

**ANALISIS KORELASI KUAT TEKAN BETON DENGAN  
MODULUS ELASTISITAS PADA BETON SERAT**

**TUGAS AKHIR**

Untuk memenuhi sebahagian persyaratan  
Dalam mencapai derajat S-1  
Jurusan Teknik Sipil



Oleh :

**NADHIRA SUFATILAH HAMID    45 01 041 077**

**WAHYUNLA                            45 01 041 044**

**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS “ 45 “ MAKASSAR  
2006**



**LEMBAR PENGESAHAN**

Berdasarkan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas "45" Makassar, Nomor : 047 / SK / FT. U-45 / IX / 2006, Tanggal 23 September 2006 perihal Tim Penguji Ujian Akhir, maka :

Pada Hari/Tanggal : **SABTU, 23 SEPTEMBER 2006**  
N a m a : **NADHIRA SUFATILAH HAMID / WAHYUNI.A**  
No. Stambuk : **45 01 041 077 / 45 01 041 044**  
Judul Tugas Akhir : **" ANALISIS KORELASI KUAT TEKAN BETON DENGAN  
MODULUS ELASTISITAS PADA BETON SERAT"**

Telah diterima dan disyahkan oleh Panitia Ujian Sarjana Negara Fakultas Teknik Universitas "45" Makassar, setelah mempertahankan didepan Tim Penguji Ujian Akhir Sarjana Negara untuk memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Strata Satu (S-1) pada Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas "45" Makassar.

Pengawas Umum

**PROF. DR. H. ABU HAMID**  
(Rektor Universitas "45" Makassar)

Tim Penguji Tugas Akhir

Ketua : **PROF. DR. ING. HERMAN PARUNG, M. ENG** ( ..... )  
Sekretaris : **EKA YUNIARTO, ST** ( ..... )  
Anggota : **IR. ISKANDAR MARICAR, MSc** ( ..... )  
**IR. ABD. RAHMAN DJAMALUDDIN, MSc** ( ..... )  
**IR. A. RUMPANG YUSUF, MT** ( ..... )  
Ex. Officio : **IR. H. ABD. MADJID AKKAS, MT** ( ..... )  
**IR. SYAHRUL SARIMAN, MT** ( ..... )  
**Hj. MARDEWI JAMAL, ST** ( ..... )

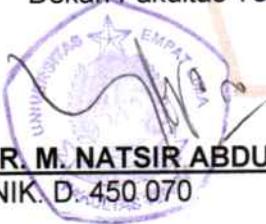
Mengetahui :

Dekan Fakultas Teknik,

Ketua Jurusan Sipil,

**( IR. M. NATSIR ABDUH, MSi )**  
NIK. D. 450.070

**( IR. SYAHRUL SARIMAN, MT )**  
NIP. 132 092 389



**KATA PENGANTAR***Bismillahirrahmanirrahimi*

Alhamdulillah puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT penguasa alam semesta dan seluruh hidup makhlukNya yang nilaiNya tak dapat diuraikan oleh para pembicara, yang nikmatNya tak terhitung oleh ahli hitung yang hak-hakNya tak dapat dipenuhi oleh orang-orang yang berusaha menaatinya. Segala puji bagi Allah SWT yang menjadikan segala pujian itu patut bagi karuniaNya, perlindunganNya, terhadap hukumNya jalan ke surgaNya, dan sarana melipat gandakan perlakuan baikNya yang dengan limpahan rahmat dan karuniaNya, sehingga penulis dapat menyusun skripsi ini.

Salam dan salawat atas junjungan rasulullah Muhammad SAW yang telah memberikan cahaya kesucian dan kebenaran hakiki kepada seluruh ummatnya dan semoga keselamatan dilimpahkan kepada para sahabatnya yang disucikan, para Ahlul Baitnya yang merupakan lentera-lentera atas kegelapan, perlindungan ummat, semoga Allah SWT mencurahkan kepada mereka semua rahmat yang sesuai dengan keutamaan mereka, sebagai pahala atas amal perbuatan mereka dan sesuai dengan kesucian keturunan mereka, selama fajar dan bintang-bintang masih bercahaya.

Skripsi ini terdiri dari lima bab yang disusun dan diajukan untuk memenuhi persyaratan akademik untuk memperoleh gelar sarjana teknik pada jurusan sipil Universitas "45". Sebagai peneliti pemula, penulis menyadari sepenuhnya bahwa skripsi ini jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, saran dan kritikan yang

konstruktif dari berbagai pihak dengan senang hati penulis menerimanya. Penulis menyadari bahwa selama skripsi ini disusun banyak mendapat bantuan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu penulis menghaturkan terima kasih yang sebesar-besarnya dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada:

1. Ibunda Nadhirah tercinta ( Rosmina Ruddin ) dan Ayah dan Ibunda Wahyuni (Drs. Amir Duma dan Rabiah) yang telah berkorban baik moril maupun materi serta kepada saudara-saudaraku atas motivasi, dorongan dan semangat sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak Prof. Dr. H. Abu Hamid Rrektor Universitas "45" Makassar.
3. Bapak Ir. M. Natsir Abduh, M.Si Dekan Fakultas Teknik Sipil Universitas "45" Makassar.
4. Bapak Ir. Syahrul Sariman, MT. dan Bapak Eka Yuniarto, ST. sebagai Ketua Jurusan dan Sekretaris Jurusan Teknik Sipil Universitas "45" Makassar atas segala perhatian, keramahan dan bantuan yang diberikan selama penyelesaian skripsi ini.
5. Bapak Ir. H. Abdul Madjid Akkas, MT (Pembimbing I), Bapak Ir. Syahrul Sariman, MT (Pembimbing II) daan Ibu Hj. Mardewi Jamal, ST (Pembimbing III) yang bijaksana dalam membimbing dan mengarahkan kami guna kesempurnaan skripsi ini.
6. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknik Sipil Universitas "45" Makassar yang telah banyak mendidik dan membekali penulis dengan ilmu pengetahuan.

7. Bapak Kepala UPTD dan Bapak Kepala Seksi Uji Mutu UPTD yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk melakukan pengujian pada Instansi yang dipimpinnya.
8. Ibu Nursamia, ST, Bapak Ir. Yohanes S, MT dan Ir. Paulus selaku Kepala dan Pembimbing Lab. Struktur dan Bahan Politeknik Negeri Ujung Pandang yang telah membantu kami melakukan uji karakteristik material/bahan.
9. Rekan-rekan mahasiswa Jurusan Teknik Sipil angkatan 2001 atas dorongan dan motivasi serta kerjasamanya selama menjalani masa perkuliahan. Semoga persaudaraan dan persahabatan kita tetap terajut dalam sebuah jalinan yang begitu indah untuk selamanya.
10. Teman-teman tersayang: Ahdar, Ana 01, Ani 01, Ani 00, Ari 00, Topan 00, Ewin, Mirdal, Ullah, Kasim, Adi. Anto, Ardi, dan AA', serta teman-teman terbaik lainnya yang tidak sempat saya sebutkan, semoga bantuannya bernilai ibadah disisiNya.

Akhir kata segalanya penulis kembalikan kepada Allah SWT untuk memberikan restu dan ampunanNya terhadap apa yang telah dilakukan dalam setiap untaian kata dan desahan napas. Semoga kerja ini terhitung sebagai amal untuk kepentingan ummat manusia dalam dunia pendidikan. Amin.

Makassar, Mei 2006

Penulis

## DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR NOTASI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang.....	I-1
1.2. Maksud dan Tujuan Penulisan.....	I-4
1.3. Pokok Bahasan dan Batasan Masalah.....	I-5
1.3.1. Pokok Bahasan.....	I-5
1.3.2. Batasan Masalah.....	I-5
1.4. Sistematika Penulisan.....	I-6
<b>BAB II KAJIAN PUSTAKA</b>	
2.1. Beton.....	II-1
2.2. Sifat Beton Keras.....	II-2
2.2.1. Kuat Tekan Beton.....	II-2
2.2.2. Kuat Tarik Beton.....	II-4
2.2.3. Modulus Elastisitas.....	II-5
2.3. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kekuatan Beton.....	II-7
2.3.1. Faktor Air Semen.....	II-7
2.3.2. Jenis Semen.....	II-8
2.3.3. Agregat.....	II-9

2.3.4. Pemasangan.....	II-15
2.3.5. Perawatan (Curing).....	II-16
2.4. Beton Serat.....	II-17
2.4.1. Beton Serat Umum.....	II-17
2.4.2. Beton Serat (Steel Fibre Reinforced Concrete).....	II-19
2.4.3. Rancangan Campuran Beton Serat.....	II-22
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1. Kerangka Kerja.....	III-1
3.2. Metode Pengambilan Sampel.....	III-2
3.3. Pelaksanaan Pengujian.....	III-2
3.3.1. Pemeriksaan Karakteristik Agregat.....	III-5
3.3.2. Pembuatan dan Pemeriksaan benda uji tanpa serat (Normal).....	III-12
3.3.3. Pembuatan dan pemeriksaan benda uji dengan menggunakan serat.....	III-12
3.3.4. Peralatan yang digunakan.....	III-13
3.3.5. Pencetakan Benda Uji.....	III-14
3.3.6. Perawatan Benda Uji.....	III-15
3.3.7. Metode Pengumpulan Data.....	III-16
3.3.8. Analisa Data.....	III-16

**BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1. Hasil Penelitian.....	IV-1
4.1.1. Analisa Saringan Agregat.....	IV-2
4.1.2. Analisa Saringan Agregat(Data Kualitas).....	IV-9
4.1.3. Hasil Pengujian Kuat Tekan.....	IV-15
4.1.4. Hasil Pengujian Modulus Elastisitas.....	IV-15
4.2. Pembahasan.....	IV-1
4.2.1. Hubungan Kuat Tekan dengan Kadar Serat.....	IV-15
4.2.2. Hubungan Modulus Elastisitas dengan kadar serat.....	IV-16
4.2.3. Analisis Korelasi Kuat Tekan Beton dengan Modulus Elastisitas pada Beton Serat.....	IV-17
4.2.3.1. Modulus Elastisitas.....	IV-17
4.2.3.2. Koefisien (k).....	IV-19

**BAB.V PENUTUP**

5.1 Kesimpulan.....	V-1
5.2 Saran-saran.....	V-2

**DAFTAR PUSTAKA****LAMPIRAN**

**DAFTAR NOTASI**

- A** = Luas penampang bidang benda uji
- A/B** = Perbandingan berat pasir A dan kerikil/batu pecah B dalam %
- A<sub>p</sub>** = Absorsi pasir
- A<sub>k</sub>** = Absorsi kerikil
- BSSD<sub>p</sub>** = Berat SSD pasir
- BSSD<sub>k</sub>** = Berat SSD kerikil
- D** = Berat isi volume
- d** = Diameter silinder
- E** = Modulus elastisitas bahan (Mpa)
- E<sub>c</sub>** = Modulus elastisitas beton
- F** = Luas bidang tekan benda uji (mm<sup>2</sup>)
- f.a.s** = faktor air semen
- f<sub>c</sub>'** = Kuat tekan karakteristik
- F<sub>cr</sub>'** = Penetapan kuat tekan rata-rata f<sub>c</sub>'
- K** = faktor kegagalan
- K<sub>ap</sub>** = Kadar air pasir
- K<sub>k</sub>** = Kadar air kerikil
- K<sub>s</sub>** = Kadar semen
- N** = Jumlah benda uji

- P** = beban maksimum
- Sr** = Standar deviasi pelaksanaan ( $\text{kg/mm}^2$ )
- S<sub>2</sub>** = Kuat tekan pada saat 40% dari beban maksimum (Mpa)
- S<sub>1</sub>** = Kuat tekan pada saat regangan longitudinal mencapai  $\epsilon_1 = 50$  per juta (Mpa)
- T** = Tinggi silinder
- V** = Volume
- W** = Berat wadah
- W<sub>a</sub>** = Air (kg)
- W<sub>c</sub>** = Kadar air bebas sesuai dengan jenis agregat kasar ( $\text{kg/cm}^3$ )
- W<sub>f</sub>** = Kadar air bebas sesuai dengan jenis agregat halus ( $\text{kg/cm}^3$ )
- W<sub>s</sub>** = Semen (kg)
- Y** = Ordinat dari suatu kurva susunan butir gabungan pada salah satu ayakan
- Y<sub>A</sub>/Y<sub>B</sub>** = Ordinat dari susunan butir pasir A, kerikil B pada suatu lubang ayakan pada Y
- $\pi$**  = Konstanta, nilai tetap sebesar 3,14
- $\sigma$**  = Kekuatan tekan beton pada setiap benda uji ( $\text{kg/cm}^2$ )
- $\sigma_b'$**  = Kuat tekan karakteristik ( $\text{kg/cm}^2$ )
- $\epsilon_2$**  = Regangan longitudinal yang dihasilkan pada saat S<sub>2</sub>
- $\epsilon$**  = Regangan

## DAFTAR TABEL

II.1. Susunan besar butiran (grading).....	II-13
II.2. Macam-macam bahan serat dan sifat-sifat fisiknya .....	II-21
IV.1. Hasil pemeriksaan Agregat.....	IV-1
IV.2. Agregat Halus.....	IV-1
IV.3. Agregat Kasar.....	IV-2
IV.4. Persentase total agregat kasar dan halus.....	IV-3
IV.5. Penggabungan Agregat.....	IV-7
IV.6. Hasil Penggabungan Agregat Kasar dan Agregat Halus.....	IV-8
IV.7. Data Kualitas Agregat Halus.....	IV-9
IV.7. 1 Data Kualitas Agregat Halus.....	IV-9
IV.8. Hasil Rancangan Campuran Beton Metode DOE.....	IV-10
IV.9 . Kuat Tekan Dengan Kadar Serat.....	IV-15
IV.10. Modulus Elastisitas Dengan Kadar Serat.....	IV-16
IV.11. Modulus Elastisitas.....	IV-17
IV.12. Koefisien (k).....	IV-19

## DAFTAR GAMBAR

Nomor Gambar	Judul Gambar	Halaman
Gambar. II-1.	Berbagai kuat tekan benda uji beton .....	II - 3
Gambar. II-2.	Modulus tangen awal dan modulus elastisitas.....	II - 5
Gambar. II-3.	Kondisi kombinasi air dan agregat.....	II - 11
Gambar. II-4.	Hubungan antara kehilangan kekuatan dengan rongga.....	II - 15
Gambar.III-1.	Flow chart.....	III- 1
Gambar.IV-1.	Barchart penggabungan Agregat.....	IV- 7
Gambar IV-2.	Grafik hubungan kadar serat dan kuat tekan.....	IV-16
Gambar IV-3.	Grafik hubungan kadar serat dan modulus elastisitas.....	IV-17
Gambar IV-4.	Grafik hubungan modulus elastisitas lab dengan modulus elastisitas SK-SNI.....	IV-18
Gambar IV-5.	Grafik hubungan koefisien (k) lab dengan koefisien (k) SK-SNI....	IV-19

**BAB I**  
**PENDAHULUAN**

UNIVERSITAS

**BOSOWA**

***ANALISIS KORELASI KUAT TEKAN BETON  
DENGAN MODULUS ELASTISITAS  
PADA BETON SERAT***

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1. LATAR BELAKANG

Salah satu bahan bangunan yang cukup mendapat perhatian dari kalangan ahli konstruksi adalah beton. Pada akhir-akhir ini, teknologi dibidang beton telah mengalami perkembangan yang sangat mengagumkan, sedemikian rupa sehingga sudah merupakan bahan bangunan yang dapat bersaing dengan baik dibandingkan dengan baja, terutama untuk struktur jembatan berbentang panjang serta gedung-gedung bertingkat banyak.

Konstruksi beton digunakan pada hampir semua bagian fisik bangunan dengan mempertimbangkan berbagai aspek kelebihanannya, seperti :

- a. Fleksibilitas yang baik
- b. Kuat tekan yang tinggi
- c. Cukup tahan terhadap api dan cuaca
- d. Material penyusunnya mudah diperoleh
- e. Pembuatan dan pemeliharaannya mudah, dan lain sebagainya

Disamping berbagai kelebihan seperti tersebut diatas, perlu diingat bahwa beton mempunyai kelemahan, utamanya lemah terhadap kekuatan tariknya dan mempunyai sifat getas (*brittle*) sehingga bahan tersebut mempunyai keterbatasan dalam penggunaannya. Selain itu masih terdapat lagi kelemahan lainnya seperti: ketahanan yang rendah terhadap beban kejut, ketahanan yang rendah terhadap abrasi

dan lain sebagainya. Dalam prakteknya, untuk mengatasi kelemahan terhadap kuat tarik yang lemah dan sifat getas ini dengan pemberian besi tulangan pada bagian beton yang mengalami tarik, sehingga keruntuhan beton yang disebabkan oleh gaya tarik dapat teratasi. Untuk memperbaiki sifat-sifat yang lain juga perlu diperhatikan aspek-aspek lain, misalnya menggunakan komponen penyusun beton yang baik, cara pemadatan dan perawatan yang baik dan sebagainya.

Perkembangan teknologi beton saat ini semakin pesat, hal ini juga berpengaruh terhadap penemuan serta penelitian untuk mengatasi kelemahan beton terhadap beban tarik dan ditunjang pula dengan adanya perbaikan serta penyempurnaan terhadap peraturan-peraturan mengenai konstruksi beton yang berlaku. Salah satu teknologi yang menjadi alternatif bagi penambahan kuat tarik beton dan ketahanan terhadap retak kecil akibat pembebanan adalah teknologi beton serat atau yang lebih dikenal dengan nama "*Fibre Reinforced Concrete*".

Menurut literatur dan hasil penelitian sebelumnya bahwa penambahan serat kedalam beton dapat memperbaiki sifat-sifat beton antara lain :

- a. Meningkatkan kapasitas penyerapan energi (*energy absorption capacity*).
- b. Meningkatkan kekuatan tarik, geser, lentur, dan torsi.
- c. Ketahanan terhadap beban kejut (*impact strengths*).
- d. Elastisitas , getas (*brittle*), shear creep, dan lain-lain.
- e. Meningkatkan kekuatan terhadap lelah (*fatigue strengths*).
- f. Peningkatan ketahanan terhadap retak (*crack arrestors*).

Ada berbagai jenis bahan serat yang dapat dipakai untuk memperbaiki sifat yang dimiliki oleh beton, seperti: serat metalik, serat polimer, serat karbon, serat kaca, dan serat natural (alam). Semua serat tersebut mempunyai kelebihan dan kekurangan, sehingga dalam pemilihan jenis serat pada konstruksi beton perlu disesuaikan dengan tujuan pemakaian.

Serat metalik dibuat dari bahan baja atau baja tahan karat (stainless steel). Serat ini banyak difabrikasikan dan bentuknya yang dapat dimodifikasi sesuai dengan kegunaannya, termasuk diameternya. Penambahan fiber kedalam sampel (matrix) pada umumnya akan meningkatkan kuat tekan dan modulus elastisitas beton sampel setelah dibuat komposit.

Serat-serat polimer dalam penggunaannya meliputi akrilik, aramid, karbon, nylon, polyester, polyetilen serta polypropilene. Tentang serat polimer ini, konsepnya telah dicoba pada tahun 1965. Namun demikian penggunaannya pada beton dalam skala besar tidak terjadi hingga akhir 1970-an.

Pemakaian serat karbon dalam beton cukup mendapat perhatian, karena serat dapat difabrikasi dengan biaya yang lebih rendah dengan menggunakan hasil tambang batu bara dan minyak. Serat-serat ini mempunyai kekuatan dan modulus elastisitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan serat polimer lainnya.

Beberapa serat lain sementara dalam tahap penelitian. Type serat lainnya seperti sisal, goni, serat kelapa dan bambu. Sebuah masalah yang timbul dalam pemakaian serat alam adalah kurangnya durabilitas serat tersebut terhadap kondisi alkali pada beton.

Pada awalnya beton tulangan serat digunakan untuk pengaspalan dan industri ubin, tetapi kemudian penggunaannya jauh lebih meluas untuk berbagai aplikasi, seperti jembatan, terowongan, kanal, struktur hidrolis, struktur tahan ledakan dan lain sebagainya. Daniel T Bridle juga melaporkan pemanfaatan beton tulangan serat yang dipakai pada pembangunan perumahan rakyat. Chuck Robinson dkk, melaporkan penggunaan beton tulangan serat baja pada pembuatan lantai pabrik kendaraan. Dari dalam negeri kita sendiri Bambang Suhendro juga telah melakukan penelitian tentang pengaruh penggunaan fiber kawat secara parsial pada balok beton bertulang, dengan kesimpulan bahwa terjadinya peningkatan terhadap kuat tarik, kuat tekan, dan juga peningkatan modulus elastisitasnya.

Melihat kondisi akan semakin banyaknya penggunaan fiber untuk bahan konstruksi beton, maka kami mengambil serat baja (*steel fiber*) sebagai bahan penelitian kami untuk mengetahui sejauh mana pengaruh kekuatan dan modulus elastisitas beton pada beton serat. Untuk itulah kami mengangkat judul tulisan dalam hal ini yang berjudul: “ **Analisis Korelasi Kuat Tekan Beton dan Modulus Elastisitas Pada Beton Serat** “.

## 1.2 MAKSUD DAN TUJUAN PENULISAN

Maksud penulisan adalah untuk mengetahui kekuatan beton dan modulus elastisitas pada beton serat sedangkan tujuan penulisan adalah mencari hubungan antara kuat tekan beton dan modulus elastisitasnya pada beton serat dan membandingkannya dengan rumus empiris yang terdapat pada beberapa referensi (SK-SNI 03 XXXX 2002) pasal 10.5 dan (SK-SNI T- 15-1991-03) pasal 3.15.

### 1.3. POKOK BAHASAN DAN BATASAN MASALAH

#### 1.3.1 Pokok Bahasan

Sebagai pokok bahasan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- Melakukan Uji fisik material terhadap specimen beton normal dan beton serat yang terdiri dari :
  - Pengujian Kuat Tekan  $f'_c$  dengan specimen silinder 15 x 30 cm.
  - Pengujian modulus elastisitas beton dengan specimen silinder 15 x 30 cm.
- Jenis beton yang diperlukan adalah beton normal dan beton serat dengan kadar serat 1 % ,2% dan 3 %.
- Melakukan analisis terhadap tingkat kekuatan beton normal dan beton serat.
- Menentukan korelasi kuat tekan beton dan modulus elastisitasnya pada beton serat.

#### 1.3.2 Batasan Masalah

Melihat banyaknya parameter yang perlu diperhitungkan, maka dalam penelitian ini kami membatasi menjadi beberapa batasan masalah yaitu:

- a. Mutu beton yang direncanakan adalah mutu yang ekuivalen dengan mutu K225 .
- b. Bahan tambahan yang digunakan adalah serat kawat dengan diameter 1,0 mm dan panjang 30 mm.
- c. Metode yang digunakan mengacu pada metode (SKSNI.03 XXXX 2002) pasal 10.5 dan (SK-SNI T-15-1991-03) pasal 3.15
- d. Pembacaan modulus elastisitas menggunakan "Dial Gauge" ketelitian 0,001 mm.

#### 1.4. SISTEMATIKA PENULISAN

Untuk tercapainya tujuan penulisan yang sistematis, maka secara garis besar dapat diuraikan materi penulisan sebagai berikut :

##### BAB I : PENDAHULUAN

Merupakan bab yang memberikan gambaran umum dengan berisikan tentang latar belakang, tujuan penulisan, pokok bahasan dan batasan masalah serta sistematika penulisan .

##### BAB II: KAJIAN PUSTAKA

Merupakan pembahasan singkat mengenai teori yang memberikan gambaran tentang: beton, bahan tambah serat beton, serta kekuatan dan modulus elastisitasnya.

##### BAB III: METODOLOGI PENELITIAN

Merupakan pembahasan penelitian dilaboratorium yang meliputi: pemeriksaan karakteristik agregat, penggabungan agregat, rancangan campuran (*mix design*) beton dan pembuatan benda uji, serta pelaksanaan pengujian kekuatan beton dan modulus elastisitas beton.

