

**SKRIPSI**  
**PEMANFAATAN BAMBU SEBAGAI BAHAN TULANGAN PLAT BETON**  
**(12X40X300) CM BERTULANGAN RANGKAP PADA JEMBATAN**  
**INSPEKSI**



**Disusun Oleh :**

**WEDAR AGIL KUMORO**

**(06.21.063)**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL**  
**MALANG**  
**2011**

REVISI  
KEMAHFATAN BAMBU GIBASAL BAHAN TULANGAN PLAT BETON  
(12X40X300) CM BERTULANGAN RANGKAP PADA LEMBATAN  
INSULASI

MILIK  
PERPUSTAKAAN  
ITN MALANG

Dibaca oleh :

WEDAH ADIL KUMORO

(00.11.00)

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL 2-1  
PABUKAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL  
MALANG  
2011

## LEMBAR PERSETUJUAN

**“PEMANFAATAN BAMBU SEBAGAI BAHAN TULANGAN PLAT BETON  
(12X40X300) CM BERTULANGAN RANGKAP PADA JEMBATAN  
INSPEKSI”**

*Diajukan sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
Sipil S-1 Institut Teknologi Nasional Malang*

**Disusun Oleh :**

**WEDAR AGIL KUMORO**

**06.21.063**

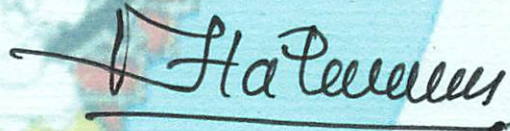
**Menyetujui**

**Pembimbing I**



**(Ir. Bambang Wedyantadji, MT.)**

**Pembimbing II**



**(Ir. Togi H Nainggolan, MS.)**

**Mengetahui,**

**Ketua Prodi Teknik Sipil S-1**



**(Ir. H. Hirijanto, MT.)**



## LEMBAR PENGESAHAN

**“PEMANFAATAN BAMBU SEBAGAI BAHAN TULANGAN PLAT BETON  
(120X40X300) CM BERTULANGAN RANGKAP PADA JEMBATAN**

**INSPEKSI”**

**SKRIPSI**

*Dipertahankan di Hadapan Majelis Penguji Sidang Skripsi*

*Jenjang Strata Satu (S-1)*

*Pada Hari : Kamis*

*Tanggal : 24 Pebruari 2011*

*Dan Diterima Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan  
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Teknik*

**Disusun Oleh :**

**WEDAR AGIL KUMORO**

**06.21.063**

**Disahkan Oleh,**

**Ketua**

**Program Studi Teknik Sipil S-1**

**(Ir. H. Hirijanto, MT.)**

**Sekretaris**

**Program Studi Teknik Sipil S-1**

**(Lila Ayu Ratna Winanda, ST. MT.)**

**Anggota Penguji :**

**Dosen Penguji I**

**(Ir. Eding I. Imananto, MT.)**

**Dosen Penguji II**

**(Ir. Ester Priskasari, MT.)**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

**2011**



## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : WEDAR AGIL KUMORO

Nim : 06.21.063

Program Studi : Teknik Sipil S-1

Fakultas : Teknik Sipil Dan Perencanaan

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi saya dengan judul :

“PEMANFAATAN BAMBU SEBAGAI BAHAN TULANGAN PLAT BETON  
(12X40X300) CM BERTULANGAN RANGKAP PADA JEMBATAN  
INSPEKSI”

Adalah hasil karya saya sendiri, bukan merupakan duplikat serta tidak mengutip  
atau menyadur dari hasil karya orang lain kecuali disebutkan sumbernya.

Malang, Maret 2011

Yang membuat pernyataan



(Wedar Agil Kumoro)

## **Kata Pengantar**

Dengan rahmat dan hidayah ALLAH SWT serta tidak lupa mengucapkan rasa syukur kehadirat-Nya, sehingga kami bisa menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini dengan lancar. Dalam kesempatan ini tidak lupa kami menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Ir.A.Agus Santosa, MT Selaku Dekan FTSP ITN Malang.
2. Bapak Ir.H.Hirijanto, MT Selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1 ITN Malang.
3. Ibu Lila Ayu Ratna Winanda, ST, MT selaku Sekretaris Program Studi Teknik Sipil S-1 ITN Malang.
4. Bapak Ir.Bambang Wedyantadji, MT selaku dosen pembimbing I yang telah mendampingi kami dengan sabar dan membagi ilmunya dari awal kami mulai penelitian sampai laporan ini dapat terselesaikan.
5. Bapak Ir.Togi H.Nainggolan, MS selaku dosen pembimbing II yang dengan teliti membimbing kami demi kesempurnaan penulisan laporan ini.
6. Kedua Orang Tua kami yang telah memberikan kasih sayang dan doa restunya serta dukungannya yang tiada henti.
7. Teman kelompok penelitian yang berjuang keras dalam penyusunan tugas akhir ini, dan semua teman-teman civitas akademik Sipil S-1 atas segala dukungannya selama ini

Dengan segala kerendahan hati kami menyadari bahwa dalam penyusunan laporan ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu kritik dan saran yang membangun sangat kami harapkan demi kesempurnaan laporan ini.

**Malang, Maret 2011**

**Penulis**



## ABSTRAKSI

Wedar Agil Kumoro. 2011. *PEMANFAATAN BAMBU SEBAGAI BAHAN TULANGAN PLAT BETON (12x40x300) CM BERTULANGAN RANGKAP PADA JEMBATAN INSPEKSI*. Skripsi. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional Malang. Dosen Pembimbing I : Ir. Bambang Wedyantadji, MT. Dosen Pembimbing II : Ir. Togi H Nainggolan, MS.

Beton dan baja merupakan bahan yang paling penting dalam dunia konstruksi. Penggunaan beton selama ini selalu diidentikan dengan baja karena baja dinilai mampu menutupi kelemahan beton dalam menahan gaya tarik.. Berbagai penelitian dilakukan untuk mencari alternatif bahan pengganti baja. Salah satunya adalah memanfaatkan bambu sebagai pengganti tulangan baja pada plat beton (12x40x300) cm jembatan inspeksi.

Penelitian ini bertujuan untuk meneliti seberapa besar kemampuan bambu apabila digunakan sebagai pengganti tulangan baja pada plat beton (12x40x300) cm. Disini bambu yang akan digunakan adalah bambu petung dengan  $f_y$  174 MPa, bambu hitam dengan  $f_y$  127 MPa, dan bambu ampel dengan  $f_y$  132 MPa yang sudah diuji terlebih dahulu kuat tariknya ( $f_y$ ). Perencanaan mix design dengan metode DOE. Sampel yang digunakan untuk kuat tekan sebanyak 17 buah silinder (15x30) cm, dan untuk kuat lentur sebanyak 3 buah plat (12x40x300) cm masing-masing 1 buah plat tulangan bambu petung, bambu hitam, dan bambu ampel.

Dari hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa bambu dapat digunakan sebagai tulangan pada plat beton (12x40x300) cm baik dari segi kekuatan maupun efisiensi biayanya dibanding dengan baja. Hasil yang dicapai dari penggunaan bambu sebagai tulangan pada plat beton (12x40x300) cm yaitu plat beton dengan tulangan rangkap bambu petung mampu menerima beban maksimal 329 kg dengan lendutan maksimal 6,32 mm, plat beton (12x40x300) cm dengan tulangan rangkap bambu hitam mampu menerima beban maksimal 311 kg dengan lendutan maksimal 6,55 mm, dan plat beton (12x40x300) cm dengan tulangan rangkap bambu ampel mampu menerima beban maksimal 314 kg dengan lendutan maksimal 6,11 mm. Dalam perencanaan perhitungan tulangan beban yang direncanakan adalah 250 kg jadi dapat dikatakan bambu mampu digunakan sebagai alternatif pengganti tulangan baja pada plat beton (12x40x300) cm sebagai jembatan inspeksi. Bambu petung mampu menahan beban paling besar karena memang kuat tariknya ( $f_y$ ) paling besar.

**Kata Kunci : Plat Beton, Baja, Bambu, Kuat Lentur**

## DAFTAR ISI

<b>Halaman Judul</b> .....	i
<b>Lembar Persetujuan</b> .....	ii
<b>Lembar Pengesahan</b> .....	iii
<b>Lembar Keaslian Skripsi</b> .....	iv
<b>Lembar Persembahan</b> .....	v
<b>Kata Pengantar</b> .....	vi
<b>Abstraksi</b> .....	vii
<b>Daftar Isi</b> .....	viii
<b>Daftar tabel</b> .....	x
<b>Daftar Grafik</b> .....	xi
<b>Daftar Notasi</b> .....	xiv
<b>Daftar Gambar</b> .....	xvi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	2
1.3. Ruang Lingkup Bahasan .....	3
1.4. Tujuan Penelitian .....	3
1.5. Batasan Masalah .....	4
1.6. Manfaat Penelitian .....	5
<b>BAB II LANDASAN TEORI</b>	
2.1. Pengertian Bambu.....	6
2.2. Pengertian Beton .....	7
2.3. Bahan-Bahan Penyusun Beton .....	7
2.4. Mix Design (Metode DOE) .....	9
2.5. Perawatan Beton .....	10
2.6. Evaluasi Pekerjaan Beton .....	11
2.7. Perilaku Mekanis .....	12
2.8. Teori Penulangan Plat .....	14
2.9. Analisa Lendutan .....	16
2.10. Analisa Lebar Retak .....	17



2.11.Rekomendasi Dari Penelitian Sebelumnya .....	18
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b>	
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian .....	21
3.2. Peralatan dan Bahan.....	21
3.3.Rancangan Penelitian.....	22
3.4. Prosedur Penelitian .....	25
3.5. Pelaksanaan Penelitian .....	26
3.6. Metode Pengujian Benda Uji.....	27
3.7.Metode Pengumpulan Data .....	28
3.8.Analisis Data .....	28
3.9.Bagan Alir Proses Penelitian .....	29
<b>BAB IV PERSIAPAN DAN PELAKSANAAN PENELITIAN</b>	
4.1. Persiapan Kebutuhan Bahan .....	31
4.2. Pelaksanaan Penelitian .....	59
<b>BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN</b>	
5.1. Analisa Data Hasil Penelitian .....	74
5.2. Pembahasan Data Hasil Penelitian.....	125
<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
6.1. Kesimpulan .....	138
6.2. Saran .....	139
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 3.1.	Jumlah dan Ukuran benda Uji .....	23
Tabel 4.1.	Kebutuhan Bahan Total Untuk Pencampuran .....	33
Tabel 4.2	Hasil Pengujian Kuat Tarik Bambu.....	34
Tabel 4.3	Daftar Harga Bambu.....	59
Tabel 5.1	Hasil Pengujian Kuat Tekan Silinder Beton.....	77
Tabel 5.2	Lendutan Maksimum Plat Beton Tulangan Rangkap Bambu Petung .....	80
Tabel 5.3	Lendutan Maksimum Plat Beton Tulangan Rangkap Bambu Hitam .....	84
Tabel 5.4	Lendutan Maksimum Plat Beton Tulangan Rangkap Bambu Ampel .....	89
Tabel 5.5.	P dan M maksimum Plat Beton Tulangan Bambu Petung ..	100
Tabel 5.6	P dan M maksimum Plat Beton Tulangan Bambu Ampel...	104
Tabel 5.7	P dan M maksimum Plat Beton Tulangan Bambu Hitam ...	108
Tabel 5.8	Perbandingan Lendutan Teoritis Plat Beton Tulangan Bambu Petung dengan Plat Beton Tulangan Baja.....	118
Tabel 5.9	Perbandingan Lendutan Teoritis Plat Beton Tulangan Bambu Hitam dengan Plat Beton Tulangan Baja .....	120
Tabel 5.10	Perbandingan Lendutan Teoritis Plat Beton Tulangan Bambu Ampel dengan Plat Beton Tulangan Baja .....	123



## **DAFTAR GRAFIK**

<b>Grafik 4.1</b>	<b>Hasil Uji Tarik Bambu Ampel 1 .....</b>	<b>35</b>
<b>Grafik 4.2</b>	<b>Hasil Uji Tarik Bambu Ampel 2 .....</b>	<b>36</b>
<b>Grafik 4.3</b>	<b>Hasil Uji Tarik Bambu Hitam 1 .....</b>	<b>37</b>
<b>Grafik 4.4</b>	<b>Hasil Uji Tarik Bambu Hitam 2 .....</b>	<b>38</b>
<b>Grafik 4.5</b>	<b>Hasil Uji Tarik Bambu Petung 1 .....</b>	<b>39</b>
<b>Grafik 4.6</b>	<b>Hasil Uji Tarik Bambu Petung 2 .....</b>	<b>40</b>
<b>Grafik 5.1</b>	<b>Perbandingan Lendutan Eksperimen, Teoritis, dan Lendutan Ijin di Tengah Bentang Plat Beton Tulangan Bambu Petung.....</b>	<b>82</b>
<b>Grafik 5.2</b>	<b>Perbandingan Lendutan Eksperimen, Teoritis, dan Lendutan Ijin di Pinggir Kiri Bentang Plat Beton Tulangan Bambu Petung.....</b>	<b>82</b>
<b>Grafik 5.3</b>	<b>Perbandingan Lendutan Eksperimen, Teoritis, dan Lendutan Ijin di Pinggir Kanan Bentang Plat Beton Tulangan Bambu Petung.....</b>	<b>83</b>
<b>Grafik 5.4</b>	<b>Perbandingan Lendutan Eksperimen, Teoritis, dan Lendutan Ijin di Tengah Bentang Plat Beton Tulangan Bambu Hitam.....</b>	<b>86</b>
<b>Grafik 5.5</b>	<b>Perbandingan Lendutan Eksperimen, Teoritis, dan Lendutan Ijin di Pinggir Kiri Bentang Plat Beton Tulangan Bambu Hitam.....</b>	<b>86</b>
<b>Grafik 5.6</b>	<b>Perbandingan Lendutan Eksperimen, Teoritis, dan Lendutan</b>	

	Ijin di Pinggir Kanan Bentang Plat Beton Tulangan Bambu Hitam.....	87
Grafik 5.7	Perbandingan Lendutan Eksperimen, Teoritis, dan Lendutan Ijin di Tengah Bentang Plat Beton Tulangan Bambu Ampel.....	90
Grafik 5.8	Perbandingan Lendutan Eksperimen, Teoritis, dan Lendutan Ijin di Pinggir Kiri Bentang Plat Beton Tulangan Bambu Ampel.....	91
Grafik 5.9	Perbandingan Lendutan Eksperimen, Teoritis, dan Lendutan Ijin di Pinggir Kanan Bentang Plat Beton Tulangan Bambu Ampel.....	91
Grafik 5.10	Lebar Retak Plat Beton Tulangan Bambu Petung .....	93
Grafik 5.11	Lebar Retak Plat Beton Tulangan Bambu Hitam .....	94
Grafik 5.12	Lebar Retak Plat Beton Tulangan Bambu Ampel .....	95
Grafik 5.13	Perbandingan Momen Teoritis dan Eksperimen Plat Beton Tulangan Bambu Petung.....	100
Grafik 5.14	Perbandingan Momen Teoritis dan Eksperimen Plat Beton Tulangan Bambu Ampel .....	104
Grafik 5.15	Perbandingan Momen Teoritis dan Eksperimen Plat Beton Tulangan Bambu Hitam .....	109
Grafik 5.16	Perbandingan Lendutan Teoritis Plat Beton Tulangan Bambu Petung dengan Plat Beton Tulangan Baja di Tengah Bentang .....	119



<b>Grafik 5.17</b>	<b>Perbandingan Lendutan Teoritis Plat Beton Tulangan Bambu Petung dengan Plat Beton Tulangan Baja di Pinggir Bentang .....</b>	<b>119</b>
<b>Grafik 5.18</b>	<b>Perbandingan Lendutan Teoritis Plat Beton Tulangan Bambu Hitam dengan Plat Beton Tulangan Baja di Tengah Bentang .....</b>	<b>121</b>
<b>Grafik 5.19</b>	<b>Perbandingan Lendutan Teoritis Plat Beton Tulangan Bambu Hitam dengan Plat Beton Tulangan Baja di Pinggir Bentang .....</b>	<b>122</b>
<b>Grafik 5.20</b>	<b>Perbandingan Lendutan Teoritis Plat Beton Tulangan Bambu Ampel dengan Plat Beton Tulangan Baja di Tengah Bentang .....</b>	<b>124</b>
<b>Grafik 5.21</b>	<b>Perbandingan Lendutan Teoritis Plat Beton Tulangan Bambu Ampel dengan Plat Beton Tulangan Baja di Pinggir Bentang .....</b>	<b>124</b>
<b>Grafik 5.22</b>	<b>Gabungan Lendutan Plat Beton Tulangan Bambu Petung ..</b>	<b>125</b>
<b>Grafik 5.23</b>	<b>Gabungan Lendutan Plat Beton Tulangan Bambu Hitam ...</b>	<b>127</b>
<b>Grafik 5.24</b>	<b>Gabungan Lendutan Plat Beton Tulangan Bambu Ampel ..</b>	<b>129</b>
<b>Grafik 5.25</b>	<b>Perbandingan Lebar Retak Plat Beton Tulangan Bambu ...</b>	<b>131</b>
<b>Grafik 5.26</b>	<b>Perbandingan Lebar Retak Plat Beton Tulangan Bambu ...</b>	<b>133</b>
<b>Grafik 5.27</b>	<b>Perbandingan Lendutan Plat Beton Tulangan Baja dengan Plat Beton Tulangan Bambu Petung,Hitam, dan Ampel Secara Teoritis di Tengah Bentang.....</b>	<b>135</b>
<b>Grafik 5.28</b>	<b>Perbandingan Lendutan Plat Beton Tulangan Baja dengan Plat Beton Tulangan Bambu Petung,Hitam, dan Ampel Secara Teoritis di Pinggir Bentang.....</b>	<b>136</b>

## DAFTAR NOTASI

A	= Luas permukaan benda uji ( $\text{mm}^2$ )
b	= Lebar plat (mm)
$\epsilon$	= Regangan (perbandingan antara perubahan panjang dan panjang benda uji)
$E_c$	= Modulus Elastisitas Beton (Mpa)
$E_s$	= Modulus Elastisitas Baja ( Mpa)
$f_c$	= Tegangan Hancur (Mpa)
$f_{cr}$	= Kuat tekan beton rata-rata (Mpa)
$F_u$	= Faktor Umur
L	= Panjang Bentang Benda Uji (mm)
P	= Beban Maksimum (N)
h	= Tebal Plat (mm)
d	= jarak dari serat tekan terluar ke pusat tulangan tarik (mm)
$M_n$	= momen nominal
$M_u$	= momen ultimate
$\phi$	= faktor reduksi akibat lentur
$\rho_{\min}$	= rasio penulangan tarik non-prategang minimum, $\text{mm}^2$
$\rho_{\max}$	= rasio penulangan tarik non-prategang maksimum
$\rho_b$	= rasio penulangan tarik pada keadaan seimbang
$\rho$	= rasio penulangan tarik non-prategang
$f_y$	= tegangan tarik (Mpa)
$\beta_1$	= faktor reduksi tinggi blok tegangan tekan ekuivalen beton Nilai $\beta_1 = 0,85 \rightarrow$ (SNI 03-2847-2002)
n	= jumlah tulangan yang dipakai
$A_s$	= Luas Penampang Tulangan Tarik ( $\text{mm}^2$ )
$A_s'$	= Luas Penampang Tulangan Tekan ( $\text{mm}^2$ )
$M_{cr}$	= momen retak
$M_{maks}$	= momen maksimum akibat beban layan yang bekerja pada kondisi mana lendutan dihitung

$I_g$	= momen inersia dari penampang bruto beton yang tidak retak, terhadap sumbu pusat dengan mengabaikan tulangan ( $\text{mm}^4$ )
$I_{cr}$	= momen inersia dari penampang retak transformasi ( $\text{mm}^4$ )
$F_r$	= modulus retak dari beton, untuk beton normal = $0.7 \sqrt{F_c'}$ .SK SNI T-15-1991-03.
$Y_t$	= jarak dari garis netral penampang utuh ke serat tepi tertarik (mm)
$Y$	= letak garis netral (mm)
$W$	= beban total pada bentang ( beban merata )
$E_c$	= modulus elastisitas beton ( $4700 \sqrt{F_c'}$ )
$W_{max}$	= Lebar retak dengan satuan 0.001 in (0.0254mm)
$\beta$	= Harga rata-rata factor tinggi = 1.20
$d_c$	= Tebal selimut beton sampai pusat lapisan pertama tulangan (in)
$f_s$	= $0.6 f_y$
$A$	= Luas beton tertarik dibagi dengan banyaknya tulangan ( $\text{in}^2$ )
$\gamma_{bc}$	= Banyaknya tulangan pada sisi tertarik

## **DAFTAR GAMBAR**

Gambar 2.1	Ilustrasi Pengujian Kuat Lentur.....	13
Gambar 3.1	Benda Uji Silinder Beton.....	23
Gambar 3.2	Penampang Memanjang Plat Beton.....	23
Gambar 3.3	Plat Beton Tampak Samping .....	24
Gambar 3.4	Ketebalan Plat Beton .....	24
Gambar 3.5	Potongan Plat Beton .....	24
Gambar 3.6	Potongan A-A Plat Beton .....	24
Gambar 3.7	Potongan B-B Plat Beton.....	25
Gambar 3.8	Dial Gauge.....	27
Gambar 4.1	Penampang Plat Beton Tulangan Bambu Petung .....	41
Gambar 4.2	Perhitungan Reaksi Plat Beton Tulangan Bambu Petung ...	42
Gambar 4.3	Perhitungan Momen Plat Beton Tulangan Bambu Petung .	43
Gambar 4.4	Potongan Melintang Plat Beton Tulangan Bambu Petung ..	46
Gambar 4.5	Penampang Plat Beton Tulangan Bambu Hitam .....	46
Gambar 4.6	Perhitungan Reaksi Plat Beton Tulangan Bambu Hitam.....	48
Gambar 4.7	Perhitungan Momen Plat Beton Tulangan Bambu Hitam ..	48
Gambar 4.8	Potongan Melintang Plat Beton Tulangan Bambu Hitam ...	52
Gambar 4.9	Penampang Plat Beton Tulangan Bambu Hitam .....	52
Gambar 4.10	Perhitungan Reaksi Plat Beton Tulangan Bambu Hitam.....	53
Gambar 4.11	Perhitungan Momen Plat Beton Tulangan Bambu Hitam ..	54
Gambar 4.12	Potongan Melintang Plat Beton Tulangan Bambu Hitam ...	57
Gambar 4.13	Penampang Tulangan Bambu.....	58

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar belakang**

Perkembangan jumlah penduduk di Indonesia telah meningkat cukup tinggi, dan otomatis mengakibatkan kebutuhan sarana dan prasarana semakin meningkat bukan hanya di daerah perkotaan tetapi juga di daerah pedesaan terutama kebutuhan di bidang pembangunan baik perumahan maupun prasarana perhubungan.

Krisis moneter berkepanjangan yang terjadi di Indonesia sampai saat ini, menyebabkan kenaikan semua harga barang-barang kebutuhan manusia. Termasuk dalam hal ini harga kebutuhan bahan bangunan. Untuk mengatasi semakin tingginya harga barang tersebut perlu ada suatu terobosan baru agar masyarakat dapat menyasati keadaan ini. Salah satu alternatif yang dapat dilakukan untuk memenuhi kebutuhan bahan bangunan dengan harga yang terjangkau adalah mengganti komponen baja dengan bambu sebagai tulangan beton.

Beton mempunyai kekuatan tekan yang cukup besar, namun sangat lemah terhadap tarik. Sehingga diperlukan tulangan untuk menambah kekuatan tariknya, dan yang biasa dipakai adalah baja. Fenomena ini ternyata menimbulkan permasalahan baru yaitu baja yang selama ini dijadikan sebagai tulangan yang merupakan bahan tambang yang tidak dapat diperbaharui, sehingga pemanfaatan bambu sebagai tulangan beton akan sangat bermanfaat apabila dikaji lebih jauh.



Bambu di banyak Negara termasuk Indonesia sudah terbukti menjadi materi bangunan dan konstruksi tradisional yang tangguh. Selain dikagumi karena memiliki elasisitas dan kekuatan, bambu cocok untuk konstruksi seperti baja karena bentuknya yang menyerupai pipa. Di daerah-daerah pedesaan masih banyak dijumpai jembatan yang terbuat dari bambu yang disusun sederhana kemudian ditumpangkan begitu saja pada kedua sisi sungai. Dapat dilihat bahwa masyarakat awam sebenarnya sudah banyak yang memanfaatkan bambu dalam kehidupan sehari-hari meskipun hanya didasarkan pada pemahaman fungsi bambu secara turun temurun tanpa mengetahui fungsinya secara ilmu teknologi. Selama ini sudah banyak penelitian dilakukan tentang pemanfaatan bambu agar mempunyai nilai manfaat yang lebih tinggi meskipun sampai saat ini belum ada teori yang pasti tentang bambu itu sendiri.

Dari sini kami mencoba mengadakan suatu penelitian dengan memanfaatkan bambu hitam, bambu ampel, dan bambu petung sebagai alternatif pengganti tulangan baja plat beton pada jembatan inspeksi dengan ukuran (12 x 40 x 300) cm dengan tulangan rangkap. Dengan penggunaan tulangan bambu ini diharapkan dapat dihasilkan plat beton dengan kekuatan tarik yang hampir mendekati nilai kuat tarik plat beton yang bertulangan baja, sehingga didapatkan alternatif tulangan pengganti baja yang dapat digunakan pada konstruksi sederhana.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang tersebut maka dapat dirumuskan permasalahannya adalah :

1. Apakah bambu mampu mengganti baja sebagai tulangan pada plat beton (12 x 40 x 300) cm jika ditinjau dari segi kekuatan tariknya ?
2. Jenis bambu apakah yang paling tepat digunakan sebagai pengganti tulangan baja pada plat beton (12 x 40 x 300) cm dari segi kekuatannya menahan beban?

