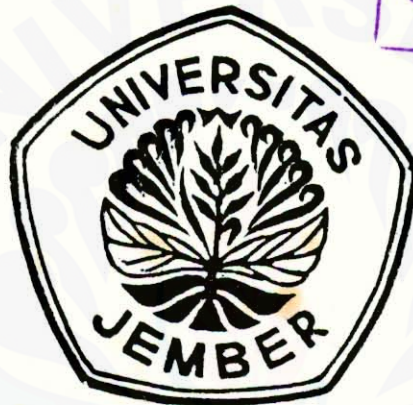


PROYEK AKHIR

PENGARUH ABU SEKAM
TERHADAP KUAT TEKAN BETON



Asal	Hadiah	Ribon
Terima Tanggal	15 OCT 2002	693.5
No. Induk	SRS	WAH 70

Oleh :

Adam Wahyudi

991903301072

Bakti Wibowo U.

991903301108

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
PROGRAM-PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2002

PROYEK AKHIR

**PENGARUH ABU SEKAM
TERHADAP KUAT TEKAN BETON**



Oleh :

ADAM WAHYUDI 99-190 330 1072

BAKTI WIBOWO Y 99-190 330 1108

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
PROGRAM-PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK**

UNIVERSITAS JEMBER

2002

LEMBAR PENGESAHAN PROYEK AKHIR

**PENGARUH ABU SEKAM
TERHADAP KUAT TEKAN BETON**

mengetahui :

Ketua Jurusan
Program Studi Teknik Sipil

Ketua
Program Diploma III Teknik



Sonya Sulistyono, ST.
NIP. 132 231 418



Dr. Ir. R. Sudaryanto, M. Sc.
NIP. 320 002 358

LEMBAR PENGESAHAN PROYEK AKHIR

**PENGARUH ABU SEKAM
TERHADAP KUAT TEKAN BETON**

*Diajukan sebagai syarat Yudisium Tingkat Diploma III
Program Studi Teknik Sipil Program Program Diploma III Teknik
Universitas Jember*

Oleh:

Adam Wahyudi
991903301072

Bakti Wibowo Y
991903301108

Telah diuji dan disetujui oleh :

1. Dwi Nurtanto, ST., MT.
Dosen Pembimbing I / Ketua Sidang
2. Anik Ratnaningsih, ST., MT.
Dosen Pembimbing II / Sekretaris Sidang
3. Sonya Sulistyono, ST.
Anggota Sidang
4. Akhmad Hasanuddin, ST., MT.
Anggota Sidang
5. Ir. Krisnamurti
Anggota Sidang

Dwi Nurtanto

tgl.

Anik Ratnaningsih

tgl. 28 Okt 2002

tgl.

Sonya Sulistyono

tgl.

Akhmad Hasanuddin

tgl.

Ir. Krisnamurti

MOTTO

" Jangan Terus Menyesal dan Menjadi
Mesin Penyesal : Begitu Dijalankan Sulit
Dihentikan Anda Akan Berkutat Dengan
Kesalahan Anda, Kerjakanlah Sesuai
Dengan Keyakinan dan Tersenyumlah.
Tak Ada Yang Sempurna Kecuali
ALLAH "

" Janganlah Tergesa gesa. Menapaki 'Tangga
Kesuksesan Karena Akan Hanya 'Tinggal
Jalan Menurun Ke Bawah "

**PENGARUH ABU SEKAM
TERHADAP KUAT TEKAN BETON**

Oleh : Adam Wahyudi dan Bakti Wibowo Y

ABSTRAK

Abu sekam merupakan limbah dari sisa pembakaran batu bata dimana saat ini limbah tersebut kurang dimanfaatkan untuk hal-hal yang penting atau berguna. Pembakaran sekam padi pada proses pembakaran pada batu bata yang mencapai 600 – 700 °C akan diperoleh SiO_2 yang reaktif yang dimanfaatkan sebagai bahan pozzolan buatan. Manfaat dari abu sekam dapat dipergunakan untuk menambah campuran beton dengan mengurangi jumlah semen, karena penggunaan semen dalam pekerjaan beton sekarang ini dirasa sangat memerlukan biaya yang cukup besar. Tujuan dalam percobaan ini yaitu untuk mengetahui pengaruh dari abu sekam terhadap kuat tekan beton, untuk itu dilakukan pengujian terhadap kuat tekan beton. Hasilnya dibandingkan dengan beton normal yang tidak menggunakan penambahan abu sekam dalam campuran beton. Hasil dari percobaan ini menunjukkan bahwa dengan penambahan abu sekam dalam campuran beton dengan prosentase maksimum 15 % dari berat semen dan menggunakan jenis semen type PC I serta digunakan untuk beton dalam ruangan yang tahan korosif, nilai kuat tekan karakteristiknya tidak memenuhi standart mutu beton K – 225 yang biasa digunakan dalam konstruksi pada umumnya. Nilai kuat tekan dengan penambahan abu sekam mengalami penurunan dari nilai kuat tekan beton normal tanpa penambahan abu sekam. Sehingga abu sekam dapat digunakan sebagai bahan pengurang semen dengan kadar prosentase tertentu.

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah senantiasa melimpahkan rahmat serta karunia-NYA sehingga penulis dapat menyelesaikan Proyek Akhir sesuai dengan waktu yang telah ditentukan.

Proyek akhir ini disusun untuk memenuhi persyaratan akademik dan pencapaian gelar Ahli Madya Program Studi Diploma III Teknik Sipil Universitas Jember. Demikian pula hasil Proyek akhir ini didapatkan dari pengalaman dan ilmu yang penulis dapat selama masa kuliah. Untuk itu, dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada :

1. Bapak Dr. Ir. R. Sudaryanto, Msc., selaku Ketua Program-Program studi D III Teknik Universitas jember.
2. Bapak Sonya Sulistyono, ST., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil.
3. Bapak Dwi Nurtanto, ST, MT, selaku Dosen Pembimbing Pertama Proyek akhir, yang telah banyak membantu dalam proses penyempurnaan laporan Proyek Akhir sehingga laporan ini sesuai dengan yang diharapkan.
4. Ibu Anik Ratnaningsih, ST., MT., selaku Dosen Pembimbing Kedua Proyek Akhir, yang telah banyak membantu selama proses pengerjaan laporan Proyek Akhir, sehingga laporan ini dapat terselesaikan dengan baik dan sesuai dengan yang diharapkan.
5. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknik Sipil yang telah banyak membantu penulis dalam proses belajar mengajar selama ini.

6. Bapak Moch. Akir selaku Teknisi dan pembimbing penulis selama pengujian berlangsung di Laboratorium Uji Bahan D III Teknik Universitas Jember.
7. Semua rekan-rekan seperjuangan angkatan '99 yang telah banyak membantu dalam pelaksanaan Proyek Akhir.
8. Dan kepada semua pihak yang telah banyak membantu memberikan semangat dan dorongan secara langsung maupun tak langsung.

Penulis sepenuhnya menyadari bahwa di dalam penyusunan Proyek Akhir ini masih jauh dari sempurna dan perlu kiranya memerlukan pembenahan, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan Proyek Akhir ini akan kami terima dengan senang hati

Penulis berharap semoga laporan Proyek Akhir ini dapat berguna dan bermanfaat bagi semua pihak, khususnya di bidang konstruksi.

Jember, Juli 2002

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR MOTTO	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GRAFIK	xiii
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Permasalahan	1
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan	2
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Beton	3
2.2 Semen	4
2.3 Air	5
2.4 Agregat	6
2.5 Abu Sekam	9
2.6 Mix Design	10
2.7 Kuat Tekan	14

2.8 Standart Deviasi 14

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Sistematika Pengujian 16

3.2 Penjelasan

3.2.1 Persiapan 17

3.2.2 Uji Material 17

3.2.3 Rencana Mix Design 19

3.2.4 Abu Sekam 19

3.2.5 Pembuatan Benda Uji 19

3.2.6 Rendaman Air 20

3.2.7 Uji Kuat Tekan Beton 20

3.2.8 Pengolahan Data 20

3.2.9 Pembahasan 21

3.2.10 Kesimpulan 21

3.3 Bahan - Bahan 21

3.4 Tempat Dan Waktu 21

BAB IV. PENGOLAHAN DATA DAN ANALISA

4.1 Pengujian Bahan Material

4.1.1 Agregat Halus 22

4.1.2 Agregat Kasar 30

4.2 Pengujian Beton

4.2.1 Slump Test 36

4.2.2 Kuat Tekan Beton 38

BAB V. PEMBAHASAN

5.1 Pengujian Agregat

5.1.1 Agregat Halus 43

5.1.2 Agregat Kasar 47

5.2 Pengujian Beton

5.2.1 Slump Test 50

5.2.2 Kuat Tekan Beton

5.2.2.1 Kuat Tekan Tanpa Abu Sekam 51

5.2.2.2 Kuat Tekan Dengan Penambahan

Abu Sekam 7,5% 53

5.2.2.3 Kuat Tekan Dengan Penambahan

Abu Sekam 10% 56

5.2.2.3 Kuat Tekan Dengan Penambahan

Abu Sekam 15% 59

BAB VI. APLIKASI 62

BAB VII. PENUTUP

7.1 Kesimpulan 63

7.2 Saran 64

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Persen Lolos Kumulatif.....	8
2.2 Presentase Tembus Kumulatif.....	9
4.1 Data Pengujian Analisa Saringan Pasir.....	22
4.2 Data Pengujian Berat Jenis Pasir.....	23
4.3 Data Pengujian Air Resapan Pasir.....	24
4.4 Data Pengujian Berat Isi Pasir.....	25
4.5 Data Pengujian Kebersihan Pasir Terhadap Bahan Organik.....	25
4.6 Data Pengujian Kebersihan Pasir Terhadap Lumpur Cara Basah.....	26
4.7 Data Pengujian Kebersihan Pasir Terhadap Lumpur Cara Kering.....	27
4.8 Data Pengujian Kadar Air Pasir.....	27
4.9 Data Pengujian Pengembangan Volume Pasir.....	28
4.10 Data Pengujian Analisa Saringan Kerikil.....	30
4.11 Persentase Tembus Kumulatif.....	31
4.12 Data Pengujian Berat Jenis Kerikil.....	32
4.13 Data Pengujian Air Resapan Kerikil.....	33
4.14 Data Pengujian Berat Isi Kerikil.....	34
4.15 Data Pengujian Ketahanan Agregat dengan <i>Compression Test</i>	34
4.16 Data Pengujian Kadar Air Kerikil.....	35
4.17 Data Pengujian Kebersihan Kerikil Terhadap Lumpur Cara Kering.....	36
4.18 Data Pengujian <i>Slump Test</i> Tanpa Abu Sekam.....	36
4.19 Data Pengujian <i>Slump Test</i> dengan Abu Sekam 7,5 %.....	37
4.20 Data Pengujian <i>Slump Test</i> dengan Abu Sekam 10 %.....	37
4.21 Data Pengujian <i>Slump Test</i> dengan Abu Sekam 15 %.....	37
4.22 Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Normal.....	38
4.23 Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton dengan Abu Sekam 7,5 %.....	39
4.24 Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton dengan Abu Sekam 10 %.....	40

4.25	Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton dengan Abu Sekam 15 %	41
5.1	Data Pengujian Rata-rata <i>Slump Test</i>	50
5.2	Data Pengujian Kuat Tekan Rata-rata Beton Normal	51
5.3	Mutu Pelaksanaan Pekerjaan.....	52
5.4	Data Pengujian Kuat Tekan Rata-rata dengan Abu Sekam 7,5 %.....	54
5.5	Data Pengujian Kuat Tekan Rata-rata dengan Abu Sekam 10 %.....	57
5.6	Data Pengujian Kuat Tekan Rata-rata dengan Abu Sekam 15 %	59



DAFTAR GRAFIK

Grafik	Halaman
1. Analisa Saringan Pasir.....	44
2. Analisa Saringan Kerikil.....	48
3. Perbandingan Kuat Tekan Rata – Rata Antara Beton Normal Dengan Beton Abu Sekam	53
4. Perbandingan Kuat Tekan Rata – Rata Antara Beton Normal Dengan Beton Penambahan Abu Sekam 7,5 %	55
5. Perbandingan Kuat Tekan Rata – Rata Antara Beton Normal Dengan Beton Penambahan Abu Sekam 10 %	58
6. Perbandingan Kuat Tekan Rata – Rata Antara Beton Normal Dengan Beton Penambahan Abu Sekam 15 %	61

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Beton merupakan salah satu bahan bangunan yang pada saat ini banyak dipakai di Indonesia dalam pembangunan fisik. Dalam bidang konstruksi yang dimaksud dengan beton adalah campuran dari agregat halus dan kasar serta semen yang dipersatukan oleh air dalam perbandingan tertentu. Bahan-bahan dasar yang digunakan untuk pembuatan beton sangat berpengaruh dalam pembentukan beton yang baik.

Latar belakang yang mendasari dilakukannya penelitian dengan judul “ **Pengaruh Abu Sekam Terhadap Kuat Tekan Beton** “ adalah untuk mencari bahan campuran di dalam proses pembuatan beton dengan penambahan abu sekam yang nantinya bisa dijadikan sebagai campuran beton atau tidak. Dengan penambahan abu sekam sebagai pengganti semen diharapkan tidak mengurangi kekuatan dari beton yang dibuat bila dibandingkan dengan beton yang tidak menggunakan penambahan abu sekam.

1.2 Permasalahan

Adapun permasalahan yang banyak ditemukan di lapangan sehingga penulis memilih abu sekam sebagai bahan pengganti semen adalah :

- Bagaimana pengaruh terhadap kuat tekan beton bila ditambahkan abu sekam sebagai pengganti semen.

1.3 Batasan Masalah

Untuk menghindari kesimpangsiuran atau salah penafsiran dalam memahami pengertian yang terkandung dalam judul penelitian, maka perlu adanya batasan permasalahan. Pembatasan ini juga berfungsi mempertegas permasalahan dan ruang lingkup penelitian yang dilakukan.

Batasan-batasan yang ditegaskan adalah sebagai berikut :

1. Pengujian material meliputi:
 - a. Kerikil dan pasir: analisa saringan, kelembaban, berat jenis, air resapan, berat volume, kadar lumpur, pengembangan volume pasir.
 - b. Untuk semen tidak dilaksanakan pengujian material.
2. Pengujian kuat tekan umur 7 dan 28 hari.
3. Perbandingan kuat tekan antara material pembentuk dengan abu sekam dengan yang tidak menggunakan abu sekam.

1.4 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mendapatkan pengaruh dari penggunaan abu sekam terhadap kuat tekan beton.
2. Membandingkan kuat tekan antara beton dengan menggunakan abu sekam dan yang tidak menggunakan abu sekam.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Beton

Beton adalah campuran dari beberapa bahan semen, agregat dan air. Beton dibentuk dari agregat kasar dan agregat halus ditambah dengan pasta semen. Semen dengan air akan mengikat pasir dan bahan agregat lain (batu kerikil, batu pecah). Rongga diantara bahan-bahan kasar diisi oleh bahan-bahan halus.

Untuk menjamin agar beton yang dihasilkan memenuhi persyaratan yang diminta, dianjurkan pertama-tama menguji terlebih dahulu agregat yang akan digunakan, kemudian membuat uji coba beton atau campuran uji beton setelah rancangan campuran (*mix design*) dilakukan.

Faktor-faktor yang mempengaruhi mutu beton adalah ;

1. Mutu bahan batuan;
2. Jenis atau mutu semen ;
3. Faktor air semen;
4. Gradasi atau susunan butir bahan batuan;
5. Pelaksanaan pembuatan beton;
6. Curing beton yaitu perawatan beton untuk dapat mencapai kekuatan yang diinginkan.

Menurut Samekto W, beton dapat diklasifikasikan menjadi tiga macam yaitu :

1. Beton kelas I adalah beton untuk pekerjaan non struktural, mutu beton kelas I dinyatakan dengan beton mutu B₀.
2. Beton kelas II adalah beton untuk pekerjaan-pekerjaan struktural secara umum, dibagi dalam mutu-mutu standar B₁, K₁₂₅, K₁₇₅, dan K₂₂₅.
3. Beton kelas III adalah beton untuk pekerjaan struktural di mana dipakai mutu beton dengan kuat tekan karakteristik yang lebih tinggi dari 225 kg/cm².