##### BAB IV: HASIL DAN PEMBAHASAN

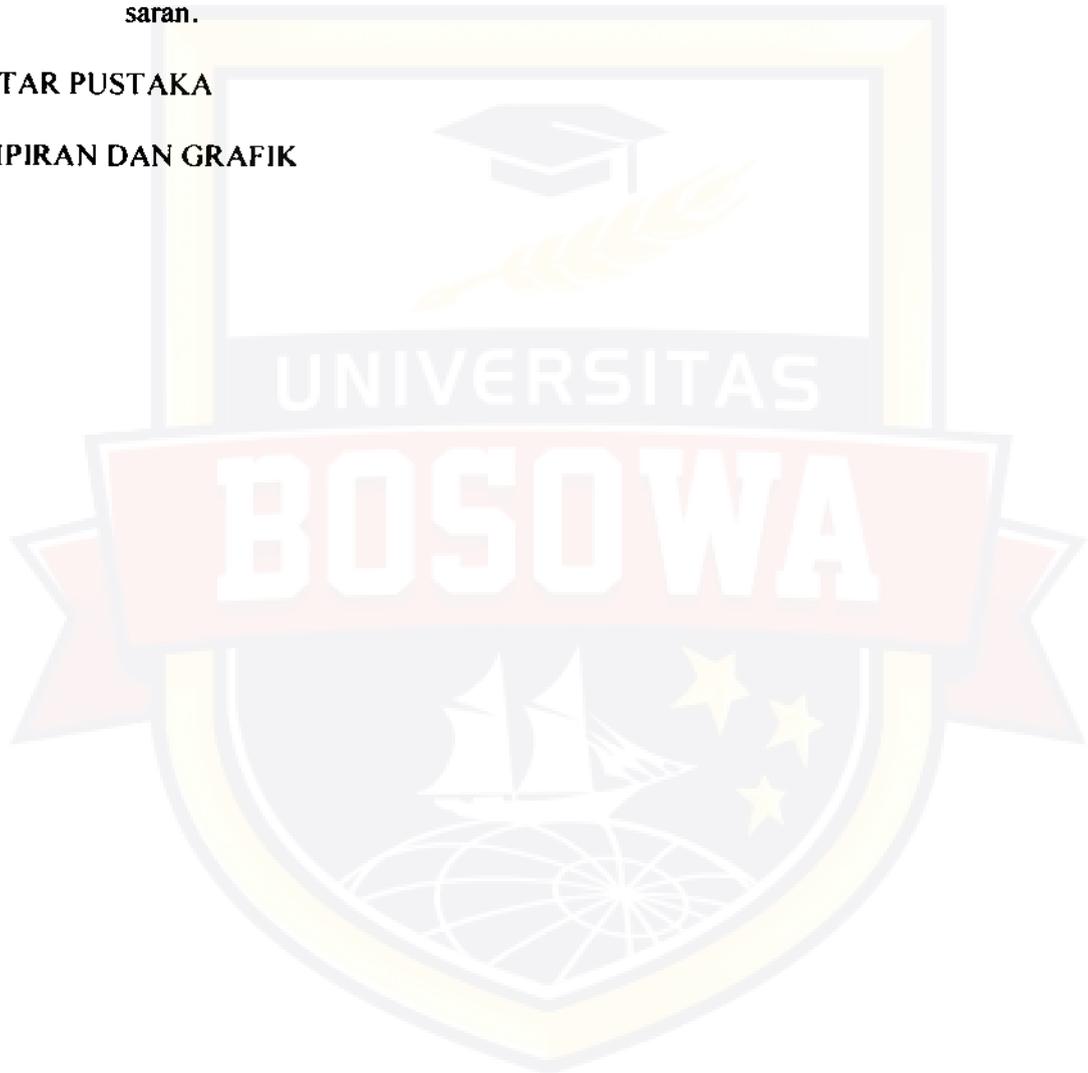
Merupakan analisa hasil penelitian dan pembahasan yang meliputi pemeriksaan hasil kuat tekan beton dan modulus elastisitasnya pada beton yang tanpa dan dengan serat.

BAB V: PENUTUP

Merupakan bab penutup yang memberikan penjelasan tentang kesimpulan dari seluruh isi penulisan ini yang disertai dengan saran – saran.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN DAN GRAFIK



**BAB II**  
**KAJIAN PUSTAKA**



UNIVERSITAS

**BOSOWA**

***ANALISIS KORELASI KUAT TEKAN BETON  
DENGAN MODULUS ELASTISITAS  
PADA BETON SERAT***

## BAB II

### KAJIAN PUSTAKA

#### 2.1. BETON

Beton didapat dari percampuran bahan-bahan agregat halus dan kasar yaitu pasir, kerikil, batu pecah atau bahan sejenis lainnya, dengan menambahkan bahan perekat semen dan air sebagai bahan pembantu guna keperluan reaksi kimia selama proses pengerasan dan perawatan beton berlangsung. Oleh karena beton merupakan campuran lebih dari satu bahan maka berat volumenya akan bervariasi tergantung pada material pembentuknya dan cara pematatannya.

Beton normal merupakan beton yang diperoleh dari campuran yang agregatnya terdiri dari pasir, kerikil atau batu pecah dengan berat volume berkisar antara 1,8 – 2,8 ton/m<sup>3</sup>. Menurut Peraturan Beton Indonesia 1971(PBI'71) beton dapat dibedakan atas tiga kelas, dimana pembagian dari kelas ini didasarkan atas tujuan dari pemakaian beton serta mutu agregat dan pengawasan yang dilakukan terhadap kekuatan beton tersebut. Ketiga kelas beton ini adalah :

##### a. Beton kelas I (BO)

Yaitu beton yang digunakan untuk pekerjaan-pekerjaan non-struktural dan pelaksanaannya tidak memerlukan keahlian khusus, serta pengawasan mutu hanya dibatasi pada pengawasan ringan terhadap mutu bahan. Sedangkan terhadap kekuatan tekan tidak disyaratkan pemeriksaan.

*b. Beton kelas II (Beton mutu B1, K125, K175 dan K225)*

Yaitu beton yang digunakan untuk pekerjaan-pekerjaan struktural secara umum yang dalam pelaksanaan pembuatannya memerlukan keahlian yang cukup di bawah pimpinan-pimpinan tenaga ahli. Pada mutu B1 pengawasan mutu bahan yang dibatasi pada pengawasan sedang, dan terhadap kekuatan tekan tidak disyaratkan pemeriksaan. Sedangkan pada mutu K125, K175 dan K225, pemeriksaan mutu bahan dilakukan secara ketat dengan keharusan untuk memeriksa kekuatan beton secara kontinu.

*c. Beton kelas III*

Yaitu beton untuk pekerjaan-pekerjaan struktural dengan mutu beton lebih tinggi dari K225. Pelaksanaannya memerlukan keahlian yang khusus di bawah pimpinan tenaga-tenaga ahli, dan disyaratkan adanya laboratorium yang lengkap sehingga pengawasan mutunya dapat dilakukan secara kontinu.

## **2.2. SIFAT BETON KERAS**

Sifat-sifat beton keras yang berkaitan dengan penelitian ini dapat dikemukakan sebagai berikut:

### **2.2.1 Kuat Tekan Beton**

Kuat tekan beton diwakili oleh tegangan tekan maksimum  $f'_c$  dengan satuan  $N/mm^2$  atau Mpa (Mega Pascal). Kuat tekan beton umur 28 hari berkisar antara nilai 10 – 65 Mpa. Untuk struktur beton bertulang pada umumnya digunakan beton dengan kuat tekan berkisar 17 – 30 Mpa.

$$f'c = \frac{P}{A} \dots\dots\dots (II.1)$$

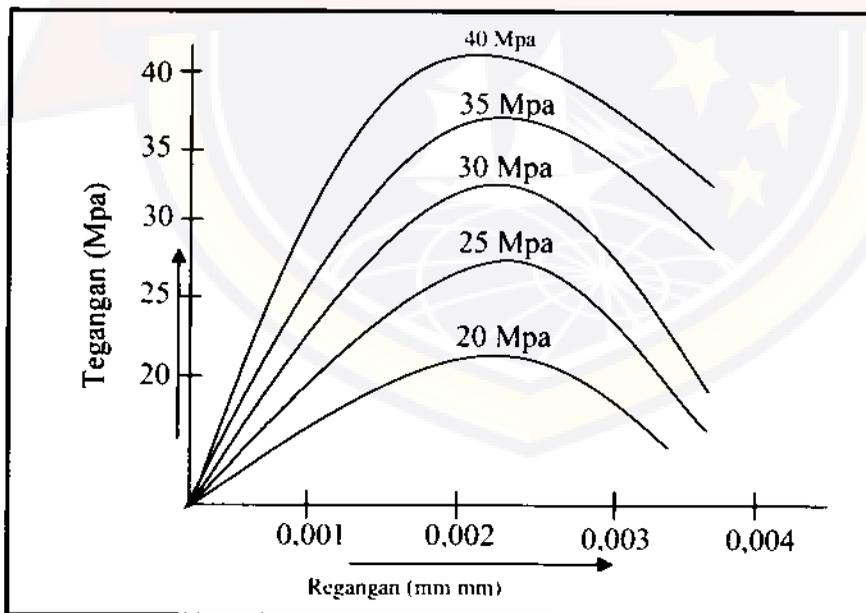
Dimana:

F'c = Kuat tekan karakteristik

P = Beban maksimum

A = Luas penampang benda uji

Nilai kuat tekan beton didapatkan melalui tata cara pengujian standar menggunakan mesin uji dengan cara memberikan beban tekan bertingkat dengan kecepatan peningkatan beban tertentu atas benda uji silinder beton (diameter 150 mm, tinggi 300 mm) sampai hancur. Yang dimaksud dengan tegangan f'c yang menjadi parameter kuat tekan beton adalah tegangan maksimum pada saat regangan beton ( $\epsilon_b$ ) mencapai 0,002.



Gambar.II.1.Berbagai kuat tekan benda uji beton

### 2.2.2 Kuat Tarik Beton

Nilai kuat tekan dan tarik bahan beton tidak berbanding lurus, setiap usaha perbaikan kekuatan tekan hanya disertai peningkatan kecil nilai kuat tariknya. Suatu perkiraan kasar dapat dipakai, bahwa nilai kuat tarik bahan beton yang tepat sulit untuk diukur. Suatu nilai pendekatan yang umum dilakukan dengan menggunakan *modulus of rupture*, yaitu tegangan tarik lentur beton yang timbul pada pengujian hancur balok beton polos (tanpa tulangan), sebagai pengukur kuat tarik sesuai teori elastisitas.

Kuat tarik bahan beton juga ditentukan melalui pengujian split silinder yang umumnya memberikan hasil yang lebih baik dan lebih mencerminkan kuat tarik yang sebenarnya. Nilai pendekatan yang diperoleh dari hasil pengujian berulang kali mencapai kekuatan 0,50 – 0,60 kali  $\sqrt{f'c}$ , sehingga untuk beton normal digunakan  $0,57 \sqrt{f'c}$ . Pengujian tersebut menggunakan benda uji silinder beton (150 mm x 300 mm), diletakkan pada arah memanjang diatas alat penguji kemudian beban tekan diberikan merata ke arah tegak dari atas pada seluruh ppanjang silinder. Apabila kuat tarik terlampaui, benda uji terbelah menjadi dua bagian dari ujung ke ujung. Tegangan tarik yang timbul sewaktu benda uji terbelah disebut *split cylinder strength*, yang dihitung sebagai berikut :

$$f_t = \frac{2P}{\pi L \cdot D_d} \dots\dots\dots(II.2)$$

### 2.2.3 Modulus Elastisitas.

Modulus elastisitas suatu bahan menggambarkan besarnya tegangan pada satu satuan regangan. Dengan mengamati bermacam kurva tegangan-regangan pada kuat tekan beton yang berbeda tampak bahwa pada umumnya kuat tekan maksimum tercapai pada saat nilai satuan regangan mencapai  $\pm 0,002$ . Selanjutnya nilai tegangan  $f'c$  akan turun dengan bertambahnya nilai regangan sampai benda uji hancur pada nilai regangan  $0,003 - 0,005$ .

$$E_c = \frac{S_2 - S_1}{\varepsilon_2 - \varepsilon_1} \dots\dots\dots(II.3)$$

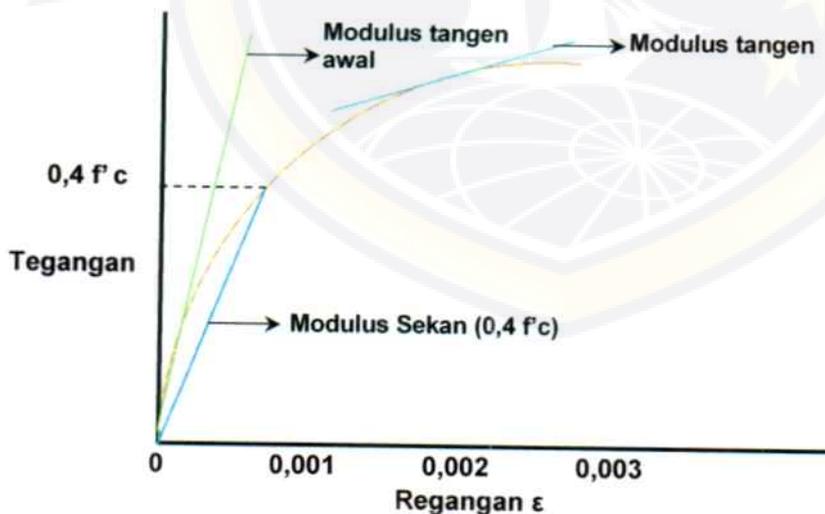
Dimana:

$E$  = Modulus elastisitas (Mpa)

$S_2$  = Kuat tekan pada saat 40% dari beban maksimum (Mpa)

$S_1$  = Kuat tekan pada saat regangan longitudinal mencapai  $\varepsilon_1 = 50$  per juta (Mpa)

$E_2$  = Regangan longitudinal yang dihasilkan pada saat  $S_2$ .



Gambar II.2. Modulus tangen awal dan modulus elastisitas

SK.SNI T.15 – 1991-03 pasal 3.3.2 menetapkan bahwa regangan kerja maksimum yang diperhitungkan di serat tepi beton tekan terluar adalah 0,003 sebagai batas hancur.

Kemiringan kurva awal pada beton sangat beragam dan umumnya agak melengkung. Nawy (1990) mengemukakan bahwa nilai modulus sekan dari suatu garis yang menghubungkan titik pusat dengan suatu harga tegangan (sekitar  $0,4 f'c$ ) merupakan nilai modulus elastisitas bahan beton tersebut. Pada penerapannya, untuk menentukan modulus elastisitas beton digunakan rumus-rumus empiris yang menyertakan besaran berat disamping kuat tekannya. SK.SNI.T15-1991-03 pasal 3.15. Modulus elastisitas: Nilai modulus elastisitas beton, baja tulangan, dan tendon ditentukan sebagai berikut:

1. Untuk nilai  $w_c$  diantara 1500 dan 2500  $kg/m^3$ , nilai modulus elastisitas beton  $E_c$  boleh diambil sebesar  $(w_c)1,5 \times 0,43 \sqrt{f'c}$  Mpa.

Untuk beton normal  $E_c$  boleh diambil sebesar  $4700 \sqrt{f'c}$

2. Modulus elastisitas untuk tulangan non pratekan  $E_s$  boleh diambil sebesar 200.000 Mpa.
3. Modulus elastisitas untuk tendon pratekan  $E_o$  harus ditentukan dengan pengujian atau dipasok oleh pabrik.

Dari SK.SNI.T.15-1991-03 Pasal 3.1.5. diatas diperoleh rumus nilai modulus elastisitas beton sebagai berikut :

$$E_c = 0,043 w_c^{1,50} \sqrt{f'c} \dots\dots\dots (II.2)$$

Modulus elastisitas untuk betonACI ps.8.5.1

$$E_{\text{beton}} = 57000 \sqrt{f'c} \text{ psi (untuk beton dengan berat jenis} = 145 \text{ lb/ft}^3 = 2300 \text{ s/d} \\ 2400$$

$$\text{Atau } 15160 \sqrt{f'c} \text{ kg/cm}^2$$

Dimana  $f'c$  = kekuatan karakteristik untuk contoh silinder =  $0.83 \sqrt{\sigma'bk}$

Menurut PBI'71 ps.17.1

- Modulus elastisitas beton yang dipergunakan adalah modulus sekan (untuk perhitungan keadaan elastisitas).

### 2.3. FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI KEKUATAN BETON

#### 2.3.1. Faktor Air Semen

Memasukkan air ke dalam campuran beton mempunyai 2 (dua) fungsi :

1. Untuk memungkinkan terjadinya reaksi kimia dengan semen sehingga menyebabkan pengerasan.
2. Untuk membatasi dan sebagai pelincir bagi campuran kerikil, pasir dan semen agar memudahkan pencetakan (*workability*).

Seperti pada reaksi kimia lainnya, semen dan air dikombinasikan dalam proporsi yang tertentu jumlahnya. Proporsi ini harus tepat jumlahnya. Beton yang mengandung proporsi air yang sangat kecil, menjadi sangat kering dan sukar untuk dipadatkan dengan baik. Sebaliknya bila jumlahnya terlalu banyak akan mengakibatkan timbulnya rongga-rongga yang banyak bila pematatannya kurang baik. Beton yang baik bila jumlah volume rongganya adalah minimal.

Proporsi air pada beton biasa dikenal sebagai faktor air semen. Faktor air semen dapat didefinisikan sebagai perbandingan antara banyaknya air bebas yang ditambahkan pada adukan beton dengan banyaknya semen yang digunakan.

Kekuatan beton berbanding terbalik dengan faktor air semen, sehingga semakin rendah faktor air semen maka akan didapatkan kekuatan tekan karakteristik beton yang semakin tinggi. Namun perlu pula diperhatikan pengaruh faktor air semen terhadap workabilitas seperti tersebut diatas.

Sebagai kesimpulan bahwa beton yang mempunyai faktor air semen minimal dan cukup untuk memberikan workabilitas tertentu yang dibutuhkan untuk pemadatan yang sempurna tanpa pekerjaan pemadatan yang berlebihan, merupakan beton yang terbaik.

### 2.3.2 . Jenis Semen

Semen merupakan salah satu komponen penyusun beton yang penting. Kualitas beton yang dihasilkan dipengaruhi oleh kualitas semen yang digunakan. Adapun hal-hal yang dapat mempengaruhi kualitas semen atau dengan kata lain faktor-faktor yang dapat mempengaruhi sifat-sifat semen adalah komposisi kimiawi dan kehalusan penggilingan.

Semen disebut juga bahan pengikat hidrolis sebab bila bereaksi dengan air akan menyebabkan terjadinya reaksi kimia sehingga dapat mengeras membentuk pasta plastis. Semen yang kami tinjau disini adalah Semen Portland (PC) biasa. Adapun Semen Portland yang lain adalah : Semen Pozzolan, Semen Pasangan, Semen Putih dan Semen Alumina.

1. Kapur ( $\text{CaO}$ ) berasal dari batuan kapur.
2. Silikat ( $\text{SiO}_2$ ) berasal dari tanah liat atau lempung.
3. Trikalsium Aluminate ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) berasal dari tanah liat.
4. Senyawa besi ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ).

Semen Portland dapat diklasifikasikan dalam 4 (lima) jenis (type), yaitu :

Type I : Semen yang untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada semen type lain.

Type II : Semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang.

Type III : Semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada fase permulaan setelah proses pengikatan terjadi (kekuatan awal yang tinggi).

Type IV : Semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan yang tinggi terhadap sulfat.

Di Indonesia umumnya diproduksi dan paling sering dipakai lapangan adalah semen type I, sedangkan type-type lainnya untuk penggunaan khusus biasanya dipesan khusus dari pabriknya. Syarat mutu dan cara pengujian Semen Portland pada SII 0013-81 sama dengan yang disyaratkan ASTM C150-74.

### 2.3.3. Agregat

Agregat adalah pecahan-pecahan batu dari berbagai ukuran dan bentuk, serta merupakan salah satu dari beberapa bahan pembentuk beton. Dalam kenyataannya dilapangan penggunaan agregat dapat mencapai sampai 75 % dari isi total beton.

Dengan demikian sifat-sifat agregat ini mempunyai pengaruh terhadap perilaku beton yang sudah mengeras.

Sifat yang paling penting dari suatu agregat (batu-batuan, kerikil, pasir dan lain-lain) ialah kekuatan hancur dan ketahanan terhadap benturan yang dapat mempengaruhi ikatannya dengan pasta semen, porositas dan karakteristik penyerapan air yang mempengaruhi daya tahan terhadap proses pembekuan waktu musim dingin dan agresi kimia, serta ketahanan terhadap penyusutan.

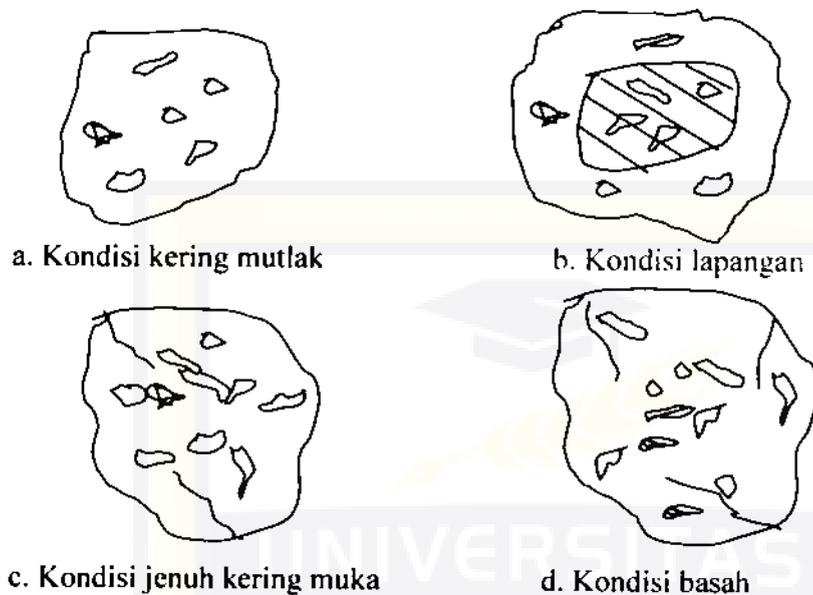
Sangat logis jika pemakaian agregat diupayakan dalam prosentase yang tinggi mengingat biayanya yang lebih murah jika dibandingkan dengan bahan beton lainnya seperti semen.

Air dan agregat adalah dua benda yang dalam eksistensinya dapat berkombinasi oleh adanya adhesi kedua benda itu, sehingga air dapat masuk dan berada dalam agregat melalui pori-pori dan kapiler.

Ada 4 kondisi akibat adanya kombinasi air dan agregat, yaitu :

- a. Agregat kering mutlak, yaitu agregat tidak mengandung air sama sekali (misalnya agregat yang dioven).
- b. Kondisi lapangan, yaitu agregat tidak kering dan tidak basah dimana pori-pori dan kapiler sebagian berisi air dan sebagian lagi kosong. Kondisi ini umumnya dijumpai pada agregat lapangan.
- c. Jenuh kering muka, yaitu permukaan agregat kering sedangkan pori-pori dan kapiler jenuh dengan air. Kondisi ini biasa disebut Saturated Surface Dry (SSD)
- d. Agregat basah, yaitu agregat jenuh dimana permukaan, pori-pori dan kapilernya semua terisi dengan air.

Keempat kondisi agregat dapat dilihat pada gambar berikut :



**Gambar II.3 Kondisi kombinasi air dan agregat**

Adapun syarat mutu agregat untuk beton menurut Pedoman Beton (PB) 1989 adalah bahwa agregat halus memenuhi ketentuan Standar Industri Indonesia (SII) 0052-80 mengenai "Mutu dan Cara Uji Agregat Beton", dan dalam hal yang tidak tercakup dalam SII 0052-80 maka agregat juga harus memenuhi ketentuan ASTM C33-86 "*Standard Specification for Concrete Aggregates*".

Agregat untuk beton berdasarkan ukuran butirannya dapat dibagi atas 2 (dua) bagian yaitu agregat halus (pasir) dan agregat kasar (kerikil atau batu pecah).

#### *a. Agregat Halus*

Agregat halus ialah agregat yang semua butirnya menembus ayakan berlubang 4,8 mm (atau 5,0 mm). Agregat halus dapat berupa agregat alam, pasir olahan atau gabungan dari keduanya. Agregat ini berdasarkan sumbernya dapat dibedakan atas : pasir galian, pasir sungai dan pasir laut.

Syarat mutu agregat halus menurut SII 0052-80 :

1. Susunan besar butir mempunyai Modulus Kehalusan antara 1,5 sampai 3,80.
2. Kadar lumpur atau bagian butir lebih kecil dari 70 mikron, maksimum 5,0 %.
3. kadar zat organik ditentukan dengan larutan Na-Sulfat 3 %, jika dibandingkan dengan warna standar/pembanding, tidak lebih tua dari warna standar/pembanding.
4. Kekerasan butir jika dibandingkan dengan kekerasan butir pasir pembanding yang berasal dari pasir kwarsa Bangka, memberikan angka hasil bagi tidak lebih besar dari 2,20.
5. Sifat kekal, uji dengan larutan jenuh garam sulfat :
  - a. Jika dipakai Natrium Sulfat, bagian yang hancur maksimum 10 %.
  - b. Jika dipakai Magnesium Sulfat, bagian yang hancur maksimum 15 %.

