

**LAPORAN**  
**PENELITIAN DOSEN DAN MAHASISWA**



**UJI KAPASITAS LENTUR SEDERHANA PADA PELAT MORTAR  
DARI MATERIAL POLIMER RESIN SEBAGAI ALTERNATIF  
PENGANTI SEMEN**

**Oleh :**

<b>Ketua</b>	<b>:</b>	<b>Nyimas Septi Rika Putri, ST., M.Si.</b>	<b>NIP. 19800911 200812 2 001</b>
<b>Anggota</b>	<b>:</b>	<b>1. Betty Susanti, ST., MT.</b>	<b>NIP. 19800104 200312 2 005</b>
		<b>2. Yulindasari, ST., M.Eng.</b>	<b>NIP. 19790722 200912 2 003</b>
<b>Mahasiswa</b>	<b>:</b>	<b>1. Utari Sriwijaya Minaka</b>	<b>NIM 03071001036</b>
		<b>2. M. Ridho Alcaesar</b>	<b>NIM 53081001006</b>

**Dibiayai Dana DIPA FT UNSRI  
No. 013/UPPM/IX/FT/2011  
Tahun Anggaran 2011-2012  
Penelitian Dosen dan Mahasiswa Fakultas Teknik UNSRI**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2011**

## HALAMAN PENGESAHAN

Judul Penelitian : Uji Kapasitas Lentur Sederhana Pada Pelat Mortar Dari Material Polimer Resin Sebagai Alternatif Pengganti Semen

Bidang Penelitian : Teknik Sipil / Struktur

Dosen Peneliti

a. Nama Lengkap : Nyimas Septi Rika Putri, ST, MSI

b. Jenis Kelamin : Perempuan

c. NIP : 198009112008122001

d. Disiplin Ilmu : Teknik Sipil/Teknik Manajemen Lingkungan

e. Pangkat/Golongan : Penata Muda Tk. I / III a

f. Jabatan : Tenaga Pengajar

g. Fakultas/Jurusan : Teknik / Teknik Sipil

h. Alamat : Kampus Unsri Jl. Raya Prabumulih Km.35

i. Telpon/Faks/Email : 0711-580139

j. Alamat Rumah : Jl. Patin 8 Blok. E13 Perum. Pusri Sako Palembang

k. Alamat Rumah : 0711-718914 / nyimasputri\_hri@yahoo.co.id

Jangka Waktu Penelitian : 2 (dua) bulan

Tempat Penelitian : Laboratorium Struktur Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Jumlah Usulan Biaya : Rp. 10.000.000,- (Sepuluh Juta Rupiah)

Mengetahui,

Kepala Unit Penelitian dan Pengabdian

Kejurusan Teknik Sipil FT UNSRI,



Nyimas Septi Rika Putri, MSc  
NIP. 198009112008122001

Palembang, Desember 2011

Ketua Peneliti,

Nyimas Septi Rika Putri, ST, MSI  
NIP. 198009112008122001

Menyetujui,

Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya,



Dr. H. Taufik Tohs, DEA  
NIP. 195308141985031002

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
DAFTAR ISI .....	iii
DAFTAR GAMBAR .....	v
DAFTAR TABEL .....	vi
ABSTRAK .....	vii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
BAB II PERUMUSAN MASALAH .....	3
BAB III TINJAUAN PUSTAKA .....	4
3.1. Mortar .....	4
3.2. Material Penyusun Mortar Semen Dan Mortar Polimer .....	5
3.2.1. Filler .....	5
3.2.2. Agregat Halus .....	8
3.2.3. Air .....	9
3.2.4. Polimer Resin .....	10
BAB IV TUJUAN PENELITIAN .....	18
BAB V METODE PENELITIAN .....	19
5.1. Waktu Dan Tempat Penelitian .....	19
5.2. Metode Eksperimental .....	19
5.3. Material .....	20
5.3.1. Filler .....	20
5.3.2. Agregat Halus .....	21
5.3.3. Polimer .....	21
5.4. Peralatan Yang Digunakan .....	22
5.5. Benda Uji .....	22
5.6. Komposisi Campuran Benda Uji .....	24
5.6.1. Komposisi Campuran Mortar Polimer .....	24
5.6.2. Komposisi Campuran Mortar Semen .....	24
5.7. Prosedur Pembuatan Benda Uji .....	25
5.8. Metode Pengujian .....	26

5.8.1.Pengujian Kuat Lentur Pelat .....	26
5.8.2. Pengujian Kuat Tekan Mortar Semen dan Mortar Polimer ...	29
5.8.3. Pengujian Kuat Tarik Baja dan Kawat Ayam .....	30
<b>BAB VI ANALISA DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>35</b>
6.1.Kapasitas Lentur Teoritis .....	35
6.2.Hasil Pengujian Kuat Lentur Plat .....	36
6.2.1. Plat Mortar Semen .....	36
6.2.2. Plat Mortar Polimer .....	39
6.3.Perbandingan Kapasitas Lentur Plat .....	41
6.4.Perbedaan Kapasitas Lentur Plat Mortar Polimer Dengan Plat Mortar Semen .....	42
<b>BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>45</b>
7.1.Kesimpulan .....	45
7.2.Saran .....	46
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 A). Penampang Beton Polimer Menggunakan Mikroskop Optik Refleksi Cahaya B). Setelah Melalui Teknik Pewarnaan	.....	11
Gambar 3.2 Kekuatan Tarik Pelat Tanpa Tulangan	.....	12
Gambar 3.3 Kekuatan Tarik Pelat Dengan Tulangan	.....	12
Gambar 3.4 Jenis-Jenis Tumpuan Pelat	.....	13
Gambar 3.5 Jenis-Jenis Baja	.....	14
Gambar 3.6 Hubungan Tegangan Dan Regangan Tarik Baja Tulangan	.....	15
Gambar 3.7 Kawat Ayam Dan Anyaman Tulangan Kawat Ayam	.....	16
Gambar 3.8 Lendutan Pada Pelat	.....	16
Gambar 5.1. Diagram Ali Rencana Kerja	.....	20
Gambar 5.1. Potongan Memanjang Benda Uji Pelat	.....	22
Gambar 5.2. Pembebanan Pada Pelat	.....	27
Gambar 5.3 Alat Pengujian Kapasitas Lentur Pelat	.....	28
Gambar 5.4 Grafik Hasil Uji Kuat Tarik Baja	.....	30
Gambar 5.5 Grafik Hasil Uji Kuat Tarik Kawat Ayam	.....	31
Gambar 5.6. Dimensi Dan Penampang Memanjang Benda Uji Plat	.....	33
Gambar 6. 1. Hubungan Beban Vs. Lendutan Plat Mortar Semen Bertulangan Satu Lapis Kawat Ayam	.....	36
Gambar 6. 2. Hubungan Beban Vs. Lendutan Plat Mortar Polimer Bertulangan Baja Dan Satu Lapis Kawat Ayam	.....	37
Gambar 6. 3. Hubungan Beban Vs. Lendutan Plat Mortar Polimer Bertulangan Baja Dan Tiga Lapis Kawat Ayam	.....	38
Gambar 6. 4. Hubungan Beban Vs. Lendutan Plat Mortar Polimer Bertulangan Satu Lapis Kawat Ayam	.....	39
Gambar 6. 5. Hubungan Beban Vs. Lendutan Plat Mortar Polimer Bertulangan Baja Dan Satu Lapis Kawat Ayam	.....	39
Gambar 6. 6. Hubungan Beban Vs. Lendutan Plat Mortar Polimer Bertulangan Baja Dan Tiga Lapis Kawat Ayam	.....	40
Gambar 6. 7. Perbedaan Kapasitas Lentur Plat Antara Mortar Polimer Dan Mortar Semen Bertulangan Satu Lapis Kawat Ayam	.....	43
Gambar 6. 8. Perbedaan Kapasitas Lentur Plat Antara Mortar Polimer Dan Mortar Semen Bertulangan Satu Lapis Kawat Ayam Dan Baja 6 Mm	.....	43
Gambar 6. 9. Perbedaan Kapasitas Lentur Plat Antara Mortar Polimer Dan Mortar Semen Bertulangan Satu Lapis Kawat Ayam Dan Baja 6 Mm	.....	44

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Susunan Unsur Semen Biasa	.....	5
Tabel 3.2 Gradasi Abu Terbang (Clarke, 1992)	.....	7
Tabel 3.3 Komposisi Kimia Abu Terbang Astm	.....	7
Tabel 3.4 Persyaratan Gradasi Agregat Halus Sk-Sni-T-15-1990-03	.....	9
Tabel 5.1 Hasil Pengujian Pasir	.....	21
Tabel 5.2. Benda Uji Dengan Jenis Tulangan Yang Digunakan	.....	23
Tabel 5.3. Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar	.....	29
Tabel 5.4. Hasil Pengujian Tarik Baja Dan Kawat Ayam	.....	31
Tabel 5.5. Benda Uji	.....	33
Tabel 6.1. Perbandingan Teoritis Kapasitas Lentur Plat	.....	35
Tabel 6.2. Hasil Pengujian Kapasitas Lentur Plat	.....	41
Tabel 6.3. Perbandingan Kapasitas Lentur Plat Teoritis Dan Hasil Pengujian	.....	42

# UJI KAPASITAS LENTUR SEDERHANA PADA PELAT MORTAR DARI MATERIAL POLIMER RESIN SEBAGAI ALTERNATIF PENGGANTI SEMEN

## ABSTRAK

*Perkembangan pembangunan di Indonesia sekarang ini sudah semakin pesat. Upaya penghematan dilakukan di bidang industri konstruksi. Salah satu upaya tersebut adalah mencari bahan material alternatif sebagai bahan konstruksi bangunan, selain yang sudah ada dan digunakan sampai saat ini. Alternatif bahan material konstruksi haruslah mempunyai keunggulan dibandingkan dengan bahan material konvensional, yaitu lebih kuat, lebih tahan cuaca, ringan, dengan harga yang relatif lebih murah sehingga menghasilkan konstruksi yang berkualitas tinggi.*

*Dewasa ini telah banyak alternatif bahan baku plat mortar pada industri konstruksi, yang tidak hanya berasal dari semen. Salah satunya adalah plat mortar berbahan baku dari polimer yang telah terbukti di banyak penelitian memiliki beberapa keunggulan, antara lain lebih lentur dan lebih kuat terhadap beban di atasnya. Penelitian ini dilakukan untuk mencari material alternatif untuk membuat plat mortar yang biasa digunakan untuk lantai; mengetahui kapasitas kuat lentur plat mortar polimer berbahan utama resin dan styrene monomer; dan membuktikan bahwa dengan menggunakan bahan polimer, proses pengerasan plat mortar dapat terjadi dalam waktu yang jauh lebih singkat dibandingkan dengan plat mortar semen, serta menghasilkan plat mortar dengan daya kuat tinggi.*

*Hasil penelitian terhadap plat mortar semen dan plat mortar polimer menunjukkan bahwa proses pengerasan plat mortar polimer jauh lebih cepat dibandingkan plat mortar semen biasa sehingga memudahkan pengerjaan konstruksi yang tidak memerlukan waktu banyak. Adanya perbedaan hasil kapasitas lentur plat mortar antara perhitungan teoritis dengan hasil yang diperoleh di lapangan dikarenakan kesalahan dalam pembacaan dial dan beban pada saat pengujian plat mortar di laboratorium.*

*Kata Kunci : plat mortar, polimer, semen, kapasitas lentur.*

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Perkembangan pembangunan di Indonesia sekarang ini sudah semakin pesat. Ditengah krisis yang melanda negara kita ini, banyak upaya yang dilakukan untuk menekan biaya pembangunan yang memerlukan dana sangat besar. Upaya penghematan juga dilakukan di bidang industri konstruksi. Salah satu upaya tersebut adalah mencari bahan material alternatif sebagai bahan konstruksi bangunan, selain yang sudah ada dan digunakan sampai saat ini. Alternatif bahan material konstruksi haruslah mempunyai keunggulan dibandingkan dengan bahan material konvensional, yaitu lebih kuat, lebih tahan cuaca, ringan, dengan harga yang relatif lebih murah sehingga menghasilkan konstruksi yang berkualitas tinggi.

Penelitian dan pengembangan beton polimer dimulai sejak tahun 1950, yaitu pada saat ditemukannya marmer tiruan dari bahan polimer. Setelah itu gagasan untuk menggunakan beton polimer dalam industri konstruksi ini dimulai di Jepang dan Eropa pada tahun 1970, kemudian menyusul di Amerika Serikat tahun 1980. Penggunaan bahan polimer tersebut antara lain untuk perbaikan struktur beton bertulang, pelapisan permukaan jalan, lantai jembatan, bangunan dam, pondasi mesin, panel pracetak, kotak sampah bahan kimia, pipa tahan gerus, dan elemen struktur tahan agresi kimia.

Secara garis besar dapat ditarik kesimpulan bahwa jika dibandingkan dengan bahan material bangunan konvensional seperti beton, polimer memiliki sejumlah kelebihan, antara lain ; tidak berkarat, tahan cuaca, tahan terhadap bahan kimia, lebih ringan, dan memiliki sifat mudah diatur sesuai dengan kehendak kita, sehingga memudahkan pengerjaan konstruksi bangunan bagi Arsitek dan Insinyur Sipil.

Dalam industri konstruksi, polimer dapat digunakan sebagai matriks komposit, atau komposit berbasis polimer, misalnya massa beton polimer, granit sintetis, pualam buatan, panel-panel, dan lain-lain. Mortar polimer digunakan terutama untuk lapisan pelindung pada beton, beton bertulang, bahkan pada baja. Selain itu, mortar polimer juga dapat digunakan sebagai pengganti beton atau mortar semen dalam pembuatan konstruksi. Misalnya dalam pembuatan konstruksi plat, yang biasanya menggunakan struktur beton

bertulang, kini mempunyai alternatif lain sebagai bahan materialnya, yaitu mortar dan beton polimer bertulang.

Dewasa ini telah banyak alternatif bahan baku pelat mortar pada industri konstruksi, yang tidak hanya berasal dari semen. Salah satunya adalah pelat mortar berbahan baku dari polimer yang telah terbukti di banyak penelitian memiliki beberapa keunggulan, antara lain lebih lentur dan lebih kuat terhadap beban di atasnya. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar perbandingan kelenturan pelat mortar yang berbahan baku polimer resin dengan pelat mortar dari bahan semen konvensional.

## **BAB II**

### **PERUMUSAN MASALAH**

Permasalahan yang mungkin timbul pada pembuatan mortar polimer antara lain adalah :

1. Apakah kekuatan mortar polimer sangat tergantung pada komposisi campuran pembuat mortar polimer, campuran yang dimaksud adalah polimer dan filler. Komposisi polimer resin dan filler merupakan variabel yang menentukan karakteristik dari plat mortar polimer. Pada penelitian ini hanya menggunakan satu jenis dan komposisi campuran polimer dan filler berdasarkan referensi dari studi literatur yang ada.
2. Masalah lain adalah waktu pengerasan (*setting time*) mortar polimer yang terlalu cepat yang dapat berpengaruh pada kekuatan mortar. Selain itu, masih sedikitnya literatur dari penelitian-penelitian mengenai manfaat dan keunggulan mortar polimer pada struktur bangunan menyebabkan kurangnya penggunaan mortar polimer dibidang industri konstruksi.
3. Masalah yang masih ada hingga saat ini adalah belum adanya suatu bahan atau material pembuat konstruksi lapisan lantai atau tegel yang tahan terhadap asam, yang biasanya digunakan pada gudang-gudang dan pabrik-pabrik kimia.
4. Pada pembuatan pelat lantai yang menggunakan mortar polimer apakah mempunyai kapasitas lentur yang sama atau lebih kuat dibandingkan dengan pelat lantai yang menggunakan mortar semen biasa, dimana kapasitas lentur ini berpengaruh pada kekuatan konstruksi bangunan.