### **1.3 Ruang Lingkup Bahasan**

Ruang lingkup bahasan yang akan ditinjau antara lain:

1. Seberapa jauh plat beton bertulang bambu mampu mengganti plat beton bertulang baja pada jembatan inspeksi jika ditinjau dari segi kekuatannya menahan gaya tarik.
2. Jenis bambu apa yang paling tepat digunakan sebagai pengganti tulangan baja pada plat beton untuk jembatan inspeksi jika ditinjau dari segi kekuatan dan efisiensi biaya.

### **1.4 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui seberapa jauh plat beton bertulang bambu mampu mengganti plat beton bertulang bambu mampu pada jembatan inspeksi . jika ditinjau dari segi kekuatan.

2. Untuk mengetahui jenis bambu apa yang paling tepat digunakan sebagai pengganti tulangan baja pada plat beton untuk jembatan inspeksi jika ditinjau dari segi kekuatan dan efisiensi biaya.

### **1.5 Batasan Masalah**

Untuk membatasi penelitian dan memberikan langkah-langkah sistematis, maka lingkup permasalahan dibatasi pada hal-hal sebagai berikut :

- Agregat halus yang digunakan adalah pasir lumajang.
- Agregat kasar digunakan batu ukuran 5 – 10 mm dari sawojajar.
- Semen yang digunakan adalah semen gresik type 1.
- Jenis bambu yang digunakan sebagai tulangan adalah bambu petung, bambu hitam dan bambu ampel yang diambil dari Ponorogo
- Skala penelitian disesuaikan dengan persyaratan dan ketentuan laboratorium.
- Analisa kekuatan beton karakteristik ( $f'c$ ) adalah hasil percobaan.
- Pemeriksaan agregat yang dilakukan adalah :
  1. Berat isi.
  2. Analisa saringan agregat halus dan kasar.
  3. Berat jenis dan penyerapan agregat halus.
  4. Berat jenis dan penyerapan agregat kasar.
  5. Keausan agregat.
- Perencanaan campuran beton dengan metode DOE (Departemen Of Environment).

## **1.6 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

### **1. Untuk peneliti**

Sebagai salah satu kesempatan untuk menerapkan pengetahuan di bidang teknologi, khususnya pada teknologi bahan konstruksi, sehingga dapat memperluas wawasan keilmuan.

### **2. Untuk praktisi dan instansi terkait.**

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan masukan dan dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam pembangunan jalan penghubung antar desa terutama digunakan untuk mengganti tulangan baja pada plat beton .

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1. Pengertian Bambu**

Bambu merupakan tanaman yang dapat tumbuh relatif cepat sehingga menjadi sumber daya alam cepat terbarukan. Bambu juga merupakan tanaman yang bermanfaat bagi kelangsungan hidup manusia, salah satunya pada bidang arsitektur dan ilmu konstruksi. Dalam dunia konstruksi juga sudah mulai ada wacana tentang penggunaan bambu sebagai alternatif tulangan karena bambu mempunyai kuat tarik yang cukup tinggi. Selama ini bambu hanya digunakan sebagai tiang-tiang penyangga pada proyek-proyek konstruksi, akan tetapi saat ini bambu sudah banyak yang dipakai sebagai tulangan meskipun keterbatasan dari bambu itu sendiri membuat bambu hanya dipakai pada konstruksi-konstruksi yang sederhana saja.

Bambu tidak dapat begitu saja dipakai sebagai tulangan mengingat kelemahan-kelemahan yang dimilikinya, faktor-faktor yang harus diperhatikan antara lain :

- Faktor umur ( sebaiknya digunakan bambu yang sudah berumur 2 tahun keatas).
- Faktor perawatan sebelum dipakai karena bambu akan mudah lapuk pada udara yang lembab.
- Faktor jenis bambu karena tiap bambu mempunyai kekuatan yang berbeda-beda.



Secara umum pemilihan jenis alternatif tulangan beton pengganti baja yang memenuhi persyaratan adalah:

1. Jenis material untuk tulangan harus ditentukan dengan menghasilkan sifat-sifat:
  - a. Sesuai dengan persyaratan uji kekuatan tarik.
  - b. Ketahanan terhadap pengaruh lingkungan.
2. Untuk setiap jenis material yang akan dipakai sebagai tulangan beton harus dilakukan pengujian terlebih dahulu.

## **2.2. Pengertian Beton**

Beton adalah suatu bahan dasar yang terdiri dari campuran agregat kasar dan halus yang secara bersama-sama diikat oleh suatu pasta hidrolis (air dan semen). Beton merupakan material yang bersifat getas dan memiliki kuat tekan relatif besar dibandingkan kuat tariknya. Nilai kuat tariknya hanya berkisar 9% - 15% saja dari kuat tekannya, oleh karena itu dipasang tulangan untuk menahan gaya tarik yang terjadi. Tulangan yang biasa dipakai sebagai penahan gaya tarik yang terjadi pada beton adalah tulangan baja, namun seiring berkembangnya ilmu pengetahuan dapat pula dipakai alternatif tulangan pengganti baja misalnya bambu. Bambu dinilai mampu menjadi alternatif pengganti baja karena mempunyai kuat tarik yang cukup besar. Beton yang telah dicetak akan benar-benar mengeras dalam waktu 28 hari. Sehingga beton akan mempunyai kekuatan dan dapat dipakai sesuai keinginan penggunanya.

## **2.3. Bahan-bahan Penyusun Beton**

#### **a. Semen**

Semen adalah suatu bahan perekat yang berbentuk halus, yang terdiri dari bahan anorganik yang mengeras pada pencampuran dengan air. Adapun syarat-syarat ketentuan yang harus dipenuhi adalah semen yang digunakan pada pekerjaan konstruksi harus sesuai dengan semen yang digunakan pada perancangan proporsi campuran. (SNI 03-2847-2002, hal : 14)

#### **b. Agregat halus (Pasir)**

Agregat halus adalah pasir alam sebagai hasil disintegrasi "alami" batuan atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir terbesar 5.0 mm. (SNI 03-2847-2002, hal: 4)

Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% (ditentukan terhadap berat kering). Yang diartikan dengan lumpur adalah bagian-bagian yang melalui ayakan 0,063 mm. Apabila kadar lumpur 5% maka agregat halus dicuci dan tidak boleh mengandung bahan-bahan organis terlalu banyak yang harus dibuktikan dengan percobaan warna dari Abrams-harder (dengan larutan NaOH). Agregat halus yang tidak memenuhi percobaan warna ini dapat juga dipakai, asal kekuatan tekan agregat tersebut pada umur 7 dan 28 hari tidak kurang dari 95% dari kekuatan adukan agregat yang sama tetapi dicuci dalam larutan 3% NaOH yang kemudian dicuci dengan bersih dengan air, pada umur yang sama.

#### **c. Agregat Kasar (Kerikil dan batu Pecah)**

Agregat kasar adalah kerikil sebagai hasil disintegrasi 'alami' dari batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir antara 5 mm sampai 40 mm. (SNI 03-2847-2002, hal: 4)

Agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1% (ditentukan terhadap berat kering) yang diartikan dengan lumpur adalah bagian-bagian yang dapat melalui ayakan 0,063 mm. Apabila kadar lumpur melampaui 1% maka agregat kasar harus dicuci dan tidak boleh mengandung zat-zat yang dapat merusak beton seperti zat-zat yang reaktif alkali.

#### **d. Air**

Air adalah bahan untuk mendapatkan kelecakan yang perlu dalam penguangan beton. Pada dasarnya jumlah air yang dibutuhkan untuk proses hidrasi sekitar 25% dari berat semen. Kekuatan beton akan turun jika air yang ditambahkan ke dalam campuran semakin banyak. Karena itu penambahan air harus dilakukan sedikit demi sedikit sampai nilai maksimum yang tercantum dalam rencana tercapai. Air yang digunakan untuk campuran beton harus bersih dan bebas dari bahan-bahan merusak yang mengandung oli, asam, alkali, garam, bahan organik, atau bahan-bahan lainnya yang merugikan terhadap beton atau tulangan

#### **2.4. Mix Design Dengan Menurut Metode Modifikasi ACI / Britis 1986.**

Perencanaan adukan (*Mix Design*) beton dimaksudkan untuk mendapatkan beton yang sebaik-baiknya, yang antara lain dapat diuraikan sebagai berikut :

- a) Kuat tekannya tinggi.
- b) Mudah dikerjakan.
- c) Tahan lama (awet).
- d) Murah.

e) Tahan aus.

Di Indonesia cara ini dikenal dengan cara DOE (*department Environment*). Perancangan dengan cara DOE ini dipakai sebagai standart perencanaan oleh Departemen Pekerjaan Umum di Indonesia, dan dibuat dalam buku peraturan standart SNI 03-2834-1993 dengan judul bukunya : “Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal”. Dalam perencanaan ini digunakan tabel-tabel dan grafik-grafik.

## **2.5. Perawatan Beton**

Perawatan beton adalah suatu pekerjaan menjaga agar permukaan beton tetap segar dan lembab, sejak adukan beton dipadatkan sampai beton dianggap cukup keras. Kelembaban permukaan beton itu harus dijaga untuk menjamin proses hidrasi semen (reaksi semen dan pasir) berlangsung secara sempurna. Bila hal ini tidak dilakukan, akan terjadi beton yang kurang kuat, dan juga timbul retak-retak. Selain itu, kelembaban tadi juga menambah beton lebih tahan cuaca dan lebih kedap air.

Beberapa cara perawatan beton ialah :

- a. Menaruh beton segar didalam ruangan lembab.
- b. Menaruh beton segar diatas genangan air.
- c. Menaruh beton segar didalam air.
- d. Menyelimuti permukaan beton dengan karung basah.
- e. Menggenangi permukaan beton dengan air.
- f. Menyirami permukaan beton setiap saat secara terus-menerus.

Cara a, b, dan c dilakukan terhadap contoh beton yang berbentuk kubus atau silinder, adapun cara d, e, dan f dilakukan untuk beton segar yang dituang di lapangan / di proyek.

## **2.6. Evaluasi Pekerjaan Beton**

Kekuatan beton yang diproduksi di lapangan mempunyai kecenderungan untuk bervariasi dari adukan ke adukan. Besar variasi itu tergantung pada berbagai factor antara lain :

- a. Variasi mutu bahan (agregat) dari satu adukan ke adukan berikutnya.
- b. Variasi cara pengadukan.
- c. Stabilitas pekerjaan.

Atas adanya variasi kekuatan beton ini maka perlu pengawasan terhadap mutu (*quality control*) agar diperoleh kuat tekan beton yang seragam dan memenuhi kuat tekan yang disyaratkan dalam rencana kerja dan syarat (bestek).

Cara pengawasan mutu dilakukan dengan mengambil contoh adukan secara acak yang kemudian dibuat benda uji silinder dari beberapa adukan yang dibuat sehingga mencerminkan variasi mutu beton selama proses pembuatan beton berlangsung.

Pengawasan terhadap mutu beton yang dibuat dilapangan, dilakukan dengan cara membuat diagram hasil uji kuat tekan beton dari benda-benda uji yang diambil selama pelaksanaan. Diagram hasil uji itu sebaiknya dibuat untuk membantu pengawasan terhadap mutu beton yang sedang dibuat selama pembangunan berlangsung. Pengawasan mutu secara terus menerus selama



pembuatan beton perlu dilakukan untuk mengetahui kuat tekan rata-rata dan besar variasi kuat tekan beton yang dibuat dilapangan secara lebih dini.

Dengan mengamati dan mencermati hasil penggambaran diagram tersebut kemudian dapat diambil suatu perubahan proporsi campuran apabila hasilnya dianggap terlalu rendah atau terlalu tinggi dari pada kuat tekan yang diharapkan.

## **2.7. Perilaku Mekanis**

### **2.7.1. Kuat tekan**

Rumus yang digunakan dalam uji mortar ini sama dengan rumus yang dipakai dalam uji beton, berdasarkan SK SNI-M-14-1989-F, kuat tekan beton adalah besarnya beton persatuan luas menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh mesin tekan.

$$\text{Kuat tekan beton} = \frac{P}{A \cdot Fu} \text{ (kg/cm}^2\text{)} \quad (\text{SK-SNI-M-14})$$

P = beban maksimal (kg)

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

Fu = faktor umur

### **2.7.2. Workabilitas**

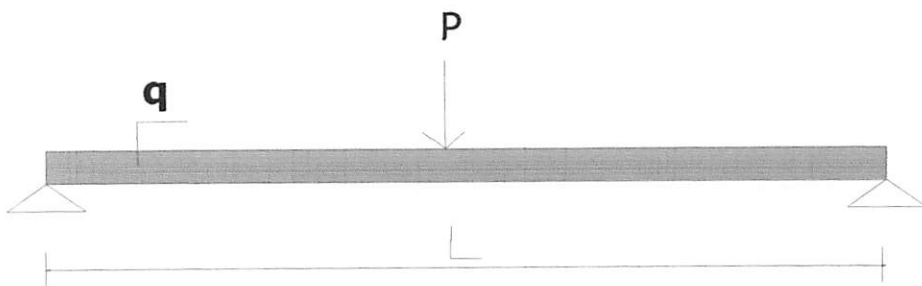
Workabilitas adalah kemudahan pekerjaan dalam proses pencampuran beton dan penanganan selanjutnya baik proses pengangkutan maupun penempatannya dengan kerugian sekecil mungkin. Workabilitas sangat tergantung pada kapasitas dan karakteristik bahan beton. Tidak ada kesepakatan khusus

dalam penetapannya. Namun ada faktor-faktor yang dapat mempengaruhi workabilitas, antara lain :

1. Jumlah air semen
2. Faktor air semen
3. Proporsi campuran
4. Sifat-sifat bahan
5. Waktu pencampuran

### 2.7.3. Pegujian Kuat Lentur Plat

Benda uji berupa 3 buah plat beton ukuran 12 cm x 40 cm x 300 cm dengan masing-masing menggunakan tulangan bambu ampel, bambu pethung, dan bambu hitam. Dari hasil pengamatan diperoleh hubungan antara beban merata dan lendutan yang terjadi pada plat beton bertulangan bambu. Pada pengujian kuat lentur plat ini menggunakan beban statis, yaitu degan cara palat lantai di tempatkan di atas tumpuan sederhana dikedua sisinya kemudian di beri beban dengan jumlah berat tertentu sampai plat lantai tersebut patah. Dari sini kita dapat mengetahui besarnya lendutan dan besarnya kekuatan dari plat lantai menahan beban statis yang di berikan.



Gambar 2.1 Ilustrasi Pengujian Kuat Lentur

## 2.8. Teori Penulangan Plat

### Tinggi Efektif Plat

$dx = h - \text{tebal selimut} - \frac{1}{2} \emptyset \text{ tulangan utama}$

ket :

$d = \text{jarak dari serat tekan terluar ke pusat tulangan tarik, mm}$

### Analisa Tulangan

$$Mn = \frac{Mu}{\phi}$$

$$Rn = \frac{Mn}{b \times d^2}$$

$$\rho = \frac{1}{m} \times \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times m \times Rn}{fy}} \right]$$

$$m = \frac{fy}{0.85 \times fc'}$$

$$\rho_{\min} = \frac{1.4}{fy}$$

$$\rho_b = \frac{0.85 \times fc'}{fy} \times \beta_1 \times \frac{600}{600 + fy}$$

$$\rho_{\max} = 0.025 \dots \text{SNI pasal 23.3.2 hal 223}$$

Dimana :

$Mn$  = momen nominal

$Mu$  = momen ultimate

$\emptyset$  = faktor reduksi akibat lentur

$\rho_{\min}$  = rasio penulangan tarik non-prategang minimum,  $\text{mm}^2$

$\rho_{\max}$  = rasio penulangan tarik non-prategang maksimum

- $\rho b$  = rasio penulangan tarik pada keadaan seimbang  
 $b$  = lebar daerah tekan komponen struktur, mm  
 $d$  = jarak dari serat tekan terluar ke pusat tulangan tarik,  
 $\rho$  = rasio penulangan tarik non-prategang  
 $f_c$  = kuat tekan beton, Mpa  
 $f_y$  = tegangan tarik bambu yang dipakai, Mpa  
 $\beta_1$  = faktor reduksi tinggi blok tegangan tekan ekuivalen beton  
     Nilai  $\beta_1 = 0,85 \rightarrow$  (SNI 03-2847-2002)  
 $n$  = jumlah tulangan yang dipakai

$$A_{S_{perlu}} = \rho \times b \times d$$

$$A_{S_{ada}} = n \times \frac{1}{4} \times \pi \times \phi^2$$

Dikatakan aman apabila  $A_{S_{ada}} > A_{S_{perlu}}$

### Menghitung jumlah tulangan

$$n = \frac{A_{S_{Perlu}}}{\frac{1}{4} \times \pi \times \phi^2}$$

### Perhitungan jarak (s)

$$A_s = \frac{1}{4} \times \pi \times \phi^2$$

$$S = \frac{A_s \times b}{A_{S_{perlu}}}$$

### Perhitungan tulangan bagi

$$A_{S_{perlu \text{ tulangan bagi}}} = 20\% \times A_{S_{perlu}}$$

$$A_{S_{bagi}} = \frac{1}{4} \times \pi \times \phi^2$$

$$S = \frac{As \times b}{Asperlu}$$

$$ASada = \frac{As \times b}{S}$$

## 2.9. Analisa Lendutan Plat

Menentukan momen inersia efektif ( $I_e$ )

$$I_e = \left( \frac{M_{cr}}{M_{maks}} \right)^3 I_g + \left[ 1 - \left( \frac{M_{cr}}{M_{maks}} \right)^3 \right] I_{cr}$$

Keterangan :

$$M_{cr} = \frac{Fr \times I_g}{Y_t} = \text{momen retak}$$

$M_{maks}$  = momen maksimum akibat beban layan yang bekerja pada kondisi mana lendutan dihitung

$I_g$  = momen inersia dari penampang bruto beton yang tidak retak, terhadap sumbu pusat dengan mengabaikan tulangan

$$I_g = \left( \frac{1}{12} b h^3 \right)$$

$I_{cr}$  = momen inersia dari penampang retak transformasi

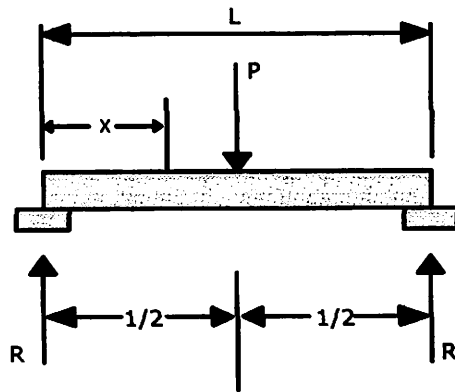
$F_r$  = modulus retak dari beton, untuk beton normal =  $0.7 \sqrt{F_c'}$  .SK  
 $I_{cr} = 1/3 b y^3 + n A_s (d - y)^2$   
 SNI T-15-1991-03.

$Y_t$  = jarak dari garis netral penampang utuh ke serat tepi tertarik

$Y$  = letak garis netral

As = luas penampang tulangan tarik

### Lendutan Seketika Plat



$$\Delta_{\text{maks}} \text{ (di titik beban)} = \left( \frac{Pl^3}{48E_c \cdot I} \right)$$

$$\Delta_x \text{ (jika } x < \frac{1}{2} L) = \frac{Px}{48 \cdot E \cdot I} (3L^2 - 4x^2)$$

Keterangan :

L = panjang bentang

W = beban total pada bentang ( beban merata )

P = beban terpusat di suatu titik pada bentang

Ec = modulus elastisitas beton (  $4700 \sqrt{Fc'}$  )

I = momen inersia ekuivalen

## **2.10. Analisa Lebar Retak**

### Evaluasi Lebar Retak



$$W_{\max} = 0.076\beta \cdot f_s \sqrt[3]{d_c} A$$

Keterangan:

$W_{\max}$  = Lebar retak dengan satuan 0.001 in (0.0254mm)

$\beta$  = Harga rata-rata factor tinggi = 1.20

$d_c$  = Tebal selimut beton sampai pusat lapisan pertama tulangan (in)

$f_s$  = 0.6  $f_y$

$A$  = Luas beton tertarik dibagi dengan banyaknya tulangan (in<sup>2</sup>)

$$= \frac{b_t}{\gamma bc}$$

$b_t$  =  $b(2d_s)$

$\gamma bc$  = Banyaknya tulangan pada sisi tertarik

#### Syarat Batas Retakan

Interior »  $w \leq 0.41 \text{ mm}$

Eksterior »  $w \leq 0.33 \text{ mm}$

### 2.11. Rekomendasi Dari Penelitian Sebelumnya

Penelitian ini didasarkan dari rekomendasi penelitian sebelumnya khususnya pada penggunaan bambu sebagai tulangan pengganti baja pada beton :

## **1. Dharma Putra dan Wayan Sedana**

Dalam penelitian yang berjudul “KAPASITAS LENTUR PLAT BETON BERTULANGAN BAMBU” disimpulkan bahwa kajian pemanfaatan bambu petung sebagai tulangan pada plat beton. Pengujian terhadap kapasitas lentur menggunakan plat dengan ukuran (640 x 640 x 70) mm dengan tumpuan sederhana pada keempat sisinya. Benda uji plat dibuat dengan 3 perlakuan dengan luas tulangan total masing-masing 90 mm<sup>2</sup>, 105 mm<sup>2</sup>, dan 120 mm<sup>2</sup>. Mutu beton  $f'_c$  yang digunakan sebesar 22.824 Mpa, tegangan ultimate bambu petung tanpa nodia  $f_{tb}$  sebesar 640 Mpa dan pada bambu petung dengan nodia  $f_{tb}$  sebesar 525 Mpa. Hasil pengujian menunjukkan bahwa bambu petung dapat digunakan sebagai tulangan pengganti baja dalam beton bertulang untuk struktur plat didalam menahan lentur yang digunakan pada struktur- struktur yang bersifat tidak permanen. Momen lentur ultimate rata-rata plat beton dengan tulangan bambu petung hasil eksperimen lebih besar 24.7 % dari hasil analisa teoritis pada bambu petung tanpa nodia dan momen lentur ultimate rata-rata plat beton dengan tulangan bambu petung hasil eksperimen lebih besar 39,4 % dari hasil analisa teoritis pada bambu petung dengan nodia. Keruntuhan yang terjadi pada plat beton dengan menggunakan bambu petung sebagai tulangan bersifat getas.

## **2. Pathurahman, Jauhar Fajrin, dan Dwi Anggraini Kusuma**

Dalam penelitian yang berjudul “APLIKASI BAMBU PILINAN SEBAGAI TULANGAN BALOK BETON” disimpulkan bahwa

keruntuhan yang terjadi pada benda uji balok beton pada penelitian ini diawali dengan retaknya beton. Retak yang selalu terjadi pada awal proses keruntuhan adalah retak lentur ditandai dengan pola retak yang tegak lurus. Secara umum retak tersebut terjadi pada saat beban mencapai di atas 90% dari beban teoritis atau sekitar 78% dari beban runtuh. Retak awal biasanya terjadi pada daerah pembebanan di sekitar tumpuan rol, kemudian retak terjadi di daerah tengah bentang selanjutnya di daerah sekitar sendi, atau sebaliknya. Dari hasil perbandingan antara teori dengan eksperimen menunjukkan bahwa bambu memiliki peluang untuk digunakan sebagai tulangan balok beton, khususnya untuk struktur sederhana

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1. Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian dan pengujian seluruhnya dilakukan di Laboratorium Struktur dan Jalan Raya Institut Teknologi Nasional Malang mulai dari percobaan bahan dasar sampai pada pelaksanaan pengecoran, pembuatan benda uji, perawatan dan pengetesan. Kecuali pengujian kuat tarik bambu dilakukan di laboratorium ilmu logam kampus 2 Institut Teknologi Nasional Malang.

#### **3.2. Peralatan dan Bahan**

##### **3.2.1. Peralatan**

Peralatan yang digunakan antara lain:

- a. Mesin pencampur beton (*concrete mixer*), dengan kapasitas  $0,15 \text{ m}^3$ .
- b. Tongkat pemadat, dengan ukuran diameter 16 mm dan panjang 0.6 m.

Digunakan untuk memadatkan adukan beton di dalam cetakan, sehingga didapatkan beton yang padat dan tidak keropos.

- c. Kerucut Abrams, terbuat dari pelat baja berbentuk kerucut berlubang dengan diameter lubang atas 10 cm dan diameter lubang bawah 20 cm serta tinggi 30 cm. Alat ini dilengkapi dengan alas plat baja dan tongkat baja diameter 16 mm, panjang 60 cm sebagai alat pemadat. Kerucut

Abrams digunakan untuk pengujian nilai slump dari suatu adukan beton saat pengecoran.