Sedangkan syarat mutu untuk agregat halus menurut ASTM C33-86 :

1. Kadar lumpur atau bagian butir yang lebih kecil dari 75 mikron (ayakan No.200), dalam persen berat maksimum :
  - Untuk beton yang mengalami abrasi : 3,0
  - Untuk jenis beton lainnya : 5,0
2. Kadar gumpalan tanah liat dan partikel yang mudah direpihkan, maksimum 3 %.
3. Kandungan arang dan lignit :
  - Bila tampak permukaan beton dipandang penting, kandungan maksimum 0,5 %.
  - Untuk beton jenis lainnya, maksimum 1,0 %.

4. Agregat halus harus bebas dari pengotoran zat organik yang merugikan mutu beton. Bila diuji dengan larutan Natrium Sulfat tidak berwarna lebih tua dari warna standar.
5. Agregat halus yang akan digunakan untuk membuat beton yang akan mengalami lembab atau basah terus menerus atau yang berhubungan dengan tanah basah, tidak boleh mengandung bahan yang bersifat reaktif terhadap alkali dalam semen, yang jumlahnya cukup dapat menimbulkan pemuaihan yang berlebihan.
6. Sifat kekal diuji dengan larutan garam sulfat :
  - Jika dipakai Natrium Sulfat, bagian yang hancur maksimum 10%
  - Jika dipakai Magnesium Sulfat, bagian yang hancur maksimum 15 %
7. Tabel II.1. Susunan besar butiran (grading)

Ukuran lobang ayakan (mm)	Persen lolos kumulatif
9,50	100
4,75	95 – 100
2,36	80 – 100
1,18	50 – 85
0,60	25 – 60
0,30	10 – 30
0,15	2 – 10

8. Modulus kehalusan antara 2,3 – 3,1

*b. Agregat Kasar*

Agregat kasar adalah agregat yang semua butirnya tertinggal di atas ayakan 4,8mm (atau 5,0 mm). Agregat kasar dapat berupa kerikil, pecahan kerikil, batu pecah, terak tanur tiup atau beton semen hidrolis yang dipecah.

Syarat mutu agregat kasar menurut SII 0052-80 :

1. Susunan besar butir mempunyai Modulus Kehalusan antara 6,00 sampai 7,10.
2. Kadar lumpur atau bagian butir lebih kecil dari 70 mikron, maksimum 1,0 %.
3. Kadar bagian yang lemah diuji dengan goresan batang tembaga, maksimum 5 %
4. Sifat kekal, diuji dengan larutan jenuh garam sulfat :
  - a. Jika dipakai Natrium Sulfat, bagian yang hancur maksimum 12 %
  - b. Jika dipakai Magnesium Sulfat, bagian yang hancur maksimum 18 %
5. Tidak bersifat reaktif terhadap alkali.
6. Tidak boleh mengandung butiran panjang dan pipih lebih dari 20 % berat.
7. Kekerasan butir ditentukan dengan bejana Rudeloff dan dengan bejana Los Angeles dapat dilihat pada lampiran.

Sedangkan syarat mutu berdasarkan ASTM C33-86 :

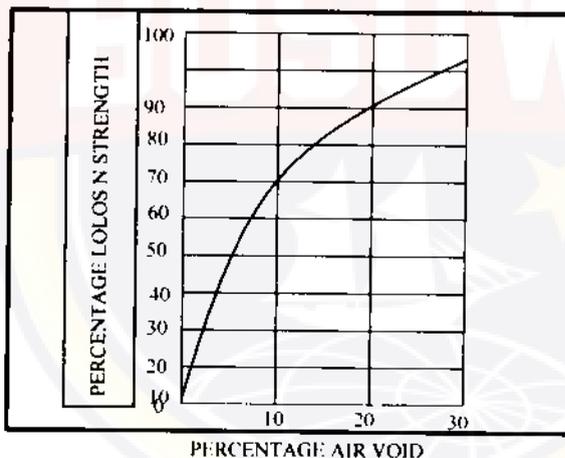
1. Agregat kasar yang akan digunakan untuk pembuat beton yang akan mengalami basah atau lembab terus menerus atau yang berhubungan dengan tanah basah, tidak boleh menggunakan bahan yang bersifat reaktif terhadap alkali dalam semen, yang jumlahnya dapat menimbulkan pemuaihan yang berlebihan didalam mortar atau beton.
2. Kadar bahan atau partikel yang berpengaruh buruk terhadap beton harus diperhatikan sesuai yang disyaratkan (terlampir).
3. Susunan butir (*grading zone*) harus mengikuti tabel (terlampir).
4. Sifat fisika mencakup kekerasan butir diuji dengan bejana abrasi Los Angeles dan sifat kekal (*soundness*) tertera pada tabel (terlampir).

### 2.3.4. Pemasatan

Pemasatan merupakan salah satu rangkaian kegiatan yang perlu diperhatikan pada pekerjaan beton. Baik atau tidaknya pemasatan dapat mempengaruhi mutu beton. Pemasatan pada beton bertujuan untuk :

1. Menghindari terjadinya rongga-rongga udara
2. Mencegah terjadinya sarang-sarang kerikil pada beton.
3. Menjamin suatu perletakan yang baik antara beton dengan permukaan tulangan baja atau sarana lain yang ikut dicor
4. Mencapai kepadatan beton yang maksimal

Suatu indikasi atau petunjuk kehilangan kekuatan yang disebabkan oleh adanya rongga-rongga pada beton diperlihatkan pada gambar 2.4



**Gambar II.4. Hubungan antara kehilangan kekuatan dengan rongga**

Pemasatan pada beton dapat dicapai melalui 2 (dua) cara yaitu :

- Pemasatan dengan tangan
- Pemasatan dengan mesin getar

Sebenarnya sulit untuk mendapatkan pemadatan yang sempurna, karena pengamatan terhadap pori-pori dan sarang-sarang kerikil pada beton sukar dievaluasi.

### 2.3.5. Perawatan (*Curing*)

Setelah pengecoran/pencetakan dari suatu campuran beton, beton akan mengalami proses pengerasan, untuk membentuk suatu kesatuan yang homogen sehingga mampu memikul suatu beban yang dikerjakan terhadapnya. Pada proses pengerasan ini, beton harus tetap dirawat untuk menghindari terjadinya hal-hal yang dapat menurunkan mutu atau kekuatan dari beton tersebut. Beton yang dirawat dengan baik akan menghasilkan beton yang baik pula kualitasnya, misalnya menjadi lebih kuat dan tahan terhadap agresi kimia, lebih kedap air dan juga lebih tahan aus pada landasan lapangan terbang.

Pada dasarnya perawatan beton dimaksudkan agar supaya mencegah penguapan air yang berlebihan pada campuran beton. Penanggulangannya adalah dengan membatasi/mengurangi penguapan yang berlebihan itu. Efek yang terjadi akibat penguapan berlebihan ini adalah: terhentinya proses hidrasi sehingga berkurangnya peningkatan kekuatan, terjadi penyusutan kering yang terlalu awal dan cepat sehingga timbul tegangan tarik yang menyebabkan retak.

Prosedur yang aktual (sebenarnya) untuk perawatan beton banyak variasinya tergantung pada jenis konstruksi, keadaan lapangan, ukuran dan bentuk bagian konstruksi. Meskipun demikian, perawatan yang umum digunakan dapat dibagi secara luas atas 2 (dua) kelompok, yaitu sebagai berikut :

- Beton pada permukaan horisontal yang luas, seperti konstruksi jalan dan lantai

- Beton didalam acuan/cetakan (*form*), seperti kolom, balok dan dinding

Perawatan yang biasa dilakukan secara umum antara lain :

- Menahan penguapan air, misalnya dengan menggunakan karung basah untuk menutup permukaan beton
- Menggunakan lapisan penutup, misalnya lapisan yang kedap air seperti kertas kedap air atau palstik, terpal, lapisan *polythene*, dan lain-lain.
- Pembasahan air, misalnya dengan diberi percikan air atau dengan menggenangi permukaan beton tersebut dengan air.

## 2.4. BETON SERAT

### 2.4.1. Beton Serat Umum

Beton serat atau beton tulangan serat adalah suatu campuran beton konvensional/biasa yang ditambahkan dengan serat-serat yang disebarkan secara merata dengan orientasi acak (*random*). Serat-serat yang disebarkan baik jenis, dimensi maupun jumlahnya ditentukan terlebih dahulu sesuai kebutuhan sebelum dicampurkan pada campuran beton.

Serat dapat dibayangkan sebagai suatu agregat dengan bentuk yang tertentu yang dikelilingi oleh agregat halus. Serat-serat tersebut saling berpautan dan mengikat partikel-partikel agregat sehingga menyebabkan penurunan *workability* saat memulai pencampuran.

Penambahan serat-serat bukan untuk menggantikan peranan dari tulangan baja pada beton. Berbeda dengan batang tulangan dalam tulangan beton yang berbentuk kontinyu (tak terputus) dan ditempatkan dengan cermat ke dalam struktur beton untuk mengoptimalkan daya gunanya, serat-serat sebaliknya berbentuk diskontinyu (putus-

putus) dan umumnya disebarkan secara merata dan acak melalui matriks beton, sehingga pemikulan beban oleh tulangan beton lebih besar dibandingkan dengan serat-serat. Penambahan serat-serat menjadikan beton biasa lebih berdaya guna, lebih fleksibel dalam cara memproduksinya dan lebih bersaing sebagai suatu material konstruksi.

Pada dasarnya serat bertindak sebagai penahan retak, membatasi penyebaran retak dan kemudian menstansfer sifat getas beton kedalam suatu komposit yang kuat dengan daya tahan terhadap retak yang besar, peningkatan daktilitas dan keretakan lanjutan sebelum runtuh.

Masalah-masalah utama yang ditemukan dalam tahap-tahap awal adalah kesulitan dalam proses pencampuran dan workabilitasnya. Pada konsentrasi volume yang lebih tinggi, serat akan menggumpal dan sering ditemukan pada serat-serat yang lebih panjang. Ukuran agregat kasar biasanya dibatasi untuk memudahkan penggunaan serat yang lebih pendek, agar serat dapat menyebar secara merata dan menghindari terjadinya gumpalan.

Pada dasarnya serat dapat diklasifikasikan atas 2 bagian besar berdasarkan elastisitasnya yang lebih tinggi atau kurang dibandingkan dengan beton yaitu :

1. Serat dengan elastisitas tinggi, seperti: serat baja, karbon dan kaca.
2. Serat dengan elastisitas rendah, seperti: polypropylene dan serat alam.

Serat dengan elastisitas tinggi diketahui meningkatkan kekuatan lentur dan ketahanan terhadap benturan (*impact*), sementara serat dengan elastisitas rendah meningkatkan kekuatan terhadap benturan tetapi tidak terlalu meningkatkan kekuatan lentur. Mekanisme menahan dan mengontrol/membatasi retak dari serat kawat

mengakibatkan peningkatan kekuatan sifat-sifat beton yang berhubungan dengan retak, seperti kekuatan, kekakuan, daktilitas, penyerapan energi, dan ketahanan terhadap tumbukan, kelelahan dan panas.

Karakteristik pengontrolan retak dari serat mempunyai pengaruh besar terhadap tingkah laku beton komposit.

1. Serat menunda terjadinya retak lentur, peningkatan regangan tarik.
2. Serat memberi suatu perilaku yang baik pada keadaan setelah terjadinya retak.
3. Sifat menahan retak dan akibat peningkatan daktilitas memberikan sifat penyerapan energi yang lebih besar.

#### 2.4.2. Beton Serat Baja (Steel Fibre Reinforced Concrete)

Menurut M.L Gambhir (1986), bahwa *steel fibre* (serat baja) kemungkinannya paling cocok untuk diterapkan atau dipakai pada bangunan-bangunan struktural. Sebab serat baja diketahui mampu untuk meningkatkan kekuatan tarik dan lentur, daktilitas, ketahanan terhadap retak kekerasan dan lain sebagainya. Juga dikemukakan mengenai penggunaannya pada struktur-struktur hidrolika, perkerasan landasan lapangan terbang, jalan raya, dek-dek jembatan, lantai-lantai yang menerima beban berat serta terowongan-terowongan serta struktur-struktur *precast* lainnya.

Sedangkan menurut literatur-literatur dan jurnal ilmiah lainnya, diantaranya seperti yang dikemukakan oleh David A.Fanella dan A.E.Naaman (1985), mengemukakan bahwa beton serat baja mampu meningkatkan kekuatan kejut, kekerasan beton, kapasitas penyerapan energi dan lain sebagainya.

Bahkan menurut B.Suhendro (1991), dari hasil penelitiannya diperoleh bahwa penggunaan beton serat kawat bendrat meningkatkan kualitas beton, yaitu : beton menjadi sangat liat (*ductile*), kuat desak meningkat 5 %, kuat tarik meningkat 58%, kuat lentur meningkat 50% dan ketahanan terhadap beban impact/tumbukan meningkat 400%. Oleh karena beberapa kelebihan itulah, maka kami beralasan memilih fibre kawat beton untuk penelitian kami.

Pada penelitian ini kami menggunakan serat lokal yang kami sebut fibre kawat beton. Sebenarnya fibre kawat beton yang dimaksud disini adalah fibre kawat yang biasa dipakai untuk mengikat tulangan beton pada struktur beton bertulang. Dengan fungsinya sebagai pengikat tersebut maka diharapkan bahwa kalau bahan ini ditambahkan pada campuran beton juga akan memberikan ikatan yang lebih baik pada material-material penyusun beton tersebut, sehingga memberikan peningkatan kekuatan tarik dari beton yang dihasilkan.

Bahan fibre lokal yang dipakai pada penelitian ini berupa fibre kawat beton dengan diameter  $\pm 1,0\text{mm}$  dan dipotong-potong dengan panjang yang telah ditentukan sebelumnya, yaitu 50,70 dan 100mm sehingga secara visual telah menyerupai "*Steel Fibre*" yang asli dari luar negeri. Dengan demikian fibre kawat beton yang dipakai bergeometri lurus dan mempunyai nilai aspek rasio (aspek kelangsingan) sebesar 50,70 dan 100, merupakan diameter serat. Dengan memperhatikan semua aspek diantaranya peningkatan kekuatan dan workability, maka nilai aspek rasio serat tidak boleh sembarangan diambil, tetapi harus mempunyai patokan nilai sehingga apa yang diharapkan tercapai. Interval parameter

aspek rasio dapat dipakai sebagai patokan, dapat dilihat pada pasal rencana campuran beton serat. Peningkatan dalam hal kinerja struktural (mekanikal) bergantung pada:

- Karakteristik kekuatan dari serat
- Kandungan (konsentrasi) serat dan jaraknya
- Penyebaran dan orientasi dari serat
- Bentuk dan aspek rasio dari serat

Kekuatan yang tinggi, volume dan panjang yang lebih besar, dan diameter yang kecil dari serat telah diketahui dapat meningkatkan kekuatan beton. Bentuk yang tepat dan aspek rasio yang tinggi juga dibutuhkan untuk memberikan ikatan yang memadai antara beton dan serat sehingga kekuatan terhadap patahan (*fracture*) dari serat dapat digunakan secara penuh.

Adapun sifat-sifat mekanikal dari beberapa bahan termasuk serat baja (*steel fibre*) dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel II.2. Macam-macam bahan serat dan sifat-sifat fisiknya :

Jenis Serat	Tegangan tarik N/mm <sup>2</sup>	Modulus Young N/mm <sup>2</sup>	Kemampuan Mulur percent	Spesific Gravity
Acrylic	210 - 420	$2,1 \times 10^4$	25 - 45	1.10
Asbestos	560 - 985	8.4 - 14	0.6	3.20
Cotton	420 - 700	5	3 - 10	1.5
Glass	1050 - 3870	70	1.5 - 3.5	2.50
Nylon	780 - 850	4.2	16 - 20	1.10
Polyster	750 - 880	8.5	11 - 13	1.40
Polythelene	-700	0.15 - 0.42	10	0.95
Polypropylene	560 - 780	3.5	25	0.90
Rayon	420 - 360	7.3	10 - 25	1.50
Steel	280 - 420	$20 \times 10^4$	0.5 - 25	7.80

Sumber : Gambhir, hal 215

### 2.4.3. Rancangan Campuran

Penambahan serat kedalam campuran bahan penyusun beton dapat dilakukan 2(dua) cara, yaitu :

1. Proses Basah, yaitu dengan sedikit demi sedikit serat ke dalam campuran beton segar setelah beton tercampur dengan merata.
2. Proses Kering, yaitu menambahkan serat kedalam campuran bahan penyusun beton sebelum air ditambahkan, setelah tercampur dengan merata antara serat dan bahan penyusun beton lalu air ditambahkan sesuai dengan yang direncanakan.

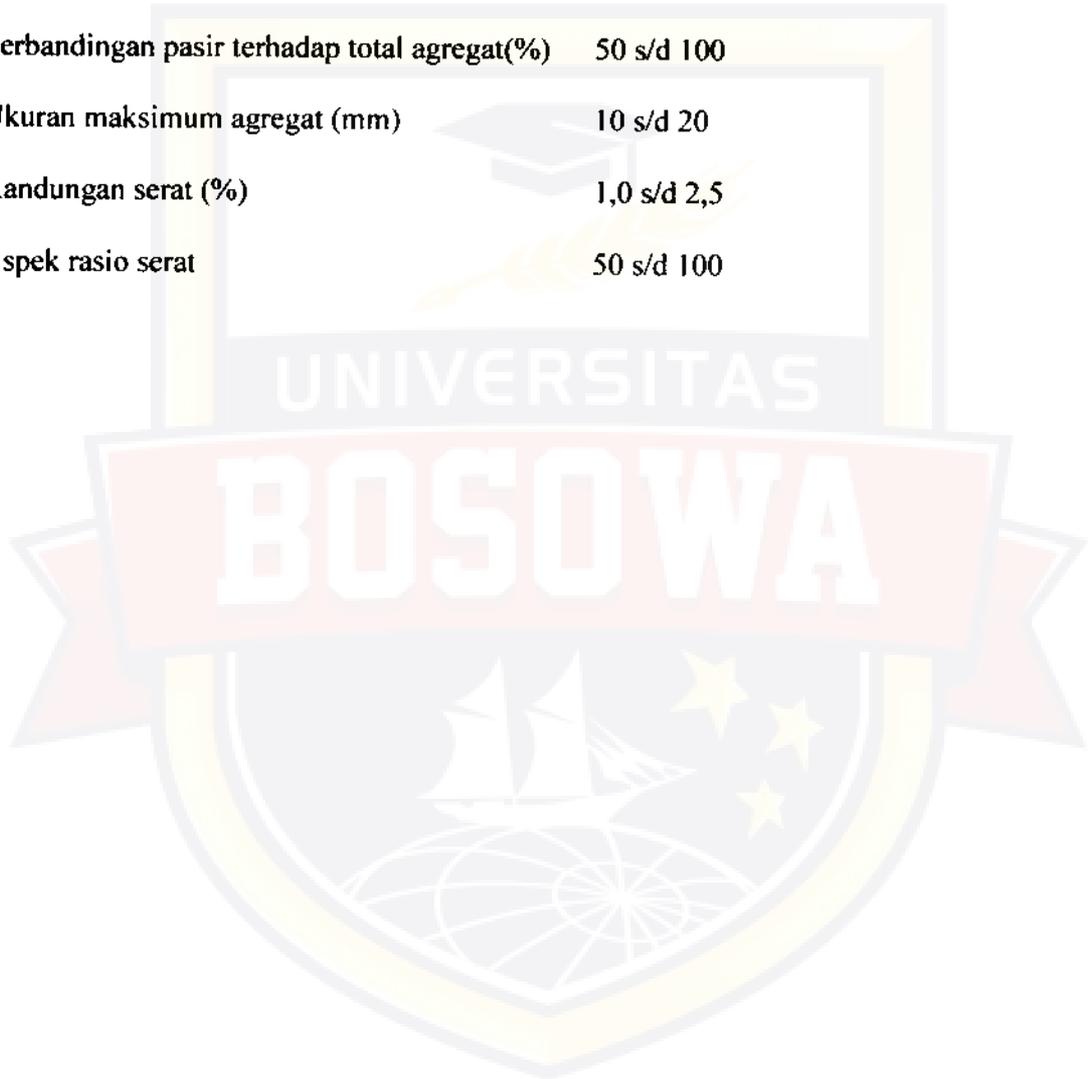
Rancangan campuran beton serat ini perlu mempertimbangkan berat, volume serat serta panjang serat yang akan digunakan, karena dengan penambahan serat kedalam campuran beton biasa dengan sendirinya akan menurunkan *workability* dari campuran beton tersebut.

Hal-hal yang perlu diperhatikan pada rencana beton campuran beton serat ini adalah masalah penyebaran yang merata dari serat (*fiber dispersion*) dan penurunan *workability*. Sebab apabila hal tersebut terabaikan, maka peningkatan kekuatan beton dan ketahanan terhadap retak yang diharapkan tidak akan tercapai.

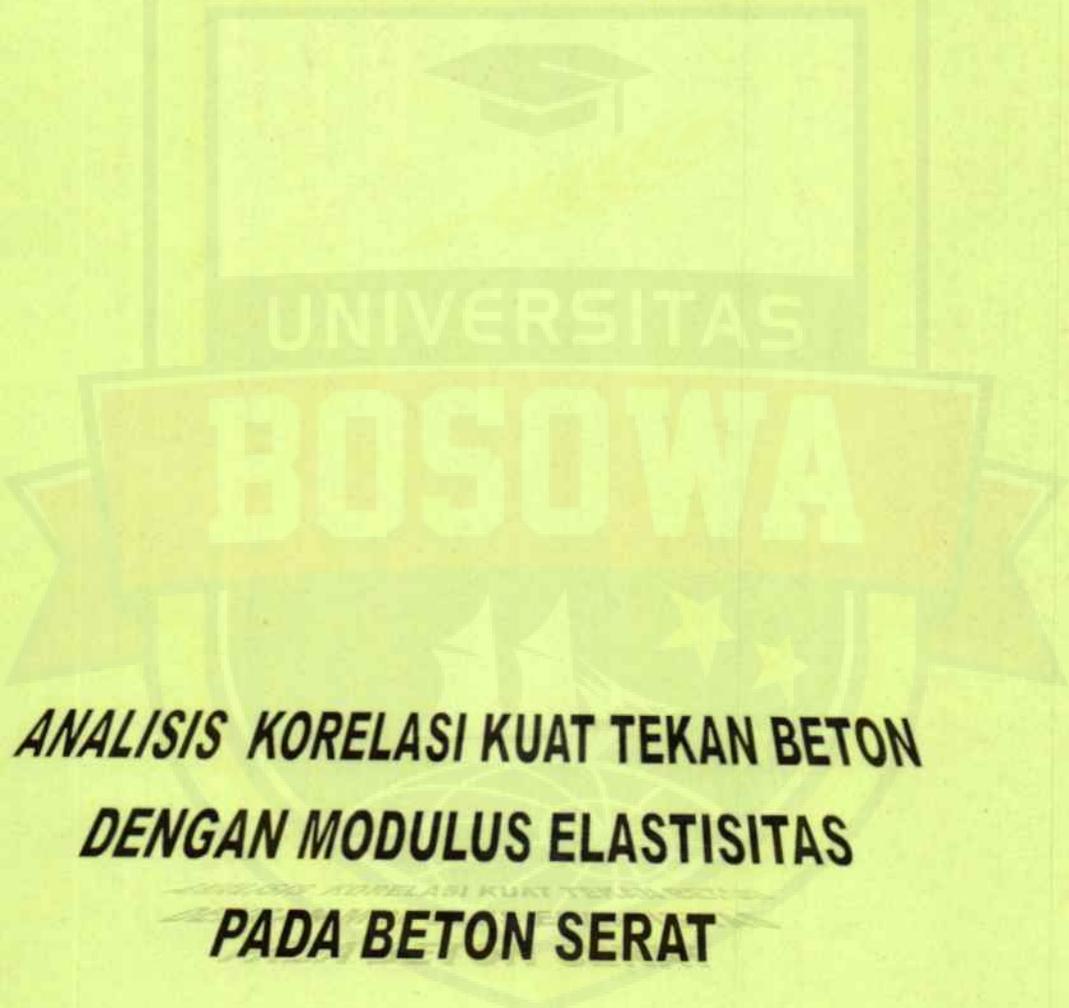
Masalah penyebaran serat dapat diatasi dengan memodifikasi proporsi adukan, misalnya dengan menambahkan *superplasticizer* ataupun memperkecil diameter maksimum agregat dan memodifikasi teknik pencampuran adukan (*mix technique*). Sedangkan masalah penurunan *workability* dapat diatasi dengan memperhatikan aspek rasio dan konsentrasi volume serat yang dicampurkan dengan memperhatikan nilai-nilai yang umum dapat dikatakan bahwa penurunan *workability* terjadi seiring dengan makin banyaknya rasio kelangsingan (aspek rasio) serat.

