



**PENGARUH PENAMBAHAN SERAT ROVING PADA MORTAR  
DENGAN BERBAHAN PENGIKAT CAMPURAN  
SEMEN DAN KAPUR  
TINJAUAN TERHADAP ANGKA KELECAKAN, KUAT TEKAN,  
KUAT TARIK DAN KUAT REKAT**

**SKRIPSI**

Disajikan sebagai salah satu  
untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan  
Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan

Oleh

**Sulhan Agung**

**5101406030**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG  
2011**

## PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi dengan judul ” PENGARUH PENAMBAHAN SERAT ROVING PADA MORTAR DENGAN BERBAHAN PENGIKAT CAMPURAN SEMEN DAN KAPUR (Tinjauan terhadap kelecakan, kuat tekan, kuat tarik, dan kuat rekat)”. Skripsi ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diajukan ke sidang Panitia Ujian Skripsi Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang, pada :

Hari : Jum’at

Tanggal : 16 September 2011

Pembimbing I

Pembimbing II

Drs. Hery Suroso, ST, MT.  
NIP : 19680419 199310 1 001

Mego Purnomo, S.T, M.T  
NIP : 19730618 200501 1001

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik sipil  
Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang

Ir.H.Agung Sutarto, MT.  
NIP : 19610408 199102 1 001

## PENGESAHAN

Skripsi ini telah dipertahankan di hadapan sidang Panitia Ujian Skripsi Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang pada 23 September 2011.

Panitia Ujian Skripsi :

Ketua

Sekretaris

Ir. H. Agung Sutarto, MT.  
NIP : 19610408 199102 1 001

Diharto, M.T, M.Si  
NIP : 19720514 200112 1 002

Pembimbing I,

Penguji I,

Drs. Hery Suroso, ST, MT.  
NIP : 19680419 199310 1 001

Endah Kanti P, ST, M.T  
NIP : 19720709 199803 1 003

Pembimbing II,

Penguji II,

Mego Purnomo, S.T, M.T  
NIP : 19730618 200501 1 001

Drs. Hery Suroso, ST, MT.  
NIP : 19680419 199310 1 001

Penguji III,

Dekan Fakultas Teknik

Mego Purnomo, S.T, M.T  
NIP : 19730618 200501 1 001

Ketua Jurusan Teknik Sipil

Drs. Abdurrahman., M. Pd  
NIP. 19600903 198503 1 002

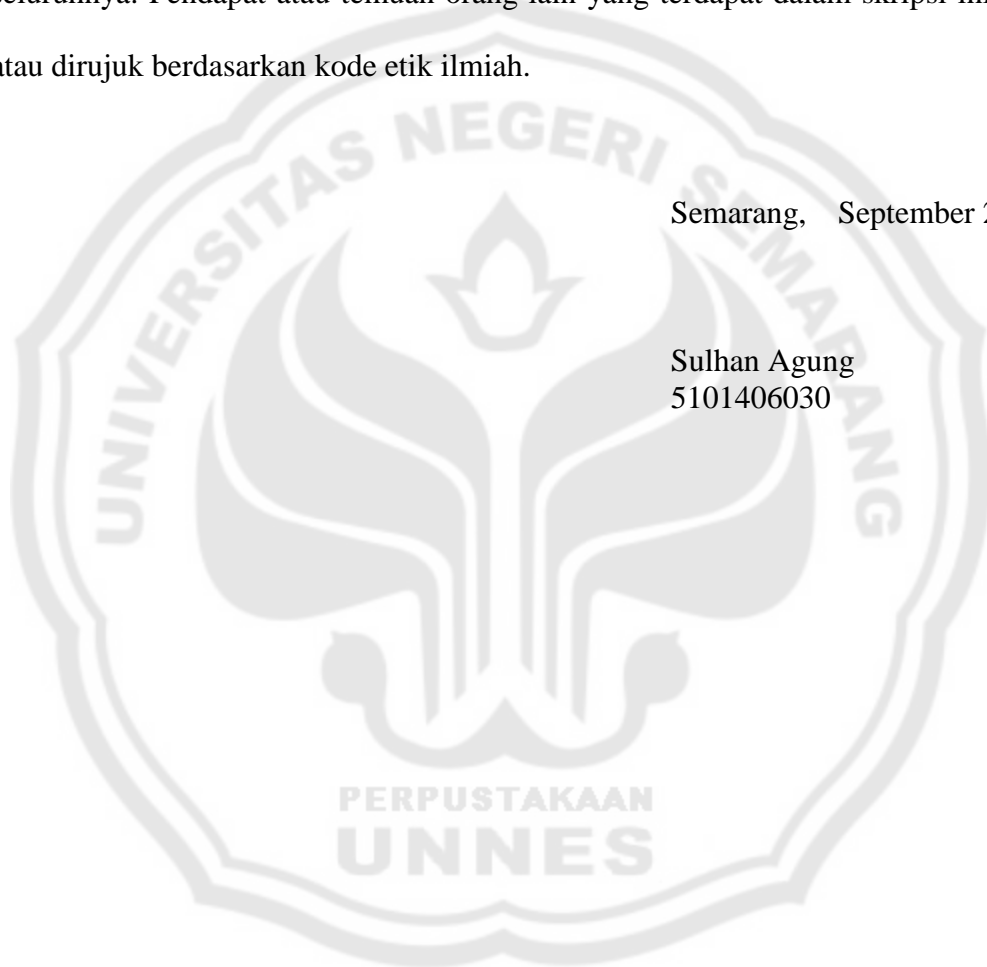
Ir. H. Agung Sutarto., M.T  
NIP. 19610408 199102 1 001

## **PERNYATAAN**

Saya menyatakan bahwa yang tertulis dalam skripsi ini benar-benar hasil karya saya sendiri, bukan jiplakan dari karya tulis orang lain, baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat atau temuan orang lain yang terdapat dalam skripsi ini dikutip atau dirujuk berdasarkan kode etik ilmiah.

Semarang, September 2011

Sulhan Agung  
5101406030



## MOTTO DAN PERSEMBAHAN

### MOTTO :

- ✓ Kecintaan kepada Allah melingkupi hati, kecintaan ini membimbing hati dan bahkan merambah ke segala hal (Imam Al Ghazali).
- ✓ Kebanyakan orang mengatakan bahwa kecerdasanlah yang melahirkan seorang ilmuwan besar. Mereka salah, karakterlah yang melahirkannya (Einstein).
- ✓ “ Masalah-masalah kita adalah buatan manusia, maka dari itu, dapat diatasi oleh manusia. Tidak ada masalah dalam takdir manusia yang tidak terjangkau oleh manusia ”.
- ✓ Janganlah hendaknya kamu kuatir tentang apapun juga, tetapi nyatakanlah dalam segala hal keinginanmu kepada Allah dalam doa dan permohonan dengan ucapan syukur.

### PERSEMBAHAN :

✚ *Alm. Bapak dan Ibuku yang sangat aku Sayangi*

✚ *Kedua kakaku Yesi Ristiyawati dan Solihah Santi*

*Indriyani*

✚ *Teman-teman Teknik Sipil angkatan 2006 & Cos Ranger*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur saya haturkan kepada Allah SWT atas segala keberkahan dan kenikmatan yang telah Dia berikan kepada seluruh hamba dan makhluk ciptaan-Nya di semesta ini. Sungguh satu anugerah yang tak terkira dengan selesainya skripsi ini.

Skripsi dengan judul **"PENGARUH PENAMBAHAN SERAT ROVING PADA MORTAR BERBAHAN PENGIKAT CAMPURAN SEMEN DAN KAPUR"** (Tinjauan terhadap angka kelecakan, kuat tekan, kuat tarik, dan kuat rekat) saya harapkan dapat menjadi sumbangsih saya bagi masyarakat yang bukan hanya sekedar sebagai hasil penelitian, tapi keberadaannya benar-benar dapat diaplikasikan dalam kehidupan sehari-hari.

Saya ucapkan banyak terima kasih kepada berbagai pihak yang telah membantu selesainya skripsi ini, yaitu kepada:

1. Prof. Dr. Sudijono Sastroatmodjo, M.Si, selaku Rektor Universitas Negeri Semarang.
2. Drs. Abdurrahman, M.Pd, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
3. Ir. Agung Sutarto, M.T, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Negeri Semarang.
4. Aris Widodo, S.Pd, M.T, selaku Ketua Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan Universitas Negeri Semarang.
5. Drs. Heri Suroso, S.T, M.T, selaku Dosen Pembimbing I.

6. Mego Purnomo, S.T, M.T, selaku Dosen Pembimbing II.
7. Amir Fauzan S.Pd yang telah memberikan arahan dan bimbingan selama praktik di laboratorium.
8. Kepada keluargaku (Alm. Bapak yang menjadi sumber inspirasiku, ibuku yang senantiasa selalu mendoakanku, serta kedua kakaku Yesi Ristiyawati dan Solihah Santi Indriyani yang selalu memberikan support dan dukungan kepadaku).
9. Kepada teman-teman teknik sipil angkatan 2006 dan Cos Ranger yang saling memberikan dukungan semangat dan moril.
10. Kepada semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan dan telah membantu selesainya skripsi ini.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca yang budiman serta menambah pengetahuan bagi kita semua.

Kritik dan saran sangat penulis harapkan demi kemajuan kita bersama.

Semarang, September 2011

Penulis

## ABSTRAK

Sulhan Agung. 2006. *Pengaruh Penambahan Serat Roving pada Mortar Berbahan Pengikat Campuran Semen Dan Kapur (Tinjauan Terhadap Kuat Tekan, Kuat Tarik dan Kuat Rekat)*. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang. Pembimbing I Drs. Heri Suroso, S.T, MT, Pembimbing II Mego Purnomo, ST. MT

### **Kata kunci: mortar, serat roving, kuat tekan, kuat tarik, kuat rekat**

Penambahan serat roving sebagai bahan tambahan dalam pembuatan mortar merupakan bagian dari usaha untuk memecahkan permasalahan ketergantungan pada semen portland, karena saat ini roving hanya di pakai sebagai campuran dalam pembuatan gypsum. Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui sifat karakteristik bahan susun mortar, kuat tekan, kuat tarik, dan kuat rekat pada mortar dengan penambahan serat roving pada variasi komposisi yang direncanakan. Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah dapat diketahui pengaruh penambahan serat roving dalam pembuatan mortar.

Penelitian menggunakan komposisi campuran dengan perbandingan volume bahan susun mortar yang terdiri dari serat roving, semen portland (PC), Kapur (Kp), dan pasir (Psr). Perbandingan komposisi campuran yang dipakai adalah  $0 \text{ Serat} : 0,5 \text{ PC} : 0,5 \text{ Kp} : 8 \text{ Psr}$ ,  $0,1 \text{ serat} : 0,5 \text{ PC} : 0,5 \text{ Kp} : 8 \text{ Psr}$ ,  $0,2 \text{ serat} : 0,5 \text{ PC} : 0,5 \text{ Kp} : 8 \text{ Psr}$ ,  $0,3 \text{ serat} : 0,5 \text{ PC} : 0,5 \text{ Kp} : 8 \text{ Psr}$ , dan  $0,4 \text{ serat} : 0,5 \text{ PC} : 0,5 \text{ Kp} : 8 \text{ Psr}$ . Sampel yang diuji memiliki 3 macam bentuk yaitu bentuk kubus dengan ukuran 50 mm x 50 mm x 50 mm untuk pengujian kuat tekan, bentuk seperti angka delapan dengan ukuran 75 mm x 50 mm x 25 mm dengan panjang sisi tengah 25 mm untuk pengujian kuat tarik mortar, dan bentuk pasangan batu bata saling tegak lurus dengan ukuran 100 mm x 100 mm untuk pengujian kuat lekat.

Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai kuat tekan terbesar terjadi pada perbandingan campuran  $0 \text{ Serat} : 0,5 \text{ PC} : 8 \text{ Psr}$  yaitu sebesar 38,748 kg/cm<sup>2</sup>, sedangkan nilai kuat tekan terkecil terjadi pada perbandingan campuran  $0,4 \text{ Serat} : 0,5 \text{ PC} : 8 \text{ Psr}$  yaitu sebesar 17,709 kg/cm<sup>2</sup>. Nilai hasil kuat tarik dengan penambahan serat roving dengan prosentase tertentu ternyata dapat meningkatkan kuat tarik mortar. Peningkatan kuat tarik terjadi pada campuran  $0,1 \text{ Serat} : 0,5 \text{ PC} : 8 \text{ Psr}$  dengan kuat tarik sebesar 7,413 kg/cm<sup>2</sup> dan campuran  $0,2 \text{ Serat} : 0,5 \text{ PC} : 8 \text{ Psr}$  dengan kuat tarik sebesar 8,019 kg/cm<sup>2</sup> sedangkan penurunan kuat tarik akan terjadi pada campuran  $0,3 \text{ Serat} : 0,5 \text{ PC} : 8 \text{ Psr}$  dan  $0,4 \text{ Serat} : 0,5 \text{ PC} : 8 \text{ Psr}$ . Nilai kuat rekat terbesar terjadi pada perbandingan campuran  $0 \text{ Serat} : 0,5 \text{ PC} : 8 \text{ Psr}$  yaitu sebesar 0,190 kg/cm<sup>2</sup> sedangkan nilai kuat rekat terkecil terjadi pada perbandingan campuran  $0,4 \text{ Serat} : 0,5 \text{ PC} : 8 \text{ Psr}$  yaitu sebesar 0,096 kg/cm<sup>2</sup>. Semakin banyak penggunaan serat dalam perbandingan campuran, nilai kuat rekat semakin menurun.



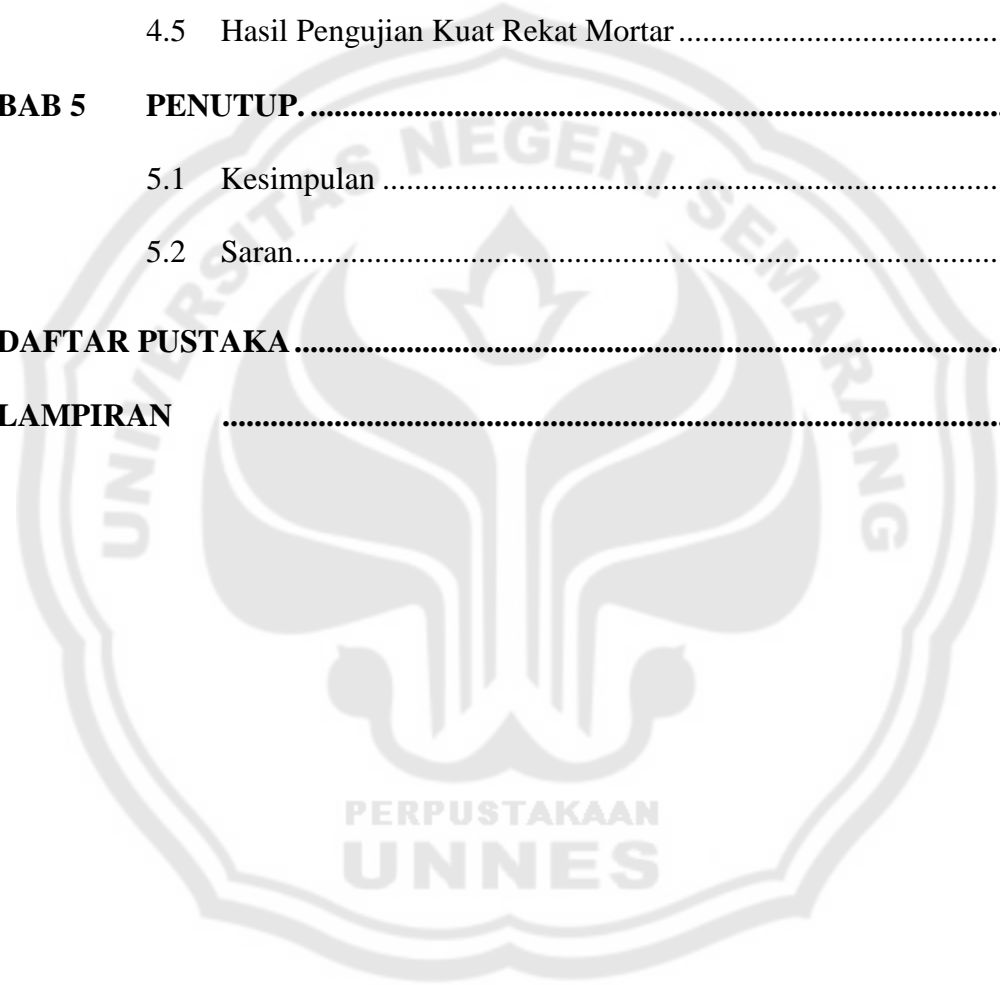
## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN .....	iv
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
ABSTRAK .....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR .....	xiv
DAFTAR GRAFIK.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
<b>BAB 1    PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1    Latar Belakang .....	1
1.2    Rumusan Masalah.....	3
1.3    Tujuan Penelitian .....	3
1.4    Manfaat Penelitian .....	4
1.5    Batasan Masalah.....	4
1.6    Sistematika Penulisan .....	6

<b>BAB 2</b>	<b>LANDASAN TEORI DAN KAJIAN PUSTAKA.....</b>	<b>8</b>
2.1	Bahan Susun Mortar.....	8
2.1.1	Agregat Halus.....	8
2.1.2	Berat Jenis Agregat Halus.....	9
2.1.3	Gradasi Agregat Halus.....	10
2.1.4	Modulus Halus Butir.....	11
2.2	Serat Roving.....	12
2.3	Semen Portland.....	13
2.4	Kapur.....	14
2.5	Air.....	17
2.6	Mortar.....	18
2.6.1	Pengertian Mortar.....	18
2.6.2	Jenis-jenis Mortar.....	19
2.6.2.1	Mortar Lumpur.....	19
2.6.2.2	Mortar Kapur.....	19
2.6.2.3	Mortar Semen.....	20
2.6.2.4	Mortar Khusus.....	20
2.6.3	Sifat-sifat Mortar.....	21
2.6.4	Kelecakan Mortar.....	22
2.6.5	Kuat Tekan Mortar.....	22
2.6.6.1	Mortar Tipe M.....	23
2.6.6.2	Mortar Tipe N.....	23

2.6.6.3	Mortar Tipe S.....	23
2.6.6.4	Mortar Tipe O.....	23
2.6.6.5	Mortar Tipe K.....	24
2.7	Kuat Tarik Mortar.....	24
2.8	Kuat Rekat Mortar.....	25
2.9	Kajian Pustaka.....	25
<b>BAB 3</b>	<b>METODE PENELITIAN.....</b>	<b>32</b>
3.1	Bahan Susun Mortar.....	32
3.2	Alat Penelitian.....	33
3.3	Variabel Penelitian.....	36
3.4	Tahapan Penelitian.....	36
3.4.1	Tahap Persiapan.....	37
3.4.2	Tahap Pengujian Bahan.....	38
3.4.3	Tahap Pembuatan Benda Uji Mortar.....	41
3.4.4	Tahap Perawatan Benda Uji.....	44
3.4.5	Tahap Pengujian Mortar.....	44
3.4.6	Tahap Analisis Data.....	47
<b>BAB 4</b>	<b>HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>49</b>
4.1	Pemeriksaan Bahan Susun Mortar.....	49
4.1.1	Air.....	49
4.1.2	Semen Potland.....	49

4.1.3	Pasir.....	50
4.1.4	Kapur .....	52
4.2	Nilai Sebar dan Faktor Air Semen .....	53
4.3	Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar .....	54
4.4	Hasil Pengujian Kuat Tarik Mortar.....	62
4.5	Hasil Pengujian Kuat Rekat Mortar .....	73
<b>BAB 5</b>	<b>PENUTUP.....</b>	<b>78</b>
5.1	Kesimpulan .....	78
5.2	Saran.....	80
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>		<b>81</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>		<b>83</b>



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Batas-Batas Gradasi Agregat Halus .....	11
Tabel 3.1	Variabel Penelitian.....	36
Tabel 3.1	Pemeriksaan gradasi pasir.....	50
Tabel 4.2	Hasil Pemeriksaan Nilai Sebar dan Faktor Air Semen.....	53
Tabel 4.3	Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar .....	54
Tabel 4.4	Hasil Pengujian Kuat Tarik Mortar .....	62
Tabel 4.5	Hasil Pengujian Kuat Rekat Mortar.....	73



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Pengujian Kuat Tekan Mortar.....	44
Gambar 3.2 Benda Uji Kuat Tarik mortar.....	45
Gambar 3.3 Benda Uji Kuat Rekat mortar .....	46



## DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1.	Hasil Uji Gradasi Pasir Muntilan.....	51
Grafik 4.2	Hubungan Kuat Tekan Mortar dengan Serat Roving .....	55
Grafik 4.3.	Hubungan Kuat Tekan Mortar dengan Bahan Tambah.....	58
Grafik 4.4.	Hubungan Kuat Tarik Mortar dengan Serat Roving.....	64
Grafik 4.5	Hubungan Kuat Tarik Mortar dengan Bahan Tambah .....	69
Grafik 4.5	Hubungan Kuat Rekat Mortar dengan Serat Roving .....	74
Grafik 4.6	Hubungan Kuat Rekat Mortar dengan Bahan Tambah.....	76



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Pemeriksaan gradasi pasir muntilan .....	83
Lampiran 2	Pemeriksaan berat jenis pasir muntilan .....	85
Lampiran 3	Pemeriksaan berat satuan pasir muntilan.....	86
Lampiran 4	Analisa Kebutuhan Bahan .....	88
Lampiran 5	Data Hasil Pengujian Nilai Sebar .....	92
Lampiran 6	Data Hasil Pengujian Kuat Tekan .....	93
Lampiran 7	Data Hasil Pengujian Kuat Tarik.....	94
Lampiran 8	Data Hasil Pengujian Kuat Rekat .....	95
Lampiran 9	Dokumentasi Pelaksanaan Penelitian .....	96



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **I.I. LATAR BELAKANG**

Mortar merupakan bahan bangunan yang banyak digunakan sebagai bahan plesteran, pekerjaan pasangan dan pekerjaan lainnya. Bahan ikat yang digunakan secara umum adalah semen portland. Penggunaan semen portland sebagai bahan pengikat dalam mortar secara langsung dapat mempengaruhi nilai teknis dan ekonomis dari bangunan sehubungan dengan kualitas, harga dan proporsi campuran yang digunakan. Pengurangan semen portland akan berdampak pada penurunan kualitas bangunan yang pada akhirnya akan membahayakan struktur bangunan.

