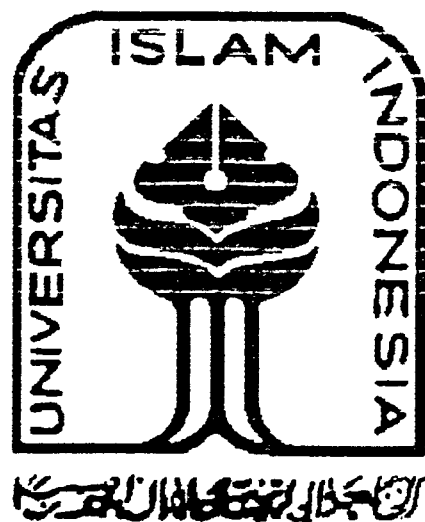


**TUGAS AKHIR**  
**KEKUATAN DESAK KOLOM KOMPOSIT**  
**BAJA SILINDER DENGAN BETON SERAT**  
**SETELAH DIBAKAR**



Oleh :

Nama : Heru Anggoro Adi  
No. Mhs. : 92 310 151  
Nirm : 920051013114120151

Nama : Riza Sunanda  
No. Mhs. : 92 310 119  
Nirm : 920051013114120119

**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
**YOGYAKARTA**  
**1998**

**TUGAS AKHIR**  
**KEKUATAN DESAK KOLOM KOMPOSIT**  
**BAJA SILINDER DENGAN BETON SERAT**  
**SETELAH DIBAKAR**

Oleh :  
Nama : Heru Anggoro Adi  
No. Mhs. : 92 310 151  
Nirm : 920051013114120151

Nama : Riza Sunanda  
No. Mhs. : 92 310 119  
Nirm : 9200510131141201119

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Ir. M. Teguh, MSCE

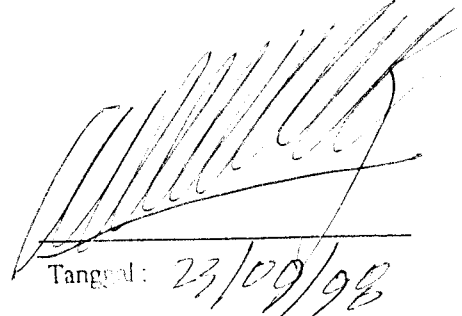
\_\_\_\_\_  
Dosen Pembimbing I



\_\_\_\_\_  
Tanggal : 23-09-1998

Ir. Kadir Abee, MS

\_\_\_\_\_  
Dosen Pembimbing II



\_\_\_\_\_  
Tanggal : 23/09/98

## PRAKATA

Assalammu'alaikum wr.wb.

Alhamdulillahirobbil'alamin, puji syukur kehadiran Allah SWT, atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan.

Tugas akhir ini disusun untuk melengkapi syarat memperoleh jenjang kesarjanaan Strata Satu (S1) pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Permasalahan yang diangkat dalam tugas akhir ini adalah Kekuatan Desak Kolom Komposit Baja Silinder dengan Beton Serat Setelah Dibakar.

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

Pada kesempatan ini diucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Ir.Widodo, PhD, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta,
2. Bapak Ir. H. Tadjuddin BMA, MS, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, FTSP,UII, Yogyakarta,
3. Bapak Ir. Moch.Teguh, MSCE, selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir,
4. Bapak Ir. A. Kadir Aboe, MS, selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir,

5. Semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Semoga Allah SWT membalas amal baiknya dan semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi kita semua. Amin.

Wassalaamu'alaikum wr.wb.

Yogyakarta, Juni 1998

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
PRAKATA.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
ABSTRAK.....	x
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Batasan Masalah.....	4
1.6 Metode Penelitian.....	5
1.7 Hipotesis.....	7
BAB II LANDASAN TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Tinjauan Pustaka.....	8
2.2 Landasan Teori.....	9

2.2.1 Beton Serat.....	9
2.2.2 Beton Komposit.....	10
2.2.3 Perencanaan Campuran Adukan Beton.....	11
2.2.4 Kuat Desak Beton.....	16
BAB III PELAKSANAAN PENELITIAN.....	18
3.1 Tinjauan Umum.....	18
3.2 Persiapan Bahan dan Alat.....	18
3.2.1 Bahan.....	19
3.2.2 Alat-alat.....	20
3.3 Perhitungan.....	20
3.3.1 Perhitungan Baja Komposit.....	21
3.3.2 Perhitungan Campuran Beton.....	22
3.4 Pelaksanaan Penelitian.....	25
3.4.1 Pembuatan Benda Uji.....	26
3.4.2 Rawatan Benda Uji.....	27
3.4.3 Pembakaran Benda Uji.....	28
3.4.4 Pengujian Desak Benda Uji.....	28
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	29
4.1 Hasil Penelitian.....	29
4.1.1 Hasil Pengujian Kuat Desak Beton Silinder Standar.....	29

4.1.2 Hasil Pengujian Kuat Desak Baja.....	30
4.1.3 Hasil Pengujian Kuat Desak Beton Serat dan Tidak Serat.....	31
4.1.4 Hasil Pengujian Kuat Desak Beton Komposit Serat dan Tidak Serat.....	32
4.2 Pembahasan.....	33
4.2.1 Kekuatan Desak Baja.....	33
4.2.2 Kekuatan Desak Beton Serat dan Tidak Serat.....	33
4.2.3 Kekuatan Desak Komposit Serat dan Tidak Serat.....	34
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	36
5.1 Kesimpulan.....	36
5.2 Saran – saran.....	37

## DAFTAR TABEL

No	Nama Tabel	Hal
1.1	Sampel Baja Komposit.....	6
1.2	Sampel Beton.....	7
1.3	Sampel Pipa Baja.....	7
2.1	Kekuatan Rata-Rata Yang Diperlukan Jika Tidak Tersedia Data Untuk Mementukan Simpangan Baku.....	12
2.2	Hitungan FAS dan Kuat Tekan Silinder Pada Umur 28 Hari.....	13
2.3	Faktor Air Semen Maksimum.....	13
2.4	Nilai Slump.....	14
2.5	Ukuran Maksimum Agregat.....	14
2.6	Perkiraan Kebutuhan Air Berdasarkan Nilai Slump dan Ukuran Maksimum Agregat.....	14
2.7	Perkiraan Kebutuhan Agregat Kasar Per Meter Kubik Beton. Berdasarkan Ukuran Maksimum Agregat dan Nilai Modulus Halus Pasir .....	15
4.1	Kuat Desak Beton Silinder Standar.....	29
4.2	Kuat Desak Baja.....	31
4.3	Kuat Desak Beton.....	31
4.4	Kuat Desak Beton Serat.....	31
4.5	Kuat Desak Beton Komposit.....	32
4.6	Kuat Desak Beton Komposit Serat.....	33



## DAFTAR LAMPIRAN

No	Nama Lampiran
1	Analisa Regresi Kuat Desak Baja Silinder
2	Analisa Regresi Kuat Desak Beton Silinder
3	Analisa Regresi Kuat Desak Beton Serat Silinder
4	Analisa Regresi Kuat Desak Komposit Silinder
5	Analisa Regresi Kuat Desak Komposit Serat Silinder
6	Analisa Bahan, Pasir
7	Analisa Bahan, Kerikil
8	Analisa Uji Data Statistik Baja
9	Analisa Uji Data Statistik Beton
10	Analisa Uji Data Statistik Beton Serat
11	Analisa Uji Data Statistik Komposit
12	Analisa Uji Data Statistik Komposit Serat

## ABSTRAK

Kebakaran yang terjadi pada suatu struktur beton akan menimbulkan retak-retak pada beton dan penurunan kekuatan beton di dalam menahan beban. Kemungkinan yang terjadi pada struktur tersebut yaitu : struktur tersebut masih mampu menahan beban yang ada seperti pada disain awal, struktur tersebut dialihfungsikan sesuai dengan beban yang mampu ditahannya atau struktur tersebut perlu direnovasi. Penambahan serat diharapkan dapat memperbaiki sifat beton untuk mengurangi terjadinya retak-retak pada beton. Untuk melindungi beton dari temperatur tinggi akibat kebakaran digunakan pembungkus berupa baja silinder. Pada penelitian ini ditambahkan serat sebanyak 2 % dari berat semen. Serat yang digunakan berupa serat kawat ikat dengan diameter 1 mm, panjang 60 mm dan kedua ujungnya dibengkokkan. Untuk pelindung beton digunakan pipa baja selinder dengan diameter 4,46 in, tebal 0,09 in dan panjang 254 in. Benda uji dibakar dalam oven pada suhu  $100^{\circ}\text{C}$  dan  $500^{\circ}\text{C}$  selama 2 jam. Hasil dari penelitian menunjukkan kolom komposit berserat akan mengalami penurunan kuat desak pada suhu  $100^{\circ}\text{C}$  dan terjadi peningkatan kuat desak pada suhu  $500^{\circ}\text{C}$ . Dari penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa suhu  $500^{\circ}\text{C}$  pada saat kebakaran akan berpengaruh pada kekuatan desak kolom komposit berserat.

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pembangunan yang sedang dilaksanakan di Indonesia dewasa ini berlangsung dengan pesatnya. Hal ini disebabkan oleh beberapa hal yang antara lain disebabkan oleh pertumbuhan penduduk, pertumbuhan ekonomi, berkembangnya ilmu pengetahuan dan kebudayaan. Hal ini menuntut tersedianya sarana dan prasarana penunjang yang memadai, yang antara lain perumahan, perkantoran, bangunan industri, kampus, hotel, jalan, jembatan dan lain sebagainya. Dalam melaksanakan pembangunan tersebut memerlukan suatu bahan struktur yang kuat, murah dan efektif misalnya struktur beton, struktur baja atau jenis struktur lain yang memungkinkan.

Struktur beton adalah salah satu jenis struktur yang paling banyak digunakan. Adapun keunggulan struktur beton secara umum adalah sebagai berikut ini :

1. lebih mudah pengerjaannya karena dapat dilakukan di lokasi proyek atau lokasi pekerjaan,
2. bahan yang digunakan untuk membuat struktur beton bertulang juga relatif lebih murah,
3. tenaga yang dipakai untuk pengerjaan struktur beton bertulang juga lebih

mudah didapat, sehingga tidak memerlukan tenaga ahli yang banyak seperti pada pengerjaan struktur baja,

4. sangat fleksibel untuk dipakai pada berbagai macam struktur bangunan, baik untuk bangunan yang sederhana yang bertingkat rendah ataupun untuk bangunan tinggi yang bertingkat banyak.
5. mutu beton dapat direncanakan sesuai dengan mutu yang diinginkan.
6. salah satu keuntungan yang penting adalah masalah keawetan, yakni kemampuan beton untuk menahan pengaruh kimia, fisika, mekanis dan bakteri yang akan merusak struktur beton tersebut. Adapun contoh kerusakan beton yang disebabkan oleh pengaruh fisika adalah terjadinya kebakaran.