Untuk perencanaan beton serat parameter-parameter rancangan campuran beton serat yang umum dipakai berada pada interval sebagai berikut:

- Kandungan semen ( $\text{kg/m}^3$ ) 300 s/d 500
- Perbandingan air semen 0,45 s/d 0,60
- Perbandingan pasir terhadap total agregat(%) 50 s/d 100
- Ukuran maksimum agregat (mm) 10 s/d 20
- Kandungan serat (%) 1,0 s/d 2,5
- Aspek rasio serat 50 s/d 100



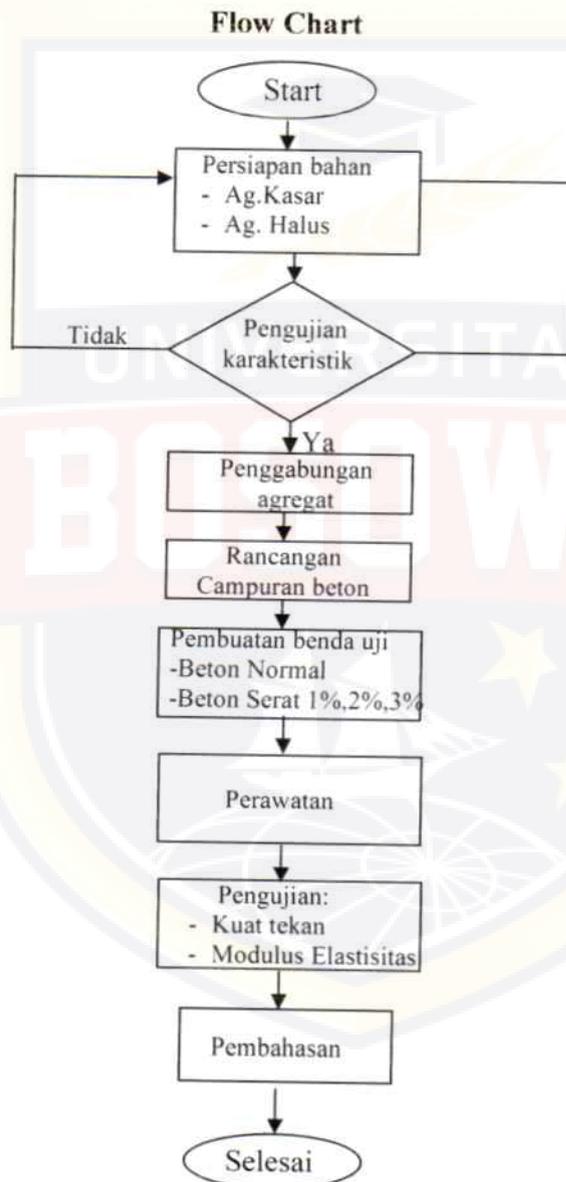
**BAB III**  
**METODOLOGI PENELITIAN**



***ANALISIS KORELASI KUAT TEKAN BETON  
DENGAN MODULUS ELASTISITAS  
PADA BETON SERAT***

**BAB III**  
**METODOLOGI PENELITIAN**

**3.1. KERANGKA KERJA**



**Gambar 3.1. Flow Chart**

### 3.2 METODE PENGAMBILAN SAMPEL

Sebelum pemeriksaan karakteristik agregat, terlebih dahulu melakukan pengambilan sampel di area penumpukan material, dalam pengambilan sampel sebaiknya  $\frac{1}{4}$  dari bagian tumpukan material agar dapat mewakili keadaan agregat. Pengambilan material dimasukkan kedalam wadah (karung plastik) dan ditutup rapat, selama dalam perjalanan ke laboratorium untuk menjamin kelembaban material tersebut.

### 3.3 PELAKSANAAN PENGUJIAN

Pelaksanaan pengujian pada pemeriksaan karakteristik agregat dan pembuatan benda uji, pengujian dilakukan sejak bulan Januari sampai dengan bulan Februari 2006.

Pelaksanaan pengujian karakteristik agregat dilakukan pada Laboratorium Bahan dan Struktur Politeknik Negeri Ujung Pandang, yang terdiri dari:

1. Pengujian dan pemeriksaan bahan terhadap sifat-sifat agregat halus dan agregat kasar yang mencirikan mutu beton, karena agregat merupakan salah satu bahan dasar utama penyusun beton yang mudah didapat. Dalam merencanakan mutu beton data tersebut diharapkan dapat mewakili karakteristik agregat secara keseluruhan dalam mewujudkan konstruksi yang diinginkan. Dengan demikian beton yang dihasilkan dapat memenuhi persyaratan yang telah ditentukan.
2. Pengujian dan pemeriksaan kekuatan campuran beton normal dan beton serat, dalam penggunaan serat disini harus memperhatikan faktor yang dapat mempengaruhi hasil akhir campuran dalam hal ini pencampuran adukan beton

yang memerlukan teknik tertentu supaya menghasilkan campuran yang homogen. Serat sangat mempengaruhi hasil kekuatan beton secara keseluruhan baik itu dari segi bahan maupun bentuk.

Sedangkan untuk uji fisik material beton dilakukan pada laboratorium Dinas Praswil Makassar yang terdiri dari:

#### 1. Pengujian Kuat Tekan Beton

Untuk pengujian kuat tekan digunakan alat "*Concrete Compression Testing Machine*" kapasitas 100 ton. Metode pengujian sesuai standar ASTM C-39-3a. 3 buah benda uji silinder 15 x 30 cm yang telah disiapkan diuji pada umur 28 hari. Pengujian dilakukan dengan pemberian beban secara perlahan dengan kecepatan pembebanan 150 KN/menit sampai benda uji hancur. Kekuatan tekan adalah besarnya beban sewaktu benda uji hancur (beban maksimum) dibagi luas penampang.

$$F'_c = P/A \dots\dots\dots (III.1)$$

Dimana:

$F'_c$  = Kuat tekan karakteristik

P = Beban maksimum

A = Luas penampang benda uji

#### 2. Pengujian Modulus Elastisitas

Pengujian juga menggunakan alat "*Concrete Compression Testing Machine*" yang dilengkapi dengan dial pengukur regangan vertikal. Metode pengujian sesuai standar ASTM C469-87. Tiga buah benda uji silinder 15 x 30cm yang telah disiapkan diuji pada umur 28 hari. Modulus elastisitas berdasarkan kombinasi antara modulus

secant dan modulus tangent. Sudut tangent ditarik antara dua titik (titik bawah untuk meniadakan pengaruh retak awal pada regangan 0.00005 dan titik atas pada saat tegangan mencapai 40% dari tegangan batas).

Prosedur pengujian Modulus elastisitas sebagai berikut:

- a. Alat *Compressometer-Extensometer* ditempatkan pada mesin uji tekan. *Dial Compressometer* dan *extensometer* diatur ke angka nol.
- b. Tekan benda uji perlahan-lahan sampai 40% beban maksimum. Kemudian beban diturunkan perlahan-lahan sampai nol, Dial beban dan displacement diatur ke angka nol kembali.
- c. Benda uji ditekan perlahan-lahan, selanjutnya beban, displacement longitudinal dicatat setiap penambahan 2 ton sampai mencapai 40% beban maksimum.

Besarnya modulus elastisitas dihitung berdasarkan persamaan:

$$E = \frac{S_2 - S_1}{\epsilon_2 - 0,00005} \dots\dots\dots (III.2)$$

Dimana:

E = Modulus elastisitas (Mpa)

S<sub>2</sub> = Kuat tekan pada saat 40% dari beban maksimum (Mpa)

S<sub>1</sub> = Kuat tekan pada saat regangan longitudinal mencapai ε<sub>1</sub>= 50 per juta (Mpa)

E<sub>2</sub> = Regangan longitudinal yang dihasilkan pada saat S<sub>2</sub>.

### 3.3.1 Pemeriksaan Karakteristik Agregat

Pemeriksaan karakteristik di Laboratorium terdiri dari beberapa bagian.

Adapun prosedur lengkap adalah sebagai berikut:

#### 1. Analisa Saringan

Pemeriksaan-pemeriksaan analisa saringan agregat adalah sebagai berikut:

- a. Ambil contoh agregat secukupnya, gunakan sampel spliter untuk pembagian butir secara merata. Timbang agregat yang akan digunakan, kemudian dioven pada suhu  $110^{\circ}\text{C}$  selama  $\pm 24$  jam.
- b. Timbang masing-masing saringan.
- c. Menyusun saringan mulai dari yang terbesar hingga yang terkecil ( No. 11/2" , No. 3/4, No. 3/8, No. 4, No. 8, No. 16, No. 30, No. 50, No. 100.
- d. Masukkan agregat pada saringan teratas kemudian tutup. Jepit susunan saringan lalu hidupkan motor mesin pengguncang selama 15 menit.
- e. Biarkan 15 menit untuk membiarkan kesempatan debu-debu mengendap.
- f. Timbang masing-masing agregat yang tertahan kemudian saringan dibersihkan dengan menggunakan kuas.
- g. Menghitung persentase tertahan pada masing-masing saringan dan modulus kehalusannya.

#### h. Perhitungan:

$$\% \text{ Berat tertahan} = (\text{Berat tertahan} / \text{Berat mula-mula}) \times 100 \%$$

$$\text{Komulatif tertahan} = \text{Komulatif tertahan awal} + \text{persentase tertahan}$$

$$\text{Persen lolos} = 100 - \text{komulatif tertahan}$$

Modulus kehalusan (Fk) =  $\Sigma$  % tertahan / 100 %

i. Hasil pemeriksaan pada tabel terlampir.

2. *Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar*

- a. Siapkan benda uji sebanyak 1000gr yang tertahan pada saringan No.4, kemudian rendam selama  $\pm 24$  jam.
- b. Buang air rendamannya setelah  $\pm 24$  jam lalu tumpukkan di atas kain yang menyerap air, agregat yang besar dikeringkan masing-masing dengan lap untuk memperoleh kering permukaan (SSD) lakukan hal ini dalam ruangan tertutup sehingga penguapan yang terjadi bisa diabaikan.
- c. Timbang agregat yang telah kering permukaan itu (SSD) sebanyak dua sampel masing-masing 500gr (B).
- d. Masukkan benda uji kedalam keranjang yang telah disiapkan kemudian goyang-goyangkan keranjang dalam air untuk mengeluarkan gelembung-gelembung udara .
- e. Timbang berat agregat dalam air (C).
- f. Kemudian masukkan agregat dalam oven selama  $\pm 24$  jam pada suhu  $110^{\circ}\text{C}$ , setelah dingin timbang berat keringnya (D).
- g. Perhitungan:

*Bulk specific gravity* =  $D/B-C$  ..... (III.3)

*Bulk specific gravity SSD* =  $B/B-C$  ..... (III.4)

*Appareant specific gravity* =  $D/D-C$  ..... (III.5)

*Absorption/penyerapan* =  $(B-D/D) \times 100 \%$  ..... (III.6)

h. Hasil pemeriksaan pada tabel (terlampir)

3. *Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus (Pasir Alam)*

Pemeriksaan dilakukan sebagai berikut:

- a. Ambil benda uji yang lolos saringan No.4, rendam selama  $\pm 24$  jam
- b. Setelah 24 jam buang air rendamannya lalu hamparkan benda uji diatas karung goni, aduk rata sampai mencapai kondisi SSD.
- c. Apabila suhu contoh sama dengan suhu ruangan masukkan kedalam kerucut, kemudian dibagi dalam tiga bagian, lapis pertama dipadatkan dengan penumbuk sebanyak 8 kali, lalu lapis kedua sebanyak 8 kali, dan lapis ketiga sebanyak 9 kali, sehingga jumlah tumbukan semuanya sebanyak 25 kali.
- d. Bersihkan daerah sekitar kerucut dari butiran agregat yang tercecer.
- e. Angkat kerucut dengan arah vertikal secara perlahan-lahan.
- f. Amati sampel pada saat dibuka, apabila masih terletak rapi maka sampel masih basah, keringkan kembali sampel tersebut dan apabila sampel jatuh lepas keseluruhan maka contoh terlalu kering. Ulangi sampel baru tanpa adanya penambahan air kemudian lakukan percobaan seperti pada langkah, kemudian angkat kerucut lalu amati apabila sudah berbentuk kerucut maka sampel tersebut dalam kondisi SSD
- g. Timbang agregat yang dinyatakan SSD sebanyak dua sampel sebanyak 500gr masukkan kedalam piknometer (B), jangan sampai ada betiran yang tertinggal.

- h. Masukkan air kedalam piknometer hingga mencapai 90% dari isi piknometer, kemudian piknometer diguncangkan secara bolak-balik sampai tidak terlihat lagi gelembung udara di dalamnya.
- i. Tambahkan air kedalam piknometer sampai mencapai tanda batas piknometer, kemudian menimbang berat piknometer yang berisi pasir dan air (C)gram.
- j. Setelah ditimbang keluarkan benda uji dari dalam piknometer, kemudian masukkan dalam oven selama ±24 jam.
- k. Timbang berat piknometer + air (D)gram.
- l. Timbang berat benda uji kering oven (E)gram.
- m. Perhitungan:

$$\text{Bulk Spesific Grafity} = E/(C+500-D) \dots\dots\dots (III.7)$$

$$\text{Bulk Spesific Grafity(SSD)} = B/(B+D-C) \dots\dots\dots (III.8)$$

$$\text{Appareant Spesific Grafity} = E/(E+D-C) \dots\dots\dots (III.9)$$

$$\text{Absorsion(penyerapan)} = (B-E)/E \times 100\% \dots\dots\dots (III.10)$$

- n. Hasil pemeriksan pada tabel terlampir.

4. Berat Volume Agregat.

Pemeriksaan dilakukan sebagai berikut :

- Berat isi lepas.
  - a. Timbang berat mould (A), yang diketahui volumenya (V)
  - b. Masukkan agregat dengan hati-hati agar tidak terjadi pemisahan butir,dari ketinggian maksimum 50cm diatas mould dengan menggunakan sendok/sekop sampai penuh.

c. Ratakan permukaan mould dengan mistar perata.

d. Timbang berat mould + isi (C)

e. Perhitungan:

$$\text{Berat Volume} = (C-A)/V \dots\dots\dots (III.11)$$

f. Hasil perhitungan masing-masing agregat pada tabel terlampir.

• Berat isi padat.

a. Timbang berat mould (A) yang diketahui volumenya (V)

b. Masukkan agregat kedalam mould sepertiga bagian, lalu tumbuk-tumbuk dengan batang pemadat sebanyak 25 kali.

c. Ulang hal yang sama untuk lapisan kedua.

d. Kemudian pada lapisan terakhir masukkan agregat hingga melebihi permukaan *mould* lalu ratakan dengan mistar perata.

e. Timbang mould berikut isinya ( C )

f. Perhitungan:

$$\text{Berat volume} = (C-A) / V \dots\dots\dots (III.12)$$

g. Hasil perhitungan pada masing-masing agregat pada selama  $\pm 24$  jam tabel terlampir.

#### 5. Kadar Air Agregat.

Pemeriksaan dilaksanakan sebagai berikut:

a. Timbang berat talam yang akan digunakan (A)gram

b. Masukkan benda uji kedalam talam, kemudian timbang beratnya (B)gram.

c. Masukkan benda uji kedalam oven dengan suhu  $110^{\circ}\text{C}$ , selama  $\pm 24$  jam.

- d. Setelah  $\pm 24$  jam keluarkan benda uji dari dalam oven, dinginkan.
- e. Setelah dingin, timbang kembali berat benda uji setelah dioven (D)gram.
- f. Perhitungan:

Berat sampel sebelum dioven (Berat air) (C ) = B-A

$$\text{Kadar air} = (C - D) / D \times 100\% \dots\dots\dots (III.13)$$

- g. Hasil pemeriksaan agregat kadar air pada label terlampir.

#### 6. *Kadar Lumpur Agregat*

Pemeriksaan dilakukan sebagai berikut:

- a. Ambil benda uji, kemudian saring benda uji tersebut untuk agregat kasar diambil yang tertahan pada saringan No.4 dan agregat halus diambil yang tertahan pada saringan No.5.
- b. Masukkan dalam oven dengan suhu  $110^{\circ}\text{C}$  selama  $\pm 24$  jam.
- c. Setelah dioven selama  $\pm 24$  jam, benda uji ditimbang dan dicatat beratnya (A)gram.
- d. Cuci benda uji dengan cara menuangkan air kedalam talam/wadah yang berisi benda uji, kemudian aduk benda uji sehingga terpisah dengan bagian-bagiannya yang sangat halus. Bilas benda uji hingga air tampak jernih.
- e. Setelah air bilasan benda uji tampak jernih, benda uji dimasukkan kembali kedalam oven selama  $\pm 24$  jam.
- f. Setelah dioven benda uji didinginkan hingga mencapai suhu normal, kemudian timbang beratnya (B)gram.

g. Perhitungan:

$$\text{Kadar Lumpur} = (A-B) / A \times 100\% \dots\dots\dots (III.14)$$

h. Hasil pemeriksaan masing–masing agregat terlampir.

#### 7. Test Abrasi

Pelaksanaan pemeriksaan agregat adalah sebagai berikut:

- a. Siapkan benda uji yang lolos saringan No.9,5mm sebanyak  $\pm 5000$  gram (A), kemudian masukkan bola-bola baja kedalam mesin Los Angels.
- b. Kemudian hidupkan mesin dengan kecepatan 30-33rpm dan untuk gradasi B sebanyak 500 putaran.
- c. Setelah selesai pemutaran, benda uji dikeluarkan dari mesin dan saring dengan saringan No.12. Butiran yang tertahan diatas saringan tersebut dicuci bersih, setelah itu masukkan kedalam oven selama  $\pm 24$  jam, dengan suhu  $110^{\circ}\text{C}$ .
- d. Setelah  $\pm 24$  jam, benda uji dikeluarkan dari dalam oven, lalu dinginkan hingga mencapai suhu normal, kemudian timbang (B) gram.
- e. Perhitungan:  
$$\text{Keausan} = (A-B) / A \times 100\% \dots\dots\dots (III.15)$$
- f. Hasil pemeriksaan pada tabel terlampir

#### 8. Kadar Organik Pasir

Pemeriksaan dilakukan sebagai berikut:

- a. Siapkan botol untuk benda uji.
- b. Kemudian isi botol tersebut 1/3 bagian dengan pasir.
- c. Lalu tambahkan larutan NaOH kadar 3%, sebanyak 1/3 bagian.
- d. Kocok botol tersebut selama  $\pm 15$  menit.
- e. Kemudian diamkan botol tersebut selama  $\pm 24$  jam.

- f. Amati warna larutan dengan menggunakan tabel warna dimana kadar organik yang memenuhi syarat  $< N$

### 3.3.2 Pembuatan dan Pemeriksaan benda uji tanpa serat (Normal)

Setelah dilakukan perhitungan rencana campuran beton (*mix design*) untuk menambahkan komposisi bahan penyusun beton, maka langkah selanjutnya adalah pembuatan benda uji berdasarkan rencana tersebut yang kemudian dilakukan pengujian terhadap sampel pada umur yang telah ditentukan

Untuk memulai pembuatan benda uji dalam penelitian ini terlebih dahulu bahan penyusun beton ditimbang masing-masing sesuai kebutuhan, setelah itu bahan – bahan tersebut (batuh pecah, pasir dan semen) dimasukkan kedalam alat pencampur beton (*concrete mixer*) lalu dijalankan kurang lebih 1 s/d 1,5 menit, kemudian tambahkan air sesuai yang dibutuhkan sedikit demi sedikit sampai campuran beton menjadi rata sebelum campuran dicetak terlebih dahulu diukur slumpnya, setelah memenuhi syarat campuran beton siap untuk dicetak.

### 3.3.3 Pembuatan dan pemeriksaan benda uji dengan menggunakan serat

Pada prinsipnya langkah-langkah untuk pembuatan beton serat adalah sama dengan pembuatan beton normal (biasa), yang membedakan hanyalah adanya penambahan bahan tambah fibre kawat dengan diameter 1mm dan panjang 30cm yang ditaburkan/ditambahkan pada campuran beton normal dengan masing-masing 1%, 2% dan 3% . Seperti yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya mengenai penambahan serat kedalam campuran beton ada 2 cara, yaitu:

1. *Proses kering*, yaitu dengan menambahkan sedikit demi sedikit serat kedalam campuran beton segar setelah beton tercampur dengan merata.

2. *Proses basah*, yaitu menambahkan kedalam campuran bahan penyusun beton sebelum air ditambahkan, setelah bercampur dengan merata antara serat dan bahan penyusun beton lalu air ditambahkan sesuai dengan yang direncanakan

Pada penelitian ini kami merencanakan penambahan serat dengan proses kering. Adapun pertimbangan kami memilih proses tersebut agar supaya memudahkan dalam penaburan serat yang kami gunakan (kawat) pada campuran beton. Penaburan serat kami lakukan dengan tangan secara menyebar dan hati-hati.

### 3.3.4 Peralatan yang digunakan

Peralatan yang utama digunakan pada pembuatan benda uji, akan dijelaskan secara singkat, sebagai berikut:

#### 1. *Timbangan*.

Alat ini digunakan untuk menimbang masing – masing bahan yang akan diperlukan dalam suatu campuran beton.

#### 2. *Molen(Concrete mixer)*.

Alat ini digunakan untuk mencampur bahan-bahan penyusun beton agar dapat tercampur dengan merata.

#### 3. *Penggetar (Vibrator)*.

Alat ini digunakan untuk memadatkan beton dalam cetakannya, agar dapat mengeluarkan gelembung-gelembung udara dari campuran beton dan juga berfungsi untuk mendapatkan permukaan beton yang halus dan mengkilap. Vibrator yang digunakan pada penelitian ini adalah *table vibrator* (penggetar meja).

#### 4. Kerucut Abrams (*slump test Apparatus*)

Alat ini digunakan untuk mengukur nilai slump untuk masing-masing adukan beton. Alat ini berbentuk kerucut terpacung dengan tinggi 30cm, pada bagian atas dan bagian bawah berlobang dengan diameter masing-masing adalah 10cm dan 20cm. Cara penggunaannya, yaitu alat ini diisi oleh adukan beton segar dalam tiga lapis yang kira-kira sama besar dimana tiap lapisnya ditusuk-tusuk sebanyak 25kali dengan tongkat pemadat yang berdiameter 16mm yang dibulatkan ujungnya. Kemudian mengangkat kerucut tersebut keatas dimana nilai slump adalah selisih antara cetakan dengan tinggi adukan .

#### 5. *Suitable Compressometer (Alat uji tekan dan Modulus Elastisitas)*

Alat ini digunakan untuk mengukur kuat tekan benda uji dengan cara memberikan beban tekan bertingkat dengan kecepatan peningkatan beban tertentu atas benda uji silinder beton (diameter 150 mm, tinggi 300 mm) sampai hancur. *Compressometer* merupakan alat ukur deformasi longitudinal yang terdiri dari 2 buah elemen lingkar, batang pengunci, batang indikator dan alat ukur (*Dial Gauge*) dengan ketelitian 0,001 mm.

#### 3.3.5 Pencetakan Benda Uji

Sebelum proses pencetakan dilakukan terlebih dahulu dilakukan pembersihan terhadap cetakan (*mould*) silinder terutama bagian dalamnya. Kemudian cetakan itu dilumasi dengan oli (pelumas) pada permukaan sebelah dalamnya dengan maksud untuk memudahkan melepaskan cetakan dari beton yang nantinya akan mengeras. Setelah itu cetakan dirakit dan dikencangkan semua baut-bautnya hingga

cetakan menjadi kaku. Sampai pada tahap ini cetakan siap untuk menerima adukan beton.

Langkah selanjutnya adalah mengisi cetakan silinder dengan campuran beton segar dimana nilai slumpnya telah diketahui. Campuran beton dimasukkan kedalam cetakan dengan cara mengisi sedikit demi sedikit ke dalam cetakan supaya agak padat maka campuran ditusuk-tusuk dengan tongkat pemadat. Setelah itu cetakan beserta isinya diletakkan dan dikunci/diklem pada meja getar (table vibrator). Guna vibrator disini adalah untuk mengeluarkan gelembung-gelembung udara yang terdapat dalam campuran dan memadatkan campuran. Getaran dihentikan setelah gelembung tidak terdapat lagi dan permukaan beton telah mengkilap, selanjutnya permukaannya diratakan dan campuran yang ada disekitar/melengket pada cetakan dibersihkan.