Masyarakat masih sering menggunakan semen portland sebagai bahan pengikat utama dalam pembuatan mortar. Penggunaan bahan pengikat lain terkadang ditambahkan di dalam pembuatan mortar. Salah satunya adalah dengan penambahan kapur yang berfungsi sebagai bahan ikat mortar yang mengurangi jumlah semen.

Beberapa usaha telah banyak dilakukan untuk menambahkan bahan tambah dalam pembuatan mortar dan beton, seperti halnya dengan menambahkan serbuk gergaji. Bahan tambah lain yang dapat digunakan sebagai bahan bangunan adalah roving.

Roving adalah salah satu bahan yang mudah didapat dan harganya cukup murah. Serat ini melibatkan penarikan sejumlah fiber membentuk deretan, gandengan, tatanan, atau tenunan. Serat diproduksi secara mekanik dengan menarik untaian serat dari drum - drum yang bagian bawahnya mempunyai ratusan lubang. Untaian serat terdiri dari kurang lebih 200 serat.

Pada penelitian ini, serat *roving* ditambahkan ke dalam adukan mortar sebagai bahan tambah. Serat *roving* disebarkan secara merata (*uniform*) ke dalam adukan mortar dengan orientasi random.

Pemilihan roving sebagai bahan tambahan dalam pembuatan mortar merupakan bagian dari usaha pemanfaatan bahan, karena saat ini roving hanya di pakai sebagai campuran dalam pembuatan gypsum.

Berdasarkan kajian di atas, perlu adanya penelitian akan pemanfaatan serat roving sebagai bahan tambah ataupun bahan pengisi pada campuran mortar dengan komposisi yang bervariasi, sehingga dapat mengurangi bahan ikat semen Portland. Penelitian ini selanjutnya dapat digunakan sebagai acuan untuk mengurangi penggunaan bahan ikat semen Portland tanpa mengabaikan persyaratan yang ditentukan dalam pembuatan mortar.

## I.2. PERUMUSAN MASALAH

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, timbul permasalahan yang menarik untuk diteliti yaitu :

- a. Seberapa besar nilai sebar adukan mortar setelah ditambah serat *roving*?
- b. Seberapa besar kuat tekan mortar dengan berbahan ikat campuran semen dan kapur setelah ditambah serat *roving*?
- c. Seberapa besar kuat tarik mortar dengan berbahan ikat campuran semen dan kapur setelah ditambah serat *roving*?
- d. Seberapa besar kuat rekat mortar dengan berbahan ikat campuran semen dan kapur setelah ditambah serat *roving*?

## I.3. TUJUAN PENELITIAN

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

- a. Mengetahui nilai sebar adukan mortar setelah ditambah serat *roving*.
- b. Mengetahui besar kuat tekan mortar mortar dengan berbahan ikat campuran semen dan kapur setelah ditambah serat *roving*.
- c. Mengetahui besar kuat tarik mortar mortar dengan berbahan ikat campuran semen dan kapur setelah ditambah serat *roving*.
- d. Mengetahui besar kuat rekat mortar dengan berbahan ikat campuran semen dan kapur setelah ditambah serat *roving*.

#### **I.4. MANFAAT PENELITIAN**

Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi yang bermanfaat bagi diri peneliti sendiri, perkembangan ilmu pengetahuan, dan masyarakat di antaranya adalah :

1. Secara akademis dapat memberikan wawasan pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi khususnya dalam pembuatan mortar.
2. Dapat diketahui pengaruh dari penambahan serat roving dalam pembuatan mortar.
3. Dari hasil penelitian ini diharapkan serat roving dapat dimanfaatkan secara optimal baik sebagai campuran mortar maupun bahan beton lainnya.
4. Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat mengatasi kelangkaan semen portland dan mengurangi penggunaan semen portland sebagai bahan ikat utama.

#### **I.5. BATASAN MASALAH**

Data yang diharapkan dari penelitian ini yaitu tentang angka kelecakan, kuat tekan, kuat tarik, dan kuat rekat dari bahan - bahan mortar dengan penambahan serat roving. Macam dan jenis penelitian akan dibatasi pada permasalahan sebagai berikut :

1. Konsentrasi variasi campuran bahan susun mortar sesuai yang tercantum dalam variable penelitian.

2. Benda uji mortar dengan ukuran 50 x 50x 50 mm untuk uji tekan, angka delapan dengan ukuran 75 x 50 x 25 mm untuk uji tarik dan mortar dengan ukuran 100 mm x 100 m x 20 mm untuk uji lekat.
3. Pengujian kuat tekan, kuat tarik, dan kuat lekat dilakukan setelah mortar berumur 28 hari.
4. Setiap pengujian satu variasi dibuat 5 benda uji.
5. Pasir yang digunakan dalam penelitian adalah pasir muntilan.
6. Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen portland type 1.
7. Serat roving yang digunakan adalah serat yang sering digunakan sebagai bahan pembuatan gypsum.
8. Kapur yang digunakan dalam penelitian ini adalah kapur yang biasa dipakai dalam campuran adukan mortar yaitu kapur aduk.
9. Pemeriksaan terhadap pasir meliputi pemeriksaan gradasi pasir, berat jenis pasir, berat satuan pasir, dan modulus halus butir.
10. Segala reaksi kimia yang terjadi tidak dibahas.
11. Air yang digunakan adalah air yang berada di Laboratorium Struktur dan Bahan Universitas Negeri Semarang.
12. Nilai sebar diperoleh dari uji sebar dengan menggunakan meja sebar.

## **I.6. SISTEMATIKA PENULISAN**

Urutan pokok permasalahannya maupun pembahasannya yang akan diuraikan dalam penelitian ini adalah :

### **BAB I : PENDAHULUAN**

Dalam bab ini peneliti menguraikan latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan.

### **BAB II : LANDASAN TEORI DAN KAJIAN PUSTAKA**

Dalam bab ini menjelaskan tentang teori-teori. Hubungan bahan penelitian yang dijadikan landasan teori dalam penelitian ini adalah mortar, agregat halus, serat roving, semen portland, kapur, dan air. serta kajian pustaka. Bab ini akan menjadi dasar dan arahan dalam penentuan arah penelitian yang akan dilakukan.

### **BAB III : METODOLOGI PENELITIAN**

Menjelaskan tentang bahan, alat, variabel dan tahapan penelitian.

### **BAB IV : HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

Dalam bab ini diuraikan hasil penelitian dan pembahasan hasil penelitian dengan disertakan tabel dan grafik untuk memperjelas hasil penelitian.

## BAB V : PENUTUP

Bab ini merupakan bab terakhir atau bab penutup dari skripsi yang berisi kesimpulan dan saran-saran dengan tujuan yang baik untuk kemajuan ilmu pengetahuan.



## BAB II

### LANDASAN TEORI DAN KAJIAN PUSTAKA

#### 2.1. BAHAN SUSUN MORTAR

Kualitas dan mutu mortar ditentukan oleh bahan dasar, bahan tambahan, proses pembuatan, dan alat yang digunakan. Semakin baik mutu bahan bakunya, komposisi perbandingan campuran yang direncanakan dengan baik, dan proses pembuatan yang baik akan menghasilkan mortar yang berkualitas baik pula. Bahan dasar penyusun mortar adalah sebagai berikut :

##### 2.1.1. Agregat Halus

Menurut SNI 03-6820-2002 (2002), agregat halus adalah agregat berupa pasir alam sebagai hasil disintegrasi batuan atau pasir buatan yang dihasilkan oleh alat-alat pemecah batu dan mempunyai butiran sebesar 4,76 mm.

Menurut Moerdwiyono (1998) dalam Andoyo (2006), agregat halus terdiri dari butiran – butiran 0,02 - 2 mm yang didapat dari disintegrasi batuan alam (*natural sand*) atau didapat dari memecahnya (*artificial sand*).

Persyaratan agregat halus secara umum menurut SK SNI S-04-1989-F adalah sebagai berikut :

- a. Modulus halus butir antara 1,50 – 3,80 dan dengan variasi butir sesuai standar gradasi.



- b. Agregat halus terdiri dari butir-butir tajam dan keras dengan indeks kekerasan =  $< 2.2$ .
- c. Tidak mengandung zat organis tertalu banyak, yang dibuktikan dengan percobaan warna dengan larutan 3% NaOH, yaitu warna cairan di atas endapan agregat halus tidak boleh lebih gelap dari pada warna standar.
- d. Butir-butir halus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca (terik matahari dan hujan). Sifat kekal agregat halus dapat diuji dengan larutan jenuh garam. Jika dipakai garam natrium sulfat bagian yang hancur maksimum 12% berat, sedangkan jika dipakai magnesium sulfat yang hancur maksimum 18% berat. Butir sesuai standar gradasi
- e. Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% (terhadap berat kering). Jika kadar lumpur melebihi 5% pasir harus dicuci.
- f. Khusus untuk beton dengan tingkat keawetan tinggi, agregat halus harus tidak reaktif dengan alkali.
- g. Agregat halus dari laut / pantai boleh dipakai asalkan dengan petunjuk dari lembaga pemeriksaan bahan – bahan yang diakui.

### **2.1.2. Berat Jenis Agregat Halus**

Berat jenis agregat adalah rasio antara massa padat agregat dan masa air dengan volume sama pada suhu yang sama. Berdasarkan hal ini maka agregat dibedakan menjadi 3 (Tjokrodimuljo, 2007:21).

- a. Agregat normal ialah agregat yang berat jenisnya antara 2,5 – 2,7.

Agregat ini biasanya berasal dari agregat granit, basalt, kuarsa, dan sebagainya. Beton yang dihasilkan berberat jenis sekitar 2,3. Betonnyapun disebut dengan Beton Normal

- b. Agregat berat mempunyai berat jenis lebih dari 2,8. Misalnya magnetik ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), barytes ( $\text{BaSO}_4$ ), atau serbuk besi. Beton yang dihasilkan juga berat jenisnya tinggi (sampai 5), yang efektif sebagai dinding pelindung/perisai radiasi sinar X.
- c. Agregat ringan mempunyai berat jenis kurang dari 2,0, biasanya dibuat untuk beton ringan. Berat beton ringan kurang dari  $1800 \text{ kg/m}^3$ .

Karena pada umumnya agregat mengandung pori - pori yang ada dalam butiran / tidak saling berhubungan, maka berat jenis agregat dibedakan menjadi dua istilah, yaitu :

- a. Berat jenis mutlak, jika volume benda padatnya tanpa pori.
- b. Berat jenis semu, jika volume benda padatnya termasuk pori - pori tertutupnya.

### 2.1.3. Gradasi Agregat Halus

Gradasi agregat adalah distribusi ukuran butiran dari agregat. Sebagai pernyataan gradasi dipakai nilai persentase dari berat butiran yang tertinggal atau lewat di dalam suatu susunan ayakan. Susunan ayakan itu ialah ayakan dengan lubang : 76mm, 38 mm, 19 mm, 9,6 mm, 4,80 mm, 2,40 mm, 1,20 mm, 0,60 mm, 0,30 mm, dan 0,15 mm.

Menurut Tjokrodimuljo (2007:26), agregat halus dikelompokkan dalam empat zone (daerah) seperti dalam table 2.1.

Tabel. 2.1 : Batas-batas gradasi agregat halus.

Lubang ayakan (mm)	Persen berat butir yang lewat ayakan			
	I	II	III	IV
10	100	100	100	100
4,8	90-100	90-100	90-100	95-100
2,4	60-95	75-100	85-100	95-100
1,2	30-70	55-90	75-100	90-100
0,6	15-34	35-59	69-79	80-100
0,3	5-20	8-30	12-40	15-50
0,15	0-10	0-10	0-10	0-15

Sumber : Tjokrodimuljo (2007:26).

Keterangan :

- Zone I = Pasir Kasar
- Zone II = Pasir Agak Kasar
- Zone III = Pasir Halus
- Zone IV = Pasir Agak Halus

#### 2.1.4. Modulus Halus Butir

Modulus halus butir adalah suatu indek yang dipakai untuk ukuran kehalusan atau kekasaran butir-butir agregat. Makin besar nilai modulus halus menunjukkan bahwa makin besar ukuran butir-butir agregatnya. Pada umumnya agregat halus mempunyai modulus halus butir antara 1,5 sampai 3,8. Adapun agregat kasar biasanya diantara 6 dan 8. (Tjokrodimuljo, 2007:34).

Modulus halus butir (MHB) ini didefinisikan sebagai jumlah persen kumulatif dari butir-butir agregat yang tertinggal di atas suatu set ayakan dan kemudian dibagi seratus. Susunan lubang ayakan itu adalah sebagai berikut : 76 mm, 38 mm, 19 mm, 9,60 mm, 4,80 mm, 2,40 mm, 1,20 mm, 0,60 mm, 0,30 mm dan 0,15 mm.

$$\text{MHB} : \frac{\sum \% \text{Kumulatif butir} - \% \text{butir yang lolos ayakan}}{100}$$

## 2.2 Serat Roving

Roving merupakan salah satu bahan yang mudah didapat di toko-toko bangunan. Serat ini melibatkan penarikan sejumlah fiber membentuk deretan, gandengan, tatanan, atau tenunan. Serat diproduksi secara mekanik dengan menarik untaian serat dari drum - drum yang bagian bawahnya mempunyai ratusan lubang. Untaian serat terdiri dari kurang lebih 200 serat.

Jenis serat yang sering digunakan untuk penulangan beton atau mortar adalah dari jenis *glass fiber* (serat roving). Selain itu serat roving juga digunakan untuk pelapis dalam pengecatan, baik pengecatan tembok, genting, dan bumper kendaraan. Sifat - sifat serat roving adalah tidak mampu menyerap air semen, modulus elastisitasnya rendah, mudah terbakar, kurang tahan lama

(dapat menjadi getas), titik lelehnya rendah, serta dapat dipengaruhi oleh serangan alkali.

Dari hasil penelitian Usmanto, dkk ( 2006 ) didapatkan hasil pemeriksaan berat jenis roving dari dua sampel yang dirata-rata diperoleh berat jenis sebesar 0,364.

### 2.3 Semen Portland

Semen portland ialah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker, yang terutama terdiri dari silikat – silikat kalsium yang bersifat hidrolis, dan gips sebagai bahan pembantu (Tjokrodinuljo, K. 2007:6).

Fungsi semen adalah untuk bereaksi dengan air menjadi pasta semen. Pasta semen berfungsi untuk merekatkan butir-butir agregat agar terjadi suatu massa yang kompak / padat. Selain itu pasta semen juga untuk mengisi rongga-rongga diantara butir-butir agregat. Walaupun volume semen hanya kira-kira sebanyak 10 % saja dari volume beton, namun karena merupakan bahan perekat yang aktif dan mempunyai harga yang paling mahal dari pada bahan dasar beton yang lain maka perlu diperhatikan dan dipelajari secara baik.

Sesuai dengan tujuan penggunaannya, semen portland di Indonesia dalam SK SNI S-04-1989-F dapat dibagi menjadi beberapa tipe, yaitu:

a. Tipe I

Semen jenis ini digunakan untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan syarat khusus seperti yang disyaratkan pada jenis-jenis lain. Kadar C3S antara 48 – 52% dan kadar C3A antara 10 – 15%.

b. Tipe II

Semen jenis ini dalam penggunaannya memerlukan ketahanan sulfat dan panas hidrasi sedang. Kadar C3S sedang, sama besar dengan kadar C3A, yaitu maksimal 8% alkali rendah.

c. Tipe III

Semen jenis ini dalam penggunaannya memerlukan kekuatan yang tinggi pada fase permulaan setelah terjadi pengikatan. Kadar C3S-nya sangat tinggi dan butirannya sangat halus.

d. Tipe IV

Semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan panas hidrasi rendah, sehingga kadar C3S dan C3A rendah.

e. Tipe V

Semen portland yang dalam penggunaannya hanya memerlukan ketahanan yang tinggi terhadap sulfat.

## 2.4 Kapur

Kapur merupakan bahan bangunan yang penting. Bahan ini telah dipakai sejak zaman kuno. Orang – orang mesir kuno memakai kapur untuk memplester bangunan. Di Indonesia kapur ini juga sudah lama dikenal sebagai

bahan perekat, dalam pembuatan tembok, pilar, dan sebagainya. Untuk bahan bangunan dapat dibagi dalam 2 macam berdasarkan penggunaannya yaitu kapur pemutih dan kapur aduk. Kedua macam kapur tersebut dapat dalam bentuk kapur tohor maupun kapur padam [PUBI-1982, dalam Tjokrodimulyo, (2003)].

Batu kapur (*lime stone*) rumus kimianya  $\text{CaCO}_3$ . Kapur kembang juga dinamakan batu kapur tohor atau kapur hidup (*quick lime*) mempunyai rumus  $\text{CaO}$ . Kapur padam atau kapur yang telah disiram juga disebut kapur mati atau kapu (*slaked lime*) rumus kimianya  $\text{Ca(OH)}_2$  (Moerdwiyono, (1998:5 dalam Andoyo (2006)).

Kapur dapat dipakai untuk keperluan sebagai berikut :

- a. Sebagai bahan perekat pada mortar
- b. Sebagai bahan perekat beton. Bila dipakai bersama - sama semen portland, sifatnya menjadi lebih baik dan dapat mengurangi kebutuhan semen portland.
- c. Sebagai batuan jika berbentuk batu kapur.
- d. Sebagai bahan pemutih.

Adapun sifat – sifat kapur sebagai bahan bangunan (bahan perekat) yaitu :

- a. Mempunyai sifat plastis yang baik (tidak getas).
- b. Sebagai mortar memberi kekuatan pada tembok.
- c. Dapat mengeras dengan mudah dan cepat.

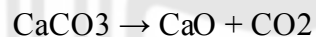
- d. Mudah dikerjakan.
- e. Mempunyai rekatan yang bagus dengan batu dan bata.

Berdasarkan penggunaannya kapur untuk bahan bangunan dibagi menjadi 2 macam, yaitu kapur pemutih dan kapur aduk. Kedua macam kapur tersebut bisa terdapat dalam bentuk kapur tohor maupun kapur padam (Moerdwiyono, 1998: 6) dalam Andoyo (2006)).

- Klasifikasi kapur

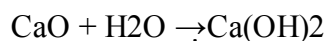
- Kapur tohor

Kapur tohor adalah hasil pembakaran batu kapur atau batu alam lain ( $\text{CaCO}_3$ ) pada suhu sedemikian rupa sehingga jika diberi air dapat dipadamkan. Komposisinya adalah sebagian besar kalsium karbonat pada suhu yang tinggi sehingga bila diberi air dapat terpadamkan membentuk hidrat, secara kimia dapat dijelaskan sebagai berikut:



- Kapur padam

Kapur padam adalah hasil pemadaman kapur tohor dengan air dan membentuk hidrat. Reaksinya adalah:





- Kapur udara

Kapur udara adalah hasil pemadaman kapur padam yang apabila diaduk dengan air setelah beberapa saat hanya dapat mengeras di udara karena pengikatan karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ).

- Kapur hidrolis

Kapur hidrolis adalah kapur padam yang apabila diaduk dengan air setelah beberapa saat dapat mengeras baik diudara maupun di dalam air.

- Kapur magnesia

Kapur magnesia adalah kapur yang mengandung lebih dari 5% magnesium oksida ( $\text{MgO}$ ), dihitung dari contoh kapur yang dipadamkan.

## 2.5 Air

Menurut Tjokrodimuljo (2007:50), Air merupakan bahan dasar pembuat beton yang penting namun harganya paling murah. Dalam pembuatan beton air diperlukan untuk :

1. Bereaksi dengan semen portland.
2. Menjadi bahan pelumas antara butir – butir agregat, agar mudah dikerjakan (diaduk, dituang dan dipadatkan).

Menurut [SKSNI S-04-1989-F, dalam Andoyo(2006)]. Air sebagai bahan bangunan sebaiknya harus memenuhi syarat sebagai berikut :

1. Air harus bersih.
2. Tidak mengandung lumpur atau benda tersuspensi lebih dari 2 gram/liter.
3. Tidak mengandung garam-garaman yang merusak beton (asam dan zat organik) lebih.
4. Tidak mengandung lumpur, minyak dan benda terapung lainnya yang dapat dilihat secara visual.
5. Jika dibanding dengan kekuatan tekan adukan beton yang memakai air suling, penurunan kekuatan adukan yang memakai air yang diperiksa tidak lebih dari 10%.
6. Derajat keasaman (pH) normal  $\pm 7$ .
7. Semua air yang mutunya meragukan dianalisa secara kimia dan dievaluasi mutunya menurut pemakaian.
8. Tidak mengandung senyawa sulfat (sebagai SO<sub>3</sub>) lebih dari 1 gram/liter.
9. Tidak mengandung khlorida (Cl) lebih dari 0,5 gram / liter. Khusus untuk beton pra-tegang kandungan khlorida tidak boleh lebih dari 0,05 gram / liter.

## **2.6 Mortar**

### **2.6.1 Pengertian Mortar**

Mortar adalah campuran yang terdiri dari agregat halus, bahan pengikat dan air dengan cara diaduk sampai homogen. Mortar sering digunakan sebagai bahan plesteran, pekerjaan pemasangan dan banyak pekerjaan lainnya. Bahan

perekat yang digunakan dapat bermacam - macam, yaitu tanah liat, kapur, semen merah ( bata merah yang dihaluskan ) maupun semen portland (Tjokrodinuljo,K. 1996, dalam M. Tri Wibowo (2007)).

## **2.6.2 Jenis - Jenis Mortar**

Tjokrodinuljo (2007) membagi mortar berdasarkan jenis bahan ikatnya menjadi empat macam :

### **2.6.2.1 Mortar Lumpur**

Mortar lumpur dibuat dari campuran pasir, tanah liat/lumpur dan air. Pasir, tanah liat dan air tersebut dicampur sampai rata dan mempunyai kelecakan yang cukup baik. Jumlah pasir harus diberikan secara tepat untuk memperoleh adukan yang baik. Terlalu sedikit pasir menghasilkan mortar yang retak - retak setelah mengeras sebagai akibat besarnya susutan pengeringan. Terlalu banyak pasir menyebabkan adukan kurang dapat melekat. Mortar ini biasanya dipakai sebagai bahan tembok atau bahan tungku api di desa.

### **2.6.2.2 Mortar Kapur**

Mortar kapur dibuat dari campuran pasir, kapur dan air. Kapur dan pasir mula - mula dicampur dalam keadaan kering, kemudian ditambahkan air. Air diberikan secukupnya agar diperoleh adukan yang cukup baik ( mempunyai kelecakan baik ). Selama proses pengerasan kapur mengalami susutan, sehingga jumlah pasir umumnya dipakai 2 atau 3 kali volume kapur. Mortar ini biasa dipakai untuk pembuatan tembok bata.