## **BAB III**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **3. 1. MORTAR**

Mortar atau adukan adalah campuran pasta semen (bahan ikat), pasir dan air yang terletak antara bata, balok dan batuan yang awalnya dibuat dengan semen portland dan kapur (Scott, 1993: 433). Mortar pada umumnya dapat dibedakan menjadi 4 (empat) macam, yaitu; mortar lumpur, mortar kapur, mortar semen, dan mortar khusus.

- a. Mortar lumpur, dibuat dari campuran pasir, tanah liat/lumpur dan air
- b. Mortar kapur, dibuat dari campuran pasir, kapur, dan air
- c. Mortar semen, dibuat dari campuran pasir, semen portland, dan air dalam perbandingan yang tepat
- d. Mortar khusus, dibuat dengan menambahkan bahan khusus pada mortar b dan c di atas dengan tujuan tertentu misalnya dengan penambahan bahan kimia polimer, serat, bubuk batu api dan sebagainya.

Mortar merupakan perekat utama dalam campuran beton. Selain dalam campuran beton, umumnya mortar digunakan sebagai plesteran dalam pasangan batu bata yang berfungsi untuk melekatkan batu bata menjadi satu kesatuan yang kuat dan kaku. Mortar juga dapat digunakan sebagai bahan plesteran untuk keperluan lain, seperti pelapis dinding, plafon, dan sebagai material perbaikan beton.

Di dalam penggunaannya, mortar harus memenuhi standar untuk digunakan sebagai bahan bangunan. Mortar yang baik 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

Mortar polimer adalah mortar yang terdiri dari campuran bahan kimia polimer dan filler. Mortar polimer merupakan alternatif dalam aplikasi mortar yang memiliki lebih banyak keunggulan dari mortar semen biasa. Campuran dari mortar polimer yang digunakan pada penelitian ini adalah resin dan abu terbang (*fly ash*) sebagai filler.

### 3. 2. MATERIAL PENYUSUN MORTAR SEMEN DAN MORTAR POLIMER

Material penyusun mortar semen dan mortar polimer dapat dibedakan menjadi tiga jenis berdasarkan karakteristiknya, yaitu filler (semen dan abu terbang), air, agregat halus, serta polimer resin.

#### 3. 2. 1. Filler

##### a. Semen

Semen adalah suatu jenis bahan yang memiliki sifat adhesif dan kohesif yang memungkinkan melekatnya fragmen-fragmen mineral menjadi satu massa yang padat. Meskipun definisi ini dapat diterapkan untuk banyak jenis bahan, semen yang dimaksudkan untuk konstruksi beton adalah bahan jadi dan mengeras dengan adanya air yang dinamakan semen hidraulis. Hidraulis berarti semen bereaksi dengan air dan membentuk suatu bahan massa. Bahan dasar penyusun semen terdiri dari bahan-bahan yang terutama mengandung kapur, silika dan oksida besi, maka bahan-bahan itu menjadi unsur-unsur pokok semennya.

Tabel 3.1 Susunan Unsur Semen Biasa

Oksida	Persen (%)
Kapur (CaO)	60 – 65
Silika (SiO <sub>2</sub> )	17 – 25
Alumina (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	3 – 8
Besi (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0,5 – 6
Magnesia (MgO)	0,5 – 4
Sulfur (SO <sub>3</sub> )	1 – 2
Potash (Na <sub>2</sub> O + K <sub>2</sub> O)	0,5 – 1

Sumber : Teknologi Beton; Kardiyono Tjokrodimulyoo. 1994

Jenis-jenis semen adalah :

a. Semen Abu

Semen abu atau semen *portland* adalah bubuk/*bulk* berwarna abu kebiru-biruan, dibentuk dari bahan utama batu kapur/gamping berkadar kalsium tinggi yang diolah dalam tanur yang bersuhu dan bertekanan tinggi. Semen ini biasa digunakan sebagai perekat untuk memplester.

b. Semen putih

Semen putih (*gray cement*) adalah semen yang lebih murni dari semen abu dan digunakan untuk pekerjaan penyelesaian (*finishing*), seperti sebagai *filler* atau pengisi. Semen jenis ini dibuat dari bahan utama kalsit (*calcite*) *limestone* murni.

c. *Oil well cement* atau semen sumur minyak

Semen sumur minyak adalah semen khusus yang digunakan dalam proses pengeboran minyak bumi atau gas alam, baik di darat maupun di lepas pantai.

d. *Mixed & fly ash cement*

Adalah campuran semen abu dengan *Pozzolan* buatan (*fly ash*). *Pozzolan* buatan (*fly ash*) merupakan hasil sampingan dari pembakaran batu bara yang mengandung *amorphous* silika, aluminium oksida, besi oksida dan oksida lainnya dalam berbagai variasi jumlah. Semen ini digunakan sebagai campuran untuk membuat beton, sehingga menjadi lebih keras.

Semakin baik mutu semen maka semakin lama mengeras atau membatunya jika dicampur dengan air, dengan angka-angka hidrolitas yang dapat dihitung dengan rumus :

$$(\% \text{SiO}_2 + \% \text{Al}_2\text{O}_3 + \% \text{Fe}_2\text{O}_3) : (\% \text{CaO} + \% \text{MgO})$$

e. Abu Terbang (*Fly Ash*)

Abu Terbang adalah sisa pembakaran pada temperatur tinggi, apabila telah dingin merupakan bahan *pozzolanic*, yaitu bahan yang mempunyai sifat mengikat seperti semen dan mengandung senyawa silika alumina aktif yang dapat bereaksi dengan kalsium hidroksida pada suhu kamar dan adanya air yang cukup banyak untuk membentuk senyawa stabil yang mempunyai sifat-sifat seperti semen (PT. Semen Andalas, 1998). Abu terbang merupakan limbah dari pembakaran batubara yang banyak dihasilkan oleh PLTU dan mesin-mesin di pabrik. Sifat abu terbang tersebut membuat abu terbang dapat digunakan sebagai bahan pengganti semen dan bahan tambah untuk bangunan yang dapat meningkatkan ketahanan/keawetan beton terhadap ion sulfat dan juga menurunkan panas hidrasi semen.

Warna abu terbang biasanya dari abu-abu sampai abu-abu kehitaman yang mempunyai berat jenis 2,15–2,8 (Aman, 1995). Karakteristik fisik abu terbang umumnya tergantung pada efisiensi proses pembakaran pada tempat pengolahan dan jenis bahan serta asal sumber batu bara, baik yang berasal dari jenis *anthracite*, *sub-bituminous*, *bituminous* atau *lignitic* (Cripwell, 1992).

Abu terbang biasanya lolos saringan ukuran 0,425 mm dan gradasi abu terbang mempunyai batasan seperti tabel di bawah ini :

Tabel 3.2 Gradasi abu terbang (Clarke, 1992)

Ukuran Butir (mm)	Persentase Lolos (%)
0,425	100
0,29	90-99
0,06	60-96
0,02	28-79
0,006	10-45
0,002	9-14
0,001	0

Komposisi kimia abu terbang secara umum hampir relatif sama, namun yang membedakannya adalah persentase kandungan masing-masing unsur yang terdapat didalamnya. Di bawah ini adalah komposisi kimia abu terbang dan persentasenya berdasarkan ASTM :

Tabel 3.3 Komposisi kimia abu terbang ASTM

Komposisi kimia abu terbang	Persentase (%)
Silika, SiO <sub>2</sub>	40-55
Oksida Besi, Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5-10
Aluminium Oksida, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	20-30
Kalsium Oksida, CaO	2-7
Sulfur Trioksida, SiO <sub>3</sub>	0,4-2
Kalium Oksida, K <sub>2</sub> O	1-5
Natrium Oksida, Na <sub>2</sub> O	1-2
Magnesium Oksida, MgO	1-4
Hilang Pijar	3-12

Sumber : M. Shalahuddin

Dari tabel di atas, terlihat bahwa kadar SiO<sub>2</sub> yang berasal dari abu terbang lebih dari 50%. Kandungan SiO<sub>2</sub> yang berasal dari abu terbang akan bereaksi dengan kapur mati Ca(OH)<sub>2</sub> yang merupakan hasil hidrasi antara air dan semen. Reaksi antara Ca(OH)<sub>2</sub> dan SiO<sub>2</sub> juga akan menghasilkan kalsium silikat hidrat (CSH) yang berfungsi sebagai perekat.

### 3. 2. 2. Agregat Halus

Agregat halus dalam mortar adalah pasir alam sebagai hasil disintegrasi alami dari batu-batuan atau berupa pasir buatan yang dihasilkan oleh pemecah batu. Agregat halus berperan penting sebagai pembentuk mortar dan beton dalam pengendalian *workability*, serta kekuatan dan keawetan mortar atau beton. Oleh karena itu pemakaian pasir sebagai pembentuk beton harus dilakukan secara selektif.

Syarat agregat halus yang dipakai sebagai campuran beton menurut Peraturan Beton Indonesia 1971 SNI-2 :

- a. Agregat halus atau pasir harus terdiri dari butir-butir yang tajam dan keras. Butir-butir agregat halus harus bersifat kekal artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca, seperti terik matahari atau hujan.
- b. Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% (ditentukan terhadap berat kering). Apabila kadar lumpur melampaui 5% (ditentukan terhadap berat kering) maka agregat halus harus dicuci.
- c. Agregat halus harus terdiri dari butir-butir yang beraneka ragam besarnya dan apabila diayak harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut :
  1. Sisa diatas ayakan 4 mm harus minimum 2% berat.
  2. Sisa diatas ayakan 1 mm harus minimum 10% berat.
  3. Sisa diatas ayakan 0.25 mm harus berkisar 80%-95% berat.
- d. Pasir laut tidak boleh dipakai sebagai agregat halus untuk semua mutu beton, kecuali dengan petunjuk-petunjuk dari lembaga pemeriksaan bahan yang diakui.

Tabel 3.4 Persyaratan gradasi agregat halus SK-SNI-T-15-1990-03

Ukuran saringan (mm)	Prosentase lolos saringan			
	Daerah 1	Daerah 2	Daerah 3	Daerah 4
10,00	100	100	100	100
4,80	90-100	90-100	90-100	95-100
2,40	60-95	75-100	85-100	95-100
1,20	30-70	55-90	75-100	90-100
0,60	15-34	35-59	60-79	80-100
0,30	5-20	8-30	12-40	15-50
0,15	0-10	0-10	0-10	0-15

Sumber : *Teknologi Beton; Kardiyono Tjokrodimulyoo. 1994*

Keterangan:

Daerah I : pasir kasar

Daerah II : pasir agak kasar

Daerah III : pasir agak halus

Daerah IV : pasir halus

### 3. 2. 3. Air

Air ditambahkan ke dalam campuran beton untuk proses hidrasi semen dan pelumasan agregat. Konsentrasi maksimum dari variasi kandungan kimia air yang diizinkan adalah :

- a. apabila 200 ml air sampel tidak mengandung lebih dari 2 ml 0.1 NaOH
- b. apabila 200 ml air sampel tidak mengandung lebih dari 10 ml 0.1 HCl
- c. apabila *solid organic* < 0.02 %
- d. apabila *inorganic solid* < 0.30 %
- e. apabila *sulphate* < 0.05 %
- f. apabila *alkali chlorides* < 0.10 %

Persentase penggunaan air dalam beton dijabarkan sebagai rasio air-semen. Perbandingan terlalu banyak air daripada semen dalam adukan beton dapat menyebabkan kuat beton menurun. Abrahm (1918), telah menemukan hubungan kekuatan beton hanya atas perbandingan air dengan semen (*w/c ratio*) yang hal ini juga mempengaruhi kemudahan kerja (*workable*). Powre telah menemukan bahwa semen tidak bergabung secara kimia dengan lebih dari setengah jumlah air di dalam adukan (*mix*). Semen membutuhkan  $\frac{1}{8}$  sampai  $\frac{1}{4}$  dari berat air untuk menjadikannya berhidrasi sempurna.

#### 3.2.4. Polimer Resin

Polimer adalah suatu zat kimia yang terdiri dari molekul-molekul yang besar dengan karbon dan hidrogen sebagai molekul utamanya. Bahan utama polimer berasal dari limbah plastik yang didaur ulang, kemudian dicampur dengan bahan kimia lainnya.

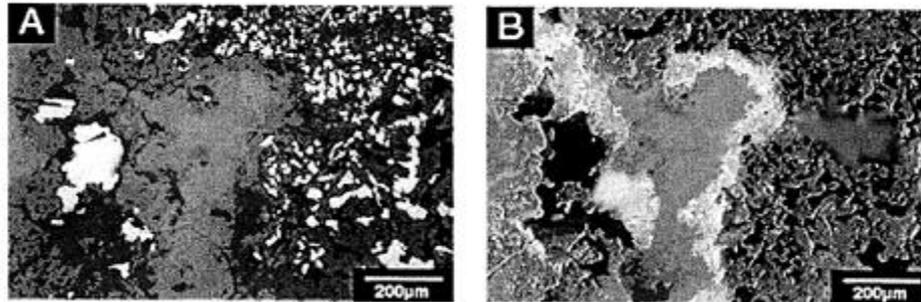
Jenis polimer yang digunakan dalam pembuatan beton atau mortar adalah *thermoplastic polymer* dan *thermosetting polymer*. Jenis *thermoplastic polymer* yang umum digunakan adalah poly latex atau disebut juga akrilik lateks. Sedangkan jenis *thermosetting polymer* yang sering digunakan adalah epoxy resin, polimer ini dapat dicampurkan langsung dengan semen dan air.

Resin termoset (*thermosetting*) adalah polimer cair yang diubah menjadi bahan padat secara polimerisasi jaringan silang dan juga secara kimia, membentuk formasi rantai polimer tiga dimensi. Sifat mekanisnya tergantung pada unit molekuler yang membentuk jaringan rapat dan panjang jaringan silang. Proses pembuatannya dapat dilakukan pada suhu kamar dengan memperhatikan komposisi zat-zat kimia yang digunakan sebagai pengontrol polimerisasi jaringan silang agar didapatkan sifat optimum bahan.

Resin termoset memiliki sifat isotropis dan peka terhadap suhu, mempunyai sifat tidak bisa meleleh, tidak bisa diolah kembali, atomnya berikatan dengan kuat sekali, dan tidak bisa mengalami pergeseran rantai. Bentuk resin epoksi sebelum pengerasan berupa cairan madu dan setelah pengerasan akan berbentuk padatan yang sangat getas.

Resin merupakan bahan pembuat polimer yang belum dapat diolah menjadi bahan akhir. Untuk menjadikan resin sebagai polimer maka diperlukan komponen yang bernama katalis atau *hardener*. Untuk tiap resin yang berbeda, maka katalisnya juga berbeda-beda pula. Beberapa bahan polimer yang telah diuji dan direkomendasikan sebagai material pembuat beton polimer adalah *resin* dan *styrene monomer*. Sebagai hasil bahan promoter digunakan juga larutan *Cobalt Naphthenate* dan sebagai inisiator dipakai *Methyl Ethyl Keton*

*Peroxide*. Bahan-bahan polimer ini harus mempunyai komposisi yang tepat agar dapat digunakan sebagai material penyusun beton polimer.