Kemudian sampel beton yang telah dicetak didiamkan selama kira-kira 24 jam pada tempat yang aman dengan kelembaban relatif, lalu cetakan dibuka dan sampel beton yang mulai mengering diberi identitas. Sedangkan cetakan yang sudah dipakai dibersihkan kembali seperti pada proses sebelumnya untuk kemudian dipakai kembali pada proses pencetakan selanjutnya.

Sebagai catatan, bahwa prosedur pencetakan untuk benda uji yang memakai bahan tambah fibre dan yang tanpa memakai bahan tambah (beton normal) adalah sama

### **3.3.6. Perawatan Benda Uji**

Seperti yang sudah dijelaskan mengenai perawatan beton pada bab sebelumnya yang menjelaskan mengenai beberapa cara yang dilakukan dalam

perawatan beton. Pada penelitian ini perawatan beton dilakukan dengan cara melakukan perendaman pada bak perendam.

Setelah didiamkan kira-kira 24 jam, cetakan dibuka dan benda uji diberi identitas, maka langkah selanjutnya adalah memasukkan benda uji pada bak perendam. Air dalam bak perendam ini idealnya harus bersirkulasi. Perendaman ini berguna untuk mengurangi panas berlebihan yang keluar, yang dapat mengakibatkan susut yang terlalu cepat pada beton. Perendaman ini berlangsung selama 28 hari sebelum benda uji tersebut dites kekuatannya. Didiamkan selama 24 jam setelah diangkat dari bak perendam, ini dimaksudkan untuk mengeringkan benda uji dan disimpan pada tempat yang kering. Setelah kering benda uji ditimbang dan diukur dimensinya. Selanjutnya pada tahap ini benda uji siap untuk dites/diuji kekuatannya.

### 3.3.7. Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan pengujian kekuatan beton dan modulus elastisitas terhadap benda uji berupa selinder sebanyak 24 buah yang masing-masing 6 buah untuk beton normal, dan 6 buah untuk steel fibre dengan kadar serat masing-masing 1% ,2% dan 3% yang telah mencapai umur 28 hari. Pengujian ini dilakukan dengan manual yakni dengan menggunakan alat *Suitable Compressometer (Alat uji tekan dan Modulus Elastisitas)*. Pembacaan dilakukan secara bersamaan oleh beberapa orang untuk memperoleh data yang saling berkorelasi.

### 3.3.8. Analisa Data

Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui dan menganalisa besarnya korelasi yang terjadi antara kekuatan beton dan modulus elastisitas pada beton serat.

Besarnya hubungan antara kekuatan beton dan modulus elastisitas hasil pengujian dibandingkan dengan besarnya modulus elastisitas beton secara teoritis yang terdapat dalam ASTM, SK.SNI T15-1991-03, ACI 318R-95. Untuk mengetahui pengaruh beton serat terhadap kekuatan beton dan modulus elastisitas, dilakukan dengan menganalisa hasil pengujian dengan menggunakan rumus :

Rumus: 
$$f_c = \frac{P}{A} (N/mm^2) \dots\dots\dots (III.16)$$

Dimana:

$f_c$  = Kuat tekan karakteristik

$P$  = Beban maksimum

$A$  = Luas penampang benda uji

$$E = \frac{(S_2 - S_1)}{\epsilon_2 - 0.000050} \dots\dots\dots (III.17)$$

Dimana:

$E$  = Modulus elastisitas (Mpa)

$S_2$  = Kuat tekan pada saat 40% dari beban maksimum (Mpa)

$S_1$  = Kuat tekan pada saat regangan longitudinal mencapai  $\epsilon_1 = 50$  per juta (Mpa)

$E_2$  = Regangan longitudinal yang dihasilkan pada saat  $S_2$ .

Untuk memperoleh model hasil hubungan baik tekan maupun tegangan-regangan, maka dilakukan regresi untuk mendapatkan persamaan regresi model. Model yang digunakan disesuaikan dengan pencarian data hasil pengujian sehingga dapat ditetapkan sebagai regresi linier atau non linier. Untuk mengetahui tingkat

keandalan model yang digunakan, dicari koefisien determinasinya dengan menggunakan

$$\text{rumus : } r^2 = \frac{JK_{\text{Regresi}}}{JK_{\text{Terkoreksi}}} \dots\dots\dots (III.18)$$

Dengan besarnya nilai berkisar 0 sampai 1, dimana jika nilai koefisien determinasi semakin mendekati angka 1 maka keterandalan model semakin tinggi, sedang untuk mengetahui besarnya derajat keeratan hubungan antar variabel, maka dicari koefisien korelasinya dengan menggunakan rumus :

$$r = \sqrt{r^2} = \sqrt{\frac{JK_{\text{regresi}}}{JK_{\text{terkorelasi}}}} \dots\dots\dots (III.19)$$

Dan besarnya nilai berkisar -1 sampai 1, dimana jika nilai koefisien korelasinya z mendakati nilai nol, maka tingkat keterandalannya makin rendah. Untuk dapat menyimpulkan suatu akhir dari hasil penelitian, diperlukan sebanyak mungkin data-data yang diperoleh selama pengujian. Karena keterbatasan benda uji, maka mengandalkan pada ketetapan dan keakuratan dalam pengamatan, pembacaan data dan perencanaan yang baik. Untuk uji kekuatan beton, dilakukan uji statistik dengan pola distribusi normal yang merupakan taksiran sampel dari purata dan standar deviasi dari populasi (Sujana 1996), dengan nilai sebagai berikut:

Purata sampel: 
$$x = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

Standar deviasi : 
$$s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2, \text{ atau } s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (III.20)$$

**BAB IV**  
**HASIL DAN PEMBAHASAN**



***ANALISIS KORELASI KUAT TEKAN BETON***  
***DENGAN MODULUS ELASTISITAS***  
***PADA BETON SERAT***

## BAB IV

## HASIL DAN PEMBAHASAN

## 4.1. HASIL PENELITIAN

Dalam penelitian ini dilakukan pemeriksaan terhadap bahan beton yang berupa agregat yang berasal dari bili-bili, dan serat kawat baja diperoleh dari toko besi Adi Guna Bangunan dengan diameter 1,0mm dan panjang 30mm. Dari hasil pemeriksaan diperoleh hasil sebagai berikut.

Tabel IV.1 Hasil pemeriksaan Agregat

No	Uraian Pemeriksaan	Jenis Agregat	
		Halus	Kasar
1	Analisa Saringan		
	- Daerah gradasi	Zone II	
	- Ukuran maksimum	5 mm	20 mm
2	- Modulus kehalusan	2,69	5,69
	Berat jenis ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )		
	- Berat jenis semu	2,62	2,62
	- Berat jenis absolut	2,45	2,60
	- Berat jenis SSD	2,54	2,61
3.	- Absorpsi (%)	1,83	0,36
	Berat Volume		
	- Padat ( $\text{kg}/\text{lt}$ )	1,53	1,35
4.	- Lepas ( $\text{kg}/\text{lt}$ )	1,63	1,47
	Kadar air (%)	4,54	1,99
5.	Kadar lumpur (%)	2,36	0,86
6.	Kadar organik	No.1	-
7.	Keausan (%)	-	22,33

Sumber: Hasil pengujian di laboratorium

## 4.1.1 Analisa Saringan Agregat

Tabel IV.2. Agregat Halus

No. saringan	Ukuran saringan (mm)	Berat Awal pasir = 2000 gr			
		Berat tertahan (gr)	% tertahan	% Kumulatif tertahan	% Lolos
No.4	4,75	148,31	7,42	7,42	92,58
No.8	2,36	178,91	8,95	16,36	83,64
No.16	1,18	292,36	14,62	30,98	69,02
No.30	0,6	313,02	15,65	46,63	53,37
No.50	0,3	585,02	29,25	75,88	24,12
No.100	0,15	325,54	16,28	92,16	7,84
PAN	-	156,84	7,84	100	0
Jumlah		2000			

Sumber: Hasil pengujian di laboratorium

Tabel IV.3. Agregat Kasar

No. saringan	Ukuran saringan (mm)	Berat Awal Batu Pecah = 2000 gr			
		Berat tertahan (gr)	% tertahan	% Kumulatif tertahan	% Lolos
1½"	37,5	0	0	0	100
¾"	19	29,83	1,49	1,49	98,51
3/8"	9,5	1211,93	60,60	62,09	37,91
No.4	4,75	625,18	31,26	93,35	6,65
No.8	2,36	109,46	5,47	98,82	1,18
PAN	0,15	23,69	1,18	100	0
Jumlah		2000			

Sumber: Hasil pengujian di laboratorium

$$F_m \text{ pasir} = \frac{\sum \% \text{ tertahan kumulatif diatas saringan } 0,15 \text{ mm} - \text{ukuran saringan maksimum}}{100}$$

Spesifikasi Fm pasir = 2.2 - 3.10

$$F_m \text{ pasir} = \frac{92,16 + 75,88 + 46,63 + 30,98 + 16,36 + 7,42}{100}$$

$$= 2,69$$

$$F_m \text{ Batu pecah} = \frac{\sum \% \text{ tertahan kumulatif diatas saringan } 0,15 \text{ mm} - \text{ukuran saringan maksimum}}{100}$$

Spesifikasi Fm batu pecah = 5.5 - 8.5

$$F_m \text{ Batu pecah} = \frac{4(100) + 98,82 + 93,35 + 62,09 + 1,49 + 0}{100}$$

$$= 6,56$$

**Tabel IV.4 Persentase Total Agregat Kasar Dan Halus**

No Saringan	Ukuran Saringan	Persentase Lolos (%)		Spesifikasi Ukuran Max 37,5
		Pasir (Yp)	Kerikil (Yk)	
1/2"	37,5	100	100	100
3/4"	19	100	98,51	50 - 75
3/8"	9,5	100	37,91	35 - 60
No.4	4,75	92,58	6,65	24 - 47
No.8	2,36	83,64	1,18	18 - 36
No.16	1,18	69,02	0	13 - 30
No.30	0,60	53,37	0	7 - 23
No.50	0,30	24,12	0	4 - 15
No.100	0,15	7,84	0	2 - 6

## PENGABUNGAN AGREGAT

$$\begin{aligned} \text{Rumus} \quad : \quad Y_{n1} &= a_1 \cdot Y_p + (1 - a_1) \cdot Y_k \\ Y_{n2} &= a_2 \cdot Y_p + (1 - a_2) \cdot Y_k \end{aligned}$$

• *Ukuran Saringan 37,5 mm ( $y_1 = 100$  ;  $y_2 = 100$ )*

$$\begin{aligned} 100 \% &= 100 \% \cdot a_1 + (1 - a_1) \cdot 100 \\ 100 \% &= 100 \% a_1 + 100 \% - 100 a_1 \\ 0 \% &= 0 a_1 \\ a_1 &= 0 \\ a_2 &= 0 \end{aligned}$$

• *Ukuran Saringan 19 mm ( $y_1 = 50$  ;  $y_2 = 75$ )*

$$\begin{aligned} 50 \% &= 100 \% \cdot a_1 + (1 - a_1) \cdot 98,51 \\ 50 \% &= 100 \% a_1 + 98,51 \% - 98,51 a_1 \\ -48,51 \% &= 1,49 a_1 \\ a_1 &= -32,52 \% \\ 75 \% &= 100 \% \cdot a_2 + (1 - a_2) \cdot 98,51 \\ 75 \% &= 100 \% a_2 + 98,51 \% - 98,51 a_2 \\ -23,51 \% &= 1,49 a_2 \\ a_2 &= -15,76 \% \end{aligned}$$

• *Ukuran Saringan 9,5 mm ( $y_1 = 35$  ;  $y_2 = 60$ )*

$$\begin{aligned} 35 \% &= 100 \% \cdot a_1 + (1 - a_1) \cdot 37,91 \\ 35 \% &= 100 \% a_1 + 37,91 \% - 37,91 a_1 \\ -2,91 \% &= 62,09 a_1 \\ a_1 &= -4,69 \% \\ 60 \% &= 100 \% \cdot a_2 + (1 - a_2) \cdot 37,91 \\ 60 \% &= 100 \% a_2 + 37,91 \% - 37,91 a_2 \\ 22,09 \% &= 62,09 a_2 \\ a_2 &= 35,58 \% \end{aligned}$$

• *Ukuran Saringan 4.75 mm ( $y_1 = 24 ; y_2 = 47$ )*

$$\begin{aligned}
 24 \% &= 92.58 \% \cdot a_1 + (1 - a_1) \cdot 6.65 \\
 24 \% &= 92.58 \% a_1 + 6.65 \% - 6.65 a_1 \\
 17.35 \% &= 85.93 a_1 \\
 a_1 &= 20.19 \% \\
 47 \% &= 92.58 \% \cdot a_2 + (1 - a_2) \cdot 6.65 \\
 47 \% &= 92.58 \% a_2 + 6.65 \% - 6.65 a_2 \\
 40.35 \% &= 85.93 a_2 \\
 a_2 &= 46.95 \%
 \end{aligned}$$

• *Ukuran Saringan 2.36 mm ( $y_1 = 18 ; y_2 = 36$ )*

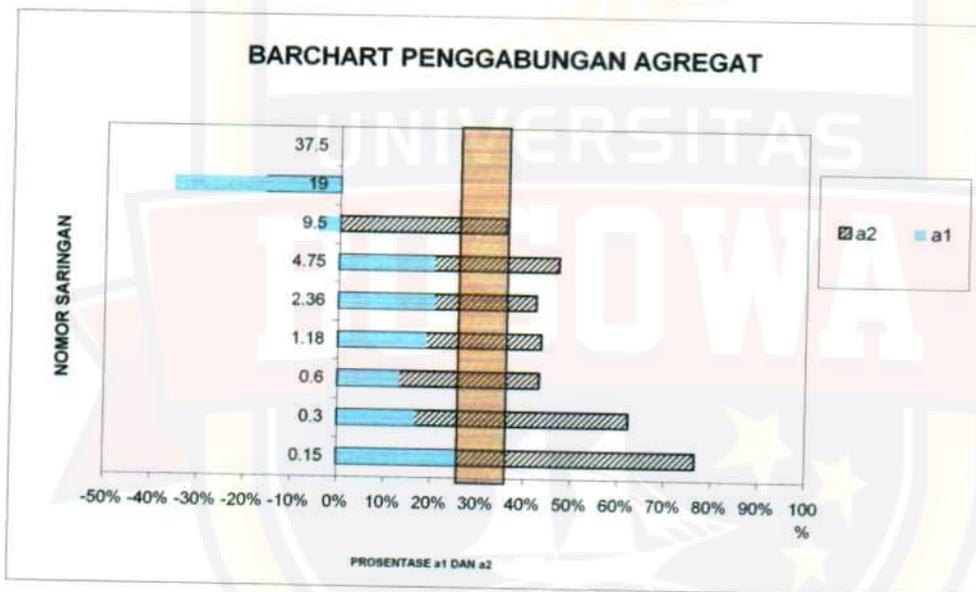
$$\begin{aligned}
 18 \% &= 83.64 \% \cdot a_1 + (1 - a_1) \cdot 1.18 \\
 18 \% &= 83.64 \% a_1 + 1.18 \% - 1.18 a_1 \\
 16.82 \% &= 82.46 a_1 \\
 a_1 &= 20.40 \% \\
 36 \% &= 83.64 \% \cdot a_2 + (1 - a_2) \cdot 1.18 \\
 36 \% &= 83.64 \% a_2 + 1.18 \% - 1.18 a_2 \\
 34.82 \% &= 82.46 a_2 \\
 a_2 &= 42.23 \%
 \end{aligned}$$

• *Ukuran Saringan 1.18 mm ( $y_1 = 13 ; y_2 = 30$ )*

$$\begin{aligned}
 13 \% &= 69.02 \% \cdot a_1 + (1 - a_1) \cdot 0 \\
 13 \% &= 69.02 \% a_1 + 0 \% - 0 a_1 \\
 13.00 \% &= 69.02 a_1 \\
 a_1 &= 18.84 \% \\
 30 \% &= 69.02 \% \cdot a_2 + (1 - a_2) \cdot 0 \\
 30 \% &= 69.02 \% a_2 + 0 \% - 0 a_2 \\
 30.00 \% &= 69.02 a_2 \\
 a_2 &= 43.47 \%
 \end{aligned}$$

Tabel IV.5 Penggabungan Agregat

Ukuran Saringan	$a_1$	$a_2$
37.5	0	0
19	-32.52	-15.76
9.5	-4.69	35.58
4.75	20.19	46.95
2.36	20.4	42.23
1.18	18.83	43.47
0.6	13.12	43.1
0.3	16.58	62.19
0.15	25.50	76.51



Gambar IV.1 Barchart Penggabungan Agregat

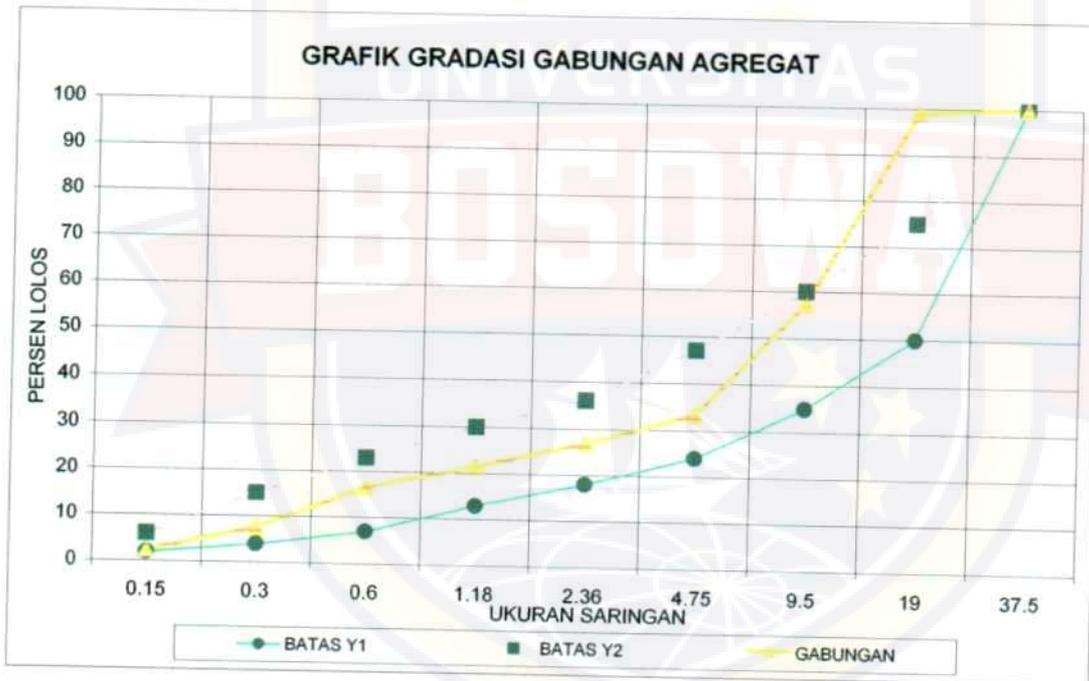
Dari grafik Barchart diperoleh  $25,50 \% < a < 35,58 \%$

$$\begin{aligned}
 \text{Proporsi pasir} &= \frac{a_1 + a_2}{2} \\
 &= \frac{25.50 + 35.58}{2} \\
 &= 30.54 \% \sim 31 \%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Proporsi batu pecah} &= 100 \% - 31 \% \\
 &= 69.0 \% \sim 69 \%
 \end{aligned}$$

Tabel IV.6 Hasil Penggabungan Agregat Kasar dan Agregat Halus

Ukuran Saringan (mm)	Prosentase Lolos (%)		Prosentase gabungan (%)		Σ Gabungan (%)	Spesifikasi Ukuran Max 37,5
	Pasir (Yp)	B.Pecah (Yk)	Pasir (Yp) B.Pecah (Yk)			
			31 %	69 %	Yp + Yk	
37.5	100	0	31	0	31	100
19	100	98.51	31	67.97	98.97	50 - 75
9.5	100	37.91	31	26.16	57.16	35 - 60
4.75	92.58	6.65	28.70	4.59	33.29	24 - 47
2.36	83.64	1.18	25.93	0.81	26.74	18 - 36
1.18	69.02	0	21.40	0	21.40	13 - 30
0.6	53.37	0	16.54	0	16.54	7 - 23
0.3	24.12	0	7.48	0	7.48	4 - 15
0.15	7.84	0	2.43	0	2.43	2 - 6



#### 4.1.2 Analisa Saringan Agregat

Tabel IV.7. Data Kualitas Agregat Halus

No	Uraian	Hasil	Spesifikasi	Keterangan
1.	Modulus kehalusan	2.69	2.2-3.1	Memenuhi
2.	Berat jenis (SSD)	2.54	1.6-3.2	Memenuhi
3.	Berat volume	1.58	1.3-1.9	Memenuhi
4.	Penyerapan air	1.83	0.2-2.0%	Memenuhi
5.	Kadar air	4.54	3.0-5.0%	Memenuhi
6.	Kadar lumpur	2.36	0.2-6%	Memenuhi
7.	Kadar organik	Teh bening	No.2	Memenuhi

Sumber: Hasil pengujian di laboratorium

Tabel IV.7.1. Data Kualitas Agregat Kasar

No	Uraian	Hasil	Spesifikasi	Keterangan
1.	Modulus kehalusan	5.69	5,5-8,5	Memenuhi
2.	Berat jenis (SSD)	2.61	1,6-3,2	Memenuhi
3.	Berat volume	1.41	1,6-1,9	Memenuhi
4.	Penyerapan air	0.36	0,2-0,4%	Memenuhi
5.	Kadar air	1,99	0,5-2,5%	Memenuhi
6.	Kadar lumpur	0,86	0,2-1,0%	Memenuhi
7.	Abrasi	22,33	15-50%	Memenuhi

Sumber: Hasil pengujian di laboratorium

**Rancangan Campuran Beton  
(Mix Design Concrete)**

## Data

* Berat jenis spesifik agregat kasar SSD/JPK	=	2,61
* Berat jenis spesifik agregat halus SSD/JPK	=	2,54
* Kadar air agregat kasar	=	1,99 %
* Kadar air agregat halus	=	4,54 %
* Penyerapan (absorpsi) agregat kasar	=	0,36 %
* Penyerapan (absorpsi) agregat halus	=	1,83 %
* Ukuran maksimum agregat	=	37,5 mm
* Prosentase gabungan agregat		
~ agregat kasar	=	69 %
~ agregat halus	=	31 %
* Mutu beton yang direncanakan K-225	=	225 Kg/cm <sup>2</sup>

Tabel IV.8 Formulir Hasil Rancangan Campuran Beton Metode DOE

No	Uraian	tabel/Grafik	Nilai
1	Kuat tekan yang disyaratkan	Ditetapkan	225 Kg/cm <sup>2</sup>
2	Deviasi standar (Sr)	Tabel 1	65 Kg/cm <sup>2</sup>
3	Nilai tambah/margin (M)	2,64 . Sr - 4 Sr ≤ 4 Mpa	132 Kg/cm <sup>2</sup>
4	Kuat tekan rata-rata		357 Kg/cm <sup>2</sup>
5	Jenis Semen	Ditetapkan	Type 1
6	Jenis agregat kasar	Ditetapkan	Batu Pecah
7	Jenis agregat halus	Ditetapkan	Pasir
8	Faktor air semen (w/c)	Tabel 2 dan grafik 3a atau 3b	0,51
9	Faktor air semen max	Tidak ditetapkan	
10	Slump	Ditetapkan (Tabel 5)	30 - 60 mm
11	Ukuran max agregat	Hasil analisa saringan	37,5 mm
12	Kadar air bebas	Tabel 6	170 Kg/cm <sup>2</sup>
13	Kadar semen	12 : 8	334 Kg/m <sup>3</sup>
14	Kadar air semen max	Tidak ditetapkan	
15	Kadar air semen min	Tidak ditetapkan	
16	Faktor air semen yang disesuaikan	Tidak ada	
17	Susunan besar butir pasir	Analisa saringan	Zone 2
18	Persentase bahan < 4,8 mm	Perhitungan	31%
19	Berat jenis agregat gabungan SSD/JPK	Grafik	2,59
	Agregat halus = 31 %		
	Agregat kasar = 69 %		
	BJ. Agregat Gab.		
	= 31 % x 2,54 + 69 % x 2,61		
	= 2,59		

20 Berat jenis beton basah	Grafik	2375 Kg/m <sup>3</sup>
21 Kadar agregat gabungan	= BJ.Beton basah - Kadar air bebas - Kadar semen	
	= 2375 - 170 - 334	
	= 1871 Kg/m <sup>3</sup>	
22 Kadar agregat halus	= 31 % x 1871	= 580 Kg/m <sup>3</sup>
Kadar agregat kasar	= 1871 - 580	= 1290,99 Kg/m <sup>3</sup>

faktor air semen (w/c) = 0,51

Kadar air bebas c =  $c = \frac{w}{0,51}$

\* Hasil sebelum koreksi

~ Semen	= 334 Kg/m <sup>3</sup>
~ Air	= 170 Kg/m <sup>3</sup>
~ Pasir	= 580 Kg/m <sup>3</sup>
~ Batu pecah	= 1290,99 Kg/m <sup>3</sup>
	= 2375 Kg/m <sup>3</sup>