### 2.6.2.3 Mortar Semen

Mortar semen dibuat dari campuran pasir, semen portland dan air dalam perbandingan campuran yang tepat. Perbandingan antara volume semen dan volume pasir berkisar antara 1 : 2 dan 1 : 6 atau lebih besar. Mortar ini kekuatannya lebih besar dari pada kedua mortar terdahulu, oleh karena itu biasa dipakai untuk tembok, pilar, kolom atau bagian lain yang menahan beban. Karena mortar ini rapat air maka juga dipakai untuk bagian luar dan yang berada dibawah tanah. Pasir dan semen mula - mula dicampur secara kering sampai merata diatas suatu tempat yang rata dan rapat air. Kemudian sebagian air yang diperlukan ditambahkan kemudian diaduk lagi.

### 2.6.2.4 Mortar Khusus

Mortar khusus dibuat dengan menambahkan bahan khusus pada mortar kapur dan mortar semen dengan tujuan tertentu. Mortar ringan diperoleh dengan menambahkan *asbestos fibers*, *jute fibers* ( serat rami ), butir kayu, serbuk gergajian kayu dan sebagainya. Mortar ini digunakan untuk bahan isolasi panas atau peredam suara. Selain itu juga ada mortar tahan api, diperoleh dengan menambahkan bubuk bata-api dengan *aluminous cement*, dengan perbandingan satu *aluminous cement* dan dua bubuk bata-api. Mortar ini biasanya dipakai untuk tungku api dan sebagainya.

### 2.6.3 Sifat - Sifat Mortar

Mortar harus memenuhi standar untuk digunakan sebagai bahan bangunan. Mortar yang baik menurut Tjokrodimuljo (2007:80) harus memenuhi sifat-sifat sebagai berikut:

- a. Murah.
- b. Tahan lama (awet) dan tidak mudah rusak oleh pengaruh cuaca.
- c. Mudah dikerjakan (diaduk, diangkut, dipasang dan diratakan).
- d. Melekat dengan baik dengan bata, batako, batu dan sebagainya.
- e. Cepat kering dan keras.
- f. Tahan terhadap rembesan air.
- g. Tidak timbul retak-retak setelah dipasang.

Yang perlu diperhatikan dalam mortar adalah :

- a. Mudah dikerjakan (workability).
- b. Sifat penyusutan (shrinkage) yang kecil, dan.
- c. Kekuatan (strength) yang cukup.

Mortar mempunyai kuat tekan yang bervariasi sesuai dengan bahan penyusunnya dan perbandingan antara bahan-bahan penyusunnya. Pada umumnya kuat tekan mortar semen berkisar antara 3 – 17 Mpa, sedangkan mortar kapur antara 0,4 – 1,7 Mpa. Mortar semen mempunyai berat jenis antara 1,80 – 2,20 Mpa adapun mortar kapur 1,80 – 1,90 Mpa.

#### **2.6.4 Kelecakan Mortar**

Kelecakan mortar atau workabilitas adalah kemudahan suatu campuran mortar untuk dikerjakan. Dulu kelecakan diukur secara visual saja, yaitu dengan kategori kaku (stiff), lecak (workable) dan plastis. Mortar segar yang kaku berbentuk seperti tanah yang lembab, dan mortar segar yang plastis berbentuk seperti lumpur tebal. Namun karena kelecakan memegang peran penting dalam kualitas beton, kini kelecakan secara praktis diuji baik di lapangan maupun di laboratorium. Apabila kelecakan mortar baik, biasanya kekuatan tekan dan rekatnya berkurang. Uji kelecakan adukan mortar ini dilakukan dengan alat meja sebar.

Uji kelecakan mortar dilakukan pada masing-masing variasi komposisi campuran bahan susun mortar yang tujuannya adalah mencari dan menentukan faktor air semen (fas).

#### **2.6.5 Kuat Tekan Mortar**

Kuat tekan adalah kemampuan mortar untuk menahan gaya luar yang datang pada arah sejajar serat yang menekan mortar. Mortar yang digunakan untuk bahan bangunan harus mempunyai kekuatan terutama untuk pasangan dinding batu bata, pasangan batako atau pasangan dinding yang lainnya (Susilowati,A.dkk 1996, dalam M. Ibnu (2007)). Pasangan dinding menerima beban tekan yang diakibatkan oleh pengaruh dari atas, angin atau gaya samping lainnya.

Di Indonesia sampai sekarang belum ada persyaratan yang mengisyaratkan kekuatan adukan mortar, hanya untuk kondisi tertentu dianjurkan menggunakan jenis campuran tertentu pula. Beberapa negara sudah mencantumkan kekuatan adukan mortar. Menurut ASTM C 270 standar mortar berdasarkan kekuatannya dibedakan sebagai berikut :

#### **2.6.5.1 Mortar tipe M**

Mortar tipe M adalah adukan dengan kuat tekan yang tinggi, dipakai untuk dinding bata bertulang, dinding dekat tanah, pasangan pondasi, adukan pasangan pipa air kotor, adukan dinding penahan dan adukan untuk jalan. Kuat tekan minimumnya adalah  $175 \text{ kg/cm}^2$ .

#### **2.6.5.1 Mortar tipe N**

Mortar tipe N adalah adukan kuat tekan sedang, dipakai bila tidak disyaratkan menggunakan tipe M, tetapi diperlukan daya rekat tinggi serta adanya gaya samping. Kuat tekan minimumnya adalah  $124 \text{ kg/cm}^2$ .

#### **2.6.5.1 Mortar tipe S**

Mortar tipe S adalah adukan dengan kuat tekan sedang, dipakai untuk pasangan terbuka diatas tanah. Kuat tekan minimumnya adalah  $52,5 \text{ kg/cm}^2$ .

#### **2.6.5.1 Mortar tipe O**

Mortar tipe O adalah adukan dengan kuat tekan rendah, dipakai untuk konstruksi dinding yang tidak menahan beban yang lebih dari  $7 \text{ kg/cm}^2$  dan gangguan cuaca tidak berat. Kuat tekan minimumnya adalah  $24,5 \text{ kg/cm}^2$ .

### 2.6.5.1 Mortar tipe K

Mortar tipe K adalah adukan dengan kuat tekan rendah, dipakai untuk pasangan dinding terlindung dan tidak menahan beban, serta tidak ada persyaratan mengenai kekuatan. Kuat tekan minimumnya adalah  $5,25 \text{ kg/cm}^2$ .

## 2.7 Kuat Tarik Mortar

Kuat tarik adalah ukuran kuat mortar yang diakibatkan oleh suatu gaya yang cenderung untuk memisahkan sebagian mortar akibat tarikan. Uji kuat tarik dilakukan dengan membuat mortar dalam bentuk angka delapan. Benda uji ini setelah keras kemudian ditarik dengan benda uji "*cemen briquettes*". Nilai kuat tarik yang diperoleh dihitung dari besar beban tarik maksimum (N) dibagi dengan luas penampang yang terkecil ( $\text{mm}^2$ ) (( Tjokrodimuljo 1996, dalam M. Ibnu (2007)).

Menurut Soroushian dan Bayashi, (1987 dalam Sudarmoko (2000:4)) kelemahan struktur berbahan dasar beton/mortar adalah kuat tarik yang rendah sehingga akan segera retak jika mendapat tegangan tarik, terutama retak plastis akibat penyusutan pada waktu proses pengerasan. Untuk mencegah terjadinya retak pada mortar maka perlu dilakukan sesuatu untuk dapat meningkatkan kekuatannya dengan menambahkan berat semen dan bahan tambahan lain, baik yang bersifat kimiawi maupun fisikal pada adukan.

Penambahan bahan kimiawi pada umumnya bersifat menambah kemampuan dengan cara mempertinggi workabilitas sehingga rongga-rongga



yang berisi udara dapat dieliminir sekecil mungkin. Kecuali penambahan bahan kimiawi, peningkatan kualitas dapat dilakukan secara fisikal, yaitu dengan penambahan serat yang diharapkan dapat menambah kekuatan dalam segala arah sehingga dapat meningkatkan kuat lentur.

## 2.8 Kuat Rekat Mortar

Kuat lekat mortar adalah kemampuan mortar untuk melekat. Kuat rekat diperoleh dengan membagi beban tarik maksimum (kg) dengan kuat bidang lekat ( $\text{cm}^2$ ), dinyatakan dalam MPa atau  $\text{kg}/\text{cm}^2$ .

Uji rekatan mortar dilakukan dengan menggunakan dua buah batu bata merah. Bata pertama ditaruh dibawah bata kedua, dengan arah tegak lurus sedemikian rupa sehingga luas bidang lekat sebesar  $b \times b \text{ mm}^2$  dengan  $b$  adalah lebar bata. Kedua bata kemudian dilekatkan dengan mortar. Setelah mortar keras (berumur 28 hari) kemudian dilakukan pengujian dengan cara kedua bata diberi gaya tarik secara pelan-pelan dinaikkan sampai kedua bata terpisah.

## 2.9 Kajian Pustaka

Menurut Muh. Ibnu Budi Setyawan (2006), untuk kuat tekan mortar, kuat tekan tertinggi terjadi pada konsentrasi serbuk gergaji 0%, kemudian kuat tekan akan semakin menurun sampai pada konsentrasi serbuk gergaji 20%. Untuk mortar semen dengan substitusi berat pasir kuat tekan tertinggi sebesar

108,8 kg/cm<sup>2</sup> kuat tekan terendah sebesar 19,2 kg/cm<sup>2</sup>, kemudian untuk mortar semen dengan substitusi berat semen kuat tekan tertinggi sebesar 108,8 kg/cm<sup>2</sup> dan kuat tekan terendah sebesar 43,2 kg/cm<sup>2</sup>.

Pada hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa penambahan konsentrasi serbuk gergaji yang sama, kedua substitusi tersebut sama-sama mengalami penurunan kuat tekan tetapi penurunan yang tajam hanya terjadi pada substitusi berat pasir. Penurunan tajam tersebut terjadi karena berat serbuk gergaji sebagai substitusi berat pasir lebih besar beratnya sehingga semakin berat serbuk gergaji yang digunakan maka akan mengurangi ikatan pada butiran-butiran agregat.

Penyebab penurunan tersebut karena kadar zat ekstraktif dalam serbuk gergaji mempengaruhi terjadinya penurunan kekuatan pasta semen. Disamping itu serbuk gergaji merupakan butiran-butiran kayu yang memiliki sifat-sifat kimia (selulosa, hemiselulosa, lignin dan zat ekstraktif kayu) sehingga satu butir serbuk gergaji merupakan kumpulan sel-sel kayu dinding sel dibentuk oleh selulosa yang disatukan oleh zat perekat lignin yang memiliki kekuatan yang relatif lemah jika dibandingkan dengan selulosa, sehingga serbuk gergaji merupakan bahan yang terdiri dari partikel-partikel yang kuat tetapi tidak terikat dengan kuat.

Selain itu serbuk gergaji memiliki bentuk dan tekstur permukaan butiran-butiran agregat yang belum terdefiniskan dengan jelas. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa serbuk gergaji merupakan bahan dari alam yang memiliki

kekuatan yang berbeda-beda meskipun berasal dari batang pohon yang sama dan kekuatannya itu sangat bervariasi dalam batas-batas yang besar, sehingga sifat-sifat tersebut sulit diukur dengan baik dan pengaruhnya terhadap kekuatan mortar semen sulit diperiksa dengan teliti.

Faktor yang sangat besar memberikan kontribusi terhadap penurunan kekuatan mortar semen adalah sifat kimia kayu yaitu kandungan ekstraktif pada serbuk gergaji kayu jati. Pengerasan semen akan terhambat apabila bahan baku kayu yang berupa serbuk gergaji mempunyai kandungan ekstraktif yang tinggi. Agar proses pengerasan semen tidak terhambat menurut Kamil, (1970 dalam Ismeddiyanto (1998:27)) maksimum kandungan ekstraktif pada kayu adalah 1% gula, 2% tannin atau 3% minyak.

Menurut M. Ibnu Budi Setiyawan (2006), dalam penelitiannya bahwa kuat tarik mortar semen akan semakin menurun dengan bertambahnya kandungan serbuk gergaji dalam campuran. Kuat tarik tertinggi terjadi pada konsentrasi serbuk gergaji 0 %, kemudian kuat tarik akan semakin menurun sampai pada konsentrasi serbuk gergaji 20 %. Untuk substitusi berat pasir kuat tarik tertinggi sebesar  $71,86 \text{ kg/cm}^2$ . Kuat tarik terendah sebesar  $5,937 \text{ kg/cm}^2$ . Kemudian untuk substitusi berat semen kuat tarik tertinggi sebesar  $78,42 \text{ kg/cm}^2$  dan kuat tarik terendah sebesar  $24,56 \text{ kg/cm}^2$ .

Penurunan kuat tarik mortar semen terjadi pada saat penambahan berat serbuk gergaji yang relatif lebih besar. Penurunan kuat tarik mortar terjadi karena adanya perubahan faktor air semen yang terlalu besar sehingga

semakin banyak berat serbuk gergaji maka air yang digunakan semakin besar pula terbukti dari hasil perhitungan antara substitusi pasir dan substitusi semen. Dengan nilai fas melebihi angka 1 berarti serbuk gergaji yang digunakan akan semakin bertambah sejalan dengan bertambahnya air sehingga adukan mortar semen menjadi lebih berpori. Mortar yang berpori berarti kuat tariknya rendah.

Pemakaian serbuk gergaji sebagai bahan isian pada mortar semen, akan sangat mempengaruhi terhadap penurunan kuat tarik mortar semen yang dihasilkan. Seperti yang telah disebutkan di muka untuk mendapatkan tingkat pengerjaan yang sama untuk setiap adukan yang berbeda proporsi bahannya diperlukan penambahan fas sejalan dengan semakin besarnya kandungan serbuk gergaji dalam campuran. Hal ini disebabkan karena serbuk gergaji yang digunakan dalam adukan dengan kadar air 16,85 % masih akan menyerap air dari campuran karena sifatnya yang sangat higroskopis.

Selain sifat tersebut karena serbuk gergaji memiliki ukuran butiran yang lebih halus jika dibandingkan dengan pasir yaitu 2,165, maka penambahan kandungan serbuk gergaji dalam campuran akan menyebabkan ukuran butir agregat campuran menjadi lebih halus sehingga dibutuhkan air yang lebih banyak untuk melumasi campuran agregat yang memiliki permukaan yang lebih luas. Perubahan fas tersebut akan menjadikan adukan memiliki *workabilitas* yang sama dan memiliki nilai sebar yang berdasarkan ASTM D : C270 – 575 yaitu 70 % - 115%, akan tetapi apabila perubahan fas tersebut

berlebihan akan menyebabkan penurunan kuat tarik mortar semen. Kelebihan air yang tidak bereaksi dengan semen akan menguap atau tetap tinggal dalam mortar semen yang akan menyebabkan pasta semen memiliki pori-pori (*capillary pores*) lebih banyak sehingga akan menghasilkan bahan yang porous.

Berdasarkan penelitian M. Tri Wibowo (2007) tentang pengaruh penambahan trass muria terhadap kuat tekan, kuat tarik dan serapan air pada mortar, kuat tekan mortar optimum terjadi pada perbandingan campuran 0,21 trass : 1 PC : 5,92 Psr sebesar 116,81 kg/m<sup>2</sup> atau meningkat sebesar 61% dari mortar yang tidak ditambahkan trass yaitu pada perbandingan 0,0 trass : 1 PC : 5,92 psr sebesar 82,66 kg/cm<sup>2</sup>. Sedangkan kuat tekan terendah terjadi pada perbandingan campuran 0,53 trass : 1 PC : 5,92 psr yaitu sebesar 72,53 kg/cm<sup>2</sup>.

Menurut Muh. Ibnu Budi Setyawan (2006) pengaruh penambahan serbuk gergaji kayu jati pada mortar semen, untuk variasi kadar serbuk gergaji 0%, 5%, 10%, 15%, 20%. Nilai sebar yang dihasilkan mortar semen tanpa penambahan serbuk gergaji yaitu 103,5% dan terus menurun pada mortar semen dengan menggunakan kadar serbuk gergaji hingga 20% terhadap berat semen, dengan nilai sebar yang dihasilkan 96%.

Menurut Andoyo (2006), pengaruh penggunaan abu terbang (fly ash) terhadap kuat tekan dan serapan air menunjukkan bahwa pada prosentase abu terbang terhadap berat semen sebesar 10% dicapai kuat tekan mortar optimal

pada umur 56 hari yaitu  $100,72 \text{ kg/cm}^2$  dengan  $f_c' = 66,69 \text{ kg/cm}^2$  dengan kenaikan kuat tekan sebesar 65,37% dari kuat tekan semula. Sedangkan mortar yang hanya berbahan ikat semen portland dan kapur prosentase abu terbang sebesar 0% yang dianggap sebagai kelompok kontrol menunjukkan bahwa kuat tekan yang dicapai pada umur 56 hari sebesar  $59,89 \text{ kg/cm}^2$  dengan  $f_c' = 42,34 \text{ kg/cm}^2$ . Kuat tekan tersebut masih di bawah kuat tekan mortar berbahan tambah abu terbang dengan prosentase 20% =  $93,36 \text{ kg/cm}^2$  dengan  $f_c' = 62,16 \text{ kg/cm}^2$ , 30% =  $83,41 \text{ kg/cm}^2$  dengan  $f_c' = 55,17 \text{ kg/cm}^2$  dan 40% =  $70,12 \text{ kg/cm}^2$  dengan  $f_c' = 46,42 \text{ kg/cm}^2$ .

Kenaikan kuat tekan mortar pada penambahan abu terbang terjadi karena secara kimiawi abu terbang bersifat hidrolik yang bereaksi mengikat kapur bebas atau kalsium hidroksida  $[Ca(OH)_2]$  yang dilepaskan semen saat proses hidrasi. Reaksi kimia yang terjadi tersebut membuat kapur bebas yang semula adalah mortar udara mengeras bersama air dan abu terbang yang akhirnya mempengaruhi kekuatan tekan mortar. Kadar kalsium hidroksida akibat proses hidrasi yang berkurang karena adanya pengikatan yang terjadi dengan abu terbang menyebabkan porositas dan permeabilitas berkurang sehingga membuat mortar menjadi lebih padat dan lebih kuat.

Abu terbang yang butirannya lebih halus dari semen dalam mortar secara mekanik juga akan mempengaruhi kuat tekan mortar karena akan mengisi pori-pori yang ada dalam mortar sehingga menambah kedap dan

memudahkan pengerjaan, hal ini sesuai dengan pendapat Sofwan Hadi (2000) yang menyatakan bahwa abu terbang dapat menambah *workability* dan kualitas mortar dalam hal kekuatan dan kekedapan air. Kuat tekan mortar yang paling optimal didapatkan pada prosentase 10%.



## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1. Bahan Susun Mortar**

Bahan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Air

Air yang digunakan dalam penelitian diambil dari jaringan air bersih dari Laboratorium Bahan Jurusan Teknik Sipil Universitas Negeri Semarang.

2. Semen

Semen yang digunakan adalah semen portland type I.

3. Pasir

Pasir yang digunakan dalam penelitian adalah pasir Muntilan.

4. Serat Roving

Serat roving yang digunakan adalah serat yang biasa digunakan untuk bahan pembuat gypsum, dapat diperoleh di toko-toko bangunan.

5. Kapur

Kapur yang digunakan dalam penelitian ini adalah kapur yang biasa dipakai dalam campuran adukan mortar yaitu kapur aduk.



### 3.2. Alat Penelitian

Alat - alat yang digunakan dalam penelitian meliputi :

1. Ayakan

Ayakan dengan diameter berturut-turut 4,8 mm, 2,40 mm, 1,2 mm, 0,6 mm, 0,3 mm, 0,15 mm yang dilengkapi dengan tutup pan dan alat penggetar dengan merk Tatonas.

2. Timbangan

Timbangan dengan merk Radjin, kapasitas 5 kg digunakan untuk mengukur berat contoh mortar.

3. Gelas Ukur

Gelas ukur volume 250 ml digunakan pada pemeriksaan kandungan zat organis dalam pasir. Gelas ukur volume 50 ml, 100 ml, 250 ml, 1000 ml, digunakan untuk mengukur volume air yang dibutuhkan untuk adukan mortar semen dan juga untuk memeriksa karakteristik pasir.

4. Piknometer

Piknometer dengan kapasitas 500 gr digunakan untuk mencari berat jenis agregat halus.

5. Oven

Oven untuk mengeringkan bahan pada pemeriksaan bahan.

6. Bejana baja

Bejana baja dengan diameter 225 mm, tinggi 244 mm, digunakan untuk mengetahui berat satuan pasir dalam kondisi dipadatkan maupun tidak

dipadatkan dilengkapi dengan tongkat penumbuk panjang 60 cm, diameter 15 mm.

7. Desikator

Desikator, digunakan untuk mendinginkan bahan benda uji setelah dikeluarkan dari oven.

8. Mangkok dan sendok

Mangkok dan sendok digunakan untuk mengaduk pasta mortar.

9. Cetakan mortar

Cetakan kubus mortar dengan ukuran 50 mm x 50 mm x 50 mm yang digunakan untuk pengujian kuat tekan pada benda uji kubus dan cetakan seperti angka delapan dengan ukuran 75 mm x 50 mm x 25 mm yang digunakan untuk pengujian tarik.

10. Jangka sorong.

Jangka sorong, digunakan untuk mengukur semua dimensi benda uji

11. Mesin aduk beton

Mesin merk *The Creteanggle Multi Flow* dengan motor listrik, berkapasitas 60 liter, digunakan untuk mengaduk mortar segar.

12. Kerucut kronik

Kerucut kronik digunakan untuk menentukan kondisi jenuh kering muka (*Saturated Surface Dry*) pasir.

13. Alat uji tekan dan uji tarik

Alat uji tekan dan uji tarik yang digunakan adalah mesin uji desak (*Compression Tension Machine*) merk *indotest* dengan kapasitas kuat tekan 150 ton dengan kecepatan pembebanan 100 KN/ menit.