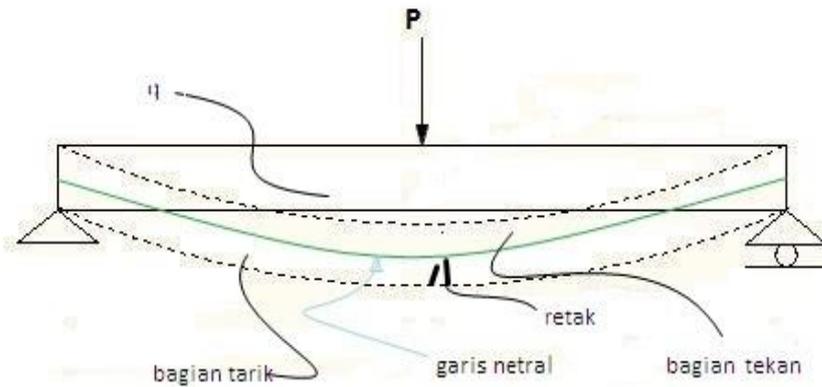
Gambar 3. 1 A). Penampang beton polimer menggunakan mikroskop optik refleksi cahaya  
B). Setelah melalui teknik pewarnaan

### 3. 3. PELAT

Pelat adalah struktur bidang datar dengan permukaan lurus dan ketebalan yang jauh lebih kecil dibandingkan dengan dimensi yang lainnya. Struktur yang bisa dikatakan dua dimensi, membuat berat pelat lebih ringan karenanya memberi banyak keuntungan. Dengan memiliki struktur dan kegunaan yang istimewa ini, tidak mengherankan apabila para perancang dan desainer struktur lebih leluasa bereksplorasi memanfaatkan perancangan struktur pelat dalam bentuk apapun. Struktur pelat juga sering dijumpai sebagai dinding penyelubung rangka. Pelat merupakan struktur pokok dalam bidang konstruksi rancang bangun.

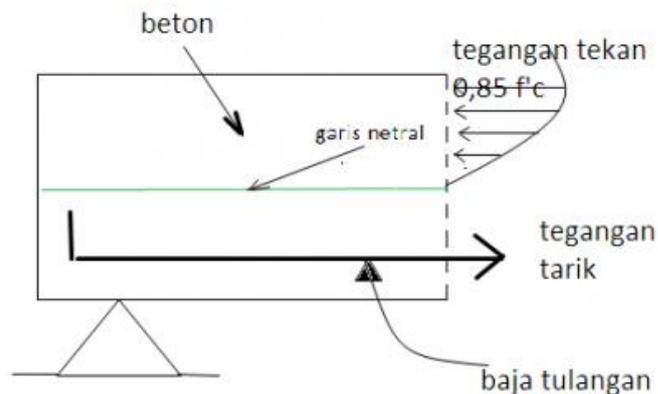
#### 3. 3. 1 Pelat Mortar Dengan Tulangan

Ciri khas pelat/balok mortar maupun beton adalah kuat terhadap gaya tekan tetapi lemah terhadap gaya tarik. Oleh karena itu, pelat beton dapat mengalami retak jika beban yang dipikulnya menimbulkan tegangan tarik yang melebihi kuat tariknya. Jika sebuah pelat beton (tanpa tulangan) ditumpu oleh tumpuan sederhana (sendi dan rol), dan di atas balok tersebut bekerja beban terpusat  $P$  serta beban merata  $q$ , maka akan timbul momen luar sehingga pelat akan melengkung ke bawah seperti pada gambar di bawah ini :



Gambar 3.2 Kekuatan tarik pelat tanpa tulangan

Untuk menahan gaya tarik yang cukup besar pada serat-serat pelat bagian tepi bawah, maka perlu diberi baja tulangan sehingga disebut dengan “beton bertulang”. Pada balok beton bertulang ini, tulangan ditanam sedemikian rupa, sehingga gaya tarik yang dibutuhkan untuk menahan momen pada penampang retak dapat ditahan oleh baja tulangan.



Gambar 3.3 Kekuatan tarik pelat dengan tulangan

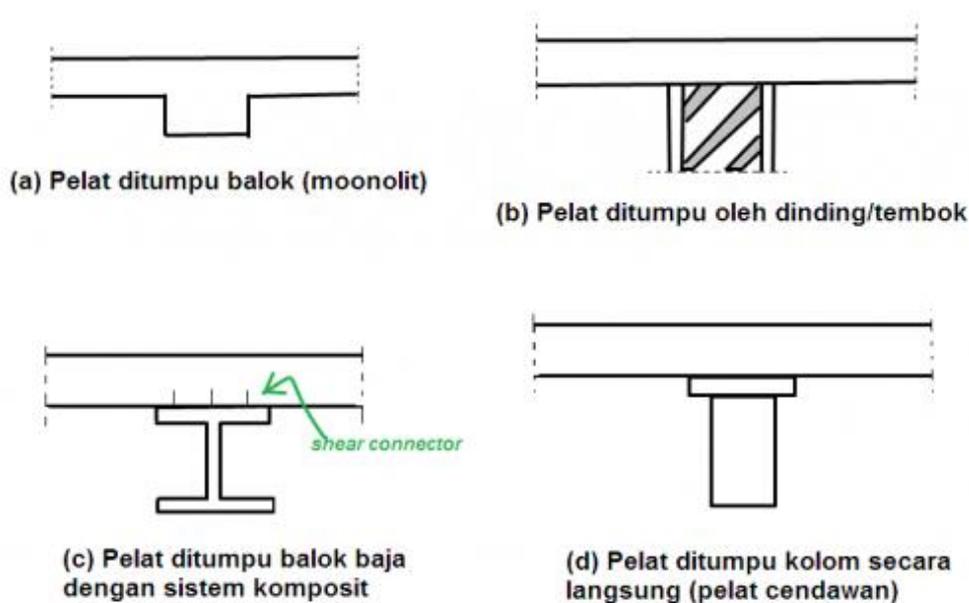
Karena sifat mortar/beton yang tidak kuat terhadap tarik, maka pada gambar di atas, tampak bahwa pelat yang menahan tarik (di bawah garis netral) akan ditahan tulangan, sedangkan bagian menahan tekan (di bagian atas garis netral) tetap ditahan oleh mortar/beton.

Pelat mortar bertulang adalah struktur tipis yang dibuat dari material mortar bertulang dengan bidang yang arahnya horizontal, dan beban yang bekerja tegak lurus pada struktur tersebut. Ketebalan bidang pelat ini relatif sangat kecil apabila dibandingkan dengan bentang panjang/lebar bidangnya. Pelat mortar bertulang sangat kaku dan arahnya

hanya horizontal, sehingga pada bangunan gedung, pelat ini berfungsi sebagai diafragma/unsur pengaku horizontal yang sangat bermanfaat untuk mendukung ketegaran balok portal.

Pelat mortar ataupun pelat beton bertulang banyak digunakan pada bangunan sipil, baik sebagai lantai bangunan, lantai atap dari suatu gedung, lantai jembatan maupun lantai pada dermaga. Beban yang bekerja pada pelat umumnya diperhitungkan terhadap beban gravitasi (beban mati dan/atau beban hidup). Beban tersebut mengakibatkan terjadi momen lentur (seperti pada kasus balok). Pada umumnya pelat mortar dan pelat beton bertulang dipakai sebagai lantai, atap, dan dinding dari gedung-gedung serta sebagai pelat lantai (Decks) dari jembatan. Untuk pembangunan gedung dengan konstruksi yang ringan, tipis tetapi kuat dalam perencanaan penambahan satu level lantai rumah adalah dengan membuat pelat yang ringan, tipis tetapi kuat dalam menahan beban strukturnya. Pengembangan lantai yang berupa pelat mortar dan beton diupayakan agar tidak terlalu membebani konstruksi balok dan kolom yang mendukungnya.

Untuk merencanakan pelat mortar bertulang yang perlu dipertimbangkan tidak hanya pembebanan saja, tetapi juga jenis perletakan dan jenis penghubung di tempat tumpuan. Kekakuan hubungan antara pelat dan tumpuan akan menentukan besar momen lentur yang terjadi pada pelat. Untuk bangunan gedung, umumnya terdapat 4 (empat) jenis tumpuan pelat seperti pada gambar di bawah ini :



Gambar 3.4 Jenis-jenis tumpuan pelat

Dari uraian di atas dapat dipahami, bahwa baik mortar/beton maupun baja-tulangan pada struktur beton bertulang tersebut mempunyai fungsi atau tugas pokok yang berbeda sesuai dengan sifat bahan yang bersangkutan.

*Fungsi utama mortar/beton :*

- Menahan beban/gaya tekan
- Menutup baja tulangan agar tidak berkarat

*Fungsi utama baja tulangan :*

- Menahan gaya tarik (meskipun kuat juga terhadap gaya tekan)
- Mencegah retak beton agar tidak melebar

### **A. Tulangan Baja**

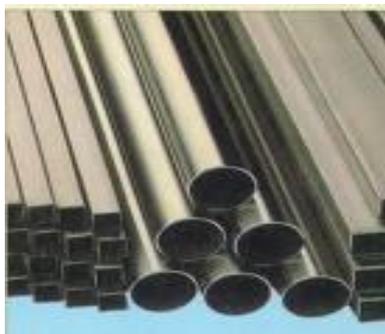
Menurut SNI 03-2847-2002, tulangan yang dapat digunakan pada elemen beton bertulang di batasi hanya pada Baja Tulangan dan Kawat Baja saja. Belum ada peraturan yang mengatur penggunaan tulangan lain selain dari baja tulangan atau kawat baja tersebut. Baja Tulangan yang tersedia di pasaran ada 2 jenis, yaitu :

#### 1. Baja Tulangan Polos (BJTP)

Umumnya digunakan untuk tulangan geser/begel/senggang, dan mempunyai tegangan leleh ( $f_y$ ) minimal sebesar 240 MPa (disebut BJTP-24), dengan ukuran  $\emptyset 6$ ,  $\emptyset 8$ ,  $\emptyset 10$ ,  $\emptyset 12$ ,  $\emptyset 14$  dan  $\emptyset 16$  (dengan  $\emptyset$  menyatakan simbol diameter polos).

#### 2. Baja Tulangan Ulir atau *Deform* (BJTD)

Digunakan untuk tulangan longitudinal atau tulangan memanjang, dan mempunyai tegangan leleh ( $f_y$ ) minimal 300 MPa (disebut BJTD-30)



(a) Baja polos

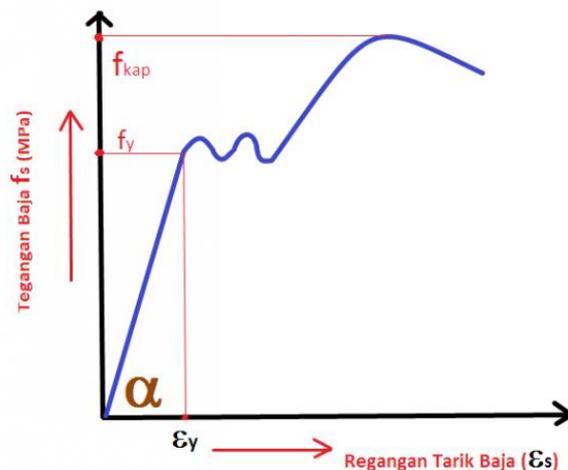


(b) Baja ulir

Gambar 3.5 Jenis-jenis baja

Meskipun baja tulangan mempunyai sifat tahan terhadap beban tekan, tetapi karena harganya yang mahal maka baja tulangan ini hanya diutamakan untuk menahan beban tarik pada struktur beton bertulang, sedangkan beban tekan yang bekerja cukup ditahan oleh betonnya. Di Indonesia, produksi baja tulangan dan baja/besi struktur telah diatur sesuai dengan Standar Industri Indonesia, antara lain dengan SII 0136-80 dan SII 318-80.

Sifat fisik batang tulangan baja yang paling penting untuk digunakan dalam perhitungan perencanaan beton bertulang adalah tegangan luluh ( $f_y$ ) dan modulus elastisitas ( $E_s$ ). Tegangan luluh adalah tegangan baja/besi pada saat meningkatnya tegangan yang tidak disertai lagi peningkatan regangannya. Hubungan antara tegangan dan regangan tarik baja dilukiskan pada gambar di bawah :



HUBUNGAN REGANGAN DAN TEGANGAN TARIK BAJA TULANGAN

Gambar 3. 6 Hubungan tegangan dan regangan tarik baja tulangan

## B. Tulangan Kawat Ayam

Kawat ayam adalah anyaman kawat dengan bentuk anyaman heksagonal dengan lubang kotak tidak kurang dari 1 cm x 1,3 cm yang terikat kuat dan stabil dengan lilitan ganda sehingga dapat digunakan untuk lapisan tulangan dinding. Salah Satu alasan penggunaan tulangan kawat ayam adalah karena kemudahannya dalam pemasangan, jarak penulangan yang terkontrol serta lebih melekat pada campuran beton atau mortar.

Penggunaan kawat ayam harus sesuai dengan standar kualitas SII atau dengan standar lain yang setara. Selain itu, kawat ayam harus bebas dari bahan organik, lemak, minyak, korosi dan bahan lain yang mengurangi kekuatan adhesifnya.

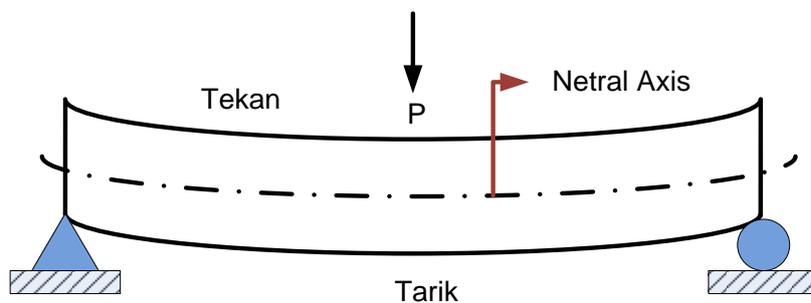


Gambar 3.7 Kawat ayam dan anyaman tulangan kawat ayam

### 3.3.2 Uji Kuat Lentur Pelat

#### A. Teori Lentur Pada Penampang Persegi

Jika suatu pelat diberi beban atau tekanan di atasnya, maka beban yang bekerja mengakibatkan melendutnya pelat sehingga bentuknya melengkung seperti yang terlihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 3.8 Lendutan pada pelat

Pada gambar diatas, lendutan pada pelat menyebabkan perpendekan pada permukaan atas dan perpanjangan pada permukaan bawah. Besarnya perpanjangan dan perpendekan serat-serat pada pelat tergantung pada kemampuan berubah bentuk (kelenturan) bahan dan tergantung pada modulus elastisitas. (Fairakbar, 2001).