Kebakaran merupakan salah satu bencana yang tidak kita inginkan bersama. Untuk mencegah hal tersebut, maka setiap bangunan yang akan dibangun harus memenuhi persyaratan untuk mencegah atau menanggulangi bahaya kebakaran seperti harus tersedianya tangga darurat yang tahan api, pintu tahan api, alarm kebakaran dan lain-lain. Untuk beton bertulang sendiri sebagai bahan dari struktur tersebut harus direncanakan sesuai dengan peraturan yang berlaku seperti lama kebakaran yang masih diijinkan dan tebal dari penutup beton sesuai dengan lama kebakaran yang masih diijinkan.

Kebakaran yang terjadi pada suatu struktur beton akan menyebabkan perbedaan suhu yang besar pada struktur. Panas merambat dari permukaan beton yang terbakar ke dalam beton. Panas dan muai bagian dalam lebih kecil daripada bagian permukaan beton sehingga akan menyebabkan retak-retak pada beton. Timbulnya retak-retak ini dapat dikurangi dengan menambahkan serat pada

adukan beton. Temperatur tinggi akibat kebakaran yang akan mempengaruhi beton dapat dikurangi dengan membungkus baja. Dengan demikian, kemampuan beton untuk mendukung tegangan-tegangan aksial akan menjadi lebih besar.

Kerugian yang ditimbulkan oleh kebakaran ini tidak sedikit, baik itu kerugian materiil maupun kerugian finansial. Kebakaran yang terjadi kadang-kadang melebihi atau kurang dari waktu kebakaran yang sudah direncanakan untuk bangunan tersebut. Hal ini dapat menimbulkan keraguan dan rasa tidak aman bagi pemakai gedung tersebut setelah kebakaran, dan tentu saja bencana berikutnya berupa robohnya bangunan tersebut yang sama sekali tidak kita inginkan.

Kadang-kadang demi keamanan suatu struktur beton yang telah mengalami kebakaran yang sangat hebat atau melebihi dari waktu kebakaran yang telah direncanakan maka bangunan tersebut terpaksa harus dirobohkan, hal ini jelas sesuatu yang sangat merugikan dan merupakan suatu pemborosan. Alangkah sangat menguntungkan apabila kapasitas tampang terutama kuat desak beton dapat diketahui atau diprediksi berapa penurunannya.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Seberapa besar penurunan kuat desak beton yang terjadi berkaitan dengan lama pembakaran, pembungkus beton berupa baja dan penambahan serat ?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kekuatan desak kolom baja silinder komposit dengan beton serat setelah dibakar pada temperatur dan waktu

tertentu.

#### 1.4 Manfaat Penelitian

Dari penelitian yang telah kami lakukan diharapkan dapat diambil manfaatnya, antara lain dapat :

1. memprediksi penurunan kuat desak kolom silinder komposit apabila terjadi kebakaran pada struktur yang sesungguhnya,
2. dari hasil prediksi yang diperoleh pada butir 1 , apabila masih memungkinkan maka bangunan tersebut tidak perlu dirobohkan atau direnovasi total, tetapi cukup dialihfungsikan sesuai dengan kapasitasnya yang baru.

#### 1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah ini dibuat agar masalah yang akan diteliti lebih terarah.

Adapun batasan-batasan tersebut adalah :

1. diameter baja silinder yang dipakai berdiameter 4,46 in, dengan tebal 0,09 in, panjang 1 meter,
2. mutu beton K-210,
3. desain campuran beton dengan menggunakan metode ACI (*American Concrete Institute*),
4. serat bendrat yang dipergunakan berupa kawat baja dengan diameter 1 mm, panjang 60 mm dengan ujung-ujung yang dibengkokkan,
5. berat serat bendrat yang ditambahkan sebesar 2% dari berat semen,
6. pembakaran benda uji dilakukan pada suhu  $0^{\circ}\text{C}$ ,  $100^{\circ}\text{C}$  dan  $500^{\circ}\text{C}$

selama 2 jam,

7. pembakaran sampel dilakukan setelah mencapai umur 28 hari,
8. uji desak dilakukan setelah beton didinginkan secara alamiah yaitu 24 jam setelah pemanasan dilakukan,

### 1.6 Metode Penelitian

Metode penelitian yang akan dilakukan berupa serangkaian percobaan di laboratorium, meliputi:

1. desain campuran (*mix design*) beton, dengan menggunakan metode ACI (*American Concrete Institute*),
2. benda uji desak berupa baja komposit dengan panjang 1 m dibuat sebanyak tiga buah, untuk masing-masing sampel yang akan diuji sebagai berikut ;
  - a. Sampel A tanpa serat dan tanpa pembakaran ( $0^{\circ}$  C).
  - b. Sampel B dengan serat 2% tanpa pembakaran ( $0^{\circ}$  C).
  - c. Sampel C tanpa serat dan dibakar selama 2 jam pada suhu  $100^{\circ}$  C.
  - d. Sampel D dengan serat 2 %, dibakar selama 2 jam pada suhu  $100^{\circ}$  C.
  - e. Sampel E tanpa serat dan dibakar selama 2 jam pada suhu  $500^{\circ}$  C.
  - f. Sampel F dengan serat 2 % , dibakar selama 2 jam pada suhu  $500^{\circ}$  C.
3. benda uji desak berupa beton dengan panjang 1 m dibuat sebanyak tiga buah, untuk masing-masing sampel yang akan diuji sebagai berikut ;
  - a. Sampel G tanpa serat dan tanpa pembakaran ( $0^{\circ}$  C).
  - b. Sampel H dengan serat 2% tanpa pembakaran ( $0^{\circ}$  C).
  - c. Sampel I tanpa serat dan dibakar selama 2 jam pada suhu  $100^{\circ}$  C.

- d. Sampel J dengan serat 2 % dibakar selama 2 jam pada suhu 100<sup>0</sup> C.
  - e. Sampel K tanpa serat dan dibakar selama 2 jam pada suhu 500<sup>0</sup> C.
  - f. Sampel L dengan serat 2 % dibakar selama 2 jam pada suhu 500<sup>0</sup> C.
4. Benda uji desak pipa baja dengan panjang 1 m dibuat sebanyak tiga buah, untuk masing-masing sampel yang akan diuji sebagai berikut ;
- a. Sampel M dibakar pada suhu 0<sup>0</sup> C .
  - b. Sampel N dibakar selama 2 jam pada suhu 100<sup>0</sup> C.
  - c. Sampel O dibakar selama 2 jam pada suhu 500<sup>0</sup> C.

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat seperti pada tabel berikut ini

Tabel 1.1 Sampel baja komposit

Sampel Baja Komposit	A (3 buah)	B (3 buah)	C (3 buah)	D (3 buah)	E (3 buah)	F (3 buah)
Ø pipa baja	4,46 in	4,46 in	4,46 in	4,46 in	4,46 in	4,46 in
Mutu beton	20,9 Mpa	20,9 Mpa	20,9 Mpa	20,9 Mpa	20,9 Mpa	20,9 Mpa
Tebal pipa	0,09 in	0,09 in	0,09 in	0,09 in	0,09 in	0,09 in
Panjang	1 m	1 m	1 m	1 m	1 m	1 m
Mutu baja	30 Ksi	30 Ksi	30 Ksi	30 Ksi	30 Ksi	30 Ksi
Suhu	0 <sup>0</sup> C	0 <sup>0</sup> C	100 <sup>0</sup> C	100 <sup>0</sup> C	500 <sup>0</sup> C	500 <sup>0</sup> C
Volume serat	0 %	2 %	0 %	2 %	0 %	2 %



Tabel 1.2 Sampel beton

Sampel Beton	G (3 buah)	H (3 buah)	I (3 buah)	J (3 buah)	K (3 buah)	L (3 buah)
Ø beton	4,37 in	4,37 in	4,37 in	4,37 in	4,37 in	4,37 in
Panjang	1 m	1 m	1 m	1 m	1 m	1 m
Mutu beton	20,9 Mpa	20,9 Mpa	20,9 Mpa	20,9 Mpa	20,9 Mpa	20,9 Mpa
Suhu	0 <sup>0</sup> C	0 <sup>0</sup> C	100 <sup>0</sup> C	100 <sup>0</sup> C	500 <sup>0</sup> C	500 <sup>0</sup> C
Volume serat	0 %	2 %	0 %	2 %	0 %	2 %

Tabel 1.3 Sampel Pipa Baja

Sampel pipa baja	M (3 buah)	N (3 buah)	O (3 buah)
Ø pipa	4,46 in	4,46 in	4,46 in
Panjang	1 m	1 m	1 m
Suhu	0 <sup>0</sup> C	100 <sup>0</sup> C	500 <sup>0</sup> C

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

### DAN LANDASAN TEORI

#### 2.1 Tinjauan Pustaka

Carlos Castillo dan A.J. Durrani (1990). dalam penelitiannya menyimpulkan bahwa pemanasan pada temperatur  $100^{\circ}\text{C}$  sampai  $300^{\circ}\text{C}$  menyebabkan kuat tekan beton berkurang sekitar 15 sampai 20 persen. Pemanasan antara suhu  $300^{\circ}\text{C}$  sampai  $500^{\circ}\text{C}$  akan menyebabkan kekuatan beton naik sekitar 8 sampai 13 persen. Pemanasan diatas  $500^{\circ}\text{C}$  menyebabkan kekuatan beton akan turun kembali sekitar 30 persen.

Penelitian oleh Jean francois Trottier, Dudley R. Morgan dan Dean Forgeron(1995). penggunaan serat yang ujungnya dibengkokkan atau yang biasa disebut dengan serat berkait menghasilkan kuat tekan yang lebih tinggi dibanding dengan serat lurus.

Suhendro (1991), penambahan serat kawat baja pada campuran beton akan memberikan penambahan daktilitas yang terbesar diikuti dengan serat kawat bendrat dan kawat biasa.

Suhendro (1991) , memperkenalkan konsep beton fiber dengan menggunakan bahan berupa potongan kawat bendrat (yang biasanya digunakan

untuk mengikat baja tulangan) dan berdiameter 1mm, panjang 60 mm.

G. Spadea and f. Bencardino (1997), penambahan serat pada adukan beton dengan volume fiber ( $V_f$ ) = 1 -2 % dari volume adukan akan meningkatkan kuat lentur sebesar 20 - 25 %.

Wei Ming Lin, T. D. Lin, and L. J. Powers Couche (1996), pemanasan pada beton diatas suhu  $500^{\circ}C$  akan menimbulkan retak pada pasta semen dan agregat yang akan mengurangi kekuatan beton.

## 2.2 Landasan teori

### 2.2.1 Beton Serat

Beton serat adalah beton yang terbuat dari campuran semen, agregat halus, agregat kasar, air, dan sejumlah serat (ACI Committee 544 ). Inti dari beton serat adalah penambahan serat yang disebar merata untuk mencegah retak-retak kecil pada beton dan meningkatkan kemampuan kuat desak beton.