14. Meja sebar (*Flow Table*)

Meja sebar berfungsi untuk mengetahui konsistensi (keleccakan) adukan mortar sebelum dicetak. Meja sebar yang digunakan adalah *Compressive Of Hydraulic Mortar* buatan Tatonas. Meja sebar terdiri atas :

- a. Alas meja yang berbentuk lingkaran dan terbuat dari kuningan dengan diameter 300 mm dan ketebalan 20 mm.
- b. Kerucut kuningan yang mempunyai diameter atas 69,8 mm dan diameter bawah 102 mm dengan ketinggian 50,8 mm.
- c. Jangka sorong khusus yang terbuat dari kuningan dengan skala yang menunjukkan prosentase penyebaran adukan mortar.
- d. Penumbuk yang terbuat dari kuningan, yang digunakan untuk pemadatan mortar yang akan diuji didalam kerucut kuningan yang diletakkan di atas alas meja sebar.
- e. Kerucut kuningan yang mempunyai diameter atas 69,8 mm dan diameter bawah 102 mm dengan ketinggian 50,8 mm.
- f. Jangka sorong khusus yang terbuat dari kuningan dengan skala yang menunjukkan prosentase penyebaran adukan mortar.

- g. Penumbuk yang terbuat dari kuningan, yang digunakan untuk pemadatan mortar yang akan diuji didalam kerucut kuningan yang diletakkan di atas alas meja sebar.

### 3.3. Variabel Penelitian

Variabel adalah segala sesuatu yang akan menjadi obyek pengamatan penelitian. Variabel juga dapat diartikan sebagai faktor-faktor yang berperan penting dalam peristiwa atau gejala yang akan diteliti. Variabel dalam penelitian ini adalah dalam tabel berikut :

Tabel .3.1 : Variabel Penelitian

Kode Sampel	Komposisi Campuran (satuan dalam volume)				Macam Pengujian dan Jumlah Benda Uji		
	Serat	Kapur	Semen	Pasir	Kuat Tekan	Kuat Tarik	Kuat Rekat
A	0	0,5	0,5	8	5	5	5
B	0,1	0,5	0,5	8	5	5	5
C	0,2	0,5	0,5	8	5	5	5
D	0,3	0,5	0,5	8	5	5	5
E	0,4	0,5	0,5	8	5	5	5

Keterangan : - Perhitungan kebutuhan untuk setiap komposisi campuran menggunakan perbandingan volume.  
- Fas sesuai dengan kelecakan mortar hasil uji sebar.

### 3.4. Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Bahan Bangunan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang. Adapun tahap-tahap pelaksanaan penelitian meliputi tahap persiapan, tahap perhitungan

kebutuhan bahan susun adukan mortar semen, tahap pembuatan benda uji, perawatan dan pelaksanaan pengujian.

### 3.4.1. Tahap Persiapan

Tahap persiapan bahan dan peralatan meliputi :

#### 3.4.1.1 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Air
- b. Semen
- c. Agregat
- d. Serat *roving*
- e. Batu bata merah

#### 3.4.1.2 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Ayakan
- b. Timbangan
- c. Baskom dan cawan
- d. Piknometer
- e. Oven
- f. Cetakan mortar
- g. Bejana baja
- h. Desikator

- i. Jangka sorong.
- j. Mesin aduk beton
- k. Alat uji tekan dan uji tarik
- l. Meja sebar ( *Flow Table* )

### 3.4.2. Tahap Pengujian Bahan

Untuk mengetahui karakteristik dari bahan penyusun mortar dengan bahan tambah serat *roving*, perlu diteliti bahan penyusunnya, dalam hal ini bahan penyusun yang diteliti adalah pasir. Pengujian bahannya adalah sebagai berikut :

#### 3.4.2.1 Pemeriksaan Berat Jenis Pasir

Langkah- langkah pemeriksaan berat jenis pasir adalah sebagai berikut :

- a) Mengkeringkan pasir dalam tungku pemanas (oven) dengan suhu 110° C sampai beratnya tetap, selanjutnya pasir didinginkan pada suhu ruang kemudian rendam pasir dalam air selama 24 jam.
- b) Setelah 24 jam air rendaman dibuang dengan hati-hati agar butiran pasir tidak terbuang. Pasir dibiarkan di atas nampan dan di keringkan sampai keadaan jenuh kering muka. Untuk pemeriksaan jenuh kering muka dilakukan dengan memasukkan pasir pada kerucut terpancung dan dipadatkan dengan menumbuk sebanyak 25 kali. Pada saat kerucut diangkat pasir runtuh tetapi masih berbentuk kerucut.
- c) Masukkan pasir kedalam piknometer sebanyak 500 gr (W0) kemudian

masukkan air dalam piknometer hingga mencapai 90% volume piknometer, putar dan guling-gulingkan piknometer sampai tidak terlihat gelembung udara didalamnya..

- d) Merendam piknometer dalam air dan ukur suhu air untuk penyesuaian perhitungan dengan suhu standar 25°C.
- e) Menambahakan air sampai tanda batas kemudian ditimbang ( $W_1$ ).
- f) Pasir dikeluarkan dan dikeringkan dalam oven dengan suhu 110° C sampai beratnya tetap kemudian didinginkan dalam desikator. Kemudian pasir ditimbang ( $W_2$ ).
- g) Piknometer dibersihkan lalu diisi air sampai penuh kemudian ditimbang ( $W_3$ ).

#### 3.4.2.2 Pemeriksaan Gradasi Pasir

Tujuan untuk mengetahui variasi diameter butiran pasir dan modulus kehalusan pasir. Alat yang digunakan yaitu satu set ayakan 4,8 mm, 2,4 mm, 1,2 mm, 0,6 mm, 0,3 mm, 0,15 mm, timbangan, alat penggetar.

Langkah-langkah pemeriksaan gradasi pasir adalah sebagai berikut :

- a) Mengeringkan pasir dalam oven dengan suhu 110° C sampai beratnya tetap.
- b) Mengeluarkan pasir dalam oven didinginkan dalam desikator selama 3 jam.

- c) Menyusun ayakan sesuai dengan urutannya, ukuran terbesar diletakkan paling atas yaitu : 4,8 mm, 2,4 mm, 1,2mm, 0,6 mm, 0,3 mm, 0,15mm.
- d) Memasukkan pasir dalam ayakan paling atas, tutup dan diayak dengan cara digetarkan selama 10 menit kemudian pasir didiamkan selama 5 menit agar pasir tersebut mengendap.
- e) Pasir yang tertinggal dalam masing-masing ayakan ditimbang beserta wadahnya.
- f) Gradasi pasir yang diperoleh dengan menghitung komulatif prosentase butir-butir pasir yang lolos pada masing-masing ayakan. Nilai modulus halus butir pasir dihitung dengan menjumlahkan prosentase komulatif butir yang tertinggal kemudian dibagi seratus.

#### 3.4.2.3 Semen Portland

Dalam penelitian ini, pemeriksaan semen hanya dilakukan dengan pemeriksaan visual. Semen diamati warna dan kehalusan butirnya, kemudian jika terdapat gumpalan maka gumpalan semen tersebut dihancurkan sehingga butirannya benar-benar halus.

#### 3.4.2.4 Kapur

Pemeriksaan terhadap kapur dilakukan pemeriksaan secara visual. Kapur diamati warna dan kehalusan butirnya, kemudian jika terdapat



gumpalan maka gumpalan kapur tersebut dihancurkan sehingga butirannya benar-benar halus.

#### 3.4.2.5 Air

Pemeriksaan terhadap air dilakukan secara visual yaitu air harus bersih, tidak mengandung lumpur, minyak dan garam sesuai dengan persyaratan air untuk minum. Air yang digunakan dalam penelitian ini adalah air dari Laboratorium Bahan Bangunan Jurusan Teknik Sipil Universitas Negeri Semarang.

### 3.4.3. Tahap Pembuatan Benda Uji Mortar

#### 3.4.3.1 Perhitungan dan Penimbangan Bahan Susun Mortar

Dalam tahap ini semua bahan dihitung dan kemudian ditimbang sesuai kebutuhan dari masing-masing komposisi campuran yaitu semen portland, kapur, pasir, *serat roving* dan air. Perbandingan komposisi campuran dari bahan susun mortar adalah menggunakan perbandingan volume.

#### 3.4.3.2 Pembuatan Pasta Mortar

Langkah-langkah dalam pembuatan pasta mortar adalah sebagai berikut :

- a. Setelah masing-masing bahan ditimbang, bahan kemudian diaduk dalam keadaan kering hingga homogen dalam bak adukan. Langkah ini dilakukan agar pencampuran bahan-bahan tersebut bisa lebih mudah

dan merata sehingga diharapkan mendapat hasil yang merata.

- b. Tuangkan air ke dalam bak adukan dengan merata, kemudian aduk hingga didapatkan adukan yang merata.
- c. Diamkan selama kurang lebih 1 menit, di dalam bak adukan, kemudian aduk kembali hingga benar-benar tercampur merata.

#### 3.4.3.3 Uji Sebar Pasta Mortar

Syarat diameter rata-rata ( $d_r$ ) dari hasil uji sebar adalah  $1 \pm 1,15$  kali diameter semula ( $d_s$ ). Diameter cincin meja uji sebar adalah 100 mm, jadi diameter rata-rata maksimum yang diijinkan adalah 115 mm. Langkah-langkah-langkah dalam uji sebar mortar adalah sebagai berikut:

- a) Setelah pasta mortar sudah diaduk dan siap digunakan, siapkan alat uji sebar mortar.
- b) Letakkan cincin sebar di atas meja sebar, lalu isi dengan pasta mortar hingga kurang lebih  $\frac{1}{2}$  dari cincin, padatkan dengan alat pemadat kurang lebih 20 kali tumbukan. Pengisian dilakukan dalam 2 lapis, setiap lapis harus dipadatkan.
- c) Ratakan permukaan atas mortar dalam cincin sebar dan bersihkan mortar yang menempel pada sisi luar cincin dan pada meja sebar.
- d) Angkat cincin sebar perlahan-lahan sehingga di atas meja sebar terbentuk kerucut terpancung.
- e) Meja sebar digetarkan sebanyak 25 kali selama 15 detik dengan tinggi

jatuh meja  $\frac{1}{2}$  inchi atau 12,7 mm.

- f) Ukur diameter bawah mortar di atas meja sebar, minimal dari 4 arah yang berbeda, lalu hitung diameter rata-rata (dr) mortar.
- g) Jika hasil diameter rata-rata mortar lebih dari 115 mm, maka pengujian diulangi dengan menambah atau mengurangi pemakaian air dalam mortar.

#### 3.4.3.4 Pembuatan Benda Uji Mortar

Setelah pembuatan adukan mortar selesai dilakukan tahap selanjutnya adalah pembuatan benda uji mortar. Langkah pembuatan benda uji mortar adalah sebagai berikut:

- a) Mengaduk kembali mortar yang ada didalam mangkok dengan sendok pengaduk selama 15 menit.
- b) Memasukkan mortar kedalam cetakan kubus, pengisian cetakan dilakukan sebanyak 2 lapis dan setiap lapis dipadatkan 32 kali. Pencetakan kubus mortar harus sudah dimulai paling lama  $2 \frac{1}{2}$  menit setelah pengadukan.
- c) Meratakan permukaan kubus mortar dengan menggunakan sendok perata.
- d) Setelah itu cetakan dibuka dan mortar dibiarkan selama 24 jam.
- e) Mengumpulkan kubus - kubus mortar untuk disimpan di tempat tertentu untuk masa perawatan benda uji.

### 3.4.4. Perawatan Benda Uji Mortar

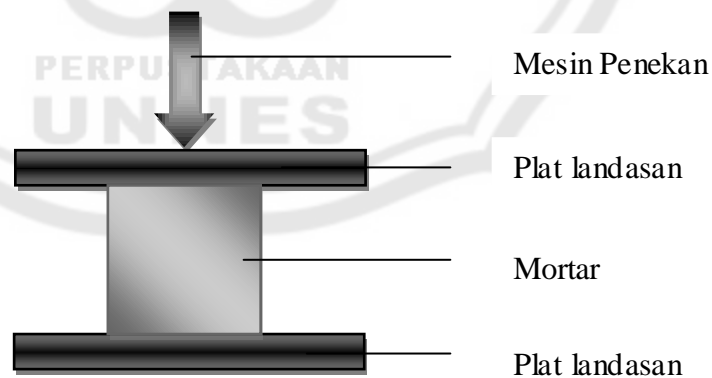
Benda uji mortar yang telah berumur 24 jam, cetakan mortar dilepas dan benda uji diberi tanda, kemudian benda uji direndam dalam kolam perendaman selama 14 hari. Setelah proses tersebut, benda uji dikeluarkan dari dalam air dan diletakkan pada tempat yang lembab sampai berumur 28 hari.

### 3.4.5. Pengujian Mortar

#### 3.4.5.1 Pengujian Kuat Tekan Mortar

Langkah-langkah pengujian tekan kubus mortar adalah sebagai berikut :

- a) Masing-masing benda uji diukur panjang, lebar, tingginya dan ditimbang beratnya serta hitung luas bidang tekannya ( $A$ )
- b) Letakkan benda uji pada mesin uji tekan secara simetris, Jalankan mesin tekan dengan penambahan berat yang konstan. Perhatikan jarum manometer yang menunjukkan kenaikan kuat tekan yang terjadi.



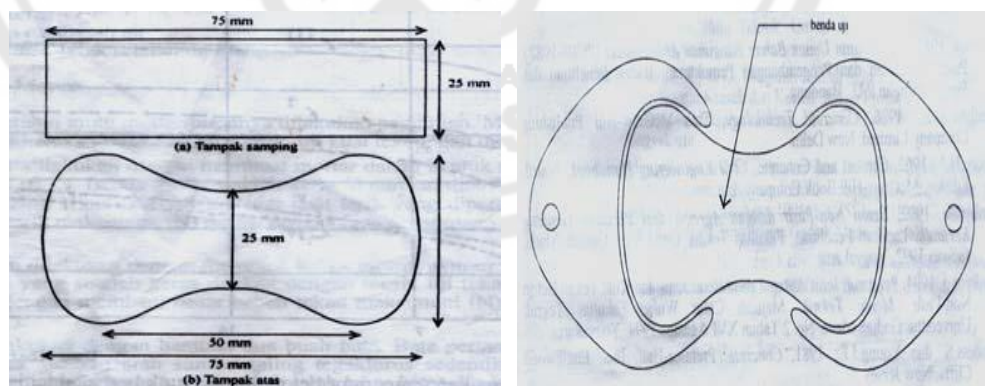
Gambar 3.1 Pengujian Kuat Tekan Mortar

- c) Jalankan mesin tekan dengan penambahan berat yang konstan. Perhatikan jarum manometer yang menunjukkan kenaikan kuat tekan yang terjadi.
- d) Lakukan pembebanan sampai benda uji hancur (beban maksimum), kemudian baca beban maksimum yang dapat ditahan benda uji dengan melihat jarum manometer.

#### 3.4.5.2 Pengujian Kuat Tarik Mortar

Pengujian kuat tarik mortar dilakukan pada saat mortar telah berumur 28 hari. Langkah - langkah pengujian kuat tarik mortar adalah sebagai berikut :

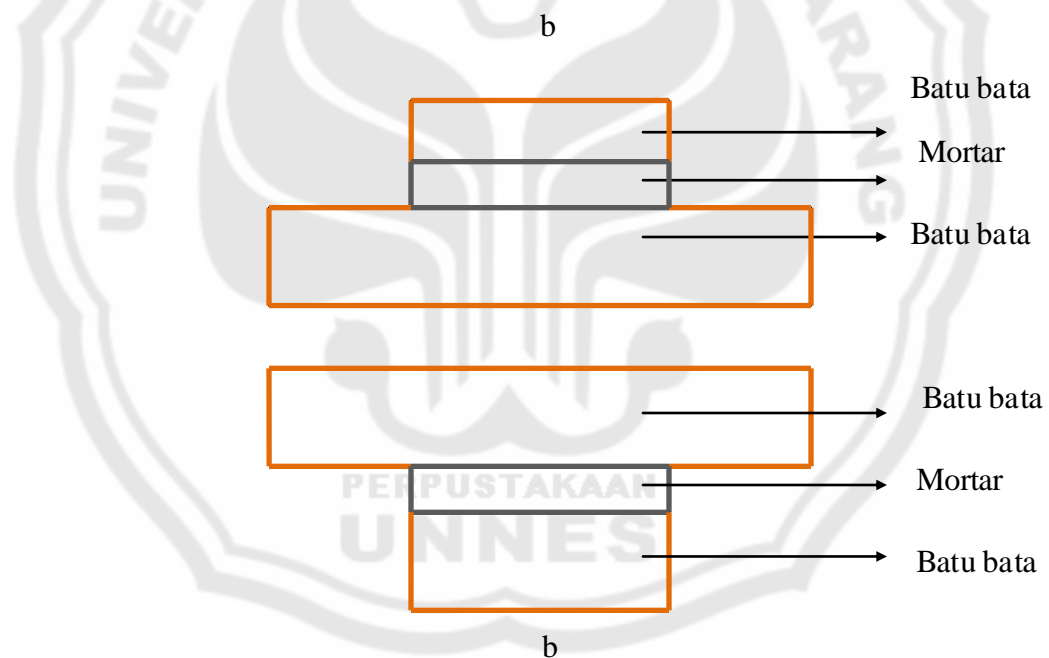
- a) Membuat mortar seperti angka delapan dengan 5 buah benda uji untuk masing-masing variasi
- b) Setelah mortar berumur 28 hari dilakukan pengujian tarik dengan alat uji *Cement Briquettes*.



Gambar 3.2 Benda uji kuat tarik mortar

### 3.4.5.3 Pengujian Kuat Rekat Mortar

Uji kuat lekat dilakukan dengan bantuan dua buah bata merah. Bata merah pertama ditaruh di bawah bata merah kedua, dengan arah sumbu saling tegak lurus sedemikian rupa sehingga luas bidang lekat sebesar  $b \times b \text{ cm}^2$  ( $b$  ialah lebar bata merah). Kedua bata tersebut direkatkan dengan mortar. Setelah mortar keras kemudian kedua bata merah dibelah dengan gaya tarik yang secara pelan-pelan dinaikkan sampai kedua bata merah terpisahkan. Kuat rekat diperoleh dengan membagi beban tarik maksimum (N) dengan luas bidang lekat ( $\text{mm}^2$ ).



Gambar 3.3 Benda uji kuat rekat mortar

### 3.4.6. Analisis Data

Analisi data meliputi :

#### a. Berat Jenis Pasir

$$\text{Bulk Specific Gravity} = \frac{W_2}{W_1 + W_0 - W_3} \dots\dots\dots(3-1)$$

$$\text{Bulk Specific Gravity SSD} = \frac{W_0}{W_1 + W_0 - W_3} \dots\dots\dots(3-2)$$

$$\text{Apperent Specific Gravity} = \frac{W_2}{W_1 + W_2 - W_3} \dots\dots\dots(3-3)$$

Dimana,

$W_3$  = Berat piknometer berisi pasir dan air (gram)

$W_2$  = Berat pasir setelah kering oven (gram)

$W_1$  = Berat piknometer berisi air (gram)

$W_0$  = Berat pasir 500 gram dalam keadaan kering permukaan  
(gram)

#### b. Berat Satuan Pasir

$$\text{Berat Satuan Pasir} = \frac{W_1 - W_2}{V} \dots\dots\dots(3-5)$$

Dimana,

$W_1$  = Berat gelas ukur (gram)

$W_2$  = Berat pasir dan gelas ukur (gram)

$V$  = Volume pasir (ml)

## c. Kuat Tekan Mortar

$$f_c = \frac{P}{A} \dots\dots\dots(3-6)$$

Dimana,

$f_c$  = kuat tekan mortar (kg/cm<sup>2</sup>)

P = beban maksimum (kg)

A = luas penampang mortar (cm<sup>2</sup>)

## d. Kuat Tarik Mortar

$$f_{trk} = \frac{P}{A} \dots\dots\dots(3-7)$$

Dimana,

$f_{trk}$  = kuat tarik mortar (kg/cm<sup>2</sup>)

P = beban maksimum (kg)

A = luas penampang mortar (cm<sup>2</sup>)

## e. Kuat Rekat Mortar

$$f_{rkt} = \frac{P}{A} \dots\dots\dots(3-8)$$

Dimana,

$f_{rkt}$  = kuat rekat mortar (kg/cm<sup>2</sup>)

P = beban maksimum (kg)

A = luas penampang mortar (cm<sup>2</sup>)



## **BAB IV**

### **HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1. Hasil Pemeriksaan Bahan Susun Mortar**

##### **4.1.1 Air**

Pemeriksaan terhadap air dilakukan secara visual yaitu air harus bersih, jernih, tidak berwarna, tidak kotor, dan tidak berbau. Hasil pemeriksaan menunjukkan bahwa air dari Laboratorium Struktur dan Bahan Jurusan Teknik Sipil Universitas Negeri Semarang dalam kondisi tidak berwarna dan tidak berbau, sehingga dapat digunakan karena telah memenuhi syarat sesuai yang tercantum pada SKSNI S-04-1989- F.

##### **4.1.2 Semen Portland**

Semen yang digunakan adalah semen portland jenis I merk semen Gresik dengan kemasan 50 kg/zak. Semen yang digunakan saat penelitian tidak menggumpal dan dalam keadaan kering sehingga semen layak digunakan sebagai bahan penelitian.

### 4.1.3 Pasir

Pasir yang digunakan dalam penelitian ini adalah pasir Muntilan yang didapatkan dari toko bangunan terdekat dengan laboratorium tempat dilaksanakannya penelitian. Pasir Muntilan digunakan dalam penelitian ini karena secara umum mutu pasir tersebut memenuhi syarat untuk dapat digunakan sebagai bahan bangunan, walaupun demikian tetap perlu diadakan pemeriksaan mengenai mutu pasir tersebut. Berikut ini adalah hasil pemeriksaan yang dilakukan.

#### a. Gradasi Pasir

Hasil pemeriksaan pasir Muntilan bahwa modulus kehalusan pasir adalah 2,79 sehingga telah memenuhi syarat yang ditetapkan dalam SK SNI – S – 04 – 1989 – F yakni dengan modulus halus 1,50 sampai 3,80. Tabel hasil uji gradasi pasir muntilan dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Syarat batas gradasi pasir dan hasil uji gradasi pasir Muntilan.