#### B. Retak Akibat Lentur

Retak lentur merupakan retak permukaan yang umumnya tidak terlihat dengan jelas kecuali dengan pengamatan secara mendalam. Apabila terjadi retak lentur maka akan

mengakibatkan retak-retak yang lebih besar secara tiba-tiba. Pada struktur beton bertulang, retakan hingga batas tertentu masih bisa ditoleransi dan secara umum tidak membahayakan bagi struktur. Akan tetapi, retakan dapat menimbulkan masalah bahaya korosi pada jangka panjang terhadap tulangan baja bila retakan semakin melebar. Dengan adanya retak yang berlebihan, kemampuan struktur akan berkurang karena di bagian retak ini terjadi konsentrasi tegangan. Oleh karena itu, lebar celah retakan tidak boleh melebihi nilai batas maksimum tertentu. Pengujian kuat lentur pelat dilakukan dengan menggunakan alat tekan hidrolik (*Hydrolic Concrete Beam Testing Machine*), yang hasilnya didapat dengan rumus sebagai berikut :

$$\sigma_{lt} = \frac{M_{max}}{W} \dots\dots\dots (1)$$

atau dengan menggunakan rumus menurut standar ASTM C 78-84, yaitu :

$$R = \frac{P.L}{b.d^2} \dots\dots\dots(2)$$

dimana :

R = kuat lentur pelat (kg/cm<sup>2</sup>)

P = beban maksimum (kg)

L = jarak perletakan (cm)

b = lebar balok (cm)

d = tinggi balok (cm)

## **BAB IV**

### **TUJUAN PENELITIAN**

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mencari material alternatif untuk membuat pelat mortar yang biasa digunakan untuk lantai.
2. Mengetahui kapasitas kuat lentur pelat mortar polimer berbahan utama resin dan *styrene monomer*.
3. Membuktikan bahwa dengan menggunakan bahan polimer, proses pengerasan plat mortar dapat terjadi dalam waktu yang jauh lebih singkat dibandingkan dengan plat mortar semen, serta menghasilkan plat mortar dengan daya kuat tinggi.

Adapun manfaat yang didapat dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui material alternatif untuk plat lantai.
2. Memberikan pemahaman terhadap kapasitas kuat lentur pelat mortar polimer.
3. Mengetahui proses pengerasan plat mortar.

## **BAB V**

### **METODE PENELITIAN**

#### **5. 1. WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN**

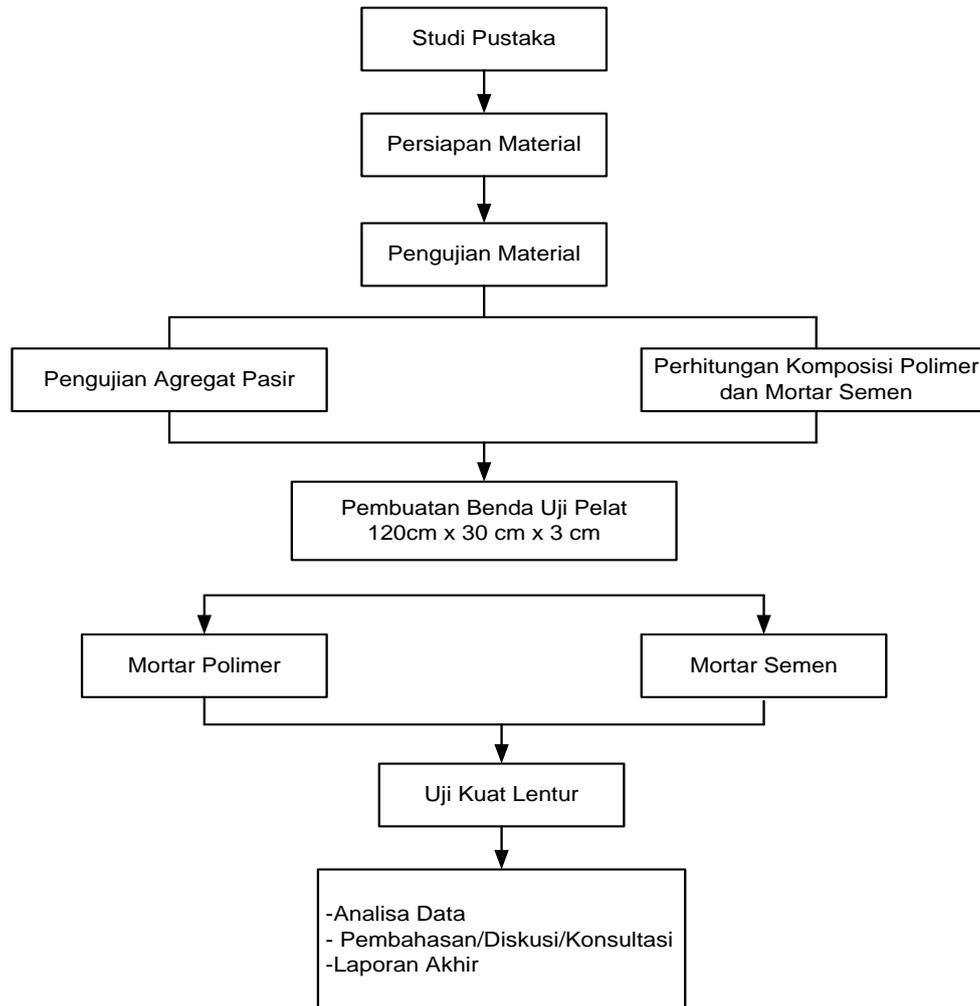
Penelitian ini selesai dalam waktu 2 (dua) bulan. Tempat penelitian menggunakan Laboratorium Struktur Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

#### **5. 2. METODE EKSPERIMENTAL**

Pada penelitian ini dilakukan dengan membuat plat mortar dengan dua jenis tulangan, yaitu tulangan baja dan kawat ayam. Percobaan ini dilakukan untuk mengetahui apakah kuat lentur plat mortar polimer lebih efisien dibandingkan dengan plat mortar semen. Pengujian yang dilakukan terhadap benda uji yang dibuat adalah kapasitas lenturnya sehingga dapat diketahui kapasitas lentur plat bertulangan baja dan kawat ayam. Hal ini dilakukan dengan memvariasikan jenis tulangan serta menjaga komposisi bahan penyusun tetap konstan.

Pada penelitian ini, dilakukan pendekatan dengan mengacu kepada penelitian-penelitian beberapa jenis beton polimer yang pernah dilakukan sebelumnya, yaitu oleh Budi Lationo dalam tesisnya yang berjudul Komposit Partikulat Agregat – Keramik – Polimer Sebagai Bahan Beton Alternatif (1997), dan oleh Elisa dalam skripsinya yang berjudul Pengaruh Filler Terhadap Kuat Tekan Mortar Polimer (2003). Hingga saat ini metode untuk menentukan komponen mortar polimer secara tepat belum ada. Umumnya penelitian yang dilakukan masih menggunakan metode coba-coba (*trial and error*). Adapun proses dari penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada bagian alir rencana kerja dibawah ini :

## DIAGRAM ALIR RENCANA KERJA



Gambar 5. 1. Diagram Ali Rencana Kerja

### 5. 3. MATERIAL

#### 5. 3. 1. Filler

Filler yang digunakan pada pembuatan mortar polimer adalah fly ash (abu terbang). Fly ash yang digunakan dalam pengujian ini berasal dari Pusat Listrik Tenaga Uap (PLTU) Bukit Asam Tanjung Enim. Fly ash yang dipakai adalah tipe F dengan kadar CaO kurang dari 10% sebagai hasil pembakaran batubara jenis anthracite/bituminous dengan kandungan CaO rendah. Sedangkan pada pembuatan mortar biasa, filler yang digunakan adalah semen Portland Tipe 1 karena semen jenis ini lebih sering dipakai dibandingkan dengan semen-semen tipe lain.

### 5. 3. 2. Agregat Halus

Agregat halus yang digunakan dalam penelitian ini adalah pasir sungai. Pasir yang digunakan masih dalam ketentuan-ketentuan gradasi yang dipersyaratkan oleh standar ASTM. Agregat halus yang digunakan di oven terlebih dahulu pada suhu  $(110 \pm 5)^{\circ} \text{C}$  selama  $\pm 24$  jam. Setelah itu, dilakukan pengujian dengan mengacu kepada standar ASTM. Hasil pengujian terhadap pasir ini dapat dilihat pada tabel 5.1. dibawah ini :

Tabel 5. 1 Hasil Pengujian Pasir

Jenis Test	Pasir Talang Balai
Kadar Organik (No)	3
Kadar Lumpur (%)	2,25
Berat Volume Padat (kg/ltr)	1,458
Berat Volume Gembur (kg/ltr)	1,393
Modulus Kehalusan	2,510
Kadar Air (%)	3,073
Apparent Specific Gravity	2,204
Bulk Specific Gravity (kering)	2,136
Bulk Specific Gravity (SSD)	2,345
Persentase Absorpsi Air (%)	1,435

### 5. 3. 3. Polimer

Pada penelitian ini digunakan dua jenis bahan utama polimer, yaitu *resin* dan *styrene monomer*. Sebagai hasil bahan promoter digunakan larutan *Cobalt Naphthenate* dan sebagai inisiator dipakai *Methyl Ethyl Keton Peroxide*. Didalam pencampuran kedua larutan ini, Cobalt Naphthenate dan Methyl Ethyl Ketone Peroxide tidak boleh dicampurkan secara langsung karena dapat menimbulkan peningkatan suhu yang tinggi dan dapat menimbulkan ledakan kecil serta mengeluarkan asap dengan bau yang menyengat. Oleh karena itu, pada pelaksanaan pengecoran, larutan promoter harus benar-benar tercampur secara merata dengan bahan utama polimer sebelum larutan inisiator MEKPo ditambahkan. Semua bahan kimia yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari sumber komersial.

#### 5.4. PERALATAN YANG DIGUNAKAN

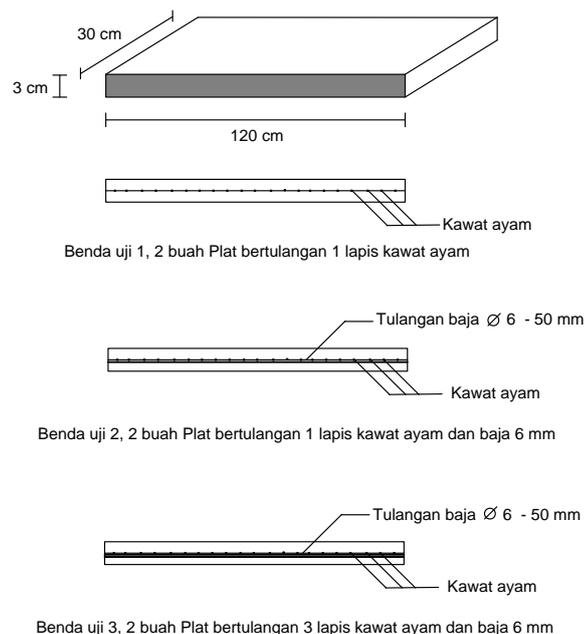
Peralatan-peralatan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari :

- a. Gelas ukur 500 ml.
- b. Gelas ukur untuk resin.
- c. Gelas-gelas plastik untuk wadah MEKPo dan styrene monomer.
- d. Suntikan 25 ml untuk mengambil MEKPo.
- e. Suntikan 50 ml untuk mengambil styrene monomer pada saat pengukuran.
- f. Suntikan 5 ml untuk mengambil cobalt naphthenate.
- g. Timbangan dengan kapasitas 5 kg.
- h. Batang pengaduk dan tongkat kayu.
- i. Ember untuk wadah campuran agregat halus dan filler.
- j. Oli untuk melapisi bekisting agar plat dapat dikeluarkan dengan mudah.
- k. Masker.

#### 5.5. BENDA UJI

Untuk pembuatan benda uji, digunakan cetakan plat dengan panjang 120 cm, lebar 30 cm, dan tinggi 3 cm sebanyak 6 buah, yang terbuat dari kayu lapis (plywood) dan kayu biasa. Masing-masing pelat mortar dibuat dengan cara memvariasikan jenis tulangan sebanyak 3 macam, yaitu; 1 lapis kawat ayam tanpa tulang, 1 lapis kawat ayam dengan tulangan baja 6 mm, dan 3 lapis kawat ayam dengan tulangan baja 6mm.

Benda uji pelat mortar polimer yang akan dibuat seperti pada gambar berikut ini :



Gambar 5. 1. Potongan Memanjang Benda Uji Pelat

Sebelum dilakukan proses pengecoran, semua cetakan yang digunakan diolesi dengan oli terlebih dahulu. Hal ini ditujukan untuk mempermudah proses pengeluaran pelat mortar dari cetakannya. Pada pelaksanaan pengecoran, diusahakan dengan menggunakan tongkat kayu sehingga didapatkan benda uji yang sempurna dengan tingkat kepadatan yang sama.

Benda uji yang akan diuji lentur seperti pada tabel 5. 2. dibawah ini :

Tabel 5. 2. Benda Uji dengan jenis tulangan yang digunakan

Benda Uji	Jenis Tulangan	Jumlah	Umur tes	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tebal (cm)
Pelat mortar semen	1 lapis kawat ayam tanpa tulangan	1	28 hari	120	30	3
	1 lapis kawat ayam dengan tulangan baja	1				
	3 lapis kawat ayam dengan tulangan baja	1				
Pelat mortar polimer	1 lapis kawat ayam tanpa tulangan	1	7 hari	120	30	3
	1 lapis kawat ayam dengan tulangan baja	1				
	3 lapis kawat ayam dengan tulangan baja	1				

## 5. 6. KOMPOSISI CAMPURAN BENDA UJI

### 5. 6. 1. Komposisi Campuran Mortar Polimer

Komposisi campuran benda uji pada penelitian ini berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Elisa dalam skripsinya yang berjudul “Pengaruh Filler Terhadap Kuat Tekan Mortar Polimer”, dimana pada penelitian ini dipakai komposisi yang paling bagus hasil kuat tekannya. Komposisi campuran tersebut adalah sebagai berikut :

- a. Agregat halus (pasir) = 75%
- b. Filler (fly ash) = 40% dari berat agregat halus
- c. Polimer = 25%, dengan komposisi sebagai berikut :
  - Persentase resin adalah 14,204/25 dari berat polimer.
  - Persentase styrene monomer adalah 9,47/25 dari berat polimer.
  - Persentase CoNp adalah 0,142/25 dari berat polimer.
  - Persentase MEKPo adalah 1,1837/25 dari berat polimer.

Pada pembuatan benda uji pelat mortar polimer, komposisi campuran yang dipakai adalah sebagai berikut :

Pasir terlebih dahulu dimasukkan kedalam cetakan pelat dan dipadatkan, kemudian berat pasir ditimbang, sehingga didapatkan berat pasir 13 kg.

- a. Agregat halus =  $75\% \times 13 \text{ kg} = 9,75 \text{ kg}$
- b. Filler (fly ash) =  $40\% \times 9,75 \text{ kg} = 3,9 \text{ kg}$
- c. Polimer =  $25\% \times 13 \text{ kg} = 3,25 \text{ kg}$ , masing-masing sebagai berikut:
  - Resin =  $14,204/25 \times 3,25 \text{ kg} = 1,846 \text{ kg}$
  - Styrene monomer =  $9,47/25 \times 3,25 \text{ kg} = 1,2311 \text{ kg}$
  - CoNp =  $0,142/25 \times 3,25 \text{ kg} = 18,4 \text{ gram}$
  - MEKPo =  $1,1837/25 \times 3,25 \text{ kg} = 154 \text{ gram}$

### 5. 6. 2. Komposisi Campuran Mortar Semen

Pelat mortar semen dipakai sebagai pembanding kuat lenturnya dengan plat mortar polimer. Pada penelitian ini, komposisi campuran plat mortar semen adalah 1 semen dan 2 pasir (1 : 2), dengan *water cement ratio* (w/c) adalah 0,4.