- d. Cetakan silinder dari plat baja dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.
- e. Cetakan plat berukuran lebar 40 cm, tinggi 12cm dan panjang 300cm.
- f. Alat uji tekan beton.
- g. Seperangkat saringan dan timbangan.
- h. Bak air untuk perendaman perawatan beton (moist curing)
- i. Tensile strength test machine

### **3.2.2. Bahan**

- a. Semen yang digunakan adalah semen portland (PC) tipe I yang diproduksi PT. Semen Gresik.
- b. Agregat halus digunakan pasir alam.
- c. Agregat kasar ukuran 4.8 – 38 mm.
- d. Air yang digunakan adalah air yang berasal dari PDAM kota Malang.
- e. Bambu digunakan bambu ampel, hitam, dan petung

## **3.3. Rancangan Penelitian**

### **3.3.1. Mutu Beton**

- Dalam penelitian ini, perancangan campuran beton menggunakan metode modifikasi ACI / Britis 1986 dengan mutu beton rencana ( $f'c$ ) = 20 Mpa.

Dasar pemilihan mutu beton rencana untuk beton bertulangan bambu adalah persyaratan kuat tekan minimum untuk beton struktural adalah 17,25

MPa. Mutu beton rencana untuk beton bertulangan bambu ditentukan lebih besar dibanding kuat tekan minimum yang disyaratkan untuk beton struktural.

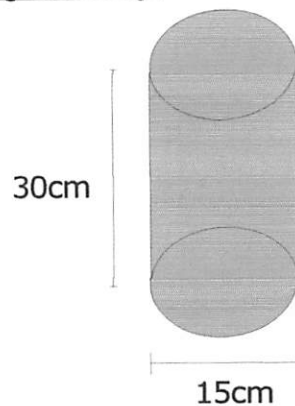
### 3.3.2. Benda Uji

Dalam penelitian ini digunakan benda uji :

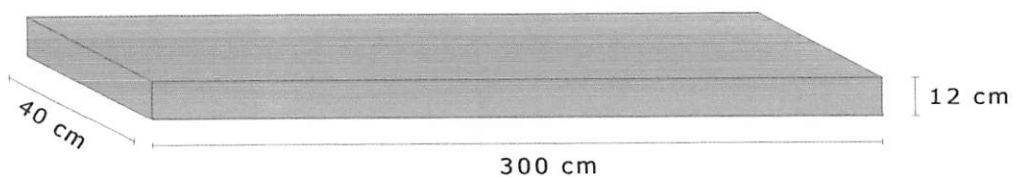
**Tabel 3.1 : Jumlah dan Ukuran Benda Uji**

Ukuran sampel	Umur beton	Jumlah sampel
Silinder 15 x 30 cm	28 hari	15 + 2 buah
Plat 12 x 40 x 300 cm Dengan tul bambu hitam, petung, dan ampel	28 hari	3 buah

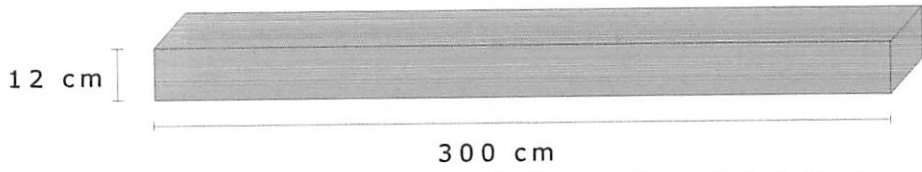
Gambar Masing-Masing Benda Uji



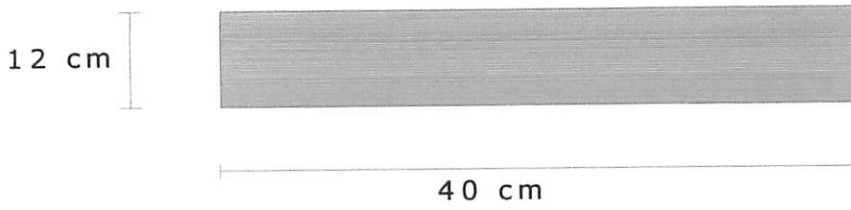
**Gambar 3.1 : Benda Uji Silinder**



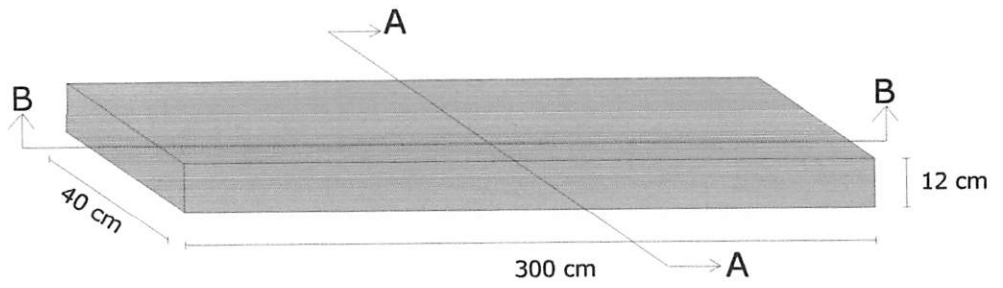
**Gambar 3.2 : Penampang Plat Beton**



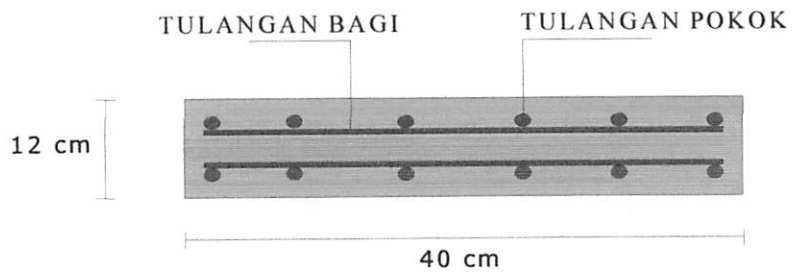
**Gambar 3.3 : Tampak Samping Plat Beton**



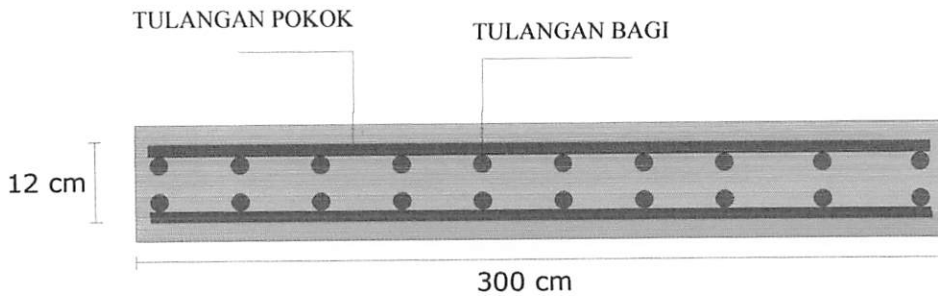
**Gambar 3.4 : Ketebalan Plat**



**Gambar 3.5 : Plat Beton**



**Gambar 3.6 : Potongan A-A**



**Gambar 3.7 : Potongan B-B**

### **3.4. Prosedur Penelitian**

#### **3.4.1. Pemeriksaan Material Beton**

Sebelum digunakan dalam campuran beton, terlebih dahulu material-material beton diuji. Pengujian material terbatas pada sifat-sifat fisik yaitu pemeriksaan gradasi agregat, kadar air, berat jenis, penyerapan (*absorpsi*), berat isi, dan analisa kekuatan beton karakteristik ( $f'_c$ ) dengan mengacu pada SNI 03-1726-2002.

#### **3.4.2. Perencanaan Campuran Beton**

Metode perencanaan yang digunakan berdasarkan modifikasi British 1986. Komposisi campuran beton berupa pasir alam sebagai agregat halus dan menggunakan krikil 4,8 - 38 mm.



### **3.5. Pelaksanaan Penelitian**

#### **3.5.1. Pembuatan Benda Uji**

Bahan-bahan campuran beton dimasukkan kedalam mesin pengaduk dengan urutan sebagai berikut: Sebelum beton segar dimasukkan kedalam cetakan, terlebih dahulu dilakukan uji slump untuk mengetahui kekentalan adukan beton.

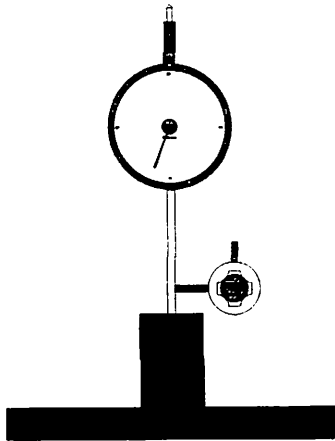
Adukan beton dimasukkan kedalam kerucut dalam cara tiga lapis yang sama tebalnya. Masing-masing lapis ditusuk dengan menggunakan tongkat baja dengan diameter 16 mm dan panjang 60 cm.

Untuk mengetahui nilai slump, kerucut ditarik keatas. Segera setelah itu diukur besarnya penurunan puncak kerucut terhadap tinggi mula-mula. Apabila nilai slump masuk dalam interval yang dikehendaki, maka dapat segera dilakukan pengecoran pada cetakan yang telah disiapkan. Setelah itu perlu dilakukan pemadatan dengan tongkat pemadat.

#### **3.5.2. Perawatan Benda Uji**

Perawatan benda uji dilakukan dengan menyiram dan menutup benda uji menggunakan karung basah. Perawatan dilakukan selama 28 hari, hal ini agar menjamin pengeringannya dapat merata sehingga mengurangi retak awal pada benda uji. Disamping itu dapat menghambat proses hidrasi pada saat awal pengikatan. Karung penutup diusahakan agar tetap basah sampai benda uji mencapai kekuatan yang cukup sebelum dilakukan pengujian.

### 3.6. Metode Pengujian Benda Uji



**Gambar 3.8 : Dial Gauge**

Langkah – langkah pengujian kuat lentur plat dengan menggunakan alat Dial Gauge :

1. Menempatkan plat yang sudah berumur 28 hari pada 2 balok yang berfungsi sebagai tumpuan.
2. Pasang Dial Gauge dibawah plat pada tengah bentang dan seperempat bentang kanan dan kiri.
3. Meletakkan beban berupa balok-balok beton secara bertahap pada tengah bentang plat beton dengan interval waktu penambahan beban tiap satu jam.
4. Membaca hasil lendutan plat pada alat dial gauge, satuan pada dial gauge adalah 0,01 mm jadi tiap satu putaran berarti sama dengan 1 mm.
5. Mencatat hasil lendutan maksimum dan beban maksimum yang dapat diterima oleh plat beton.

### **3.7. Metode Pengumpulan Data**

*Data yang diperlukan untuk analisis selanjutnya, diperoleh dari hasil pengujian benda uji plat di laboratorium. Data tersebut berupa data kuantitatif yang dapat diukur secara langsung atau dapat dihitung maupun data kualitatif lewat pengamatan. Data-data tersebut adalah:*

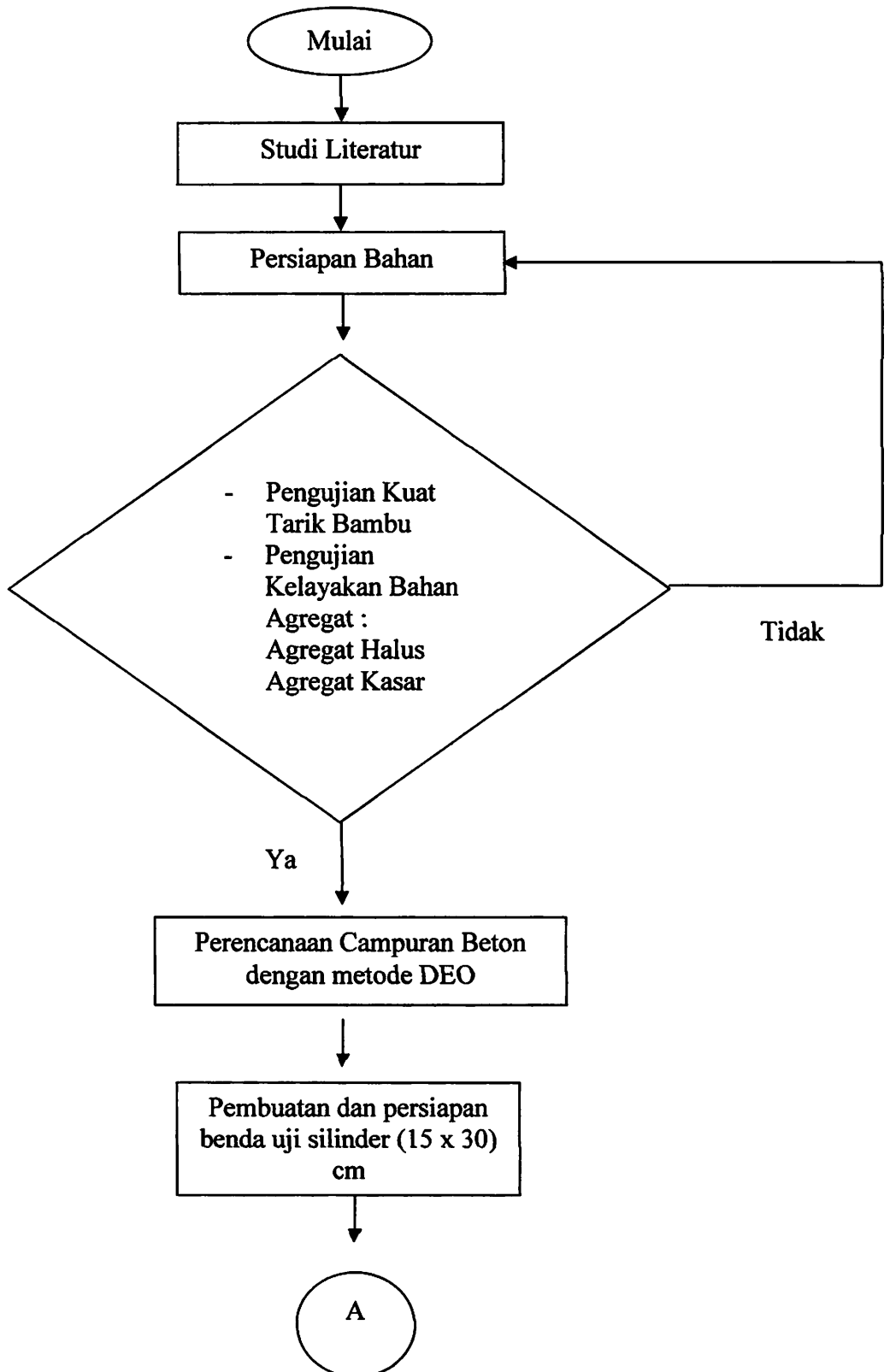
- a. Kemampuan plat menahan beban maksimum , mulai plat retak sampai plat mengalami patah sempurna.
- b. Lendutan maksimum pada plat

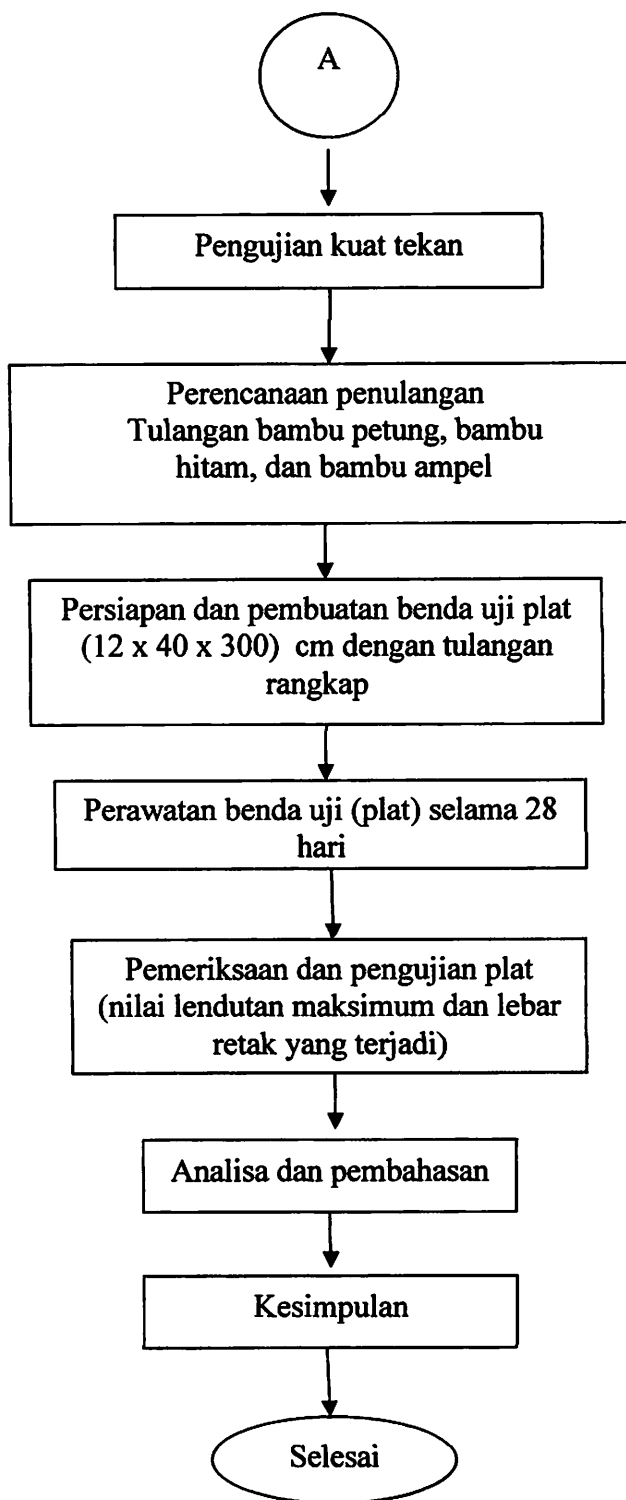
### **3.8. Analisis Data**

*Data-data yang diperoleh dari hasil pengujian akan dianalisis, yang meliputi:*

- a. Kuat tekan silinder beton.
- b. Kekuatan plat dengan pembebanan sesuai dengan fungsi jembatan inspeksi.

### 3.9. Bagan Alir Proses Penelitian





## **BAB IV**

### **PERSIAPAN DAN PELAKSANAAN PENELITIAN**

#### **4.1. Persiapan Kebutuhan Bahan**

##### **4.1.1. Perhitungan Mix Design**

Sebelum pelaksanaan percobaan diperlukan pemeriksaan bahan-bahan yang akan digunakan untuk menentukan komposisi mix design.

Pemeriksaan bahan tersebut meliputi:

1. Pemeriksaan berat isi
2. Analisa saringan agregat halus dan kasar
3. Pemeriksaan bahan lewat saringan no.200
4. Pemeriksaan kadar organik
5. Pemeriksaan kadar lumpur dalam agregat halus
6. Pemeriksaan kadar air agregat
7. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat
8. Pengujian keausan agregat

Setelah dilakukan pengujian pada bahan-bahan diatas maka diperoleh data untuk menentukan hasil mix design. Dan diperoleh komposisi akhir campuran agregat per m<sup>3</sup>

Semen	:	302,82 kg
Agregat Halus	:	913,73 kg
Agregat Kasar	:	1009,8 kg
Air	:	212,61 kg

#### 4.1.2. Perhitungan Kebutuhan Bahan

Dalam pekerjaan pembuatan benda uji berdasarkan pada kapasitas alat pencampur atau molen yaitu  $0,03 \text{ m}^3$ . Maka untuk membuat benda uji sebanyak 29 buah dengan silinder  $15 \times 30 \text{ cm}$  sebanyak 17 buah, plat  $10 \times 40 \times 300 \text{ cm}$  sebanyak 6 buah, dan plat  $12 \times 40 \times 300 \text{ cm}$  sebanyak 6 buah yang dilakukan secara bertahap, sehingga volume pekerjaan untuk setiap pencampuran :

**a. Perhitungan volume silinder  $d \times t = (15 \times 30) \text{ cm}$**

$$\begin{aligned} &= (3,14 \times r^2 \times t) \times (n \times 1,2) \\ &= (3,14 \times 0,075^2 \times 0,3) \times (17 \times 1,2) \\ &= 0,1081 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

**b. Perhitungan volume plat  $p \times l \times t = (300 \times 40 \times 12) \text{ cm}$**

$$\begin{aligned} &= (p \times l \times t) \times (n \times 1,2) \\ &= (3 \times 0,4 \times 0,12) \times (3 \times 1,2) \\ &= 0,5183 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Keterangan : 1,2 merupakan nilai factor kehilangan

n = jumlah benda uji

**Tabel 4.1: Kebutuhan Bahan Total Untuk Pencampuran**

Kebutuhan Bahan	Benda Uji		Total
	Silinder 15 x 30 (kg)	Plat 12 x 40 x 300 (kg)	
per variasi	17 buah	3 buah	
Semen	32,73	156,99	189,72
Pasir	98,77	473,68	572,45
Kerikil	109,16	523,48	632,64
Air	22,99	110,22	133,21

Sumber : Data Hasil Penelitian

#### **4.1.3. Persiapan Tulangan Bambu**

Dalam penelitian ini bambu merupakan bahan yang penting karena kami disini mencoba memanfaatkan bambu sebagai alternatif pengganti tulangan baja.

##### **a. Pemilihan Jenis Bambu**

Dalam pemilihan jenis bambu kami memilih empat jenis bambu yang banyak terdapat di lingkungan kita yaitu bambu petung, bambu ori, bambu hitam, dan bambu ampel kuning. Keempat jenis bambu ini kemudian diuji kuat tariknya untuk mengetahui nilai fy'nya.

Langkah-langkah pengujian bambu :

1. Potong bambu yang akan diuji sepanjang kurang lebih 30 cm dengan ukuran penampang persegi 1x1 cm.
2. Siapkan 2 buah bambu dari masing-masing jenis untuk diuji.



3. Lakukan pengujian kuat tarik bambu dengan menggunakan alat tensile strength machine.
4. Catat hasil pengujian sesuai dengan jenis masing-masing bambu.

**Tabel 4.2: Hasil Pengujian Kuat Tarik Bambu**

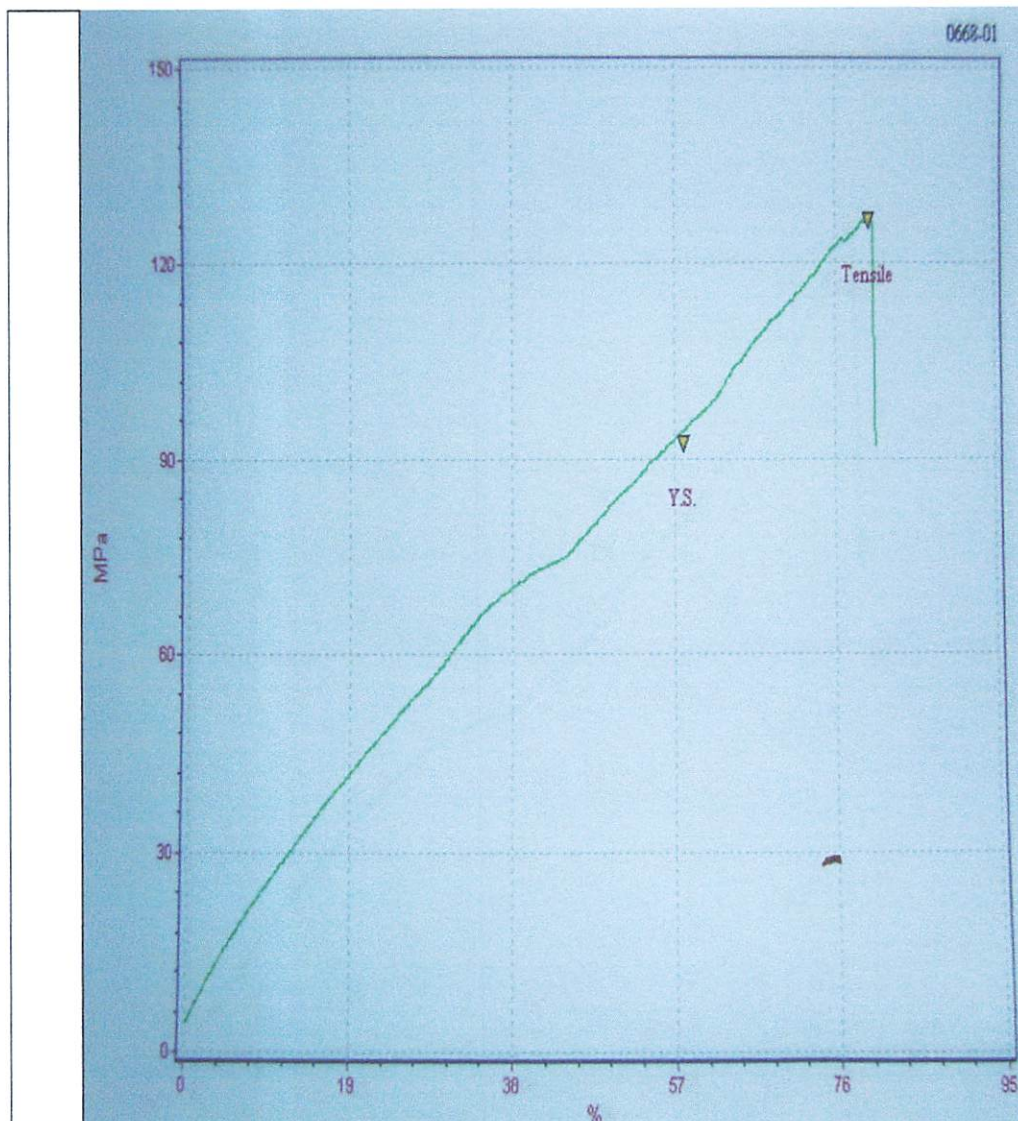
Jenis Bambu	Fy' (Mpa)	Jenis Bambu	Fy' (Mpa)
Bambu Petung 1	175.57	Bambu Hitam 1	131.61
Bambu Petung 2	172.77	Bambu Hitam 2	123.14
Bambu Ampel 1	136.47	Bambu Ori 1	95.4
Bambu Ampel 2	126.67	Bambu Ori 2	93.05

*Sumber: Hasil Pengujian Pada Laboratorium Uji Material Jurusan Teknik Mesin S-1 ITN Malang*

Dari hasil pengujian kuat tarik bambu yang telah dilakukan maka kami hanya memilih 3 jenis bambu yang mempunyai nilai  $f_y'$  lebih besar. Jadi disini kami hanya memakai bambu petung, bambu hitam, dan bambu ampel kuning sebagai bahan tulangan dalam penelitian ini.