2.2 Semen

Semen adalah bahan pengikat hidrolis berupa bubuk halus yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker, dengan batu gips sebagai bahan tambahan. Bahan baku pembuatan semen adalah bahan-bahan yang mengandung kapur, silika, anumina, oksida besi dan oksida-oksida lainnya.

Jika bubuk halus tersebut dicampur dengan air, dalam beberapa waktu dapat menjadi keras. Pengerasan semen tersebut merupakan proses hidrasi yang mempunyai kuat tekan tinggi bila mengeras.

Menurut SK SNI S - 04 - 1989 - F mengenai bahan semen dikatakan bahwa :

1. Semen yang boleh digunakan untuk pembuatan beton harus dari jenis semen yang ditentukan dalam SII D 013 - 81 atau Standart Umum

Bahan Bangunan Indonesia 1986, dan harus memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan dalam standart tersebut.

2. Jika menggunakan semen pozzolan (campuran semen portland dan bahan pozzolan) maka semen tersebut harus memenuhi SII 0132 “Mutu dan Cara Uji Semen Portland Pozzolan “ atau ASTM C 595 “ Spesification for Blended Hidraulic Cement “.

2.3 Air

Air yang dipergunakan dalam campuran beton harus memenuhi persyaratan yang telah ditentukan yaitu :

1. Air yang dipergunakan untuk pembuatan beton harus bersih, tidak boleh mengandung minyak, asam, alkali, garam-garam. Zat organik atau bahan-bahan lain yang dapat merusak beton atau baja tulangan.

Air tawar yang umumnya dapat diminum, baik air yang telah diolah diperusahaan air minum maupun tanpa diolah dapat dipakai untuk pembuatan beton.

2. Air tawar yang tidak dapat diminum tidak boleh dipakai untuk pembuatan beton, kecuali dapat dipenuhi ketentuan-ketentuan berikut :
 - Pemilihan campuran beton yang akan digunakan didasarkan kepada campuran beton yang mempergunakan air dari sumber yang sama yang telah menunjukkan bahwa mutu beton yang disyaratkan dapat dipenuhi.

- Dilakukan percobaan perbandingan antara mortar yang memakai air tersebut dan mortar yang memakai air tawar yang dapat diminum atau air suling.

Menurut British Standart (BS) 3148 : 1980, air yang bersal dari sumber alam tanpa pengolahan, sering mengandung bahan-bahan organik, zat organik dan zat-zat yang mengapung seperti lempung atau tanah liat, minyak dan kotoran lainnya, yang berpengaruh buruk terhadap mutu dan sifat beton.

2.4 Agregat

Agregat adalah bahan-bahan campuran beton yang saling diikat oleh perekat semen. Agregat adukan beton dapat didefinisikan sebagai bahan yang dipakai sebagai bahan penguji, dipakai bersama dengan bahan perekat dan membentuk massa yang keras, padat bersatu yang disebut adukan beton.

Ada dua jenis agregat, yaitu :

1. Agregat kasar meliputi kerikil, batu pecah dimana agregat tersebut merupakan butiran-butiran yang tertinggal diatas ayakan dengan lubang 4,8 mm, tetapi lolos ayakan 40 mm. Agregat kasar ini harus bersih dari bahan-bahan organik dan harus mempunyai ikatan yang baik.
2. Agregat halus adalah agregat yang semua butirannya menembus ayakan dengan lubang 4,8 mm yang meliputi pasir galian, pasir sungai dan pasir laut. Agregat halus yang baik harus bebas dari bahan organik.

Syarat mutu menurut ASTM C 33 – 86 :

a. Agregat halus

1. Kadar lumpur atau bagian butir yang lebih kecil dari 75 mikron (ayakan no 200), dalam % berat, maksimum :
 - Untuk beton yang mengalami abrasi 3,0
 - Untuk jenis beton yang lainnya 5,0
2. Kadar gumpalan tanah liat dan partikel yang mudah direpihkan, maksimum 3,0 %.
3. Kandungan arang dan lignit
 - Bila tampak permukaan beton dipandang penting, kandungan maksimum 0,5 %.
 - Untuk beton jenis yang lainnya, maksimum 1,0 %.
4. Agregat halus bebas dari pengotoran zat organik yang merugikan beton.
5. Tidak boleh mengandung bahan yang bersifat reaktif terhadap alkali dalam semen yang jumlahnya cukup dapat menimbulkan pemuaihan yang berlebihan di dalam beton.
6. Sifat kekal diuji dengan larutan garam sulfat.
7. Susunan besar butiran (grading)

Agregat halus harus mempunyai susunan butir dalam batas-batas berikut ini :

Tabel 2.1 Persen Lolos Kumulatif (ASTM C 33 – 86)

Ukuran lubang ayakan mm	Persen lolos kumulatif
9,5	100
4,75	95 – 100
2,36	80 – 100
1,18	50 – 845
0,60	25 – 60
0,30	10 – 30
0,15	10

Sumber : ASTM C33 - 86

c. Agregat kasar

Syarat mutu agregat kasar :

1. Tidak boleh mengandung bahan yang bersifat reaktif terhadap alkali terhadap semen.

2. Susunan butiran (grading)

Tabel 2.2 Presentase Tembus Kumulatif (ASTM C 33 – 74)

Lubang ayakan (mm)	Presentase tembus kumulatif			
	Ukuran butir nominal (mm)			
	37,5 – 4,75	25 – 4,75	19 – 4,75	12 – 4,75
50,0	100	-	-	-
37,5	95 – 100	100	-	-
25,0	-	95 – 100	10	-
19,0	35 – 70	-	90 – 10	100
12,5	-	25 – 60	-	90 – 100
9,5	10 – 30	-	20 – 55	40 – 70
4,75	0 – 5	0 – 10	0 – 10	0 – 15
2,36	-	0 – 5	0 – 5	0 – 5

Sumber : ASTM C33 - 74

3. Sifat fisika

Sifat fisika mencakup kekerasan butiran diuji dengan bejana abrasi

Los Angles dan sifat kekal.

2.5 Abu sekam

Abu sekam adalah limbah dari sisa pembakaran batu bata dimana saat ini limbah tersebut kurang dimanfaatkan untuk hal-hal yang penting. Didalam sekam padi tersebut terdapat unsur SiO_2 yang mengatur pembakaran sehingga menghasilkan silika yang aktif yang dapat digunakan untuk campuran beton.

Pembakaran sekam pada proses pembakaran batu bata mencapai suhu 600 – 700 $^{\circ}\text{C}$ sehingga diperoleh SiO_2 yang reaktif yang dimanfaatkan sebagai bahan pozzolan buatan.

Adapun syarat-syarat abu sekam menurut *Tjahja N W* adalah :

1. Warna abu-abu keputihan.
2. Kehalusan butiran lolos ayakan 325 mm
3. Berat jenis 2,526
4. Kadar air 0,6 – 0,9%
5. Resapan 38 – 42%

Semen portland yang menggunakan abu sekam persentase rongga udara (% Air-Void) yang lebih besar dari pada semen portland biasa. Karena persentase rongga udara yang lebih besar itu juga, maka berat volume pasta semen yang mengandung abu sekam lebih ringan dari pada semen portland biasa. Semakin besar persentase abu sekam didalam semen, semakin besar pula % Air-Void pasta semen dengan keadaan konsistensi normal (Sutarno, 1992).

Perkembangan kekuatan awal beton pada kondisi kelembaban tinggi lebih lambat dari pada kondisi direndam air tawar. Hal ini disebabkan karena temperaturnya lebih rendah dan disebabkan Ca(OH)^2 yang merupakan hasil hidrasi silikat dapat bereaksi dengan SiO_2 dari abu sekam. Meskipun reaksi silika aktif dari abu sekam berjalan lambat, tetapi pada umur panjang (diatas umur 28 hari) masih menunjukkan kenaikan yang cukup tinggi bahkan melebihi kuat tekan beton pada rendaman air tawar (H. S. Mantojo, 1992).

2.6 Mix design (cara DOE)

Terminologi *mix design* menurut cara DOE adalah sebagai berikut ini:

1. Kekuatan tekan karakteristik

Ialah suatu nilai kekuatan beton umur 28 hari dimana jumlah yang cacat tidak lebih dari 5 %, artinya kekuatan yang ada hanya 5 % diperbolehkan dari jumlah yang ditest.

2. Standart deviasi

3. Nilai tambah (Margin)

Adalah hasil kali faktor dari standart deviasi dimana faktor k tergantung pada banyaknya yang cacat dan jumlah benda uji.

4. Kekuatan rata-rata (fcr) yang akan dicapai

Adalah kuat tekan karakteristik ditambah nilai margin.

5. Jenis semen

Jenis semen yang dikenal adalah type I, II, III, IV, dan V. selain itu ada type semen lain yaitu type portland-pozzoland.

6. Jenis agregat halus dan kasar

Jenis batu alam adalah pasir dan kerikil dan jenis lain batu pecah.

7. Faktor air semen (FAS)

Faktor air semen mempengaruhi kekuatan beton yang akan dihasilkan.

8. Faktor air semen maksimum

Faktor air semen maksimum ditetapkan sesuai dengan kondisi beton.

9. Slump

Nilai slump ditentukan berdasarkan pemakaian beton.

10. Ukuran agregat maksimum

11. Kadar air bebas

Kebutuhan air yang diperlukan untuk proses hidrasi semen, bukan untuk peresapan air.

12 Kadar semen

Jumlah semen yang dibutuhkan untuk pembuatan beton.

13 Kadar semen minimum

Mungkin ditetapkan untuk persyaratan kondisi tertentu.

14 Kadar semen maksimum

Bila tidak dituangkan dapat diabaikan.

15 Faktor air semen yang disesuaikan

Bila kadar semen berubah karena lebih kecil dari kadar semen minimum yang ditetapkan maka faktor air semen harus diperhitungkan kembali.

16 Susunan besar butir agregat halus

Pada pasir ada 4 macam daerah kehalusan, makin kecil daerah pasir makin kasar.

17 Prosentase agregat halus

Prosentase pasir ini tergantung pada diameter maksimum, besarnya slump dan FAS serta kehalusan pasir.

18 Berat jenis relatif agregat campuran

Berat jenis agregat campuran terdiri dari prosentase pasir x berat jenis pasir ditambahkan prosentase kerikil x berat jenis kerikil.

19 Berat jenis beton

Ditetapkan dari berat jenis relatif agregat gabungan.

20 Kadar agregat gabungan

Adalah berat jenis beton dikurangi kadar semen dan air.

21 Kadar agregat halus

Ialah prosentase fraksi pasir dikalikan jumlah agregat campuran, dan ini merupakan jumlah pasir yang diperlukan.

22 Kadar agregat kasar

Ialah jumlah agregat kasar yang diperlukan dan hasilnya didapat dari pengurangan jumlah agregat gabungan dikurangi jumlah pasir yang diperlukan.

Suatu pengolahan campuran beton yang terdiri dari penakaran bahan-bahan, adukan dan pemadatan. Dalam perencanaan *mix design* dituntut untuk dapat merancang komposisi campuran yang tepat juga dimaksudkan untuk mendapatkan beton yang sebaik-baiknya.

Perencanaan adukan beton (*concrete mix design*) dimaksudkan untuk mendapatkan beton yang sebaik-baiknya, yang antara lain untuk mendapatkan:

1. Kuat tekan yang diinginkan sesuai perencanaan
2. Mudah dikerjakan
3. Tahan lama
4. Murah
5. Tahan aus

Mix design yang direncanakan menurut cara DOE sebagai standar perencanaan.

2.7 Kuat Tekan

Kuat tekan beton yang disyaratkan adalah kuat tekan beton karakteristik dengan kemungkinan lebih rendah dari nilai itu sebesar 5 % saja (artinya 5 % dari beton yang akan dibuat boleh mempunyai kuat tekan kurang dari kuat tekan karakteristik). Kuat tekan beton yang disyaratkan atau yang direncanakan ditentukan dengan kuat tekan pada beton umur 28 hari (f_c). Ditekankan bahwa pengujian beton secara umum dilakukan tidak pada bagian struktur beton itu, tetapi pada bagian beton yang diambil yang digunakan sebagai sampel yang dimaksudkan untuk mewakili kualitas beton dari strukturnya.

Pedoman pengujian yang dilakukan terhadap kekuatan beton berdasarkan metode pengujian ASTM.

2.7 Standart Deviasi

Standart deviasi ditetapkan berdasarkan atas tingkat mutu pengendalian pelaksanaan pencampuran betonnya. Semakin baik mutu pelaksanaan semakin kecil nilai standart deviasinya. Penetapan nilai ini biasanya didasarkan atas hasil pengalaman praktek pelaksana pada waktu yang lalu, untuk pembuatan beton dengan mutu yang sama, dan menggunakan bahan-bahan dasar yang sama pula.

Bila benda uji kurang dari 20 buah, maka evaluasi akhir harus menggunakan dalil matematika dalam menilai hasil pemeriksaan benda uji. Karena benda uji kurang dari 20 buah dikatakan kurang cukup mewakili beton yang dicor karena itu untuk mempunyai derajat konfidensi yang sama,

maka harga k tidak boleh diambil 1,64. Harga koreksi standard deviasi sebagai berikut :

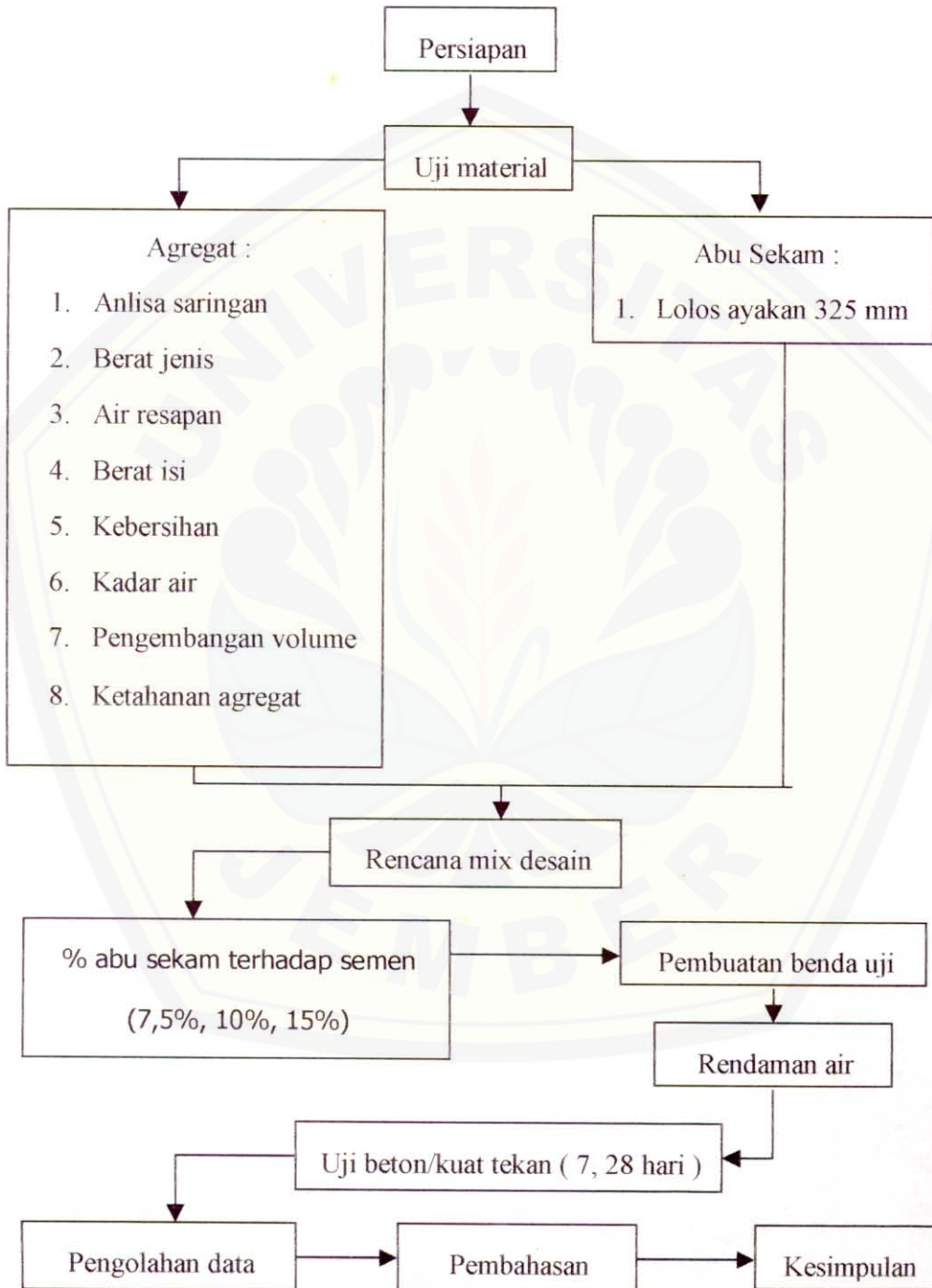
Tabel 2.3 Harga koreksi standard deviasi

n	Sr tercapai (k_1)	Sr tak tercapai (k_2)
8	1.92	2.38
9	1.87	2.24
10	1.83	2.12
11	1.80	2.04
12	1.70	1.96
13	1.75	1.90
14	1.73	1.85
15	1.71	1.80
16	1.69	1.77
17	1.68	1.73
18	1.65	1.69
19	1.65	1.60
20	1.64	1.64

Sumber : Aman Subakti

BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Sistematika Pengujian



3.2 Penjelasan ;

3.2.1 Persiapan

Persiapan dari pengujian ini yaitu mempersiapkan bahan-bahan yang akan digunakan sebagai bahan campuran beton yang akan dibuat.