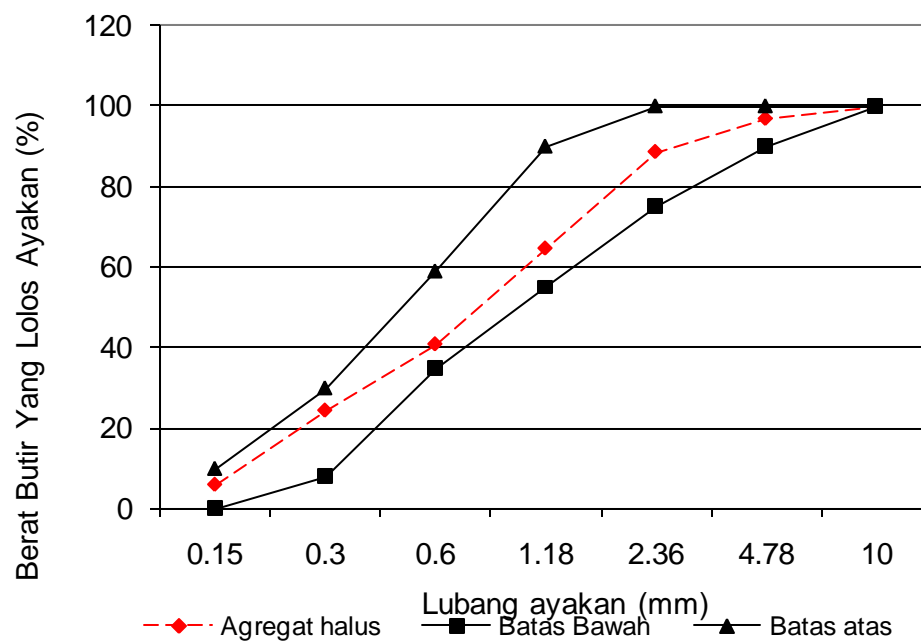
Lubang ayakan (mm)	Berat tertahan (gram)	Persentase berat tertahan (%)	Berat komulatif tertahan (%)	Berat komulatif lolos (%)
10	0	0	0	100,00
4,8	31,67	3,17	3,17	96,83
2,4	82,47	8,25	11,41	88,59
1,2	240,17	24,02	35,43	64,57
0,6	238,20	23,82	59,25	40,75
0,3	164,93	16,49	75,74	24,26
0,15	184,50	18,45	94,19	5,81
sisia	58,07	5,81		
Jumlah	1000	100	279,1967	

$$\text{Modulus Halus Butir (MHB)} = 279,196/100 = 2,79$$

Keterangan :

- Zona I = Pasir Kasar
- Zona II = Pasir Agak Kasar
- Zona III = Pasir Halus
- Zona IV = Pasir Agak Halus

Hasil pemeriksaan gradasi pasir Muntilan menunjukkan bahwa pasir masuk dalam kategori sebagai pasir agak kasar (zone 2) sebagaimana ditunjukkan pada grafik 4.1 berikut :



Grafik 4.1. Hasil uji gradasi Pasir Muntilan

#### b. Berat jenis pasir

Pemeriksaan berat jenis pasir dilakukan dengan dua sample yaitu terhadap sample I dan sample II. Dari hasil pemeriksaan diperoleh berat

jenis rata-rata dari kedua sample adalah 2,56 gram/cm<sup>3</sup>. Berat jenis pasir yang diperiksa termasuk dalam agregat normal yaitu antara 2,5 sampai 2,7, sehingga pasir yang diperiksa tersebut masih memenuhi syarat sebagai bahan susun mortar (Tjokrodimulyo, 2007).

c. Berat Satuan Pasir

Penelitian berat satuan terhadap pasir Muntilan yang dilakukan di Laboratorium Struktur dan Bahan Jurusan Teknik Sipil Universitas Negeri Semarang diperoleh hasil yaitu besarnya berat satuan pasir Muntilan yang dilakukan dengan pemadatan sebesar 1,66 gram/cm<sup>3</sup>, dan besarnya berat satuan pasir Muntilan yang diperiksa tanpa pemadatan sebesar 1,44 gram/cm<sup>3</sup>.

#### 4.1.4 Kapur

Kapur yang digunakan dalam penelitian ini adalah kapur yang biasa dipakai dalam campuran adukan mortar yaitu kapur aduk. Pemeriksaan terhadap berat jenis kapur tidak dilakukan, hal ini dikarenakan pada penelitian Andoyo tentang pengaruh penggunaan abu terbang (*Flay Ash*) terhadap kuat tekan dan serapan air pada mortar telah didapat berat jenis kapur sebesar 2,068. Sehingga peneliti tidak perlu lagi menguji hasil pemeriksaan terhadap berat jenis kapur.

#### 4.2 Hasil Pengujian Nilai Sebar dan Nilai Faktor Air Semen (Fas)

Sebelum adukan mortar dicetak, terlebih dahulu adukan mortar diperiksa nilai sebar nya. Nilai sebar yang disyaratkan pada penelitian ini berdasarkan ASTM D : C 270 – 575 yaitu 70% - 115% dan berdasarkan pengujian di lapangan yaitu 95 % - 103,70 %. Pemeriksaan nilai sebar yang disyaratkan akan diperoleh nilai faktor air semen (fas) yang sesuai. Nilai sebar yang diperoleh pada setiap adukan mortar diperlihatkan pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil Pemeriksaan Uji Sebar Mortar.

Komposisi Campuran	Diameter Uji Sebar Rata-rata (cm)				Diameter Rata-rata (dr)	% dr	Diameter Maksimal (cm) 100%	Nilai fas
	D1	D2	D3	D4				
8 Ps : 0,5 Pc : 0,5 Kpr	12,00	11,40	11,80	12,50	11,93	103,70	11,5	1,10
8 Ps : 0,5 Pc : 0,5 Kpr : 0,1 SR	11,00	11,50	12,00	11,90	11,60	100,87	11,5	1,10
8 Ps : 0,5 Pc : 0,5 Kpr : 0,2 SR	11,00	11,50	11,50	11,20	11,30	98,26	11,5	1,15
8 Ps : 0,5 Pc : 0,5 Kpr : 0,3 SR	11,00	11,50	10,80	11,00	11,08	96,30	11,5	1,15
8 Ps : 0,5 Pc : 0,5 Kpr : 0,4 SR	10,30	11,20	11,20	11,00	10,93	95,00	11,5	1,20

Berdasarkan data tabel 4.2 hasil pemeriksaan menunjukkan bahwa prosentase diameter rata-rata (dr) adalah antara 95 % sampai dengan 103,70 % dan penggunaan nilai fas antara 1,10 sampai dengan 1,20, itu artinya data hasil pemeriksaan uji sebar yang telah dilakukan telah memenuhi syarat karena

prosentase rata-rata uji sebar berada pada daerah antara 70% - 115%. Pengamatan visual dari hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa pada prosentase diameter rata-rata (dr) sebesar 95 % sampai 103,70 % mortar cukup mudah untuk dikerjakan (tidak terlalu encer dan tidak terlalu kering).

### 4.3 Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar

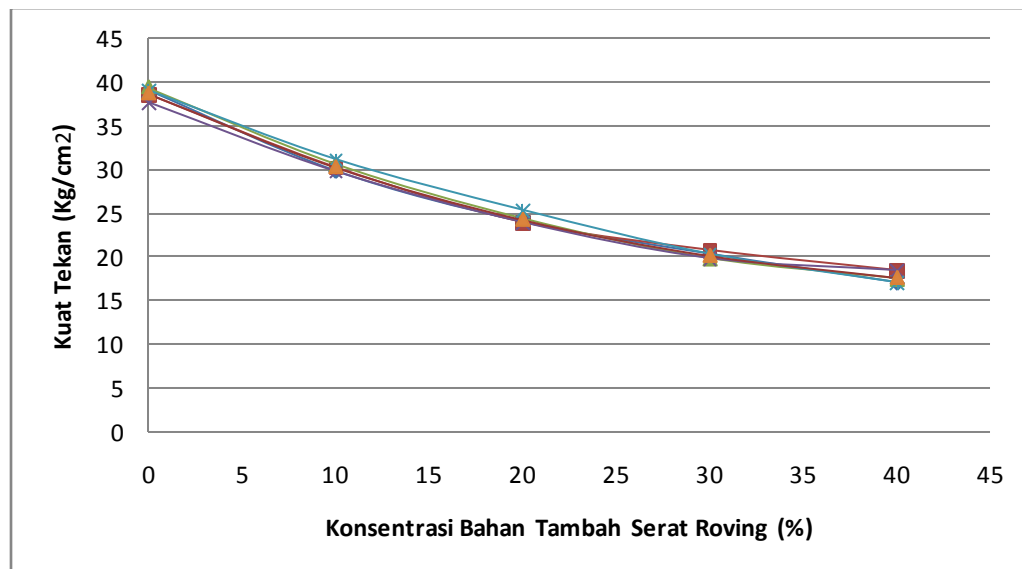
Uji kuat tekan mortar dilaksanakan setelah mortar mengalami perawatan hingga berumur 28 hari. Pengujian kuat tekan dilaksanakan setelah terlebih dahulu mengukur dimensi masing-masing sisi dari kubus mortar dengan 5 buah benda uji untuk setiap kadar serat roving yang akan diuji. Pengujian benda uji menggunakan mesin uji desak (*Compression Tension Machine*) merk *Indotest*. Hasil pengujian kuat tekan pada umur 28 hari dengan bahan tambah serat roving dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 : Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar Pada Umur 28 hari

Benda Uji	Komposisi Campuran	Kode Sampel	Faktor Air Semen	Kuat Tekan (kg/cm <sup>2</sup> )	Kuat Tekan Rata - rata (kg/cm <sup>2</sup> )	Mortar Tipe Adukan
I	0,5 Pc : 0,5 Kp : 0 SR : 8 Psr	a1	1.10	39.008	38.748	O
		a2	1.10	39.440		O
		a3	1.10	38.575		O
		a4	1.10	39.008		O
		a5	1.10	37.708		O
II	0,5 Pc : 0,5 Kp : 0,1 SR : 8 Psr	b1	1.10	30.254	30.342	O
		b2	1.10	29.810		O
		b3	1.10	30.697		O
		b4	1.10	31.140		O
		b5	1.15	29.810		O
III	0,5 Pc : 0,5 Kp :	c1	1.15	23.974	24.337	K

	0,2 SR : 8 Psr	c2	1.15	24.428		K
		c3	1.15	23.974		K
		c4	1.15	23.974		K
		c5	1.15	25.332		K
IV	0,5 Pc : 0,5 Kp : 0,3 SR : 8 Psr	d1	1.15	19.851	20.220	K
		d2	1.15	20.313		K
		d3	1.15	20.313		K
		d4	1.15	20.774		K
		d5	1.15	19.851		K
V	0,5 Pc : 0,5 Kp : 0,4 SR : 8 Psr	e1	1.20	18.458	17.709	K
		e2	1.20	17.054		K
		e3	1.20	17.054		K
		e4	1.20	17.523		K
		e5	1.20	18.458		K

Data yang diperoleh dari penelitian kuat tekan mortar diplotkan dalam bentuk grafik. Hubungan kuat tekan mortar dengan konsentrasi serat roving pada umur 28 hari dapat dilihat pada grafik 4.2.



Grafik 4.2. Hubungan Kuat Tekan Mortar Dengan Konsentrasi Serat Roving

Dari grafik 4.2 terlihat bahwa kuat tekan mortar dengan berbahan pengikat campuran semen dan kapur akan semakin menurun dengan bertambahnya kandungan serat roving dalam campuran. Kuat tekan rata-rata tertinggi terjadi pada konsentrasi serat roving 0% yaitu  $38,748 \text{ kg/cm}^2$ , kemudian kuat tekan akan semakin menurun sampai pada konsentrasi serat roving 40% yaitu  $17,709 \text{ kg/cm}^2$ . Sedangkan prosentase serat roving sebesar 0% yang dianggap sebagai kelompok kontrol menunjukkan bahwa kuat tekan rata-rata yang dicapai pada umur 28 hari sebesar  $38,748 \text{ kg/cm}^2$ .

Kuat tekan mortar berbahan pengikat campuran semen dan kapur dengan penambahan serat roving akan mengalami penurunan dengan semakin banyaknya konsentrasi serat roving yang digunakan. Faktor penyebab penurunan tersebut salah satunya adalah pasta semen. Pasta semen dalam mortar berfungsi untuk merekatkan butir-butir agregat, pasta semen akan berfungsi secara maksimal jika seluruh pori antar butir-butir agregat terisi penuh dengan pasta semen, serta seluruh permukaan butir agregat terselimuti pasta semen (Tjokrodimulyo, 2007).

Penggunaan serat roving yang semakin banyak pada setiap konsentrasinya membuat pasta semen tidak dapat berfungsi secara maksimal karena salah satu sifat serat roving itu sendiri adalah kurang mampu menyerap air semen, sehingga pasta semen tidak dapat meresap ke dalam serat secara menyeluruh. Jika penggunaan serat roving semakin bertambah maka pasta tidak cukup untuk mengisi pori-pori serat dan tidak seluruh permukaan serat



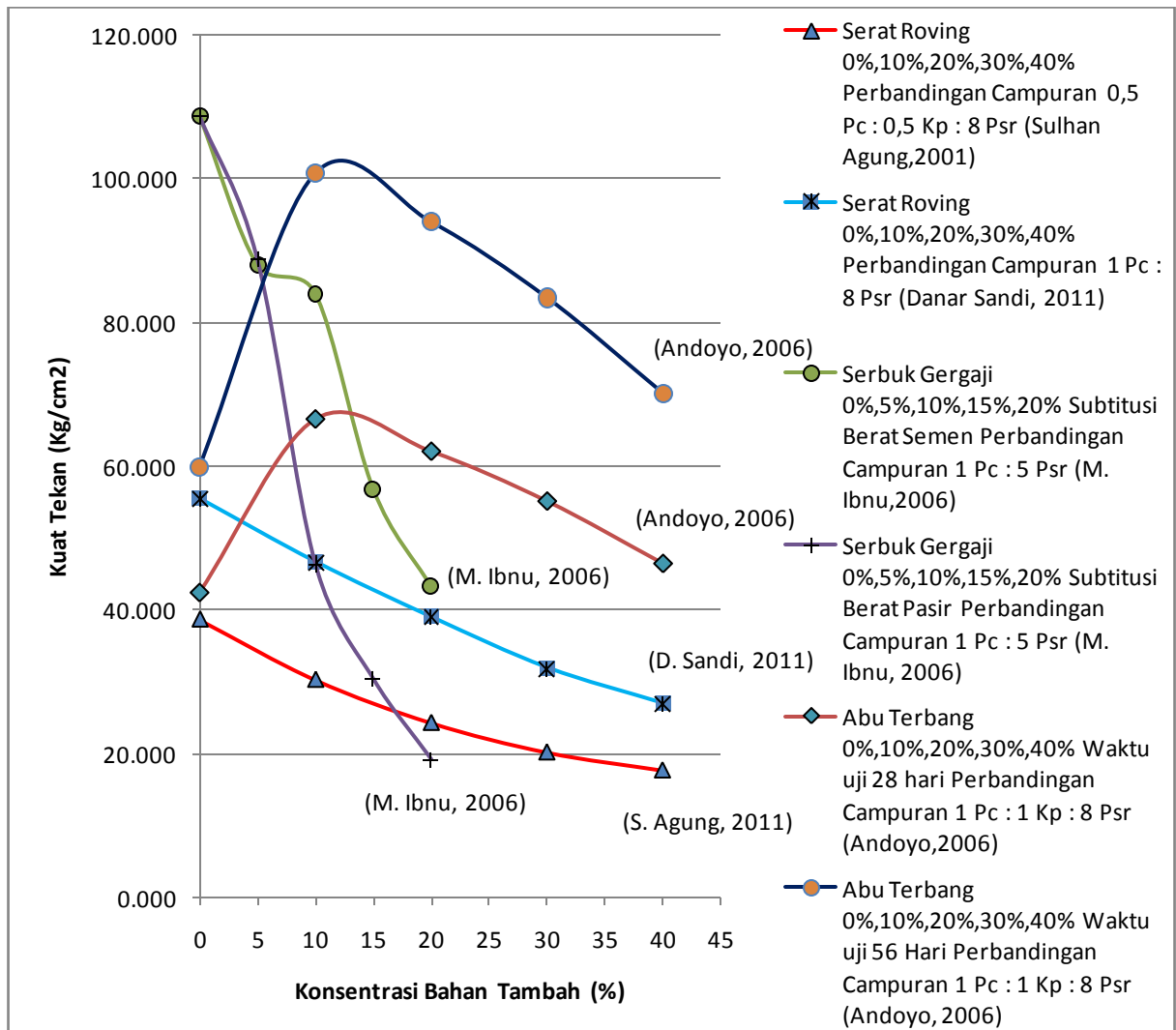
terselimuti oleh pasta semen, sehingga rekatan antara serat dan pasta menjadi kurang kuat dan akan berakibat kuat tekan mortar menjadi rendah.

Faktor penyebab lain yang berperan dalam penurunan kuat tekan mortar adalah karena nilai berat jenis serat roving yang relatif rendah yaitu sebesar 0,364. Karena secara umum berat jenis sebanding dengan kuat tekan. Artinya, jika bahan memiliki berat jenis yang rendah maka kuat tekan bahan juga akan menjadi rendah. Hal ini berarti seolah-olah beton menjadi *porous* (berpori). Beton yang berpori akan mengakibatkan nilai kuat tekan menjadi rendah.

Penurunan kuat tekan juga dapat diakibatkan oleh penggunaan fas yang semakin besar. Untuk kemudahan pelaksanaannya, semakin tinggi konsentrasi serat roving yang diperlukan, maka semakin tinggi pula jumlah fas yang digunakan. Penggunaan jumlah fas yang semakin tinggi akan mengakibatkan kuat tekan mortar menjadi rendah.

Dari penelitian yang dilakukan, hubungan kuat tekan terhadap fas tidak diteliti lebih lanjut, karena fungsi dari mortar bukan untuk bahan struktur.

Bila dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh M. Ibnu (2006), Andoyo (2006), dan Danar Sandi (2011) secara umum bentuk grafik kuat tekan mortar dari hasil penelitian memiliki kecenderungan yang berbeda. Grafik hubungan kuat tekan mortar dengan konsentrasi bahan tambah lain pada umur 28 hari dapat dilihat pada grafik 4.3.



Grafik 4.3. Hubungan Kuat Tekan Mortar Dengan Konsentrasi Bahan Tambah

Dari hasil penelitian Sulhan Agung (2011) terlihat bahwa kuat tekan mortar dengan berbahan pengikat campuran semen dan kapur akan semakin menurun dengan bertambahnya kandungan serat roving dalam campuran. Kuat tekan rata-rata tertinggi terjadi pada konsentrasi serat roving 0% yaitu 38,748 Kg/cm<sup>2</sup>, kemudian kuat tekan akan semakin menurun sampai pada konsentrasi

serat roving 40% yaitu 17,709 Kg/cm<sup>2</sup>. Sedangkan prosentase serat roving sebesar 0% yang dianggap sebagai kelompok kontrol menunjukkan bahwa kuat tekan rata-rata yang dicapai pada umur 28 hari sebesar 38,748 Kg/cm<sup>2</sup>.

Dari hasil penelitian Danar Sandi (2011) terlihat bahwa kuat tekan mortar semen akan semakin menurun dengan bertambahnya kandungan serat roving dalam campuran. Kuat tekan rata-rata tertinggi terjadi pada konsentrasi serat roving 0% yaitu 55,558 kg/cm<sup>2</sup>, kemudian kuat tekan akan semakin menurun sampai pada konsentrasi serat roving 40% yaitu 26,952 Kg/cm<sup>2</sup>. Sedangkan prosentase serat roving sebesar 0% yang dianggap sebagai kelompok kontrol menunjukkan bahwa kuat tekan rata-rata yang dicapai pada umur 28 hari sebesar 55,558 Kg/cm<sup>2</sup>.

Dari grafik 4.3 terlihat bahwa hasil penelitian yang dilakukan oleh Danar Sandi (2011) pada mortar semen memiliki nilai kuat tekan yang lebih besar bila dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Sulhan Agung (2011) pada mortar berbahan pengikat campuran semen dan kapur. Hal ini dikarenakan ikatan semen lebih baik dari pada ikatan campuran antara semen dan kapur.

Dari hasil penelitian yang dilakukan M. Ibnu (2006) menunjukkan bahwa kuat tekan mortar semen akan semakin menurun dengan bertambahnya kandungan serbuk gergaji dalam campuran. Kuat tekan tertinggi terjadi pada konsentrasi serbuk gergaji 0%, kemudian kuat tekan akan semakin menurun sampai pada konsentrasi serbuk gergaji 20%. Untuk mortar semen dengan

substitusi berat pasir kuat tekan tertinggi sebesar  $108,80 \text{ kg/cm}^2$  kuat tekan terendah sebesar  $19,20 \text{ kg/cm}^2$ , kemudian untuk mortar semen dengan substitusi berat semen kuat tekan tertinggi sebesar  $108,80 \text{ kg/cm}^2$  dan kuat tekan terendah sebesar  $43,20 \text{ kg/cm}^2$ .

Berbeda dengan M. Ibnu (2006) dan Danar Sandi (2011) penelitian yang dilakukan Andoyo (2006) pengujian kuat tekan mortar dilakukan dengan 2 tahap, yaitu tahap pertama dengan waktu uji 28 hari dan tahap kedua dilakukan setelah mortar berumur 56 hari. Dari hasil penelitian mortar berumur 28 hari menunjukkan bahwa pada prosentase abu terbang terhadap berat semen sebesar 10% dicapai kuat tekan mortar optimal yaitu  $66,69 \text{ kg/cm}^2$ . Sedangkan mortar yang hanya berbahan ikat semen portland dan kapur prosentase abu terbang sebesar 0% yang dianggap sebagai kelompok kontrol menunjukkan bahwa kuat tekan yang dicapai sebesar  $42,34 \text{ kg/cm}^2$ . Kuat tekan tersebut masih di bawah kuat tekan mortar berbahan tambah abu terbang dengan prosentase 20% =  $62,16 \text{ kg/cm}^2$ , 30% =  $55,17 \text{ kg/cm}^2$  dan 40% =  $46,42 \text{ kg/cm}^2$ .

Sedangkan dari hasil penelitian mortar berumur 56 hari menunjukkan bahwa pada prosentase abu terbang terhadap berat semen sebesar 10% dicapai kuat tekan mortar optimal yaitu  $100,72 \text{ kg/cm}^2$ . Sedangkan mortar yang hanya berbahan ikat semen portland dan kapur prosentase abu terbang sebesar 0% yang dianggap sebagai kelompok kontrol menunjukkan bahwa kuat tekan yang dicapai sebesar  $59,89 \text{ kg/cm}^2$ . Kuat tekan tersebut masih di bawah kuat tekan

mortar berbahan tambah abu terbang dengan prosentase 20% = 93,96 kg/cm<sup>2</sup>, 30% = 83,41 kg/cm<sup>2</sup> dan 40% = 70,12 kg/cm<sup>2</sup>.