➤ Hasil Uji Tarik Bambu

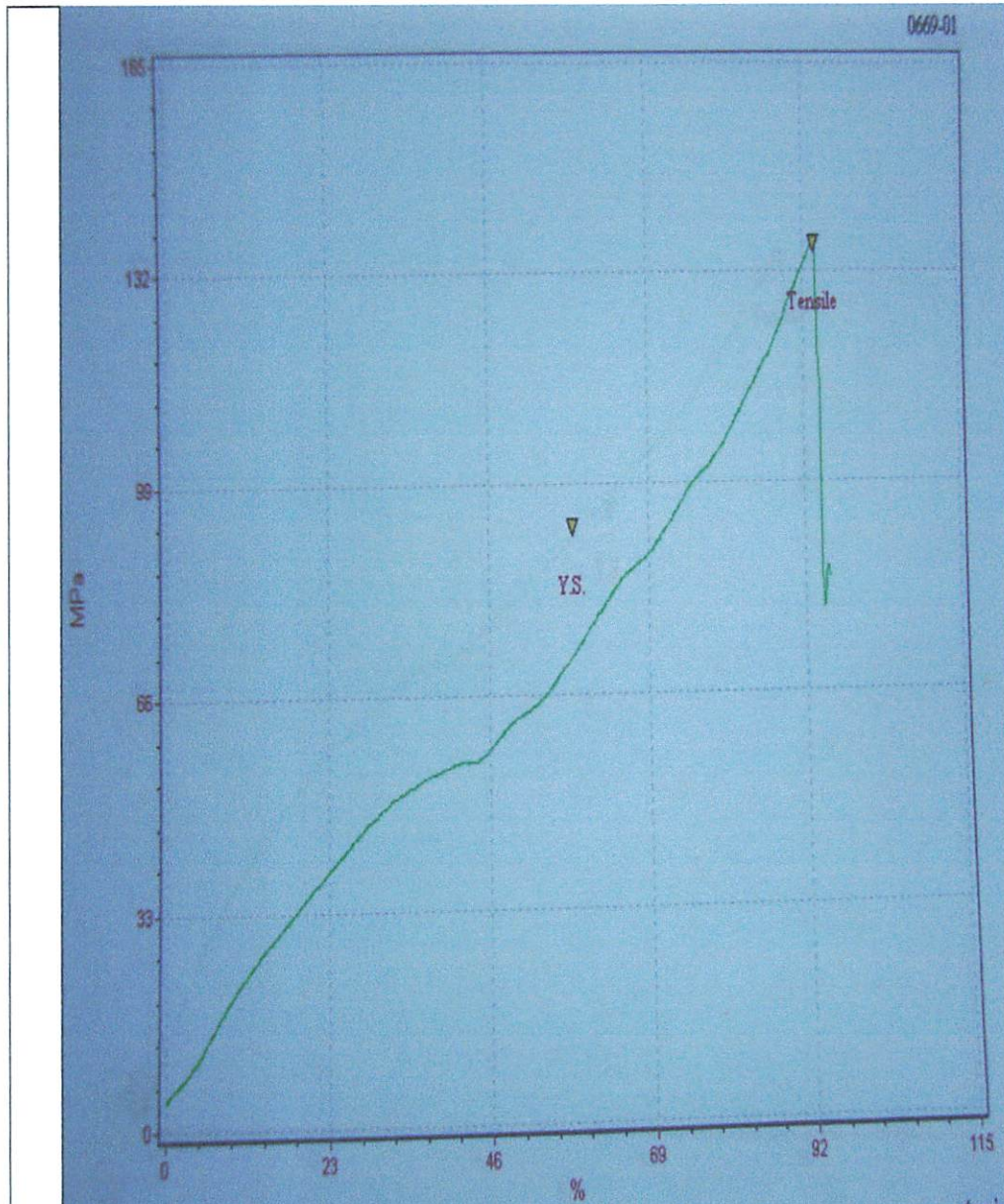
NO.	SPECIMEN	Area (mm) <sup>2</sup>	Max. Force (Newton)	Yield Strength (MPa)	Tensile Strength (MPa)	Elongation (%)
1	Bambu Kuning 1	100.0	12666.50	92.27	126.67	80.71



Grafik 4.1. Uji Tarik Bambu Ampel 1



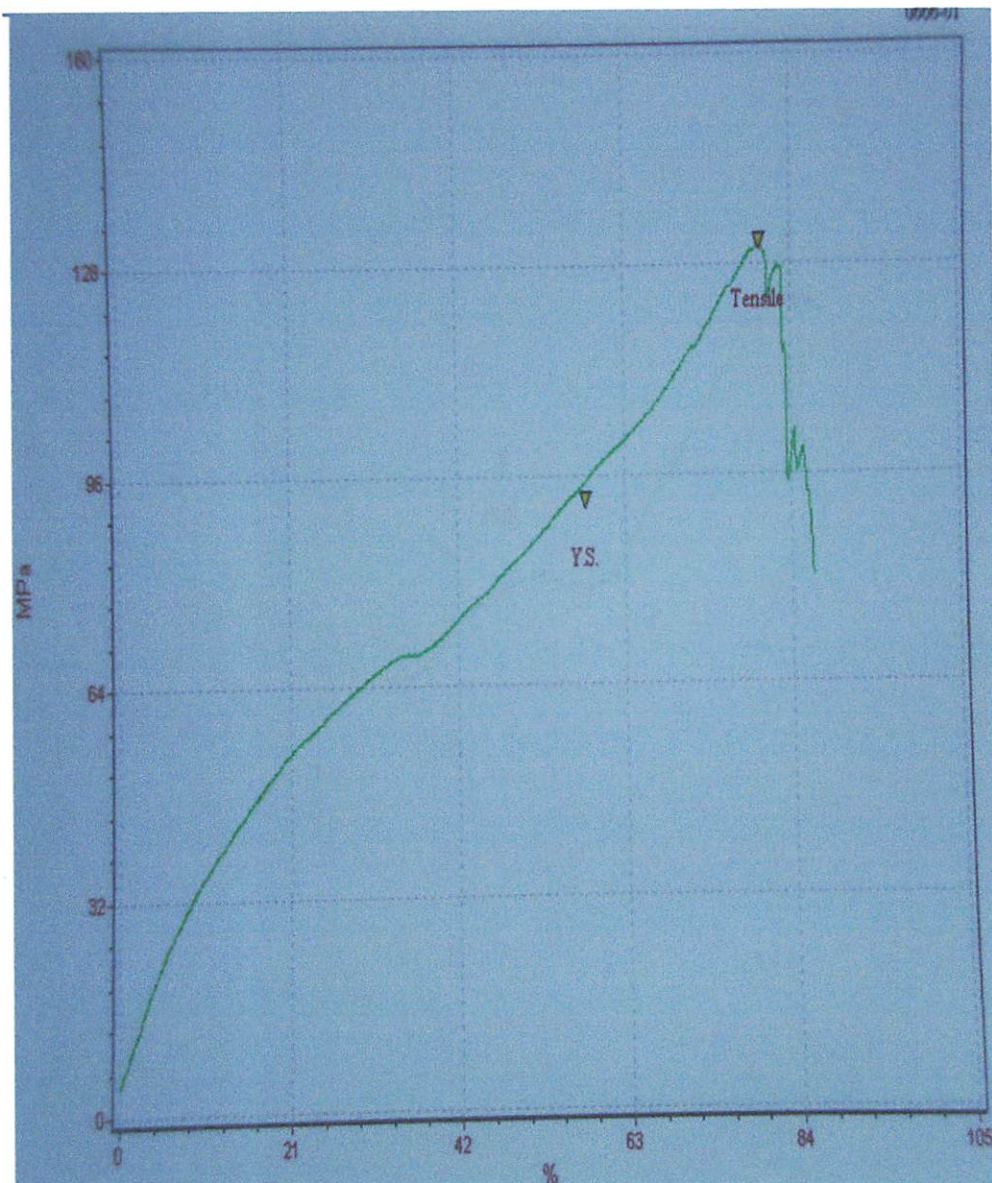
NO.	SPECIMEN	Area (mm) <sup>2</sup>	Max. Force (Newton)	Yield Strength (MPa)	Tensile Strength (MPa)	Elongation (%)
1	Bambu Kuning 2	100.0	13646.50	92.27	136.47	95.56



Grafik 4.2. Uji Tarik Bambu Ampel 2

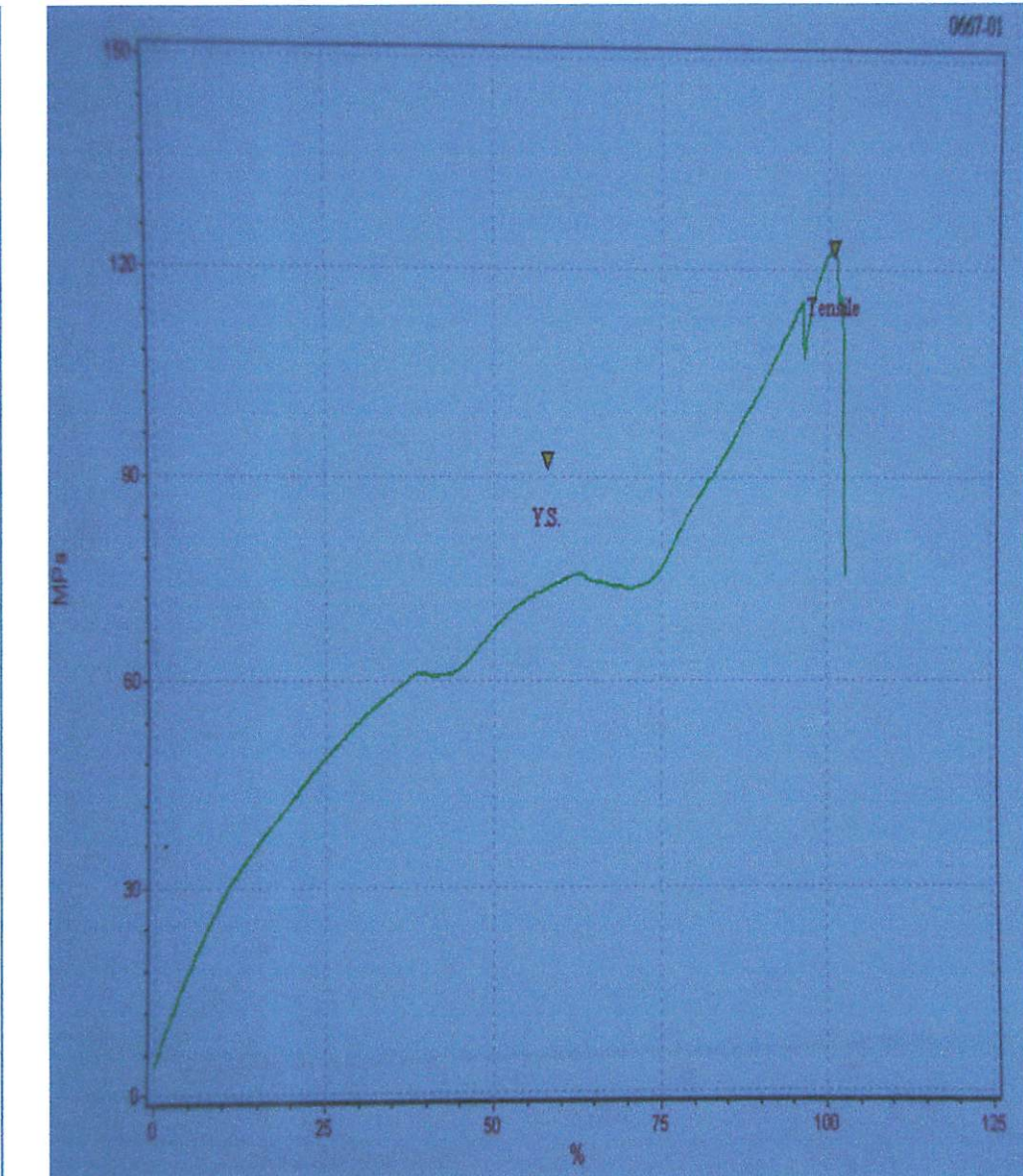


NO.	SPECIMEN	Area (mm) <sup>2</sup>	Max. Force (Newton)	Yield Strength (MPa)	Tensile Strength (MPa)	Elongation (%)
1	Bambu Hitam 1	100.0	13161.40	92.27	131.61	86.76



Grafik 4.3. Uji Tarik Bambu Hitam 1

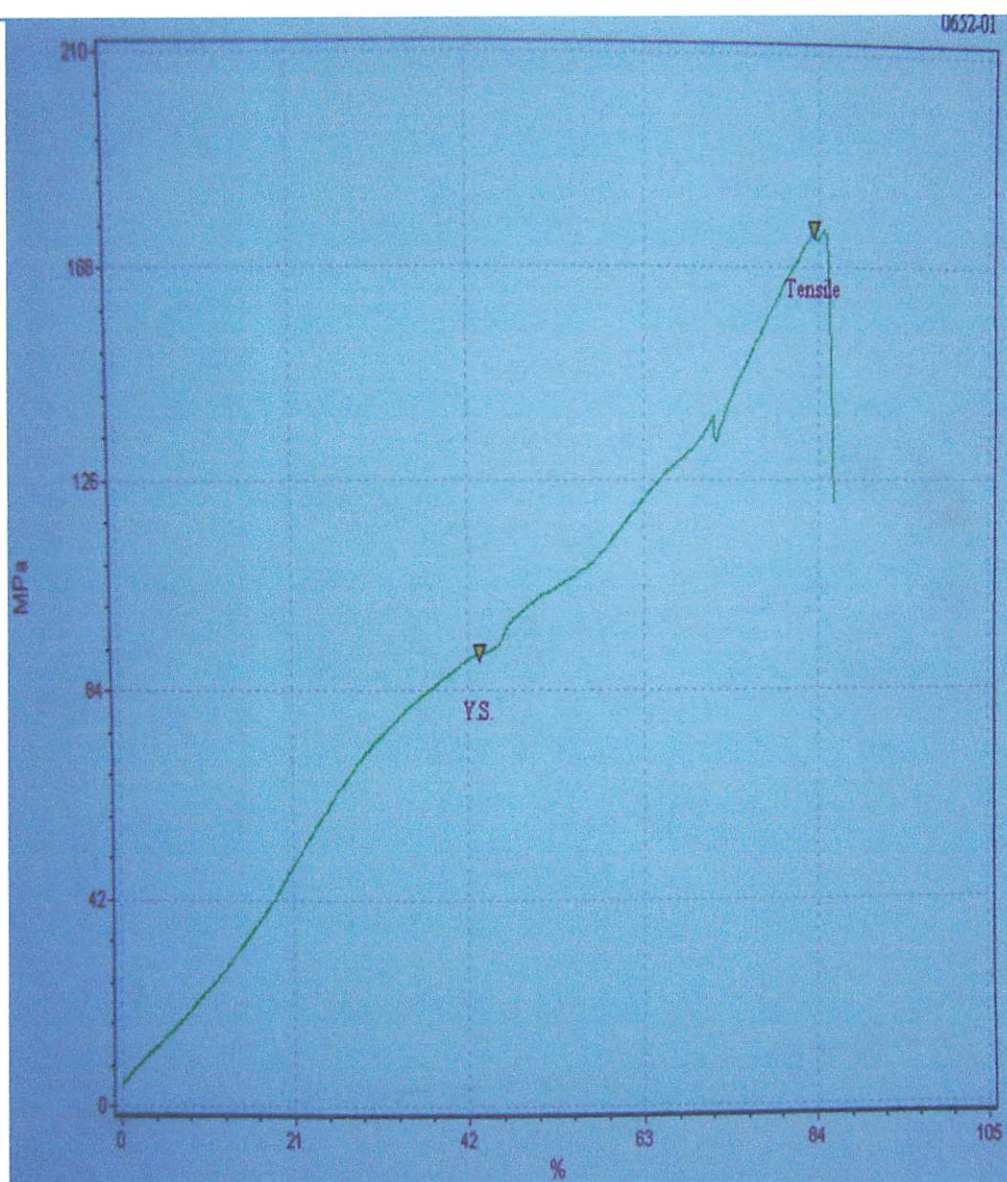
NO.	SPECIMEN	Area (mm) <sup>2</sup>	Max. Force (Newton)	Yield Strength (MPa)	Tensile Strength (MPa)	Elongation (%)
1	Bambu Hitam 2	100.0	12313.70	92.27	123.14	102.93



Grafik 4.4. Uji Tarik Bambu Hitam 2



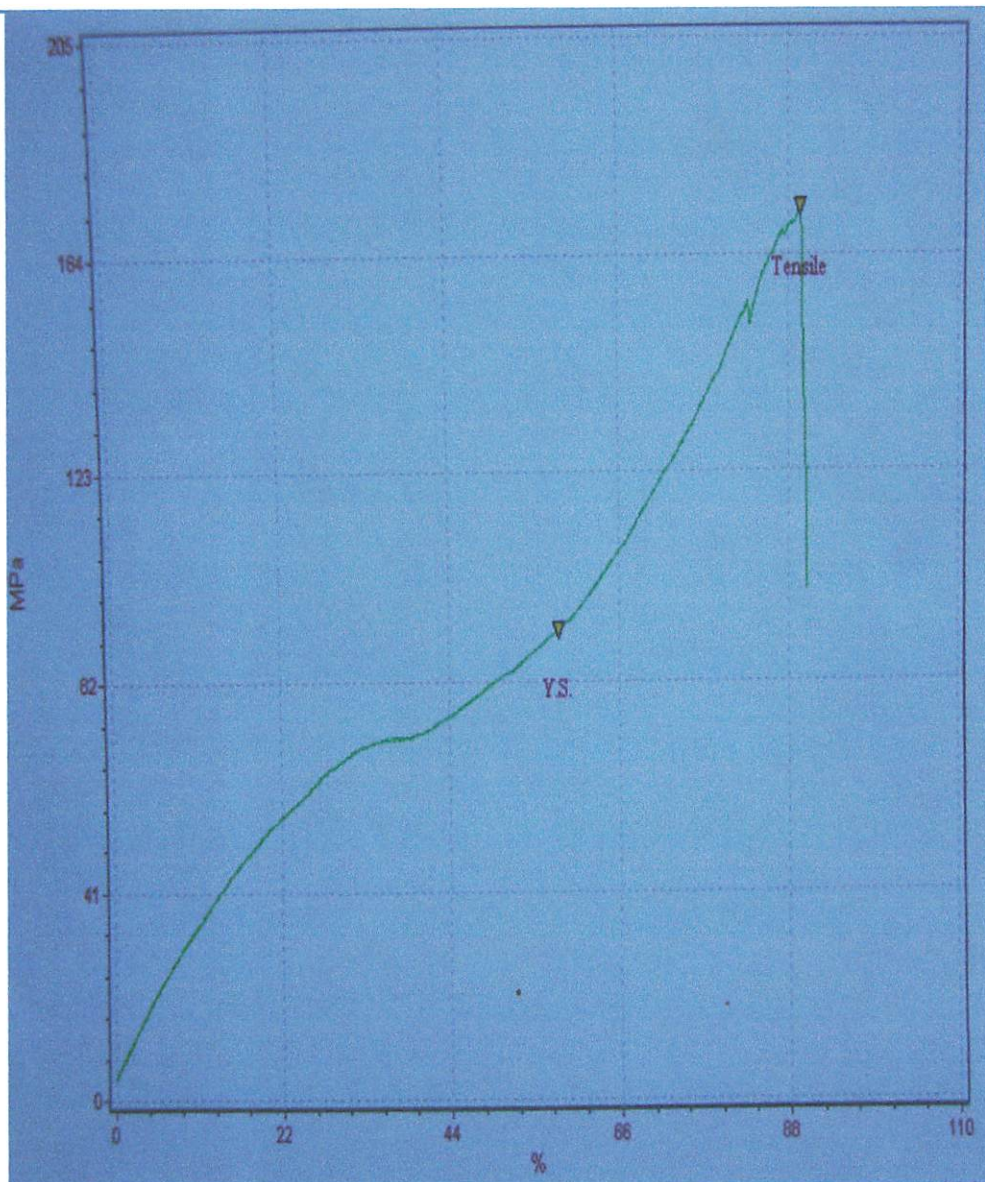
NO.	SPECIMEN	Area (mm) <sup>2</sup>	Max. Force (Newton)	Yield Strength (MPa)	Tensile Strength (MPa)	Elongation (%)
1	Bambu Petung 1	100.0	17556.70	91.48	175.57	85.78



Grafik 4.5. Uji Tarik Bambu Petung 1



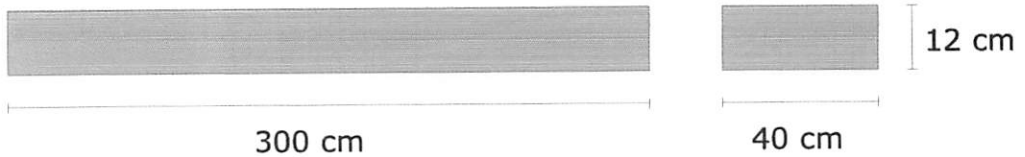
NO.	SPECIMEN	Area (mm) <sup>2</sup>	Max. Force (Newton)	Yield Strength (MPa)	Tensile Strength (MPa)	Elongation (%)
1	Bambu Petung 2	100.0	17277.40	92.27	172.77	90.40



Grafik 4.6. Uji Tarik Bambu Petung 2

## b. Perhitungan Jumlah Tulangan

### Perhitungan Penulangan Plat Beton Dengan Ukuran (12 x 40 x300)Cm



**Gambar 4.1: Penampang Plat Beton**

➤ Data perencanaan :

Memakai tul bambu (ampel) :  $\square$  10x10 mm (tul pokok)

:  $\square$  8x8 mm (tul bagi)

$F'_c$  : 20 MPa

$F_y$  : 132 Mpa

Tebal Plat : 12 cm

Selimut Beton : 20 mm

### Beban Merata

Beban mati (q )

$$\text{Berat sendiri} = 0.12 \times 2400 \times 0.4 = 115.2 \text{ kg/m}$$

$$\text{Beban hujan} = 0.05 \times 1000 \times 0.4 = 20 \text{ kg/m} +$$

---

$$135.2 \text{ kg/m}$$



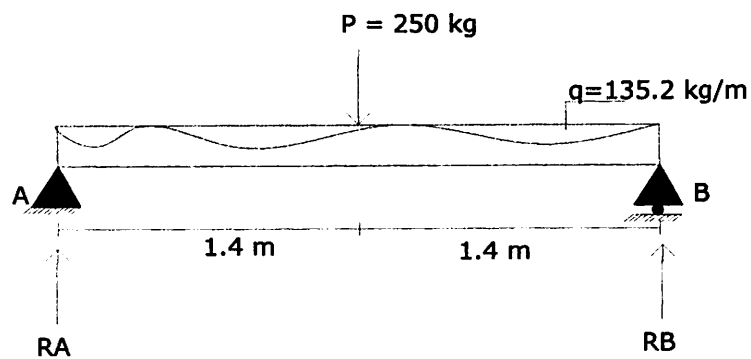
### Beban terpusat ( P )

Beban guna/ orang	= 100	= 100 kg
Beban sepeda motor	= 150	= 150 kg +
		<hr/>
		250 kg

$$d = h - \text{tebal selimut} - \frac{1}{2} \emptyset$$

$$120 - 20 - (\frac{1}{2} \times 10) = 95 \text{ mm}$$

- Perhitungan Momen



**Gambar 4.2: Perhitungan Q1 dan Q2**

$$Q_1 = q \times L = 135.2 \times 1.4 = 189,28 \text{ kg}$$

$$Q_2 = q \times L = 135.2 \times 1.4 = 189,28 \text{ kg}$$

$$R_A = R_B$$

$$\sum M_B = 0$$

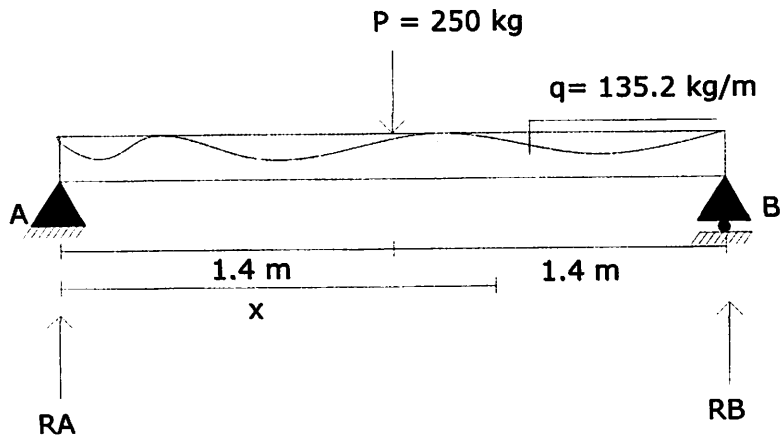
$$= (R_A \times 2,8) - (Q_1 \times 2,1) - (P \times 1,4) - (Q_2 \times 0,7)$$

$$= (R_A \times 2,8) - (189,28 \times 2,1) - (250 \times 1,4) - (189,28 \times 0,7)$$

$$= 2,8R_A - 879,984$$

$$R_A = 314,28 \text{ kg}$$

$$R_B = R_A = 314,28 \text{ kg}$$



**Gambar 4.3: Perhitungan Momen Maksimum**

$$\begin{aligned} M_x &= (R_A \cdot X) - P(X - 1,4) - \frac{1}{2} qX^2 \\ &= (314,28 \cdot X) - (250X - 350) - \frac{1}{2} \cdot 135,2X^2 \\ &= 64,28 X + 350 - 67,6 X^2 \end{aligned}$$

