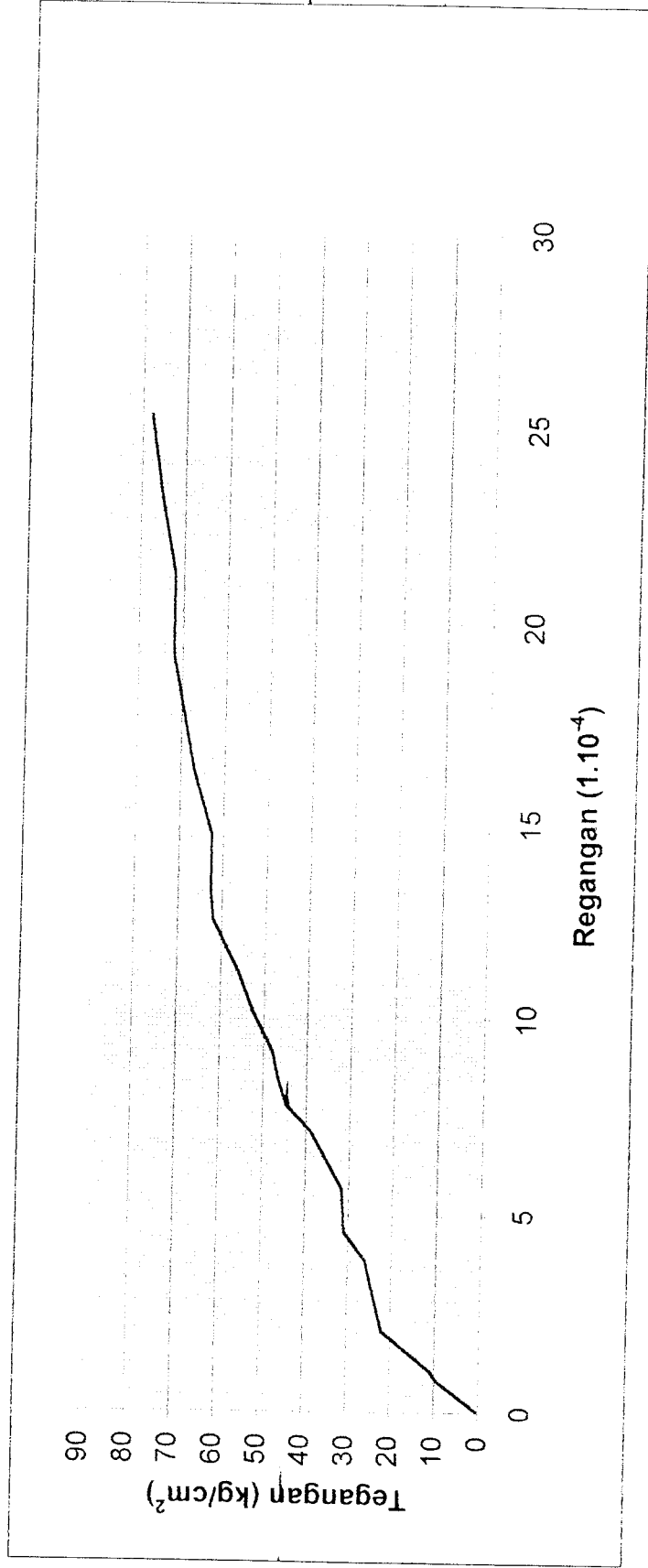
Grafik Tegangan Regangan beton B2



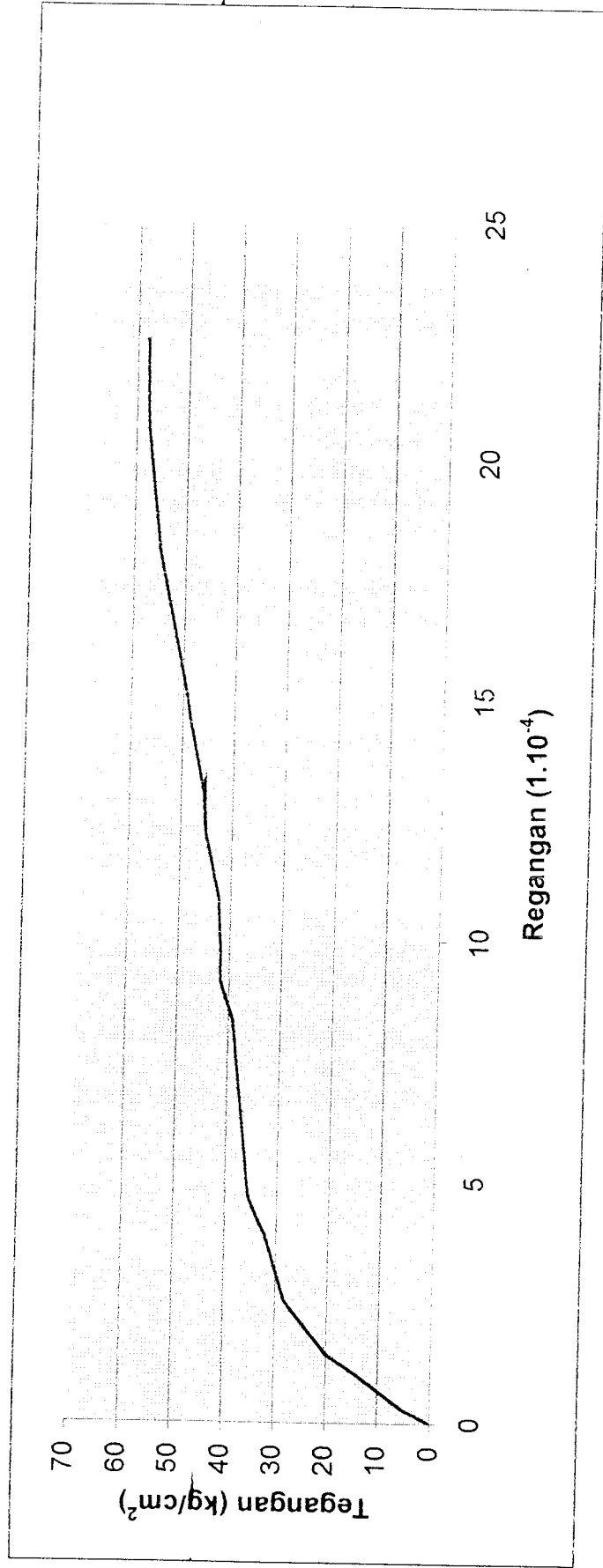
Grafik Tegangan Regangan beton B3



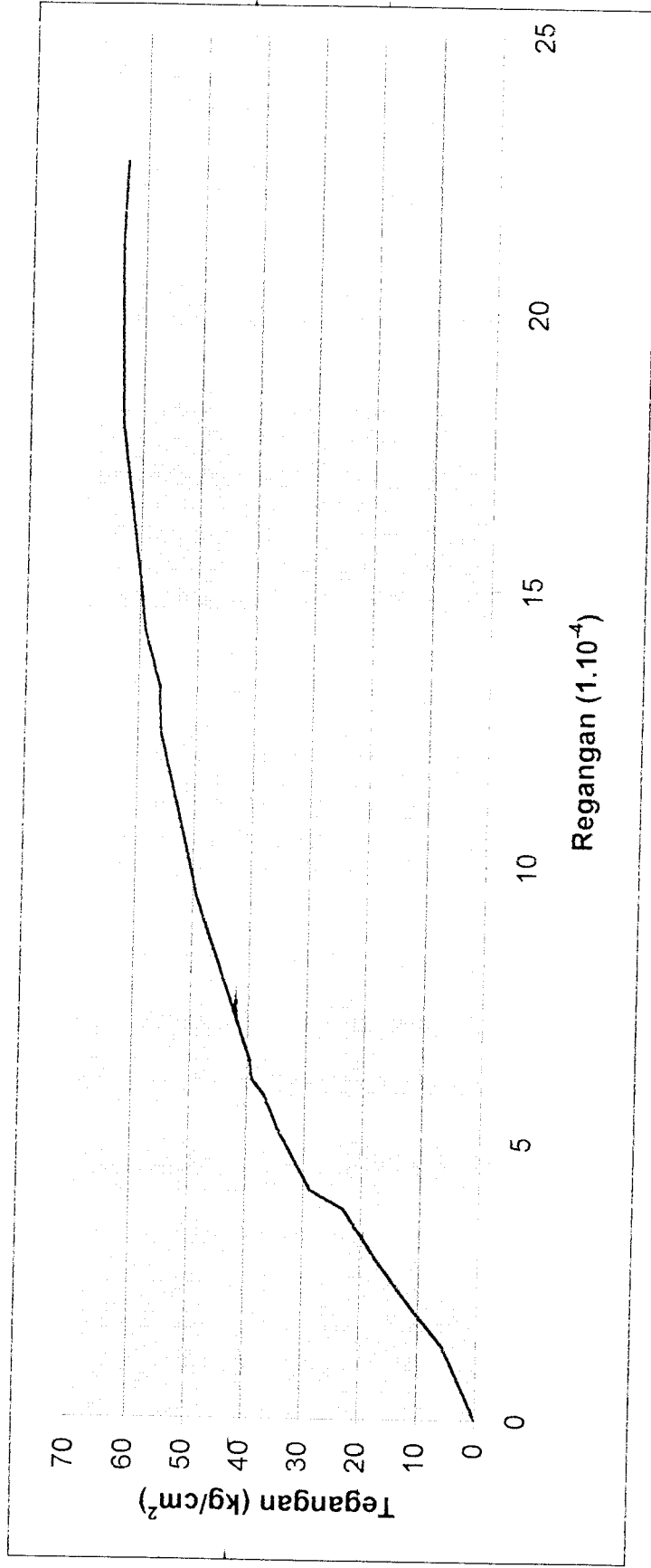
Grafik Tegangan Regangan beton B4



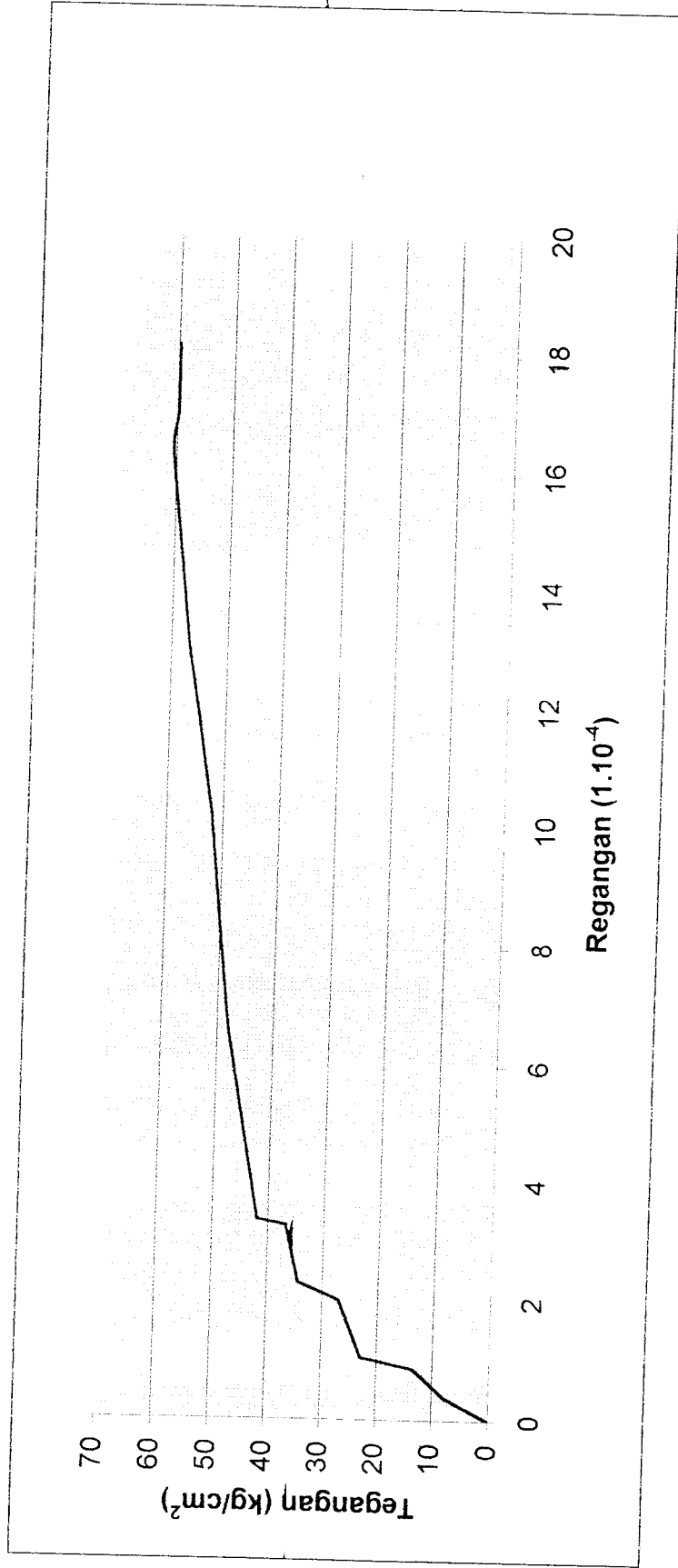
Grafik Tegangan Regangan beton B5



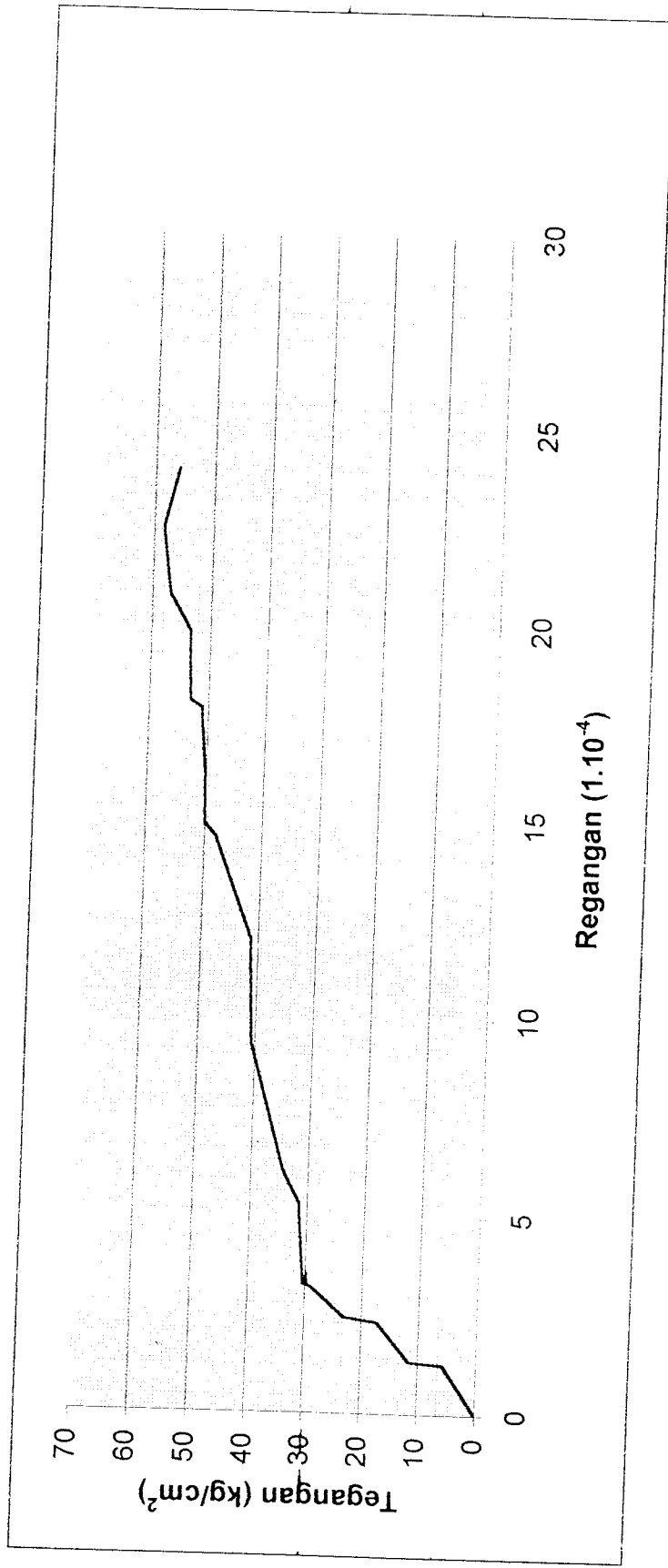
Grafik Tegangan Regangan Beton C1



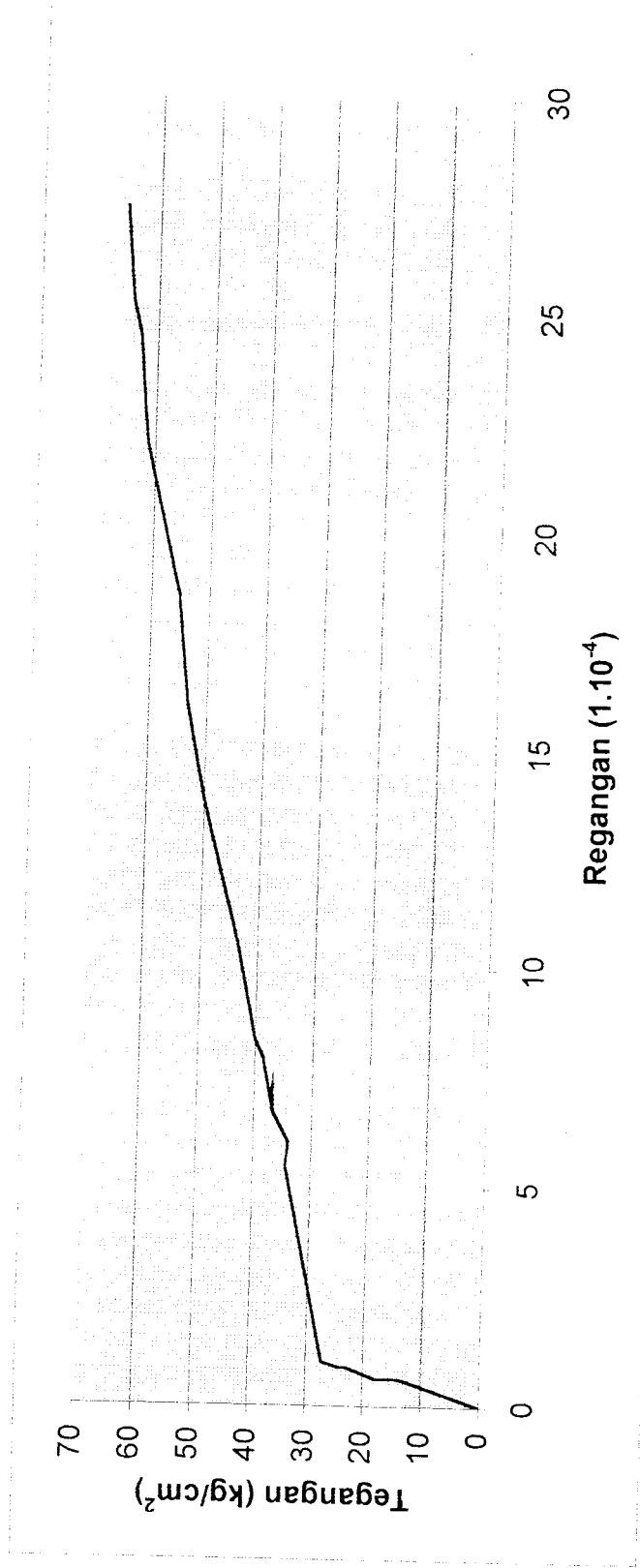
Grafik Tegangan Regangan Beton C2



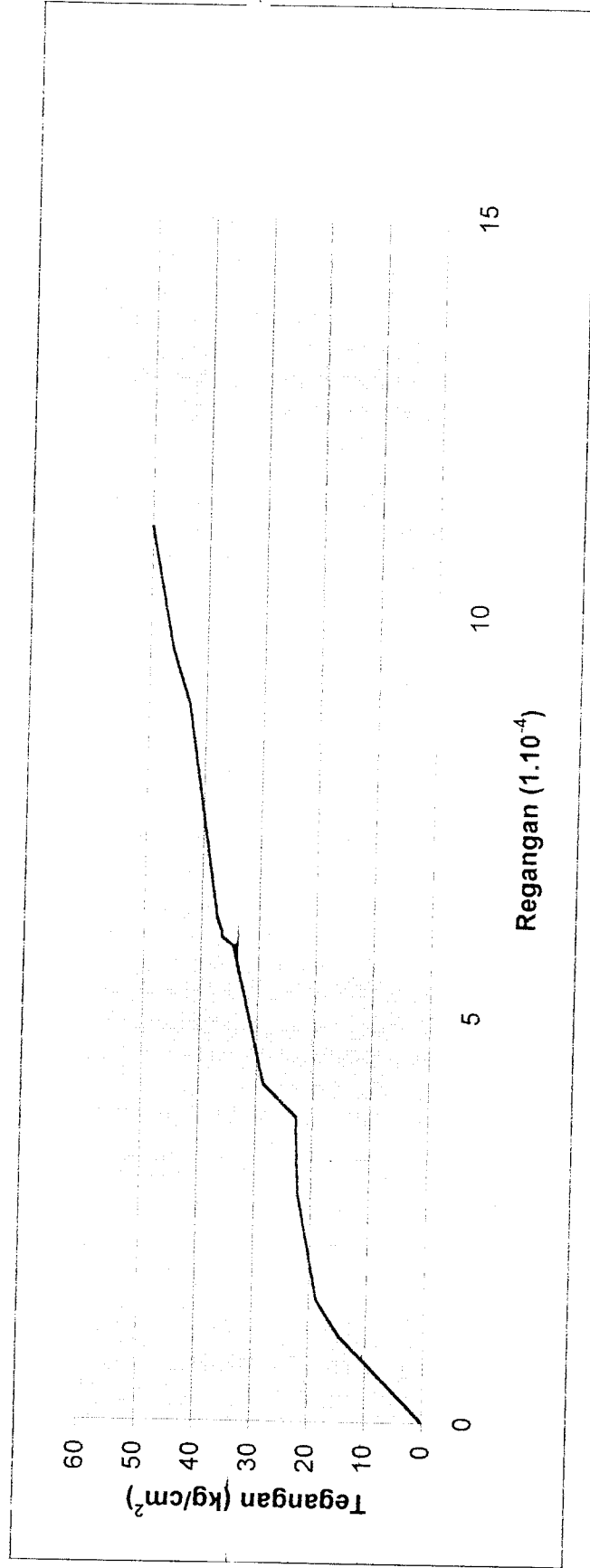
Grafik Tegangan Regangan Beton C3



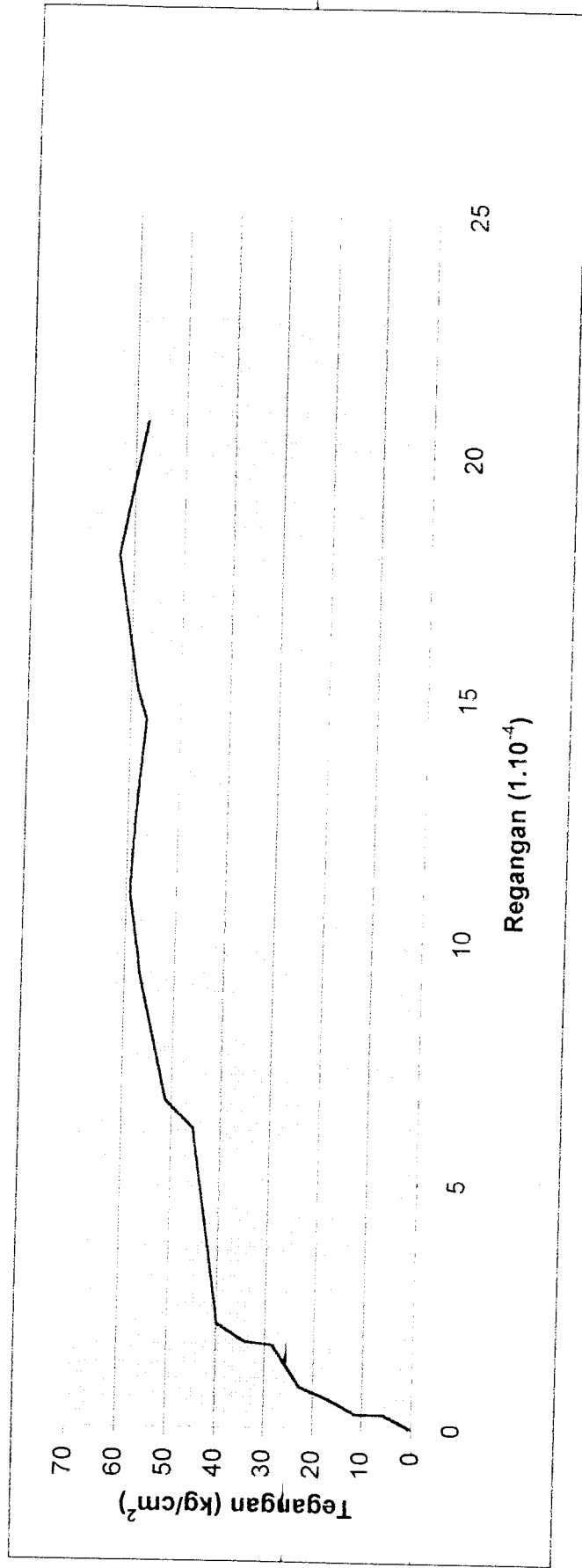
Grafik Tegangan Regangan Beton C4



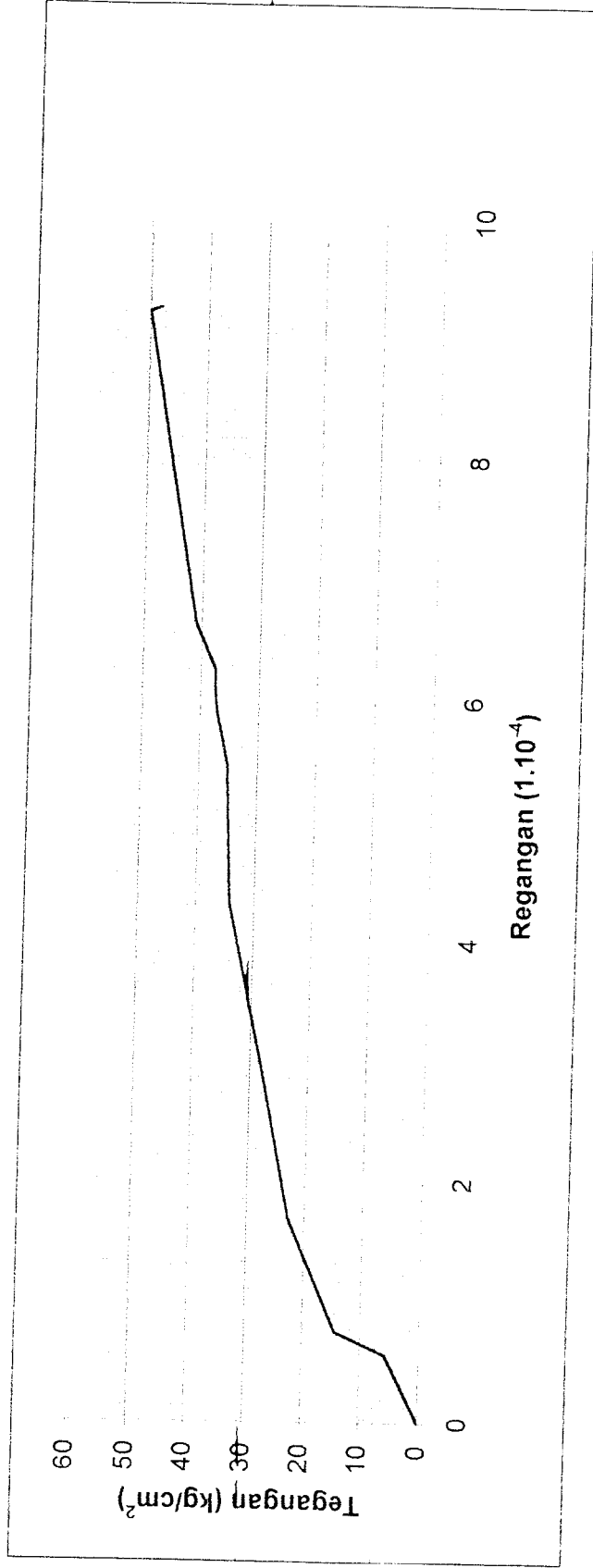
Grafik Tegangan Regangan beton C5



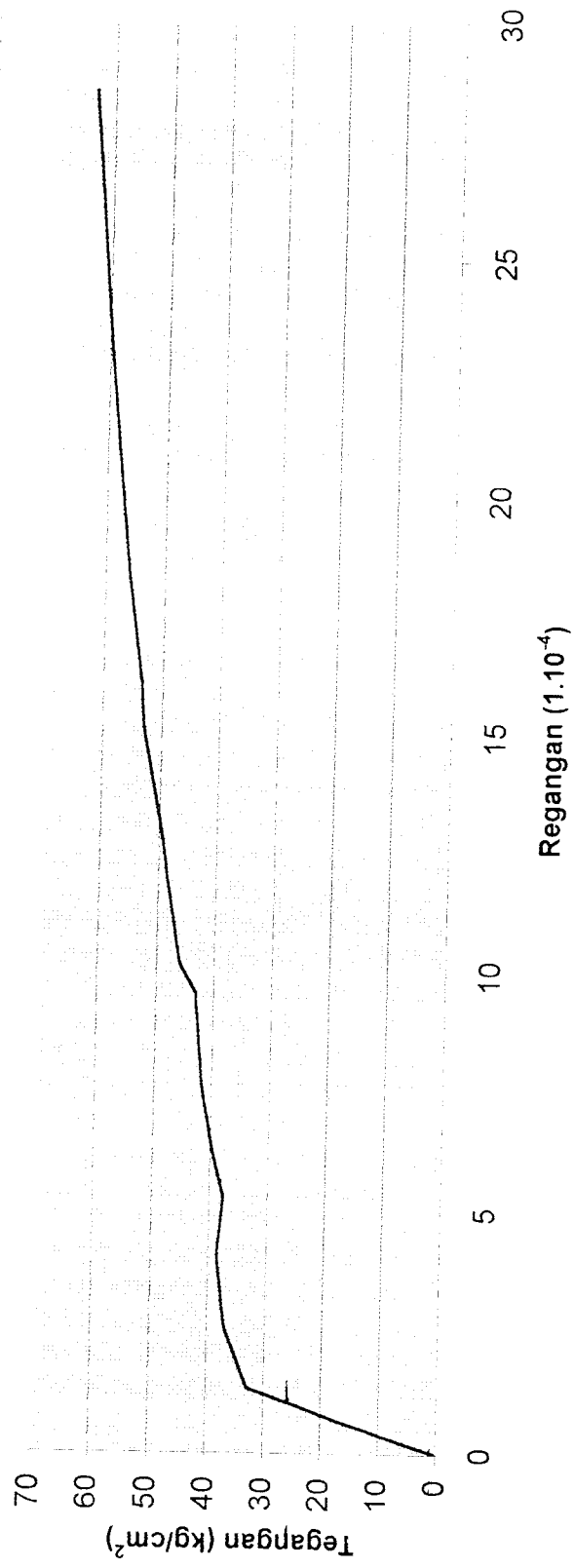