Dengan mengamsusikan bahwa bahan saling melekat sempurna dan letak serat segaris, maka persamaannya dapat ditulis sebagai berikut :

$$\sigma_c = \sigma_f V_m + \sigma_m (1 - V_f) \dots\dots\dots (2.1)$$

dengan  $\sigma_c$  : kuat komposit saat retak pertama

$\sigma_f$  : tegangan tarik serat saat beton hancur

$\sigma_m$  : kuat tarik beton

$V_f$  : persentase volume serat

Apabila lekatan serat dengan pasta semen lebih kecil dari kuat tarik serat, maka kuat lentur beton serat ditentukan oleh kuat lekat serat. Pada keadaan

tersebut kuat tarik serat diganti dengan persamaan dibawah ini:

$$\sigma_f = 2 \gamma \frac{l_f}{d_f} \dots\dots\dots (2.2)$$

dengan  $\gamma$  : kuat lekat

$l_f$  : panjang serat

$d_f$  : diameter serat

Penambahan bahan serat dapat menyebabkan penurunan kelecakan secara cepat sejalan dengan pertambahan kosentrasi serat dan aspek rasio serat ( nilai banding panjang dan diameter ). Batas maksimal aspek rasio serat yang masih memungkinkan pengadukan secara mudah yaitu  $l_f/d_f < 100$ .

Agar pencampuran serat dapat tersebar secara merata dapat dilakukan dengan memperkecil ukuran agregat. ACI Commite 544 menyarankan agregat maksimum yang digunakan pada beton berserta yaitu 3/4" (19 mm).

### 2.2.2 Beton Komposit

Beton komposit adalah suatu struktur yang terdiri dari baja dan beton yang keduanya berkerja bersama-sama untuk menahan beban (AISC).

Syarat-syarat yang harus dipenuhi untuk kolom komposit (AISC LRFD) adalah sebagai berikut :

1. luas dari baja ( $A_s$ ) > 4 % dari luas seluruhnya.
2. kekuatan beton berkisar antara  $3 < f'c < 8$  ksi.
3. nilai kekuatan baja  $F_y < 55$  ksi,
4. tebal pipa meggunakan rumus

$$t = D \sqrt{\frac{fy}{8 \times Es}} \dots\dots\dots (2.3)$$

dengan,  $t$  = tebal pipa

$D$  = diameter luar pipa

$fy$  = kuat baja

$Es$  = modulus elastisitas baja (29000)

Untuk menentukan beban maksimum digunakan rumus berikut :

$$OPn = 0.85 \times As \times Fer \dots\dots\dots (2.4)$$

dengan  $Fer = e^{-0.419\lambda c} \times Fmy$  Untuk  $\lambda c < 1.5$

$Fer = 0.877 \lambda c^2 \times Fmy$  Untuk  $\lambda c > 1.5$

$As$  = luas baja

$$\lambda c = \frac{K \times l}{r_m \times \pi} \sqrt{\frac{Fmy}{Em}} \dots\dots\dots (2.5)$$

$$r_m = 1.4 \times \sqrt{(d^2 + d_1^2)} > 0.3 D$$

$$Fmy = Fy + 0.85 f'c \times Ac/As$$

$$Em = E + 0.4 Ec \times Ac/As$$

$$Ec = 145^{1.5} \times f'c$$

$$As = \pi/4 (d^2 - d_1^2)$$

$$Ac = \pi/4 \times d_1^2$$

### 2.2.3 Perencanaan Campuran Adukan Beton

Perhitungan rencana adukan beton yang digunakan adalah perencanaan

menurut *American Concrete Institute* (ACI). ACI menyarankan suatu cara perencanaan campuran yang memperhatikan nilai ekonomis, kemudahan pengerjaan, keawetan, serta kekuatan yang diinginkan .

Urutan langkah perancangan dengan cara *American Concrete Institute* (ACI) adalah sebagai berikut :

1. menghitung kuat desak rata-rata berdasarkan kuat desak diisyaratkan dan nilai margin yang tergantung tingkat pengawasan mutunya. Kuat desak rata-rata dihitung dari kuat desak yang diisyaratkan ditambah margin.

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

$$\text{dengan } m = k \cdot sd$$

Tabel 2.1 Kekuatan rata-rata yang diperlukan jika tidak tersedia data untuk menentukan simpangan baku

volume pekerjaan (m <sup>3</sup> )		mutu pelaksanaan		
		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

2. menetapkan faktor air semen berdasarkan kuat tekan rata - rata pada umur yang dikehendaki (lihat tabel 2.2) dan keawetannya (berdasarkan jenis struktur dan kondisi lingkungan lihat tabel 2.3 ). Dari dua hasil tersebut dipilih yang paling rendah.

Tabel 2.2 Hubungan faktor air semen dan kuat tekan silinder pada umur 28 hari

Faktor Air Semen	Perkiraan Kuat Tekan (MPa)
0,35	42
0,44	35
0,53	28
0,62	22,4
0,71	17,5
0,80	14

Tabel 2.3 Faktor air semen maksimum

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

3. menentukan nilai slump dan ukuran maksimum agregat berdasarkan jenis strukturnya (lihat tabel 2.4 dan 2.5).

Tabel 2.4 Nilai slump (cm)

Pemakaian beton	maks	min
• Dinding, plat pondasi dan pondasi telapak bertulang	12,50	5,00
• Pondasi telapak tidak bertulang, kaison, dan struktur dibawah tanah	9,00	2,50
• Plat, balok, kolom dan dinding	15,00	7,50
• Pengerasan jalan	7,50	5,00
• Pembetonan masal.	7,50	2,50

Tabel 2.5 Ukuran maksimum agregat (mm)

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

4. menentukan jumlah air yang diperlukan, berdasarkan ukuran maksimum agregat dan nilai slump (lihat tabel 2.6),

Tabel 2.6 Perkiraan kebutuhan air berdasarkan nilai slump dan ukuran maksimum agregat, liter

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



5. menghitung semen yang dibutuhkan, berdasarkan hasil langkah (2) dan (4) sebelumnya.
6. menetapkan volume agregat kasar yang diperlukan per satuan volume beton berdasarkan ukuran maksimum agregat dan nilai modulus kehalusan agregat halusnya (lihat tabel 2.7),

Tabel 2.7 Perkiraan kebutuhan agregat kasar per meter kubik beton, berdasarkan ukuran maksimum agregat dan nilai modulus halus pasir

Ukuran maksimum agregat (mm)	Modulus halus butir pasir			
	2.40	2.60	2.80	3.00
10	0,46	0,44	0,42	0,40
20	0,65	0,63	0,61	0,59
40	0,76	0,74	0,72	0,70
80	0,84	0,82	0,80	0,78
150	0,90	0,88	0,86	0,84

7. menghitung volume agregat halus yang diperlukan, berdasarkan jumlah volume air, semen, dan agregat kasar yang diperlukan serta udara yang terperangkap dalam adukan (dari tabel 2.7), dengan cara hitungan volume absolut dapat ditulis sebagai berikut :

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

$V_a$  = Volume air,

$V_k$  = Volume krikil,

$V_s$  = Volume semen,

$V_u$  = Volume udara.

### 2.2.4 Kuat Desak Beton

Kuat desak beton adalah kemampuan beton untuk menahan beban dibagi dengan luasan permukaan beton yang menerima beban tersebut. Untuk mendapatkan kuat desak dari masing-masing benda uji digunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Kuat desak} = \frac{P}{A} \dots\dots\dots (2.6)$$

$$f'c = \text{Kuat desak} \times kb \dots\dots\dots (2.7)$$

$$f'cr = \frac{\sum_{1}^N f_c}{N} \dots\dots\dots (2.8)$$

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum_{1}^N (f_c - f'cr)^2}{N - 1}} \dots\dots\dots (2.9)$$

$$m = k.Sd \dots\dots\dots (2.10)$$

$$f'c = f'cr - m \dots\dots\dots (2.11)$$

Keterangan :

P = beban maksimum (kn)

Dengan 1 kn = 101,9 kg

A = luas permukaan (cm<sup>2</sup>)

kb = konversi bentuk (0,83)

f'cr = Kuat desak beton rata-rata (MPa)

N = jumlah benda uji

Sd = standar deviasi (MPa)

$m$  = nilai margin (MPa)

$k$  = konstanta (1.64)

$f'c$  = kuat desak karakteristik beton (MPa)

## BAB III

### PELAKSANAAN PENELITIAN

#### 3.1. Tinjauan Umum

Penelitian yang akan dilakukan adalah penelitian di laboratorium yang akan mengambil studi kasus yang biasanya terjadi di lapangan pada suatu bangunan yang mengalami kebakaran.

Pembuatan sampel benda uji berupa silinder standar dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm dengan metode ACI sebagai alternatif dalam membuat *mix design*. Mutu beton yang dibuat adalah beton dengan tegangan karakteristik sebesar  $210 \text{ kg/cm}^2$  atau disebut juga beton K-210.

Pelaksanaan pembuatan beton K-210 dilaksanakan berdasarkan tahapan persiapan bahan dan alat, pemeriksaan bahan material, perhitungan campuran beton dan pembuatan benda uji. Langkah selanjutnya berupa rawatan benda uji, pembakaran benda uji serta pengujian kuat desak beton.

#### 3.2 Persiapan Bahan dan Alat

Bahan dan peralatan yang akan digunakan terlebih dahulu harus dipersiapkan agar dalam pelaksanaan dapat berjalan dengan lancar. Pembuatan benda uji dilakukan di laboratorium Bahan Konstruksi Teknik FTSP, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta. Sedang untuk pengujian kuat desak sebagian dilakukan di laboratorium PAU UGM dan sebagian lagi di laboratorium BKT

FTSP UII. Alat pemanas atau oven yang akan dipakai untuk membakar benda uji dilakukan di Unit Pelayanan Teknis (UPT) Kasongan.

### 3.2.1 Bahan

Bahan - bahan yang digunakan untuk penelitian ini antara lain ;

#### 1. Baja Silinder.

Baja yang digunakan dalam penelitian ini berdiameter 4,46 in dan tebal 0,09 in. Baja tersebut dibeli dari suatu toko di jalan Magelang, Yogyakarta, secara umum keadaan baja masih baru, warnanya hitam, dan pipa bajanya masih utuh dengan panjang 6 meter.

#### 2. Semen Portland.

Semen Portland yang digunakan adalah semen tipe I merk Gresik yang dibeli dari suatu toko di jalan Kaliurang, Yogyakarta. Kantong semen dalam keadaan tertutup rapat, belum terkena air dan isinya masih baik sehingga tidak ada bagian bagian semen yang menggumpal.

#### 3. Pasir dan Kerikil.

Pasir yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan pasir yang berasal dari sungai Progo. Kandungan lumpur dalam pasir tersebut relatif sedikit dan berwarna hitam. Kerikil yang digunakan berasal dari Clereng. Diameter maksimum butir agregat yang digunakan dalam penelitian ini adalah 20 mm.

#### 4. Serat Kawat-Ikat

Serat Serat yang digunakan memakai bahan lokal yang mudah didapat dan relatif murah berupa potongan kawat yang biasa digunakan untuk mengikat tulangan baja . Kawat berdiameter 1mm dan dipotong - potong dengan panjang 6

cm dan ujungnya dibengkokkan.