## 5. 7. PROSEDUR PEMBUATAN BENDA UJI

Seluruh cetakan benda uji harus diolesi dengan minyak pelumas (oli) sebelum pengecoran. Hal ini dilakukan agar benda uji dapat dikeluarkan dari cetakan dengan mudah. Adapun urutan pencampuran pada pembuatan plat mortar polimer adalah :

1. Agregat halus dan filler ditimbang terlebih dahulu kemudian dicampur secara merata dalam suatu wadah.
2. Seluruh bahan polimer yang digunakan diukur volumenya kemudian dipisahkan dan dimasukkan dalam wadah tersendiri.
3. Bahan polimer *resin* dan *styrene monomer* dicampur secara merata, kemudian *cobalt naphthenate* dimasukkan sedikit demi sedikit sampai benar-benar tercampur secara merata dalam suatu wadah tersendiri.
4. MEKPo dimasukkan ke dalam campuran bahan polimer tadi , dan diaduk cepat sampai larutan tersebut berubah warna dan mengental seperti gel, campuran tadi langsung dimasukkan ke dalam tempat yang berisi campuran agregat halus dan filler. Semua campuran tadi harus diaduk secara cepat dan langsung dimasukkan ke dalam cetakan, karena proses pengerasan mortar polimer ini sangat cepat. Apabila mortar polimer tersebut sudah mengeras sebelum dimasukkan ke dalam cetakan, maka keutuhan mortar polimer tersebut akan berkurang. Hal ini dapat mempengaruhi kekuatan mortar polimer yang akan diuji.
5. Setelah dimasukkan ke dalam cetakan yang telah diolesi minyak pelumas, mortar polimer tersebut beserta cetakannya diletakkan di tempat yang tidak terganggu.
6. Setelah kurang lebih 5 jam, benda uji dikeluarkan dari cetakan dan pada umur 1 hari benda uji sudah siap untuk dites uji kuat lentunya dengan menggunakan alat Hydraulic Compression Testing Machine.

Pada pembuatan benda uji plat mortar semen, urutan yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Semen, pasir, dan air ditimbang sesuai perhitungan yang telah direncanakan, dimana perbandingan semen dan pasir adalah 1 : 2, dan *w. c. r* adalah 0,4.
2. Setelah didapat berat masing-masing material pembentuk mortar, langkah selanjutnya adalah pengadukan dan pengecoran benda uji. Semua bahan yang dimasukkan dan diaduk sampai merata, kemudian ditambahkan air sedikit demi sedikit. Apabila campuran material telah merata, adukan mortar dimasukkan ke

dalam cetakan yang telah dipersiapkan. Selanjutnya benda permukaan benda uji diratakan dengan sendok semen untuk menjaga kualitasnya.

Tidak seperti pada pelat mortar polimer, plat mortar semen memerlukan perawatan (*curing*) yang dilakukan pada awal umur pelat sampai pelat berumur 14 hari (*minimum moist curing*). Perawatan ini dilakukan dengan cara membasahi pelat dengan air dan tetap mempertahankan bekisting melekat pada pelat. Perawatan ini bertujuan untuk mencegah mortar terlalu cepat mengering, yang dapat menyebabkan retak di permukaan mortar dan berakibat berkurangnya kekuatan pelat. Bekisting dibuka pada saat pelat telah berumur 14 hari dan tetap dilakukan perawatan dengan terus melakukan penyiraman pada pelat sampai berumur 28 hari dan siap untuk diuji lentur.

## **5. 8. METODE PENGUJIAN**

### **5. 8. 1. Pengujian Kuat Lentur Pelat**

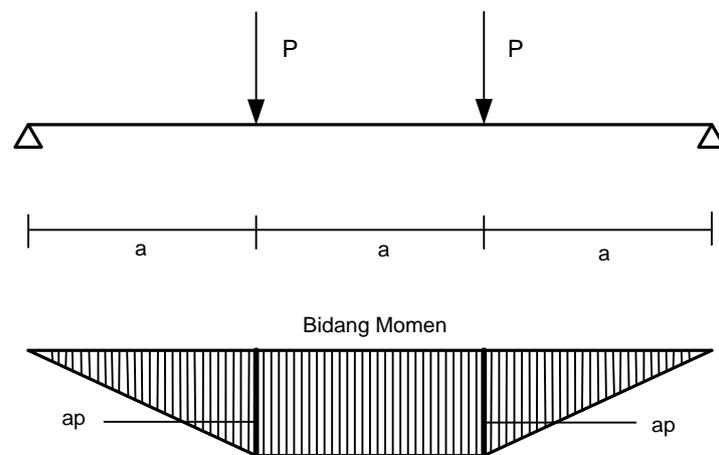
Pengujian yang akan dilakukan ini bertujuan untuk mengetahui kekuatan lentur pelat uji melalui pengujian lentur. Untuk pengujian kuat lentur ini dipergunakan alat *Hydraulic Compression Testing Machine*. Untuk lebih jelasnya alat-alat yang dipergunakan dalam pengujian lentur ini adalah :

1. *Hydraulic jack* berkapasitas 30 ton.
2. *Dial gauge* yang dipergunakan untuk membaca lendutan yang terjadi pada pelat akibat pembebanan, sebanyak dua buah.
3. Pelat baja dan rol.
4. Dua buah perletakan.
5. Dua buah profil I sebagai perletakan sendi rol.

Semua alat ini disusun sesuai dengan posisinya masing-masing yang dalam eksperimen terbagi secara sederhana kedalam dua kategori yaitu peralatan untuk memberi beban dan untuk mengukur lendutan pada pelat.

Adapun sistem pengujian yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Pelat benda uji diletakkan diatas sendi rol dan *hydraulic jack* diletakkan di atas pelat dengan pelat baja dan rol sebagai penghubung.
2. *Dial gauge* diletakkan di bagian bawah pelat dan digunakan sebanyak dua buah dengan posisi sebagai berikut :
  - *Dial 1* diletakkan 30 cm dari panjang pelat.
  - *Dial 2* diletakkan 70 cm dari panjang pelat.
3. Pelat kemudian diberi beban seperti yang terlihat dibawah ini :

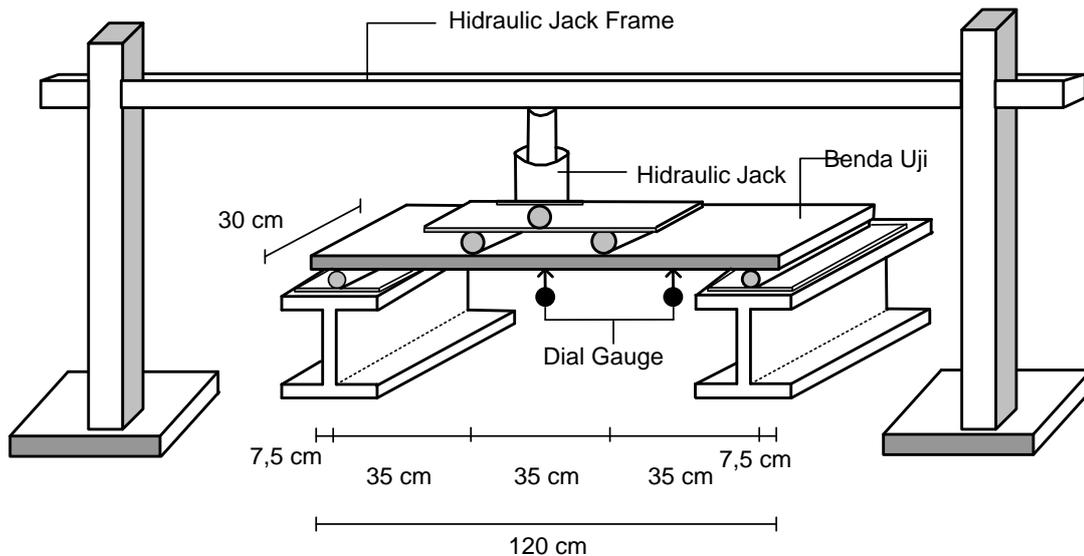


Gambar 5. 2. Pembebanan Pada Pelat

4. Mesin pengujian dijalankan sampai beban maksimum dicapai dan beban pada *jack hydraulic* dibaca bersamaan dengan pembacaan dial. Lendutan dibaca pada setiap kelipatan beban 250 kg.

Untuk lebih jelasnya, alat pengujian lentur ini seperti yang terlihat pada gambar 5.

3. dibawah ini :



Gambar 5. 3 Alat Pengujian Kapasitas Lentur Pelat

Alat tes *hydraulic* mempunyai jarum manometer untuk menentukan beban maksimum yang dapat dipikul oleh pelat benda uji. Beban maksimum yang dapat dicapai terjadi pada saat jarum penunjuk yang naik, turun bersamaan dengan retakan/patahan pelat mortar. Angka tertinggi yang ditunjukkan jarum manometer dicatat sebagai beban maksimum. Penurunan karena beban ini dapat dilihat pada *dial* yang telah dipasang tadi.

Karena beban yang bekerja pada pelat semuanya dilimpahkan menurut arah sisi pendek, maka suatu plat terlentur satu arah yang menerus di atas beberapa perletakan dapat diperlakukan sebagaimana layaknya sebuah balok persegi dengan tingginya setebal plat dan lebarnya adalah satu satuan panjang, umumnya 1 meter. Apabila diberikan beban merata pelat melendut membentuk kelengkungan satu arah, dan oleh karenanya timbul momen lentur pada arah tersebut. Besarnya tegangan lentur adalah :

$$\sigma_{lt} = \frac{Mu}{1/6bh^2} = \frac{Pa/2}{1/6bh^2}$$

dimana :

P : beban maksimum (kg)

b : lebar plat (cm)

h : tinggi plat (cm)

a : jarak pembebanan dari perletakan

### 5. 8. 2. Pengujian Kuat Tekan Mortar Semen dan Mortar Polimer

Untuk mengetahui kuat tekan mortar yang diteliti, maka dilakukan pengujian kuat tekan benda uji yaitu mortar semen dan mortar polimer. Benda uji berdiameter 5 cm dan tinggi 10 cm ini menggunakan cetakan PVC. Pengujian terhadap benda uji mortar semen dilakukan pada saat mortar berumur 28 hari, sedangkan pengujian terhadap mortar polimer dilakukan pada saat mortar berumur 1 hari. Pengujian kuat tekan kedua mortar ini telah dilakukan oleh Dahlia Anggraini dalam penelitiannya mengenai Pengaruh Perendaman Dengan Larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> Dan HCl Terhadap Degradasi Kuat Tekan Mortar Semen Dan Mortar Polimer (2003). Pengujian kuat tekan dilakukan dengan menggunakan *Universal Testing Machine* dengan kapasitas 20 ton. Data hasil uji kuat tekan mortar semen dan mortar polimer yang diambil dari penelitian Dahlia Anggraini seperti pada tabel berikut :

Tabel 5.3. Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar

Benda Uji	Umur (hari)	Berat (kg)	Kuat Tekan $f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$f'c$ rata-rata (MPa)
Mortar semen 1	28	440	63,69	319,085
Mortar semen 2	28	440	56,051	
Mortar polimer 1	1	440	299,32	59,871
Mortar polimer 2	1	440	338,85	

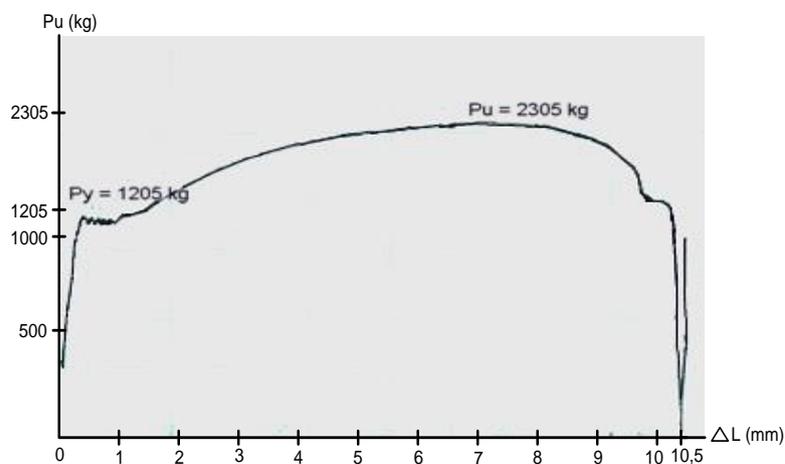
Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium

Dari tabel didapat nilai  $f'c$  rata-rata mortar semen dan mortar polimer yang digunakan untuk perhitungan teoritis plat mortar.

### 5. 8. 3. Pengujian Kuat Tarik Baja dan Kawat Ayam

#### A. Kuat Tarik Baja Tulangan

Pengujian kuat tarik dilakukan pada sampel yang dibentuk menjadi batang uji sesuai dengan jenis yang dipakai. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui tegangan leleh ( $f_y$ ) dari baja berukuran 6 mm. Pengujian kuat tarik baja ini dilakukan di Laboratorium Metalurgi Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin, Universitas Sriwijaya. Metode pengambilan sampel, bentuk, dan ukuran benda uji berdasarkan standar JIS (*Japan International Standard*), yaitu ; JIS B 7721 untuk Mesin Uji Tarik. Hasil uji kuat tarik dari baja dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



Gambar 5. 4 Grafik hasil uji kuat tarik baja

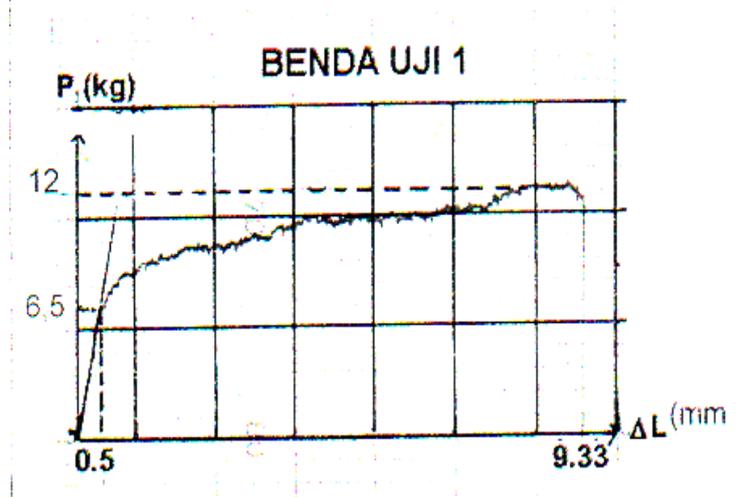
#### B. Kuat Tarik Kawat Ayam

Pada penelitian pengujian kekuatan lentur plat mortar ini digunakan kawat ayam yang berfungsi sebagai tulangan utama dan dipasang bersama tulangan baja. Kawat ayam dipasang pada bekisting sebelum pelaksanaan pengecoran dan ditujukan untuk menahan tegangan tarik. Kawat ayam yang digunakan adalah kawat ayam dengan diameter kawat 0,6 mm. Luas penampang kawat ayam yang diperhitungkan sebagai luas tulangan adalah tulangan yang sejajar panjang plat.