Grafik Tegangan Regangan beton D1



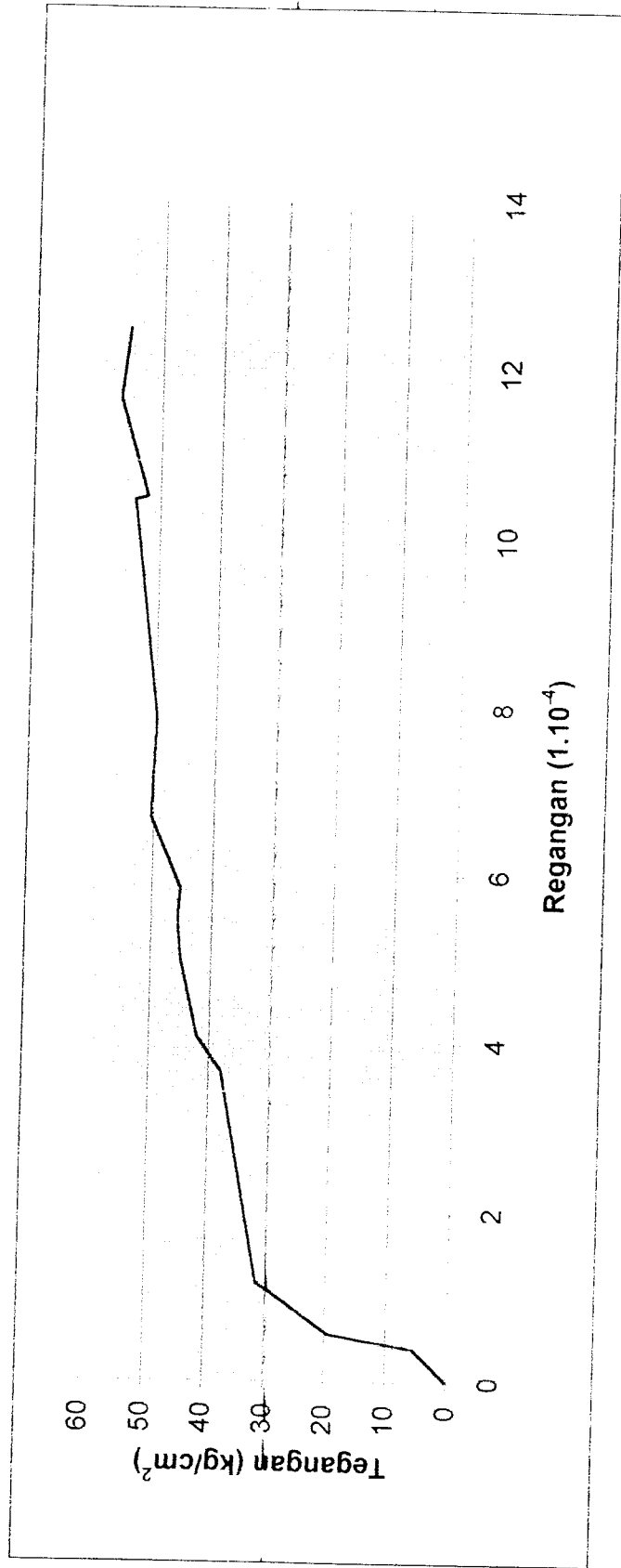
Grafik Tegangan Regangan beton D2



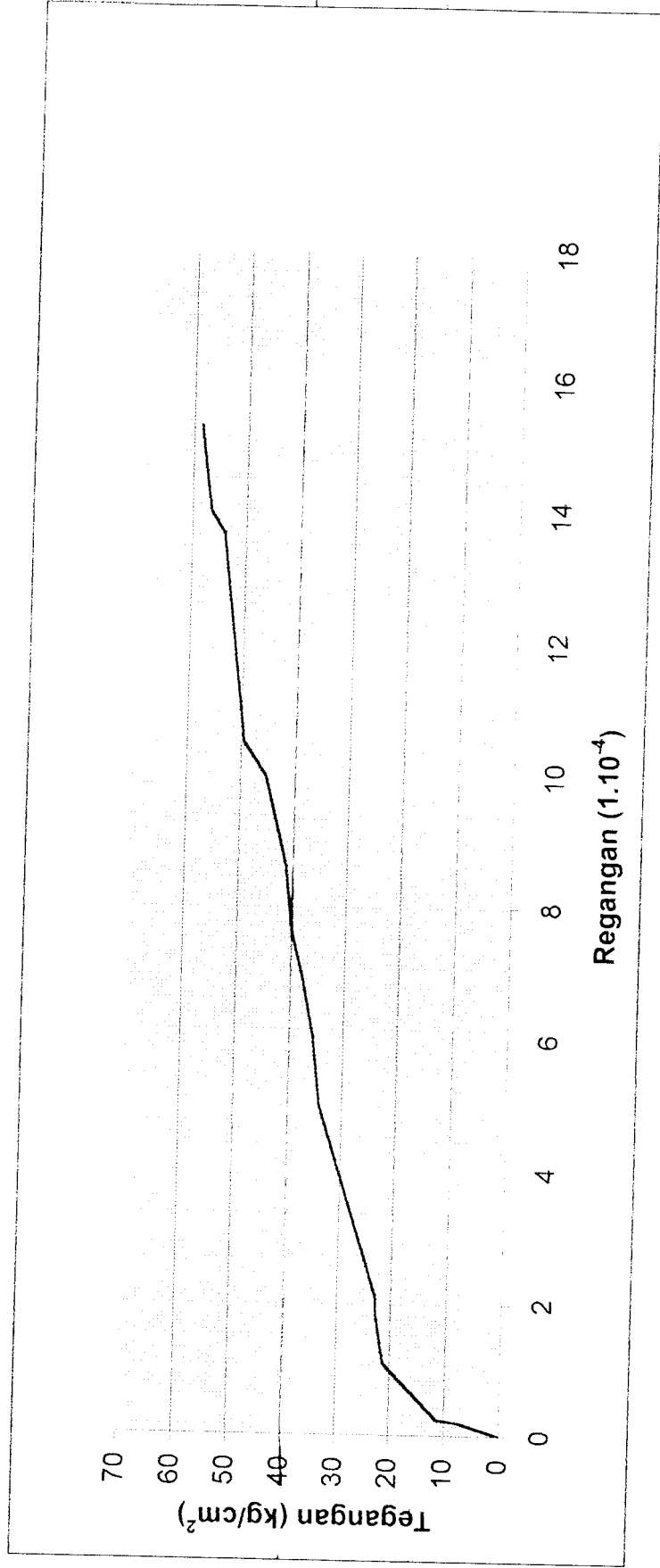
Grafik Tegangan Regangan beton D3



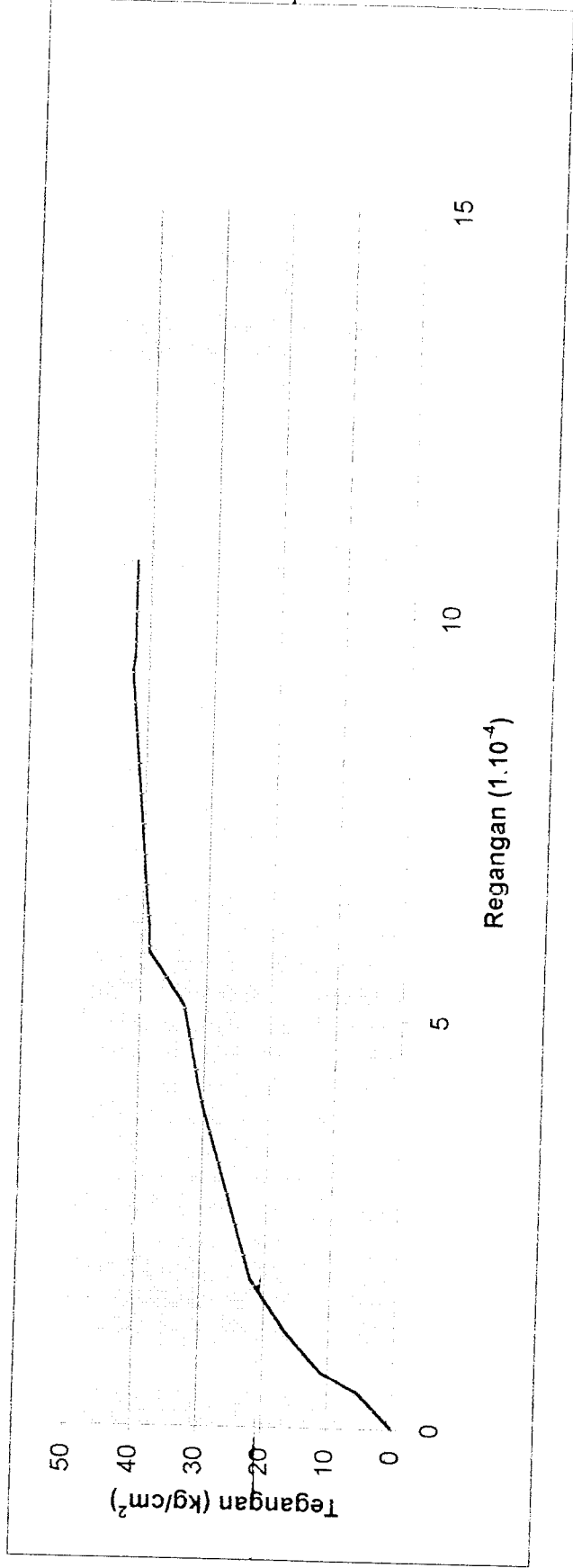
Grafik Tegangan Regangan beton D4



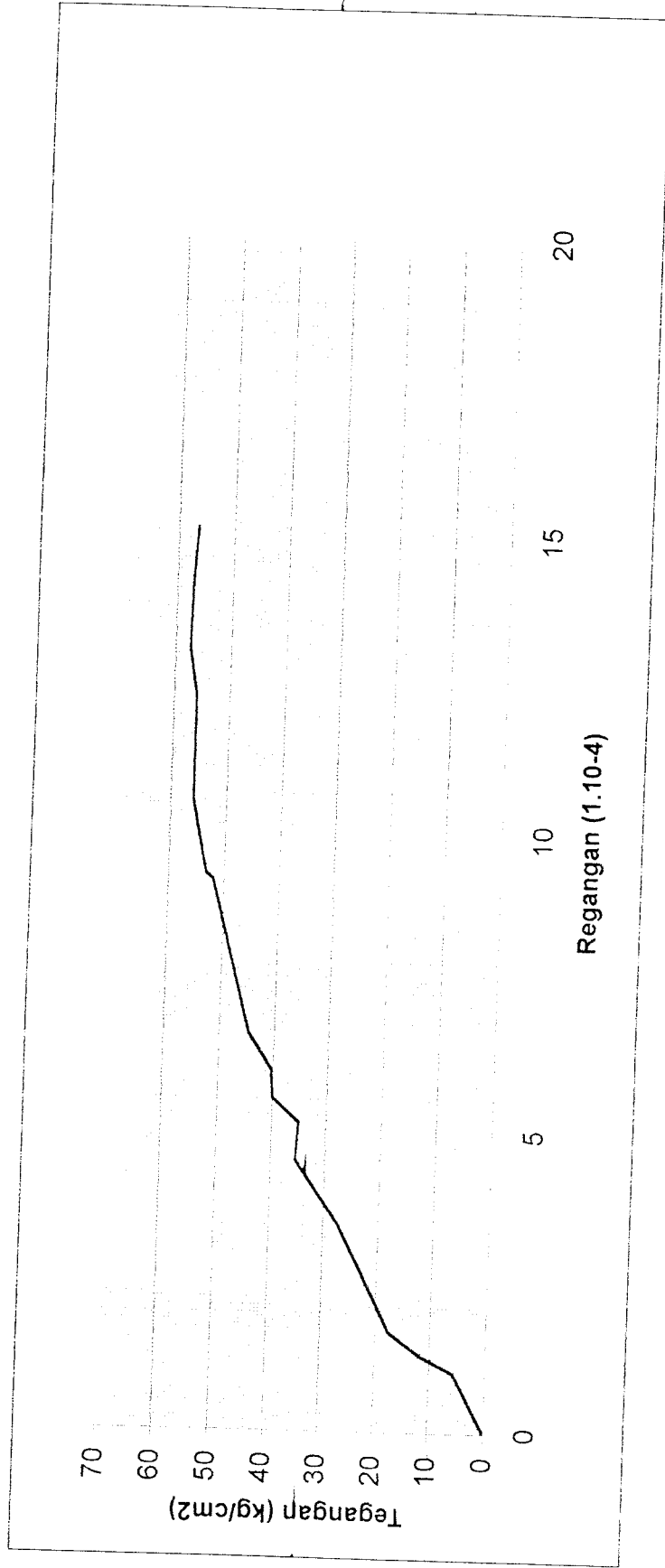
Grafik Tegangan Regangan beton D5



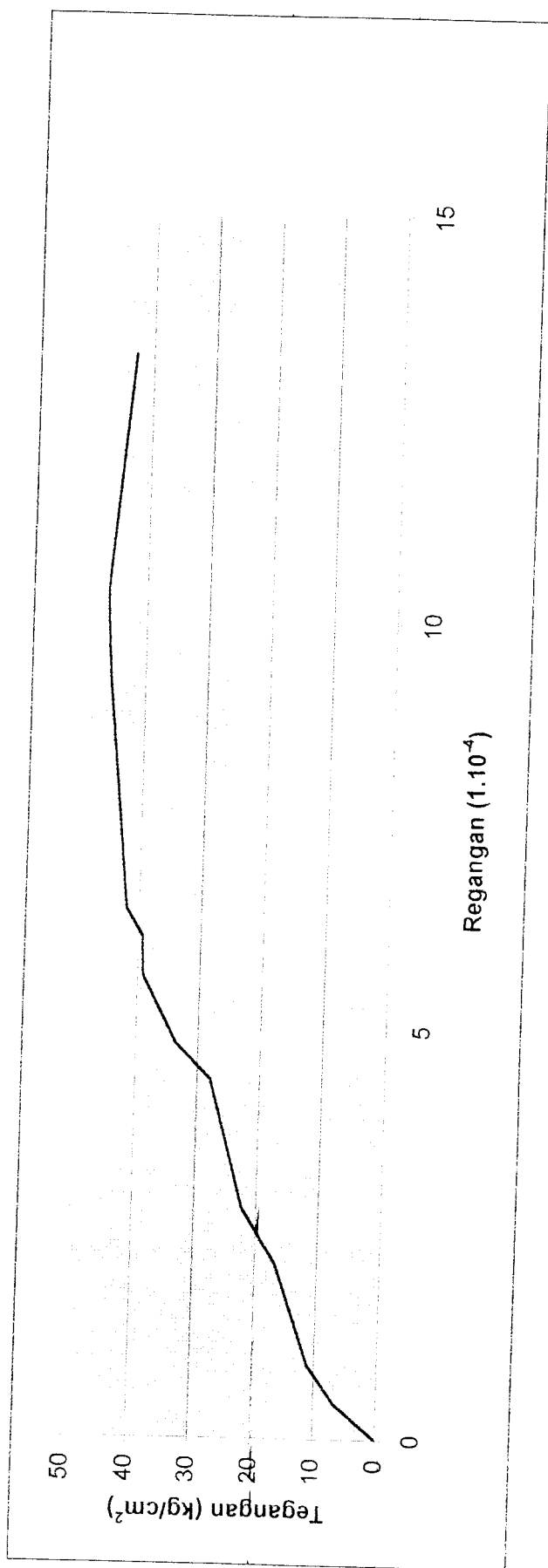
Grafik Tegangan Regangan beton E1



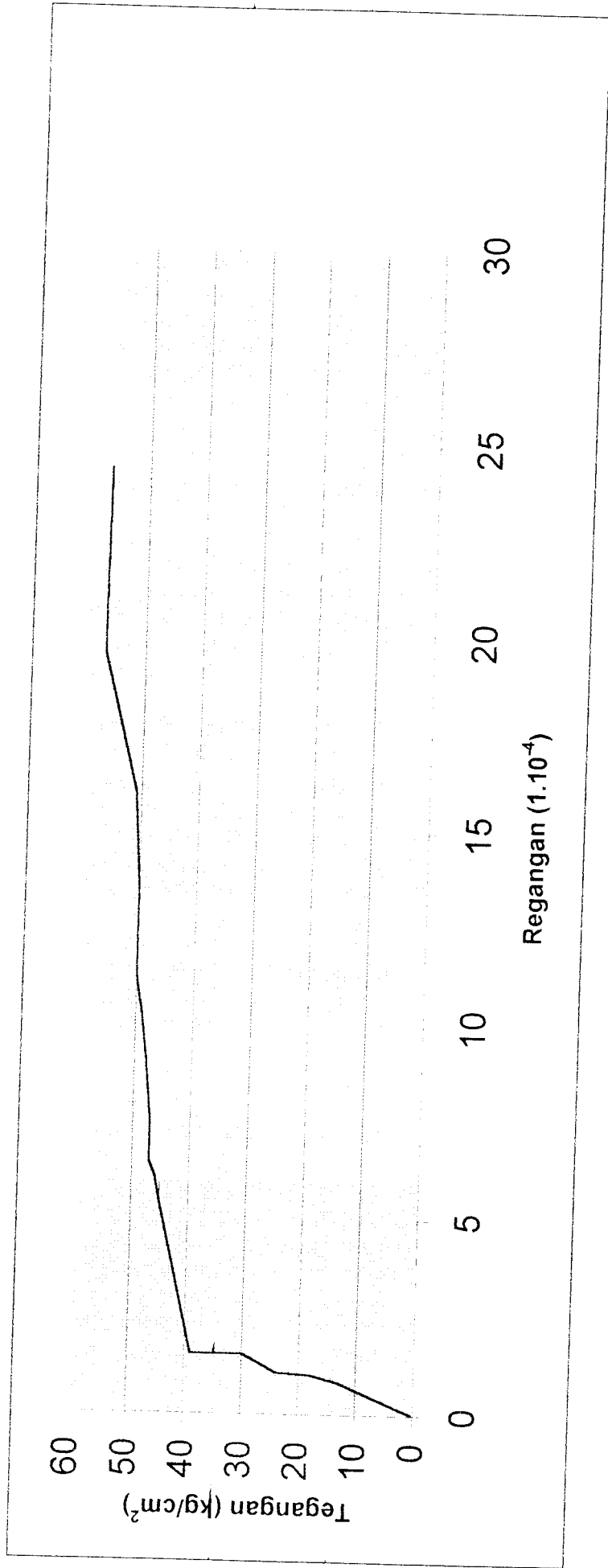
Grafik Tegangan Regangan beton E2



Grafik Tegangan Regangan beton E3



Grafik Tegangan Regangan beton E4



Grafik Tegangan Regangan beton E5

LAMPIRAN E

Data Pemeriksaan Agregat



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