#### 5. Air.

Air yang digunakan diambil dari air sumur yang terdapat di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia.

### 3.2.2. Alat-alat

Sedangkan alat - alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

#### 1. Mesin uji tekan.

Mesin ini digunakan untuk menguji kuat desak beton.

#### 2. Tungku Glasir

Oven yang digunakan pada penelitian ini mempunyai kapasitas sampai 1200<sup>0</sup> C. Alat ini digunakan untuk memanaskan benda uji pada temperatur ruang mencapai 100<sup>0</sup> C dan 500<sup>0</sup> C dengan lama pemanasan 2 jam.

#### 3. Pengaduk Beton

Alat ini digunakan untuk mencampur dan mengaduk bahan susun beton sehingga agregat diselimuti oleh pasta semen dengan rata. Mesin pencampur ini terdiri dari drum yang diputar dengan mesin. Kapasitas alat ini dapat mencampur sampai 150 kg adukan beton.

#### 4. Kerucut Abrams.

Alat ini digunakan untuk menentukan nilai slump suatu adukan beton. Kerucut ini mempunyai lubang pada kedua ujungnya, dengan diameter atas 100 mm, diameter bawah 200 mm dan tinggi 300mm.

### 3.3 Perhitungan

Perhitungan yang digunakan yaitu berdasarkan AISC untuk perhitungan

baja komposit dan menggunakan metode *American Concrete Institute (ACI)* untuk campuran betonnya.

### 3.3.1 Perhitungan Baja Komposit

Sebelum dilaksanakan uji desak beton komposit, maka perlu diperhitungkan berapa ukuran diameter yang akan digunakan sesuai dengan batas kemampuan mesin desak. Dalam penelitian ini kita memakai pipa baja berdiameter 4.46 in tebal 0.09 in dan panjang 1 m . Adapun data-data lainnya adalah sebagai berikut

$$f_c \quad : 20,9 \text{ Mpa} = 3.04 \text{ Ksi}$$

$$f_y \quad : 30 \text{ Ksi}$$

$$t = D \sqrt{\frac{F_y}{8 E_s}}$$

$$t = 4.46 \sqrt{\frac{30}{8 \times 29000}} = 0,05 \text{ in} < 0,09 \text{ in}$$

$$\begin{aligned} A_s &= \frac{1}{4} \pi (4.46^2 - 4.37^2) \\ &= 0,624 \text{ in}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_c &= \frac{1}{4} \pi 4,37^2 \\ &= 14,9 \text{ in}^2 \end{aligned}$$

$$\frac{A_s}{A_s + A_c} = \frac{0,624}{(0,624 + 14,9)} = 0,041 > 4\% \text{ Oke...}$$

$$\begin{aligned} F_{my} &= 30 + 0,85 \times 3,04 \times 14,9/0,624 \\ &= 88,35 \text{ ksi} \end{aligned}$$

$$E = 145^{1,5} \times 3,04 = 5307,94 \text{ ksi}$$

$$E_m = 29000 + 0,4 \times 5307,94 \times 14,9/0,624$$

$$= 79697,58 \text{ ksi}$$

$$r_m = 1/4 \sqrt{(4,46^2 + 4,37^2)} = 1,56 \text{ in}$$

$$\lambda_c = \frac{1 \times 39,37}{1,56 \times \pi} \sqrt{\frac{88,35}{79697,58}} = 0,267 < 1,5$$

$$F_{cr} = (\exp(-0,419 \times 0,267^2)) \times 88,35 = 85,75 \text{ ksi}$$

$$O_{Pc} = 0,85 \times 0,624 \times 85,75$$

$$= 45,48 \text{ kip}$$

### 3.3.2 Perhitungan Campuran Beton

Perhitungan campuran beton ini didasarkan pada data bahan susun beton sebagai berikut ;

- |                                   |                            |
|-----------------------------------|----------------------------|
| 1. BJ kerikil                     | = 2,5 t/m <sup>3</sup>     |
| 2. BJ Pasir                       | = 2,8 t/m <sup>3</sup>     |
| 3. MHB Pasir                      | = 2,9                      |
| 4. BJ PC                          | = 3,15 t/m <sup>3</sup>    |
| 5. Berat kering tusuk kerikil SSD | = 1,56 t/m <sup>3</sup>    |
| 6. Kerikil maksimum               | = 20 mm                    |
| 7. Kuat tekan rencana             | = 210 = kg/cm <sup>2</sup> |

Perencanaan adukan beton yang digunakan adalah perencanaan menurut *American Concrete Internasional*. Perhitungannya adalah sebagai berikut :

1. Menghitung kuat desak rata rata.

Berdasarkan tabel 2.1 untuk volume kecil dengan mutu pengawasan baik, maka  $s_d = 6 \text{ MPa}$



Nilai konstanta untuk 20 benda uji diambil nilai  $k = 1,64$

$$f'c = 0,83 \times 210 = 174,3 \text{ kg/cm}^2$$

$$= 17,43 \text{ MPa}$$

$$f'cr = f'c + m$$

$$= f'c + k \cdot sd$$

$$= 17,43 + 1,64 \times 6$$

$$= 17,43 + 9,84$$

$$= 27,27 \text{ MPa}$$

2. Menetapkan faktor air semen (FAS).

Berdasarkan tabel 2.2 untuk  $f'cr = 27,27 \text{ MPa}$  didapat FAS = 0,542

Berdasarkan tabel 2.3 beton yang terlindung dari hujan dan terik matahari langsung didapat FAS = 0,60

Dari kedua nilai diatas diambil nilai terkecil yaitu FAS = 0,542

3. Menetapkan nilai slump.

Dari tabel 2.4 untuk kolom didapat nilai slump minimum dan maksimum berturut turut adalah 7,5 cm dan 15.cm.

4. Menetapkan kebutuhan air.

Dari tabel 2.5, untuk nilai slump 7.5 - 10 cm dan agregat maksimum 20 mm didapat :

a. kebutuhan air = 203 liter.

b. udara terperangkap = 2 %.

## 5. Menghitung kebutuhan semen.

$$W \text{ semen (PC), FAS} = W \text{ air} / W \text{ pc}$$

$$W_{\text{pc}} = W_{\text{air}} / \text{FAS} = 0,203/0,542 = 0,375 \text{ t}$$

$$V_{\text{pc}} = 0,375/3,15 = 0,119 \text{ m}^3$$

## 6. Menetapkan berat agregat kasar.

Dari tabel 2.7 untuk MHB pasir = 2,9 dan ukuran maksimum batuan = 20 mm

di dapat volume agregat kasar = 0,60 m<sup>3</sup>

$$\begin{aligned} \text{Berat agregat kasar} &= \text{BJ kerikil} \times V \text{ kerikil} \\ &= 1,56 \times 0,60 = 0,936 \text{ t} \end{aligned}$$

$$\text{Volume agregat kasar} = 0,936/2,5 = 0,374 \text{ m}^3$$

## 7. Menghitung berta agregat halus.

$$\text{Volume udara terperangkap} = 0,02$$

$$\begin{aligned} \text{Volume pasir} &= 1 - (V_{\text{pc}} + V_{\text{air}} + V_{\text{udara terperangkap}} + V_{\text{kerikil}}) \\ &= 1 - (0,119 + 0,203 + 0,02 + 0,374) \\ &= 0,284 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat pasir} &= \text{BJ pasir} \times V \text{ pasir} \\ &= 2,58 \times 0,284 = 0,733 \text{ t} \end{aligned}$$

8. Kebutuhan bahan dalam m<sup>3</sup> adukan beton ;

$$W_{\text{pc}} = 0,375 \text{ t}$$

$$W_{\text{air}} = 0,203 \text{ t}$$

$$W_{\text{pasir}} = 0,733 \text{ t}$$

$$W_{\text{Krikil}} = 0,936 \text{ t}$$

Menghitung volume adukan beton yang diperlukan dalam praktikum

$$\begin{aligned}
 \text{Volume silinder} &= 1/4 \pi D^2 \\
 &= 1/4 \pi \times 11.1^2 \times 100 \\
 &= 9676,89 \text{ cm}^3/\text{sampel}
 \end{aligned}$$

Sampel yang dibutuhkan sebanyak 36 buah, maka volume total silinder adalah

$$\begin{aligned}
 V &= 36 \times 9676,89 = 348368,067 \text{ cm}^3 \\
 &= 0,3483 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Volume cadangan sebanyak 10 persen, maka volume total

$$V_{\text{total}} = 1,1 \times 0,383 = 0,383 \text{ m}^3 \text{ beton}$$

Menentukan berat (W) masing-masing dalam 0,383 m<sup>3</sup>

$$W_{\text{pc}} = 0,383 \times 375 = 143,63 \text{ kg}$$

$$W_{\text{pasir}} = 0,383 \times 733 = 280,74 \text{ kg}$$

$$W_{\text{air}} = 0,383 \times 203 = 77,75 \text{ kg}$$

$$W_{\text{kerikil}} = 0,383 \times 936 = 358,49 \text{ kg}$$

K-210 dalam perbandingan (PC=1) : (Pasir=2,12) : (Kerikil= 2,49)

Jadi diperoleh :

- Volum total adukan (m<sup>3</sup>) = 0,383 m<sup>3</sup>
- Volume serat bendrat = 2% berat semen
  - = 2/100 x 143,63
  - = 2,87 kg

### 3.4 Pelaksanaan Penelitian

Pada setiap pembuatan adukan beton ke dalam molen dilakukan dengan urutan sebagai berikut :

1. mempersiapkan bahan susun untuk adukan beton guna membuat 36 buah benda

uji,

2. pasir dan kerikil dimasukkan kedalam molen yang telah berputar, kemudian ditambah semen dan ditambah air sedikit demi sedikit,
3. diadakan pengujian slump dengan kerucut Abrams. Pengadukan dianggap selesai apabila nilai slump antara 7,5 - 15 cm,
4. untuk pengadukan beton serat, setelah langkah kedua serat kawat - ikat dimasukkan kedalam molen sedikit demi sedikit agar didapat campuran yang rata dan dilanjutkan ke langkah ketiga.

#### **3.4.1 Pembuatan Benda Uji**

Untuk mendapatkan benda uji yang sesuai dengan rencana, maka pembuatan benda uji pada penelitian ini dilakukan dengan tahapan-tahapan sebagai berikut :

1. Bahan disiapkan dan ditimbang dengan proporsi yang telah ditentukan sesuai dengan rencana yang telah dibuat. Pada saat penimbangan, pasir dan split dalam keadaan jenuh-kering permukaan.
2. Pengadukan campuran dilakukan dengan memasukkan bahan-bahan berupa agregat, air, pasir dan semen portland secara bertahap sesuai dengan kebutuhan dan proporsi yang telah ditetapkan. Pengadukan dilakukan secara terus menerus sampai campuran benar-benar merata.
3. Adukan yang telah merata segera dituang ke dalam bak penampung beton segar untuk diuji kelecakannya/slumpunya dengan menggunakan kerucut Abrams. Khusus untuk campuran yang ditambahkan serat kawat-ikat, setelah nilai slump yang diinginkan tercapai kemudian dimasukkan serat kawat-ikat

kedalam adukan tadi dan diaduk lagi sampai benar-benar merata.