3.2.2 Uji material

Tujuan dari setiap pengujian yang dilakukan adalah :

1. Analisa saringan

Pengujian dimaksudkan untuk mengetahui keanekaragaman butiran (gradasi agregat) dan modulus kehalusan (*fineness modulus*).

2. Berat jenis

Pengujian dimaksudkan untuk menentukan berat jenis agregat pada kondisi SSD (kering permukaan).

3. Air resapan

Pengujian dimaksudkan untuk menentukan kemampuan menyerap dari agregat (absorpsi). Proses penyerapan air dalam bahan beton mempengaruhi waktu pengerasan beton.

4. Berat isi

Pengujian dimaksudkan untuk mengetahui besarnya berat isi/volume agregat. Berat isi agregat sangat penting dalam menentukan kekuatan beton dan ketahanan beton.

5. Kebersihan

Pengujian dimaksudkan untuk mengetahui adanya bahan organik atau lumpur dalam agregat yang digunakan. Semakin banyak bahan organik atau lumpur akan mempengaruhi ikatan antar pasta dan agregat sehingga kuat tekan yang dihasilkan menurun.

6. Kadar air

Pengujian dimaksudkan untuk mengetahui kadar air yang terkandung dalam agregat dengan cara pengeringan. Kadar air agregat akan mempengaruhi kekuatan beton yang akan dibentuk.

7. Pengembangan volume

Pengujian dimaksudkan untuk mengukur prosentase volume udara yang terkandung dalam rongga antar butiran agregat. Semakin besar volume rongga udara maka volume beton akan semakin padat dan akan mempunyai kekuatan yang lebih tinggi.

8. Ketahanan agregat

Pengujian dimaksudkan untuk mengetahui ketahanan agregat yang mengalami beban kejut, yaitu tingkat kehancuran agregat. Semakin kuat terhadap gesekan maka kuat tekan yang dihasilkan akan tinggi.

3.2.3 Rencana *mix design*

Dalam tahap ini diperlukan data laboratorium tentang pengujian agregat yang akan digunakan untuk menyusun atau membuat *mix design*. *Mix design* diperlukan guna menentukan komposisi campuran dan karakteristik atau mutu beton yang akan dibuat sebagai benda uji.

3.2.4 Abu sekam

Pengurangan jumlah semen yang digunakan dalam komposisi campuran beton ditentukan dengan penambahan persentase abu sekam. Dimana persentase dari penggunaan abu sekam ditentukan sebesar 7,5 %, 10 % dan 15 %.

3.2.5 Pembuatan benda uji

Pembuatan benda uji ini dilakukan dengan cara pencampuran bahan-bahan material dan abu sekam. Bentuk dari benda uji tersebut berbentuk kubus dengan ukuran 15 x 15 x 15 cm. Permukaan dari benda uji yang sudah terbentuk, berbentuk halus atau rata.

3.2.6 Rendaman air

Benda uji yang telah kering atau padat direndam pada bak air dimana telah terisi dengan air. Dalam perendaman ini benda uji seluruh permukaannya terendam penuh. Lamanya perendaman benda uji ditentukan selama 7 hari dan 28 hari.

3.2.7 Uji kuat tekan beton

Pengujian kuat tekan beton dilakukan setelah benda uji direndam selama beberapa hari yang telah ditentukan. Pengujian ini menggunakan alat

compression test. Pengujian kuat tekan dihentikan setelah dial pembacaan pada alat *Compression Test* berhenti. Hal ini menunjukkan bahwa kekuatan tekan dari benda uji tersebut sudah maksimal. Tekanan dikerjakan pada bidang-bidang sisi yang rata.

3.2.8 Pengolahan data

Setelah beberapa tahap pengujian telah dilaksanakan maka pengolahan data bisa dilakukan. Pengolahan data ini berhubungan dengan pengujian-pengujian yang telah dilakukan dimana nantinya akan menunjukkan perbedaan-perbedaan dari pada masing-masing pengujian.

3.2.9 Pembahasan

Setelah data-data yang diperoleh dari hasil pengujian maka dilakukan pembahasan mengenai hasil-hasil pengujian. Dalam hal ini nantinya akan diperoleh suatu penyelesaian atau pemecahan masalah yang timbul dari pada pengujian-pengujian yang telah dilakukan.

3.2.10 Kesimpulan

Kesimpulan berisi tentang ringkasan pembahasan tentang penelitian yang dilakukan. Dan penyelesaian atau pemecahan masalah yang timbul didalam pengujian, sehingga dapat diketahui manfaat dari pengujian ini.

3.3 Bahan-bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi :

1. Semen PC type I (Semen Gresik)
2. Agregat kasar (kerikil) dari Gumuk Kerang, Jember

3. Agregat halus (pasir) dari sungai Pring Tali, Mayang-Jember
4. Abu sekam dari Kreongan, Jember
5. Air bersih (PDAM)

3.4 Tempat dan Waktu

• Pengujian dilakukan di Laboratorium Uji Bahan D III Teknik Universitas Jember, dan pelaksanaannya dilakukan pada bulan Mei 2002 s/d Juni 2002.



BAB V
PEMBAHASAN

5.1 Pengujian Agregat

5.1.1 Agregat Halus

1. Pengujian saringan pasir

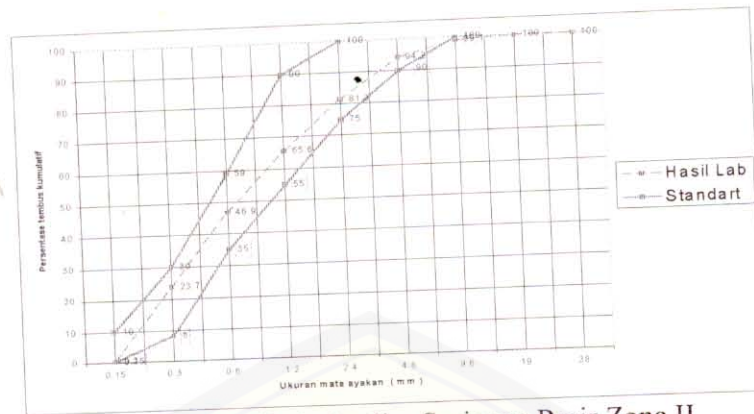
Dari perhitungan tabel 4.1 dapat diketahui bahwa nilai modulus kehalusan sebesar;

$$MK = \frac{3,7 + 9,6 + 26 + 43 + 86 + 94 + 99}{100} \\ = 3,613$$

Menurut SII 0052 – 80 nilai modulus kehalusan agregat halus berkisar antara 1,5 – 3,8, jika nilai modulus kehalusannya makin besar artinya ukuran butiran agregatnya makin besar pula. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, agregat halus memenuhi syarat yang telah ditetapkan dalam SII 0052 – 80 dan nilai dari modulus kehalusannya adalah 3,613 (memenuhi standart)

Dari hasil pengujian gradasi agregat halus, diperoleh hasil bahwa pasir yang digunakan termasuk golongan zona II seperti yang tercantum pada grafik dibawah.





Graphik 1. Analisa Saringan Pasir Zona II

Dari hasil pengujian laboratorium yang telah dilakukan terhadap standarisasi yang diperbolehkan agregat halus untuk pengujian gradasi butiran halus masih memenuhi untuk digunakan sebagai bahan pengisi beton. Dilihat dari grafik diatas bahwa agregat yang digunakan sebagai bahan pengisi termasuk golongan zona II dimana hasil dari pengujian berada dalam range yang ditentukan yaitu : untuk ayakan 0,15 (0 – 10 mm), 0,3 (8 – 30 mm), 0,6 (35 – 59 mm), 1,2 (55 – 90 mm), 2,4 (75 – 100 mm), 4,8 (90 – 100 mm), 9,6 (100 mm).

Menurut British Standart (BS) pasir zona II merupakan pasir agak kasar.

2. Pengujian berat jenis pasir

Bahan agregat halus yang lunak, berpori dengan daya absorpsi yang besar mempunyai berat jenis kecil, sedangkan agregat halus bermutu tinggi pada umumnya memiliki berat jenis yang besar. Dari data tabel 4.2 diperoleh bahwa berat jenis pasir rata-rata didapatkan 2,49 sehingga pasir yang digunakan termasuk jenis agregat normal. Berat jenis agregat

halus yang baik sebesar 2,6 (SNI PB – 0203 – 76). Dari hasil yang didapat dianggap mendekati sehingga memenuhi standart yang ada.

3. Pengujian air resapan pasir

Proses penyerapan air dalam bahan beton mempengaruhi waktu pengerasan beton. Masing-masing bahan campuran beton mempunyai tingkat penyerapan yang berbeda-beda, tergantung dari jumlah rongga udara yang terjadi (SNI PB – 0203 – 76). Dari data pengujian pada tabel 4.3 didapatkan nilai air resapan rata-rata 5,28 % sehingga tidak termasuk agregat normal. Jadi dalam penggunaan agregat ini sebagai bahan campuran beton harus benar-benar diperhatikan jumlah air dalam perbandingan campuran beton.

4. Pengujian berat isi pasir

Berat isi / volume agregat halus sangat penting dalam menentukan kekuatan beton dan ketahanan beton sebagai bahan pengisi. Dalam praktek, bahaya akibat kurangnya pemadatan lebih banyak terjadi dibandingkan dengan kelebihan pemadatan. Pada pengujian berat isi ini diperoleh data (lihat tabel 4.4) bahwa hasil dari yang menggunakan rojokan yaitu $1,523 \text{ gram/cm}^3$, hasilnya lebih besar dibandingkan dengan hasil dari tanpa rojokan yaitu $1,343 \text{ gram/cm}^3$. Pada pengujian volume ini hasil dari yang mengalami rojokan diperoleh lebih berat dikarenakan rongga-rongga yang ada sebagian besar terisi oleh pasir yang mengalami tekanan.

5. Pengujian kebersihan pasir terhadap bahan organik.

Agregat halus bila diuji dengan larutan Natrium Sulfat (NaOH) dan dibandingkan dengan warna standart, tidak berwarna lebih tua dari warna standart (SNI PB – 0207 – 76). Dari pengujian yang telah dilakukan (lihat tabel 4.5) ternyata dari rata-rata pengujian yang dilaksanakan warnanya lebih muda dibandingkan dengan warna standart yang dimana pasir yang digunakan kandungan bahan organiknya sedikit. Maka agregat tersebut dapat dipergunakan untuk campuran adukan beton.

6. Pengujian kebersihan pasir terhadap lumpur dengan cara basah

Dari data pengujian tabel 4.6 didapat nilai rata-rata kadar lumpur 2,8 % yang mana kurang dari 5 % berat. Menurut SII PB – 0207 – 76 apabila kadar lumpur melampaui 5 % berat, maka agregat yang digunakan harus dicuci terlebih dahulu. Karena hasil dari pengujian kurang dari 5 % maka agregat halus tidak perlu dicuci..

7. Pengujian kebersihan pasir terhadap lumpur dengan cara kering

Dari data pengujian yang telah dilakukan (lihat tabel 4.7) di dapat kadar lumpur rata-rata 3,33 % yang mana kurang dari 5 % maka agregat tersebut layak untuk dipakai sebagai bahan campuran beton. Menurut SNI PB – 0208 – 76 apabila kadar lumpur melampaui 5 % berat, maka pasir tidak perlu dicuci..

8. Pengujian kadar air pasir

Dari data pengujian yang telah dilakukan (lihat tabel 4.8) didapat kadar air resapan rata-rata 4,02 %. Kelembaban agregat halus dipengaruhi oleh kondisi agregat halus, besar pori, daya hisap, gradasi, dan jenis agregat halus (SNI PB – 0210 – 76).

9. Pengujian pengembangan volume pasir

Dari data pengujian yang telah dilakukan (lihat tabel 4.9) didapat nilai bulking rata-rata 31,94 % maka mendekati 20 – 30 %. Semakin besar volume rongga udara maka volume beton akan semakin padat dan akan mempunyai kekuatan yang lebih tinggi (SNI PB – 0207 – 76).

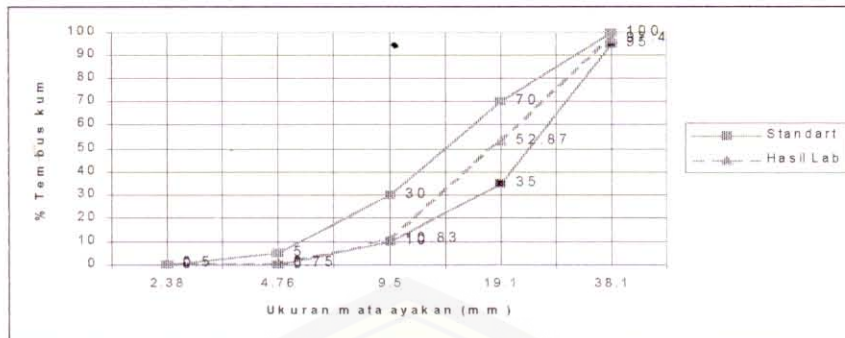
5.1.2 Agregat Kasar

1. Pengujian analisa saringan kerikil

Dari perhitungan tabel 4.10 dapat diketahui bahwa nilai modulus kehalusan sebesar;

$$MK = \frac{3,71 + 47,1 + 62,7 + 75,7 + 81,1 + 87,7 + 92,8 + 96,6 + 99,6}{100} \\ = 6,4701$$

Agregat kasar harus terdiri dari butir-butir yang beraneka ragam besarnya dan modulus kehalusannya antara 6,0 – 7,1 (SII PB – 0052 – 76). modulus kehalusan dari pengujian memenuhi syarat yang ditetapkan.



Grafik 2. Analisa Saringan Kerikil

Dari grafik 2 didapatkan bahwa agregat kasar masuk pada daerah gradasi (zona) I dengan besar butiran maksimum 38 mm.

2. Pengujian berat jenis kerikil

Agregat kasar yang digunakan untuk campuran beton berukuran maksimum 40mm. Dari data pengujian yang telah dilakukan (lihat tabel 4.11) diperoleh berat jenis kerikil rata-rata 2,61 sehingga bisa dimasukkan dalam kategori agregat normal. Menurut standart SNI PB – 0202 –76 berat jenis agregat kasar yang baik berkisar antara 2,55 – 2,65.

3. Pengujian air resapan kerikil

Masing-masing bahan campuran beton mempunyai tingkat penyerapan yang berbeda-beda, tergantung dari jumlah rongga udara yang terjadi (SNI PB – 0202 – 76). Hasil perhitungan tabel 4.12 diperoleh kadar air resapan 1,15 % berarti masih mendekati 1-2 %. Jadi agregat yang digunakan sebagai bahan pengisi beton bisa digunakan dikarenakan daya serap kerikil terhadap air dalam batas standart air resapan kerikil dalam keadaan jenuh kering muka.