\* Kadar Air

Pasir	= 4,54 % x 580	= 26,33 Kg/m <sup>3</sup>
Batu pecah	= 1,99 % x 1291	= 25,69 Kg/m <sup>3</sup>
		= 52,02 Kg/m <sup>3</sup>

\* Penyerapan

Pasir	= 1,83 % x 580	= 10,61 Kg/m <sup>3</sup>
Batu pecah	= 0,36 % x 1291	= 4,65 Kg/m <sup>3</sup>
		= 15,26 Kg/m <sup>3</sup>

\* Hasil sesudah koreksi

Semen	= 334				
Air	= 170	- 52,02	+ 15,26	= 167,56 Kg/m <sup>3</sup>	
Pasir	= 580	+ 26,33	- 10,61	= 590,19 Kg/m <sup>3</sup>	
Batu pecah	= 1291	+ 25,69	- 4,65	= 1283,25 Kg/m <sup>3</sup>	
				2375 Kg/m <sup>3</sup>	

\* Benda uji silinder 9 & 15 - 30

Volume =  $\frac{1}{4} d^2 t$   
 =  $\frac{1}{4} (3,14)(0,15)^2(0,3)$   
 = 0,0052988

\* Kebutuhan bahan

Semen	= 334	x 0,0052988	x 1,20	x 6	= 12,74 Kg
Air	= 167,60	x 0,0052988	x 1,20	x 6	= 6,39 Kg
Pasir	= 590,20	x 0,0052988	x 1,20	x 6	= 22,52 Kg
Batu pecah	= 1283,30	x 0,0052988	x 1,20	x 6	= 48,96 Kg

## Perhitungan Variasi Serat

## \* Untuk Kadar serat 1%

Hasil Setelah Koreksi

- Semen	=	334	Kg/m <sup>3</sup>
- Air	=	167.56	Kg/m <sup>3</sup>
- Pasir	=	590.19	Kg/m <sup>3</sup>
- Batu pecah	=	1283.25	Kg/m <sup>3</sup>

Untuk Serat Baja 1%

$$V_{\text{serat}} = \frac{0,01}{1 \times 0,01} = 0,009901 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Serat} &= V_s \times \text{Bj. Baja} \\ &= 0,009901 \times 7850 \text{ Kg/m}^3 \\ &= 77,7229 \text{ Kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Untuk 1 Silinder} &= 1 \times \frac{1}{4} \pi d^2 l \\ &= 1 \times 0,005299 \\ &= 0,005299 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Untuk Kebutuhan bahan} &= 0,005299 \times 77,7229 \\ &= 0,41185338 \text{ Kg} \end{aligned}$$

## \* Kebutuhan bahan

Serat	=	77,723	x	0,005299	x	1,2	x	6	=	2,965	Kg
Semen	=	334,000	x	0,005299	x	1,2	x	6	=	12,743	Kg
Air	=	167,560	x	0,005299	x	1,2	x	6	=	6,393	Kg
Pasir	=	590,190	x	0,005299	x	1,2	x	6	=	22,517	Kg
Batu pecah	=	1283,250	x	0,005299	x	1,2	x	6	=	48,960	Kg

### Perhitungan Variasi Serat

\* Untuk Kadar serat 2%

Hasil Setelah Koreksi

~ Semen	=	334	Kg/m <sup>3</sup>
~ Air	=	167.56	Kg/m <sup>3</sup>
~ Pasir	=	590.19	Kg/m <sup>3</sup>
~ Batu pecah	=	1283.25	Kg/m <sup>3</sup>

Untuk Serat Baja 2%

$$V_{\text{serat}} = \frac{1 \times 0.02}{0.02} = 0.019608 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Serat} &= V_s \times \text{Bj. Baja} \\ &= 0.019608 \times 7850 \text{ Kg/m}^3 \\ &= 153.9228 \text{ Kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Untuk 1 Silinder} &= 1 \times \frac{1}{4} \pi d^2 t \\ &= 1 \times 0.005299 \\ &= 0.005299 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Untuk Kebutuhan bah} &= 0.005299 \times 153.9228 \\ &= 0.815636917 \text{ Kg} \end{aligned}$$

\* Kebutuhan bahan

Serat	=	153.923	x	0.005299	x	1.2	x	6	=	5.873	Kg
Semen	=	334.000	x	0.005299	x	1.2	x	6	=	12.743	Kg
Air	=	167.560	x	0.005299	x	1.2	x	6	=	6.393	Kg
Pasir	=	590.190	x	0.005299	x	1.2	x	6	=	22.517	Kg
Batu pecah	=	1283.250	x	0.005299	x	1.2	x	6	=	48.960	Kg

### Perhitungan Variasi Serat

\* Untuk Kadar serat 3 %

Hasil Setelah Koreksi

~ Semen	=	334	Kg/m <sup>3</sup>
~ Air	=	167,56	Kg/m <sup>3</sup>
~ Pasir	=	590,19	Kg/m <sup>3</sup>
~ Batu pecah	=	1283,25	Kg/m <sup>3</sup>

Untuk Serat Baja 3%

$$V_{\text{serat}} = \frac{1 \times 0,03}{0,03} = 0,029126 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Serat} &= V_s \times \text{Bj. Baja} \\ &= 0,029126 \times 7850 \text{ Kg/m}^3 \\ &= 228,6391 \text{ Kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Untuk 1 Silinder} &= 1 \times \frac{1}{4} \pi d^2 t \\ &= 1 \times 0,005299 \\ &= 0,005299 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Untuk Kebutuhan bah} &= 0,005299 \times 228,6391 \\ &= 1,211558591 \text{ Kg} \end{aligned}$$

\* Kebutuhan bahan

Serat	=	228,639	x	0,005299	x	1,2	x	6	=	8,723	Kg
Semen	=	334,000	x	0,005299	x	1,2	x	6	=	12,743	Kg
Air	=	167,560	x	0,005299	x	1,2	x	6	=	6,393	Kg
Pasir	=	590,190	x	0,005299	x	1,2	x	6	=	22,517	Kg
Batu pecah	=	1283,250	x	0,005299	x	1,2	x	6	=	48,960	Kg

### 4.1.3 Hasil Pengujian Kuat Tekan

Hasil pengujian kuat tekan rata-rata, 4(empat) buah specimen silinder yang diuji pada umur 28 hari untuk masing-masing jenis beton adalah sebagai berikut:

- ☛ Untuk beton normal :  $f'_{co} = 20.79$  Mpa
- ☛ Untuk beton serat 1% :  $f'_{co} = 25.41$  Mpa
- ☛ Untuk beton serat 2% :  $f'_{co} = 26.18$  Mpa
- ☛ Untuk beton serat 3% :  $f'_{co} = 26.29$  Mpa

### 4.1.4 Hasil Pengujian Modulus Elastisitas

Hasil pengujian Modulus Elastisitas rata-rata adalah sebagai berikut:

- ☛ Untuk beton normal :  $E_{co} = 22380.12$
- ☛ Untuk beton serat 1% :  $E_{c1} = 23537.51$
- ☛ Untuk beton serat 2% :  $E_{c2} = 23647.22$
- ☛ Untuk beton serat 3% :  $E_{c3} = 24474.38$

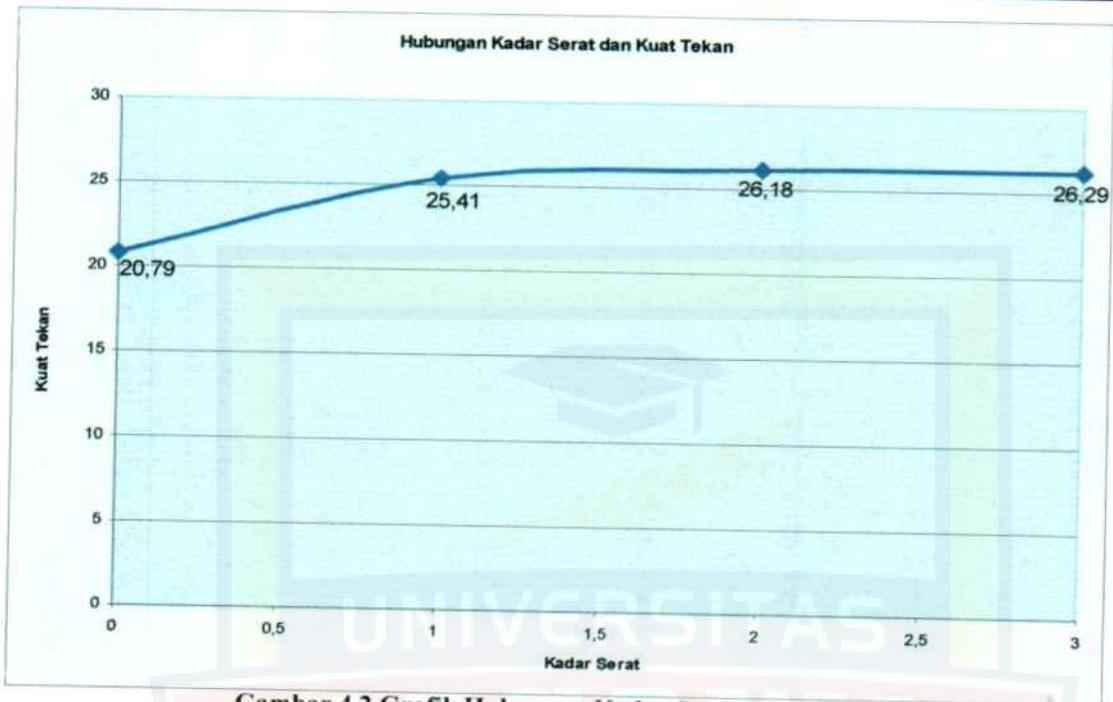
## 4.2 PEMBAHASAN

### 4.2.1 Hubungan Kuat Tekan dengan Kadar Serat

Tabel IV.9. Kuat Tekan dengan Kadar Serat

<i>Kadar Serat</i>	<i>Kuat Tekan (KN)</i>	<i>Kuat Tekan (%)</i>
Eco	20,79	100 %
Ec1	25,41	122,22 %
Ec2	26,18	125,25 %
Ec3	26,29	126,67 %

Sumber: Hasil pengujian di laboratorium



Gambar 4.2 Grafik Hubungan Kadar Serat dan Kuat tekan

Hasil ini menunjukkan terjadinya peningkatan kuat tekan pada beton serat 1% sebesar: 22,22 %, beton serat 2% sebesar: 25,25% dan beton serat 3% sebesar: 25,67%. Dari hasil peningkatan kuat tekan tersebut mampu memberi kontribusi kuat tarik beton dan bentuknya yang masih cenderung lurus.

#### 4.2.2 Hubungan Modulus Elastisitas dengan Kadar Serat

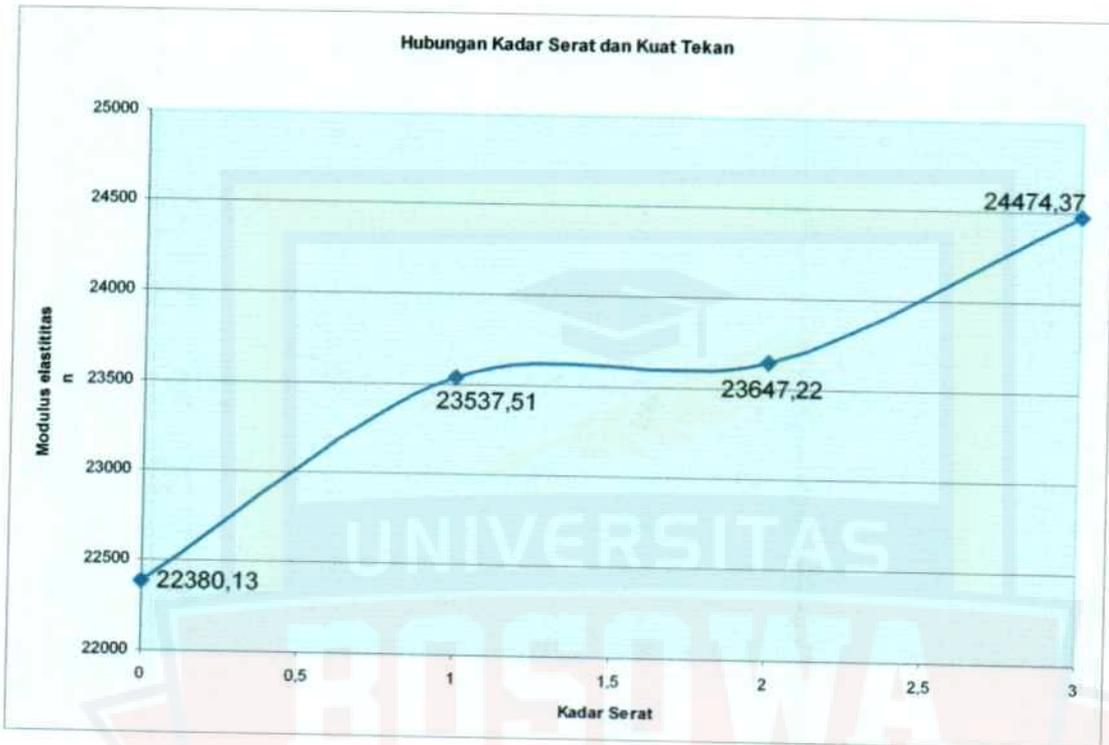
Dalam penggunaan serat disini juga telah memberikan peningkatan nilai modulus elastisitas pada beton serat 1% sebesar 105,17%, beton serat 2% sebesar 105,66% dan beton serat 3% sebesar 109,37%.

Tabel IV.10 Modulus Elastisitas dengan Kadar Serat

Kadar Serat	Modulus Elastisitas (Mpa)	Modulus Elastisitas (%)
Eco	22380,12	100 %
Ec1	23537,51	105,17 %
Ec2	23647,22	105,66 %
Ec3	24474,38	109,37 %

Sumber: Hasil pengujian di laboratorium

Hasil ini dapat dilihat pada grafik dibawah ini:



Gambar 4.3 Grafik Hubungan Kadar Serat dan Modulus Elastisitas

### 4.2.3 Analisis Korelasi Kuat Tekan Beton dengan Modulus Elastisitas pada Beton Serat

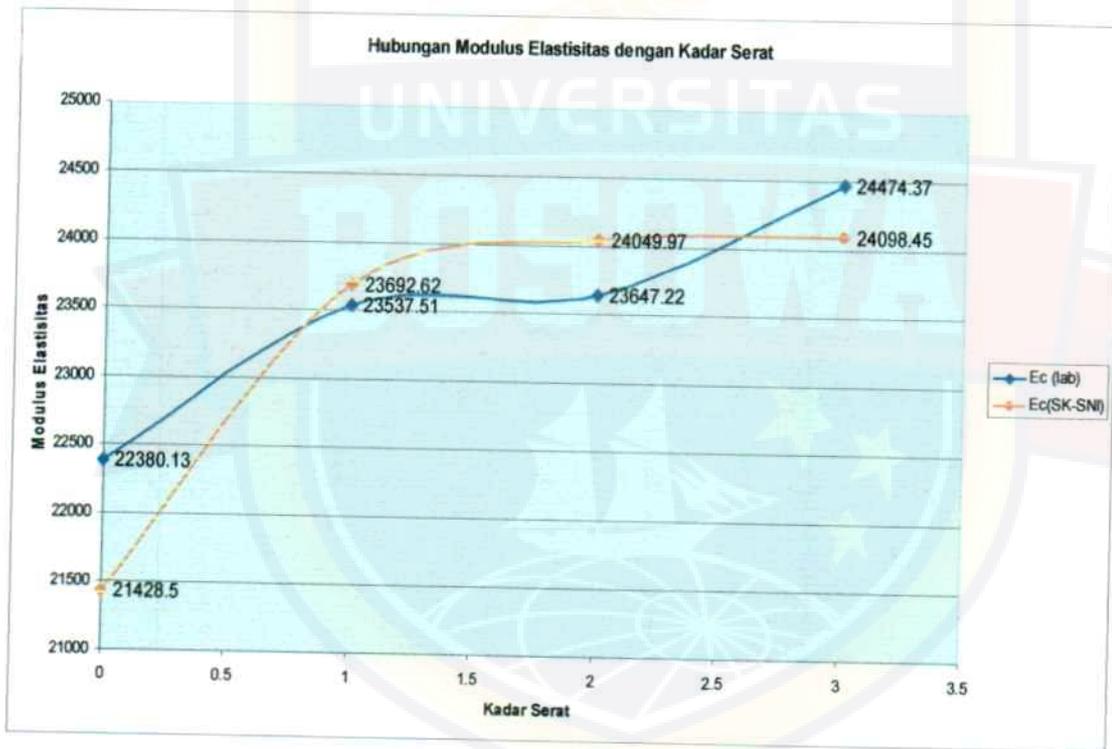
#### 4.2.3.1 Modulus Elastisitas

Tabel IV.11 Modulus Elastisitas

Kadar Serat	Kuat Tekan Mpa	Ec (Lab) Mpa	Ec (SK SNI) Mpa $4700 \sqrt{f'c}$	$\frac{(3) - (4)}{(4)} \times 100\%$
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
EFCO	20,79	22380,13	21428,50	4,400 %
EFC1	25,32	23537,51	23692,62	-0,65 %
EFC2	26,18	23647,22	24049,97	-1,674 %
EFC3	26,29	24474,38	24098,45	1,53 %

Sumber: Hasil pengujian di laboratorium

Dari tabel diatas menunjukkan hasil pengujian modulus elastisitas dan rumus pendekatan dari SK-SNI T-15-1991-03 memberikan nilai yang tidak jauh berbeda, perbedaan maksimumnya sebesar 4,400% dengan rata-rata 0,918%. Dari hasil ini menunjukkan bahwa peningkatan yang terjadi sebesar : 21428,50 pada beton normal, pada beton serat 1% sebesar: 23692,62, sedangkan pada beton serat 2% sebesar: 24049,97, dan pada beton serat 3% sebesar: 24098,45. Hal ini dapat dilihat pada grafik berikut:



Gambar 4.4 Grafik Hubungan Modulus Elastisitas Lab dengan Modulus Elastisitas SK-SNI

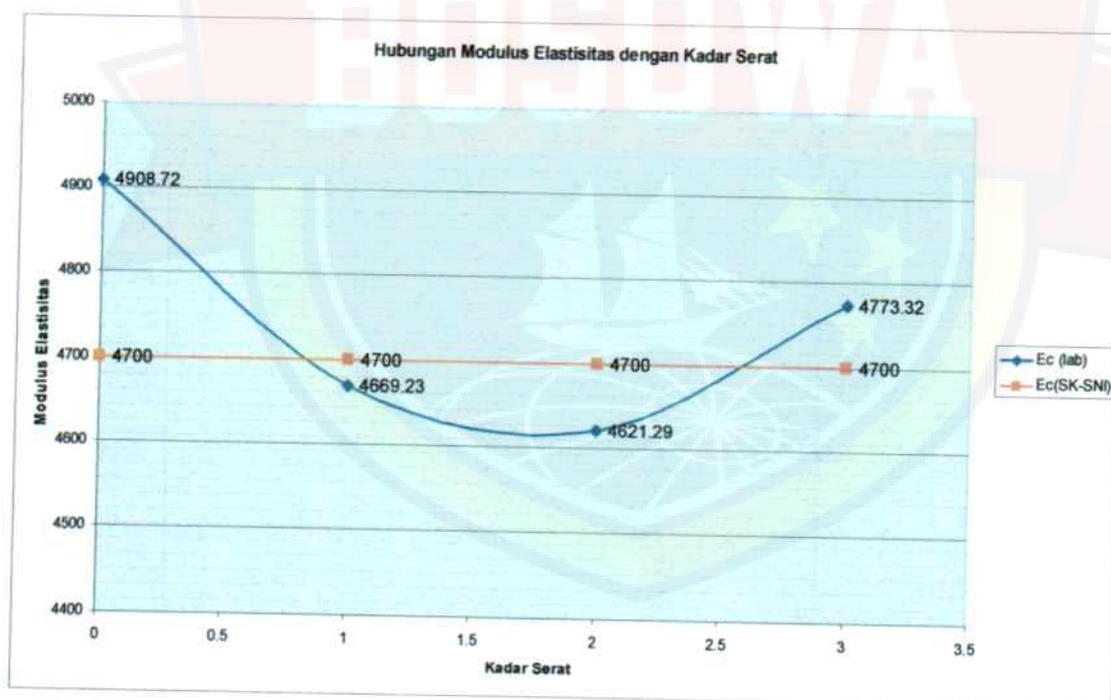
## 4.2.3.2 Koefisien (k)

Tabel IV.12 Koefisien (k)

Kadar Serat	Kuat Tekan Mpa	K (Lab) Mpa	K (SK SNI) Mpa
EFCO	20,79	4908,72	4700
EFC1	25,32	4669,23	4700
EFC2	26,18	4621,29	4700
EFC3	26,29	4773,32	4700

Sumber: Hasil pengujian di laboratorium

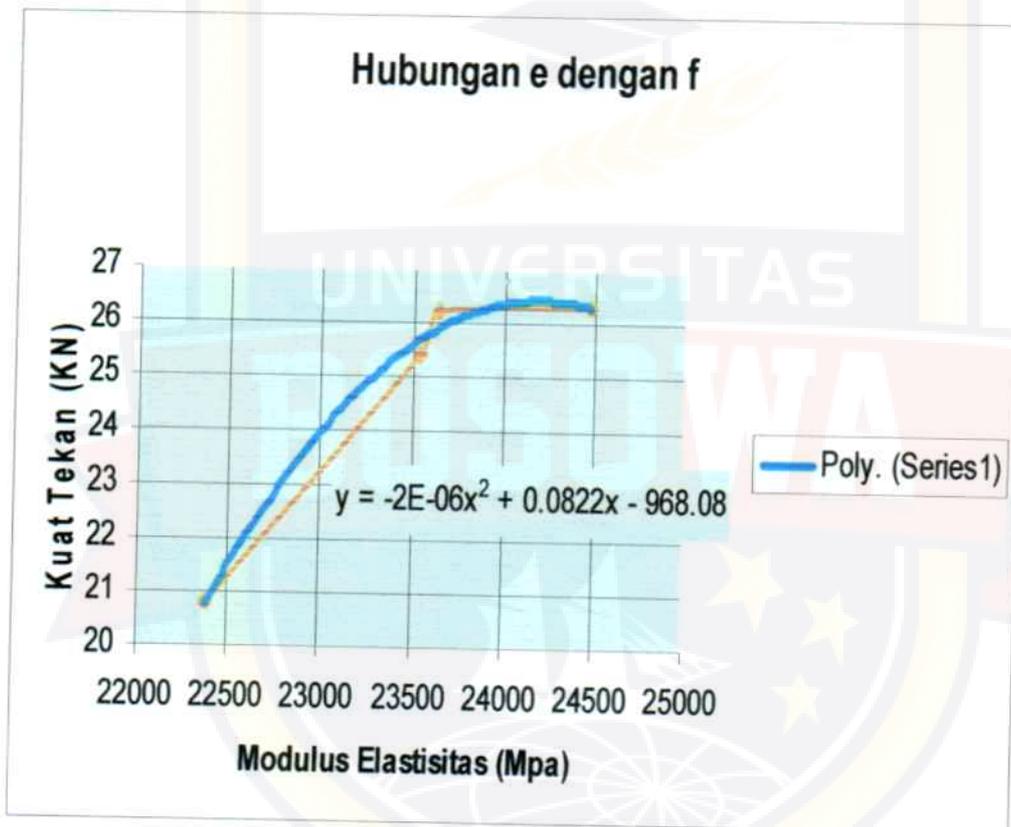
Hubungan yang dihasilkan antara koefisien (k) lab terhadap koefisien (k) SK-SNI pada tabel diatas menunjukkan hasil yang tidak jauh berbeda dimana pada beton normal sebesar 4908,72 Mpa, beton serat 1% sebesar 4669,23 Mpa, beton serat 2% sebesar 4621,29 Mpa, dan beton serat 3% sebesar 4773,32 Mpa.