Dari keempat hasil penelitian seperti yang tertera pada gambar 4.3, penelitian yang dilakukan M. Ibnu (2006) memiliki nilai kuat tekan yang paling tinggi yaitu sebesar 108,8 Kg/cm<sup>2</sup> yang terjadi pada perbandingan campuran 0 SG : 1 Pc : 5 Psr. Tingginya nilai kuat tekan yang dihasilkan dikarenakan besarnya jumlah semen yang digunakan yaitu perbandingan 1 Pc : 5 Psr. Banyaknya jumlah semen yang digunakan sebagai bahan ikat membuat campuran di dalam setiap konsentrasinya memiliki rekatan yang bagus antar butir-butir agregat yang menyebabkan mortar menjadi semakin padat sehingga menghasilkan nilai kuat tekan yang lebih tinggi.

Bila dibandingkan dengan M. Ibnu (2006), penelitian yang dilakukan Andoyo (2006) memiliki nilai kuat tekan optimim yaitu sebesar 66,69 kg/cm<sup>2</sup> yang terjadi pada perbandingan campuran 0,1 AT : 0,9 Pc : 1 Kp : 8 Psr. Nilai tersebut masih berada di bawah hasil yang diperoleh pada penelitian M. Ibnu (2006) yaitu sebesar 108,8 Kg/cm<sup>2</sup> yang terjadi pada perbandingan campuran 0 SG : 1 Pc : 5 Psr.

Bila dibandingkan dengan M. Ibnu (2006) dan Andoyo (2006), Penelitian yang dilakukan Danar Sandi (2011) dan Sulhan Agung (2011) memiliki nilai kuat tekan yang relatif lebih rendah. Pada penelitian Danar Sandi (2011) diperoleh nilai kuat tekan rata-rata optimum sebesar 55,558 kg/cm<sup>2</sup> yang terjadi pada perbandingan campuran 0 SR : 1 Pc : 8 Psr. Sedangkan pada

penelitian Sulhan Agung (2011) diperoleh nilai kuat tekan rata-rata optimum yaitu sebesar  $38,748 \text{ kg/cm}^2$  yang terjadi pada perbandingan campuran 0 SR : 0,5 Pc : 0,5 Kp : 8 Psr. Rendahnya nilai kuat tekan yang dihasilkan pada penelitian Dinar Sandi (2011) dan Sulhan Agung (2011) disebabkan karena penggunaan jumlah semen yang lebih sedikit serta perbandingan jumlah pasir yang lebih banyak disetiap campurannya. Dari perbandingan campuran yang digunakan tersebut tidak mungkin dapat melebihi nilai kuat tekan yang diperoleh M. Ibnu (2006) dan Andoyo (2006) dimana didalam perbandingan campurannya penggunaan semen yang lebih banyak dan penggunaan pasir yang lebih sedikit.

#### 4.4 Hasil Pengujian Kuat Tarik Mortar

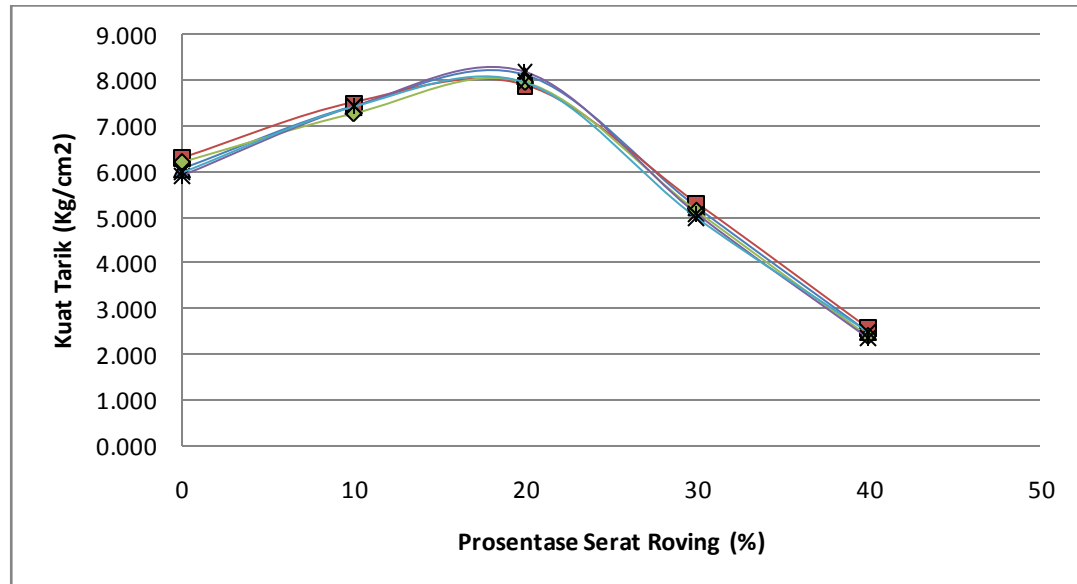
Pengujian kuat tarik dilakukan pada saat mortar telah berumur 28 hari, dengan 5 buah benda uji untuk setiap kadar serat roving dan menggunakan mesin uji tarik (*Compression Tension Machine*) merk *Indotest*. Hasil pengujian kuat tarik mortar dengan bahan tambah serat roving dapat dilihat pada tabel 4.4.

Tabel 4.4 : Hasil Pengujian Kuat Tarik Mortar Pada Umur 28 Hari.

Benda Uji	Komposisi Campuran	Kode Sampel	Faktor Air Semen	Kuat Tarik ( $\text{kg/cm}^2$ )	Kuat Tarik Rata - rata ( $\text{kg/cm}^2$ )
I	0,5 Pc : 0,5 Kp : 0 SR : 8 Psr	a1	1.10	6.215	80.40
		a2	1.10	6.064	
		a3	1.10	5.988	
		a4	1.10	5.912	

		a5	1.10	6.291	
II	0,5 Pc : 0,5 Kp : 0,1 SR : 8 Psr	b1	1.10	7.428	97.80
		b2	1.10	7.276	
		b3	1.10	7.428	
		b4	1.10	7.504	
		b5	1.15	7.428	
III	0,5 Pc : 0,5 Kp : 0,2 SR : 8 Psr	c1	1.15	7.959	105.80
		c2	1.15	8.110	
		c3	1.15	7.959	
		c4	1.15	8.186	
		c5	1.15	7.883	
IV	0,5 Pc : 0,5 Kp : 0,3 SR : 8 Psr	d1	1.15	5.154	68.00
		d2	1.15	5.230	
		d3	1.15	5.306	
		d4	1.15	5.003	
		d5	1.15	5.078	
	0,5 Pc : 0,5 Kp : 0,4 SR : 8 Psr	e1	1.20	2.425	32.60
		e2	1.20	2.501	
		e3	1.20	2.350	
		e4	1.20	2.501	
		e5	1.20	2.577	

Data yang diperoleh dari penelitian kuat tarik mortar diplotkan dalam bentuk grafik. Hubungan kuat tarik mortar dengan konsentrasi serat roving dapat dilihat pada grafik 4.4.



Grafik 4.4. Hubungan Kuat Tarik Mortar Dengan Konsentrasi Serat Roving

Dari grafik 4.4 terlihat bahwa kuat tarik mortar dengan berbahan pengikat campuran semen dan kapur mengalami kenaikan karena penambahan serat roving pada prosentase 10% dan 20% kemudian kuat tarik mortar akan semakin menurun sampai pada prosentase 40%. Pada prosentase serat roving sebesar 20% dicapai kuat tarik rata-rata optimal pada umur 28 hari yaitu 8,019 kg/cm<sup>2</sup>. Sedangkan kuat tarik rata-rata terendah dicapai pada prosentase serat roving 40% sebesar 2,471 Kg/cm<sup>2</sup>. Sedangkan prosentase serat roving 0% yang dianggap sebagai kelompok kontrol menunjukkan nilai kuat tarik rata-rata yang lebih rendah dibandingkan dengan penambahan serat roving pada prosentase 10% dan 20% yaitu 6,094 Kg/cm<sup>2</sup>. Kuat tarik tersebut masih di atas kuat tarik rata-rata mortar berbahan tambah serat roving dengan prosentase 30 % dan 40%.



Dari grafik 4.4 juga terlihat bahwa mortar dengan berbahan pengikat campuran semen dan kapur mengalami sedikit kenaikan pada prosentase 10% dan 20%. Akan tetapi, pemakaian kadar serat roving yang terlalu banyak juga akan membuat kuat tarik mortar menjadi semakin menurun seperti yang terlihat pada gambar 4.3. Faktor yang memungkinkan terjadinya penurunan kuat tarik ini dipengaruhi oleh penyebaran serat yang kurang merata akibat terjadinya penggumpalan serat pada proses pengadukan, sehingga lekatan antara serat dengan agregat lainnya menjadi berkurang.

Dari penelitian sejenis yang dilakukan oleh Muhamadatus Saniyah (2006) tentang Pengaruh Penambahan Serat Kawat Bendrat Terhadap Kuat tekan, Kuat Tarik, dan Modulus Elastisitas, hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan serat kawat bendrat pada campuran beton dapat meningkatkan nilai kuat tarik belah beton. Semakin besar prosentase kadar serat yang diberikan, maka akan bertambah nilai kuat tarik beton. Akan tetapi, setelah mencapai kuat tarik optimal kekuatan beton akan mengalami penurunan kembali. Penurunan kuat tarik ini dipengaruhi oleh penyebaran serat yang kurang merata akibat terjadinya *balling effect* (penggumpalan serat) pada proses pengadukan. Sehingga, lekatan antara derat dengan beton menjadi berkurang. *Balling effect* disebabkan oleh kadar serat dan nilai *aspect ratio* yang digunakan dalam adukan beton terlalu banyak.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Ekamai Yanawati, 2006) tentang Pengaruh Penggunaan Serat Kawat Bendrat Sebagai Campuran Beton

Terhadap Kuat Tarik Belah, Kuat tekan, dan Modulus Elastisitas, hasil penelitian menunjukkan bahwa pada penggunaan kadar serat yang sama dengan geometri yang sama yaitu panjang serat 4 cm (tekuk), kuat tarik belah maksimal beton serat kawat bendrat diperoleh pada kadar serat optimal 8,67% sebesar 3,36 Mpa, kemudian pada kadar serat 10% mulai mengalami penurunan sebesar 3,325 Mpa. Berdasarkan hasil penelitian, pada kadar serat yang sama dan panjang serat yang sama yaitu 4 cm (lurus) dan 4 cm (tekuk) diketahui bahwa kadar serat optimal yang diperoleh untuk serat 4 cm (tekuk) sebesar 8,67% lebih tinggi dari kadar serat optimal yang diperoleh untuk panjang serat 4 cm (lurus) yaitu sebesar 6,53%. Hal ini karena bentuk geometri serat yang ditekuk pada kedua ujungnya *pull out resistance* dari serat tidak hanya mengandalkan pada lekatan antara serat dengan betonya, namun juga dari serat yang memiliki geometri tekuk yang pada akhirnya akan memeperbesar *pull out resistancenya*. Sedangkan pada serat lurus *pull out resistance* dari serat hanya mengandalkan pada lekatan antara serat dengan betonya.

Dari penelitian yang dilakukan oleh (Uswatun Chasanah, 2006) tentang Pengaruh Penambahan Polypropylene Fiber (serat plastik) Sebesar 3,92 % Dari Volume Beton terhadap Kuat Lentur Balok Beton Bertulang dengan Fas 0,5, hasil penelitian menunjukkan bahwa kuat tarik belah beton meningkat ketika bahan campuran beton ditambahkan Polypropylene Fiber (serat plastik) sebesar 3,92% dari volume beton. Menurut (Sudarmoko, 2000), nilai kuat tarik belah beton akan kembali turun bila kadar serat yang ditambahkan terlalu banyak,

kemungkinan menurunnya kuat tarik disebabkan semakin sulitnya penyebaran serat akibat semakin tinggi konsentrasi serat, sehingga tidak tercapai penyebaran yang merata. Kuat tarik beton serat tergantung pada lekatan serat dan betonya. Hal ini terlihat pada tampang beton pecah, serat tercabut dari betonya, yang berarti energi retak yang terjadi ditahan oleh lekatan antara serat dan beton.

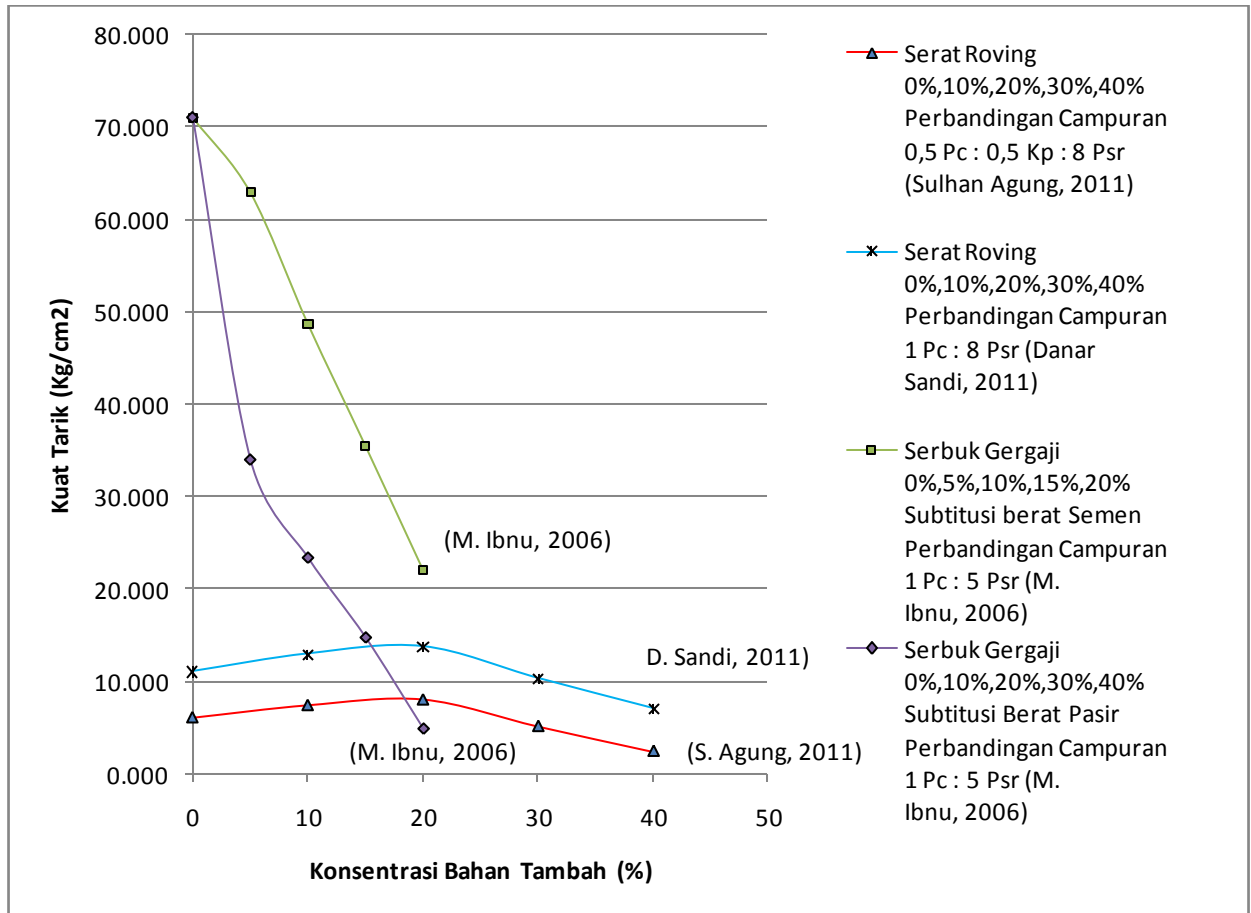
Dari penelitian yang dilakukan oleh Dahlan (2005), hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan serat tali plastik dengan panjang 0 -5 cm dengan konsentrasi serat 1,5% akan meningkatkan kuat tarik untuk semua variasi panjang serat. Pada adukan dengan panjang 3 cm kuat tarik dapat meningkat mencapai 67,264% dan berangsur-angsur menurun pada adukan beton dengan panjang serat 4 cm dan 5 cm dengan masing-masing peningkatan 27,657% dan 20,338%. Hal ini menunjukkan kuat tarik akan terus menurun setelah mencapai aspek rasio optimum. Penurunan kuat tarik ini dapat disebabkan *workability* beton yang rendah sehingga menghasilkan cetakan beton yang keropos yang menyebabkan daya ikat serat menjadi rendah, ini juga dapat dilihat dengan adanya serat yang tercabut pada saat pengujian belah.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Sulhan Agung (2011), penurunan kuat tarik mortar yang terjadi pada prosentase 30 % dan 40 % juga dapat disebabkan karena adanya perubahan nilai faktor air semen yang terlalu besar sehingga semakin berat serat roving maka air yang digunakan semakin besar pula yang dibuktikan dengan hasil pengujian uji sebar mortar. Dengan nilai fas

melebihi angka 1 berarti serat roving yang digunakan akan semakin bertambah sejalan dengan bertambahnya air. Perubahan fas tersebut akan menjadikan adukan memiliki *workabilitas* yang sama dan memiliki nilai sebar yang berdasarkan ASTM D : C270 – 575 yaitu 70 % - 115%, akan tetapi apabila perubahan fas tersebut berlebihan akan menyebabkan penurunan kuat tarik mortar.

Kelebihan air yang tidak bereaksi dengan semen akan menguap atau tetap tinggal dalam mortar yang akan menyebabkan pasta semen memiliki pori-pori (*capillary pores*) lebih banyak sehingga akan menghasilkan bahan yang porous (berpori). Akibat kelebihan air tersebut juga akan menimbulkan terjadinya rongga-rongga udara pada permukaan butiran serat roving dan menyebabkan mortar menjadi porous (berpori). Mortar yang porous ini akan memiliki kekuatan tarik yang lebih rendah.

Bila dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh M. Ibnu (2006) dan Danar Sandi (2011) secara umum bentuk grafik kuat tarik mortar dari hasil penelitian memiliki kecenderungan yang berbeda. Grafik hubungan kuat tarik mortar dengan konsentrasi bahan tambah lain pada umur 28 hari dapat dilihat pada grafik 4.5.



Grafik 4.5. Hubungan Kuat Tarik Mortar Dengan Konsentrasi Bahan Tambah

Dari hasil penelitian Sulhan Agung (2011) terlihat bahwa kuat tarik mortar dengan berbahan pengikat campuran semen dan kapur mengalami kenaikan karena penambahan serat roving pada prosentase 10% dan 20% kemudian kuat tarik makin semakin menurun sampai pada prosentase 40%. Pada prosentase serat roving sebesar 20% dicapai kuat tarik rata-rata mortar optimal pada umur 28 hari yaitu  $8,019 \text{ kg/cm}^2$ . Sedangkan kuat tarik rata-rata terendah dicapai pada prosentase serat roving 40% sebesar  $2,471 \text{ Kg/cm}^2$ .

Prosentase serat roving sebesar 0% yang dianggap sebagai kelompok kontrol menunjukkan nilai kuat tarik rata-rata yang lebih rendah dibandingkan dengan penambahan serat roving pada prosentase 10% dan 20% yaitu 6,094 Kg/cm<sup>2</sup>. Kuat tarik tersebut masih di atas kuat tarik rata-rata berbahan tambah serat roving dengan prosentase 30 % dan 40%.

Dari hasil penelitian Danar Sandi (2011) terlihat bahwa kuat tarik mortar semen mengalami kenaikan yang sama dengan penambahan serat roving yaitu pada prosentase 10% dan 20% kemudian kuat tarik makin semakin menurun sampai pada prosentase 40%. Pada prosentase serat roving sebesar 20% dicapai kuat tarik mortar optimal pada umur 28 hari yaitu 13,773 kg/cm<sup>2</sup>. Sedangkan kuat tarik paling terendah dicapai pada prosentase serat roving 40% sebesar 7,047 Kg/cm<sup>2</sup>. Prosentase serat roving sebesar 0% yang dianggap sebagai kelompok kontrol menunjukkan nilai kuat tarik rata-rata yang lebih rendah dibandingkan dengan penambahan serat roving pada prosentase 10% dan 20% yaitu 11,077 kg/cm<sup>2</sup>. Kuat tarik tersebut masih di atas kuat tarik rata-rata berbahan tambah serat roving dengan prosentase 30 % dan 40%.

Dari grafik 4.5 terlihat bahwa hasil penelitian yang dilakukan oleh Danar Sandi (2011) pada mortar semen memiliki nilai kuat tarik yang lebih besar bila dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Sulhan Agung (2011) pada mortar berbahan pengikat campuran semen dan kapur. Hal ini dikarenakan ikatan semen lebih baik dari pada ikatan campuran antara semen dan kapur.

Bila dibandingkan dengan Sulhan Agung (2011) dan Danar Sandi (2011), dari hasil penelitian yang dilakukan M. Ibnu (2006) menunjukkan adanya perbedaan penurunan kuat tarik. Dari grafik 4.5 terlihat bahwa kuat tarik mortar semen akan semakin menurun dengan bertambahnya kandungan serbuk gergaji dalam campuran. Kuat tarik tertinggi terjadi pada konsentrasi serbuk gergaji 0%, kemudian kuat tarik akan semakin menurun sampai pada konsentrasi serbuk gergaji 20 %. Untuk substitusi berat pasir kuat tarik tertinggi sebesar  $70,979 \text{ kg/cm}^2$  dan kuat tarik terendah sebesar  $4,933 \text{ kg/cm}^2$ , kemudian untuk substitusi berat semen kuat tarik tertinggi sebesar  $70,979 \text{ kg/cm}^2$  dan kuat tarik terendah sebesar  $21,970 \text{ kg/cm}^2$ .

Dari ketiga hasil penelitian seperti yang tertera pada grafik 4.5, penelitian yang dilakukan M. Ibnu (2006) memiliki nilai kuat tarik yang paling tinggi yaitu sebesar  $70,979 \text{ kg/cm}^2$  yang terjadi pada perbandingan campuran 0 SG : 1 Pc : 5 Psr. Tingginya nilai kuat tarik yang dihasilkan dikarenakan besarnya jumlah semen yang digunakan. Banyaknya jumlah semen yang digunakan sebagai bahan ikat membuat campuran di dalam setiap konsentrasinya memiliki rekatan yang bagus antar butir-butir agregat yang menyebabkan mortar menjadi semakin padat sehingga menghasilkan nilai kuat tarik yang lebih tinggi.