4. Pengujian berat isi kerikil

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan (lihat tabel 4.13) di dapat hasil :

- Berat volume Kerikil dengan rojokan rata-rata = 1,597 gram/cm³
- Berat volume kerikil tanpa rojokan rata-rata = 1,417 gram/cm³

Untuk pengujian yang mengalami rojokan atau tekanan didapatkan hasil yang lebih berat karena semua rongga yang ada hampir seluruh bagian terisi oleh agregat. Sehingga berat volume kerikil tersebut termasuk normal maka agregat baik ataul ayak digunakan. Dalam praktek, bahaya akibat kurangnya pemadatan lebih banyak terjadi dibandingkan dengan kelebihan pemadatan (SNI PB – 0204 – 76).

5. Pengujian ketahanan agregat dengan *compression impact*

Hasil yang diperoleh dari percobaan, nilai impact agregat rata-rata 7,59 % (lihat tabel 4.14), berarti kurang dari 24 %. Sehingga agregat tersebut mempunyai ketahanan agregat yang mengalami beban kejut secara normal baik.

Kehancuran merupakan tingkat kerapuhan bahan yang ditentukan dengan menggunakan alat *Compression Impact* (SNI PB – 0206 - 76).

Menurut PBI 1971, prosentase maksimum tingkat kehancuran agregat adalah 50 %.

6. Pengujian kadar air kerikil

Dari data pengujian yang telah dilakukan maka diperoleh hasil kelembaban kerikil rata-rata adalah 5,19 %. (lihat tabel 4.15) yang artinya bahwa agregat yang digunakan mengandung air sebesar 5,19 % dari berat agregat yang ditimbang. Kelembaban agregat kasar dipengaruhi oleh kondisi kondisi agregat kasar, besar pori, daya hisap, gradasi, dan jenis agregat kasar (SNI PB – 0210 – 76)..

7. Pengujian kebersihan kerikil terhadap lumpur dengan cara kering

Dari hasil percobaan dan perhitungan pada tabel 4.16 didapat kadar lumpur rata-rata 2,4 % berarti melampaui 1 % maka agregat kasar harus dicuci sebelum digunakan sebagai bahan campuran beton. Hal ini dilakukan agar kandungan lumpur yang kering bisa hilang sehingga tidak merusak atau mengurangi kekuatan beton.

5.2 Pengujian beton

5.2.1 Slump test

Dari pengujian yang telah dilakukan diperoleh hasil slump test rata-rata yang menggunakan penambahan abu sekam yaitu :

Tabel 5.1 *Slump Test*

Prosentase Abu Sekam	Rata-rata Slump Test
0 % (Normal)	5 cm
7,5 %	4 cm
10 %	4 cm
15 %	3,5 cm

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium

Dari data tabel 5.1 dapat diketahui bahwa hasil tersebut telah memenuhi persyaratan yang ditentukan berkisar antara 30 – 60 mm.

Sedangkan untuk yang tidak menggunakan penambahan abu sekam hasil yang diperoleh adalah 5 cm. Dari semua data yang diperoleh menunjukkan bahwa semua hasil dari slump test telah memenuhi persyaratan yang telah direncanakan dalam *mix design* yaitu berkisar antara 30 – 60 mm.

5.2.2 Kuat tekan

5.2.2.1 Kuat Tekan Tanpa Abu Sekam

Dari hasil pengujian kuat tekan beton pada tabel 4.22 diperoleh hasil kuat tekannya adalah sebagai berikut :

Tabel 5.2 Kuat Tekan Rata-rata

Umur	Kuat Tekan rata-rata
7 hari	253,61 kg/cm ²
28 hari	375,00 kg/cm ²

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium

Kuat tekan rata-rata pada umur 28 hari mengalami penambahan sebesar 121,39 kg/cm².

Karena jumlah benda uji yang dibuat kurang dari 20 buah dikatakan kurang cukup mewakili beton yang dicor karena itu untuk mempunyai derajat koefisien yang sama, harga k tidak boleh diambil 1,64 sehingga diperlukan harga koreksi (Subakti A, 1994). Untuk jumlah benda uji berjumlah 8 buah harga koreksi sebesar 1,92 untuk nilai Sr yang tercapai (Subakti A, 1994).

Dari pengolahan data didapat nilai standart deviasi (S_r tercapai)

untuk setiap pengujian sebesar :

$$S = \sqrt{\frac{\sum (fc - fcr)^2}{n-1}}$$

$$\begin{aligned} S_7 &= \sqrt{\frac{2275,93}{8-1}} \\ &= 18,03 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S_{28} &= \sqrt{\frac{837,04}{8-1}} \\ &= 10,94 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Nilai standart deviasi yang dihasilkan sudah memenuhi atau tercapai karena nilai yang dihasilkan kurang dari nilai standart deviasi yang direncanakan pada *mix design* yaitu sebesar 70 kg/cm².

Menurut PBI 1971, ukuran mutu pelaksanaan sebagai berikut :

Tabel 5.3 Mutu Pelaksanaan Pekerjaan

Volume pekerjaan	Standart Deviasi (S) (kg/cm ²)		
	Baik sekali	Baik	Sedang
Kecil < 1000	45 < S < 55	55 < S < 65	65 < S < 85
Sedang 1000-3000	35 < S < 45	45 < S < 55	55 < S < 75
Besar > 3000	25 < S < 35	35 < S < 45	45 < S < 65

Sumber : PBI 1971

Dari perhitungan standart deviasi diatas diperoleh bahwa untuk beton umur 7 hari dan 28 hari dengan volume pekerjaan kecil mutu pelaksanaannya termasuk kategori baik sekali.

Untuk kuat tekan rata-rata yang hendak dicapai pada umur 28 hari (f_{cr}'), yaitu

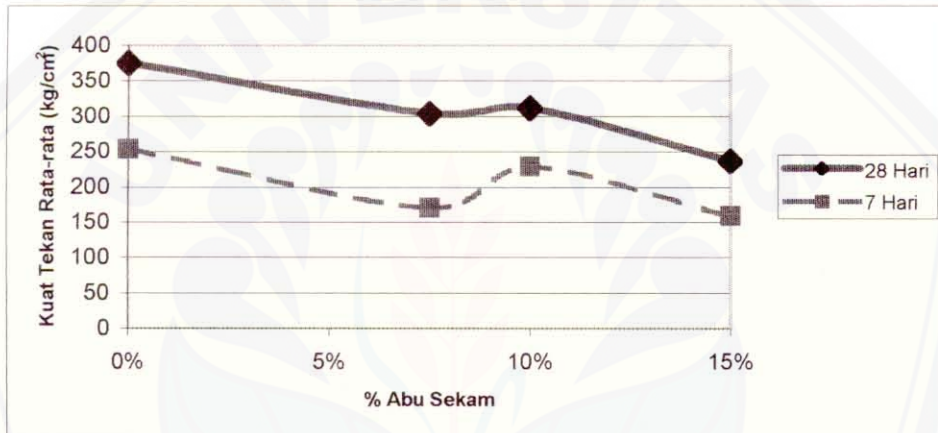
$$f_{cr}'_{28} = 225 + 1,92 \times 10,94$$

$$= 246,08 \text{ kg/cm}^2$$

Sehingga kuat tekan rata-rata yang diperoleh memenuhi (lihat tabel 5.2). Sedangkan untuk kuat tekan karakteristik yang diperoleh adalah :

$$\begin{aligned} f_{cm_{28}} &= 375 - (1,92 \times 10,94) \\ &= 354 > 225 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Hasil yang diperoleh memenuhi standart dari nilai kuat tekan karakteristik yang ditetapkan yaitu 225 kg/cm^2 .



Grafik 3 Perbandingan kuat tekan rata-rata antara beton normal dengan beton abu sekam

Dari grafik diatas diperoleh hasil bahwa kuat tekan rata-rata yang dihasilkan oleh beton normal lebih tinggi dari pada hasil beton dengan penambahan abu sekam.

5.2.2.2 Kuat tekan dengan penambahan abu sekam 7,5 %

Dari hasil pengujian kuat tekan beton pada tabel 4.23 diperoleh hasil kuat tekannya adalah sebagai berikut :

Tabel 5.4

Umur	Kuat tekan rata-rata
7 hari	170,83 kg/cm ²
28 hari	304,44 kg/cm ²

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium

Kuat tekan rata-rata pada umur 28 hari mengalami kenaikan sebesar 133,61 kg/cm².

Karena jumlah benda uji yang dibuat kurang dari 20 buah dikatakan kurang cukup mewakili beton yang dicor karena itu untuk mempunyai derajat koefisien yang sama, harga k tidak boleh diambil 1,64 sehingga diperlukan harga koreksi (Subakti A, 1994). Untuk jumlah benda uji berjumlah 8 buah harga koreksi sebesar 1,92 untuk nilai S_r yang tercapai (Subakti A, 1994).

Dari pengolahan data didapat nilai standar deviasi yang tercapai (S_r tercapai) untuk setiap pengujian :

$$S_7 = \sqrt{\frac{1061,11}{8-1}}$$

$$= 12,31 \text{ kg/cm}^2$$

$$S_{28} = \sqrt{\frac{6908,67}{8-1}}$$

$$= 31,43 \text{ kg/cm}^2$$

Nilai standart deviasi yang dihasilkan sudah memenuhi atau tercapai karena nilai yang dihasilkan kurang dari nilai standart deviasi yang ditetapkan pada *mix design* yaitu sebesar 70 kg/cm².

Dari perhitungan standart deviasi diatas diperoleh bahwa untuk beton umur 7 hari dan 28 hari dengan volume pekerjaan kecil mutu pelaksanaannya termasuk kategori baik sekali (lihat tabel 5.3).

Untuk kuat tekan rata-rata yang hendak dicapai pada umur 28 hari (f_{cr}), yaitu :

$$\begin{aligned} f_{cr'_{28}} &= 225 + 1,92 \times 31,43 \\ &= 285,35 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Sehingga kuat tekan rata-rata yang diperoleh memenuhi (lihat tabel 5.4). Sedangkan untuk kuat tekan karakteristik yang diperoleh adalah :

$$\begin{aligned} f_{cm_{28}} &= 304,44 - (1,92 \times 31,43) \\ &= 244,09 > 225 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Hasil yang diperoleh memenuhi standart dari nilai kuat tekan karakteristik yang ditetapkan yaitu 225 kg/cm^2 .



Grafik 4 Perbandingan kuat tekan rata-rata antara beton normal dengan beton penambahan abu sekam 7,5 %.

Dari grafik diatas diperoleh hasil bahwa kuat tekan rata-rata yang dihasilkan dengan penambahan abu sekam 7,5 % lebih rendah dari kuat tekan rata-rata beton normal yang dihasilkan dalam pengujian.

Perkembangan kuat tekan beton dengan campuran abu sekam lebih lambat dari pada beton tanpa campuran abu sekam, diatas umur 28 hari masih memberikan kenaikan yang lebih besar dari pada tanpa campuran abu sekam (H S Mantojo, 1992). Pada kelembaban tinggi akan mendapatkan hasil yang lebih baik dari pada pada kondisi direndam air tawar, pada umur diatas 28 hari kuat tekan beton pada kelembaban tinggi melebihi kuat tekan beton pada kondisi direndam air tawar (H S Mantojo, 1992).

Semen portland yang menggunakan campuran abu sekam mempunyai persentase rongga udara yang lebih besar dari pada semen portland biasa, karena persentase rongga udara yang lebih besar itu juga maka berat volume pasta semennya yang mengandung abu sekam lebih ringan (Sutarno, 1992).

5.2.2.3 Kuat tekan dengan penambahan abu sekam 10 %

Dari hasil pengujian kuat tekan beton pada tabel 4.24 diperoleh hasil kuat tekannya adalah sebagai berikut :

Tabel 5.5

Umur	Kuat tekan rata-rata
7 hari	228,89 kg/cm ²
28 hari	311,94 kg/cm ²

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium

Kuat tekan rata-rata pada umur 7 hari mengalami penambahan pada umur 28 hari sebesar 83,05 kg/cm².

Karena jumlah benda uji yang dibuat kurang dari 20 buah dikatakan kurang cukup mewakili beton yang dicor karena itu untuk mempunyai derajat koefisien yang sama, harga k tidak boleh diambil 1,64 sehingga diperlukan harga koreksi (Subakti A, 1994). Untuk jumlah benda uji berjumlah 8 buah harga koreksi sebesar 1,92 untuk nilai Sr yang tercapai (Subakti A, 1994).

Dari pengolahan data didapat nilai standar deviasi yang tercapai (Sr tercapai) untuk setiap pengujian :

$$S_7 = \sqrt{\frac{2854,32}{8-1}}$$

$$= 20,19 \text{ kg/cm}^2$$

$$S_{28} = \sqrt{\frac{1826,53}{8-1}}$$

$$= 16,15 \text{ kg/cm}^2$$

Nilai standart deviasi yang dihasilkan sudah memenuhi atau tercapai karena nilai yang dihasilkan kurang dari nilai standart seviiasi yang ditetapkan yaitu sebesar 70 kg/cm².

Dari perhitungan standart deviasi diatas diperoleh bahwa untuk beton umur 7 hari dan 28 hari dengan volume pekerjaan kecil mutu pelaksanaannya termasuk kategori baik sekali (lihat tabel 5.3).

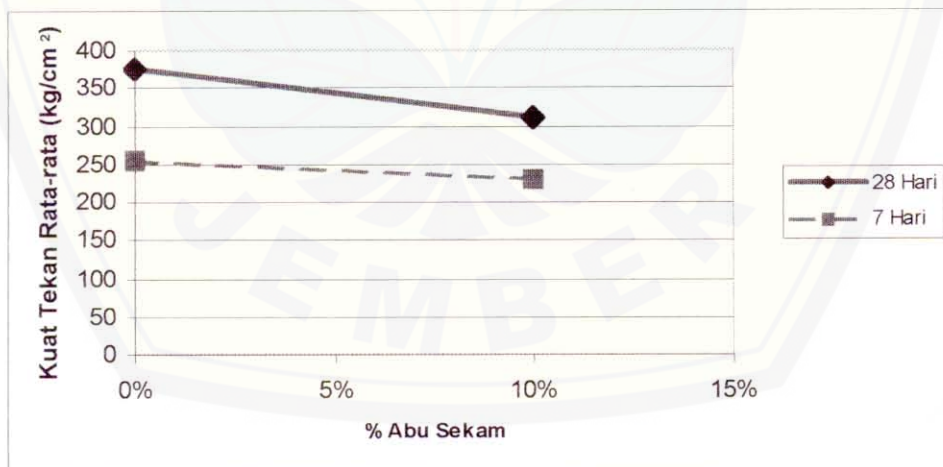
Untuk kuat tekan rata-rata yang hendak dicapai pada umur 28 hari (f_{cr}'), yaitu :

$$\begin{aligned} f_{cr}'_{28} &= 225 + 1,92 \times 16,15 \\ &= 256,01 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Sehingga kuat tekan rata-rata yang diperoleh memenuhi (lihat tabel 5.5). Sedangkan untuk kuat tekan karakteristik yang diperoleh adalah :

$$\begin{aligned} f_{cm}_{28} &= 311,94 - (1,92 \times 16,15) \\ &= 280,93 > 225 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Hasil yang diperoleh memenuhi standart dari nilai kuat tekan karakteristik yang ditetapkan yaitu 225 kg/cm^2 .



Grafik 5 Perbandingan kuat tekan rata-rata antara beton normal dengan beton penambahan abu sekam 10 %

Dari grafik diatas diperoleh hasil bahwa kuat tekan rata-rata yang dihasilkan oleh beton dengan penambahan abu sekam 10 % lebih rendah dari kuat tekan rata-rata beton normal yang dihasilkan dalam pengujian.

Perkembangan kuat tekan beton dengan campuran abu sekam lebih lambat dari pada beton tanpa campuran abu sekam, diatas umur 28 hari masih memberikan kenaikan yang lebih besar dari pada tanpa campuran abu sekam (H S Mantojo, 1992). Kuat tekan awal beton cenderung dipengaruhi oleh panas hidrasi aluminat, karena proses hidrasi aluminat berlangsung lebih cepat dibandingkan dengan hidrasi silikat (H S Mantojo, 1992).