4. Jika kelecakan adukan telah dicapai, selanjutnya beton segar segera dituangkan kedalam cetakan yang telah diolesi oli.
5. Bersamaan dengan masuknya beton kedalam cetakan, dilakukan pemadatan dengan cara ditusuk-tusuk pada adukan betonnya dan juga diketuk-ketuk sisi luar cetakannya dengan palu kayu agar gelembung udara yang terperangkap bisa keluar.
6. Setelah cetakan penuh dan padat, bagian atasnya diratakan kemudian didiamkan ditempat yang terlindungi dari panas dan hujan.
7. Cetakan dibuka setelah beton didiamkan selama 24 jam, kemudian dilakukan perawatan terhadap beton tersebut.

#### 3.4.2. Rawatan Benda Uji

Perawatan benda uji beton adalah suatu upaya untuk menjaga agar permukaan beton segar selalu lembab, yaitu untuk mencegah terjadinya pelepasan/penguapan air yang berlebihan, karena akan dapat menghambat proses hidrasi, yaitu sejak adukan beton dipadatkan sampai beton dianggap cukup keras pada umur yang direncanakan. Bila hal ini tidak dilakukan, akan terjadi beton yang kurang kuat, dan juga akan timbul retak-retak. Selain itu kelembaban yang cukup pada permukaan beton selama 28 hari akan menambah beton menjadi lebih tahan cuaca dan kedap air.

Pada penelitian ini, perawatan benda uji dilakukan dengan menyelimuti benda uji dengan karung goni yang telah dibasahi. Khusus untuk benda uji yang diselimuti oleh baja silinder di rawat dengan cara menempatkannya pada tempat

yang kering, sehingga proses korosi dapat dihindari. Setelah selesai rawatan, semua benda uji diukur panjang, diameter dan beratnya.

### 3.4.3 Pembakaran Benda Uji

Setelah benda uji berumur 28 hari, dari 30 benda uji yang akan dibakar 15 benda uji panaskan di dalam oven pada temperatur  $100^{\circ}\text{C}$  selama 2 jam dan 15 benda uji panaskan di dalam oven pada temperatur  $500^{\circ}\text{C}$  dengan lama pemanasan 2 jam, sedangkan 15 buah benda uji sisanya tidak dipanaskan.

Laman waktu pembakaran dihitung mulai saat penyalaan tungku, setelah mencapai suhu yang direncanakan suhu dipertahankan agar tetap konstan, sampai waktu yang ditetapkan. Selanjutnya tungku dimatikan dan ditunggu sampai suhu dalam tungku mencapai suhu ruangan, baru benda uji dikeluarkan dan didiamkan secara alamiah selama sehari.

### 3.4.4 Pengujian Desak Benda Uji

Pengujian kuat desak dilakukan pada benda uji komposit maupun non komposit. Langkah pengujian kuat desak adalah sebagai berikut :

1. Benda uji diletakkan pada mesin uji tepat ditengah-tengah mesin.
2. Beban ditambahkan secara bertahap sampai jarum penunjuk pada mesin uji berhenti.
3. Pembebanan maksimum dicatat sesuai dengan skala penunjuk pada alat uji.

## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Hasil Penelitian

Benda uji yang digunakan untuk mengetahui kuat desak karakteristik menurut ACI adalah silinder dengan ukuran diameter 15 cm, tinggi 30 cm, sedangkan benda uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah silinder berdiameter 11,2 cm, tinggi 100 cm.

##### 4.1.1 Hasil Pengujian Kuat Desak

Data-data mengenai hasil pengujian di laboratorium untuk benda uji beton silinder standar dapat dilihat pada tabel 4.1

Tabel 4.1 Kuat desak beton silinder standar

No	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	Luas (cm <sup>2</sup> )	Beban (KN)	Kuat desak (kg/cm <sup>2</sup> )	f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	(f <sub>c</sub> - f <sub>cr</sub> )	(f <sub>c</sub> - f <sub>cr</sub> ) <sup>2</sup>
1	14.9	30	174,37	410	239.59	239.59	-2.34	5.47
2	14.8	29.9	172,03	410	242.86	242.86	-5.61	31.47
3	14.7	30	169,72	380	228.14	228.14	9.11	82.99
4	14.8	30	172,03	390	231.01	231.01	6.24	38.93
5	14.8	29.9	172,03	440	260.63	260.63	-23.38	546.64
6	15	29.9	176,71	440	253.72	253.72	-16.47	271.26
7	14.7	29.9	169,72	350	210.14	210.14	27.11	734.95
8	14.9	29.9	174,37	370	210.22	210.22	21.03	442.26
9	14.8	30	172,03	420	248.78	248.78	-11.53	132.94
10	14.8	30	172,03	450	260.55	260.55	-29.3	858.48
11	14.8	30	172,03	390	231.01	231.01	6.24	38.93
12	14.8	30	172,03	260	213.25	213.25	24	576

13	15	29.9	176,71	420	242,19	242,19	-4,94	24,40
14	14,8	29,9	172,03	350	207,32	207,32	29,93	895,80
15	14,8	29,9	172,03	410	242,86	242,86	-5,61	31,47
16	14,9	30	174,37	420	245,45	245,45	-8,2	67,24
17	14,7	30	169,72	380	228,14	228,14	9,11	82,99
18	14,8	29,9	172,03	390	231,01	231,01	6,24	38,93
19	14,8	30	172,03	440	260,63	260,63	-23,38	546,62
20	14,9	30	174,37	420	245,45	245,45	-8,2	67,24
$\Sigma = 47444,95$								5515,09

$$f'_{cr} = 4744.95 / 20$$

$$= 237.25 \text{ kg/cm}^2$$

$$S_d = \sqrt{(5515.09 / (20 - 1))}$$

$$= 17.04$$

$$m = 1.64 \times 17.04$$

$$= 27.94 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'_c = 237.25 - 27.94$$

$$= 209.30 \text{ kg/cm}^2 > 174,3 \text{ kg/cm}^2$$

Hasil pengukuran dan pengujian desak yang dilakukan pada benda uji yang berdiameter 11,3 cm, panjang 100 cm dan dibakar pada suhu 0 ° C, 100 ° C, 500 ° C selama 2 jam dapat dilihat pada tabel 4.2, tabel 4.3, tabel 4.4, tabel 4.5, tabel 4.6.



Tabel 4.2 Kuat desak baja

Sampel	Suhu ( $^{\circ}$ C)	Sebelum			Setelah			P (ton)
		Diameter (cm)	Panjang (cm)	Berat (kg)	Diameter (cm)	Panjang (cm)	Berat (kg)	
1	0	11,3	99,5	3,72	11,3	99,5	3,72	7,5
2	0	11,3	100	3,74	11,3	100	3,74	7,2
3	0	11,3	99	3,69	11,3	99	3,69	8
4	100	11,3	100	3,75	11,2	100	3,75	6,25
5	100	11,3	102	3,81	11,2	102	3,81	5,7
6	100	11,3	99	3,67	11,2	99	3,67	6,5
7	500	11,3	102	3,81	11,2	102	3,81	4,5
8	500	11,3	100	3,75	11,2	100	3,75	4,9
9	500	11,3	99,5	3,67	11,2	99,5	3,67	4

#### 4.1.3 Hasil Pengujian Kuat Desak Beton Serat dan Tidak Berserat

Hasil pengujian desak yang dilakukan baik untuk beton serat maupun beton tidak berserat, akan terjadi peningkatan kekuatan pada suhu  $100^{\circ}$  C, sedangkan pada suhu  $500^{\circ}$  C benda uji mengalami penurunan kekuatan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 4.3 untuk beton tidak berserat dan tabel 4.4 untuk beton serat.

Tabel 4.3 Kuat desak beton

No	t ( $^{\circ}$ C)	Sebelum						Setelah						P (ton)
		Diameter (cm)				L (cm)	Berat (kg)	Diameter (cm)				L (cm)	Berat (kg)	
		d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>3</sub>	D			d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>3</sub>	D			
7	0	11,2	11,2	11,2	11,2	99,8	22,4	11,2	11,2	11,2	11,2	99,8	22,4	13,1
8	0	11,1	11,1	11,1	11,1	100,0	22,3	11,1	11,1	11,1	11,1	100,0	22,3	14,1
9	0	11,1	11,1	11,1	11,1	100,5	22,1	11,1	11,1	11,1	11,1	100,5	22,1	16,0
1	100	11,1	11,1	11,2	11,13	100,3	22,4	11,0	11,1	11,1	11,07	100,4	22,0	19,1
2	100	11,0	11,0	10,9	10,97	100,6	22,5	11,2	11,2	11,2	11,20	100,5	21,8	18,3
3	100	11,1	11,2	11,0	11,10	100,2	22,3	11,0	11,0	11,1	11,04	100,0	21,8	21,0
4	500	11,2	11,3	11,2	11,23	100,2	22,5	11,1	11,2	11,1	11,13	99,9	20,4	16,5
5	500	11,0	11,1	11,2	11,10	100,0	22,4	11,1	11,1	11,1	11,10	99,8	20,4	13,8
6	500	11,4	11,1	11,1	11,20	100,2	22,5	11,2	11,0	11,0	11,07	100,1	20,7	14,2

Tabel 4.4 Kuat desak beton serat

No	t (°C)	Sebelum						Setelah						P (ton)
		Diameter (cm)				L (cm)	Berat (kg)	Diameter (cm)				L (cm)	Berat (kg)	
		d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>3</sub>	D			d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>3</sub>	D			
10	0	11,0	11,1	11,1	11,07	99,0	22,2	11,0	11,1	11,1	11,07	99,0	22,2	16,8
11	0	11,1	11,2	11,2	11,17	99,5	22,3	11,1	11,2	11,2	11,17	99,5	22,3	18,1
12	0	11,1	11,3	11,3	11,23	99,8	22,6	11,1	11,3	11,3	11,23	99,8	22,6	19,5
13	100	11,2	11,2	11,2	11,20	99,2	22,4	11,1	11,1	11,0	11,07	99,2	21,5	22,2
14	100	11,3	11,3	11,2	11,27	99,8	22,8	11,1	11,0	11,1	11,07	99,5	22,2	21,5
15	100	11,1	11,2	11,2	11,17	100,5	22,7	11,2	11,1	11,1	11,13	100,4	22,2	22,0
16	500	11,3	11,2	11,1	11,2	99,8	22,6	11,1	11,1	11,2	11,13	99,6	20,8	17,9
17	500	11,1	11,1	11,0	11,07	99,5	22,6	11,0	11,0	11,0	11,00	99,3	20,7	18,5
18	500	11,0	11,0	11,0	11,0	99,6	22,5	11,2	11,1	11,1	11,13	99,4	20,6	17,1

#### 4.1.4 Hasil Pengujian Kuat Desak Beton Komposit Serat dan Tidak Berserat

Hasil pengujian desak yang dilakukan baik untuk beton komposit serat maupun tidak berserat, akan terjadi penurunan kekuatan pada suhu 100 °C, sedangkan pada suhu 500 °C benda uji mengalami kenaikan kekuatan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 4.5 untuk komposit tidak berserat dan tabel 4.6 untuk komposit berserat.