Sedangkan penelitian yang dilakukan Danar Sandi (2011) dan Sulhan Agung (2011) memiliki nilai kuat tarik yang lebih rendah. Pada penelitian Danar Sandi (2011) diperoleh nilai kuat tarik optimum sebesar  $13,773 \text{ kg/cm}^2$  yang terjadi pada perbandingan campuran 0,2 SR : 1 Pc : 8 Psr. Sedangkan pada

penelitian Sulhan Agung (2011) diperoleh nilai kuat tarik optimum yaitu sebesar 8,019 kg/cm<sup>2</sup> yang terjadi pada perbandingan campuran 0,2 SR : 0,5 Pc : 0,5 Kp : 8 Psr. Rendahnya nilai kuat tarik yang dihasilkan pada penelitian Danar Sandi (2011) dan Sulhan Agung (2011) disebabkan karena penggunaan jumlah semen yang lebih sedikit serta perbandingan jumlah pasir yang lebih banyak disetiap campurannya.

Dari perbandingan campuran yang digunakan tersebut tidak mungkin dapat melebihi nilai kuat tarik yang diperoleh M. Ibnu (2006) karena perbandingan campuran yang digunakan oleh M. Ibnu dengan penggunaan semen yang lebih banyak dan penggunaan pasir yang lebih sedikit. Namun, bila penggunaan perbandingan campuran pada penelitian Danar Sandi (2011) dan Sulhan Agung (2011) sama seperti penelitian yang dilakukan oleh M. Ibnu (2006), bukan tidak mungkin nilai kuat tarik yang diperoleh Danar Sandi (2011) dan Sulhan Agung (2011) mampu melebihi nilai kuat tarik yang diperoleh M. Ibnu (2006). Hal ini dikarenakan bahwa serbuk gergaji dalam campuran adukan mortar hanya sebagai bahan pengisi, sedangkan serat roving selain sebagai bahan pengisi juga sebagai penahan tarik.



#### 4.5 Hasil Pengujian Kuat Rekat Mortar

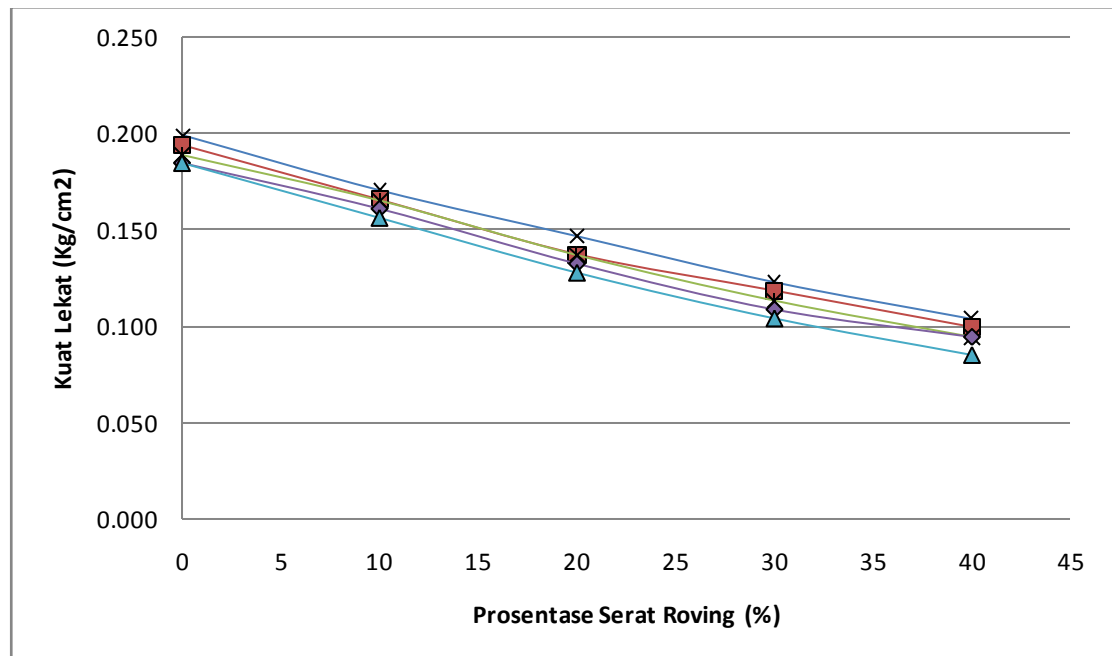
Uji kuat rekat dilakukan dengan bantuan dua buah bata merah. Bata merah pertama ditaruh di bawah bata merah kedua, dengan arah sumbu saling tegak lurus sedemikian rupa sehingga luas bidang lekat sebesar  $b \times b \text{ mm}^2$  ( $b$  ialah lebar bata merah). Kedua bata tersebut direkatkan dengan mortar. Setelah mortar keras kemudian kedua bata merah dibelah dengan gaya tarik yang secara pelan-pelan dinaikkan sampai kedua bata merah terpisahkan. Kuat rekat diperoleh dengan membagi beban tarik maksimum (N) dengan luas bidang lekat ( $\text{mm}^2$ ). Hasil pengujian kuat rekat mortar dengan bahan tambah serat roving dapat dilihat pada tabel 4.5.

Tabel 4.5 : Hasil Pengujian Kuat Rekat Mortar Pada Umur 28 Hari.

Benda Uji	Komposisi Campuran	Kode Sampel	Faktor Air Semen	Kuat Rekat ( $\text{kg/cm}^2$ )	Kuat Rekat Rata - rata ( $\text{kg/cm}^2$ )
I	0,5 Pc : 0,5 Kp : 0 SR : 8 Psr	a1	1.10	0.199	0.190
		a2	1.10	0.189	
		a3	1.10	0.194	
		a4	1.10	0.185	
		a5	1.10	0.185	
II	0,5 Pc : 0,5 Kp : 0,1 SR : 8 Psr	b1	1.10	0.156	0.164
		b2	1.10	0.161	
		b3	1.10	0.166	
		b4	1.10	0.171	
		b5	1.15	0.166	
III	0,5 Pc : 0,5 Kp : 0,2 SR : 8 Psr	c1	1.15	0.137	0.136
		c2	1.15	0.128	
		c3	1.15	0.137	
		c4	1.15	0.133	
		c5	1.15	0.147	

IV	0,5 Pc : 0,5 Kp : 0,3 SR : 8 Psr	d1	1.15	0.109	0.114
		d2	1.15	0.114	
		d3	1.15	0.104	
		d4	1.15	0.123	
		d5	1.15	0.118	
V	0,5 Pc : 0,5 Kp : 0,4 SR : 8 Psr	e1	1.20	0.099	0.096
		e2	1.20	0.095	
		e3	1.20	0.104	
		e4	1.20	0.085	
		e5	1.20	0.095	

Data yang diperoleh dari penelitian kuat tarik mortar diplotkan dalam bentuk grafik. Hubungan kuat rekat mortar dengan konsentrasi serat roving dapat dilihat pada grafik 4.6.



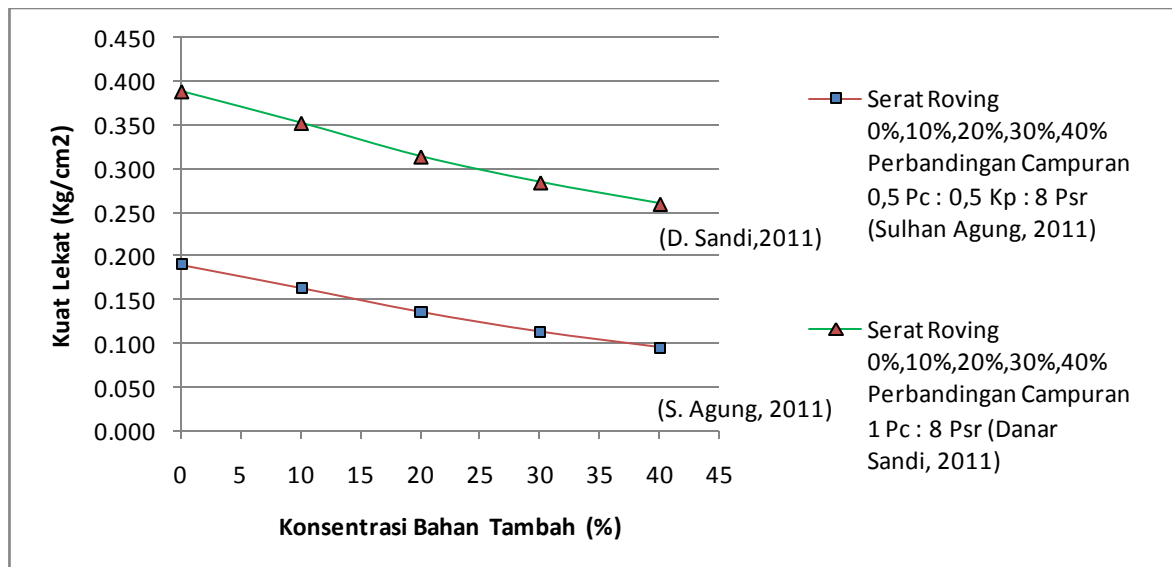
Grafik 4.6. Hubungan Konsentrasi Serat Roving Dengan Kuat Rekat Mortar

Dari grafik 4.6 di atas terlihat bahwa kuat rekat mortar dengan berbahan pengikat campuran semen dan kapur akan semakin menurun dengan bertambahnya kandungan serat roving dalam campuran. Kuat rekat rata-rata tertinggi terjadi pada konsentrasi serat roving 0% yaitu  $0,190 \text{ kg/cm}^2$ , kemudian kuat tekan akan semakin menurun sampai pada konsentrasi serat roving 40% yaitu  $0,096 \text{ kg/cm}^2$ . Sedangkan prosentase serat roving sebesar 0% yang dianggap sebagai kelompok kontrol menunjukkan bahwa kuat rekat rata-rata yang dicapai pada umur 28 hari sebesar  $0,190 \text{ kg/cm}^2$ .

Kuat rekat mortar akan semakin menurun dengan semakin banyaknya konsentrasi serat roving dalam campuran seperti yang terlihat Pada grafik 4.6. Penyebab penurunan tersebut dikarenakan semakin banyaknya penggunaan konsentrasi serat dalam setiap campurannya. Penggunaan kadar serat yang terlalu banyak menyebabkan pasta semen tidak dapat berfungsi secara maksimal sebagai pengikat. Jika penggunaan pasta semen sedikit maka tidak cukup untuk mengisi pori-pori serat dan tidak seluruh permukaan serat terselimuti oleh pasta semen, sehingga rekatan antar serat menjadi kurang kuat dan akan berakibat kuat rekat mortar menjadi rendah.

Penurunan kuat rekat juga dapat diakibatkan karena serat roving tidak dapat merekat dengan batu bata. Semakin tinggi konsentrasi serat roving yang digunakan dalam campuran, maka dapat mengurangi luas bidang lekat antara pasta dengan batu bata. Kecilnya luas bidang lekat antara pasta dengan batu bata dapat mengakibatkan kekuatan rekat mortar menjadi rendah.

Bila dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Danar Sandi (2011) secara umum bentuk grafik kuat rekat mortar dari hasil penelitian memiliki kecenderungan yang berbeda. Grafik hubungan kuat rekat mortar dengan konsentrasi bahan tambah lain pada umur 28 hari dapat dilihat pada grafik 4.7.



Grafik 4.7. Hubungan Kuat Rekat Mortar Dengan Konsentrasi Bahan Tambah

Dari hasil penelitian Danar Sandi (2011) terlihat bahwa kuat rekat mortar yang dihasilkan lebih tinggi bila dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan Sulhan Agung (2011). Kuat rekat rata-rata tertinggi pada penelitian Danar Sandi (2011) terjadi pada konsentrasi serat roving 0% yaitu 0,388 kg/cm<sup>2</sup> pada perbandingan campuran 0 SR : 1 Pc : 8 Psr. Sedangkan kuat rekat

terendah terjadi pada perbandingan campuran 0,4 SR : 1 Pc : 8 Psr yaitu sebesar  $0,260 \text{ kg/cm}^2$ . Sedangkan prosentase serat roving sebesar 0% yang dianggap sebagai kelompok kontrol menunjukkan bahwa kuat tekan yang dicapai pada umur 28 hari sebesar  $0,388 \text{ kg/cm}^2$ .

Dari hasil penelitian Sulhan Agung (2011) dan Danar Sandi (2011) diperoleh nilai kuat rekat yang berbeda. Perbedaan nilai kuat rekat ini disebabkan adanya perbedaan perbandingan campuran dalam adukan mortar. Dimana pada penelitian yang dilakukan Danar Sandi (2011) perbandingan campurannya adalah 1 Pc : 8 Psr, sedangkan pada penelitian Sulhan Agung (2011) perbandingan campurannya adalah 0,5 Pc : 0,5 Kp : 8 Psr. Dari perbandingan campuran yang digunakan Sulhan Agung (2011) tersebut tidak mungkin dapat melebihi nilai kuat rekat yang diperoleh Danar Sandi (2011) dikarenakan penggunaan semen yang lebih sedikit yang dapat menyebabkan nilai kuat rekat mortar menjadi rendah.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan yang telah diuraikan sebelumnya maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari penelitian ini dapat diketahui sifat karakteristik pasir yaitu : modulus kehalusan butir pasir sebesar 2,791; berat jenis pasir Muntilan sebesar 2,56; berat satuan pasir dengan pemadatan sebesar 1,66 grm/cm<sup>3</sup> dan tanpa pemadatan sebesar 1,44 grm/cm<sup>3</sup>.
2. Hasil pengujian nilai sebar dilapangan sebesar 95% - 103,5% memenuhi syarat ASTM D : C 270 – 575 yaitu 70 % - 115%.
3. Nilai fas yang dihasilkan dari 0% serat roving hingga 40% serat roving dari berat semen yang dipergunakan bernilai antara 1.1 – 1.2.
4. Penambahan serat roving pada mortar akan menyebabkan terjadinya pengaruh penurunan nilai kuat tekan dan kuat lekat, akan tetapi pengaruh kenaikan terjadi pada nilai kuat tarik. Akan tetapi, pemakaian kadar serat roving pada prosentase tertentu akan membuat kuat tarik mortar menjadi semakin menurun.
5. Mortar pengikat campuran kapur dengan menggunakan serat roving mengalami penurunan kuat tekan sejalan dengan bertambahnya persentase serat roving. Kuat tekan rata-rata tertinggi adalah 38,748 kg/cm<sup>2</sup> yang dicapai pada pada

perbandingan campuran 0,5 Pc : 0,5 Kp : 8 Psr : 0 SR, sedangkan kuat tekan rata-rata terendah adalah 17,709 kg/cm<sup>2</sup> dicapai pada 0,5 Pc : 0,5 Kp : 8 Psr : 0 SR.

6. Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan, semua mortar termasuk kedalam mortar type adukan O yaitu adukan yang mempunyai kuat tekan minimum 24,5 Kg/cm<sup>2</sup>.
7. Mortar pengikat campuran kapur yang menggunakan serat roving mengalami kenaikan kuat tarik sejalan dengan bertambahnya persentase serat rovingi. Kuat tarik rata-rata terendah adalah 2,471 kg/cm<sup>2</sup> yang dicapai pada perbandingan campuran 0,5 Pc : 0,5 Kp : 8 Psr : 0,4 SR, sedangkan kuat tarik rata-rata tertinggi adalah 8,019 kg/cm<sup>2</sup> yang dicapai pada perbandingan campuran 0,5 Pc : 0,5 Kp : 8 Psr : 0 SR.
8. Mortar pengikat campuran kapur yang menggunakan serat roving mengalami penurunan kuat rekat sejalan dengan bertambahnya persentase serat roving. Kuat lekat rata-rata tertinggi adalah 0,190 kg/cm<sup>2</sup> yang dicapai pada perbandingan campuran 0,5 Pc : 0,5 Kp : 8 Psr : 0 SR, sedangkan kuat tarik rata-rata terendah adalah 0,096kg/cm<sup>2</sup> yang dicapai pada 0,5 Pc : 0,5 Kp : 8 Psr : 0,4 SR.
9. Jadi ada pengaruh terhadap kuat tekan , kuat tarik dan kuat lekat dan ada perbedaan kuat tekan, kuat tarik dan kuat lekat karena adanya penambahan serat roving.

## 5.2 Saran

Berdasarkan hasil evaluasi yang telah dilakukan pada penelitian ini baik pada pelaksanaan penelitian maupun pada hasil yang diperoleh, maka diberikan saran-saran sebagai berikut :

1. Perlu dilakukan penelitian yang lebih mendalam sehingga didapatkan komposisi campuran serat roving, semen Portland, pasir dan kapur yang menghasilkan mortar yang berkualitas, memiliki kuat tekan, kuat tarik, dan kuat lekat yang tinggi.
2. Penelitian lebih lanjut diperlukan pada pembuatan mortar dengan bahan isian serat roving dengan perbandingan campuran, persentase serat roving dan berat jenis bahan yang berbeda.



## DAFTAR PUSTAKA

- Andoyo. 2006. *Pengaruh Penggunaan Abu Terbang Terhadap Kuat Tekan, Kuat Tarik dan Serapan Air pada Mortar*. Skripsi. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang
- Anonim. 1982. *Persyaratan Umum Bahan Bangunan Indonesia 1982 (PUBI-1982)*. Bandung : Pusat Penelitian dan Pengembangan Pemukiman. Balitbang Dep. PU.
- Anonim. 1989. *Standar Nasional Indonesia*. SK SNI S – 04 – 1989 – F. Bandung: Departemen Pekerjaan Umum
- Anonim, 1990. *Standar Nasional Indonesia*. SK SNI S – 15 – 1990 – F. Bandung: Departemen Pekerjaan Umum
- Ariatama, A. 2007. *Pengaruh Pemakaian Serat Kawat Berkait pada Kekuatan Beton Mutu Tinggi Berdasarkan Optimasai Diameter Serat*. Tesis. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang
- Chasanah, Uswatun, 2006. *Pengaruh penambahan polypropylene fiber (serat plastik) sebesar 3,92% dari volume beton terhadap kuat lentur balok beton bertulang dengan fas 0,5*, Skripsi, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang
- Dahlan, 2005. *Pengaruh penggunaan serat plastik dengan panjang 0-5 cm sebagai campuran beton terhadap kuat tarik belah, kuat tekan, dan modulus elastisitas*, Skripsi, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang
- Ismeddiyanto, 1998. Penelitian Pemanfaatan Serbuk Gergaji Kayu Jati (*Tectona Grandis L-F*) untuk Bata Beton. *Tugas Akhir*. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik UGM. Yogyakarta.
- Saniyah, Muhammadatus, 2006. *Pengaruh penggunaan serat kawat bendrat sebagai campuran beton terhadap kuat tarik belah, kuat tekan, dan modulus elastisitas*, Skripsi, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang

- Setyawan, Muh Ibnu Budi, 2006. *Pengaruh Penambahan Serbuk Gergaji Kayu Jati (tectona grandis l.f) pada Mortar Semen Ditinjau dari Kuat Tekan, Kuat Tarik dan Daya Serap Air*, Skripsi. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang
- Soroushian, P., Bayasi, Z., 1991, *Fiber - Type Effects On The Performance Of Steel Fiber Reinforced Concrete*, ACI Materials Journal, V. 88, No. 2, March - April 1991
- Sudarmoko, 2000. *Beton Fiber Lokal untuk Non-Struktural. Kursus Singkat Teknologi Bahan Lokal dan Aplikasinya di Bidang Teknik Sipil*. Yogyakarta : Pusat Antar Universitas Ilmu Teknik Universitas Gadjah Mada.
- Suroso, H. 2001, *Pemanfaatan Pasir Pantai Sebagai Bahan Agregat Halus pada Beton*, Tesis. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta
- Tjokrodikuljo, K. 2007. *Teknologi Beton*. Yogyakarta : Nafiri
- Wibowo, M. Tri, 2007. *Pengaruh Penambahan Trass Muria Terhadap Kuat Tekan, Kuat Tarik Dan Serapan Air Pada Mortar*, Skripsi, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang
- Yanawati, Ekamai, 2006. *Pengaruh penggunaan serat kawat benderat sebagai campuran beton terhadap kuat tarik belah, kuat tekan, dan modulus elastisitas*, Skripsi, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang

Lampiran 1



**LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN  
JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Gd. E4 Lt. 1 Kampus Sekaran, Gunungpati – Semarang 50229

**DATA HASIL PEMERIKSAAN**

**GRADASI PASIR**

Peneliti : Sulhan Agung  
 Nim : 5101406030  
 Jurusan : Teknik Sipil  
 Judul Skripsi : **“Pengaruh Penambahan Serat Roving Pada Mortar Dengan Berbahan Pengikat Campuran Semen dan Kapur”  
 (Tinjauan Terhadap Keleccakan, Kuat Tekan, Kuat tarik, dan Kuat Rekat)**  
 Keperluan : Penelitian

1. Tabel Hasil Pemeriksaan Gradasi Pasir

Lubang ayakan (mm)	Berat tertahaan (gram)	Persentase berat tertahan (%)	Berat komulatif tertahan (%)	Berat komulatif lolos (%)
10	0	0	0	100,00
4,8	31,67	3,17	3,17	96,83
2,4	82,47	8,25	11,41	88,59
1,2	240,17	24,02	35,43	64,57
0,6	238,20	23,82	59,25	40,75
0,3	164,93	16,49	75,74	24,26
0,15	184,50	18,45	94,19	5,81
sisa	58,07	5,81		
Jumlah	1000	100	279,1967	

Modulus Halus Butir (MHB) : 2,7919

Lampiran 1



**LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

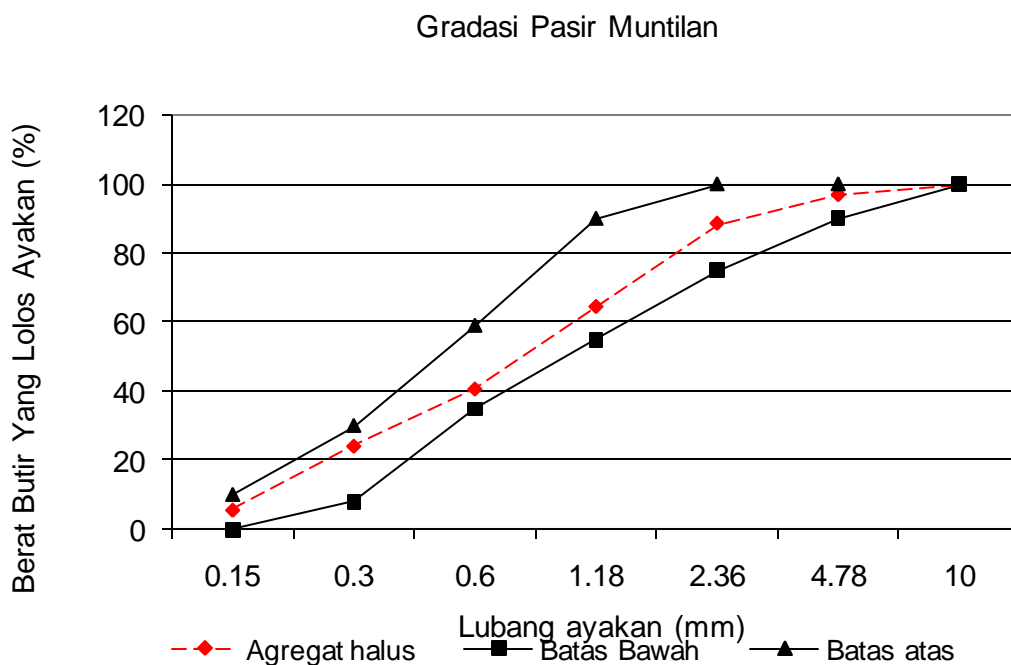
Gd. E4 Lt. 1 Kampus Sekaran, Gunungpati – Semarang 50229

**DATA HASIL PEMERIKSAAN**

**GRADASI PASIR**

Peneliti : Sulhan Agung  
 Nim : 5101406030  
 Jurusan : Teknik Sipil  
 Judul Skripsi : **“Pengaruh Penambahan Serat Roving Pada Mortar Dengan Berbahan Pengikat Campuran Semen dan Kapur”**  
**(Tinjauan Terhadap Keleccakan, Kuat Tekan, Kuat tarik, dan Kuat Rekat)**  
 Keperluan : Penelitian

2. Grafik Hasil Pemeriksaan Gradasi Pasir



## Lampiran 2



**LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN  
JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Gd. E4 Lt. 1 Kampus Sekaran, Gunungpati – Semarang 50229

**DATA HASIL PEMERIKSAAN**

**BERAT JENIS PASIR**

Peneliti : Sulhan Agung  
 Nim : 5101406030  
 Jurusan : Teknik Sipil  
 Judul Skripsi : **“Pengaruh Penambahan Serat Roving Pada Mortar Dengan Berbahan Pengikat Campuran Semen dan Kapur”  
 (Tinjauan Terhadap Keleccakan, Kuat Tekan, Kuat tarik, dan Kuat Rekat)**  
 Keperluan : Penelitian

3. Tabel Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Pasir

No	Uraian	Sampel	
		1	2
1	Berat pasir dalam keadaan SSD (A) gram	500	500
2	Berat piknometer berisi air dan pasir (W1) gram	1030	1031,1
3	Berat pasir setelah kering oven (W2) gram	478,3	479
4	Berat piknometer berisi air (W3) gram	725,5	725,5
5	Bulk specify grafity = $W2/(W3+A-W1)$	2,45	2,46
6	Bulk specify grafity SSD = $A/(W3+A-W1)$	2,56	2,57
7	Apparent specify grafity = $W2/(W3+W2-W1)$	2,75	2,76
8	Absorbsi = $(A-W2)/W2 \times 100\%$	0,0454	0,0438
<b>Berat jenis rata-rata</b>		<b>2,56</b>	

Analisa : Dari hasil praktikum diperoleh berat jenis pasir sebesar 2,56. Maka dapat ditarik kesimpulan bahwa agregat tersebut termasuk **Jenis agregat normal** (Kardiyono, 2007).