Jln. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274) 895707, 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta.

DATA PEMERIKSAAN
 BERAT JENIS AGREGAT HALUS

Jenis benda uji : Agregat Halus Di periksa oleh :
 Nama benda uji : Pasir 1. Risman N 97-162
 Asal : Sungai Boyong 2. Yoyo S 97-224
 Keperluan : Penelitian
Tugas Akhir Tanggal : 8-Februari - 2003

ALAT - ALAT

1. Gelas ukur kap 1000 ml
2. Timbangan ketelitian 0.01 gram
3. Piring, Sendok, Lap, dan lain-lain

	BENDA UJI I		BENDA UJI II	
	Berat agregat (W)	400	Gram	400
Volume air (V ₁)	500	Cc	500	Cc
Volume air + Agregat (V ₂)	650	Cc	665	Cc
Berat jenis (BJ) $\frac{W}{V_2 - V_1}$	$\frac{400}{650-500} = 2,67$		$\frac{400}{665-500} = 2,42$	
Berat jenis rata - rata	2,55			

Catatan :

Yogyakarta, 8-Februari - 2003

Mengetahui
LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UIN
 Laboratorium BKT FTSP UIN,
 Dams



DATA PEMERIKSAAN
BERAT JENIS AGREGAT KASAR

Jenis benda uji : Agregat Kasar Di periksa oleh :
 Nama benda uji : Pecahan genteng 1. Risman . N 97-162
 Asal : Goekan 2. Yoyo . S 97-224
 Keperluan : Penelitian
Tugas Akhir Tanggal : 8-februari - 2003

ALAT - ALAT

1. Gelas ukur kap 1000 ml
2. Timbangan ketelitian 0.01 gram
3. Piring , Sendok , Lap, dan lain-lain

	BENDA UJI I		BENDA UJI II	
		Gram		Gram
Berat agregat (W)	106,7	Gram	114,3	Gram
Volume air (V ₁)	500	Cc	500	Cc
Volume air + Agregat (V ₂)	550	Cc	560	Cc
Berat jenis (BJ)	$\frac{106,7}{550-500} = 2,13$		$\frac{114,3}{560-500} = 1,91$	