Momen maksimum pada  $X = 1,5$

$$\begin{aligned} M_u &= (64,28 \times 1,4) + 350 - (67,6 \times 1,4^2) \\ &= 307,5 \text{ kgm} \\ &= 3,075 \text{ kNm} \end{aligned}$$

- Analisa Tulangan

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{3,075}{0,8} = 3,84 \text{ kNm} = 3,84 \times 10^6 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{3,84 \times 10^6}{400 \cdot 95^2} = 1,06$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c'} = \frac{132}{0,85 \cdot 20} = 7,765$$

$$\rho_{\min} = 1.4/f_y = 1,4/132 = 0,0106$$

$$\begin{aligned}\rho_b &= \frac{0.85 \times f_c'}{f_y} \times \beta_1 \times \frac{\{600\}}{600 + f_y} \\ &= \frac{0.85 \times 20}{132} \times 0.85 \times \frac{\{600\}}{600 + 132} \\ &= 0.089\end{aligned}$$

$$\rho_{\max} = 0,025 \text{ ( SNI pasal 23.3.2 ) hal 223}$$

$$\begin{aligned}\rho &= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m.Rn}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{7.765} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2.7.765.1,06}{132}} \right) \\ &= 0.0092\end{aligned}$$

$\rho < \rho_{\min}$  maka dipakai  $\rho_{\min}$

$$\begin{aligned}A_{s_{\text{perlu}}} &= \rho \times b \times d \\ &= 0,0106 \times 400 \times 95 \\ &= 402.8 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

$$n = \frac{A_{s_{\text{perlu}}}}{s^2} = \frac{402.8}{10^2} = 4.028 \approx 5 \text{ buah}$$

$$A_{s_{\text{sada}}} = 5.10^2 = 500 \text{ mm}^2$$

$$A_{s_{\text{sada}}} > A_{s_{\text{perlu}}} \text{ ( aman )}$$

Perhitungan jarak (s)

$$\begin{aligned}
 A_s &= s \times s \\
 &= 10 \times 10 \\
 &= 100 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 S &= \frac{A_s \times b}{A_{\text{perlu}}} \\
 &= \frac{100 \times 400}{402.8} \\
 &= 99.304 \text{ mm} \approx 80 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Jadi dipakai tul pokok :  $\sphericalangle 10 \times 10 \text{ mm} - 80$

$$\begin{aligned}
 A_{S \text{ tulangan bagi}} &= 20\% \times A_{S \text{ perlu}} \\
 &= 20\% \times 402.8 \\
 &= 80,56 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Dipakai tulangan bagi  $\sphericalangle 8 \times 8 \text{ mm}$

$$\begin{aligned}
 A_{S \text{ bagi}} &= s \times s \\
 &= 8 \times 8 \\
 &= 64 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

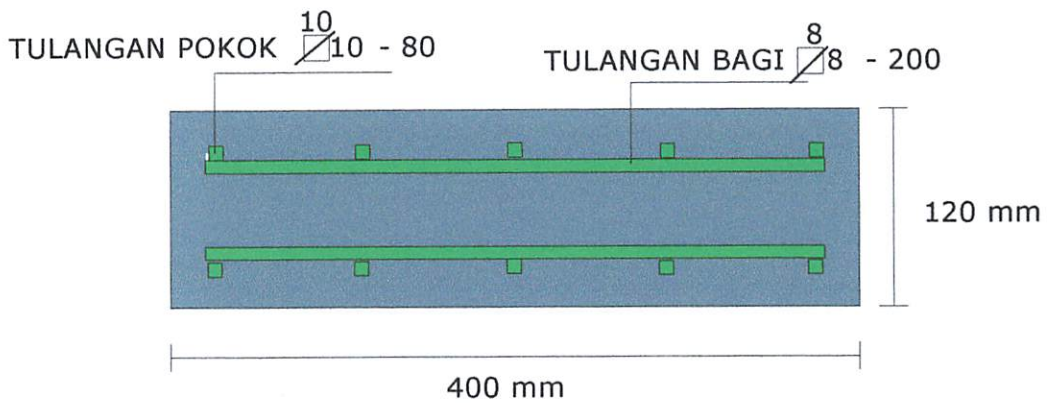
$$S = \frac{A_s \times b}{A_{\text{perlu}}}$$

$$= \frac{64 \times 400}{80.56} = 317 \text{ mm} \approx 200 \text{ mm}$$

$$A_{sada} = \frac{As \times b}{S}$$

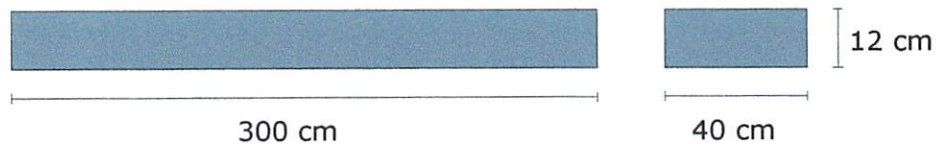
$$= \frac{64 \times 400}{200} = 128 \text{ mm}$$

Jadi dipakai tulangan bagi  $\nabla 8 \times 8 \text{ mm} - 200$



**Gambar 4.4: Potongan Melintang Plat Beton Tulangan Bambu Ampel**

Perhitungan Penulangan Plat Beton Dengan Ukuran (12 x 40 x300)Cm



**Gambar 4.5: Penampang Plat Beton**

➤ Data perencanaan :

Memakai tul bambu (Hitam) :  $\square$  10x10 mm (tul pokok)

:  $\square$  8x8 mm (tul bagi)

F'c : 20 MPa

Fy : 127 Mpa

Tebal Plat : 12 cm

Selimut Beton : 20 mm

Beban Merata

Beban mati (q )

Berat sendiri =  $0.12 \times 2400 \times 0.4$  = 115.2 kg/m

Beban hujan =  $0.05 \times 1000 \times 0.4$  = 20 kg/m +

---

135.2 kg/m

Beban terpusat ( P )

Beban guna/ orang = 100 = 100 kg

Beban sepeda motor = 150 = 150 kg +

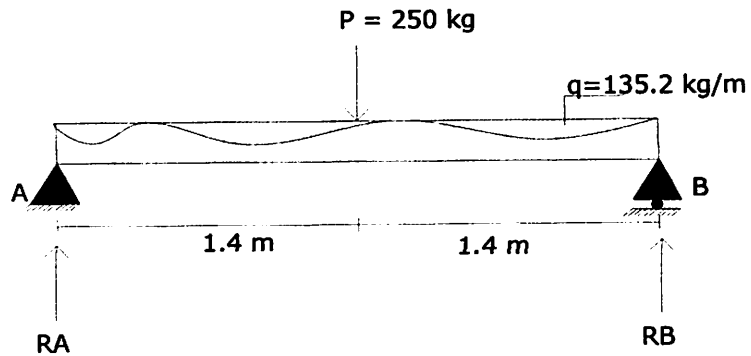
---

250 kg

d = h -tebal selimut -  $\frac{1}{2} \emptyset$

$$120 - 20 - (\frac{1}{2} \times 10) = 95 \text{ mm}$$

- Perhitungan Momen



**Gambar 4.2: Perhitungan  $Q_1$  dan  $Q_2$**

$$Q_1 = q \times L = 135.2 \times 1.4 = 189,28 \text{ kg}$$

$$Q_2 = q \times L = 135.2 \times 1.4 = 189,28 \text{ kg}$$

$$R_A = R_B$$

$$\sum MB = 0$$

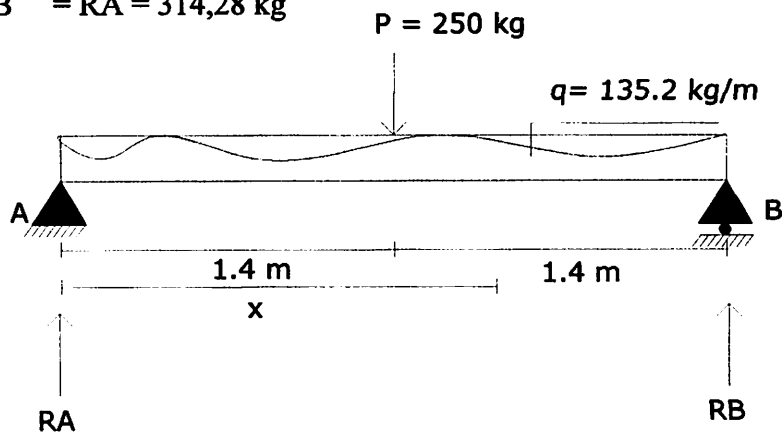
$$= (R_A \times 2,8) - (Q_1 \times 2,1) - (P \times 1,4) - (Q_2 \times 0,7)$$

$$= (R_A \times 2,8) - (189,28 \times 2,1) - (250 \times 1,4) - (189,28 \times 0,7)$$

$$= 2,8R_A - 879,984$$

$$R_A = 314,28 \text{ kg}$$

$$R_B = R_A = 314,28 \text{ kg}$$



**Gambar 4.3: Perhitungan Momen Maksimum**

$$\begin{aligned}
 M_x &= (R_A \cdot X) - P(X - 1,4) - \frac{1}{2} qX^2 \\
 &= (314,28 \cdot X) - (250X - 350) - \frac{1}{2} \cdot 135,2X^2 \\
 &= 64,28 X + 350 - 67,6 X^2
 \end{aligned}$$

Momen maksimum pada  $X = 1,5$

$$\begin{aligned}
 M_u &= (64,28 \times 1,4) + 350 - (67,6 \times 1,4^2) \\
 &= 307,5 \text{ kgm} \\
 &= 3,075 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

- Analisa Tulangan

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{3,075}{0,8} = 3,84 \text{ kNm} = 3,84 \times 10^6 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{3,84 \times 10^6}{400 \cdot 95^2} = 1,06$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c'} = \frac{127}{0,85 \cdot 20} = 7,47$$

$$\rho_{\min} = 1,4/f_y = 1,4/127 = 0,011$$

$$\begin{aligned}
 \rho_b &= \frac{0,85 \times f_c'}{f_y} \times \beta_1 \times \frac{\{600\}}{600 + f_y} \\
 &= \frac{0,85 \times 20}{127} \times 0,85 \times \frac{\{600\}}{600 + 127} \\
 &= 0,0947
 \end{aligned}$$

$$\rho_{\text{maks}} = 0,025 \text{ ( SNI pasal 23.3.2 ) hal 223}$$



$$\begin{aligned}\rho &= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot Rn}{fy}} \right) \\ &= \frac{1}{7,47} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 7,47 \cdot 1,06}{127}} \right) \\ &= 0.0092\end{aligned}$$

$\rho < \rho_{min}$  maka dipakai  $\rho_{min}$

$$\begin{aligned}A_{Sperlu} &= \rho \times b \times d \\ &= 0,011 \times 400 \times 95 \\ &= 418 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

$$n = \frac{A_{Sperlu}}{s^2} = \frac{418}{10^2} = 4.18 \approx 5 \text{ buah}$$

$$A_{Sada} = 5 \cdot 10^2 = 500 \text{ mm}^2$$

$$A_{Sada} > A_{Sperlu} \text{ (aman)}$$

Perhitungan jarak (s)

$$\begin{aligned}A_s &= s \times s \\ &= 10 \times 10 \\ &= 100 \text{ mm}^2 \\ S &= \frac{A_s \times b}{A_{Sperlu}} \\ &= \frac{100 \times 400}{418} \\ &= 95.7 \text{ mm} \approx 80 \text{ mm}\end{aligned}$$

Jadi dipakai tul pokok :  $\sphericalangle$  10x10 mm – 80

$$\begin{aligned} A_{S \text{ tulangan bagi}} &= 20\% \times A_{S \text{ perlu}} \\ &= 20\% \times 418 \\ &= 83.6 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

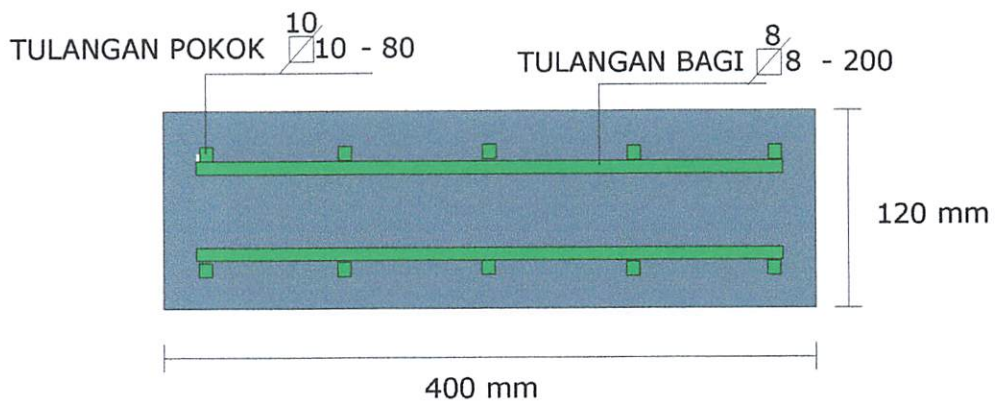
Dipakai tulangan bagi  $\sphericalangle$  8x8 mm

$$\begin{aligned} A_{S \text{ bagi}} &= s \times s \\ &= 8 \times 8 \\ &= 64 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S &= \frac{A_s \times b}{A_{s \text{ perlu}}} \\ &= \frac{64 \times 400}{83.6} = 306 \text{ mm} \approx 200 \text{ mm} \end{aligned}$$

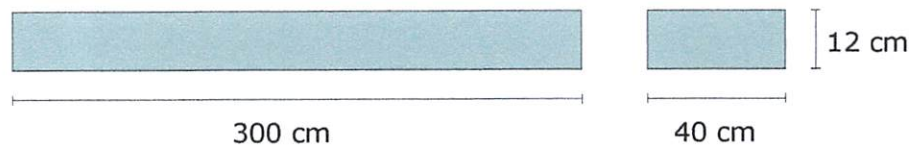
$$\begin{aligned} A_{S \text{ ada}} &= \frac{A_s \times b}{S} \\ &= \frac{64 \times 400}{200} = 128 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Jadi dipakai tulangan bagi  $\sphericalangle$  8x8 mm – 200



**Gambar 4.8: Potongan Melintang Plat Beton Tulangan Bambu Hitam**

Perhitungan Penulangan Plat Beton Dengan Ukuran (12 x 40 x300)Cm



**Gambar 4.9: Penampang Plat Beton**

➤ Data perencanaan :

Memakai tul bambu (petung) :  $\nabla$  10x10 mm (tul pokok)

:  $\nabla$  8x8 mm (tul bagi)

$F'_c$  : 20 MPa

$F_y$  : 174 Mpa

Tebal Plat : 12 cm

Selimut Beton : 20 mm

### Beban Merata

Beban mati (q)

$$\text{Berat sendiri} = 0.12 \times 2400 \times 0.4 = 115.2 \text{ kg/m}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban hujan} &= 0.05 \times 1000 \times 0.4 = 20 \text{ kg/m} + \\ &\underline{\hspace{10em}} \\ &135.2 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

### Beban terpusat (P)

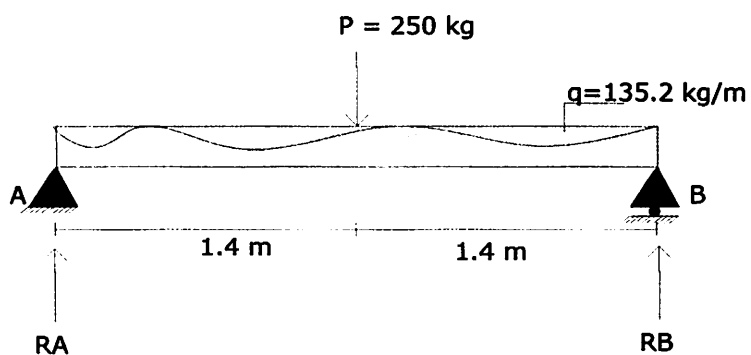
$$\text{Beban guna/ orang} = 100 = 100 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban sepeda motor} &= 150 = 150 \text{ kg} + \\ &\underline{\hspace{10em}} \\ &250 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$d = h - \text{tebal selimut} - \frac{1}{2} \emptyset$$

$$120 - 20 - (\frac{1}{2} \times 10) = 95 \text{ mm}$$

- Perhitungan Momen



**Gambar 4.2: Perhitungan Q1 dan Q2**

$$Q_1 = q \times L = 135.2 \times 1.4 = 189,28 \text{ kg}$$

$$Q_2 = q \times L = 135.2 \times 1.4 = 189,28 \text{ kg}$$

$$R_A = R_B$$

$$\sum MB = 0$$

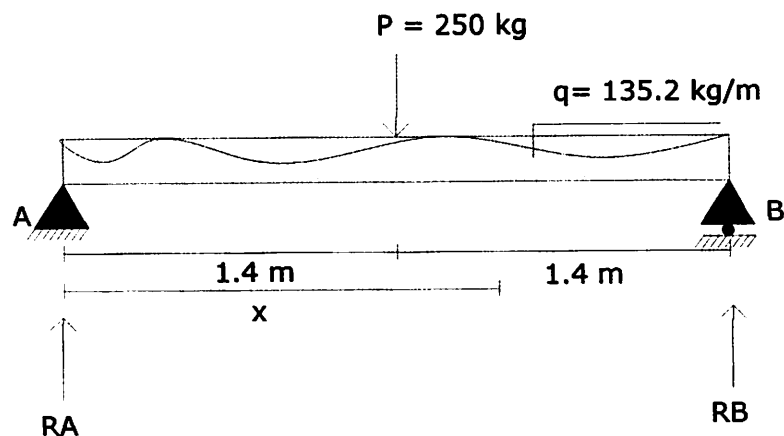
$$= (R_A \times 2,8) - (Q_1 \times 2,1) - (P \times 1,4) - (Q_2 \times 0,7)$$

$$= (R_A \times 2,8) - (189,28 \times 2,1) - (250 \times 1,4) - (189,28 \times 0,7)$$

$$= 2,8R_A - 879,984$$

$$R_A = 314,28 \text{ kg}$$

$$R_B = R_A = 314,28 \text{ kg}$$



**Gambar 4.3: Perhitungan Momen Maksimum**

$$\begin{aligned} M_x &= (R_A \cdot X) - P(X - 1,4) - \frac{1}{2} qX^2 \\ &= (314,28 \cdot X) - (250X - 350) - \frac{1}{2} \cdot 135.2X^2 \\ &= 64,28 X + 350 - 67.6 X^2 \end{aligned}$$

Momen maksimum pada  $X = 1.5$

$$\begin{aligned} M_u &= (64,28 \times 1,4) + 350 - (67.6 \times 1.4^2) \\ &= 307,5 \text{ kgm} \end{aligned}$$

$$= 3,075 \text{ kNm}$$

- Analisa Tulangan

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{3.075}{0,8} = 3,84 \text{ kNm} = 3,84 \times 10^6 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b.d^2} = \frac{3,84 \times 10^6}{400.95^2} = 1,06$$

$$m = \frac{f_y}{0,85.f_c'} = \frac{174}{0,85.20} = 10,23$$

$$\rho_{\min} = 1,4/f_y = 1,4/174 = 0,00804$$

$$\begin{aligned} \rho_b &= \frac{0,85 \times f_c'}{f_y} \times \beta_1 \times \frac{\{600\}}{600 + f_y} \\ &= \frac{0,85 \times 20}{174} \times 0,85 \times \frac{\{600\}}{600 + 174} \\ &= 0,0643 \end{aligned}$$

$$\rho_{\max} = 0,025 \text{ ( SNI pasal 23.3.2 ) hal 223}$$

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m.R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{10,23} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2.10,23.1,06}{174}} \right) \\ &= 0,0069 \end{aligned}$$

$\rho < \rho_{\min}$  maka dipakai  $\rho_{\min}$

$$A_{S_{\text{perlu}}} = \rho \times b \times d$$

$$= 0,008 \times 400 \times 95$$

$$= 304 \text{ mm}^2$$

$$n = \frac{A_{s_{perlu}}}{s^2} = \frac{304}{10^2} = 3.04 \approx 4 \text{ buah}$$

$$A_{s_{ada}} = 4 \cdot 10^2 = 400 \text{ mm}^2$$

$$A_{s_{ada}} > A_{s_{perlu}} \text{ ( aman )}$$

Perhitungan jarak (s)

$$A_s = s \times s$$

$$= 10 \times 10$$

$$= 100 \text{ mm}^2$$

$$s = \frac{A_s \times b}{A_{s_{perlu}}}$$

$$= \frac{100 \times 400}{304} = 131.57 \text{ mm} \approx 100 \text{ mm}$$

Jadi dipakai tul pokok  $\sphericalangle$  10x10 mm – 100

$$A_{s_{tulangan\ bagi}} = 20\% \times A_{s_{perlu}}$$

$$= 20\% \times 304$$

$$= 60.8 \text{ mm}^2$$

Dipakai tulangan bagi  $\sphericalangle$  8x8 mm

$$A_{s_{\text{bagi}}} = s \times s$$

$$= 8 \times 8$$

$$= 64 \text{ mm}^2$$

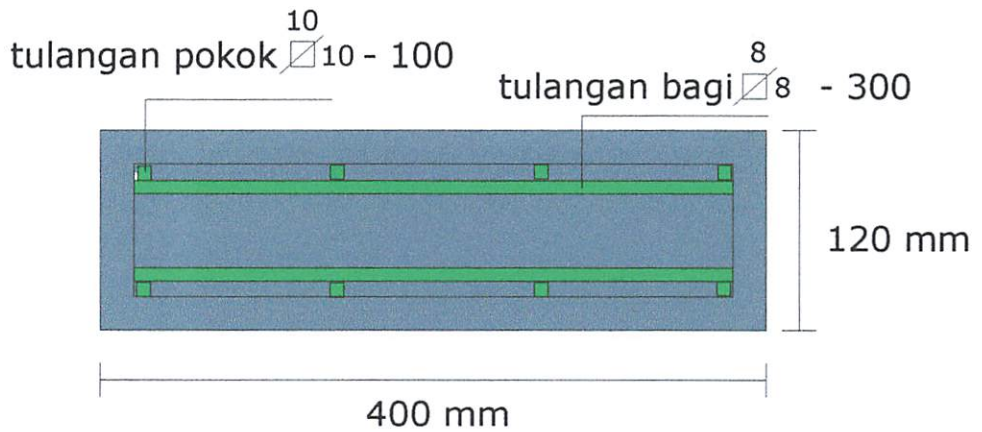
$$S = \frac{A_s \times b}{A_{s_{\text{perlu}}}}$$

$$= \frac{64 \times 400}{60.8} = 421 \approx 300 \text{ mm}$$

$$A_{s_{\text{ada}}} = \frac{A_s \times b}{S}$$

$$= \frac{64 \times 400}{400} = 64 \text{ mm}^2$$

Jadi dipakai tulangan bagi  $\nabla$  8x8 mm - 400



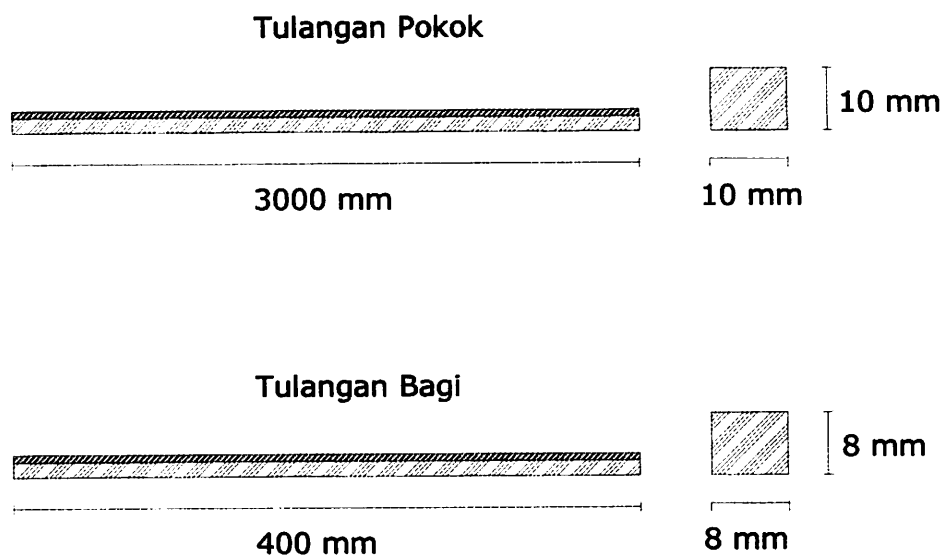
**Gambar 4.12 : Potongan Melintang PLat Beton Tulangan Bambu Petung**



### c. Pembuatan Tulangan Bambu

Setelah memilih jenis bambu apa saja yang akan dipakai maka langkah berikutnya adalah membentuk bambu tersebut sesuai dengan ukuran yang akan dipakai tulangan. Disini kami memakai tulangan pokok diameter 10 mm dan tulangan bagi diameter 8 mm sesuai dengan ukuran baja yang biasa dipakai sebagai tulangan, tapi mengingat tingkat kesulitan untuk membuat penampang bambu menjadi lingkaran maka kami memakai bentuk penampang tulangan bambu persegi dengan ukuran tulangan pokok 10x10 mm dan tulangan bagi 8x8 mm.