Tabel 4.5 Kuat desak beton komposit

No	t (°C)	Sebelum						Setelah						P (ton)
		Diameter (cm)				L (cm)	Berat (kg)	Diameter (cm)				L (cm)	Berat (kg)	
		d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>3</sub>	D			d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>3</sub>	D			
7	0	11,3	11,3	11,3	11,3	100,0	25,6	11,3	11,3	11,3	11,3	100,0	25,6	43,0
8	0	11,3	11,3	11,3	11,3	100,0	25,7	11,3	11,3	11,3	11,3	100,0	25,7	41,5
9	0	11,3	11,3	11,3	11,3	100,2	25,8	11,3	11,3	11,3	11,3	100,2	25,8	42,0
1	100	11,3	11,3	11,3	11,3	100,0	25,6	11,2	11,3	11,3	11,27	100,0	25,4	39,5
2	100	11,3	11,3	11,3	11,3	100,1	25,6	11,3	11,3	11,4	11,33	100,0	25,4	37,5
3	100	11,3	11,3	11,3	11,3	101,0	26,0	11,3	11,2	11,3	11,27	101,2	25,8	38,5
4	500	11,3	11,3	11,3	11,3	100,1	25,7	11,2	11,2	11,2	11,2	100,0	23,5	41,5
5	500	11,3	11,3	11,3	11,3	100,1	25,7	11,3	11,3	11,2	11,27	100,0	23,5	45,0
6	500	11,3	11,3	11,3	11,3	99,9	25,6	11,2	11,3	11,2	11,23	99,6	23,5	46,0

Tabel 4.6 Kuat desak beton komposit serat

No	t ( <sup>o</sup> C)	Sebelum						Setelah						P (ton)
		Diameter (cm)				L (cm)	Berat (kg)	Diameter (cm)				L (cm)	Berat (kg)	
		d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>3</sub>	D			d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>3</sub>	D			
10	0	11,3	11,3	11,3	11,3	100,2	25,8	11,3	11,3	11,3	11,3	100,2	25,8	45,5
11	0	11,3	11,3	11,3	11,3	101,0	25,6	11,3	11,3	11,3	11,3	101,0	25,6	44,0
12	0	11,3	11,3	11,3	11,3	99,9	25,5	11,3	11,3	11,3	11,3	99,9	25,5	48,2
13	100	11,3	11,3	11,3	11,3	99,6	25,6	11,4	11,4	11,2	11,3	99,6	25,5	41
14	100	11,3	11,3	11,3	11,3	99,8	25,6	11,3	11,3	11,3	11,30	99,8	25,6	40
15	100	11,3	11,3	11,3	11,3	100,3	25,9	11	11,2	11,3	11,17	100,2	25,8	52
16	500	11,3	11,3	11,3	11,3	100	25,6	11,3	11,2	11,3	11,27	100	23,6	52
17	500	11,3	11,3	11,5	11,3	101	25,9	11,3	11,3	11,3	11,30	100	23,3	49
18	500	11,3	11,3	11,3	11,3	100	25,6	11,2	11,3	11,3	11,27	100	23,6	53

## 4.2 Pembahasan

### 4.2.1 Kekuatan Desak Baja

Pembakaran benda uji baja silinder  $\varnothing = 11,3 \text{ cm}$ ,  $l = 100 \text{ cm}$  pada suhu  $0^{\circ} \text{C}$  sampai  $100^{\circ} \text{C}$  menyebabkan penurunan kekuatan 1,4 ton atau 18 % (CI = 0,494 . 2,339) dari kuat desak baja pada suhu  $0^{\circ} \text{C}$ . Begitu juga pada kenaikan suhu dari  $100^{\circ} \text{C}$  sampai  $500^{\circ} \text{C}$  mengakibatkan penurunan kekuatan sebesar 3,1 ton atau 40,9 % (CI = 0,494 . 2,339) dari kuat desak baja pada suhu  $0^{\circ} \text{C}$ . Pemanasan baja pada temperatur tertentu, kemudian didinginkan secara perlahan-lahan mengakibatkan penurunan kekuatan baja yang disebabkan oleh berubahnya struktur atom baja (lihat grafik 4.1).

### 4.2.2 Kekuatan Desak Beton Serat dan Tidak Berserat

Benda uji beton silinder dan beton silinder berserat  $\varnothing = 11,2 \text{ cm}$ ,  $l = 100 \text{ cm}$ , akibat pembakaran suhu  $0^{\circ} \text{C}$  sampai  $100^{\circ} \text{C}$  mengalami kenaikan kekuatan berturut-turut sebesar 5,1 ton atau 35 % (CI = -8,299, -1,901), 4,07 ton atau 23 % (CI = -5,333, -2,801) dari kuat desak beton berserat maupun tidak berserat

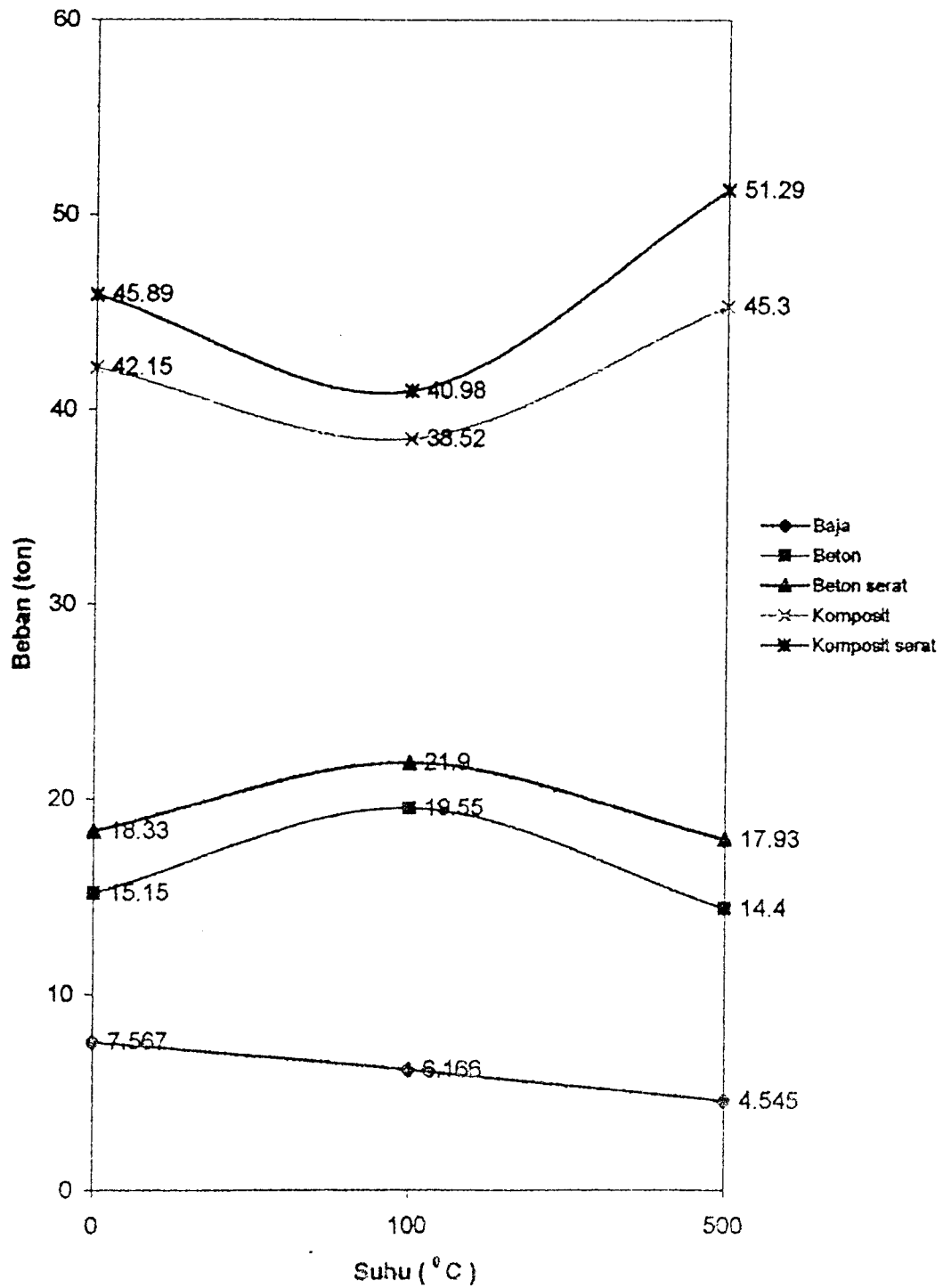
yang tidak dibakar. Hal ini dikarenakan pengurangan air pada beton yang menyebabkan gel melunak dan kemudian menjadi kaku sehingga menaikkan kekuatan antar gel. Kenaikan suhu dari  $100^{\circ}\text{C}$  menjadi  $500^{\circ}\text{C}$  pada benda uji beton serat maupun tidak berserat menyebabkan penurunan kekuatan berturut-turut sebesar 0,4 ton atau 2,2% (CI = 1.486, 7.847), 0,75 ton atau 5% (CI = 1.526, 6.008) dari beton serat maupun tidak berserat yang tidak dibakar. Pada suhu  $500^{\circ}\text{C}$ , agregat mulai membengkak dan pasta semen mengkerut sehingga mengurangi daya lekat antara pasta dan agregat (lihat grafik 4.1).

#### 4.2.3 Kekuatan Desak Komposit Serat dan Tidak Berserat

Benda uji silinder komposit dan silinder komposit serat  $O = 11,3\text{ cm}$ ,  $l = 100\text{ cm}$ . Kenaikan suhu dari suhu  $0^{\circ}\text{C}$  sampai  $100^{\circ}\text{C}$  menyebabkan penurunan kekuatan berturut-turut sebesar 3,67 ton atau 8,7% (CI = 1.649, 5.684), 4,9 ton atau 10,6% (CI = 1.129, 8.671) dari beton komposit serat maupun tidak berserat yang tidak dibakar. Hal ini disebabkan oleh adanya pembungkus beton berupa pipa baja yang menyebabkan suhu pada beton kemungkinan tidak mencapai  $100^{\circ}\text{C}$ . Berkurangnya air pada beton berakibat gel semen melunak dan tidak sempat mengeras atau kaku sehingga mengurangi kekuatan antar partikel gel. Penambahan suhu dari  $100^{\circ}\text{C}$  menjadi  $500^{\circ}\text{C}$  pada benda uji komposit tanpa serat maupun komposit berserat menyebabkan kenaikan kekuatan berturut-turut sebesar 3,15 ton atau 7,47% (CI = -8.684, -4.649), 5,4 ton atau 11,76% (CI = -14.037, -6.633) dari beton komposit serat dan tidak serat yang tidak dibakar. Begitu pula pemanasan

pada suhu  $500^{\circ}\text{C}$ . suhu didalam beton kemungkinan tidak mencapai  $500^{\circ}\text{C}$  karena adanya pelindung pipa baja. Hal ini menyebabkan gel semen menjadi kaku dan akan menaikkan kekuatan beton (lihat grafik 4.1).