5.2.2.4 Kuat tekan dengan penambahan abu sekam 15 %

Dari hasil pengujian kuat tekan beton pada tabel 4.25 diperoleh hasil kuat tekannya adalah sebagai berikut :

Tabel 5.6

Umur	Kuat tekan rata-rata
7 hari	158,89 kg/cm ²
28 hari	236,39 kg/cm ²

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium

Kuat tekan rata-rata pada umur 7 hari mengalami penambahan pada umur 28 hari sebesar 77,5 kg/cm².

Karena jumlah benda uji yang dibuat kurang dari 20 buah dikatakan kurang cukup mewakili beton yang dicor karena itu untuk

mempunyai derajat koefisien yang sama, harga k tidak boleh diambil 1,64 sehingga diperlukan harga koreksi (Subakti A, 1994). Untuk jumlah benda uji berjumlah 8 buah harga koreksi sebesar 1,92 untuk nilai S_r yang tercapai (Subakti A, 1994).

Dari pengolahan data didapat nilai standart deviasi yang tercapai (S_r tercapai) untuk setiap pengujian :

$$S_7 = \sqrt{\frac{1846,91}{8-1}}$$
$$= 16,24 \text{ kg/cm}^2$$

$$S_{28} = \sqrt{\frac{2616,66}{8-1}}$$
$$= 19,33 \text{ kg/cm}^2$$

Nilai standart deviasi yang dihasilkan sudah memenuhi atau tercapai karena nilai yang dihasilkan kurang dari nilai standart deviasi yang ditetapkan yaitu sebesar 70 kg/cm^2 .

Dari perhitungan standart deviasi diatas diperoleh hasil bahwa untuk beton umur 7 dan 28 hari mutu pelaksanaannya termasuk kategori baik sekali dan volume pekerjaan kecil (lihat tabel 5.3).

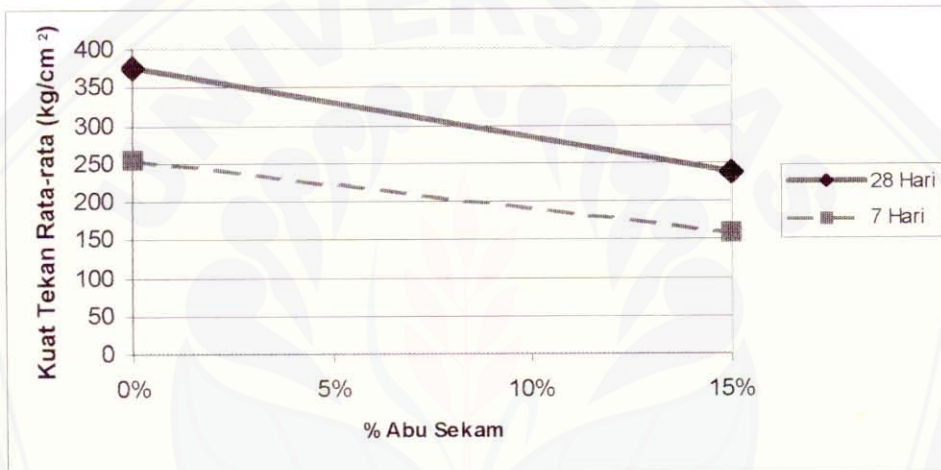
Untuk kuat tekan rata-rata yang hendak dicapai pada umur 28 hari (f_{cr}'), yaitu :

$$f_{cr}'_{28} = 225 + 1,92 \times 19,33$$
$$= 262,11 \text{ kg/cm}^2$$

Sehingga kuat tekan rata-rata yang diperoleh memenuhi (lihat tabel 5.6). Sedangkan untuk kuat tekan karakteristik yang diperoleh adalah :

$$\begin{aligned} f_{cm_{28}} &= 236,39 - (1,92 \times 19,33) \\ &= 199,28 < 225 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Hasil yang diperoleh tidak memenuhi standart dari nilai kuat tekan karakteristik yang ditetapkan yaitu 225 kg/cm^2 .



Grafik 6 Perbandingan kuat tekan rata-rata antara beton normal dengan beton penambahan abu sekam 15 %

Dari grafik diatas diperoleh hasil bahwa kuat tekan rata-rata yang dihasilkan oleh beton dengan penambahan abu sekam 15 % lebih rendah dari kuat tekan rata-rata beton normal yang dihasilkan dalam pengujian.

BAB VI APLIKASI

Saat ini perkembangan bidang konstruksi sangat pesat, sehingga banyak kemudahan untuk mengefisienkan suatu pekerjaan. Perkembangan teknologi beton sekarang ini hampir pada setiap kegiatan konstruksi yang ada pada saat ini banyak menggunakan beton.

Tujuan yang mendasari dilakukannya penelitian ini adalah untuk mencari bahan campuran beton dengan penambahan abu sekam, yang nantinya diharapkan dengan adanya penambahan abu sekam dengan mengurangi kadar semen yang digunakan tidak mengurangi kekuatan dari beton yang dihasilkan bila dibandingkan dengan beton normal tanpa penambahan abu sekam

Pada penelitian yang telah dilakukan, bahwa penambahan abu sekam pada campuran beton masih dapat digunakan pada batas prosentase 10 %. Penambahan abu sekam yang telah dilakukan selama penelitian meliputi : penambahan abu sekam dengan prosentase 7,5 %, 10 %, 15 % dari berat semen total yang digunakan. Dari ketiga hasil penelitian yang dilakukan didapatkan nilai kuat tekan beton masih memenuhi standart mutu beton K – 225 dimana mutu ini biasa digunakan untuk konstruksi pada umumnya. Semen yang digunakan type PC I dan digunakan untuk beton dalam ruangan yang tahan korosif.



BAB VII
PENUTUP

7.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang dilakukan dalam pelaksanaan Proyek Akhir yang berjudul “ **Pengaruh Abu Sekam Terhadap Kuat Tekan Beton** ”, dapat diterangkan beberapa kesimpulan dari penelitian ini, yaitu :

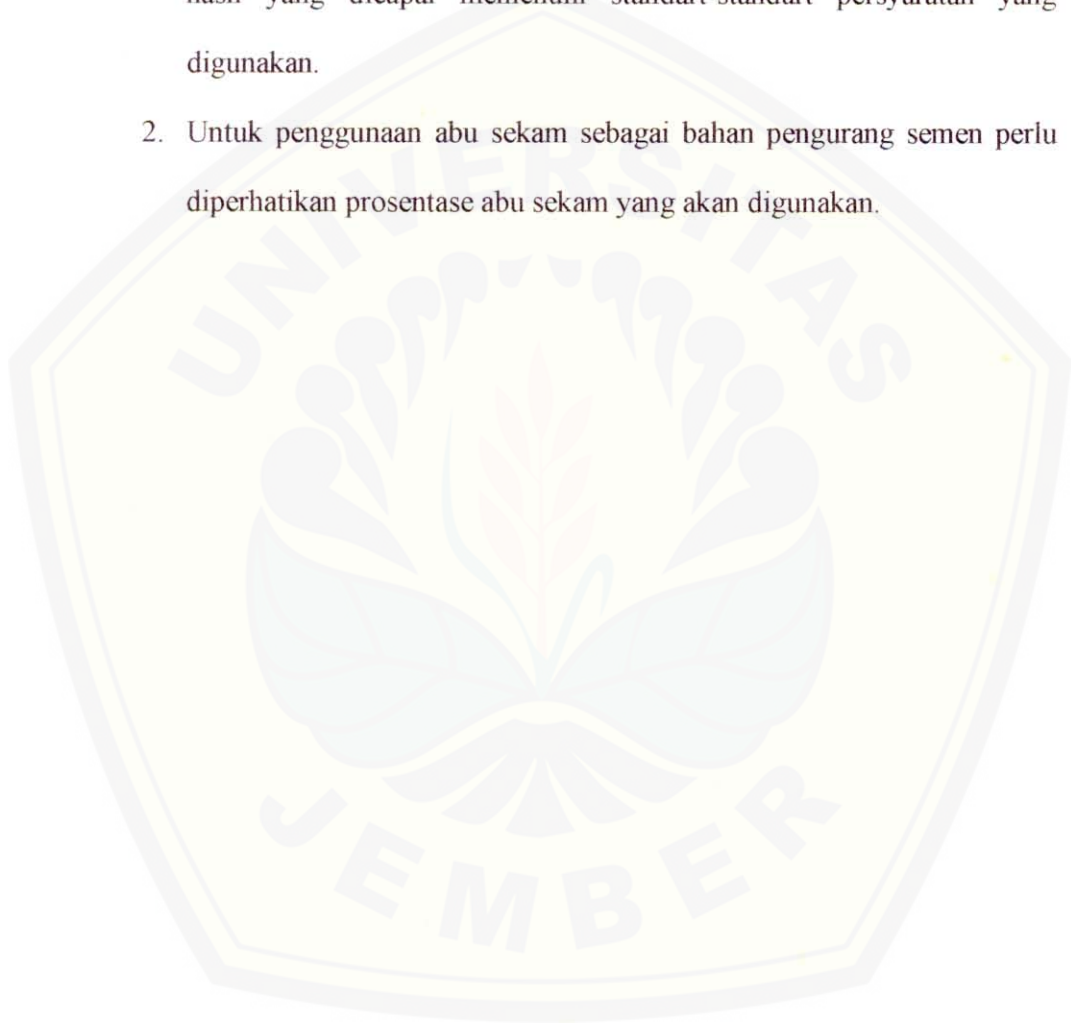
1. Setelah dilakukan analisa terhadap kuat tekan beton, ternyata dengan penambahan abu sekam, nilai kuat tekan beton semakin menurun apabila dibandingkan dengan kuat tekan beton normal.
2. Kadar abu sekam dengan prosentase 10 % lebih tinggi kuat tekan rata-ratanya bila dibandingkan dengan prosentase abu sekam 7,5 % dan 15 %.
3. Untuk beton dengan prosentase abu sekam 15 % kuat tekan karakteristik yang dihasilkan tidak memenuhi syarat kuat tekan karakteristik (f_c') yang ditentukan yaitu 225 kg/cm^2 .



7.2 Saran

Dalam penelitian pelaksanaan Proyek Akhir ini dapat disajikan beberapa saran yang berhubungan dengan penelitian yang telah dilaksanakan, yaitu :

1. Pengujian agregat dilakukan dengan tingkat ketelitian yang tinggi agar hasil yang dicapai memenuhi standart-standart persyaratan yang digunakan.
2. Untuk penggunaan abu sekam sebagai bahan pengurang semen perlu diperhatikan prosentase abu sekam yang akan digunakan.



DAFTAR PUSTAKA

- Mantojo H S, TA, 1992, *Pengaruh Abu Sekam Terhadap Campuran Beton*, ITS, Surabaya.
- Ratnaningsih A, dkk, 1999, *Buku Ajar Bahan Bangunan I*, Edisi Kesatu, Universitas Jember, Jember.
- Samekto W, dan Rahmadiyanto C, 2001, *Teknologi Beton*, Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- Subakti A, 1994, *Teknologi Beton Dalam Praktek*, ITS, Surabaya.
- Sutarno, TA, 1992, *Pengaruh Abu Sekam Terhadap Campuran Pasta Semen*, ITS, Surabaya.
- Tjahja W, TA, 1992, *Optimasi Faktor Air Semen Pada Campuran Beton Dengan Abu Sekam*, ITS, Surabaya.

DAFTAR ISIAN (FORMULIR) RANCANGAN CAMPURAN BETON

No.	Uraian	Tabel / Grafik	Nilai		
1	Kekuatan tekan karakteristik	Ditetapkan	225 kg/cm ² pada umur 28 hari bagian yang cacat 5 %		
2	Standart deviasi	Diketahui	70 kg/cm ² atau tanpa data (K = 1.64)		
3	Nilai tambah (margin)		1.64 x 70 = 114.8 kg/cm ²		
4	Nilai rata-rata yang hendak dicapai	1 + 3	225 + 114.8 = 339.8 kg/cm ²		
5	Jenis / type semen (PC)	Ditetapkan	PC (type I)		
6	Jenis agregat : kasar halus	Ditetapkan Ditetapkan	Batu pecah (split) Pasir alami (sungai)		
7	Faktor air semen bebas	Gambar 2	0.66		
8	Faktor air semen maksimal	Ditetapkan / PBI	0.6		
9	Slump	Ditetapkan / PBI	30 - 60 mm		
10	Ukuran agregat maksimal	Ditetapkan / PBI	40 mm		
11	Kadar air bebas	Tabel 4	190 kg/m ³		
12	Kadar semen		190 : 0.6 = 316.67 kg/m ³		
13	Kadar semen minimum	Ditetapkan / PBI	275 kg/m ³		
14	Kadar semen maksimum	Ditetapkan / PBI	-		
15	Faktor air semen yang disesuaikan		-		
16	Susunan besar butir agregat halus	Grafik gradasi	Daerah (zona II)		
17	Prosentase agregat halus	Dihitung	30 - 38 % , diambil 34 %		
18	Berat jenis relatif agregat (kondisi SSD)	Dihitung	(34 % x 2.49) + (66 % x 2.61) = 2.57		
19	Berat jenis beton	Gambar 13	2330 kg/m ³		
20	Kadar total agregat gabungan	19 - 12 - 11	2330 - 316.67 - 190 = 1823.33 kg		
21	Kadar agregat halus	17 x 20	34 % x 1823.33 = 619.93 kg		
22	Kadar agregat kasar	20 - 21	1823.33 - 619.93 = 1203.40 kg		
Penyediaan bahan (teoritis)		Semen	Air	Agregat halus	Agregat kasar
		(Kg)	(Kg/Lt)	(Kg)	(Kg)
Tiap m ³ dengan ketelitian 5 kg		316.67	190	619.93	1203.40
Tiap campuran uji 0.05 m ³		15.83	9.50	30.99	60.17
Penyediaan bahan ditimbang		Semen	Air	Agregat halus	Agregat kasar
		(Kg)	(Kg/Lt)	(Kg)	(Kg)
Tiap m ³ dengan ketelitian 5 kg		316.67	149.19	612.12	1252.02
Tiap campuran uji 0.05 m ³		15.83	7.46	30.61	62.60
Perbandingan campuran		Semen	Air	Agregat halus	Agregat kasar
Komposisi campuran (dalam berat) kg		1	0.47	1.93	3.95

Perbaikan terhadap kadar air :

Semen = 316.67 kg

Pasir = 619.93 - (5.28% - 4.02%) x 619.93 = 612.12 kg

Kerikil = 1203.40 + (5.19% - 1.15%) x 1203.40 = 1252.02 kg

Air = 190 + ((5.28% - 4.02%) x 619.93) - (5.19% - 1.15%) x 1203.40 = 149.19 kg



Milik UPT Perpustakaan
UNIVERSITAS JEMBER

B. Pengembangan Volume Pasir (PB - 0207 - 76)

Penguji : Adam & Bakti

Tanggal : 21 Mei 2002

Suhu : 30 C

Cuaca : Cerah

Keterangan	I	II	III
Diameter gelas ukur (cm)	7	7	7
Tinggi pasir (t1) cm	20	20	20
Tinggi pasir dalam air (t1) cm	15	15.5	14.7
Volume pasir (W1) gram	770	770	770
Volume pasir dalam air (W2) gram	596.75	565.95	589.05

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium

C. Kebersihan Pasir Terhadap Lumpur Dengan Cara Basah (PB - 0207 - 76)

Penguji : Adam & Bakti

Tanggal : 22 Mei 2002

Suhu : 30 C

Cuaca : Cerah

Keterangan	I	II	III
Tinggi lumpur (h) mm	1	1.2	1.5
Tinggi pasir (H) mm	45	47	58

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium

D. Kebersihan Pasir Terhadap Lumpur Dengan Cara Kering (PB - 0208 - 76)

Penguji : Adani & Bakti

Tanggal : 22 Mei 2002

Suhu : 30 C

Cuaca : Cerah

Keterangan	I	II	III
Berat pasir kering (W1) gram	500	500	500
Berat pasir bersih kering (W2) gram	493	487	472

*Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium***E. Air Resapan Pasir (PB - 0202 - 76)**

Penguji : Adani & Bakti

Tanggal : 18 Mei 2002

Suhu : 32 C

Cuaca : Cerah

Keterangan	I	II	III
Berat benda uji SSD (gram)	500	500	500
Berat benda uji kering oven (W1) gram	482	473	470