Gambar 4.5 Grafik Hubungan Koefisien (k) Lab. dengan Koefisien (k) SK-SNI

*Hubungan Kuat Tekan Dengan Modulus Elastisitas*

<i>Kadar Serat</i>	<i>Kuat Tekan KN</i>	<i>Modulus Elastisitas Mpa</i>
EFCO	20,79	22380,12
EFC1	25,32	23537,51
EFC2	26,18	23647,22
EFC3	26,29	24474,38



Keterangan :

EFCO = Beton Normal

EFC1 = 1%

EFC2 = 2%

EFC3 = 3%

**BAB V**  
**PENUTUP**



UNIVERSITAS

**BOSOWA**

***ANALISIS KORELASI KUAT TEKAN BETON***  
***DENGAN MODULUS ELASTISITAS***  
***PADA BETON SERAT***

**BAB V**

**KESIMPULAN DAN SARAN**

**5.1 KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian yang kami lakukan setelah dianalisis ada beberapa hal yang dapat kami simpulkan:

1. Dalam penelitian ini hasil kuat tekan yang kami peroleh dari persentase serat cenderung meningkat yaitu pada beton serat 1% sebesar 22,22%, beton serat 2% sebesar 25,25%, dan beton serat 3% sebesar 25,67%
2. Dari penelitian tersebut dapat dilihat bahwa peningkatan terbesar terjadi pada kadar serat 1% sedangkan 2% dan 3% menunjukkan peningkatan yang tidak terlalu besar (hampir sama).
3. Peningkatan kuat tekan memberikan peningkatan pula pada modulus elastisitas dan hasilnya tidak jauh berbeda dari rumus SK-SNI
4. Korelasi kuat tekan beton dan modulus elastisitas terhadap beton serat memberikan hasil yang tidak jauh berbeda dengan perbedaan maksimum 4,4% dengan rata-rata 0,90425% , kesalahan dibawah 5% masih bisa ditoleransi.

## 5.2 SARAN

Melihat hasil penelitian yang dilakukan ada beberapa saran yang kami sampaikan yaitu:

1. Bila dipertimbangkan menggunakan serat (kawat beton) untuk meningkatkan karakteristik beton sebaiknya peningkatan persentase kuat tekan sebaiknya menggunakan serat dengan kadar 1%. Selain persentase kuat tekan lebih baik dan workabilitynya masih cukup baik bila dibanding dengan kadar serat 2% dan 3%.
2. Untuk menentukan korelasi kuat tekan dan modulus elastisitas pada beton serat sebaiknya menggunakan rumus pendekatan SK-SNI T-15-1991-03

$$E_c = 4700 \sqrt{f'_c}$$

DAFTAR PUSTAKA

DEPARTEMEN PEKERJAAN UMUM (SK.SNI-03 XXXX.2002)

DEPARTEMEN PEKERJAAN UMUM (SK.SNI T-15-1991-03)

Mulyono, Tri. 2003. *Teknologi Beton*. Jakarta: Andi Yogyakarta.

Nawy, G Edwar. 1990. *Beton Teknologi "Suatu Pendekatan Dasar"*. Bandung: PT Eresco.

P. Ramses. Magribi, Laode Muh. 1995. "*Pengaruh Penambahan Serat Alami Terhadap Kuat Tarik Beton*" (*Studi Penggunaan Ijuk Sebagai Bahan Serat*). Tesis tidak diterbitkan Universitas Hasanuddin Makassar.

Rochidayah. 2003. *Perilaku lentur dan Daktalitas Balok Beton Serat Serpihan Berupa Bubutan Bertulangan Lebih yang Dikekang pada Tekan*. Tesis tidak diterbitkan Universitas Brawijaya Malang.

Schodeck, L Daniel. 1995. *Struktur*. Bandung: PT Eresco.

Sariman, Syahrul. 2003. *Studi Komparasi Ketegaran Lentur Pelat Beton Bertulang dengan dan Tanpa Serat*. Tesis tidak diterbitkan Universitas Hasanuddin Makassar.

Tjokrodimulyo, K. 1998. *Teknologi Beton*. Yogyakarta: NF.

Wongosari, Fredy. 1996. *Pengaruh Variasi Penambahan Fibre Kawat Beton Terhadap Kuat Tarik Beton*. Skripsi tidak diterbitkan Universitas Hasanuddin Makassar.

# LAMPIRAN I

UNIVERSITAS

**BOSOWA**

***ANALISIS KORELASI KUAT TEKAN BETON  
DENGAN MODULUS ELASTISITAS  
PADA BETON SERAT***



**LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN**  
**FAKULTAS TEKNIK JURUSAN SIPIL**  
**POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG**  
JL.PERINTIS KEMERDEKAAN KM.10 MAKASSAR 90245

**PEMERIKSAAN KADAR LUMPUR**

Tgl Pemeriksaan : 19 s/d 21-01-2006  
Jenis Material : Pasir  
Sumber Material : Bili-bili  
Proyek Penelitian : Tugas Akhir  
Dikerjakan Oleh : Nadhira Sufatilah Hamid  
Wahyuni.A

Parameter	Notasi	Data Hasil Percobaan	
		I	II
Berat Kering Oven Sebelum Dicuci (gr)	A	1482,53	1469,49
Berat Kering Oven Setelah Dicuci (gr)	B	1444,76	1437,68
Kadar Lumpur (%)	$((A-B)/A) \times 100\%$	2,55	2,16
Rata-rata		2,36	

Tgl Pemeriksaan : 19 s/d 21-01-2006  
Jenis Material : Batu Pecah  
Sumber Material : Bili-bili  
Proyek Penelitian : Tugas Akhir  
Dikerjakan Oleh : Nadhira Sufatilah Hamid  
Wahyuni.A

Parameter	Notasi	Data Hasil Percobaan	
		I	II
Berat Kering Oven Sebelum Dicuci (gr)	A	1376,68	1493,59
Berat Kering Oven Setelah Dicuci (gr)	B	1360,64	1485,44
Kadar Lumpur (%)	$((A-B)/A) \times 100\%$	1,17	0,55
Rata-rata		0,86	

Makassar. April 2006

Diuji oleh :

1. Nadhira Sufatilah Hamid / 45 01 041 077
2. Wahyuni.A / 45 01 041 044

Diketahui Oleh  
Ka. Lab Struktur dan Bahan  
Teknik Sipil Politeknik Ujung Pandang

  
**NURSAMIAH, ST**



**LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN**  
**FAKULTAS TEKNIK JURUSAN SIPIL**  
**POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG**  
JL.PERINTIS KEMERDEKAAN KM.10 MAKASSAR 90245

**PEMERIKSAAN GRADASI AGREGAT KASAR**

Tgl Pemeriksaan : 19 s/d 21-01-2006      Proyek Penelitian : Tugas Akhir  
Jenis Material : Batu Pecah      Dikerjakan Oleh : Nadhira Sufatilah Hamid  
Sumber Material : Bili-bili      : Wahyuni.A

No Saringan	Ukuran Saringan (mm)	Berat Awal Batu Pecah = 2000 gr			
		Berat tertahan (gr)	% Tertahan	% Kumulatif Tertahan	% Lolos
1 1/2"	37.5	0	0	0	100
3/4"	19	29.83	1.49	1.49	98.51
3/8"	9.5	1211.93	60.60	62.09	37.91
No.4	4.75	625.18	31.26	93.35	6.65
No.8	2.36	109.46	5.47	98.82	1.18
Pan	0.15	23.69	1.18	100	0
Jumlah		2000			

Makassar, April 2006

• Diuji oleh :

1. Nadhira Sufatilah Hamid / 45 01 041 077
2. Wahyuni.A / 45 01 041 044

Diketahui Oleh  
Ka. Lab Struktur dan Bahan  
Teknik Sipil Politeknik Ujung Pandang

NURSAMIAH, ST



**LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN**  
**FAKULTAS TEKNIK JURUSAN SIPIL**  
**POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG**  
JL.PERINTIS KEMERDEKAAN KM.10 MAKASSAR 90245

**PEMERIKSAAN KADAR ORGANIK PASIR**

Tgl Pemeriksaan : 19 s/d 20-01-2006      Proyek Penelitian : Tugas Akhir  
Jenis Material : Pasir      Dikerjakan Oleh : Nadhira Sufatilah Hamid  
Sumber Material : Bili-bili      Wahyuni.A

Parameter	Data Hasil Percobaan	
Kadar Larutan NaOH	3%	
Warna Benda Uji + Larutan setelah didiamkan selama kurang lebih 24 jam	Warna	Warna
	Teh Bening	Teh Bening
Dibandingkan dengan tabel /standar warna masuk nomor	No.1	No.1
Rata-rata	No.1	

**PEMERIKSAAN KEAUSAN AGREGAT**

Tgl Pemeriksaan : 20s/d 21-01-2006      Proyek Penelitian : Tugas Akhir  
Jenis Material : Pasir      Dikerjakan Oleh : Nadhira Sufatilah Hamid  
Sumber Material : Bili-bili      Wahyuni.A

Parameter	Notasi	Data Hasil Percobaan
Berat Kering Oven tertahan diatas Saringan 9,6 mm (gr)	A	5069
Berat Kering Oven tertahan diatas Saringan 12 (1,7 mm) (gr) mm (gr)	B	3937
Keausan (%)	$((A-B)/A) \times 100\%$	22,33

Makassar. April 2006

Diuji ole :

1. Nadhira Sufatilah Hamid /45 01 041 077
2. Wahyuni.A / 45 01 041 044

Diketahui Oleh  
Ka. Lab Struktur dan Bahan  
Teknik Sipil Politeknik Ujung Pandang  
  
**NURSAMIAH, ST**



**LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN**  
**FAKULTAS TEKNIK JURUSAN SIPIL**  
**POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG**  
JL.PERINTIS KEMERDEKAAN KM.10 MAKASSAR 90245

**PEMERIKSAAN KADAR AIR AGREGAT**

Tgl Pemeriksaan : 19 s/d 20-01-2006      Proyek Penelitian : Tugas Akhir  
Jenis Material : Pasir      Dikerjakan Oleh : Nadhira Sufatilah Hamid  
Sumber Material : Bili-bili      : Wahyuni.A

Parameter	Notasi	Data Hasil Percobaan	
		I	II
Berat Talang	A	403,80	388,16
Berat Talang + Sampel (gr)	B	1964,93	1941,26
Berat Sampel Sebelum Dioven (gr)	$C = B - A$	1561,13	1553,10
Berat Sampel Setelah Dioven (gr)	D	1490,53	1488,49
Kadar Air (%)	$((C - D)/D) \times 100\%$	4,74	4,34
Rata-rata		4,54	

Tgl Pemeriksaan : 19 s/d 20-01-2006      Proyek Penelitian : Tugas Akhir  
Jenis Material : Batu Pecah      Dikerjakan Oleh : Nadhira Sufatilah Hamid  
Sumber Material : Bili-bili      : Wahyuni.A

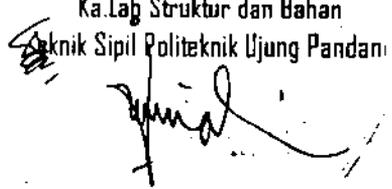
Parameter	Notasi	Data Hasil Percobaan	
		I	II
Berat Talang	A	388,11	368,88
Berat Talang + Sampel (gr)	B	1793,34	1890,94
Berat Sampel Sebelum Dioven (gr)	$C = B - A$	1405,23	1522,06
Berat Sampel Setelah Dioven (gr)	D	1376,68	1493,59
Kadar Air (%)	$((C - D)/D) \times 100\%$	2,07	1,91
Rata-rata		1,99	

Makassar, April 2006

Diuji ole :

1. Nadhira Sufatilah Hamid / 45 01 041 077
2. Wahyuni.A / 45 01 041 044

Diketahui Oleh  
Ka.Lab Struktur dan Bahan  
Teknik Sipil Politeknik Ujung Pandang

  
**NURSAMIAH, ST**



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN  
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN SIPIL  
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG  
JL.PERINTIS KEMERDEKAAN KM.10 MAKASSAR 90245

**PEMERIKSAAN BERAT VOLUME ABREGAT**

Tgl Pemeriksaan : 19 s/d 20-01-2006      Proyek Penelitian : Tugas Akhir  
Jenis Material : Pasir      Dikerjakan Oleh : Nadhira Sufatilah Hamid  
Sumber Material : Bili-bili      Wahyuni.A

Parameter	Notasi	Data Hasil Percobaan			
		Padat		Lepas	
Berat Mould (kg)	A	3.24	3.24	3.24	3.24
Volume Mould (liter)	V	3.00	3.00	3.00	3.00
Berat Mould + Berat Benda Uji (kg)	C	7.70	7.95	8.05	8.19
Berat Benda Uji (kg)	$D = C - A$	4.46	4.71	4.81	4.95
Berat Volume (kg/ltr)	D/V	1.49	1.57	1.60	1.65
Berat Volume Rata-rata (kg/ltr)		1.53		1.63	
		1.58			

Tgl Pemeriksaan : 19 s/d 20-01-2006      Proyek Penelitian : Tugas Akhir  
Jenis Material : Batu Pecah      Dikerjakan Oleh : Nadhira Sufatilah Hamid  
Sumber Material : Bili-bili      Wahyuni.A

Parameter	Notasi	Data Hasil Percobaan			
		Padat		Lepas	
Berat Mould (kg)	A	3.24	3.24	3.24	3.24
Volume Mould (liter)	V	3.00	3.00	3.00	3.00
Berat Mould + Berat Benda Uji (kg)	C	7.29	7.29	7.69	7.61
Berat Benda Uji (kg)	$D = C - A$	4.05	4.05	4.45	4.37
Berat Volume (kg/ltr)	D/V	1.35	1.35	1.48	1.46
Berat Volume Rata-rata (kg/ltr)		1.35		1.47	
		1.41			

Makassar, April 2006

Diuji oleh :

1. Nadhira Sufatilah Hamid / 45 01 041 077
2. Wahyuni.A / 45 01 041 044

Diketahui Oleh  
Ka. Lab Struktur dan Bahan  
Teknik Sipil Politeknik Ujung Pandang  
  
**NURSAMIAH, ST**



**LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN**  
**FAKULTAS TEKNIK JURUSAN SIPIL**  
**POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG**  
JL. PERINTIS KEMERDEKAAN KM.10 MAKASSAR 90245

**PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN**  
**PENYERAPAN AGREGAT KASAR**

Tgl Pemeriksaan : 19 s/d 21-01-2006      Proyek Penelitian : Tugas Akhir  
Jenis Material : Batu Pecah      Dikerjakan Oleh : Nadhira Sufatilah Hamid  
Sumber Material : Bili-bili      Wahyuni.A

Parameter	Notasi	Data Hasil Percobaan		Rata-rata
		I	II	
Berat Keranjang (gr)	A	746.00	746.00	-
Berat Contoh SSD diudara (gr)	B	1950.77	1813.63	-
Berat Contoh dalam Air (gr)	C	1194.00	1126.00	-
Berat Contoh Kering Oven (gr)	D	1940.93	1809.82	-
Berat Jenis Semu (apparent specity gravity)	$D/(D - C)$	2.60	2.65	2.62
Berat Jenis Curah (bulk specific gravity on dry basi)	$D/(B - C)$	2.56	2.63	2.60
Berat Jenis Jenuh Permukaan kering = JPK (bulk specific gravity on SSD basic)	$B/(B - C)$	2.58	2.64	2.61
Daya Serap Air (Procentage Water Absorbtion)	$((B-D)/D) \times 100\%$	0.51	0.21	0.36

Makassar, April 2006

Diuji ole :

1. Nadhira Sufatilah Hamid / 45 01 041 077
2. Wahyuni.A / 45 01 041 044

Diketahui Oleh  
Ka.Lab Struktur dan Bahan  
Teknik Sipil Politeknik Ujung Pandang

**NURSAMIAH, ST**



**LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN**  
**FAKULTAS TEKNIK JURUSAN SIPIL**  
**POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG**  
JL.PERINTIS KEMERDEKAAN KM.10 MAKASSAR 90245

**PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN  
PENYERAPAN AGREGAT HALUS**

Tgl Pemeriksaan : 19 s/d 21-01-2006      Proyek Penelitian : Tugas Akhir  
Jenis Material : Pasir      Dikerjakan Oleh : Nadhira Sufatilah Hamid  
Sumber Material : Bili-bili      Wahyuni.A

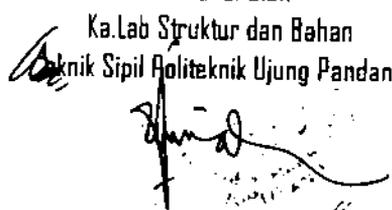
Parameter	Notasi	Data Hasil Percobaan		Rata-rata
		I	II	
Berat Piknometer	A	181,07	159,49	-
Berat Contoh SSD diudara (gr)	B	500,00	500,00	-
Berat Piknometer + Air + Benda Uji (gr)	C	1004,80	980,86	-
Berat Piknometer + Air (gr)	D	701,40	677,46	-
Berat Contoh Kering Oven (gr)	E	491,00	491,07	-
Berat Jenis Semu (apparent specity gravity)	$E/(E + D - C)$	2,62	2,62	2,62
Berat Jenis Curah (bulk specific gravity on dry basi)	$E/(B + D - C)$	2,50	2,50	2,50
Berat Jenis Jenuh Permukaan kering = JPK (bulk specific gravity on SSD basic)	$B/(B + D - C)$	2,54	2,54	2,54
Daya Serap Air (Procentage Water Absorbtion)	$((B-E)/E) \times 100\%$	1,83	1,82	1,83

Makassar, April 2006

Diuji ole :

1. Nadhira Sufatilah Hamid / 45 01 041 077
2. Wahyuni.A / 45 01 041 044

Diketahui Oleh  
Ka.Lab Struktur dan Bahan  
Teknik Sipil Politeknik Ujung Pandang.

  
**NURSAMIAH, ST**



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN  
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN SIPIL  
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG  
JL.PERINTIS KEMERDEKAAN KM.10 MAKASSAR 90245

**PEMERIKSAAN GRADASI AGREGAT HALUS**

Tgl Pemeriksaan : 19 s/d 21-01-2006  
Jenis Material : Pasir  
Sumber Material : Bili-bili  
Proyek Penelitian : Tugas Akhir  
Dikerjakan Oleh : Nadhira Sufatilah Hamid  
Wahyuni.A

No saringan	Ukuran Saringan (mm)	Berat Saringan (gr)	Berat Saringan + Benda Uji (Gr)	Berat Benda uji (Gr)
No.4	4.75	447.47	595.78	148.31
No.8	2.36	429.48	608.39	178.91
No.16	1.18	362.5	654.86	292.36
No.30	0.6	355.32	626.67	313.02
No.50	0.3	288.36	831.97	585.02
No.100	0.15	351.47	634.4	325.54
PAN	-	468.63	625.47	156.84

**PEMERIKSAAN GRADASI AGREGAT KASAR**

Tgl Pemeriksaan : 19 s/d 21-01-2006  
Jenis Material : Batu Pecah  
Sumber Material : Bili-bili  
Proyek Penelitian : Tugas Akhir  
Dikerjakan Oleh : Nadhira Sufatilah Hamid  
Wahyuni.A

No saringan	Ukuran Saringan (mm)	Berat Saringan (gr)	Berat Saringan + Benda Uji (Gr)	Berat Benda uji (Gr)
1/2"	37.5	535.54	535.54	0
3/4"	19	502.29	532.12	29.83
3/8"	9.5	529.6	1748.27	1211.93
No.4	4.75	447.47	1068.87	625.18
No.8	2.36	429.48	530.75	109.46
PAN	-	468.63	492.32	23.69

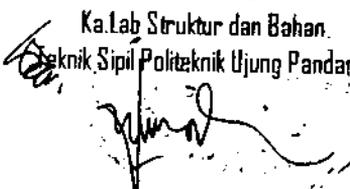
Makassar, April 2006

Diuji oleh :

1. Nadhira Sufatilah Hamid / 45 01 041 077
2. Wahyuni.A / 45 01 041 044

Diketahui Oleh

Ka. Lab Struktur dan Bahan,  
Teknik Sipil Politeknik Ujung Pandang

  
NURSAMIAH ST



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN  
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN SIPIL  
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG  
JL.PERINTIS KEMERDEKAAN KM.10 MAKASSAR 90245

PEMERIKSAAN GRADASI AGREGAT HALUS

Tgl Pemeriksaan : 19 s/d 21-01-2006      Proyek Penelitian : Tugas Akhir  
Jenis Material : Pasir      Dikerjakan Oleh : Nadhira Sufatilah Hamid  
Sumber Material : Bili-bili      : Wahyuni.A

No Saringan	Ukuran Saringan (mm)	Berat Awal Pasir = 2000 gr			
		Berat tertahan (gr)	% Tertahan	% Kumulatif Tertahan	% Lolos
No.4	4.75	148.31	7.42	7.42	92.58
No.8	2.36	178.91	8.95	16.36	83.64
No.16	1.18	292.36	14.62	30.98	69.02
No.30	0.6	313.02	15.65	46.63	53.37
No.50	0.3	585.02	29.25	75.88	24.12
No.100	0.15	325.54	16.28	92.16	7.84
PAN	-	156.84	7.84	100.00	0.00
Jumlah		2000			

Makassar, April 2006

Diuji oleh :

1. Nadhira Sufatilah Hamid /45 01 041 077
2. Wahyuni.A / 45 01 041 044

Diketahui Oleh

Ka. Lab Struktur dan Bahan

Politeknik Sipil Politeknik Ujung Pandang

  
NARSAMIAH, ST

## **LAMPIRAN II**

UNIVERSITAS

**BOSOWA**

***ANALISIS KORELASI KUAT TEKAN BETON  
DENGAN MODULUS ELASTISITAS  
PADA BETON SERAT***



PEMERINTAH PROPINSI SULAWESI SELATAN  
**DINAS PRASARANA WILAYAH**  
 UNIT PELAKSANA TEKNIS DINAS PENGUJIAN MATERIAL  
 JALAN DAN JEMBATAN

Jalan Batara Para Km. 16 Padajene Tj. 64111 - 510211

**TABEL HASIL PENGUJIAN MODULUS ELASTISITAS**

Perawatan Analisis Korelasi Kuat Tekan beton dan Modulus Elastisitas

Lokasi Pekerjaan Balai Pengujian Dinas Prasarana Wilayah Sulawesi Selatan

Bentuk silinder 150 mm x 300 mm

No	Tanggal		Umur hari	Grup cm	Berat kg	Tinggi mm	Diameter mm	Beban Kn	Luas mm <sup>2</sup>	Dial (mm) terbaca	Keterangan
	Cat	Test									
<b>a. BETON NORMAL</b>											
EFC01	10-Feb-06	21-Maret-06	28	6.5	12.35	300.00	150.00	20	17671.5	0.320	
								60		0.040	
								100		0.085	
								140		0.110	
								180		0.125	
								220		0.150	
								394			Failure
EFC02	10-Feb-06	21-Maret-06	28	6.5	12.45	299.60	149.60	20	17577.3	0.010	
								60		0.060	
								100		0.080	
								140		0.110	
								180		0.160	
								220		0.250	
								360			Failure
EFC03	10-Feb-06	21-Maret-06	28	6.5	12.60	301.00	149.80	20	17624.4	0.005	
								60		0.062	
								100		0.086	
								140		0.100	
								180		0.196	
								220		0.274	
								348			Failure

Diperoleh

Nama Mahasiswa : Nadhiro Sulastih Hamid, 45 01 041 077

Wahyuni, A/45 01 041 044

Diperiksa Oleh

Kepala Seksi Up. Mutu

Ir. H. Andi Syahrial, M. Eng



\_\_\_\_\_



**PEMERINTAH PROPINSI SULAWESI SELATAN**  
**DINAS PRASARANA WILAYAH**  
**UNIT PELAKSANA TEKNIS DINAS PENGUJIAN MATERIAL**  
**JALAN DAN JEMBATAN**  
 Jalan Batara Bira Km. 16 Baddoka. Tlp : (0411) – 510211  
**MAKASSAR**

**TABEL HASIL PENGUJIAN MODULUS ELASTISITAS**

Penelitian : Analisis Korelasi Kuat Tekan beton dan Modulus Elastisitas

Lokasi Penelitian : Balai Pengujian Dinas Prasarana Wilayah Sulawesi Selatan

Bentuk silinder 150 mm x 300 mm

No	Tanggal	Umur hari	Skump cm	Berat kg	Tinggi mm	Diameter mm	Beban Kn	Luas mm <sup>2</sup>	Dial (mm)	Keterangan	
	Cor								Test		vertikal
<b>b. BETON DENGAN KADAR SERAT 1 %</b>											
EFC11	10-Feb-06	21-Maret-06	28	6	12,75	301,00	149,60	20	17577	0,012	
								60		0,035	
								100		0,065	
								140		0,095	
								180		0,120	
								220		0,135	
								445			Failure
EFC12	10-Feb-06	21-Maret-06	28	6	12,65	301,20	149,60	20	17577	0,011	
								60		0,050	
								100		0,080	
								140		0,106	
								180		0,120	
								220		0,145	
								443			Failure
EFC13	10-Feb-06	21-Maret-06	28	6	12,70	299,60	149,60	20	17577	0,013	
								60		0,049	
								100		0,079	
								140		0,110	
								180		0,130	
								220		0,147	
								447			Failure