Dari pembahasan diatas dapat ditampilkan grafik hubungan antara suhu dengan beban. Grafik tersebut diambil dari data pengujian setelah dilakukan analisa regresi (lihat lampiran 1 – 5 )



Grafik 4.1 Grafik hubungan antara suhu dengan beban

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Dari grafik 4.1 , dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. akibat pembakaran, baja akan mengalami penurunan kekuatan yang bervariasi tergantung dari suhu pembakaran. Penurunan kekuatan baja karena pembakaran pada suhu  $100^{\circ}\text{C}$  dan  $500^{\circ}\text{C}$  adalah 18 % dan 40,9 % dari kuat desak baja yang tidak dibakar,
2. pembakaran beton silinder berserat dan tidak berserat pada suhu  $100^{\circ}\text{C}$  selama 2 jam mengalami kenaikan kekuatan sebesar 23 % dan 35 % dari kuat desak beton serat maupun tidak berserat yang tidak dibakar. Sedangkan yang dibakar pada suhu  $500^{\circ}\text{C}$  selama 2 jam mengalami penurunan kekuatan 2,2 % dan 5 % dari kuat desak beton serat maupun tidak berserat yang tidak dibakar.
3. kolom komposit baja silinder dengan beton berserat dan tidak berserat yang dibakar pada suhu  $500^{\circ}\text{C}$  selama 2 jam mengalami kenaikan kekuatan sebesar 7,47 % dan 11,76 % dari beton komposit serat maupun tidak berserat yang tidak dibakar. Sedangkan yang dibakar pada suhu  $100^{\circ}\text{C}$  mengalami penurunan kekuatan sebesar 10,6 % dan 8,7 % dari beton komposit serat maupun tidak berserat yang tidak dibakar.

## 5.2 Saran

Saran-saran yang dapat disampaikan dari hasil penelitian, pembahasan dan kesimpulan adalah sebagai berikut :

1. untuk mendapatkan hasil yang maksimal, hendaknya permukaan benda uji dibuat serata mungkin,
2. pada proses pencampuran beton sebaiknya dalam satu macam percobaan benda uji dilakukan satu kali pengadukan,
3. perlu dilakukan uji tarik pada baja silinder, untuk menentukan nilai tegangan luluhnya,
4. perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai pembakaran komposit di atas suhu  $500^{\circ}\text{C}$ .



## DAFTAR PUSTAKA

Carlos Castillp and A. J. Durrani, 1990, EFFECT OF TRANSIENT TEMPERATURE ON HIGH STRENGTH CONCRETE, ACI Material Journal, Vol.87, No.1, pp.47-53.

G. Spadea and F. Bencardinoi, 1997, BEHAVIOR REINFORCED CONCRETE BEAMS UNDER CYCLIC LOADING, Journal of Structural Engineering, Vol.123, No.5, pp.660-668.

Suhendro, B., 1991, PENGARUH FIBER SECARA PARSIAL PADA BALOK BETON BERTULANG, Laporan Penelitian, Lembaga Penelitian Universitas Gajahmada, Yogyakarta.

Suhendro, B., 1991, PENGARUH FIBER LOKAL TERHADAP KARAKTERISTIK DINAMIK BALOK BERTULANG, Laporan Penelitian, Lembaga Penelitian Universitas Gajahmada, Yogyakarta.

Jeans Francois Trottier, Dudley R. Morgan, Dean Forgeron, 1997, FIBER REINFORCED CONCRETE FOR EXTERIOR SLABS ON GRADE, Concrete Intrnasional, pp.35-39.

Wei Ming Lin, T. D. Lin, L. J. Powers couche, 1996, MICROSTRUCTURES OF FIRE DAMAGE CONCRETE, ACI Material Jurnal Vol.93, No.3, pp.199-205.



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

No.	Nama	No. Mhs.	N.I.R.M.	Bidang Studi
1.	HUTU ABDELALI	00310151		STRUKTUR
2.	HILAL SUANDA	00310119		STRUKTUR

Dosen Pembimbing I : Ir. H. HANU. TEGUH. MSTE  
Dosen Pembimbing II : Ir. A. KADIF ABDEL. M.  
1 2



Yogyakarta,  
Dekan, 14 Oktober 1997

Ir. HANU. TEGUH. MSTE

Ir. HANU. TEGUH. MSTE

Lampiran 1

Regresi kuat desak baja silinder  $\emptyset = 11,3$  cm, tebal 0,23 cm dan panjang 100 cm

$X_i$	$Y_i$	$Y_i^2$	$X_i^2$	$X_i^3$	$X_i^4$	$X_i Y_i$	$X_i^2 Y_i$
0	7.5	56.25	0	0	0	0	0
0	7.2	51.84	0	0	0	0	0
0	8	64	0	0	0	0	0
100	6.25	39.0625	10000	1000000	100000000	625	62500
100	5.7	32.49	10000	1000000	100000000	570	57000
100	6.5	42.25	10000	1000000	100000000	650	65000
500	4.5	20.25	250000	125000000	6.25E+10	2250	1125000
500	4.9	24.01	250000	125000000	6.25E+10	2450	1225000
500	4	16	250000	125000000	6.25E+10	2000	1000000
$\Sigma=1800$	$\Sigma=54.55$	$\Sigma=346.15$	$\Sigma=780000$	$3.78E+8$	$\Sigma=1.878E+11$	$\Sigma=8545$	$\Sigma=3534500$

persamaannya =  $a + bx + cx^2$

$$54.55 = 9a + 1800b + 780000c$$

$$8545 = 1800a + 780000b + 3.78E+08c$$

$$3534500 = 780000a + 3.78E+08b + 1.878E+11c$$

didapatkan :  $a = 7,567$

$$b = -0,016$$

$$c = 1,991E-5$$

$$y = 7,567 - 0,016 X + 1,991E-5 X^2$$

X	Y
0	7.567
100	6.166
500	4.545

Lampiran 2

Regresi kuat desak beton silinder  $\varnothing = 11,2$  cm, panjang 100 cm

$X_i$	$Y_i$	$Y_i^2$	$X_i^2$	$X_i^3$	$X_i^4$	$X_i Y_i$	$X_i^2 Y_i$
0	13.1	171.61	0	0	0	0	0
0	14.1	198.81	0	0	0	0	0
0	16	256	0	0	0	0	0
100	19.1	364.81	10000	1000000	100000000	1910	191000
100	18.4	338.56	10000	1000000	100000000	1840	184000
100	21	441	10000	1000000	100000000	2100	210000
500	16.5	272.25	250000	125000000	6.25E+10	8250	4125000
500	13.8	190.44	250000	125000000	6.25E+10	6900	3450000
500	14.2	201.64	250000	125000000	6.25E+10	7100	3550000
$\Sigma = 1800$	$\Sigma = 146.2$	$\Sigma = 2435.12$	$\Sigma = 780000$	$\Sigma = 3.78E+11$	$\Sigma = 1.878E+11$	$\Sigma = 28100$	$\Sigma = 11710000$

persamaannya =  $a + bx + cx^2$

$$146.2 = 9a + 1800b + 780000c$$

$$28100 = 1800a + 780000b + 3.78E+08c$$

$$11710000 = 780000a + 3.78E+08b + 1.878E+11c$$

didapatkan :  $a = 14,4$

$$b = 0,064$$

$$c = -1,25E-4$$

$$y = 14,4 + 0,064 X - 1,25E-4 X^2$$

X	Y
0	14.4
100	19.55
500	15.15

Lampiran 3

Regresi kuat desak beton serat silinder  $\varnothing = 11,2$  cm, panjang 100 cm

$X_i$	$Y_i$	$Y_i^2$	$X_i^2$	$X_i^3$	$X_i^4$	$X_i Y_i$	$X_i^2 Y_i$
0	17.9	320.41	0	0	0	0	0
0	18.5	342.25	0	0	0	0	0
0	17.1	292.41	0	0	0	0	0
100	22.2	492.84	10000	1000000	100000000	2220	222000
100	21.5	462.25	10000	1000000	100000000	2150	215000
100	22	484	10000	1000000	100000000	2200	220000
500	16.8	282.24	250000	125000000	6.25E+10	8400	4200000
500	18.1	327.61	250000	125000000	6.25E+10	9050	4525000
500	19.5	380.25	250000	125000000	6.25E+10	9750	4875000
$\Sigma = 1800$	$\Sigma = 173.6$	$\Sigma = 3384.26$	$\Sigma = 780000$	$\Sigma = 3.78E+8$	$\Sigma = 1.878E+11$	$\Sigma = 33770$	$\Sigma = 14257000$

persamaanya =  $a + bx + cx^2$

$$\begin{aligned} 173.6 &= 9a + 1800b + 780000c \\ 33770 &= 1800a + 780000b + 3.78E+08c \\ 14257000 &= 780000a + 3.78E+08b + 1.878E+11c \end{aligned}$$

didapatkan :  $a = 17,83$   
 $b = 0,051$   
 $c = -1E-4$

$$y = 17,83 + 0,051 X - 1E-4 X^2$$

X	Y
0	17.83
100	21.93
500	18.33

Lampiran 4

Regresi kuat desak komposit silinder  $\varnothing = 11,3$  cm, panjang 100 cm

$X_i$	$Y_i$	$Y_i^2$	$X_i^2$	$X_i^3$	$X_i^4$	$X_i Y_i$	$X_i^2 Y_i$
0	43	1849	0	0	0	0	0
0	41.5	1722.25	0	0	0	0	0
0	42	1764	0	0	0	0	0
100	39.5	1560.25	10000	1000000	100000000	3950	395000
100	37.5	1406.25	10000	1000000	100000000	3750	375000
100	38.5	1482.25	10000	1000000	100000000	3850	385000
500	44.5	1980.25	250000	125000000	6.25E+10	22250	11125000
500	45	2025	250000	125000000	6.25E+10	22500	11250000
500	46	2116	250000	125000000	6.25E+10	23000	11500000
$\Sigma = 1800$	$\Sigma = 377.5$	$\Sigma = 15905.25$	$\Sigma = 780000$	$\Sigma = 3.78E+8$	$\Sigma = 1.878E+11$	$\Sigma = 79300$	$\Sigma = 35030000$

persamaannya =  $a + bx + cx^2$

$$\begin{aligned} 377.5 &= 9a + 1800b + 780000c \\ 79300 &= 1800a + 780000b + 3.78E+08c \\ 35030000 &= 780000a + 3.78E+08b + 1.878E+11c \end{aligned}$$

didapatkan :  
 $a = 42,16$   
 $b = -0,047$   
 $c = 1,066E-4$

$$y = 42,15 - 0,047 X + 1,066E-4 X^2$$

X	Y
0	42.15
100	38.52
500	45.30

Regresi kuat desak komposit serat silinder  $\emptyset = 11,3$  cm, panjang 100 cm