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium

F. Berat Isi Pasir (PB - 0204 - 76)

Penguji : Adam & Bakti
 Tanggal : 20 Mei 2002
 Suhu : 30 C
 Cuaca : Cerah

Keterangan	Dengan Rojokan			Tanpa Rojokan		
	I	II	III	I	II	III
Berat silinder (W1) gram	7260	7260	7260	7260	7260	7260
Berat silinder + benda uji (W2) gram	21380	21400	21180	19540	19520	19910
Berat benda uji (W2 - W1) gram	14120	14140	13920	12280	12260	12650
Volume silinder (cm ³)	9215.68	9215.68	9215.68	9215.68	9215.68	9215.68

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium

G. Berat Jenis Pasir (PB - 0202 - 76)

Penguji : Adam & Bakti
 Tanggal : 20 Mei 2002
 Suhu : 30 C
 Cuaca : Cerah

Keterangan	I	II	III
Berat benda uji SSD (gram)	50	50	50
Berat picnometer + benda uji + air (W1) gram	162.7	161.4	162.7
Berat picnometer diisi air (W2) gram	133.3	132.4	131.5

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium

H. Kadar Air Pasir (PB - 0210 - 76)

Penguji : Adam & Bakti
 Tanggal : 20 Mei 2002
 Suhu : 30 C
 Cuaca : Cerah

Keterangan	I	II	III
Berat benda uji (W1) gram	500	500	500
Berat benda uji kering oven (W2) gram	481	478	483

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium

I. Kebersihan Pasir Terhadap Bahan organik (PB - 0207 - 76)

Penguji : Adam & Bakti
 Tanggal : 20 Mei 2002
 Suhu : 30 C
 Cuaca : Cerah

Parameter	Percobaan		
	I	II	III
Warna larutan perbandingan			
Warna larutan benda uji	Cokelat	Cokelat	Cokelat
	Kuning kecokelatan	Kuning kecokelatan	Cokelat kehitaman

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium

A. Analisa Saringan Kerikil (PB - 0201 - 76)

L-6

Penguji : Adam & Bakti

Tanggal : 17 Mei 2002

Suhu : 30 °C

Cuaca : Cerah

Saringan		Tertahan Saringan		
No.	Diameter	I	II	III
1 3/4"		-	-	-
1 1/2"	38.1	261	386	371
1 1/4"		3355	3148	1943
1"		2806	3224	725
7/8"		1101	624	670
3/4"	19.1	970	489	1004
1/2"		952	661	862
3/8"	9.5	313	385	691
4	4.76	168	469	1307
8	2.38	24	251	532
16	1.19	5	101	664
30	0.59	7	92	506
50	0.297	12	82	384
100	0.149	12	52	302
200	0.015	8	28	38
PAN		6	8	1
	Jumlah	10000	10000	10000

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium

B. Berat Jenis Kerikil (PB - 0202 - 76)

Penguji : Adam & Bakti

Tanggal : 20 Mei 2002

Suhu : 30 C

Cuaca : Cerah

Keterangan	I	II	III
Berat benda uji SSD (W ₁) gram	3000	3000	3000
Berat benda uji SSD didalam air (W ₂) gram	1857	1851	1843

*Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium***C. Air Resapan Kerikil (PB - 0202 - 76)**

Penguji : Adam & Bakti

Tanggal : 18 Mei 2002

Suhu : 32 C

Cuaca : Cerah

Keterangan	I	II	III
Berat benda uji SSD (W ₁) gram	1000	1000	1000
Berat benda uji kering oven (W ₂) gram	989	988	989

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium

D. Kadar Air Kerikil (PB - 0210 - 76)

Penguji : Adam & Bakti

Tanggal : 17 Mei 2002

Suhu : 32 C

Cuaca : Cerah

Keterangan	I	II	III
Berat benda uji (W ₁) gram	500	500	500
Berat benda uji kering oven (W ₂) gram	477	474	475

*Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium***E. Berat Isi Kerikil (PB - 0204 - 76)**

Penguji : Adam & Bakti

Tanggal : 20 Mei 2002

Suhu : 30 C

Cuaca : Cerah

Keterangan	Dengan Rojokan			Tanpa Rojokan		
	I	II	III	I	II	III
Berat silinder (W ₁) gram	7260	7260	7260	7260	7260	7260
Berat silinder + benda uji (W ₂) gram	21920	22080	21910	20400	20150	20350
Berat benda uji (W ₂ - W ₁) gram	14660	14820	14650	13140	12890	13090
Volume silinder (cm ³)	9215.68	9215.68	9215.68	9215.68	9215.68	9215.68

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium

F. Kebersihan Kerikil Terhadap Lumpur Dengan Cara Kering (PB - 0208 - 76)

Penguji : Adam & Bakti

Tanggal : 21 Mei 2002

Suhu : 30 C

Cuaca : Cerah

Keterangan	I	II	III
Berat kerikil kering (W1) gram	500	500	500
Berat kerikil bersih kering (W2) gram	474	493	497

*Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium***G. Ketahanan Agregat Dengan Compression Impact (PB - 0206 - 76)**

Penguji : Adam & Bakti

Tanggal : 24 Mei 2002

Suhu : 32 C

Cuaca : Cerah

Keterangan	I	II	III
Berat awal agregat (A) gram	690	696	649
Berat akhir agregat tertahan saringan No. #8 (B) gram	637.5	643.5	599.5

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium

A. Analisa Saringan Gabungan (40 % Pasir & 60 % Kerikil)

L-10

Penguji : Adam & bakti

Tanggal : 22 Mei 2002

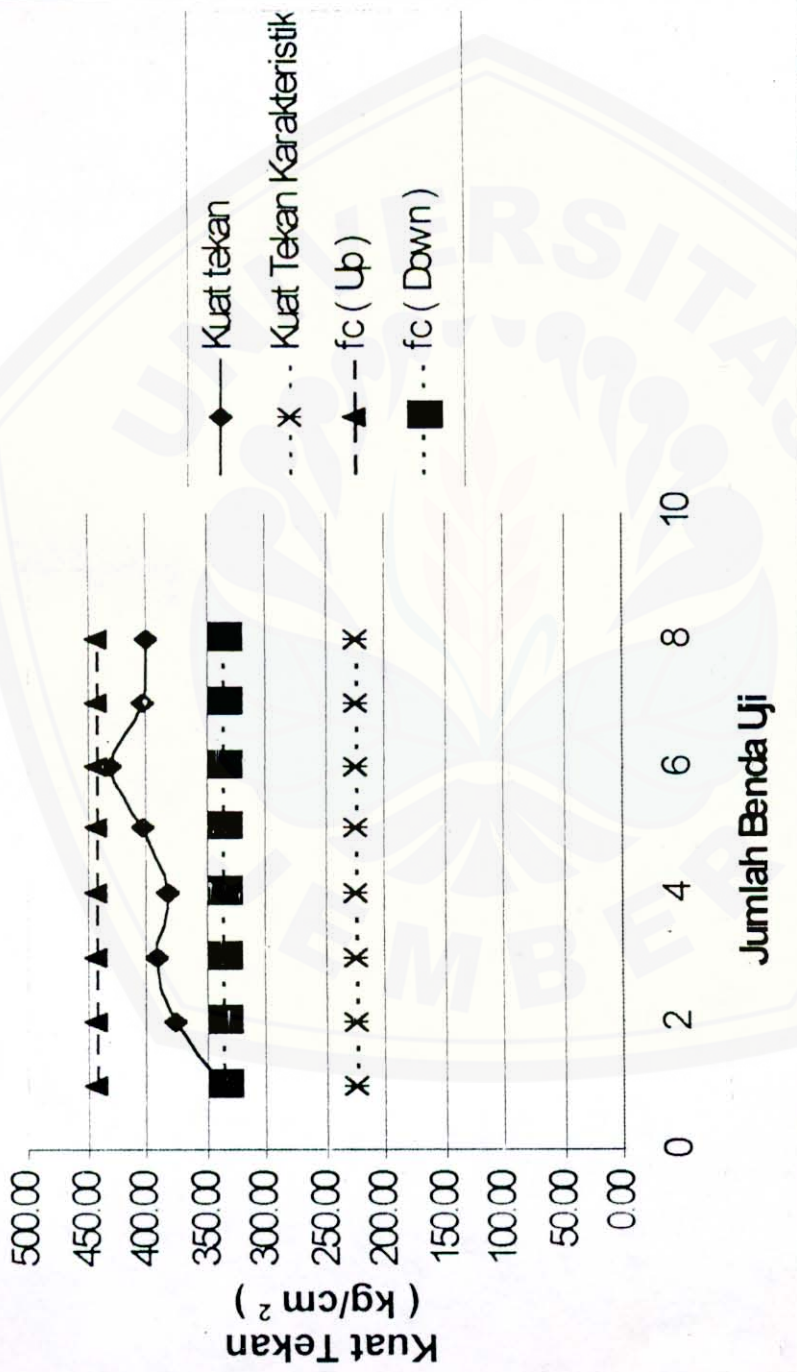
Suhu : 32 C

Cuaca : Cerah

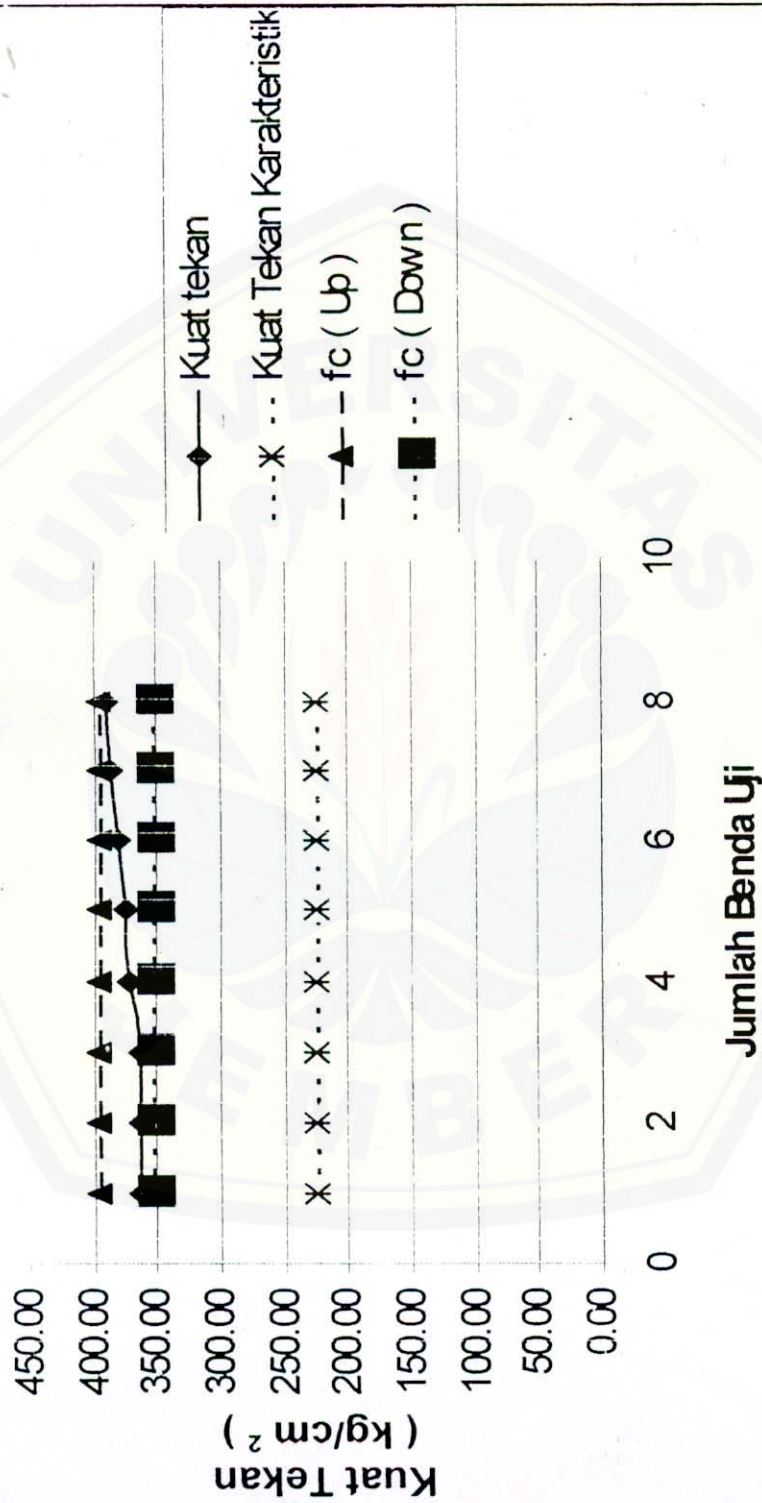
Saringan No.	Diameter	Tertahan Saringan		
		I	II	III
1 3/4"		-	-	-
1 1/2"	38.1	132	308	411
1 1/4"		588	708	776
1"		671	568	615
7/8"		308	258	337
3/4"	19.1	275	251	338
1/2"		492	457	472
3/8"	9.5	230	207	192
4	4.76	280	250	210
8	2.38	381	358	319
16	1.19	373	370	281
30	0.59	502	519	413
50	0.297	473	513	386
100	0.149	266	216	221
200	0.015	28	16	28
PAN		1	1	1
	Jumlah	5000	5000	5000

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium

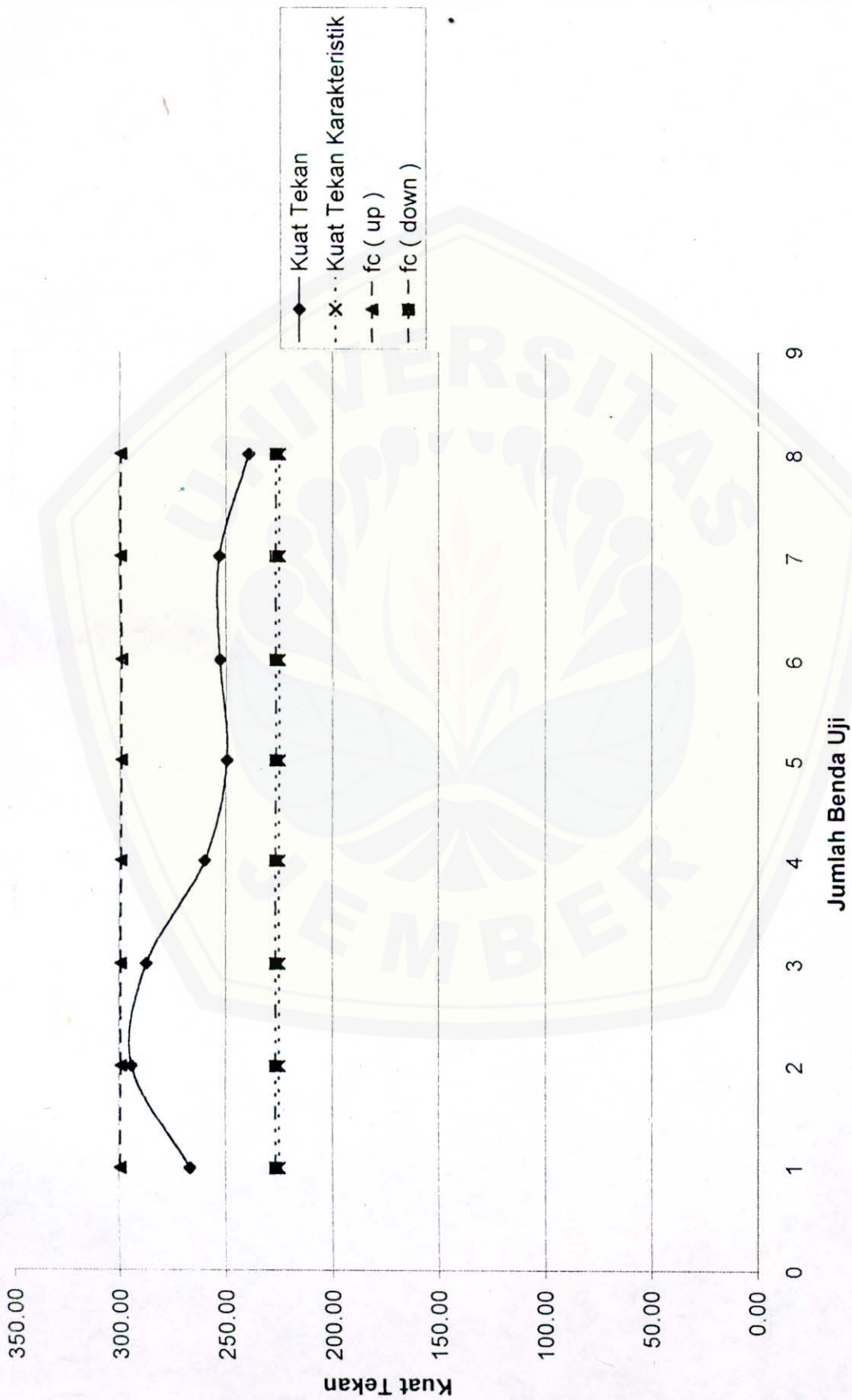
Grafik Kuat Tekan Beton Normal Umur 7 Hari