Berat jenis rata - rata	2,02			

Catatan :

Yogyakarta, 8 - februari - 2003

Mengetahui

LABORATORIUM Laboratorium BKT FTSP UII,
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
 FAKULTAS TEKNIK UII *[Signature]*

DATA PEMERIKSAAN
MODULUS HALUS BUTIR PASIR

Jenis benda uji : Agregat Halus Di periksa oleh :
 Nama benda uji : Pasir 1. Risman . N
 Asal : Sungai Boyong 2. Yoyo . S
 Keperluan : Penelitian
Tugas Akhir Tanggal : 8 Februari 2003

No	Saringan Ø lubang mm	Berat tertinggal gram		Berat tertinggal %		Berat kumulatif	
		I	II	I	II	I	II
1	40	0	0	0	0	0	0
2	20	0	0	0	0	0	0
3	10	0	0	0	0	0	0
4	4.75	2,85	4,22	0,19	0,283	0,19	0,283
5	2.36	108,70	117,60	7,257	7,895	7,447	8,158
6	1.18	333,01	298,77	22,233	20,008	29,680	28,166
7	0.600	468,10	505,21	31,252	37,837	60,932	61,999
8	0.300	352,83	339,77	23,556	22,754	84,488	84,753
9	0.150	192,22	186,45	12,833	12,486	97,321	97,239
10	Pan	40,13	41,22	2,679	2,760	-----	-----
		1497,84	1493,24	Jumlah		280,058	280,598

Jumlah rata - rata 280,328

$$\text{MODULUS HALUS BUTIR} = \frac{280,328}{100} \times 100\% = \boxed{2,803}$$

Yogyakarta, 8 Februari 2003

Mengetahui

LABORATORIUM Laboratorium BKT FTSP UII,
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII

[Signature]



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

Jln. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274) 895707, 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta.

DATA PEMERIKSAAN
MODULUS HALUS BUTIR KERIKIL

Jenis benda uji : Agregat Kasar Di periksa oleh :
 Nama benda uji : Pecahan genteng 1. Pisman . N 97 - 162
 Asal : Godean 2. Toyo . S 97 - 224
 Keperluan : Penelitian Tanggal : _____
Tugas Akhir

No	Saringan Ø lubang mm	Berat tertinggal gram		Berat tertinggal %		Berat kumulatif	
		I	II	I	II	I	II
1	40	0	0	0	0	0	0
2	20	0	0	0	0	0	0
3	10	920,25	918,25	61,425	61,231	61,425	61,231
4	4.75	530,70	537,70	35,797	35,829	96,822	97,060
5	2.36	40,22	38,72	2,685	2,582	99,507	99,642
6	1.18	0	0	0	0	99,507	99,642
7	0.600	0	0	0	0	99,507	99,642
8	0.300	0	0	0	0	99,507	99,642
9	0.150	0	0	0	0	99,507	99,642
10	Pan	7,65	5,370	0,511	0,004	-----	-----
		1498,170	1491,64	Jumlah		655,782	656,501

Jumlah rata - rata 656,142

...656,142...