Diuji oleh :

Nama Mahasiswa : Nadhira Sufatilah Hamid/45 01 041 077

: Wahyuni.A /45 01 041 0

Diperiksa Oleh:

Kepala Seksi Uji Tanah

Ir. H. Andi Syahril, M. Eng

NIP. 110 053 598





**PEMERINTAH PROPINSI SULAWESI SELATAN**  
**DINAS PRASARANA WILAYAH**  
**UNIT PELAKSANA TEKNIS DINAS PENGUJIAN MATERIAL**  
**JALAN DAN JEMBATAN**  
 Jalan Batara Bira Km. 16 Baddoka. Tlp : (0411) – 510211  
**MAKASSAR**

**TABEL HASIL PENGUJIAN MODULUS ELASTISITAS**

Penelitian : Analisis Korelasi Kuat Tekan beton dan Modulus Elastisitas

Lokasi Penelitian : Balai Pengujian Dinas Prasarana Wilayah Sulawesi Selatan

Bentuk silinder 150 mm x 300 mm

No	Tanggal		Umur hari	Slump cm	Berat kg	Tinggi mm	Diameter mm	Beban Kn	Luas mm <sup>2</sup>	Dial (mm)	Keterangan
	Cor	Test								vertikal	
<b>b. BETON DENGAN KADAR SERAT 2 %</b>											
EFC31	10-Feb-06	21-Maret-06	28	7	12,75	299,00	150,00	20	17671	0,014	
								60		0,050	
								100		0,075	
								140		0,109	
								180		0,127	
								220		0,145	
								453			Failure
EFC32	10-Feb-06	21-Maret-06	28	7	12,70	299,00	149,80	20	17624	0,013	
								60		0,052	
								100		0,082	
								140		0,108	
								180		0,128	
								220		0,150	
								462			Failure
EFC33	10-Feb-06	21-Maret-06	28	7	12,80	299,00	149,70	20	17601	0,016	
								60		0,055	
								100		0,079	
								140		0,117	
								180		0,135	
								220		0,155	
								470			Failure

Diuji oleh :

Nama Mahasiswa : Nadhira Sufatilah Hamid/45 01 041 077

: Wahyuni.A/45 01 041 044

Diperiksa Oleh:

Kepala Seksi Uji Tanah

Ir. H. Andi Syahrial, M. Eng

NIP. 110 053 598





**PEMERINTAH PROPINSI SULAWESI SELATAN**  
**DINAS PRASARANA WILAYAH**  
**UNIT PELAKSANA TEKNIS DINAS PENGUJIAN MATERIAL**  
**JALAN DAN JEMBATAN**  
 Jalan Batara Bira Km. 16 Baddoka. Tlp : (0411) – 510211  
**MAKASSAR**

**TABEL HASIL PENGUJIAN MODULUS ELASTISITAS**

Penelitian : Analisis Korelasi Kuat Tekan beton dan Modulus Elastisitas

Lokasi Penelitian : Balai Pengujian Dinas Prasarana Wilayah Sulawesi Selatan

Bentuk silinder 150 mm x 300 mm

No	Tanggal		Umur hari	Slump cm	Berat kg	Tinggi mm	Diameter mm	Beban Kn	Luas mm <sup>2</sup>	Dial (mm)	Keterangan
	Cor	Test								vertikal	
<b>b. BETON DENGAN KADAR SERAT 3 %</b>											
EFC31	10-Feb-06	21-Maret-06	28	6,5	12,80	299,00	149,80	20	17624	0,014	
								60		0,048	
								100		0,072	
								140		0,109	
								180		0,127	
								220		0,145	
								455			Failure
EFC32	10-Feb-06	21-Maret-06	28	6,5	12,85	299,00	149,90	20	17648	0,015	
								60		0,055	
								100		0,084	
								140		0,109	
								180		0,129	
								220		0,155	
								455			Failure
EFC33	10-Feb-06	21-Maret-06	28	6,5	13,00	299,00	149,70	20	17601	0,170	
								60		0,154	
								100		0,180	
								140		0,125	
								180		0,135	
								220		0,157	
								470			Failure

Diuji oleh :

Nama Mahasiswa : Nedhira Sufatilah Hamid/45 01 041 077

: Wahyuni.A/45 01 041 044



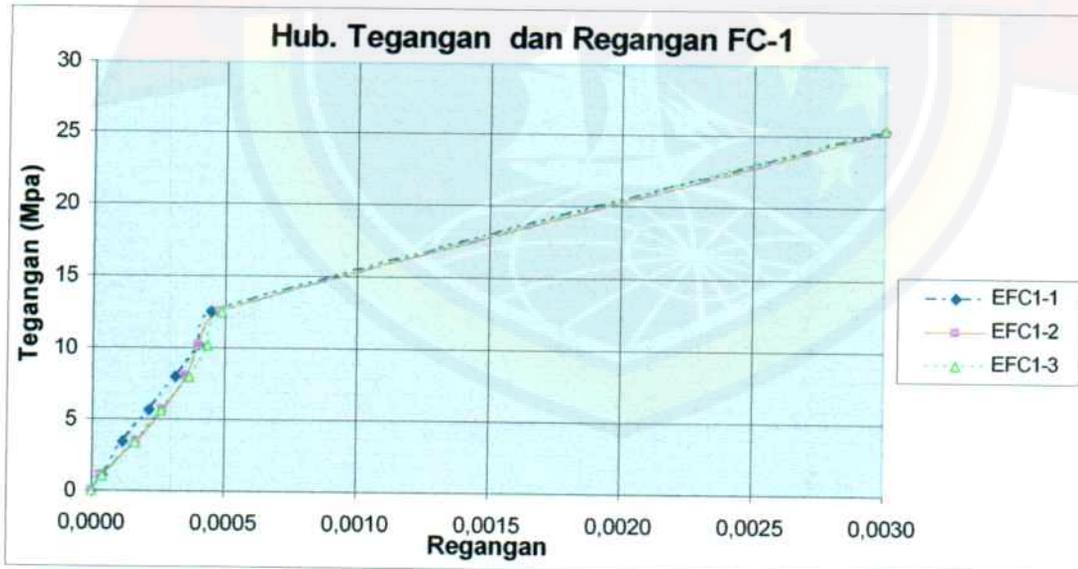
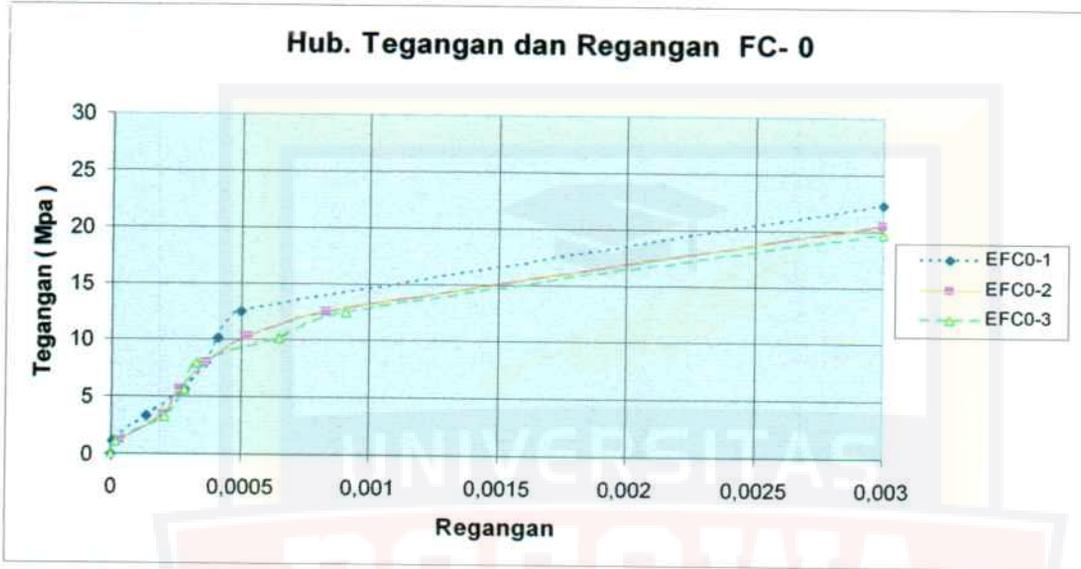
Diperiksa Oleh:

Kepala Seksi Uji Tanah

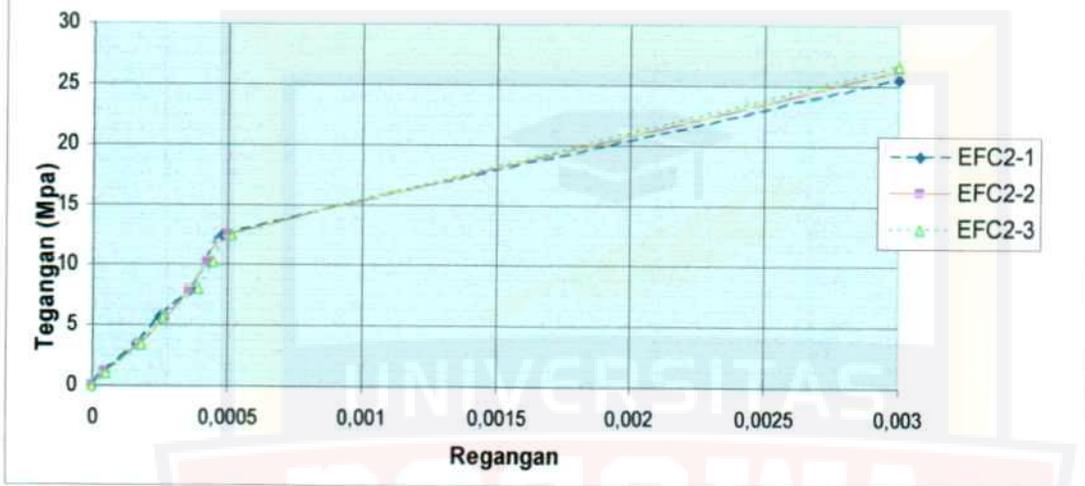
Ir. H. Andi Syahrul, M. Eng

NIP. 110 053 598

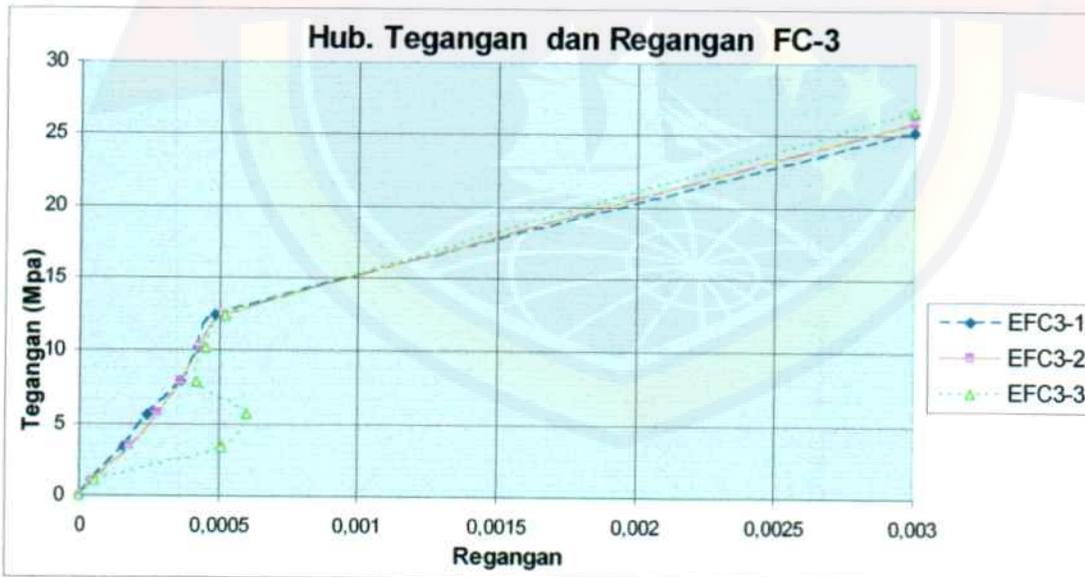
**PENGUJIAN MODULUS ELASTISITAS  
HUBUNGAN TEGANGAN DAN REGANGAN**



Hub. Tegangan dan Regangan FC-2



Hub. Tegangan dan Regangan FC-3





PEMERINTAH PROPINSI SULAWESI SELATAN  
DINAS PRASARANA WILAYAH  
UNIT PELAKSANA TEKNIS DINAS PENGUJIAN MATEM  
JALAN DAN JEMBATAN  
Jalan Batara Bira Km. 16 Baddoka. Tlp : (0411) – 510211  
MAKASSAR

TABEL HASIL PENGUJIAN MODULUS ELASTISITAS

Penelitian : Analisis Korelasi Kuat Tekan beton dan Modulus Elastisitas

Lokasi Penelitian : Balai Pengujian Dinas Prasarana Wilayah Sulawesi Selatan

Bentuk silinder 150 mm x 300 mm

No	Tanggal		Umur hari	Slump cm	Berat kg	Beban Kn	Kuat tekan Mpa	Keterangan
	Cor	Test						
<b>a. BETON NORMAL</b>								
CFCO1	10-Feb-06	21-Maret-06	28	6,5	12,35	394	22,300	
CFCO2	10-Feb-06	21-Maret-06	28	6,5	12,45	360	20,370	
CFCO3	10-Feb-06	21-Maret-06	28	6,5	12,60	348	19,690	
Rata-rata							20,79	100
<b>b. BETON DENGAN KADAR SERAT 1 %</b>								
CFCO1	10-Feb-06	21-Maret-06	28	6	12,75	445	25,32	
CFCO2	10-Feb-06	21-Maret-06	28	6	12,65	443	25,20	
CFCO3	10-Feb-06	21-Maret-06	28	6	12,70	447	25,43	
Rata-rata							25,32	122,34
<b>c. BETON DENGAN KADAR SERAT 2 %</b>								
CFCO1	10-Feb-06	21-Maret-06	28	7	12,75	453	25,32	
CFCO2	10-Feb-06	21-Maret-06	28	7	12,70	462	26,21	
CFCO3	10-Feb-06	21-Maret-06	28	7	12,80	470	26,70	
Rata-rata							26,08	125,34
<b>d. BETON DENGAN KADAR SERAT 3 %</b>								
CFCO1	10-Feb-06	21-Maret-06	28	6	12,80	455	25,82	
CFCO2	10-Feb-06	21-Maret-06	28	6	12,85	465	26,35	
CFCO3	10-Feb-06	21-Maret-06	28	6	13,00	470	26,70	
Rata-rata							26,29	126,16

Diuji oleh :

Nama Mahasiswa : Nadhira Sufatilah Hamid/45 01 041 044

: Wahyuni.A/45 01 041 044

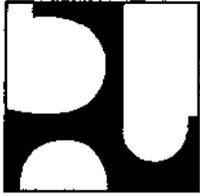
Diperiksa Oleh:

Kepala Seksi Uji Tanah

A. Andi Syahrial, M. Eng

NIP. 110 053 598





**PEMERINTAH PROPINSI SULAWESI SELATAN**  
**DINAS PRASARANA WILAYAH**  
**UNIT PELAKSANA TEKNIS DINAS PENGUJIAN MATERIAL**  
**JALAN DAN JEMBATAN**  
Jalan Batara Bira Km. 16 Baddoka. Tlp : (0411) – 510211  
**MAKASSAR**

**PERHITUNGAN MODULUS ELASTISITAS**

No Sampel	Kuat tekan	Tegangan Mpa		Regangan (mm/mm)		Mod. Elastisitas ( Mpa )
		S2 Mpa	S1 Mpa	e2 mm / mm	0,00005 mm / mm	
<b>Beton Normal</b>						
EFC01	22,30	8,918336	0,8488264	0,0003887	0,00005	23827,29122
EFC02	20,37	8,148733086	1,3644843	0,0003838	0,00005	20321,54502
EFC03	19,69	7,87710865	1,53495628	0,0003258	0,00005	22991,54358
Rata-Rata	20,79					22380,1266
<b>Beton Serat 1 %</b>						
EFC11	25,32	10,12667644	1,313447109	0,000415076	0,00005	24140,79164
EFC12	25,20	10,08116329	1,349083644	0,000426974	0,00005	23163,633
EFC13	25,43	10,17218959	1,261303185	0,000432308	0,00005	23308,11816
Rata-Rata	25,32					23537,51427
<b>Beton Serat 2 %</b>						
EFC31	26,63	10,25382247	1,221366823	0,000426555	0,00005	23987,07023
EFC32	26,21	10,48548344	1,305011467	0,00043612	0,00005	23776,18987
EFC33	26,70	10,68130625	1,095988528	0,000463545	0,00005	23178,40679
Rata-Rata	26,18					23647,2223
<b>Beton Serat 3 %</b>						
EFC31	25,82	10,32661248	1,219902024	0,000438127	0,00005	23463,21781
EFC32	26,35	10,53949488	1,129501422	0,000441472	0,00005	24037,48862
EFC33	26,70	10,68130625	0,999928366	0,000458194	0,00005	25922,42514
Rata-Rata	26,29					24474,37719

Diuji oleh :

Nama Mahasiswa : Nedhira Sufatilah Hamid/45 01 041 077

: Wahyuni.A/45 01 041 044

Diperiksa Oleh:

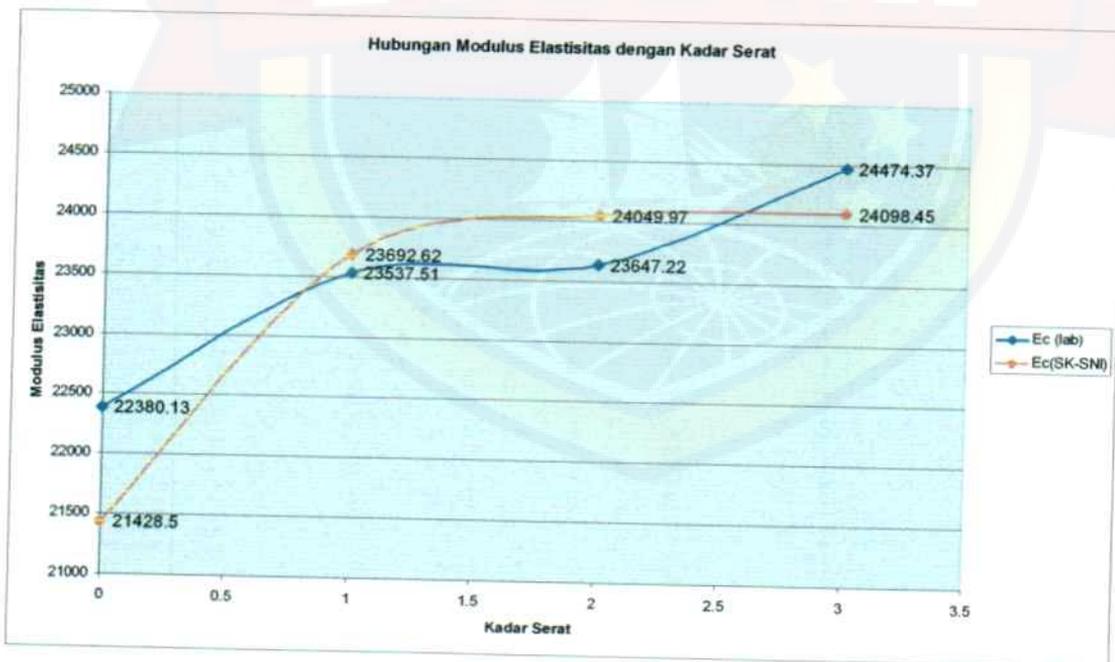
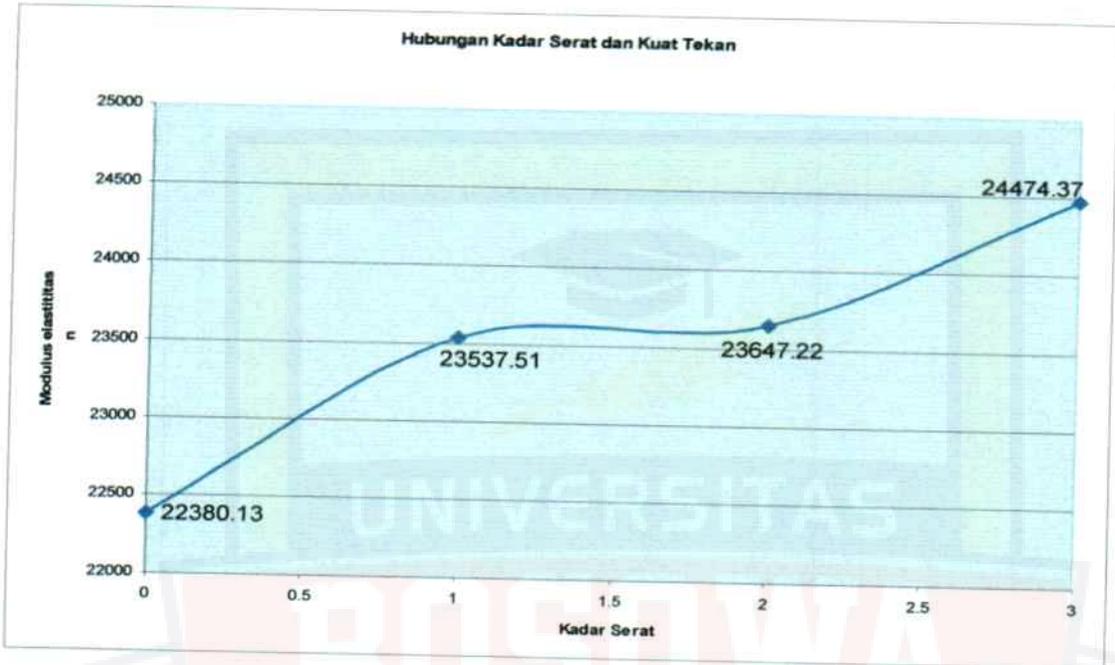
Kepala Seksi Uji Tanah

  
Ir. H. Andi Syahril, M. Eng

NIP. 110 053 598



PENGUJIAN KUAT TEKAN DAN MODULUS ELASTISITAS



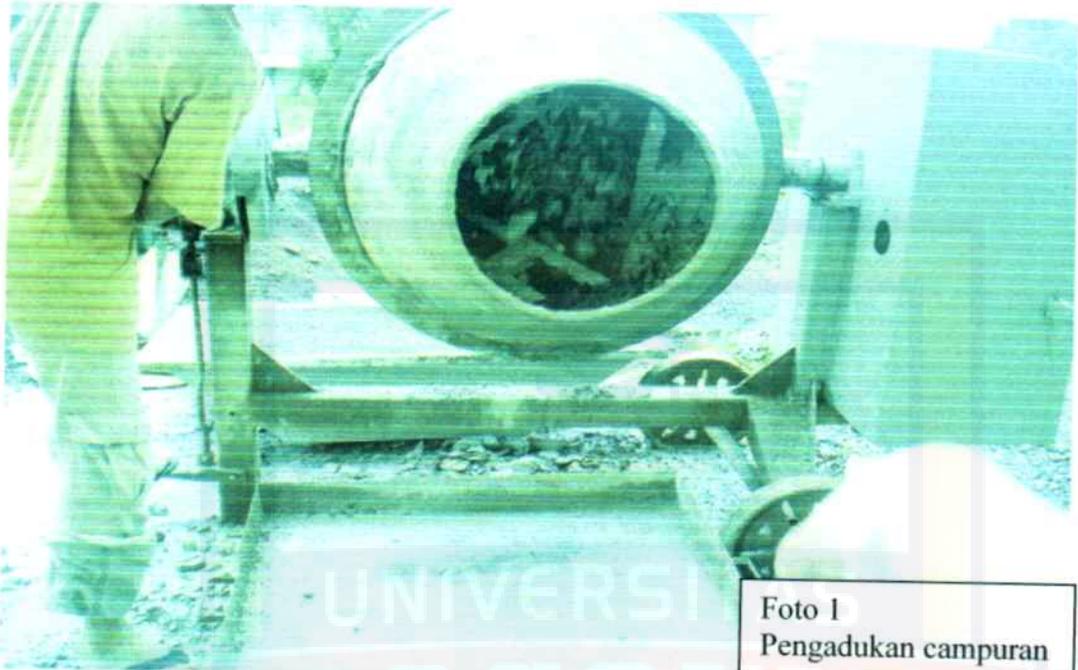


Foto 1  
Pengadukan campuran



Foto 2  
Slump Test