**Gambar 4.13: Penampang Tulangan Bambu**



Langkah-langkah pembuatan tulangan:

1. Membeli bambu sesuai dengan jenis yang akan dipakai dan pilih yang kondisinya masih bagus.

**Tabel 4.3: Daftar Harga Bambu**

Jenis Bambu	Harga per Batang (rupiah)
Bambu Petung	20000
Bambu Hitam	10000
Bambu Ampel	15000

*Nb: harga bambu bisa berbeda-beda di setiap daerah*

2. Potong bambu dengan panjang sesuai ukuran, tulangan pokok 300 cm dan tul bagi 40 cm.
3. Sesuaikan ukuran penampang yaitu tulangan pokok 10x10 mm dan tulangan bagi 8x8 mm.
4. Siapkan tempat untuk perendaman bambu, dan rendam bambu yang sudah dibentuk sesuai ukuran selama kurang lebih 2 minggu. Perendaman ini dimaksudkan untuk pengeringan bambu.
5. Angkat bambu dari tempat perendaman dan rangkai bambu sesuai dengan jumlah kebutuhan tulangan.

## **4.2. Pelaksanaan Penelitian**

### **4.2.1. Prosedur Pelaksanaan Pencampuran**

Prosedur pelaksanaan campuran, setelah ditetapkan unsur-unsur campuran sebagai berikut :

1. Persiapkan bahan campuran sesuai dengan rencana berat pada wadah yang terpisah.
2. Persiapkan wadah yang cukup menampung volume beton basah rencana.
3. Masukkan agregat kasar dan agregat halus ke dalam wadah.
4. Dengan menggunakan sekop atau alat pengaduk, lakukan pencampuran agregat.
5. Tambahkan semen pada agregat campuran, dan ulangi proses pencampuran sehingga diperoleh adukan kering agregat dan semen yang merata.
6. Tuangkan sebanyak  $\frac{1}{3}$  jumlah air ke dalam wadah dan lakukan pencampuran sampai terlihat konsistensi adukan yang merata.
7. Tambahkan  $\frac{1}{3}$  jumlah air ke dalam wadah dan ulangi proses untuk mendapatkan konsistensi adukan.
8. Lakukan pemeriksaan slump.
9. Apabila nilai slump sudah mencapai nilai rencana, lakukan pembuatan benda uji silinder beton.
10. Lakukan perhitungan berat jenis beton.
11. Buatlah benda uji silinder dan plat sesuai dengan petunjuk jumlah benda uji ditetapkan berdasarkan volume adukan.
12. Lakukan pencatatan hal-hal yang menyimpang dari perencanaan terutama jumlah pemakaian air dan nilai slump

## **4.2.2. Uji Slump Beton**

### **4.2.2.1. Tujuan**

Penentuan ukuran derajat kemudahan pengecoran adukan beton segar.

### **4.2.2.2. Peralatan**

- a. Cetakan berupa kerucut terpancung dengan diameter bagian bawah 20 cm, bagian atas 10 cm dan tinggi 30 cm. Bagian atas dan bawah cetakan terbuka.
- b. Tongkat pemadat dengan diameter 16 mm, panjang 60 cm. Ujung dibulatkan dan sebaiknya terbuat dari baja tahan karat.
- c. Pelat logam dengan permukaan rata dan kedap air.
- d. Sendok cekung.

## **4.2.3. Pembuatan Benda Uji**

### **4.2.3.1. Tujuan**

Membuat benda uji untuk memeriksa kekuatan tekan dan tarik beton bertulangan bambu.

### **4.2.3.2. Peralatan**

- a. Cetakan silinder, diameter 15 cm dan tinggi 30 cm (digunakan untuk pengujian kuat tekan beton)
- b. Cetakan plat (10 x 40 x 300) cm (digunakan untuk pengujian kuat tarik beton)

- c. Cetakan plat (12 x 40 x 300) cm (digunakan untuk pengujian kuat tarik beton)
- d. Tongkat pemadat baja tahan karat, diameter 16 mm, panjang 60 cm, dengan ujung dibulatkan
- e. Bak pengaduk beton kedap air atau mesin pengaduk (molen / mixer)
- f. Timbangan dengan ketelitian 0,3% dari berat contoh
- g. Mesin uji tekan dengan kapasitas sesuai kebutuhan
- h. alat uji tarik plat beton (dial gauge)
- i. Satu set alat pelapis (capping)
- j. Peralatan tambahan : ember, sekop, sendok perata dan talam.

#### **4.2.3.3. Pencetakan Benda Uji**

Langkah-langkah pencetakan:

- a. Benda uji (silinder atau plat) harus dibuat dengan cetakan yang sesuai dengan bentuk benda uji. Cetakan disapu sebelumnya dengan vaselin/lemak/minyak agar mudah nanti dilepaskan dari beton hasil cetakan.
- b. Adukan beton diambil langsung dari wadah adukan beton dengan menggunakan ember atau alat lainnya yang tidak menyerap air. Bila dirasakan perlu bagi konsistensi adukan, lakukan pengadukan ulang sebelum dimasukkan ke dalam cetakan.

- c. Untuk silinder isilah cetakan dengan adukan beton dalam 3 lapis, tiap-tiap lapis dipadatkan dengan 25 kali tusukan secara merata. Pada saat melakukan pemadatan lapisan pertama, tongkat pemadat tidak boleh mengenai dasar cetakan. Pada saat pemadatan lapisan kedua serta ketiga pemadat boleh masuk antara 25,4 mm ke dalam lapisan di bawahnya. Setelah selesai melakukan pemadatan, ketuklah sisi cetakan perlahan-lahan sampai rongga bekas tusukan tertutup. Ratakan permukaan beton dan tutuplah segera dengan bahan yang kedap air dan tahan karat. Kemudian biarkan beton dalam cetakan selama 24 jam dan tempatkan di tempat yang bebas dari getaran. Setelah 24 jam, bukalah cetakan dan keluarkan benda uji untuk direndam.
- d. Untuk plat beton, siapkan bekisting atau cetakan plat lalu masukan tulangan bambu yang telah dirangkai sesuai hitungan ke dalam bekisting. Setelah itu lakukan pengisian secara bertahap. Sambil memasukan adukan beton lakukan pemadatan dengan cara menusuk-nusukan tongkat pemadat ke dalam beton yang sudah dituang dan pukul-pukul bagian pinggir bekisting agar hasil cetakan nanti bisa rata. Setelah selesai pencetakan tutup dengan bahan kedap air untuk mencegah masuknya air hujan mengingat tempat benda uji yang diluar ruangan, diamkan

selama satu minggu sebelum dilepas dari cetakan untuk menghindari kerusakan benda uji.

#### **4.2.4. Perawatan Benda Uji**

Langkah – Langkah perawatan benda uji.

1. Setelah pelepasan benda uji, benda uji didiamkan selama 24 jam pada tempat yang terlindung. Ini bertujuan agar pada benda uji tidak terjadi penguapan yang berlebihan akibat sinar matahari maupun penambahan air akibat hujan. Akan tetapi untuk benda uji plat diperlukan waktu sekitar satu minggu untuk melepas cetakan mengingat ukurannya yang cukup besar. Kemudian benda uji diberi tanda sesuai dengan kelompok identitas masing-masing.
2. Benda uji silinder diletakan dalam bak perendaman sedangkan untuk benda uji plat dilakukan perawatan dengan melakukan penyiraman secara berkala setiap hari yaitu pada pagi,siang, dan sore hari hingga mencapai umur pengetesan karena ukurannya terlalu besar untuk dilakukan perendaman.

#### **4.2.5. Pengujian Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton**

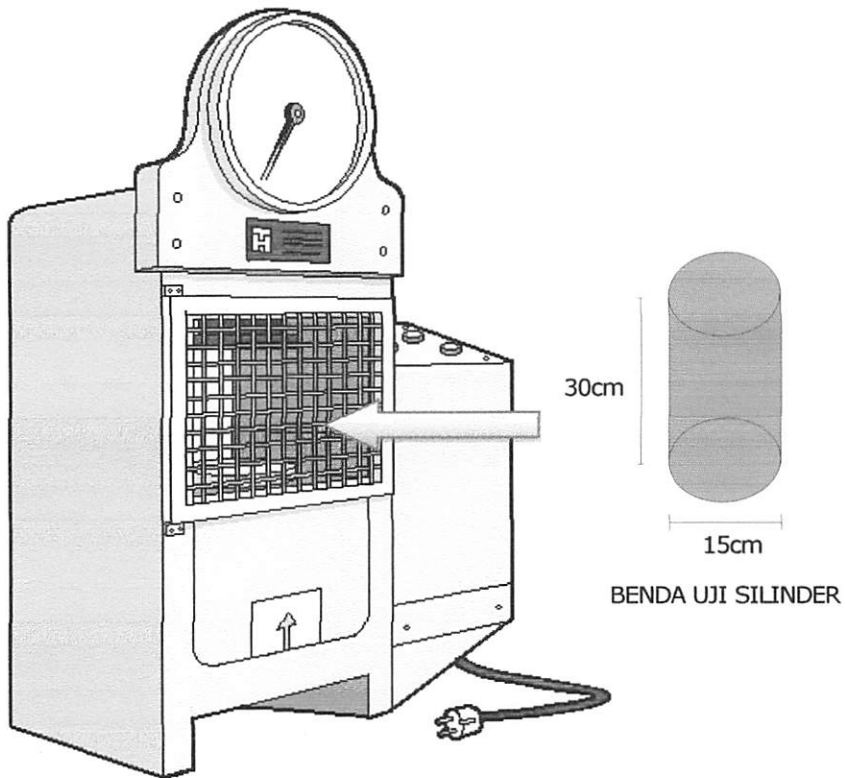
##### **4.2.5.1. Tujuan**

Menentukan kekuatan tekan dan lentur beton yang dibuat dan dirawat (cured) di laboratorium.

##### **4.2.5.2. Peralatan**

1. Mesin penguji tekan hidrolis dengan kapasitas sesuai kebutuhan

2. Alat uji lentur beton (dial gauge) untuk membaca besarnya lendutan



**Gambar 4.14. Mesin Uji Tekan beton**

*Sumber : Pedoman Prektikum Teknologi Bahan Konstruksi*

#### **4.2.5.3. Prosedur Pengujian**

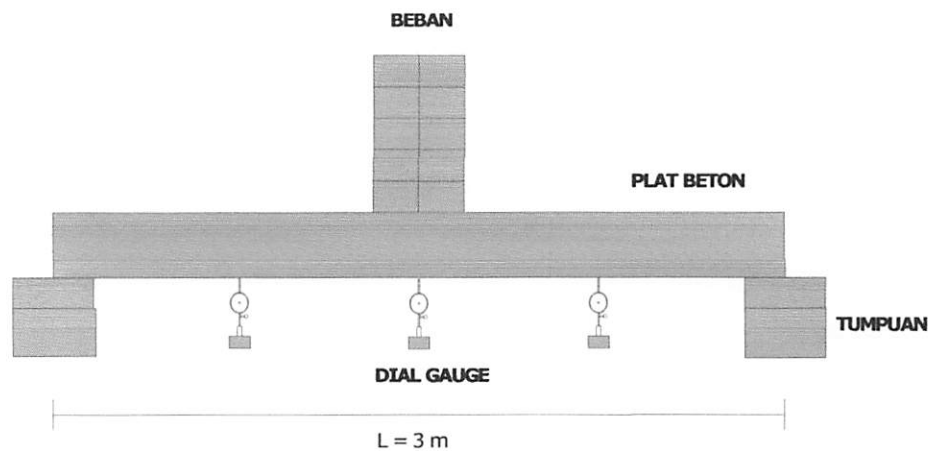
##### **1. Kekuatan Tekan :**

- Ambillah benda uji (silinder) dari tempat perawatan
- Timbang dan catatlah berat benda uji
- Letakkan benda uji pada mesin tekan secara sentris



- Jalankan mesin uji tekan. Tekanan harus dinaikkan berangsur-angsur dengan kenaikan berkisar antara  $4 \text{ kg/cm}^2$  s/d  $6 \text{ kg/cm}^2$  per detik.
- Lakukan pembebanan sampai benda uji hancur dan catatlah beban maksimum hancur yang terjadi selama pemeriksaan benda uji.
- Lakukan langkah-langkah di atas sesuai dengan jumlah benda uji yang akan ditentukan kekuatan tekan karakteristiknya.

## 2. Kekuatan Lentur :



**Gambar 4.15 : Proses Pengujian Plat Beton**

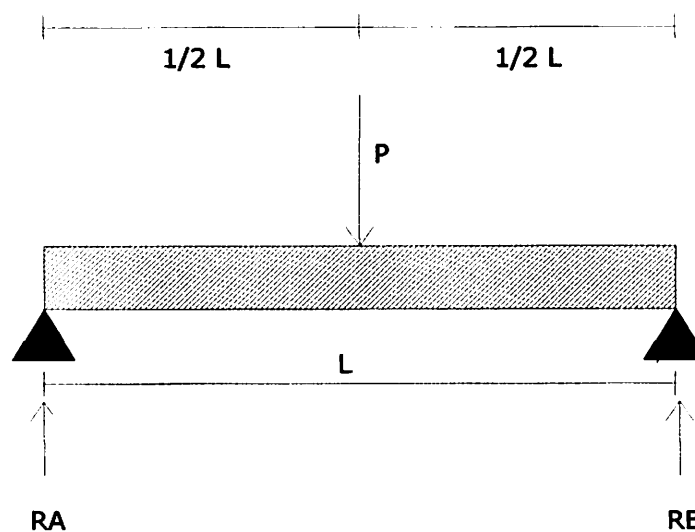
- Ambillah benda uji dari tempat perawatan
- Penimbangan benda uji tidak dilakukan mengingat ukurannya yang terlalu besar dan tidak tersedianya alat untuk menimbang beratnya.

- Letakkan benda uji pada tumpuan sederhana yang telah disiapkan sebelumnya
- Pasang alat uji berupa dial gauge pada 1/2 bentang dan 1/4 bentang kanan dan kirinya dibawah benda uji yang telah diletakan pada tumpuan.
- Lakukan pembebanan dengan balok-balok beton yang telah disiapkan sebelumnya secara bertahap setiap interval waktu 1 jam sampai benda uji retak , catatlah beban maksimum dan lendutan yang terjadi pada saat benda uji retak.
- Lakukan langkah-langkah di atas sesuai dengan jumlah benda uji yang akan diperiksa.

#### 4.2.6. Perhitungan Lendutan Rencana dan Beban Maksimal Yang Bisa Diterima

1. Lendutan akibat beban terpusat disuatu titik (di tengah bentang)

**Gambar 4.16 : Perletakan Beban Untuk Perhitungan Lendutan**



$$\Delta_{\text{maks}} = \left( \frac{Pl^3}{48E_c \cdot I} \right)$$

**Keterangan :**

**L = panjang bentang**

**q = beban total pada bentang ( beban merata )**

**P = beban terpusat di suatu titik pada bentang**

**E<sub>c</sub> = modulus elastisitas beton ( 4700  $\sqrt{F_c'}$  )**

**I = momen inersia efektif**

## **2. Lendutan Ijin Beton**

$$\Delta_{\text{ijin}} = (1/360) L$$

**L = 300 cm ( setelah diletakan pada tumpuan L= 280 cm )**

$$\Delta_{\text{ijin}} = (1/360) \times 280$$

$$= 0.77 \text{ cm}$$

## **3. Perencanaan Beban Maksimum Teoritis**

**Mengkonversikan nilai lendutan ijin ke dalam rumus lendutan seketika di tengah bentang untuk mencari nilai beban maksimum plat.**

- Bambu Petung

$$F_c = 21,77 \text{ MPa} \quad b = 400 \text{ mm}$$

$$n = 0,91 \quad h = 120 \text{ mm}$$

$$d = 95 \text{ mm} \quad M_{maks} = 3627900 \text{ Nmm}$$

$$A_s = 800 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned} I_g &= 1/12 b \cdot h^3 \\ &= 1/12 \cdot 400 \cdot (120)^3 \\ &= 57600000 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Y &= \frac{n \cdot A_s}{b} \left[ \sqrt{1 + \frac{2bd}{n \cdot A_s}} - 1 \right] \\ &= \frac{0,91 \cdot 800}{400} \left[ \sqrt{1 + \frac{2 \cdot 400 \cdot 95}{0,91 \cdot 800}} - 1 \right] \\ &= 16,84 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Y_t &= d - y \\ &= 95 - 16,84 \\ &= 78,16 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$F_r = 0.7 \sqrt{F_c'}$$

$$= 0.7\sqrt{21,77}$$

$$= 3,26 \text{ MPa}$$

$$M_{CR} = \frac{Fr \cdot I_g}{Y_t}$$

$$= \frac{3,26 \cdot 57600000}{78,16}$$

$$= 2307743 \text{ Nmm}$$

$$I_{cr} = 1/3 \cdot b \cdot (y)^3 + (n \cdot A_s)(d-y)^2$$

$$= 1/3 \cdot 400 \cdot (16,84)^3 + (0,91 \cdot 800)(95-16,84)^2$$

$$= 5083442 \text{ mm}^4$$

$$I_e = \left( \frac{M_{cr}}{M_{maks}} \right)^3 I_g + \left[ 1 - \left( \frac{M_{cr}}{M_{maks}} \right)^3 \right] I_{cr} \leq I_g$$

$$= \left( \frac{2307743}{3627900} \right)^3 57600000 + \left[ 1 - \left( \frac{2307743}{3627900} \right)^3 \right] 5083442$$

$$= 18600822 \text{ mm}^4 \quad (I_e \leq I_g)$$

- **Bambu Hitam**

$$F_c = 21,77 \text{ MPa}$$

$$b = 400 \text{ mm}$$

$$n = 0,91$$

$$h = 120 \text{ mm}$$

$$d = 95 \text{ mm}$$

$$M_{\text{maks}} = 3501900 \text{ Nmm}$$

$$A_s = 1000 \text{ mm}^2$$

$$I_e = 21938314,4 \text{ mm}^4$$

- **Bambu Ampel**

$$F_c = 21,77 \text{ MPa}$$

$$b = 400 \text{ mm}$$

$$n = 0,91$$

$$h = 120 \text{ mm}$$

$$d = 95 \text{ mm}$$

$$M_{\text{maks}} = 3522900 \text{ Nmm}$$

$$A_s = 1000 \text{ mm}^2$$

$$I_e = 21657985 \text{ mm}^4$$

- **Beban maksimum pada plat beton tebal 12 cm tulangan bambu petung**

$$\Delta_{\text{maks}} = \left( \frac{Pl^3}{48E_c \cdot I} \right)$$

$$6,32 = \left( \frac{Px2800^3}{48x(4700\sqrt{21,77}) \cdot 18600822} \right)$$

$$P \times 2800^3 = 6,32 \times [48 \times 21929,42 \times 18600822]$$

$$2,19 \times 10^{10} P = 1,14 \times 10^{14}$$

$$P = 5205,53 \text{ N}$$

$$= 520,55 \text{ kg}$$

- Beban maksimum pada plat beton tebal 12 cm tulangan bambu Hitam

$$\Delta_{\text{maks}} = \left( \frac{Pl^3}{48E_c.I} \right)$$

$$6,55 = \left( \frac{Px2800^3}{48x(4700\sqrt{21,77}).x21938314,4} \right)$$

$$P \times 2800^3 = 6,55 \times [48 \times 21929,42 \times 21938314,4]$$

$$2,19 \times 10^{10} P = 1,4 \times 10^{14}$$

$$P = 6389,76 \text{ N}$$

$$= 638,9 \text{ kg}$$

- Beban maksimum pada plat beton tebal 12 cm tulangan bambu Ampel

$$\Delta_{\text{maks}} = \left( \frac{Pl^3}{48E_c.I} \right)$$

$$6,11 = \left( \frac{Px2800^3}{48x(4700\sqrt{21,77}).x21657985} \right)$$

$$P \times 2800^3 = 6,11x [ 48 \times 21929,42 \times 21657985]$$

$$2,19 \times 10^{10} P = 1,29 \times 10^{14}$$

$$P = 5884,22 \text{ N}$$

$$= 588,42 \text{ kg}$$



## BAB V

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### 5.1. Data Hasil Penelitian

##### 5.1.1. Analisa Data Pengujian Kuat Tekan Beton

Untuk pengujian kuat tekan beton dilakukan pada benda uji silinder kecil yang berdimensi 150 x 300 mm pada umur 28 hari. Sebagai penjelasan dari analisa tersebut dibuat contoh perhitungan dengan menggunakan data tegangan hancur beton perlakuan tanpa bahan tambahan yang dibuat dalam bentuk tabel.

##### 1. Perhitungan Tegangan Tekan Beton

$$\begin{aligned} \text{– Tegangan Hancur 28 hari} &= \frac{P}{A} \times Fu \times Fb \\ &= \frac{360000}{2.314.75^2} \times 1 \times 1,04 \\ &= 21,20 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Dimana :

P = Beban maksimum (N)

A = Luas permukaan benda uji (mm<sup>2</sup>)

Fu = Faktor umur 28 hari = 1

Fb = Faktor Bentuk

(konversi silinder 100 x 200 → 150 x 300) = 1,04

2. Analisa perhitungan kuat tekan beton karakteristik 28 hari

– Kuat tekan rata – rata

$$\begin{aligned} f'_{cr} &= \frac{\sum_1^n f'c_i}{n} \\ &= \frac{370,07}{17} \\ &= 21,77 \text{ MPa} \end{aligned}$$

– Standart Deviasi

$$\begin{aligned} s &= \sqrt{\frac{\sum_1^n (f'c - f'c_r)^2}{n-1}} \\ &= \sqrt{\frac{((21.20 - 21.71)^2 + (24.73 - 21.71)^2 + \dots + (19.14 - 21.71)^2)}{17-1}} \\ &= 2,64 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

Untuk 15 benda uji, Standart deviasi (s) dikalikan 1,16 sehingga :

$$\begin{aligned} s &= 2,64 \times 1,16 \\ &= 3,06 \text{ MPa} \end{aligned}$$

– Kuat Tekan karakteristik beton

$$\begin{aligned} f'_{cr} &= f'c + 1,34.s \\ f'c &= f'_{cr} - 1,34.s \\ &= 21,77 - (1,34 \times 3,06) \\ &= 17,66 \text{ MPa .....(Persamaan 1)} \end{aligned}$$

$$f'_{cr} = f'_c + (2,33 \cdot s) + 3,5$$

$$f'_c = f'_{cr} - (2,33 \cdot s) + 3,5$$

$$= 21,77 - (2,33 \times 3,06) + 3,5$$

$$= 18,07 \text{ MPa} \dots\dots\dots(\text{Persamaan 2})$$

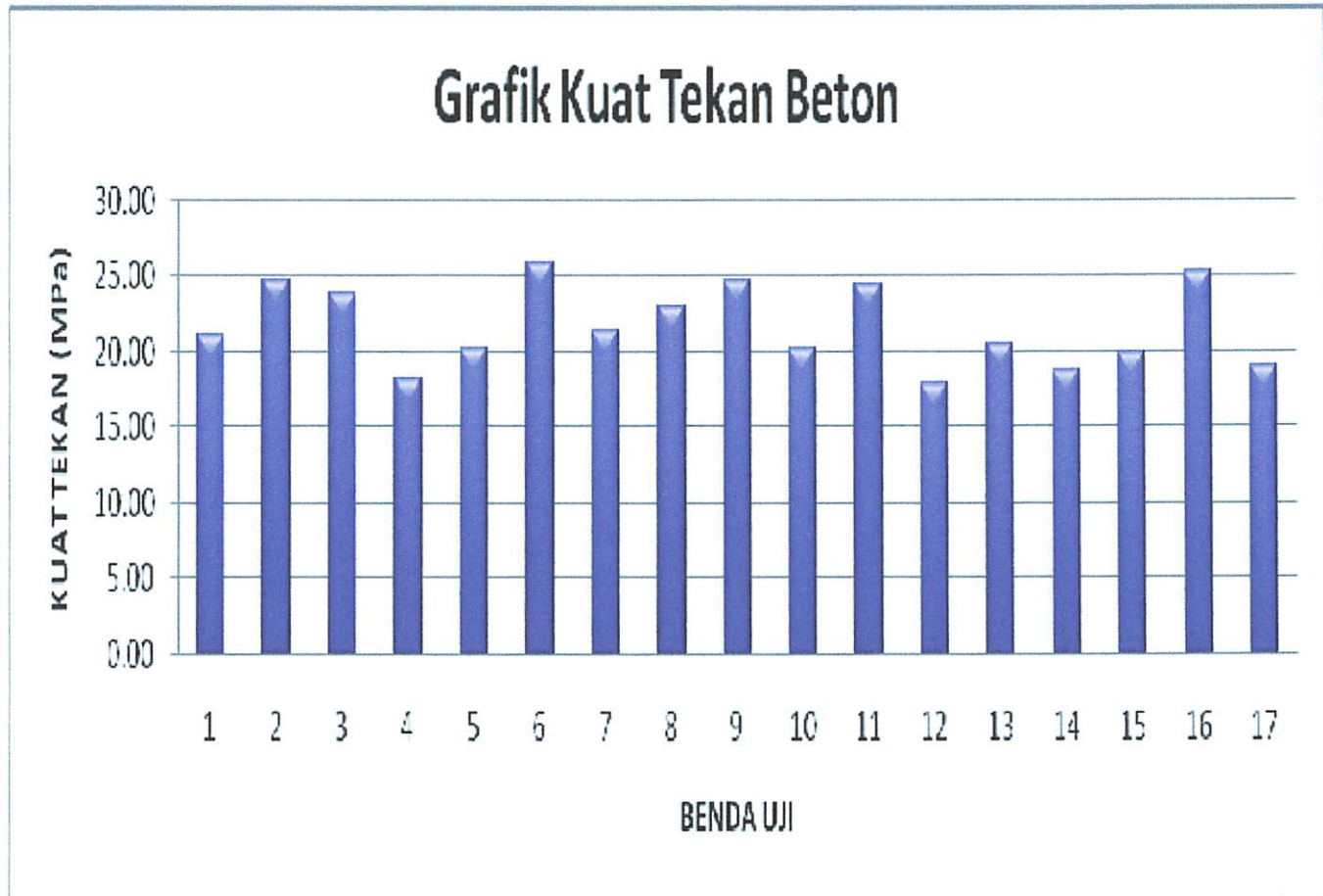
Untuk kuat tekan karakteristik beton dipakai nilai yang terkecil yaitu 17,66 Mpa. Selanjutnya disajikan tabel hasil perhitungan tegangan hancur secara keseluruhan.