MODULUS HALUS BUTIR = $\frac{\dots}{100} \times 100\% = \boxed{6,561}$

Yogyakarta, 8 Februari 2003

Mengetahui
 Laboratorium BKT FTSP UII

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII



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

Jln. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274) 895707, 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta.

DATA PEMERIKSAAN
 BERAT VOLUME AGREGAT KASAR " SSD "

Jenis benda uji : Agregat Kasar Di periksa oleh :
 Nama benda uji : Pecahan genteng 1. Risman N 97-162
 Asal : Gedean 2. Yoyo S 97-224
 Keperluan : Penelitian
Tugas Akhir Tanggal : 8 Februari 2003

ALAT - ALAT

1. Tabung silinder ($\varnothing 15 \times t 30$) cm
2. Timbangan kap. 20 kg
3. Tongkat penumbuk $\varnothing 16$ panjang 60 cm
4. Serok / sekop , lap dll.

	BENDA UJI I	BENDA UJI II
Berat tabung (W_1)	5,4 Kg	9,2 Kg
Berat tabung + Agregat (W_2)	10,9 Kg	15,0 Kg
Volume tabung $\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot t$	0,0053 m^3	0,0053 m^3
Berat volume $\frac{W_2 - W_1}{V}$	1,0377 t/m^3	1,0943 t/m^3
Berat volume rata-rata	1,066 t/m^3	

Yogyakarta, 8 Februari 2003

Mengetahui

Laboratorium BKT FTSP UII,

LABORATORIUM
 BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
 FAKULTAS TEKNIK UII



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

Jln. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274) 895707, 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta.

DATA PEMERIKSAAN
 BERAT VOLUME AGREGAT HALUS " SSD "

Jenis benda uji : Agregat Halus
 Nama benda uji : Pasir
 Asai : Surgai Bayang
 Keperluan : Penelitian
 Tugas Akhir

Di periksa oleh :
 1. Risman - N 97-162
 2. Yaya S 97-224

Tanggal : 8 Februari 2003

ALAT - ALAT

1. Tabung silinder (\varnothing 15 x t 30) cm
2. Timbangan kap. 20 kg
3. Tongkat penumbuk \varnothing 16 panjang 60 cm
4. Serok / sekop , lap dll.

	BENDA UJI I	BENDA UJI II
Berat tabung (W_1)	5,4 Kg	9,2 Kg
Berat tabung + Agregat (W_2)	13,8 Kg	17,6 Kg
Volume tabung $\frac{1}{4} \pi \cdot d^2 \cdot t$	0,0053 m^3	0,0053 m^3
$W_2 - W_1$	$13,8 - 5,4 = 8,4$	$17,6 - 9,2 = 8,4$
Berat volume $\frac{W_2 - W_1}{V}$	$\frac{8,4}{0,0053} = 1584,91$ $= 1,5849 t/m^3$	$\frac{8,4}{0,0053} = 1584,91$ $= 1,5849 t/m^3$
Berat volume rata-rata	1,5849 t/m^3	

Yogyakarta, 8 Februari 2003

Mengetahui

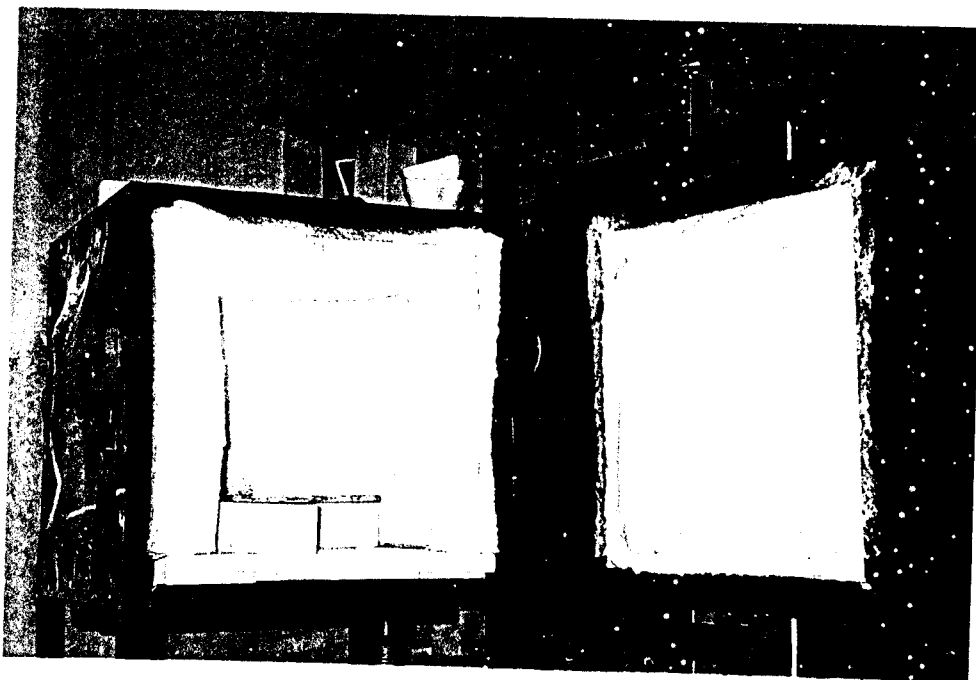
Laboratorium BKT FTSP UII,

LABORATORIUM
 BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
 FAKULTAS TEKNIK UII

[Signature]

LAMPIRAN F

Dokumentasi



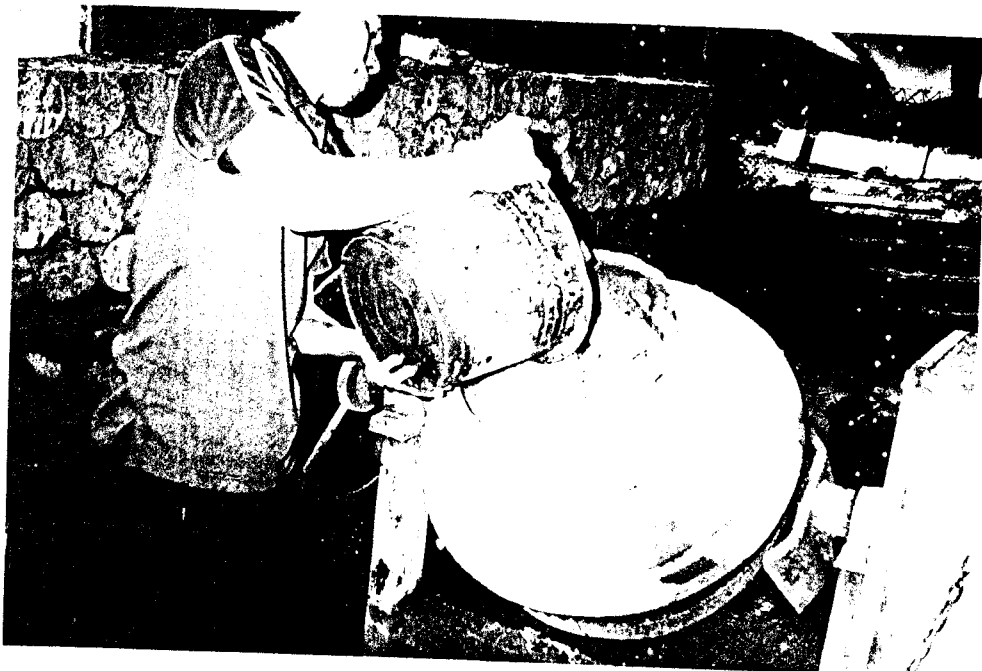
Tungku Pembakaran Abu Ampas Tebu



Penyaringan Abu Ampas Tebu



Persiapan Bahan



Pembuatan Sampel



Pengujian Nilai Slump



Perendaman Sampel