$X_i$	$Y_i$	$Y_i^2$	$X_i^2$	$X_i^3$	$X_i^4$	$X_i Y_i$	$X_i^2 Y_i$
0	45.5	2070.25	0	0	0	0	0
0	44	1936	0	0	0	0	0
0	48.2	2323.24	0	0	0	0	0
100	41	1681	10000	1000000	100000000	4100	410000
100	40	1600	10000	1000000	100000000	4000	400000
100	42	1764	10000	1000000	100000000	4200	420000
500	52	2704	250000	125000000	6.25E+10	26000	13000000
500	49	2401	250000	125000000	6.25E+10	24500	12250000
500	53	2809	250000	125000000	6.25E+10	26500	13250000
$\Sigma = 1800$	$\Sigma = 414.7$	$\Sigma = 19288.49$	$\Sigma = 780000$	$\Sigma = 3.78E8$	$\Sigma = 1.878E+11$	$\Sigma = 89300$	$\Sigma = 39730000$

persamannya =  $a + bx + cx^2$

$$\begin{aligned} 414.7 &= 9a + 1800b + 780000c \\ 89300 &= 1800a + 780000b + 3.78E+08c \\ 39730000 &= 780000a + 3.78E+08b + 1.878E+11c \end{aligned}$$

didapatkan :  
 $a = 45,89$   
 $b = -0,064$   
 $c = 1,496E-4$

$b =$  suhu  
 $a =$  jumlah banda uji

atau bagaimana suhu

$$y = 45,89 - 0,064 X + 1,496E-4 X^2$$

X	Y
0	45.89
100	40.98
500	51.29

## ANALISA BAHAN

## 1. Pasir

asal : Clereng

## a.1 Pengujian kadar lumpur

Hasil pengujian

Berat pasir kering sebelum dicuci (kering oven)	(A)	140 gr
Berat pasir kering setelah dicuci (kering oven)	(B)	137,5 gr
Kadar lumpur = $\frac{A - B}{B} \times 100 \%$		1,81 %

Hasil dari pengujian menunjukkan bahwa kadar lumpur dari pasir sebesar 1,81 % < 5 %, jadi pasir dapat dipakai tanpa dicuci terlebih dahulu.

## a.2 Pemeriksaan Berat Jenis Pasir

Hasil Pengujian

Volume air dalam gelas ukur	(A)	500 cc
Berat pasir	(B)	400 gr
Volume air + pasir	(C)	655 cc
$B_j = \frac{B}{C - A}$		2,58 gr/cc

## a.3 Pemeriksaan modulus halus butir (MHB)

Hasil pengujian

Ukuran saringan (mm)	Berat tertinggal (gr)	Berat tertinggal (%)	Berat tertinggal kumulatif (%)
9.51	0	0	0
4.76	50.342	2.5171	2.5171
2.38	200.231	10.01155	12.52865
1.19	375.272	18.7636	31.29225
0.6	665.154	33.2577	64.54995
0.3	428.542	21.4271	85.97705
0.149	143.294	7.1647	93.14175
Panci	137.065	6.85325	----
Total	2000	100	290.0068

$$\text{MHB pasir} = \frac{290.00068}{100} = 2.90$$



1. Kerikil  
asal Clereng

a.1 Pengujian kadar lumpur

Hasil pengujian

Berat Kerikil kering sebelum dicuci (kering oven)	(A)	300,4 gr
Berat Kerikil kering setelah dicuci (kering oven)	(B)	298,6 gr
Kadar lumpur = $\frac{A - B}{B} \times 100 \%$		0,6 %

Hasil dari pengujian menunjukkan bahwa kadar lumpur dari Kerikil sebesar 0,6 % < 5 %, jadi Kerikil dapat dipakai tanpa dicuci terlebih dahulu.

a.2 Pemeriksaan Berat Jenis Kerikil

Hasil Pengujian

Volume air dalam gelas ukur	(A)	500 cc
Berat kerikil	(B)	400 gr
Volume air + kerikil	(C)	660 cc
Bj = $\frac{B}{C - A}$		2,5 gr/cc

a.3 Pemeriksaan Berat Jenis Kering tusuk

Hasil Pengujian

Berat wadah kosong	(A)	104.74 gr
Berat wadah + air	(B)	1112.0 gr
Berat wadah + kerikil kering tusuk	(C)	1680.5 gr
Bj kering tusuk = $\frac{C - A}{B - A}$		1.56

27 Jul 98 SPSS for MS WINDOWS Release 6.0

Page 1

t-tests for independent samples of SUHU

Variable	Number of Cases	Mean	SD	SE of Mean
P.BAJA				
SUHU 0	3	7.5667	.404	.233
SUHU 100	3	6.1500	.409	.236

Mean Difference = 1.4167

Levene's Test for Equality of Variances: F= .005 P= .946

t-test for Equality of Means					95%
Variances	t-value	df	2-Tail Sig	SE of Diff	CI for Diff
Equal	4.27	4	.013	.332	(.494, 2.339)
Unequal	4.27	4.00	.013	.332	(.494, 2.339)

27 Jul 98 SPSS for MS WINDOWS Release 6.0

Page 2

t-tests for independent samples of SUHU

Variable	Number of Cases	Mean	SD	SE of Mean
P.BAJA				
SUHU 100	3	6.1500	.409	.236
SUHU 500	3	4.4667	.451	.260

Mean Difference = 1.6833

Levene's Test for Equality of Variances: F= .004 P= .952

t-test for Equality of Means					95%
Variances	t-value	df	2-Tail Sig	SE of Diff	CI for Diff
Equal	4.79	4	.009	.352	(.707, 2.660)
Unequal	4.79	3.96	.009	.352	(.707, 2.660)

27 Jul 98 SPSS for MS WINDOWS Release 6.0

Page 1

t-tests for independent samples of SUHU

Variable	Number of Cases	Mean	SD	SE of Mean
P.BETON				
SUHU 0	3	14.4000	1.473	.850
SUHU 100	3	19.5000	1.345	.777

Mean Difference = -5.1000

Levene's Test for Equality of Variances: F= .017 P= .902

t-test for Equality of Means					95%
Variances	t-value	df	2-Tail Sig	SE of Diff	CI for Diff
Equal	-4.43	4	.011	1.152	(-8.299, -1.901)
Unequal	-4.43	3.97	.012	1.152	(-8.299, -1.901)

27 Jul 98 SPSS for MS WINDOWS Release 6.0

Page 2

t-tests for independent samples of SUHU

Variable	Number of Cases	Mean	SD	SE of Mean
P.BETON				
SUHU 100	3	19.5000	1.345	.777
SUHU 500	3	14.8333	1.457	.841

Mean Difference = 4.6667

Levene's Test for Equality of Variances: F= .054 P= .813

t-test for Equality of Means					95%
Variances	t-value	df	2-Tail Sig	SE of Diff	CI for Diff
Equal	4.08	4	.015	1.145	(1.486, 7.847)
Unequal	4.08	3.97	.015	1.145	(1.486, 7.847)

27 Jul 98 SPSS for MS WINDOWS Release 6.0

Page 1

t-tests for independent samples of SUHU

Variable	Number of Cases	Mean	SD	SE of Mean
P.BETSER				
SUHU 0	3	17.8333	.702	.406
SUHU 100	3	21.9000	.361	.208

Mean Difference = -4.0667

Levene's Test for Equality of Variances: F= .937 P= .366

t-test for Equality of Means					95%
Variances	t-value	df	2-Tail Sig	SE of Diff	CI for Diff
Equal	-8.92	4	.001	.456	(-5.7333, -2.7801)
Unequal	-8.92	2.99	.003	.456	(-5.517, -2.616)

27 Jul 98 SPSS for MS WINDOWS Release 6.0

Page 2

t-tests for independent samples of SUHU

Variable	Number of Cases	Mean	SD	SE of Mean
P.BETSER				
SUHU 100	3	21.9000	.361	.208
SUHU 500	3	18.1333	1.350	.780

Mean Difference = 3.7667

Levene's Test for Equality of Variances: F= 2.071 P= .223

t-test for Equality of Means					95%
Variances	t-value	df	2-Tail Sig	SE of Diff	CI for Diff
Equal	4.67	4	.010	.807	(1.526, 6.008)
Unequal	4.67	2.28	.033	.807	(.295, 7.239)

27 Jul 98 SPSS for MS WINDOWS Release 6.0

Page 1

t-tests for independent samples of SUHU

Variable	Number of Cases	Mean	SD	SE of Mean
P.COMP				
SUHU 0	3	42.1667	.764	.441
SUHU 100	3	38.5000	1.000	.577

Mean Difference = 3.6667

Levene's Test for Equality of Variances: F= .082 P= .789

t-test for Equality of Means					95%
Variances	t-value	df	2-Tail Sig	SE of Diff	CI for Diff
Equal	5.05	4	.007	.726	(1.649, 5.684)
Unequal	5.05	3.74	.009	.726	(1.649, 5.684)

27 Jul 98 SPSS for MS WINDOWS Release 6.0

Page 2

t-tests for independent samples of SUHU

Variable	Number of Cases	Mean	SD	SE of Mean
P.COMP				
SUHU 100	3	38.5000	1.000	.577
SUHU 500	3	45.1667	.764	.441

Mean Difference = -6.6667

Levene's Test for Equality of Variances: F= .082 P= .789

t-test for Equality of Means					95%
Variances	t-value	df	2-Tail Sig	SE of Diff	CI for Diff
Equal	-9.18	4	.001	.726	(-8.684, -4.649)
Unequal	-9.18	3.74	.001	.726	(-8.684, -4.649)

t-tests for independent samples of SUHU

Variable	Number of Cases	Mean	SD	SE of Mean
E.COMSER				
SUHU 0	3	45.9000	2.128	1.229
SUHU 100	3	41.0000	1.000	.577

Mean Difference = 4.9000

Levene's Test for Equality of Variances: F= 1.686 P= .264

t-test for Equality of Means					95%
Variances	t-value	df	2-Tail Sig	SE of Diff	CI for Diff
Equal	3.761	4	.023	1.358	(1.129, 8.761)
Unequal	3.61	2.84	.040	1.358	(.579, 9.221)

t-tests for independent samples of SUHU

Variable	Number of Cases	Mean	SD	SE of Mean
E.COMSER				
SUHU 100	3	41.0000	1.000	.577
SUHU 500	3	51.3333	2.082	1.202

Mean Difference = -10.3333

Levene's Test for Equality of Variances: F= 2.286 P= .206

t-test for Equality of Means					95%
Variances	t-value	df	2-Tail Sig	SE of Diff	CI for Diff
Equal	-7.775	4	.001	1.333	(-14.037, -6.763)
Unequal	-7.75	2.88	.005	1.333	(-14.577, -6.090)