**TABEL 5.1 : PENGUJIAN KUAT TEKAN SILINDER BETON**

Sumber : Hasil Penelitian

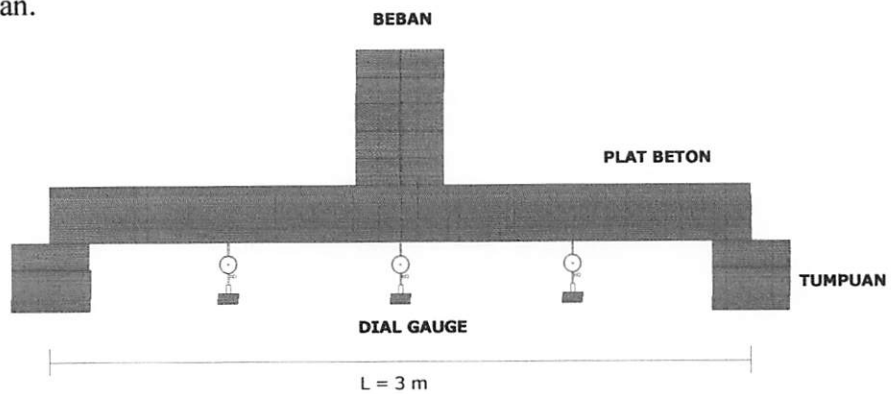
No.	Tanggal buat	Tanggal test	Umur (hari)	Bentuk benda uji	Berat (kg)	Tekanan hancur (N)	Teg. Hancur riil (MPa)	Teg. Hancur 28 hari (MPa)	fcr (MPa)	(fc-fcr) <sup>2</sup> (MPa)	s (MPa)	fc (MPa)
1	10-Dec-10	6-Jan-11	28	Silinder 15 x 30	12.58	360000	20.38	21.20	21.77	0.26	3.06	17.66
2	10-Dec-10	6-Jan-11	28	Silinder 15 x 30	12.50	420000	23.78	24.73		9.12		
3	10-Dec-10	6-Jan-11	28	Silinder 15 x 30	12.56	405000	22.93	23.85		4.57		
4	10-Dec-10	6-Jan-11	28	Silinder 15 x 30	12.69	310000	17.55	18.25		11.95		
5	10-Dec-10	6-Jan-11	28	Silinder 15 x 30	12.46	345000	19.53	20.31		1.95		
6	10-Dec-10	6-Jan-11	28	Silinder 15 x 30	12.46	440000	24.91	25.91		17.62		
7	17-Dec-10	13-Jan-11	28	Silinder 15 x 30	12.47	365000	20.67	21.49		0.05		
8	17-Dec-10	13-Jan-11	28	Silinder 15 x 30	12.53	390000	22.08	22.96		1.57		
9	17-Dec-10	13-Jan-11	28	Silinder 15 x 30	12.52	420000	23.78	24.73		9.12		
10	17-Dec-10	13-Jan-11	28	Silinder 15 x 30	12.60	345000	19.53	20.31		1.95		
11	17-Dec-10	13-Jan-11	28	Silinder 15 x 30	12.58	415000	23.50	24.44		7.43		
12	17-Dec-10	13-Jan-11	28	Silinder 15 x 30	12.46	305000	17.27	17.96		14.07		
13	17-Dec-10	13-Jan-11	28	Silinder 15 x 30	12.55	350000	19.82	20.61		1.21		
14	17-Dec-10	13-Jan-11	28	Silinder 15 x 30	12.47	320000	18.12	18.84		8.22		
15	17-Dec-10	13-Jan-11	28	Silinder 15 x 30	12.53	340000	19.25	20.02		2.86		
16	17-Dec-10	13-Jan-11	28	Silinder 15 x 30	12.48	430000	24.35	25.32		13.03		
17	17-Dec-10	13-Jan-11	28	Silinder 15 x 30	12.63	325000	18.40	19.14		6.62		
								370.07		111.61		

Sumber : Hasil Penelitian



### 5.1.2. Analisa Data Pengujian Lendutan Plat Beton

Pengujian lendutan ini dilakukan setelah umur beton mencapai 28 hari, pembacaan hasil lendutan dilakukan dengan menggunakan alat dial gauge yang dipasang tepat ditengah bentang dan diseperti bentang pada sebelah kiri dan kanan.



**Gambar 5.1 : Proses Pembebanan Plat Beton**

Adapun hasil pengujianya adalah sebagai berikut:

- Perihal : Tulangan Bambu Petung (rangkap)  
Pekerjaan : Beton Bertulang  
Benda UJI : Plat Beton (12 x 40 x 300) cm

No	Tgl Cetak	Tgl Test	Umur (Hari)	Beban Maksimum Esperimen P (kg)	Beban Maksimum Teoritis	
					Beban Hidup P (kg)	Ijin P (kg)
1	17/12/2010	13/1/2011	28	329	250	520,55

No	Tgl Cetak	Tgl Test	Umur (Hari)	Lendutan Maksimum Eksperimen (mm)	Lendutan Maksimum Teoritis	
					P ditengah (mm)	Ijin (mm)
1	17/12/2010	13/1/2011	28	6,32	3,69	7,77

*Perhitungan Lendutan Maksimum Teoritis Pada P maksimum*

$$\begin{aligned} \Delta_{maks} \text{ (tengah bentang)} &= \left( \frac{Pl^3}{48E_c I} \right) \\ &= \left( \frac{3290 \times 2800^3}{48 \times (4700 \sqrt{21,77}) \times 18600822} \right) \\ &= 3,69 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta_{maks} \text{ (pada jarak } x = 70 \text{ cm)} &= \frac{PX}{48E_c I} (3L^2 - 4X^2) \\ &= \frac{3290 \times 700}{48 \times (4700 \sqrt{21,77}) \times 18600822} (3 \times 2800^2 - 4 \times 700^2) \\ &= 2,54 \text{ mm} \end{aligned}$$

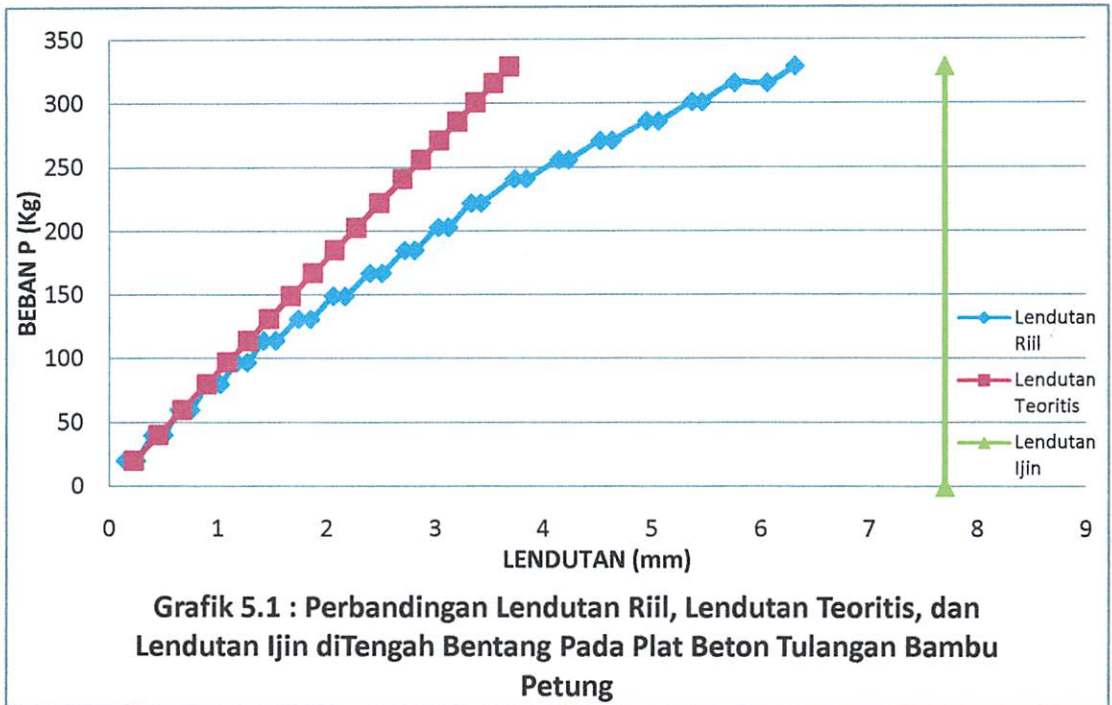
**Tabel 5.2 : Lendutan Maksimum Plat Beton Tulangan Bambu Petung (rangkap)**

Benda Uji	Jam Ke-	Beban P(kg)	Lendutan Riil (mm)			Lendutan Teoritis (mm)		
			Kiri	Tengah	Kanan	Kiri	Tengah	Kanan
Plat Beton (12x40x300) cm	0	20	0.07	0.15	0.06			
	1	20	0.13	0.25	0.11	0.15	0.22	0.15
	1	40	0.2	0.4	0.18			

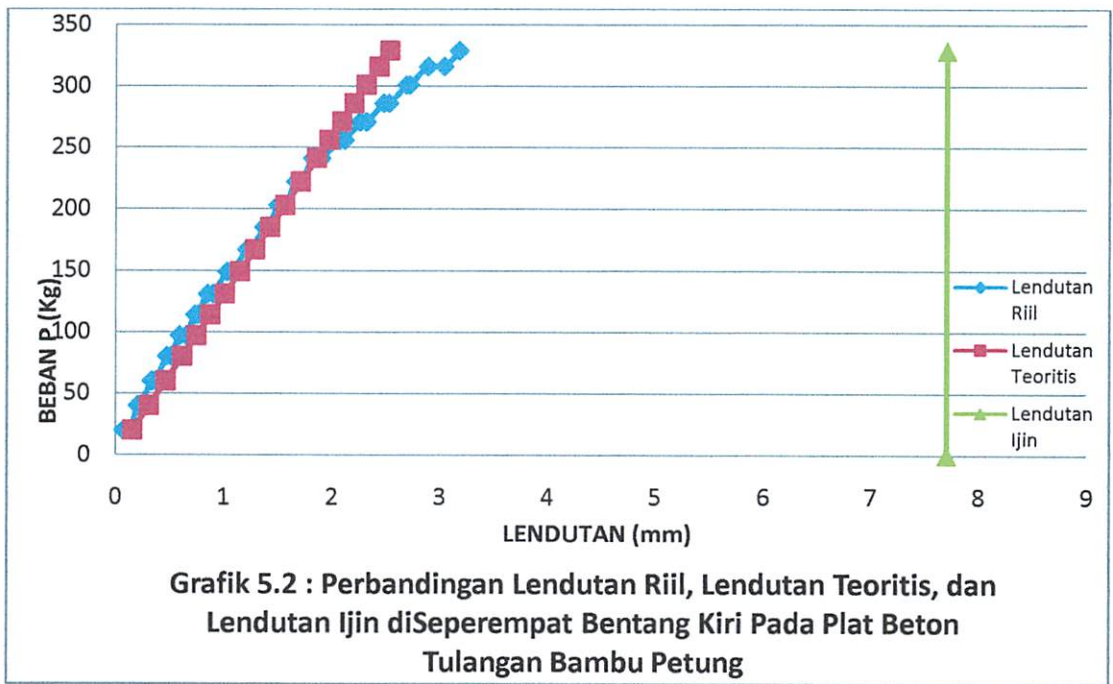
2	40	0.23	0.5	0.21	0.31	0.45	0.31
2	60	0.33	0.64	0.29			
3	60	0.37	0.75	0.35	0.46	0.67	0.46
3	80	0.47	0.91	0.46			
4	80	0.51	1.02	0.5	0.62	0.90	0.62
4	97	0.59	1.17	0.57			
5	97	0.65	1.27	0.66	0.75	1.09	0.75
5	114	0.73	1.42	0.71			
6	114	0.76	1.53	0.75	0.88	1.28	0.88
6	131	0.85	1.74	0.83			
7	131	0.9	1.85	0.88	1.01	1.47	1.01
7	149	1.03	2.06	1.01			
8	149	1.08	2.17	1.06	1.15	1.67	1.15
8	167	1.21	2.4	1.19			
9	167	1.26	2.51	1.25	1.29	1.87	1.29
9	185	1.37	2.72	1.36			
10	185	1.41	2.81	1.39	1.43	2.07	1.43
10	203	1.5	3.03	1.49			
11	203	1.57	3.12	1.55	1.56	2.28	1.56
11	222	1.66	3.33	1.64			
12	222	1.71	3.42	1.69	1.71	2.49	1.71
12	241	1.82	3.73	1.8			
13	241	1.9	3.84	1.88	1.86	2.70	1.86
13	256	2.07	4.14	2.05			
14	256	2.12	4.23	2.1	1.97	2.87	1.97
14	271	2.26	4.52	2.25			
15	271	2.32	4.63	2.3	2.09	3.04	2.09
15	286	2.48	4.95	2.45			
16	286	2.53	5.06	2.51	2.20	3.21	2.20
16	301	2.69	5.37	2.67			
17	301	2.72	5.46	2.71	2.32	3.37	2.32
17	316	2.89	5.76	2.87			
18	316	3.04	6.06	3.02	2.44	3.54	2.44
18	329	3.18	6.32	3.17			
					2.54	3.69	2.54

Sumber : Hasil Penelitian

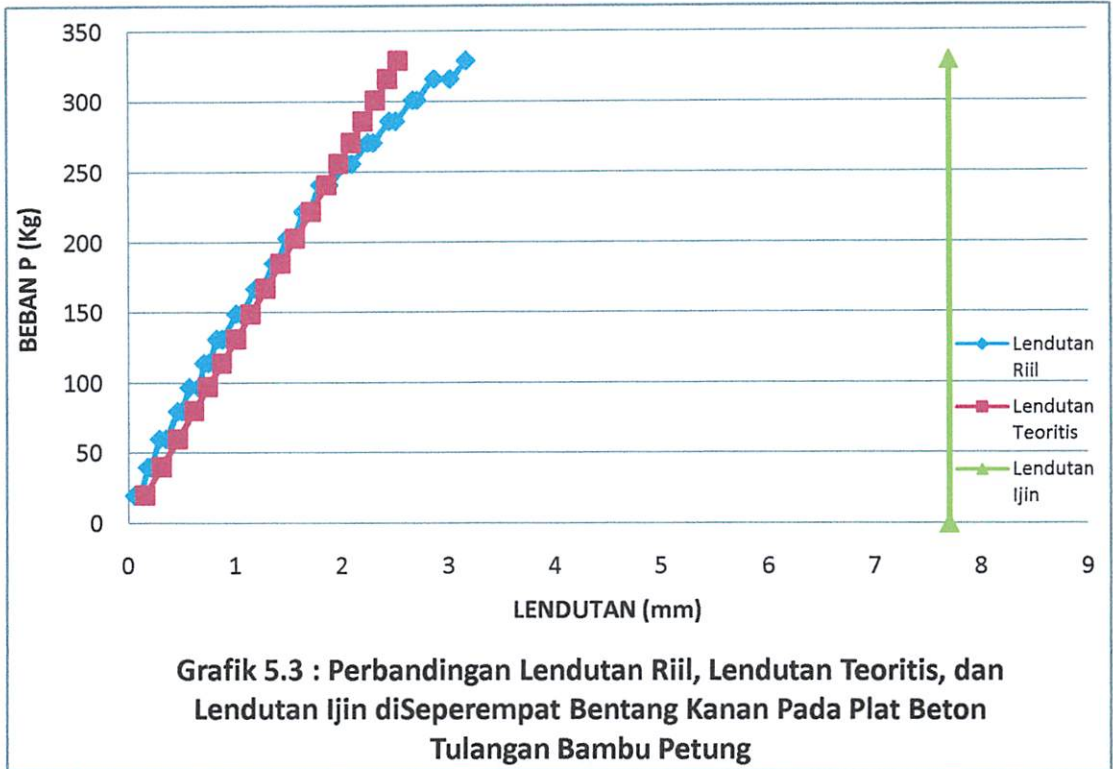




Sumber : Hasil Penelitian



Sumber : Hasil Penelitian



Sumber : Hasil Penelitian

Perihal : Tulangan Bambu Hitam (rangkap)

Pekerjaan :Beton Bertulang

Benda UJI : Plat Beton (12 x 40 x 300) cm

No	Tgl Cetak	Tgl Test	Umur (Hari)	Beban Maksimum Eksperimen P (kg)	Beban Maksimum Teoritis	
					Beban Hidup P (kg)	Ijin P (kg)
1	17/12/2010	13/1/2011	28	311	250	638,9

No	Tgl Cetak	Tgl Test	Umur (Hari)	Lendutan Maksimum Eksperimen (mm)	Lendutan Maksimum Teoritis	
					P ditengah (mm)	Ijin (mm)
1	17/12/2010	13/1/2011	28	6,55	2,96	7,77

*Perhitungan Lendutan Maksimum Teoritis Pada P maksimum*

$$\Delta_{maks} \text{ (tengah bentang)} = \left( \frac{Pl^3}{48E_c I} \right)$$

$$= \left( \frac{3110 \times 2800^3}{48 \times (4700 \sqrt{21,77}) \times 21938314,4} \right)$$

$$= 2,96 \text{ mm}$$

$$\Delta_{maks} \text{ (pada jarak } x = 70 \text{ cm)} = \frac{PX}{48E_c I} (3L^2 - 4X^2)$$

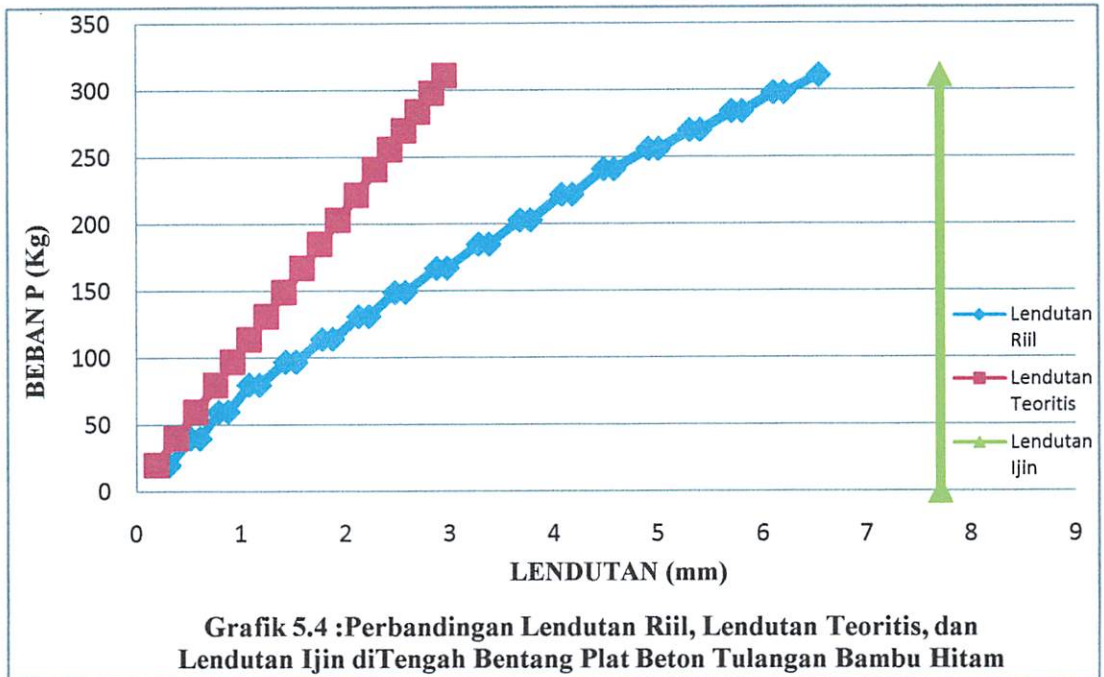
$$= \frac{3110 \times 700}{48 \times (4700 \sqrt{21,77}) \times 21938314,4} (3 \times 2800^2 - 4 \times 700^2)$$

$$= 2,03 \text{ mm}$$

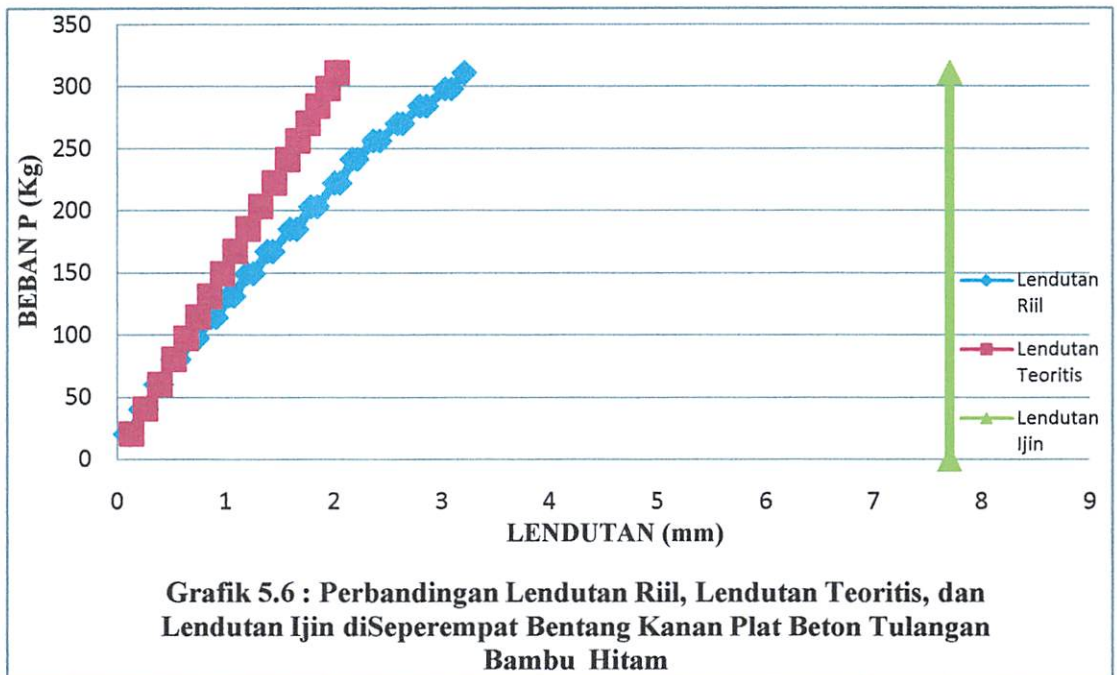
**Tabel 5.3 : Lendutan Maksimum Plat Beton Tulangan Bambu Hitam (rangkap)**

Benda Uji	Jam Ke-	Beban P(kg)	Lendutan Riil (mm)			Lendutan Teoritis (mm)		
			Kiri	Tengah	Kanan	Kiri	Tengah	Kanan
Plat Beton	0	20	0.09	0.2	0.08			
(12x40x300) cm	1	20	0.14	0.31	0.13	0.13	0.19	0.13