## Lampiran 3



**LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN  
JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Gd. E4 Lt. 1 Kampus Sekaran, Gunungpati – Semarang 50229

**DATA HASIL PEMERIKSAAN**

**BERAT SATUAN PASIR**

Peneliti : Sulhan Agung  
 Nim : 5101406030  
 Jurusan : Teknik Sipil  
 Judul Skripsi : **“Pengaruh Penambahan Serat Roving Pada Mortar Dengan Berbahan Pengikat Campuran Semen dan Kapur”**  
**(Tinjauan Terhadap Keleccakan, Kuat Tekan, Kuat tarik, dan Kuat Rekat)**  
 Keperluan : Penelitian

4. Tabel hasil pemeriksaan berat satuan pasir tanpa pemadatan.

No	Uraian	Sampel	
		1	2
1	Berat gelas ukur (W1) gram	631	631
2	Berat pasir dan gelas ukur (W2) gram	1350	1356
3	Berat pasir W3 = W2 - W1 gram	719	725
4	Volume pasir (V) cm <sup>3</sup>	500	500
5	Berat satuan pasir = W3 / V	1,44	1,45
<b>Berat satuan pasir rata-rata</b>		<b>1,44</b>	

## Lampiran 3



**LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN  
JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Gd. E4 Lt. 1 Kampus Sekaran, Gunungpati – Semarang 50229

**DATA HASIL PEMERIKSAAN**

**BERAT SATUAN PASIR**

Peneliti : Sulhan Agung  
 Nim : 5101406030  
 Jurusan : Teknik Sipil  
 Judul Skripsi : **“Pengaruh Penambahan Serat Roving Pada Mortar Dengan Berbahan Pengikat Campuran Semen dan Kapur”  
 (Tinjauan Terhadap Keleccakan, Kuat Tekan, Kuat tarik, dan Kuat Rekat)**  
 Keperluan : Penelitian

5. Tabel hasil pemeriksaan berat satuan pasir dengan pepadatan.

No	Uraian	Sampel	
		1	2
1	Berat gelas ukur (W1) gram	631	631
2	Berat pasir dan gelas ukur (W2) gram	1455	1465
3	Berat pasir $W3 = W2 - W1$ gram	824	834
4	Volume pasir (V) cm <sup>3</sup>	500	500
5	Berat satuan pasir = $W3 / V$	1,65	1,67
<b>Berat satuan pasir rata-rata</b>		<b>1,66</b>	

Analisa : Dari hasil pemeriksaan bahwa agregat tersebut termasuk dalam agregat normal, karena agregat tersebut berkisar antara 1.5 - 1.8 (Kardiyono,2007)

## Lampiran 4



**LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN  
JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Gd. E4 Lt. 1 Kampus Sekaran, Gunungpati – Semarang 50229

**ANALISA KEBUTUHAN BAHAN PADA PEMBUATAN MORTAR  
DENGAN PENAMBAHAN SERAT ROVING**

Dalam 1 satuan mortar kebutuhan bahan dengan perbandingan volume 0,5  
Pc : 0,5 Kpr : 8 Psr  
diperlukan :

Berat jenis semen	=	3,15
Berat jenis kapur	=	2,068
Berat jenis pasir	=	2,56
Berat jenis air	=	1
Berat jenis serat	=	0,364
Fas awal	=	1,1

$$0,5 \text{ m}^3 \text{ Pc akan didapat } V = \frac{w}{\text{bj semen}} = \frac{0,5}{3,15} = 0,158 \text{ Satuan berat}$$

$$0,5 \text{ m}^3 \text{ Kpr akan didapat } V = \frac{w}{\text{bj kapur}} = \frac{0,5}{2,068} = 0,24178 \text{ Satuan berat}$$

$$8 \text{ m}^3 \text{ Psr akan didapat } V = \frac{w}{\text{bj pasir}} = \frac{8}{2,56} = 3,125 \text{ Satuan berat}$$

$$1,1 \text{ m}^3 \text{ Air akan didapat } V = \frac{w}{\text{bj air}} = \frac{1,1}{1} = 1,1 \text{ Satuan berat}$$

$$0,1 \text{ m}^3 \text{ serat akan didapat } V = \frac{w}{\text{bj serat}} = \frac{0,1}{0,364} = 0,27473 \text{ Satuan berat}$$

$$0,158 \text{ Pc} : 0,241 \text{ Kp} : 3,125 \text{ Psr} = 1 \text{ Pc} : 1,52 \text{ Kp} : 19,77 \text{ Psr}$$



## Lampiran 4



**LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Gd. E4 Lt. 1 Kampus Sekaran, Gunungpati – Semarang 50229

Dari perbandingan berat 0,158 Pc : 0,241 Kpr : 3,125 Psr dihitung bahan per satuan mortar menjadi perbandingan berat sebagai berikut :

Kebutuhan semen	=	1	x	3,15	=	3,15	Satuan berat
Kebutuhan kapur	=	1,52	x	3,15	=	4,788	Satuan berat
Kebutuhan pasir	=	19,77	x	3,15	=	62,2755	Satuan berat
Kebutuhan air	=	1,1	x	3,15	=	3,465	Satuan berat

\* Jadi kebutuhan per satuan mortar dibutuhkan perbandingan berat  
 3,15 Pc : 4,788 Kpr : 62,27 Psr

Perbandingan volume	=	Perbandingan berat
0,5 Pc : 0,5 Kpr : 8 Psr		1 Pc : 1,52 Kpr : 19,77 Psr

- Untuk variasi serat roving 0% perbandingan kebutuhan bahanya adalah :

Fas 1,1

Semen	=	0,5	x	3,15	=	1,575	Satuan berat
Kapur	=	0,5	x	3,15	=	1,575	Satuan berat
Pasir	=	8	x	3,15	=	25,200	Satuan berat
Air	=	0,35	x	3,15	=	1,103	Satuan berat
Serat Roving	=	0	x	3,15	=	0,000	Satuan berat

## Lampiran 4



**LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Gd. E4 Lt. 1 Kampus Sekaran, Gunungpati – Semarang 50229

- Untuk variasi serat roving 10% perbandingan kebutuhan bahanya adalah :

Fas 1,1

$$\text{Semen} = 0,5 \times 3,15 = 1,575 \text{ Satuan berat}$$

$$\text{Kapur} = 0,5 \times 3,15 = 1,575 \text{ Satuan berat}$$

$$\text{Pasir} = 8 \times 3,15 = 25,200 \text{ Satuan berat}$$

$$\text{Air} = 0,35 \times 3,15 = 1,103 \text{ Satuan berat}$$

$$\text{Serat Roving} = 0,2747 \times 3,15 = 0,865 \text{ Satuan berat}$$

- Untuk variasi serat roving 20% perbandingan kebutuhan bahanya adalah :

Fas 1,15

$$\text{Semen} = 0,5 \times 3,15 = 1,575 \text{ Satuan berat}$$

$$\text{Kapur} = 0,5 \times 3,15 = 1,575 \text{ Satuan berat}$$

$$\text{Pasir} = 8 \times 3,15 = 25,200 \text{ Satuan berat}$$

$$\text{Air} = 0,366 \times 3,15 = 1,153 \text{ Satuan berat}$$

$$\text{Serat Roving} = 0,5495 \times 3,15 = 0,174 \text{ Satuan berat}$$

- Untuk variasi serat roving 30% perbandingan kebutuhan bahanya adalah :

Fas 1,15

$$\text{Semen} = 0,5 \times 3,15 = 1,575 \text{ Satuan berat}$$

## Lampiran 4



**LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Gd. E4 Lt. 1 Kampus Sekaran, Gunungpati – Semarang 50229

Kapur	=	0,5	x	3,15	=	1,575	Satuan berat
Pasir	=	8	x	3,15	=	25,200	Satuan berat
Air	=	0,366	x	3,15	=	1,153	Satuan berat
Serat Roving	=	0,8242	x	3,15	=	2,596	Satuan berat

- Untuk variasi serat roving 40% perbandingan kebutuhan bahanya adalah :

Fas 1,20

Semen	=	0,5	x	3,15	=	1,575	Satuan berat
Kapur	=	0,5	x	3,15	=	1,575	Satuan berat
Pasir	=	8	x	3,15	=	25,200	Satuan berat
Air	=	0,384	x	3,15	=	1,210	Satuan berat
Serat Roving	=	1,0989	x	3,15	=	3,462	Satuan berat

## Lampiran 5



**LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN  
JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Gd. E4 Lt. 1 Kampus Sekaran, Gunungpati – Semarang 50229

**DATA HASIL PENGUJIAN NILAI SEBAR MORTAR  
DENGAN PENAMBAHAN SERAT ROVING**

6. Tabel hasil pemeriksaan uji sebar mortar.

Komposisi Campuran	Diameter Uji Sebar Rata-rata (cm)				Diameter Rata-rata (dr)	% dr	Diameter Maksimal (cm) 100%	Nilai fas
	D1	D2	D3	D4				
8 Ps : 0,5 Pc : 0,5 Kpr	12,00	11,40	11,80	12,50	11,93	103,70	11,5	1,10
8 Ps : 0,5 Pc : 0,5 Kpr : 0,1 SR	11,00	11,50	12,00	11,90	11,60	100,87	11,5	1,10
8 Ps : 0,5 Pc : 0,5 Kpr : 0,2 SR	11,00	11,50	11,50	11,20	11,30	98,26	11,5	1,15
8 Ps : 0,5 Pc : 0,5 Kpr : 0,3 SR	11,00	11,50	10,80	11,00	11,08	96,30	11,5	1,15
8 Ps : 0,5 Pc : 0,5 Kpr : 0,4 SR	10,30	11,20	11,20	11,00	10,93	95,00	11,5	1,20

## Lampiran 6



**LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Gd. E4 Lt. 1 Kampus Sekaran, Gunungpati – Semarang 50229

**DATA HASIL PENGUJIAN KUAT TEKAN MORTAR**  
**DENGAN PENAMBAHAN SERAT ROVING**

No	Variasi Serat Roving	Kode Sampel	Ukuran			Luas Penampang cm <sup>2</sup>	Beban Tekan	Beban Tekan rata-rata	Kuat Tekan (kg/cm <sup>2</sup> )	fc rata-rata (Kg/cm <sup>2</sup> )	fc rata-rata (MPa)
			p	l	t						
1	0%	A1	5	5	5	25	82	81,4	39,00788544	38,748	3,875
		A2	5	5	5	25	83		39,44006324		
		A3	5	5	5	25	81		38,57522775		
		A4	5	5	5	25	82		39,00788544		
		A5	5	5	5	25	79		37,70844665		
2	10%	B1	5	5	5	25	62	62,2	30,25378125	30,342	3,034
		B2	5	5	5	25	61		29,80989434		
		B3	5	5	5	25	63		30,6970171		
		B4	5	5	5	25	64		31,13961315		
		B5	5	5	5	25	61		29,80989434		
3	20%	C1	5	5	5	25	48	48,8	23,97418771	24,337	2,434
		C2	5	5	5	25	49		24,42777175		
		C3	5	5	5	25	48		23,97418771		
		C4	5	5	5	25	48		23,97418771		
		C5	5	5	5	25	51		25,33243324		
4	30%	D1	5	5	5	25	39	39,8	19,85058657	20,220	2,022
		D2	5	5	5	25	40		20,31272312		
		D3	5	5	5	25	40		20,31272312		
		D4	5	5	5	25	41		20,77380939		
		D5	5	5	5	25	39		19,85058657		
5	40%	E1	5	5	5	25	36	34,4	18,45757279	17,709	1,771
		E2	5	5	5	25	33		17,05394225		
		E3	5	5	5	25	33		17,05394225		
		E4	5	5	5	25	34		17,52306017		
		E5	5	5	5	25	36		18,45757279		

Lampiran 7



**LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN  
JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Gd. E4 Lt. 1 Kampus Sekaran, Gunungpati – Semarang 50229

**DATA HASIL PENGUJIAN KUAT TARIK MORTAR  
DENGAN PENAMBAHAN SERAT ROVING**

No	Variasi Serat Roving	Kode Sampel	Ukuran			Luas Penampang cm <sup>2</sup>	Beban Tarik	Beban Tarik rata-rata	Kuat Tarik (kg/cm <sup>2</sup> )	ftrk rata-rata (Kg/cm <sup>2</sup> )	ftrk rata-rata (MPa)
			p	l	t						
1	0%	A1	7,5	5	2,5	6,25	82		6,215	6,094	0,609
		A2	7,5	5	2,5	6,25	80		6,064		
		A3	7,5	5	2,5	6,25	79	80,4	5,988		
		A4	7,5	5	2,5	6,25	78		5,912		
		A5	7,5	5	2,5	6,25	83		6,291		
2	10%	B1	7,5	5	2,5	6,25	98		7,428	7,413	0,741
		B2	7,5	5	2,5	6,25	96		7,276		
		B3	7,5	5	2,5	6,25	98	97,8	7,428		
		B4	7,5	5	2,5	6,25	99		7,504		
		B5	7,5	5	2,5	6,25	98		7,428		
3	20%	C1	7,5	5	2,5	6,25	105		7,959	8,019	0,802
		C2	7,5	5	2,5	6,25	107		8,110		
		C3	7,5	5	2,5	6,25	105	105,8	7,959		
		C4	7,5	5	2,5	6,25	108		8,186		
		C5	7,5	5	2,5	6,25	104		7,883		
4	2%	D1	7,5	5	2,5	6,25	68		5,154	5,154	0,515
		D2	7,5	5	2,5	6,25	69		5,230		
		D3	7,5	5	2,5	6,25	70	68	5,306		
		D4	7,5	5	2,5	6,25	66		5,003		
		D5	7,5	5	2,5	6,25	67		5,078		
5	40%	E1	7,5	5	2,5	6,25	32		2,425	2,471	0,247
		E2	7,5	5	2,5	6,25	33		2,501		
		E3	7,5	5	2,5	6,25	31	32,6	2,350		
		E4	7,5	5	2,5	6,25	33		2,501		
		E5	7,5	5	2,5	6,25	34		2,577		

## Lampiran 8



**LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Gd. E4 Lt. 1 Kampus Sekaran, Gunungpati – Semarang 50229

**DATA HASIL PENGUJIAN KUAT REKAT MORTAR**  
**DENGAN PENAMBAHAN SERAT ROVING**

No	Variasi Serat Roving	Kode Sampel	Ukuran		Luas Penampang cm <sup>2</sup>	Beban Tarik	Beban Tarik rata-rata	Kuat Tarik (kg/cm <sup>2</sup> )	ftrk rata-rata (Kg/cm <sup>2</sup> )	ftrk rata-rata (MPa)
			p	l						
1	0%	A1	10	10	100	42	40,2	0,199	0,190	0,019
		A2	10	10	100	40		0,189		
		A3	10	10	100	41		0,194		
		A4	10	10	100	39		0,185		
		A5	10	10	100	39		0,185		
2	10%	B1	10	10	100	33	34,6	0,156	0,164	0,016
		B2	10	10	100	34		0,161		
		B3	10	10	100	35		0,166		
		B4	10	10	100	36		0,171		
		B5	10	10	100	35		0,166		
3	20%	C1	10	10	100	29	28,8	0,137	0,136	0,014
		C2	10	10	100	27		0,128		
		C3	10	10	100	29		0,137		
		C4	10	10	100	28		0,133		
		C5	10	10	100	31		0,147		
4	30%	D1	10	10	100	23	24	0,109	0,114	0,011
		D2	10	10	100	24		0,114		
		D3	10	10	100	22		0,104		
		D4	10	10	100	26		0,123		
		D5	10	10	100	25		0,118		
5	40%	E1	10	10	100	21	20,2	0,099	0,096	0,010
		E2	10	10	100	20		0,095		
		E3	10	10	100	22		0,104		
		E4	10	10	100	18		0,085		
		E5	10	10	100	20		0,095		

Lampiran 9



**LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN  
JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Gd. E4 Lt. 1 Kampus Sekaran, Gunungpati – Semarang 50229

DOKUMENTASI PELAKSANAAN PENELITIAN



Gambar : Pasir muntilan yang digunakan dalam pembuatan mortar



Gambar : Kapur yang digunakan dalam pembuatan mortar



## Lampiran 9



**LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN  
JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Gd. E4 Lt. 1 Kampus Sekaran, Gunungpati – Semarang 50229

---



Gambar : Semen merk Gresik kemasan 50 kg yang digunakan dalam pembuatan mortar



Gambar : Serat Roving yang digunakan dalam pembuatan mortar

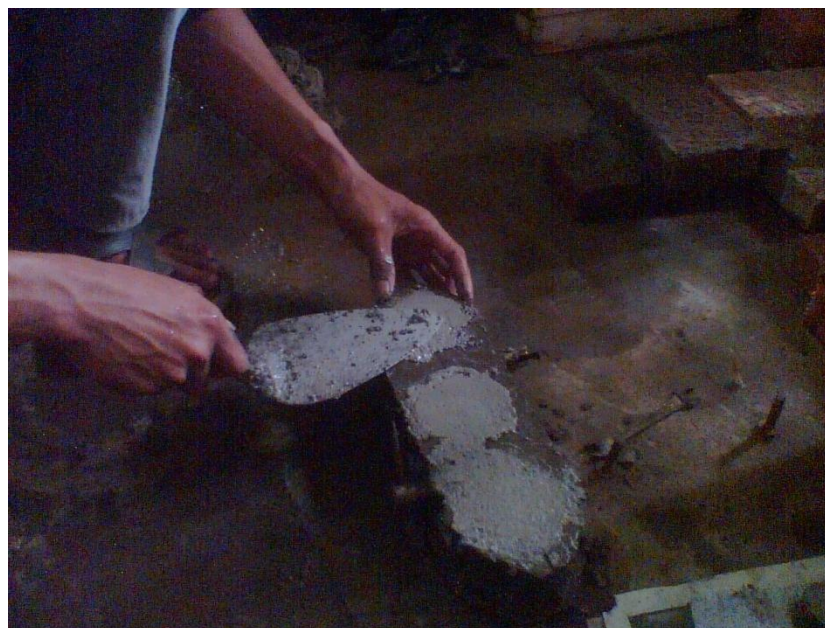
Lampiran 9



**LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN  
JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Gd. E4 Lt. 1 Kampus Sekaran, Gunungpati – Semarang 50229

---



Gambar : Proses pembuatan benda uji

Lampiran 9



**LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Gd. E4 Lt. 1 Kampus Sekaran, Gunungpati – Semarang 50229



Gambar : Proses perawatan benda uji untuk uji kuat tekan dan kuat tarik

Lampiran 9



**LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN  
JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Gd. E4 Lt. 1 Kampus Sekaran, Gunungpati – Semarang 50229

---



Gambar : Proses perawatan benda uji untuk uji kuat tekan dan kuat tarik



Gambar : Proses perawatan benda uji untuk uji kuat rekat

Lampiran 9



**LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN  
JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Gd. E4 Lt. 1 Kampus Sekaran, Gunungpati – Semarang 50229



Gambar : Proses Pengujian Kuat Tekan Mortar

Lampiran 9



**LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN  
JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Gd. E4 Lt. 1 Kampus Sekaran, Gunungpati – Semarang 50229



Gambar : Proses Pengujian Kuat Tarik Mortar

Lampiran 9



**LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN  
JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Gd. E4 Lt. 1 Kampus Sekaran, Gunungpati – Semarang 50229



Gambar : Proses Pengujian Kuat Rekat Mortar