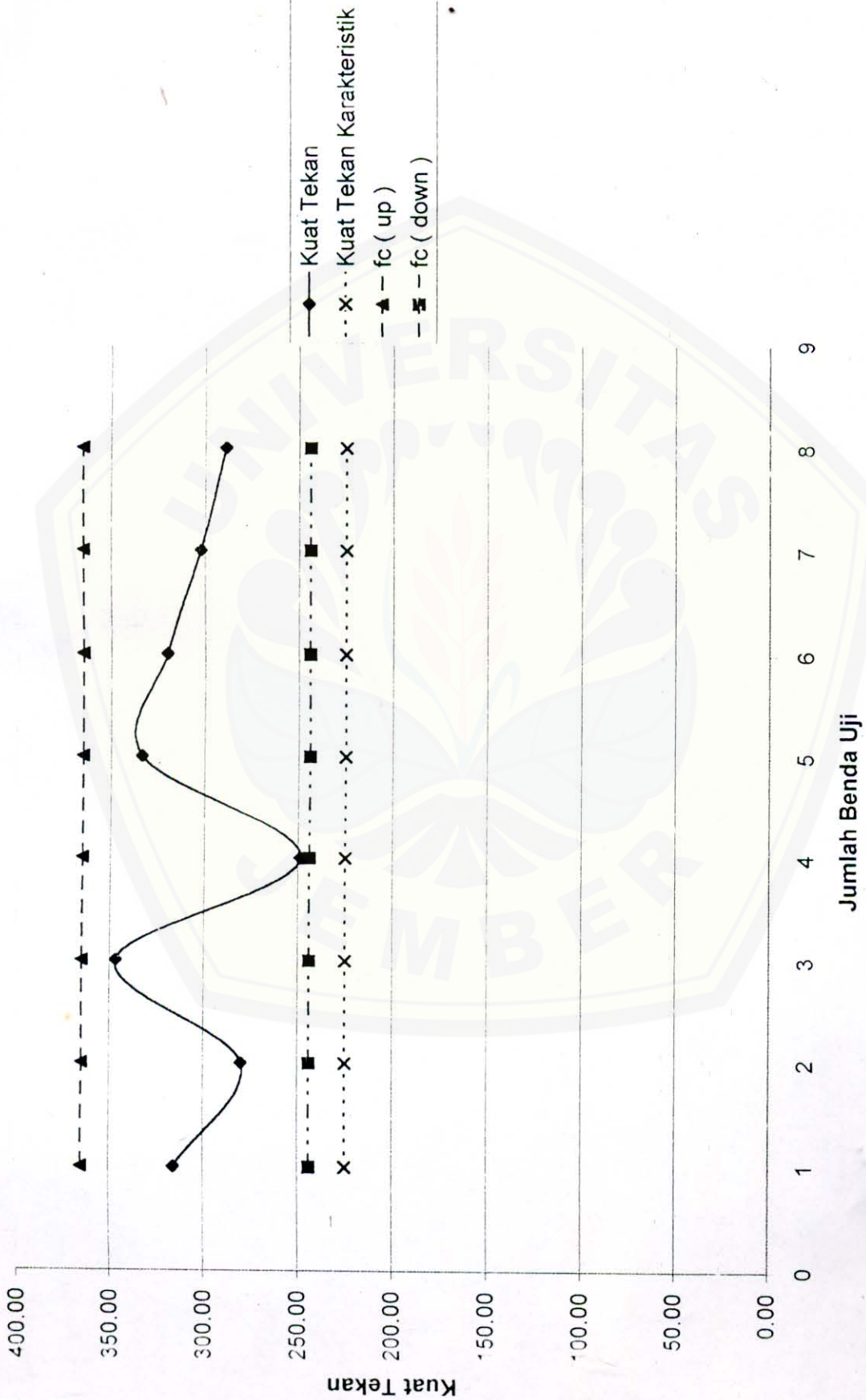
Grafik Kuat Tekan Beton Normal Umur 28 Hari



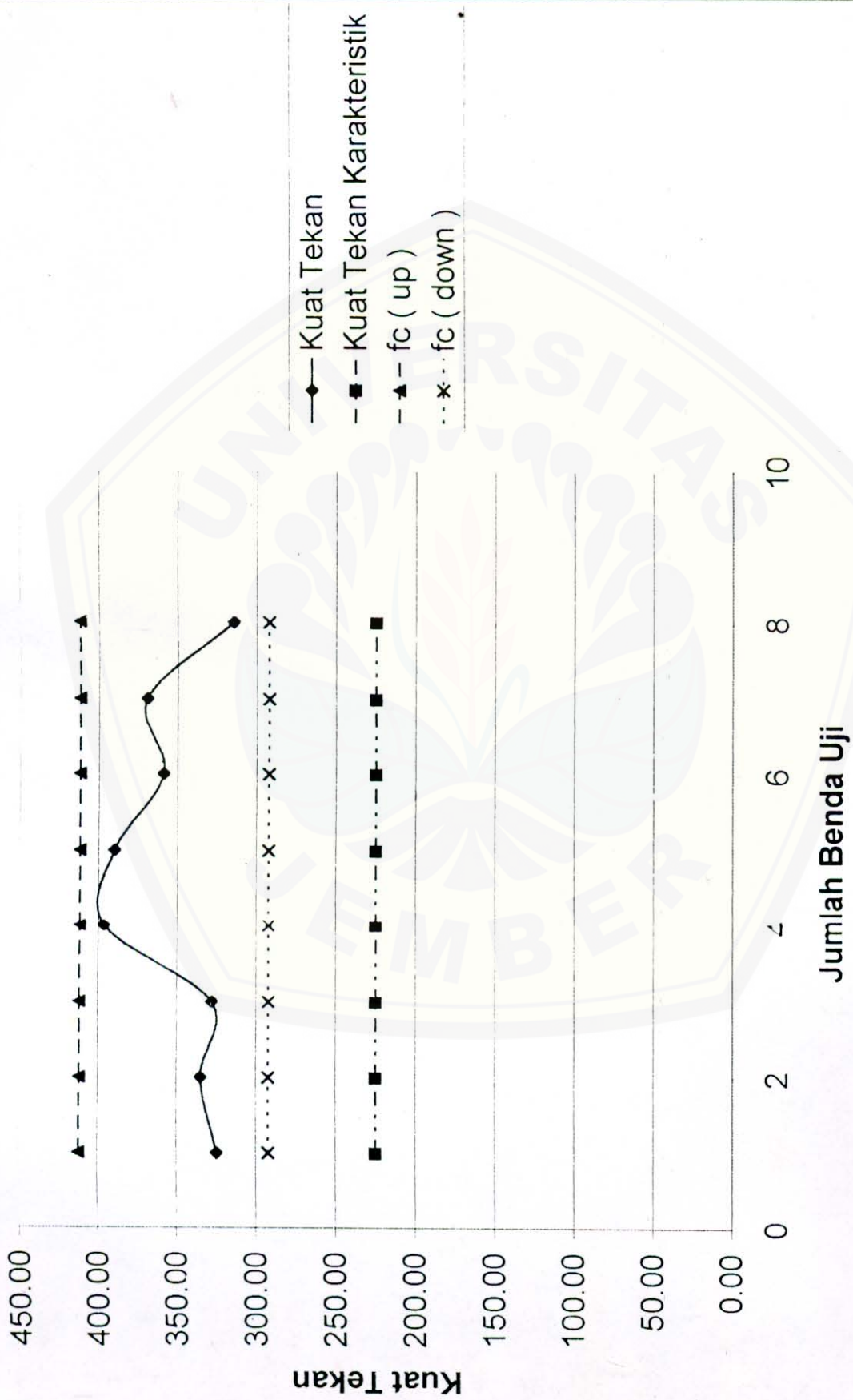
Grafik Kuat Tekan Beton dengan Abu Sekam 7,5% Umur 7 Hari



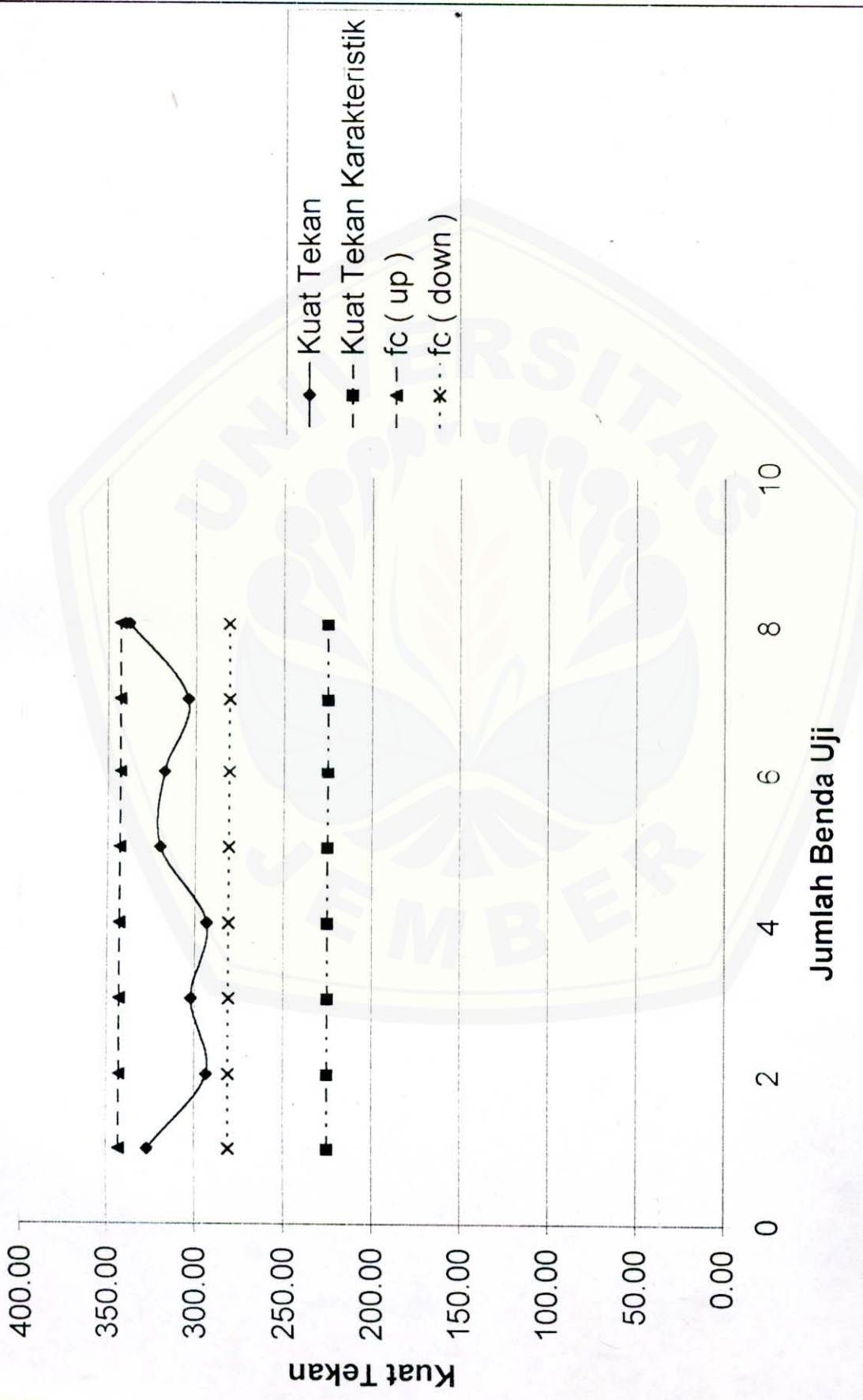
Grafik Kuat Tekan Beton dengan Abu Sekam 7,5% Umur 28 Hari



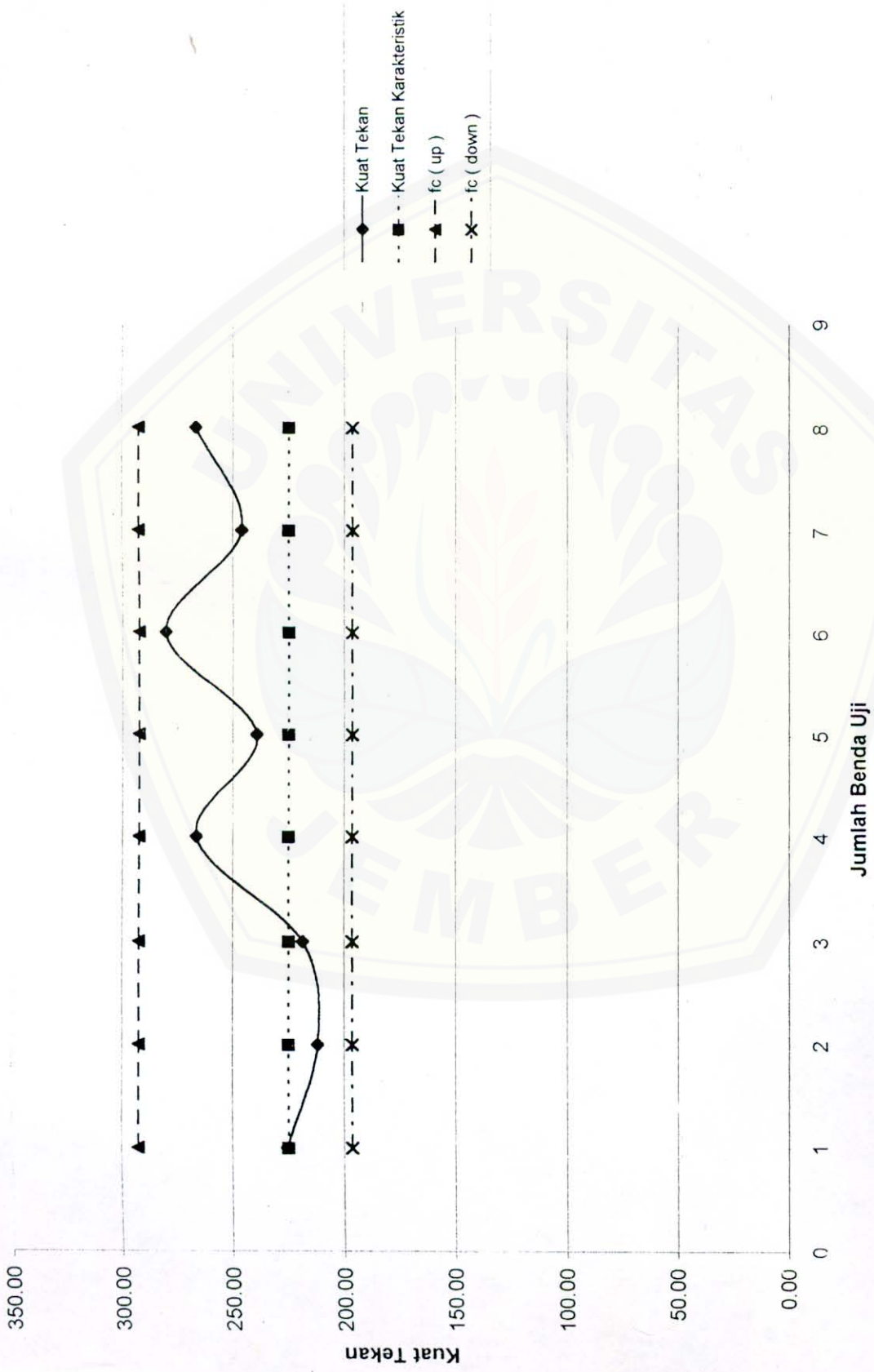
Grafik Kuat Tekan Beton dengan Abu Sekam 10% Umur 7 Hari