Jumlah tulangan kawat ayam yang sejajar panjang plat divariasikan pada setiap plat, yaitu satu lapis kawat ayam untuk dua buah plat dan tiga lapis kawat ayam untuk satu buah plat. Pengujian kuat tarik kawat ayam ini telah dilakukan oleh Tutus Trihandoko dan R. Eris Risuda dalam skripsinya yang berjudul Perilaku Lentur Balok Sandwich Sebagai Komposit Dari Beton Kinerja Tinggi Dengan Beton Ringan Kinerja Tinggi,

ITB (1998). Pengujian kuat tarik kawat ayam ini menggunakan alat tarik logam, Jurusan Teknik Mesin, ITB.

Hasil pengujian kuat tarik kawat ayam ditampilkan dalam kurva beban (kg) terhadap perpanjangan (mm). Kurva tersebut adalah (Tutus Trihandoko dan R. Eris Risuda, 1998) :



Gambar 5. 5 Grafik hasil uji kuat tarik kawat ayam

Pada pengujian tarik, kecepatan *crosshead* tetap selama pengujian. Besar beban tarik dan pertambahan panjang direkam oleh alat pencatat dalam bentuk diagram tarik antara beban tarik dan pertambahan panjang ( $\Delta l$ ). Dalam diagram tarik antara beban tarik mencapai harga maksimum maka pada batang uji akan terjadi pengecilan penampang setempat (*necking*) dan akhirnya batang uji tersebut patah.

Tabel 5. 4. Hasil Pengujian Tarik Baja dan Kawat ayam

No.	Benda Uji	Lo (mm)	Li (mm)	P (kg)
1.	Baja $\Phi$ 6 mm	300	315	2305
2.	Kawat ayam	190	199,33	12

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium

Keterangan notasi

Lo = Panjang batang awal

Li = Panjang batang setelah putus

P = Beban tarik maksimum

Dari pengujian tarik baja tulangan 6 mm, didapatkan beban tarik maksimum ( $P_u$ ) baja sebesar 2305 kg dan tegangan leleh ( $P_y$ ) sebesar 1205 kg. Sedangkan pada pengujian tarik kawat ayam, beban tarik maksimum ( $P_u$ ) sebesar 12 kg. Beban-beban inilah yang digunakan untuk mengetahui tegangan leleh baja ( $f_y$ ) yaitu sebesar 2558,38 kg/cm<sup>2</sup> atau 255,838 MPa dan tegangan leleh kawat ayam ( $f_y$ ) sebesar 248 MPa (Tutus Trihandoko dan R. Eris Risuda, 1998). Nilai  $f_y$  ini berguna untuk melakukan perhitungan teoritis pada pelat mortar semen dan pelat mortar polimer dengan menggunakan tulangan yang telah diuji kuat tekannya tersebut.

Secara garis besar, langkah-langkah rencana penyelesaian penelitian ini adalah sebagai berikut :

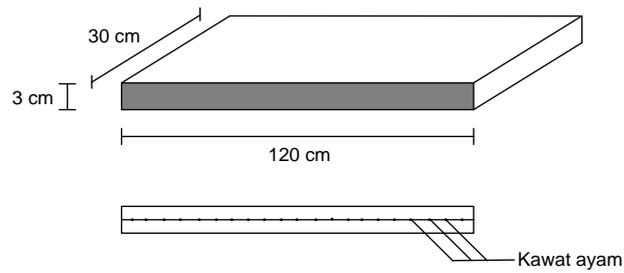
#### 1. Persiapan dan Pengujian Material

Material yang akan digunakan perlu dipersiapkan dan diuji terlebih dahulu di laboratorium. Material tersebut antara lain :

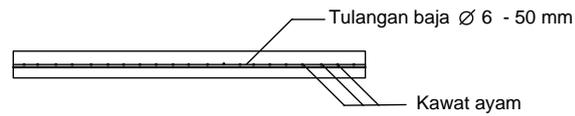
- a. Abu terbang, yang rencananya diperoleh dari PLTU PT. Bukit Asam Tanjung Enim sebanyak 1 mobil pick-up, disaring dengan menggunakan ayakan pasir.
- b. Agregat halus berupa pasir, diperoleh dari toko bangunan komersil sebanyak 1 mobil pick-up. Pasir disaring terlebih dahulu kemudian di oven selama 24 jam pada suhu 110°C di laboratorium Jurusan Teknik Sipil Inderalaya.
- c. Polimer ; yaitu berupa resin, styrene monomer, CoNp, dan MEKPo yang diperoleh dari toko kimia komersil di Palembang, dengan komposisi sebagai berikut :
  - resin dan styrene monomer masing-masing 15 kg
  - CoNp dan MEKPo masing-masing 3 kg
- d. Semen portland, berasal dari toko bangunan komersil sebanyak 4 sak.

#### 2. Pembuatan Benda Uji

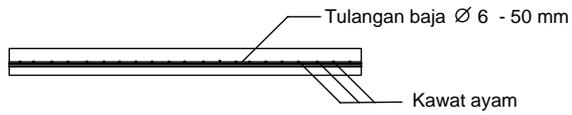
Pembuatan benda uji dilakukan dengan membuat cetakan pelat terlebih dahulu. Ukuran cetakan ini adalah panjang 120 cm, lebar 30 cm, dan tebal 3 cm sebanyak 6 buah (3 buah untuk mortar semen, 3 buah untuk mortar polimer). Di setiap cetakan diletakkan tulangan dengan kombinasi jenis dan ukuran yang berbeda (3 jenis/kombinasi tulangan, masing-masing sebanyak 2 buah), seperti pada gambar di bawah ini :



Benda uji 1, 2 buah Plat bertulangan 1 lapis kawat ayam



Benda uji 2, 2 buah Plat bertulangan 1 lapis kawat ayam dan baja 6 mm



Benda uji 3, 2 buah Plat bertulangan 3 lapis kawat ayam dan baja 6 mm

Gambar 5.6. Dimensi dan Penampang Mmanjang Benda Uji Plat

Tabel 5.5. Benda Uji

Benda Uji	Jenis Tulangan	Jumlah	Umur tes	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tebal (cm)
Pelat mortar semen	1 lapis kawat ayam tanpa tulangan	1	28 hari	120	30	3
	1 lapis kawat ayam dengan tulangan baja	1				
	3 lapis kawat ayam dengan tulangan baja	1				
Pelat mortar polimer	1 lapis kawat ayam tanpa tulangan	1	7 hari	120	30	3
	1 lapis kawat ayam dengan tulangan baja	1				
	3 lapis kawat ayam dengan tulangan baja	1				

### 3. Uji kuat lentur pelat mortar

Pengujian kuat lentur pada semua benda uji dilakukan dengan menggunakan alat *Hydraulic Compression Testing Machine* yang dilakukan di Laboratorium Jurusan Teknik Sipil Inderalaya. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan kekuatan lentur pelat mortar semen dengan pelat mortar polimer.

### 4. Analisa data dan laporan

Setelah dilakukan pengujian pada masing-masing pelat mortar maka langkah selanjutnya adalah menganalisa data yang diperoleh pada saat pengujian kuat lentur di laboratorium yang kemudian dituangkan dalam bentuk laporan penelitian.

### 5. Kesimpulan penelitian

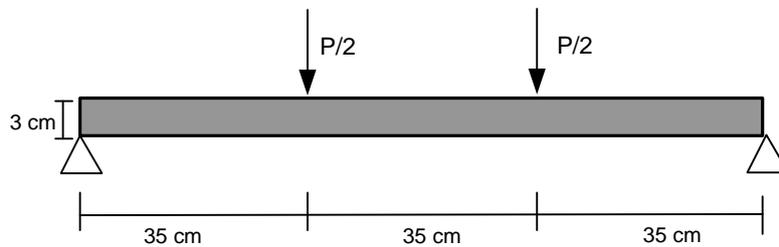
Diperoleh dari hasil laporan analisa data yang disesuaikan dengan tujuan penelitian.

## BAB VI

### ANALISA DAN PEMBAHASAN

#### 6. 1. KAPASITAS LENTUR TEORITIS

Dari pengujian tarik terhadap baja dan kawat ayam maka didapatkan  $f_y$  baja dan kawat ayam, serta dari pengujian tekan mortar polimer dan mortar semen didapatkan harga  $f'_c$  masing-masing mortar tersebut. Dari keempat data ini dapat diketahui secara teoritis momen maksimum dan tegangan lentur dari benda uji berupa plat mortar dari baja dan kawat ayam dimana pembebanan diberikan seperti gambar dibawah ini :



Hasil perhitungan secara teoritis dari masing-masing seperti pada tabel 4. 1 di bawah ini :

Tabel 6.1. Perbandingan Teoritis Kapasitas Lentur Plat

Benda Uji	Mu (kgcm)	$\sigma_{lt}$	P (kg)
Plat Mortar Semen Bertulangan Kawat Ayam	363,32	8,074	20,76
Plat Mortar Semen Bertulangan Baja dan Satu Lapis Kawat Ayam	3647,90	81,06	208,45
Plat Mortar Semen Bertulangan Baja dan Tiga Lapis Kawat Ayam	3709,91	82,44	211,99
Plat Mortar Polimer Bertulangan Kawat Ayam	367,335	8,163	20,99
Plat Mortar Polimer Bertulangan Baja dan Satu Lapis Kawat Ayam	31992,17	710,94	1328,12

Plat Mortar Polimer Bertulangan Baja dan Tiga Lapis Kawat Ayam	32524,78	722,773	1350,25
---	----------	---------	---------

Sumber : Hasil Analisa Perhitungan

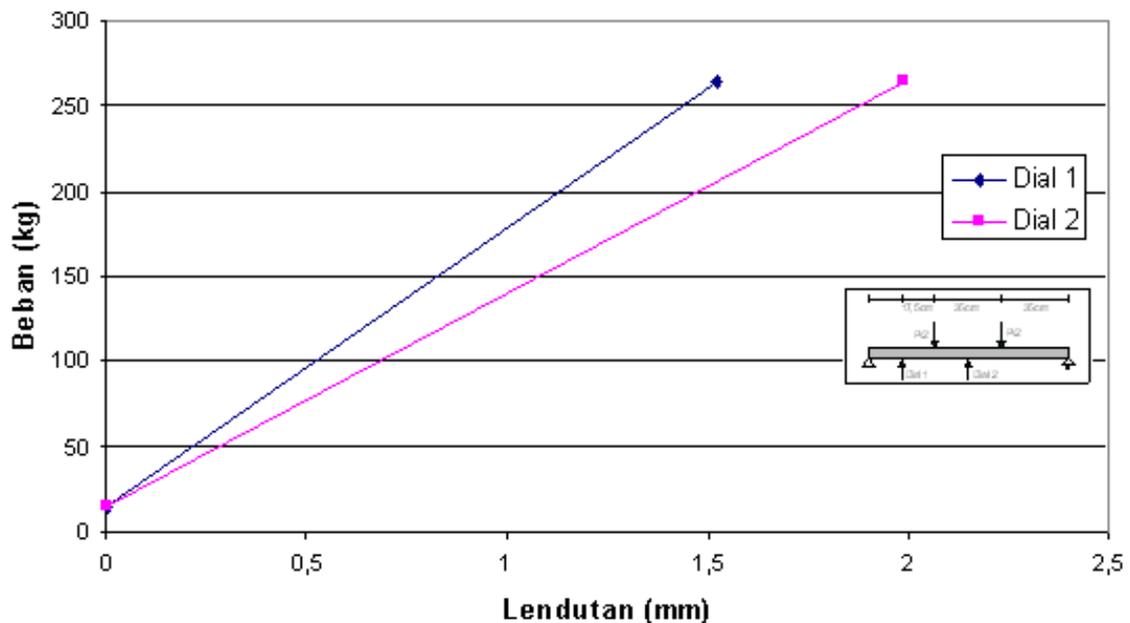
## 6. 2. HASIL PENGUJIAN KUAT LENTUR PLAT

Dari hasil pengujian terhadap enam buah plat dengan tulangan dari baja dan kawat ayam diperoleh data beban dan lendutan yang terjadi akibat pembebanan. Hubungan antara beban (kg) pada sumbu Y dan lendutan (x 0,01 mm) pada sumbu X ini seperti pada gambar-gambar di bawah ini.

### 6. 2. 1 Plat Mortar Semen

#### A. Plat Mortar Semen Bertulangan Satu Lapis Kawat Ayam

Plat mortar semen dengan tulangan kawat ayam satu lapis ini merupakan variabel pembanding terhadap benda uji lain yaitu plat mortar polimer dengan tulangan yang sama. Hasil uji lentur plat ini seperti pada gambar 6. 1 berikut :



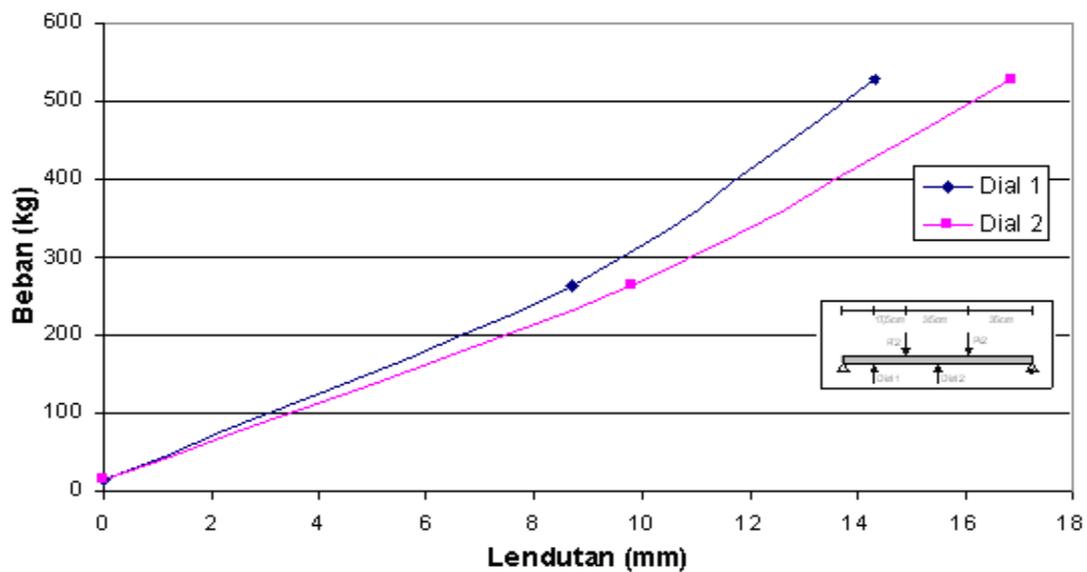
Gambar 6. 1. Hubungan Beban Vs. Lendutan Plat Mortar Semen Bertulangan Satu Lapis Kawat Ayam

Dari gambar diatas diketahui beban maksimum yang didapat sebesar 264,65 kg, dengan lendutan yang terjadi sebesar 1,99 mm. Lendutan ini terjadi pada dial 2 yang terletak pada jarak  $\frac{1}{2}$  L. Keretakan mulai terjadi pada saat beban mencapai 500 kg.

Pengujian dihentikan pada saat beban mencapai maksimum dengan pembacaan beban dan lendutan yang terakhir sebelum terjadi kepatahan pada penampang plat.

### B. Plat Mortar Semen Bertulangan Baja dan Satu Lapis Kawat Ayam

Plat mortar semen dengan tulangan baja dan kawat ayam satu lapis ini merupakan variabel pembanding terhadap benda uji lain yaitu plat mortar polimer dengan tulangan yang sama. Hasil uji lentur plat ini seperti pada gambar 6. 2 berikut :

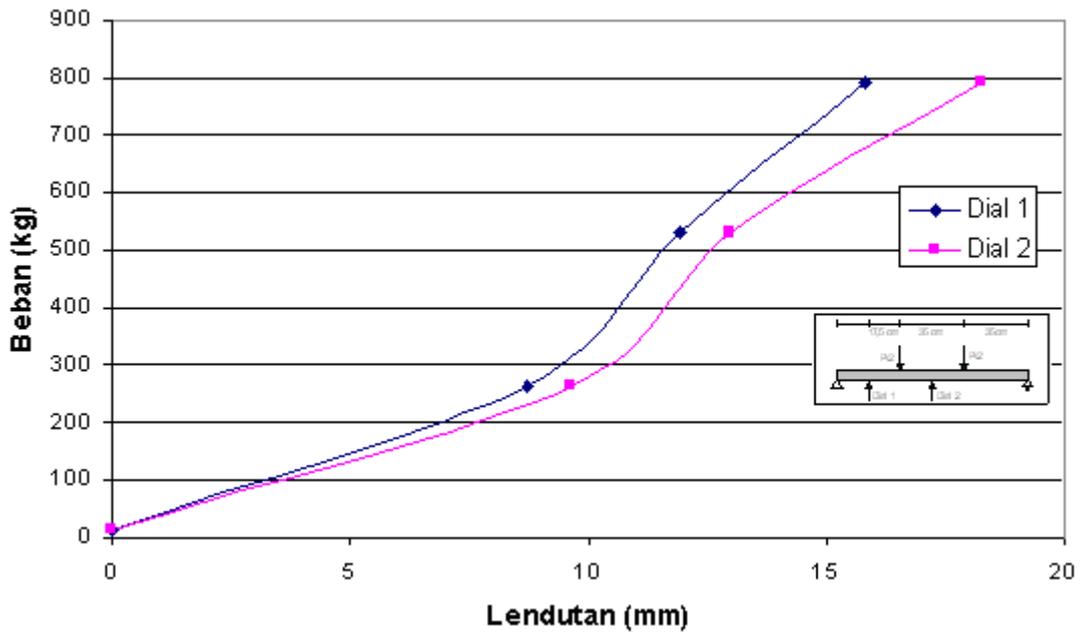


Gambar 6. 2. Hubungan Beban Vs. Lendutan Plat Mortar Polimer Bertulangan Baja dan Satu Lapis Kawat Ayam

Dari gambar diatas diketahui beban maksimum yang didapat sebesar 529,30 kg, dengan lendutan yang terjadi sebesar 16,90 mm. Lendutan ini terjadi pada dial 2 yang terletak pada jarak  $\frac{1}{2}$  L. Keretakan mulai terjadi pada saat beban mencapai 500 kg. Pengujian dihentikan pada saat beban mencapai maksimum dengan pembacaan beban dan lendutan yang terakhir sebelum terjadi kepatahan pada penampang plat.

### C. Plat Mortar Semen Bertulangan Baja dan Tiga Lapis Kawat Ayam

Plat mortar semen dengan tulangan baja dan kawat ayam tiga lapis ini merupakan variabel pembanding terhadap benda uji lain yaitu plat mortar polimer dengan tulangan yang sama. Hasil uji lentur plat ini seperti pada gambar 6. 3 berikut :



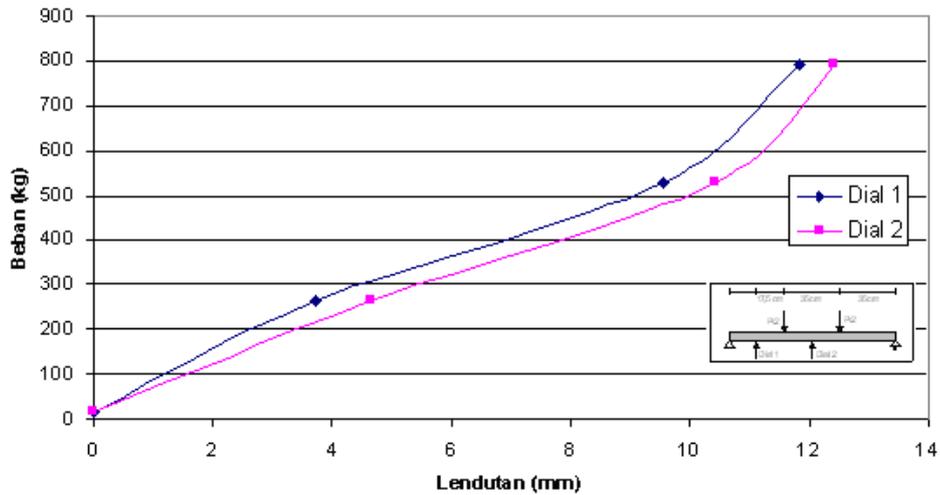
Gambar 6. 3. Hubungan Beban Vs. Lendutan Plat Mortar Polimer Bertulangan Baja dan Tiga Lapis Kawat Ayam

Dari gambar diatas diketahui beban maksimum yang didapat sebesar 793,95 kg, dengan lendutan yang terjadi sebesar 18,26 mm. Lendutan ini terjadi pada dial 2 yang terletak pada jarak  $\frac{1}{2}$  L. Keretakan mulai terjadi pada saat beban mencapai 650 kg. Pengujian dihentikan pada saat beban mencapai maksimum dengan pembacaan beban dan lendutan yang terakhir sebelum terjadi kepatahan pada penampang plat.

## 6. 2. 2 Plat Mortar Polimer

### A. Plat Mortar Polimer Bertulangan Satu Lapis Kawat Ayam

Dari hasil uji lentur di dapatkan grafik seperti pada gambar 6. 4 berikut ini :

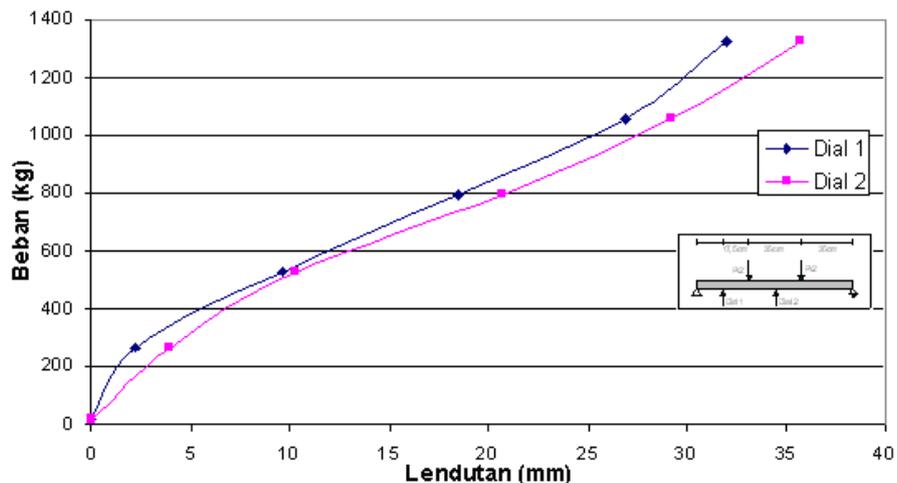


Gambar 6. 4. Hubungan Beban Vs. Lendutan Plat Mortar Polimer Bertulangan Satu Lapis Kawat Ayam

Dari gambar diatas diketahui beban maksimum yang didapat sebesar 793,95 kg, dengan lendutan yang terjadi sebesar 12,42 mm. Lendutan ini terjadi pada dial 2 yang terletak pada jarak  $\frac{1}{2}$  L. Keretakan mulai terjadi pada saat beban mencapai 650 kg. Pengujian dihentikan pada saat beban mencapai maksimum dengan pembacaan beban dan lendutan yang terakhir sebelum terjadi kepatahan pada penampang plat.

### B. Plat Mortar Polimer Bertulangan Baja dan Satu Lapis Kawat Ayam

Dari hasil uji lentur di dapatkan grafik seperti pada gambar 6. 5 berikut ini :

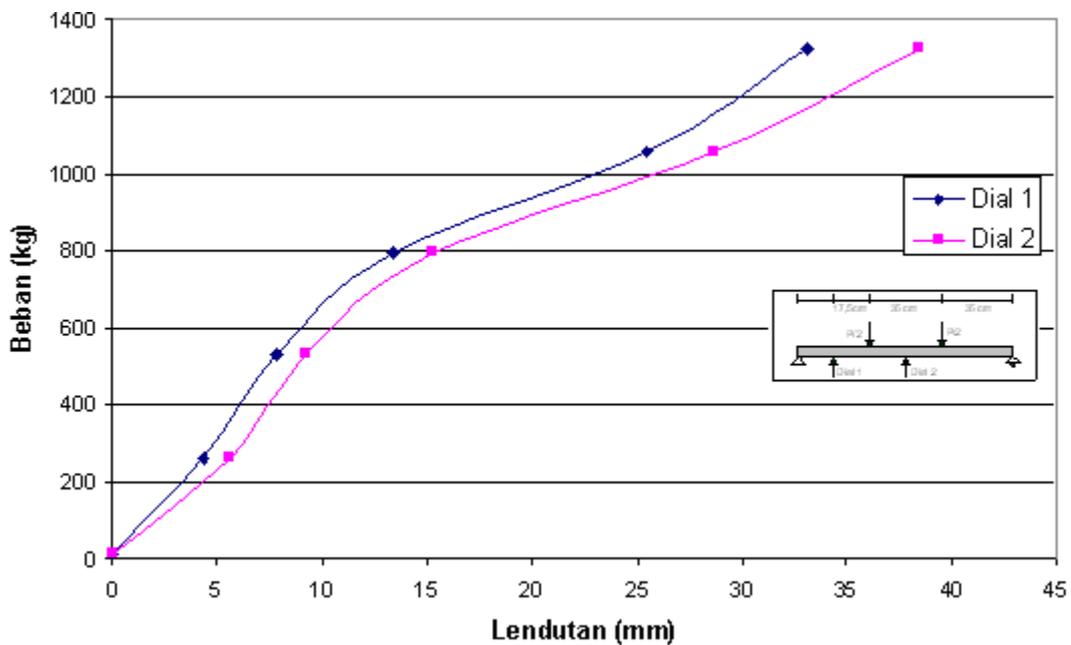


Gambar 6. 5. Hubungan Beban Vs. Lendutan Plat Mortar Polimer Bertulangan Baja dan Satu Lapis Kawat Ayam

Dari gambar diatas diketahui beban maksimum yang didapat sebesar 1323,25 kg, dengan lendutan yang terjadi sebesar 35,73 mm. Lendutan ini terjadi pada dial 2 yang terletak pada jarak  $\frac{1}{2}$  L. Keretakan mulai terjadi pada saat beban mencapai 1200 kg. Pengujian dihentikan pada saat beban mencapai maksimum dengan pembacaan beban dan lendutan yang terakhir sebelum terjadi kepatahan pada penampang plat.

### C. Plat Mortar Polimer Bertulangan Baja dan Tiga Lapis Kawat Ayam

Dari hasil uji lentur di dapatkan grafik seperti pada gambar 6. 6 berikut ini :



Gambar 6. 6. Hubungan Beban Vs. Lendutan Plat Mortar Polimer Bertulangan Baja dan Tiga Lapis Kawat Ayam

Dari gambar diatas diketahui beban maksimum yang didapat sebesar 1323,25 kg, dengan lendutan yang terjadi sebesar 38,5 mm. Lendutan ini terjadi pada dial 2 yang terletak pada jarak  $\frac{1}{2}$  L. Keretakan mulai terjadi pada saat beban mencapai 1300 kg. Pengujian dihentikan pada saat beban mencapai maksimum dengan pembacaan beban dan lendutan yang terakhir sebelum terjadi kepatahan pada penampang plat.

Hasil pengujian lentur tersebut dapat dilihat pada tabel 6. 2 di bawah ini :

Tabel 6.2. Hasil Pengujian Kapasitas Lentur Plat

<b>Benda Uji</b>	<b>Umur (hari)</b>	<b>L (cm)</b>	<b>b (cm)</b>	<b>h (cm)</b>	<b>P (kg)</b>	<b>Lendutan Maks (mm)</b>
Plat Mortar Semen 1	28	120	30	3	264,65	102,92
Plat Mortar Semen 2					529,3	205,84
Plat Mortar Semen 3					793,95	308,758
Plat Mortar Polimer 1	7	120	30	3	793,95	308,758
Plat Mortar Polimer 2					1323,25	514,597
Plat Mortar Polimer 3					1323,25	514,597

*Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium dan Analisa Perhitungan*

Keterangan :

Plat mortar semen dan plat mortar polimer 1 adalah plat mortar yang bertulangan satu lapis kawat ayam, plat mortar semen dan plat mortar polimer 2 adalah plat mortar yang bertulangan satu lapis kawat ayam dan baja 6 mm, sedangkan plat mortar semen dan plat mortar polimer 3 adalah plat mortar yang bertulangan tiga lapis kawat ayam dan baja 6 mm.

### **6. 3. PERBANDINGAN KAPASITAS LENTUR PLAT**

Dari hasil perhitungan secara teoritis dan hasil pengujian laboratorium didapatkan perbandingan kapasitas lentur benda uji berupa plat dengan tulangan baja dan kawat ayam. Hasil perbandingan kapasitas lentur secara teoritis dan hasil pengujian laboratorium seperti pada tabel 6. 3 berikut :

Tabel 6. 3. Perbandingan Kapasitas Lentur Plat Teoritis dan Hasil Pengujian

Benda Uji	Teoritis		Hasil Pengujian	
	$\sigma_{lt}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	P (kg)	$\sigma_{lt}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	P (kg)
Plat mortar semen 1	8,074	20,76	102,92	264,65
Plat mortar semen 2	81,06	208,45	205,84	529,3
Plat mortar semen 3	82,44	211,99	308,758	793,95
Plat mortar polimer 1	8,163	20,99	308,758	793,95
Plat mortar polimer 2	710,94	1328,12	514,597	1323,25
Plat mortar polimer 3	722,773	1350,225	514,597	1323,25

Sumber : Hasil Analisa Perhitungan

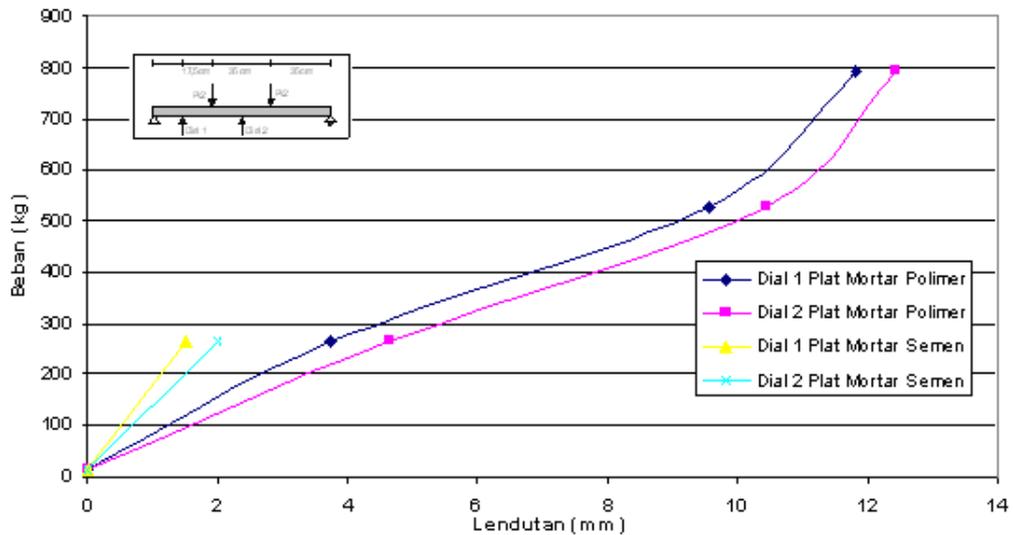
Keterangan :

Plat mortar semen dan plat mortar polimer 1 adalah plat mortar yang bertulangan satu lapis kawat ayam, plat mortar semen dan plat mortar polimer 2 adalah plat mortar yang bertulangan satu lapis kawat ayam dan baja 6 mm, sedangkan plat mortar semen dan plat mortar polimer 3 adalah plat mortar yang bertulangan tiga lapis kawat ayam dan baja 6 mm.