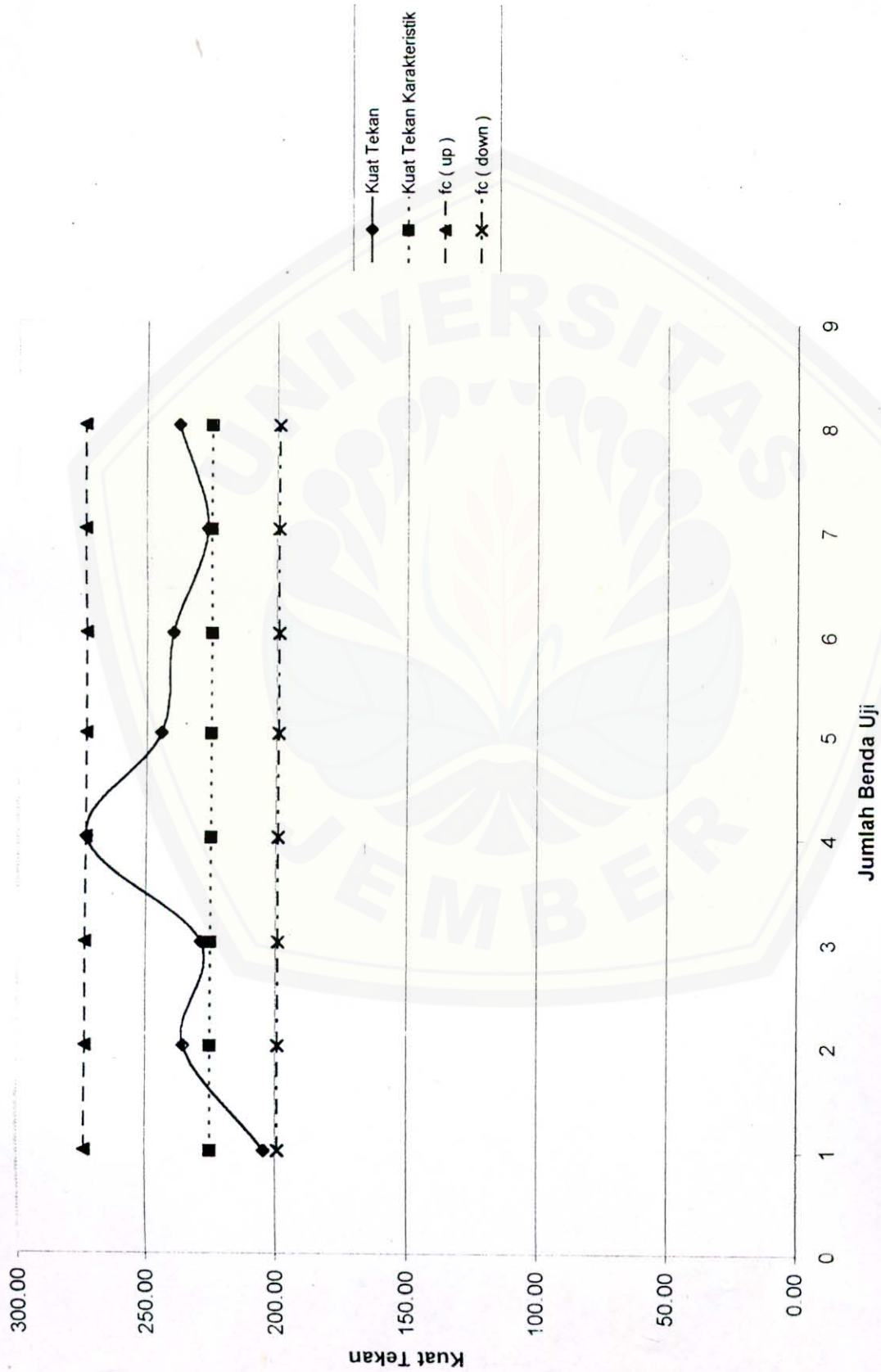
Grafik Kuat Tekan Beton dengan Abu Sekam 10% Umur 28 Hari



Grafik Kuat Tekan Beton dengan Abu Sekam 15% Umur 7 Hari



Grafik Kuat Tekan Beton dengan Abu Sekam 15% Umur 28 Hari

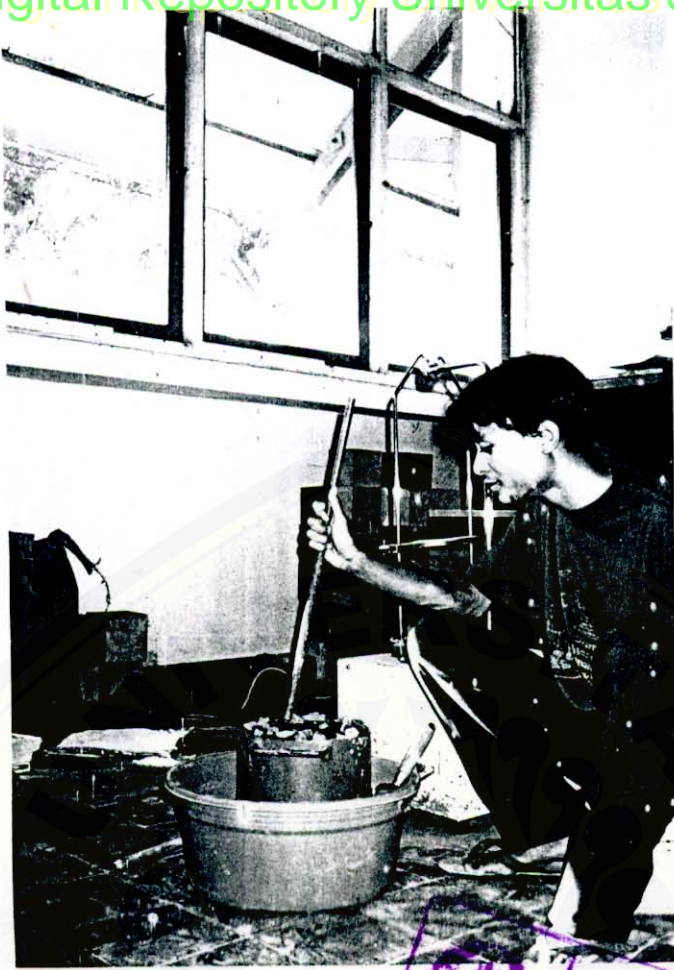


Hasil Pengujian Mix Desain Beton Mutu K - 225
Dengan Penambahan Abu Sekam 7,5 %

No.	Tanggal		Umur (hari)	Luas (cm ²)	Berat (gram)	P (kN)	f _c ' (kg/cm ²)	f _{cr} (kg/cm ²)	Σ(f _c '-f _{cr}) ² (kg/cm ²)
	Cetak	Uji							
1	9/6/02	10/6/02	7 hari	225	7053	390	173.33		6.25
2	9/6/02	16/6/02	7 hari	225	7734	430	191.11		411.19
3	9/6/02	16/6/02	7 hari	225	7697	420	186.67		250.69
4	9/6/02	16/6/02	7 hari	225	7721	380	168.89	170.83	3.78
5	9/6/02	16/6/02	7 hari	225	7546	365	162.22		74.15
6	9/6/02	16/6/02	7 hari	225	7717	370	164.44		40.32
7	9/6/02	16/6/02	7 hari	225	7624	370	164.44		40.82
8	9/6/02	17/7/02	7 hari	225	7657	350	155.56		233.41
9	6/6/02	3/7/02	28 hari	225	7700	710	315.56		123.46
10	6/6/02	3/7/02	28 hari	225	7585	630	280.00		597.53
11	6/6/02	3/7/02	28 hari	225	7656	780	346.67		1782.72
12	6/6/02	3/7/02	28 hari	225	7537	660	298.89		3036.42
13	6/6/02	3/7/02	28 hari	225	7645	750	333.33	304.44	834.57
14	6/6/02	3/7/02	28 hari	225	7797	720	320.00		241.98
15	6/6/02	3/7/02	28 hari	225	7763	680	302.22		4.94
16	6/6/02	3/7/02	28 hari	225	7758	650	288.89		241.98

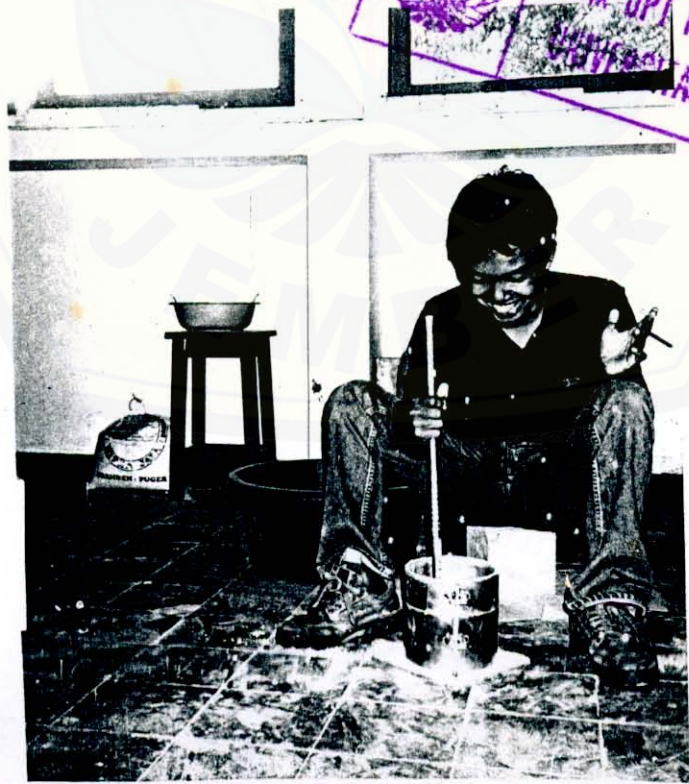
Hasil Pengujian Mix Desain Beton Mutu K - 225
 Dengan Penambahan Abu Sekam 15 %

No.	Tanggal		T. Air (beton)	T. oven (kg)	Berat (gram)	P (K/N)	f _{c'} (kg/cm ²)	f _{cr} (kg/cm ²)	S(f _c -f _{cr}) ² (kg/cm ²)
	Cetak	Uji							
1	9/6/02	17/6/02	7 hari	225	7298	330	146.67		149.38
2	9/6/02	17/6/02	7 hari	225	7637	310	137.78		445.68
3	9/6/02	17/6/02	7 hari	225	7513	320	142.22		277.78
4	9/6/02	17/6/02	7 hari	225	7771	320	173.33	158.33	309.44
5	9/6/02	17/6/02	7 hari	225	7751	330	157.56		11.11
6	9/6/02	17/6/02	7 hari	225	7406	310	182.22		211.44
7	9/6/02	17/6/02	7 hari	225	7717	320	161.67		1.25
8	9/6/02	17/6/02	7 hari	225	7406	320	173.33		98.61
9	10/6/02	7/7/02	28 hari	225	7569	160	201.11		1090.15
10	10/6/02	7/7/02	28 hari	225	7572	520	235.56		6.25
11	10/6/02	7/7/02	28 hari	225	7773	315	235.56		2.25
12	10/6/02	7/7/02	28 hari	225	7738	615	273.33		4.15
13	10/6/02	7/7/02	28 hari	225	7773	315	171.11	158.33	1.25
14	10/6/02	7/7/02	28 hari	225	7773	310	140.00		13.04
15	10/6/02	7/7/02	28 hari	225	7610	510	225.67		11.5
16	10/6/02	7/7/02	28 hari	225	7625	535	237.78		1.94



Berat volume agregat halus

Milik UPT Perpustakaan
UNIVERSITAS JEMBER



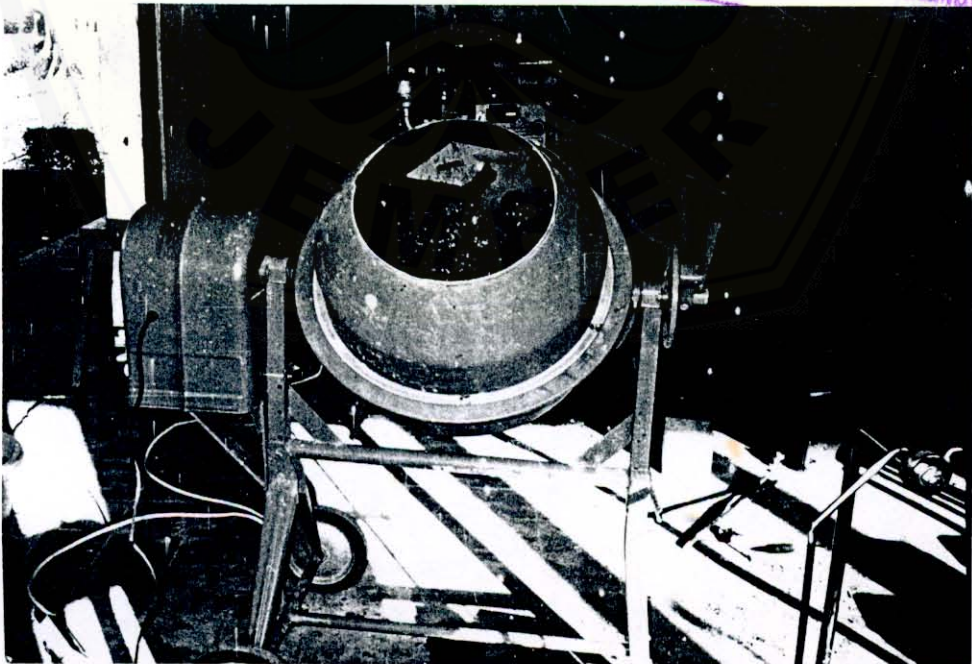
Berat volume pasir



Analisa saringan agregat.



Perpustakaan
UNIVERSITAS JEMBER



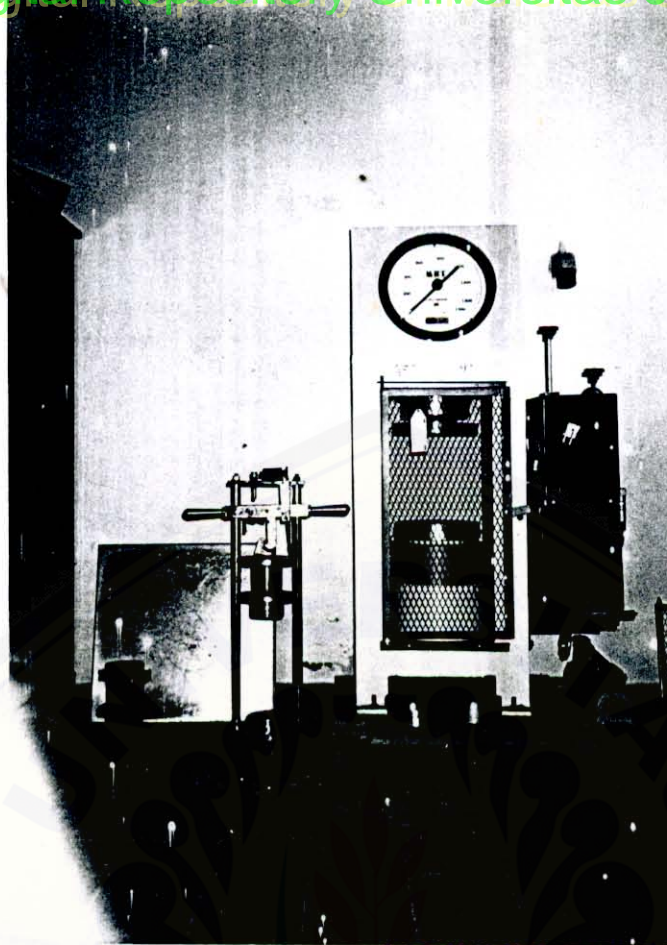
Molen (alat pengaduk)



Oven ($\pm 110^0$)



Timbangan analitis



Compression test (alat uji beton)

Perpustakaan
UNIVERSITAS JEMBER



Uji slump test