#### 6. 4. PERBEDAAN KAPASITAS LENTUR PLAT MORTAR POLIMER DENGAN PLAT MORTAR SEMEN

##### A. Plat Mortar Polimer Dengan Plat Mortar Semen Bertulangan Satu Lapis Kawat Ayam

Pada gambar 6. 7 dibawah ini menunjukkan perbedaan antara kapasitas lentur plat mortar polimer dengan plat mortar semen yang bertulangan satu lapis kawat ayam.

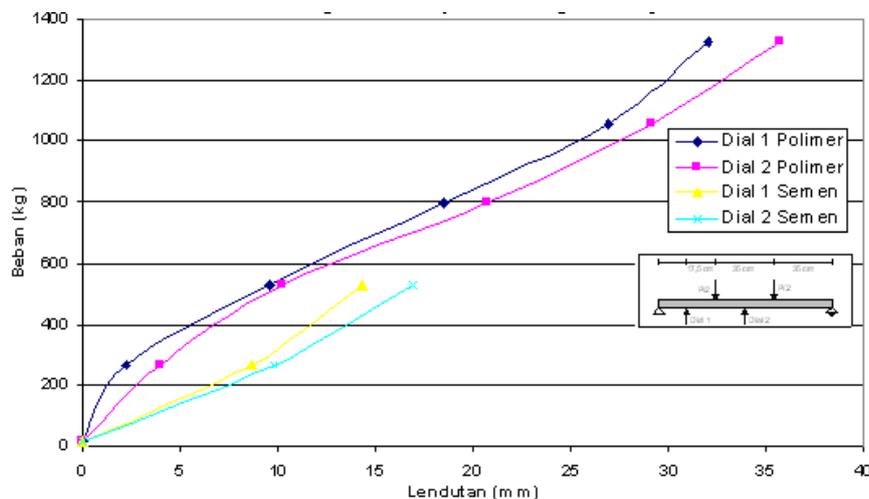


Gambar 6. 7. Perbedaan Kapasitas Lentur Plat Antara Mortar Polimer dan Mortar Semen Bertulangan Satu Lapis Kawat Ayam

Dari gambar diatas, diketahui bahwa plat mortar semen bertulangan kawat ayam satu lapis hanya mampu menahan beban sebesar 264,65 kg dengan lendutan maksimal sebesar 1,99 mm. Untuk plat mortar polimer bertulangan kawat ayam satu lapis mampu menahan beban sebesar 793,95 kg dengan lendutan maksimal 12,42 mm.

### B. Plat Mortar Polimer Dengan Plat Mortar Semen Bertulangan Baja dan Satu Lapis Kawat Ayam

Pada gambar 6. 8 dibawah ini menunjukkan perbedaan antara kapasitas lentur plat mortar polimer dengan plat mortar semen yang bertulangan baja dan satu lapis kawat ayam.

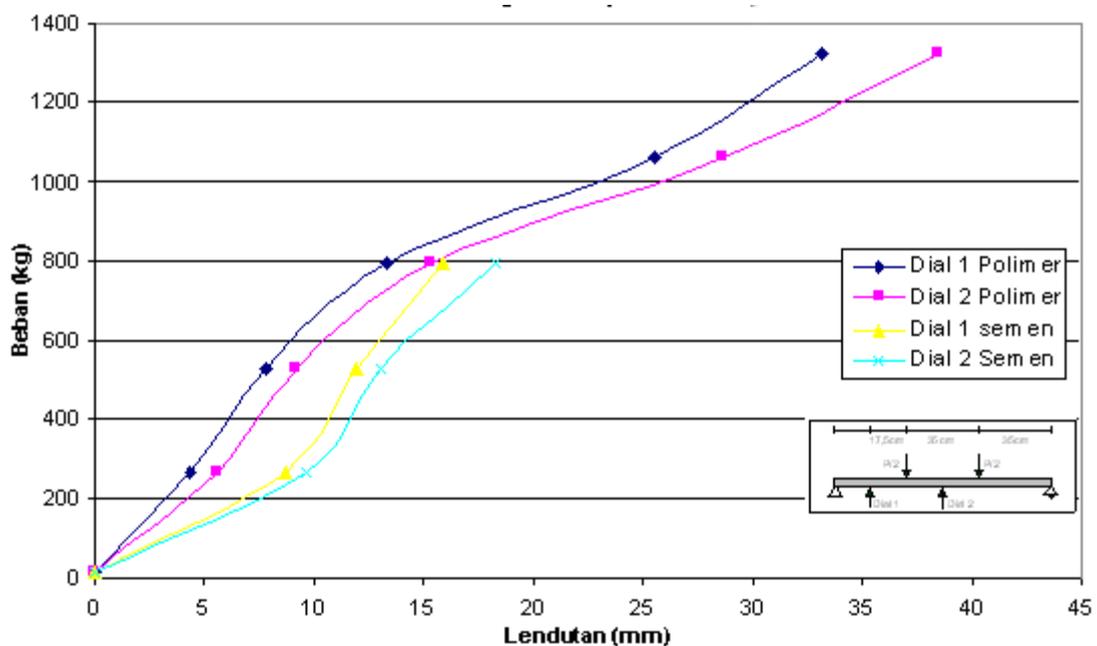


Gambar 6. 8. Perbedaan Kapasitas Lentur Plat Antara Mortar Polimer dan Mortar Semen Bertulangan Satu Lapis Kawat Ayam dan Baja 6 mm

Dari gambar diatas, diketahui bahwa plat mortar semen bertulangan baja dan kawat ayam satu lapis hanya mampu menahan beban sebesar 529,3 kg dengan lendutan maksimal sebesar 16,9 mm. Untuk plat mortar polimer bertulangan kawat ayam satu lapis mampu menahan beban sebesar 1323,25 kg dengan lendutan maksimal 35,73 mm.

### C. Plat Mortar Polimer Dengan Plat Mortar Semen Bertulangan Baja dan Tiga Lapis Kawat Ayam

Pada gambar 6. 9 dibawah ini menunjukkan perbedaan antara kapasitas lentur plat mortar polimer dengan plat mortar semen yang bertulangan baja dan tiga lapis kawat ayam.



Gambar 6. 9. Perbedaan Kapasitas Lentur Plat Antara Mortar Polimer dan Mortar Semen Bertulangan Satu Lapis Kawat Ayam dan Baja 6 mm

Dari gambar diatas, diketahui bahwa plat mortar semen bertulangan baja dan kawat ayam tiga lapis hanya mampu menahan beban sebesar 793,95 kg dengan lendutan maksimal sebesar 18,26 mm. Untuk plat mortar polimer bertulangan kawat ayam satu lapis mampu menahan beban sebesar 1323,25 kg dengan lendutan maksimal 38,5 mm.

## BAB VII

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 7.1. Kesimpulan

Hasil penelitian terhadap plat mortar semen dan plat mortar polimer dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Proses pengerasan plat mortar polimer jauh lebih cepat dibandingkan plat mortar semen biasa sehingga memudahkan pengerjaan konstruksi yang tidak memerlukan waktu banyak.
2. Dari hasil pengujian lentur plat, diperoleh kekuatan lentur ( $\sigma_{lt}$ ) plat mortar semen (PMS) dan plat mortar polimer (PMP), yaitu :
  - (b) PMS 1 = 102,92 kg/cm<sup>2</sup>                      - PMP 1 = 308,76 kg/cm<sup>2</sup>
  - (c) PMS 2 = 205,84 kg/cm<sup>2</sup>                      - PMP 2 = 514,59 kg/cm<sup>2</sup>
  - (d) PMS 3 = 308,76 kg/cm<sup>2</sup>                      - PMP 3 = 514,59 kg/cm<sup>2</sup>
3. Lendutan maksimal yang terjadi pada kedua plat mortar ini tergantung dari jenis tulangan yang dipakai, dimana :  
PMS 3 = PMS 1 + PMS 2, atau 23,35 mm = 17,11 mm + 3,30 mm, dan  
PMP 3 = PMP 1 + PMP 2, atau 38,50 mm = 27,33 mm + 18,02 mm
4. Plat mortar semen bertulangan satu lapis kawat ayam mengalami perbedaan kapasitas beban sebesar 529,30 kg dari plat mortar polimer, sedangkan pada plat mortar semen bertulangan satu kawat ayam dan baja mengalami perbedaan kapasitas beban sebesar 793,95 kg dari plat mortar polimer, dan plat mortar semen yang bertulangan tiga lapis kawat ayam dan baja mengalami perbedaan kapasitas beban sebesar 529,30 kg dari plat mortar polimer. Dengan nilai  $f_c$  semen sebesar 59,87 kg/cm<sup>2</sup> dan nilai  $f_c$  polimer sebesar 319,085 kg/cm<sup>2</sup>.
5. Terdapat perbedaan hasil kapasitas lentur plat mortar antara perhitungan teoritis dengan hasil yang diperoleh di lapangan, hal ini dikarenakan kesalahan dalam pembacaan dial dan beban pada saat pengujian plat mortar di laboratorium.

## 7.2. Saran

1. Perlu dikembangkan bahan-bahan utama polimer yang dapat digunakan untuk pembuatan plat dan struktur bangunan lainnya selain resin dan styrene monomer, sehingga didapatkan bahan-bahan yang jauh lebih murah untuk pembuatan konstruksi bangunan.
2. Perlu diteliti lebih lanjut tentang kemungkinan penggunaan *inhibitor* untuk memperlambat proses polimerisasi, sehingga *setting time* yang tersedia relatif cukup lama. Hal ini diperlukan agar tidak terjadi pengerasan material konstruksi sebelum proses pengecoran pada plat mortar polimer.
3. Sebagai usaha peningkatan mutu konstruksi mortar polimer, sebaiknya dilakukan uji kekuatan lekat antara campuran bahan-bahan pembuat mortar polimer dengan tulangan baja dan kawat ayam.

## DAFTAR PUSTAKA

1. A. Blaga and J.J. Beaudoin. "*Polymer Modified Concrete*", Division of Building Research, National Research Council Canada, Canadian Building Digest 241, Ottawa, 1985.
2. A. Blaga. "*Plastics*", Division of Building Research, National Research Council Canada, Canadian Building Digest 154, Ottawa, 1973.
3. A. Blaga. "*Thermoplastics*", Division of Building Research, National Research Council Canada, Canadian Building Digest 158, Ottawa, 1974.
4. A. Blaga. "*Thermosetting Plastics*", Division of Building Research, National Research Council Canada, Canadian Building Digest 159, Ottawa, 1974.
5. A. Blaga. "*Properties and Behaviour of Plastics*", Division of Building Research, National Research Council Canada, Canadian Building Digest 157, Ottawa, 1973.
6. ACI Manual Of Concrete Practice, Part 5, ACI 548 3R – 95 "*State O The Art Report On Polymer – Modified Concrete*," Reported by ACI Committee 548, 1996.
7. Agustiany, A.A & Becti, N.S 1998. *Pembuatan Beton Mutu Tinggi dengan Variasi Bahan Tambah Fly Ash, Silica Fume, dan Superplasticizer*. Skripsi S1 Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan. Yogyakarta.
8. Departemen Pekerjaan Umum, Badan Penelitian dan Pengembangan PU, "*Tata Cara Pembuatan Campuran Beton Normal SKSNI T-15-1990-03*", Yayasan LPBM,Bandung ,1990.
9. Edward. G. Nawy, "*Beton Bertulang*", PT. Eresco, Bandung, 1990.
10. George Winter, Arthur H. Nilson, Tim editor dan Penerjemah ITB, "*Perencanaan Struktur Beton Bertulang*", PT. Pradnya Paramita, Jakarta, 1993.
11. Gunara, N. 1993. *Pengaruh Berat Labur Beberapa Perekat Termoplastik Terhadap Keteguhan Rekat Kayu Perupuk*. Skripsi Fakultas Kehutanan IPB.
12. L. Wahyudi,Syahril A. Rachim, "*Struktur Beton Bertulang*", PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 1997.
13. L. Czarnecki and T. Broniewski. "*Resin Concrete and Polymer Impregnated Concrete: A Comparative Study*", Proceedings, Third International Congress on Polymers in Concrete, Koriyama, Japan, Vol. 1, May 1981.

14. Ohama, Yoshihiko, "*Handbook of Polymer – Modified Concrete and Mortarss*", New Jersey, U. S. A., 1995.
15. Mulyadi, 2001. *Sifat-sifat Papan Partikel dari Limbah Kayu dan Plastik*. Skripsi Fakultas Kehutanan IPB.
16. Phil M. Ferguson, Henry J. Cowan, Budianto Susanto, Kris Setianto, "*Dasar-Dasar Beton Bertulang*," Edisi ke-4, Penerbit Erlangga, Jakarta, 1995.
17. R.D. Browne, M. Adams and E.L. French. "Experience in the use of Polymer Concrete in the Building and Construction Industry", Proceedings, First International Congress on Polymers in Concretes, London, 1975.
18. R. S. Karim, Yang, S., and Fowler, D. W., Paul, R. D., [1994], "*Polymer Mortar Composites Made With Recycled Plastics*", ACI Maerials Journal, Vol. 91, No. 1, May-June, PP. 313-319.
19. R.B. Seymour, *Plastics, Mortars, Sealants and Caulking Compounds*. ed., ACS Symposium, Series 113, American Chemical Society, Washington, D.C., 1979.
20. Salomo Situmorang, "*Pengaruh Banyaknya Polimer Terhadap Kuat Tekan, Modulus Elastisitas, dan Konstanta Poisson Pada Beton Polimer Dengan Filler Serbuk Bata*", Tesis Tugas Akhir Institut Teknologi Bandung, Bandung, 1998.
21. W. C. Vis, Gideon H. Kusuma, "*Dasar-Dasar Perencanaan Beton Bertulang Berdasarkan SKSNI T-15-1991-03*", Seni Beton I, Penerbit Erlangga, Jakarta, 1995.
22. Yuhanas, Sabari, "*Pengaruh Viskositas Up-Resin Terhadap Waktu Pengerasan, Kekuatan Tekan, Kekuatan Tarik, Modulus Elastisitas, dan Konstanta Poisson Matriks Beton Polimer*", Tesis Tugas Akhir Institut Teknologi Bandung, Bandung, 1998.