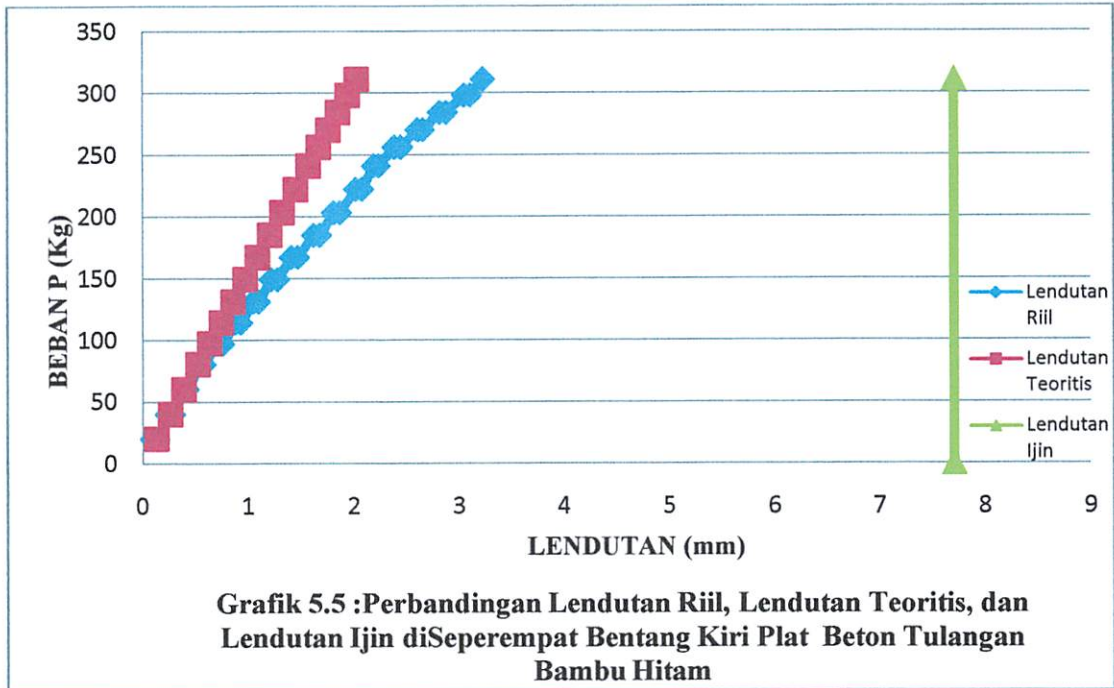
1	40	0.23	0.52	0.22			
2	40	0.29	0.61	0.27	0.26	0.38	0.26
2	60	0.38	0.79	0.36			
3	60	0.42	0.88	0.41	0.39	0.57	0.39
3	80	0.54	1.08	0.52			
4	80	0.58	1.18	0.57	0.52	0.76	0.52
4	97	0.71	1.43	0.69			
5	97	0.76	1.53	0.74	0.63	0.92	0.63
5	114	0.88	1.78	0.87			
6	114	0.93	1.88	0.92	0.75	1.08	0.75
6	131	1.05	2.13	1.03			
7	131	1.1	2.23	1.08	0.86	1.25	0.86
7	149	1.22	2.48	1.2			
8	149	1.28	2.58	1.26	0.97	1.42	0.97
8	167	1.41	2.88	1.39			
9	167	1.47	2.98	1.44	1.09	1.59	1.09
9	185	1.62	3.28	1.6			
10	185	1.68	3.38	1.66	1.21	1.76	1.21
10	203	1.81	3.68	1.79			
11	203	1.87	3.78	1.85	1.33	1.93	1.33
11	222	2.02	4.08	2.01			
12	222	2.08	4.18	2.06	1.45	2.11	1.45
12	241	2.19	4.48	2.17			
13	241	2.24	4.58	2.22	1.58	2.29	1.58
13	256	2.39	4.91	2.37			
14	256	2.45	5.01	2.43	1.67	2.43	1.67
14	270	2.61	5.31	2.59			
15	270	2.66	5.41	2.64	1.76	2.57	1.76
15	284	2.82	5.71	2.8			
16	284	2.88	5.81	2.86	1.86	2.70	1.86
16	298	3.05	6.11	3.03			
17	298	3.11	6.21	3.09	1.95	2.83	1.95
17	311	3.23	6.55	3.21			
					2.03	2.96	2.03



Sumber : Hasil Penelitian



Sumber : Hasil Penelitian



Sumber : Hasil Penelitian

Perihal : Tulangan Bambu Ampel (rangkap)

Pekerjaan :Beton Bertulang

Benda UJI : Plat Beton (12 x 40 x 300) cm

No	Tgl Cetak	Tgl Test	Umur (Hari)	Beban Maksimum Eksperimen P (kg)	Beban Maksimum Teoritis	
					Beban Hidup P (kg)	Ijin P (kg)
1	17/12/2010	13/1/2011	28	314	250	588,4

Perihal : Tulangan Bambu Ampel (rangkap)

Pekerjaan : Beton Bertulang

Benda Uji : Plat Beton (12 x 40 x 300) cm

No	Tgl Cetak	Tgl Test	Umur (Hari)	Lendutan Maksimum Eksperimen (mm)	Lendutan Maksimum Teoritis	
					P ditengah (mm)	Ijin (mm)
1	17/12/2010	13/1/2011	28	6,11	3,02	7,77

Perhitungan Lendutan Maksimum Teoritis Pada P maksimum

$$\Delta_{\text{maks}} \text{ (tengah bentang)} = \left( \frac{Pl^3}{48E_c I} \right)$$

$$= \left( \frac{3140 \times 2800^3}{48 \times (4700 \sqrt{21,77}) \times 21657985} \right)$$

$$= 3,02 \text{ mm}$$

$$\Delta_{\text{maks}} \text{ (pada jarak } x = 70 \text{ cm)} = \frac{PX}{48E_c I} (3L^2 - 4X^2)$$

$$= \frac{3140 \times 700}{48 \times (4700 \sqrt{21,77}) \times 21657985} (3 \times 2800^2 - 4 \times 700^2)$$

$$= 2,08 \text{ mm}$$

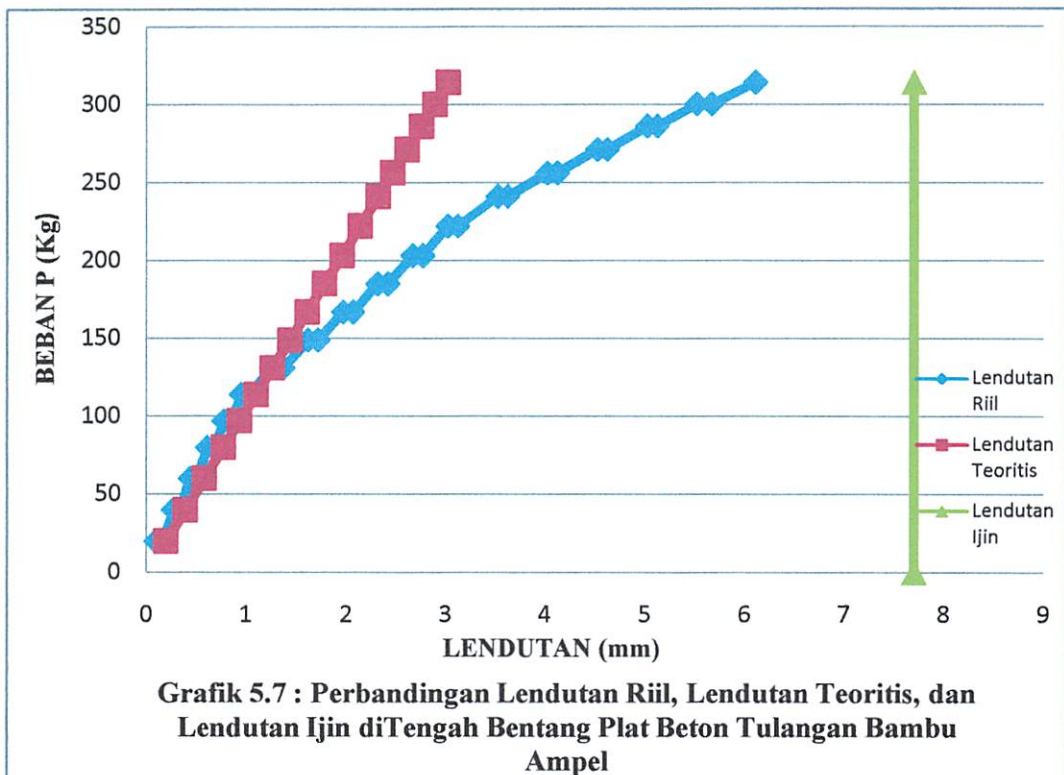
**Tabel 5.4 : Lendutan Maksimum Plat Beton Tulangan Bambu Ampel (rangkap)**

Benda Uji	Jam Ke-	Beban P(kg)	Lendutan Riil (mm)			Lendutan Teoritis (mm)		
			Kiri	Tengah	Kanan	Kiri	Tengah	Kanan
Plat Beton	0	20	0.04	0.1	0.03			
(12x40x300) cm	1	20	0.08	0.17	0.07	0.13	0.19	0.13
	1	40	0.14	0.27	0.13			
	2	40	0.17	0.34	0.16	0.26	0.39	0.26
	2	60	0.22	0.44	0.2			
	3	60	0.25	0.51	0.24	0.40	0.58	0.40
	3	80	0.31	0.61	0.29			
	4	80	0.34	0.68	0.32	0.53	0.77	0.53
	4	97	0.39	0.78	0.38			
	5	97	0.42	0.85	0.41	0.64	0.93	0.64
	5	114	0.48	0.95	0.47			
	6	114	0.51	1.02	0.49	0.75	1.10	0.75
	6	131	0.64	1.27	0.61			
	7	131	0.68	1.37	0.67	0.87	1.26	0.87
	7	149	0.81	1.62	0.79			
	8	149	0.86	1.72	0.85	0.99	1.43	0.99
	8	167	0.98	1.97	0.97			
	9	167	1.03	2.07	1.01	1.11	1.61	1.11
	9	185	1.16	2.32	1.14			
	10	185	1.21	2.42	1.19	1.22	1.78	1.22
	10	203	1.34	2.67	1.32			
	11	203	1.38	2.77	1.37	1.34	1.95	1.34
	11	222	1.51	3.02	1.49			
	12	222	1.56	3.12	1.54	1.47	2.14	1.47
	12	241	1.76	3.52	1.75			
	13	241	1.81	3.62	1.8	1.60	2.32	1.60
	13	256	2.01	4.02	1.99			
	14	256	2.06	4.12	2.05	1.69	2.47	1.69
	14	271	2.26	4.52	2.24			
	15	271	2.31	4.62	2.29	1.79	2.61	1.79

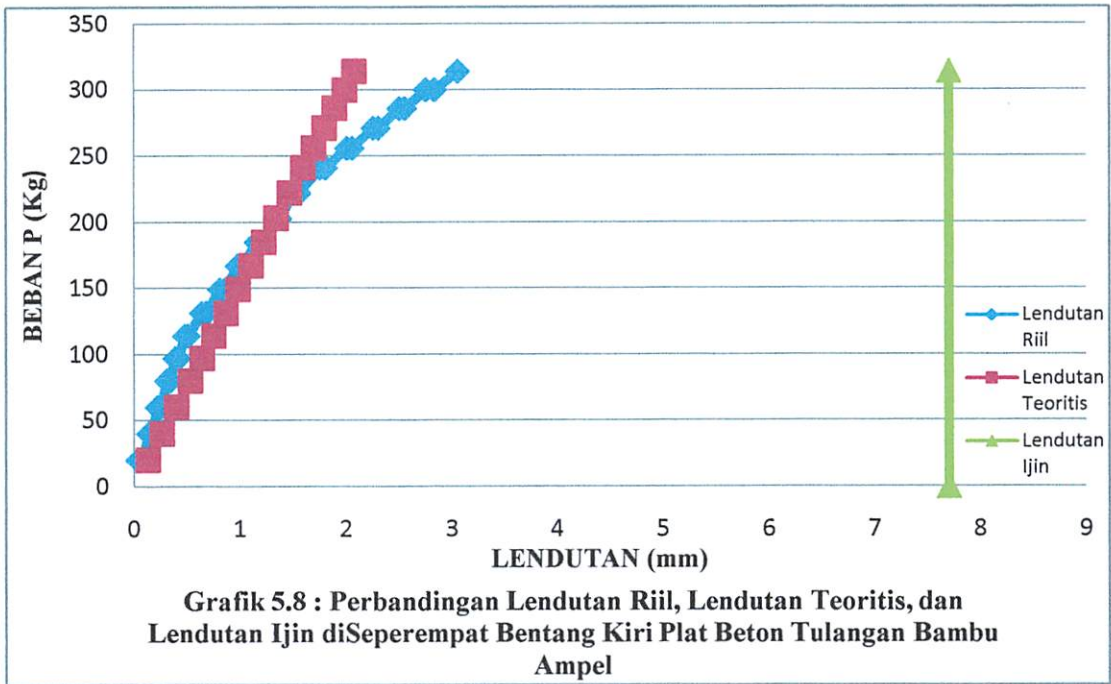


	15	286	2.51	5.02	2.49			
	16	286	2.56	5.12	2.54	1.89	2.75	1.89
	16	300	2.76	5.52	2.74			
	17	300	2.84	5.67	2.82	1.99	2.89	1.99
	17	314	3.06	6.11	3.04			
						2.08	3.02	2.08

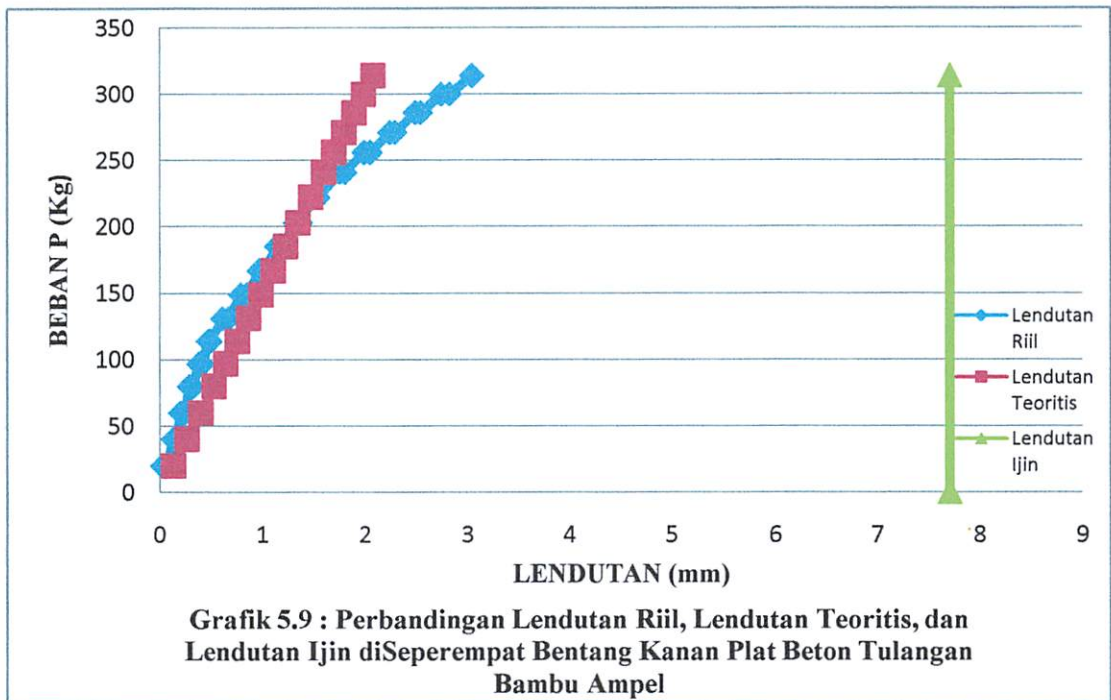
Sumber : Hasil Penelitian



Sumber : Hasil Penelitian



Sumber : Hasil Penelitian



Sumber : Hasil Penelitian

### 5.1.3. Analisa Data Lebar Retak Plat Beton

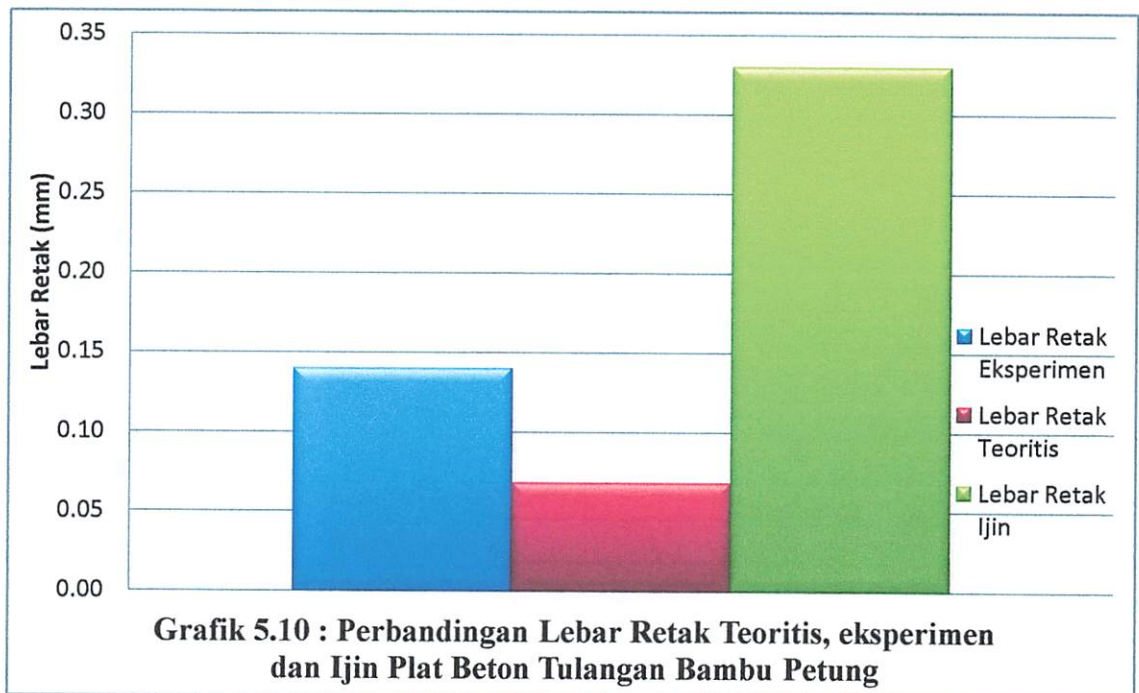
Pengujian lebar retak dilakukan bersamaan dengan pengujian lendutan pada plat beton yang telah berumur 28 hari, pembacaan hasil dari lebar retak menggunakan scet mat (jangka sorong) yang pengukurannya dilakukan setelah plat beton mencapai beban maksimum sebagai berikut:

Perihal : Tulangan Bambu Petung (rangkap)  
Pekerjaan : Beton Bertulang  
Benda UJI : Plat Beton (12 x 40 x 300) cm

No	Tgl Cetak	Tgl Test	Umur (Hari)	Beban Maksimum P (kg)	Lebar Retak		
					Riil (mm)	Teoritis (mm)	Ijin (mm)
1	17/12/2010	13/1/2011	28	329	0.14	0.068	0.33

#### *Perhitungan Lebar Retak Teoritis*

$$\begin{aligned}W_{max} &= 0.076\beta.f_s\sqrt[3]{d_c}A.10^{-3} \\ &= 0.076 \times 1.2 \times (0.6 \times 25,236) \sqrt[3]{\left(0.98 \times \frac{15.75 \times 1.96}{4}\right)} \times 10^{-3} \\ &= 0.0026 \text{ in} \\ &= 0.068 \text{ mm}\end{aligned}$$



Sumber : Hasil Penelitian

Perihal : Tulangan Bambu Hitam (rangkap)  
 Pekerjaan : Beton Bertulang  
 Benda UJI : Plat Beton (12 x 40 x 300) cm

No	Tgl Cetak	Tgl Test	Umur (Hari)	Beban Maksimum P (kg)	LebarRetak		
					Riil (mm)	Teoritis (mm)	Ijin (mm)
1	17/12/2010	13/1/2011	28	311	0.10	0.046	0.33

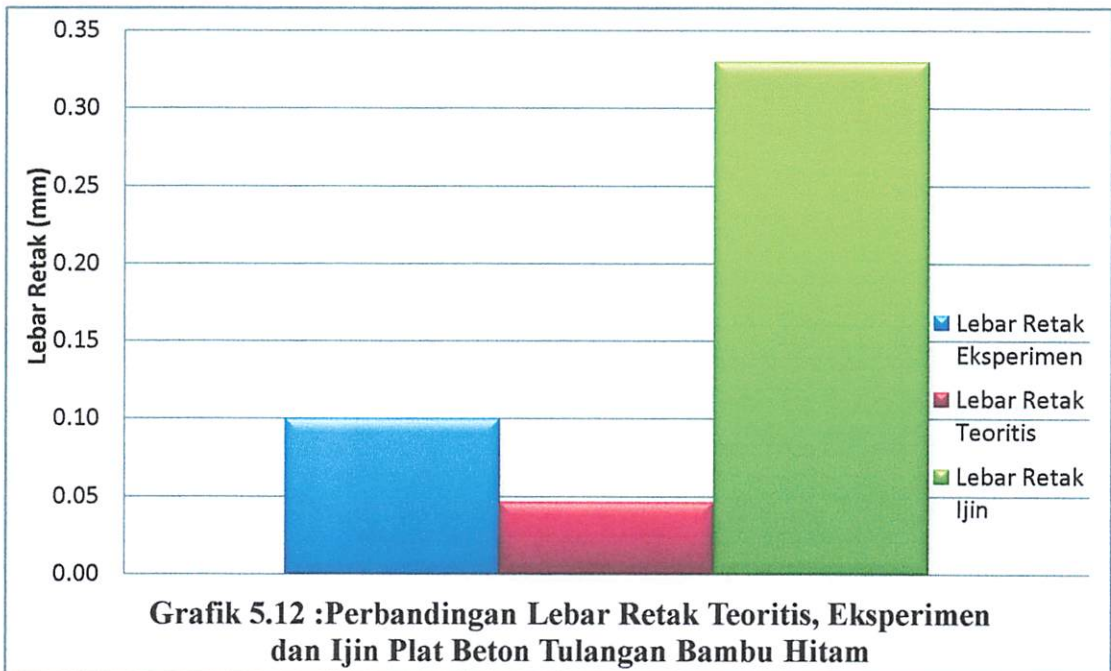
*Perhitungan Lebar Retak Teoritis*

$$W_{max} = 0.076\beta \cdot f_s \sqrt[3]{d_c A} \cdot 10^{-3}$$

$$= 0.076 \times 1.2 \times (0.6 \times 18,42) \sqrt[3]{\left(0.98 \times \frac{15.75 \times 1.96}{5}\right)} \times 10^{-3}$$

$$= 0.0018 \text{ in}$$

$$= 0.046 \text{ mm}$$



*Sumber : Hasil Penelitian*

Perihal : Tulangan Bambu Ampel (rangkap)

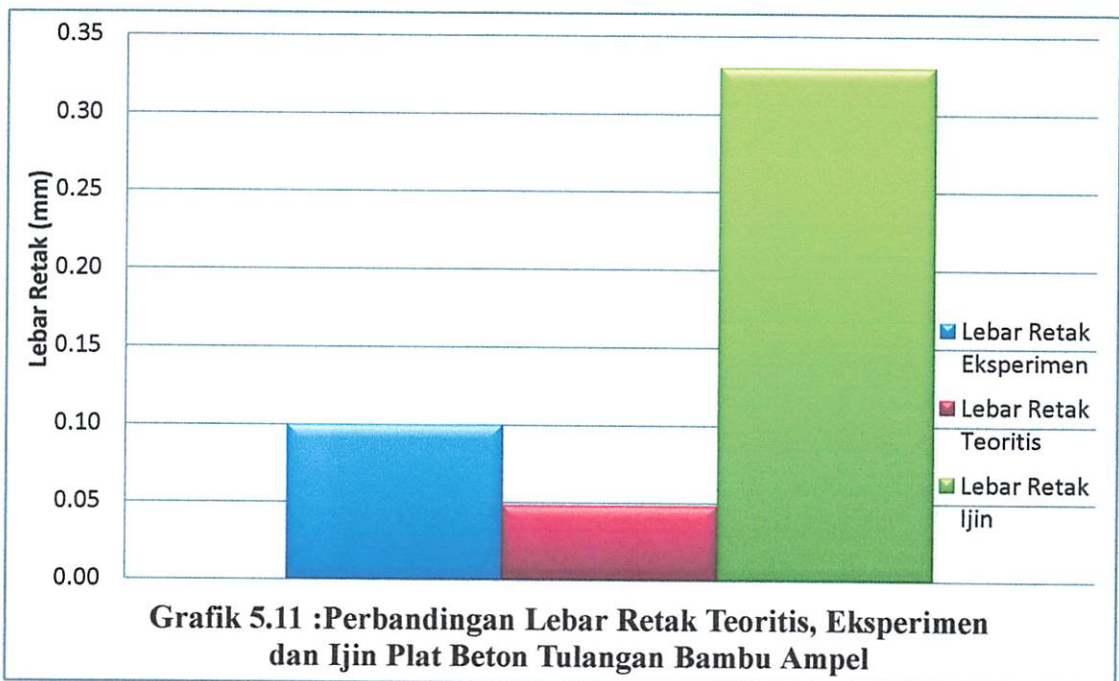
Pekerjaan : Beton Bertulang

Benda UJI : Plat Beton (12 x 40 x 300) cm

No	Tgl Cetak	Tgl Test	Umur (Hari)	Beban Maksimum P (kg)	LebarRetak		
					Riil (mm)	Teoritis (mm)	Ijin (mm)
1	17/12/2010	13/1/2011	28	314	0.10	0.046	0.33

*Perhitungan Lebar Retak Teoritis*

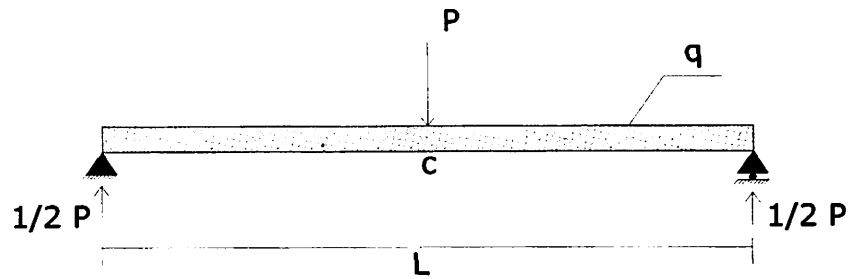
$$\begin{aligned}
 W_{max} &= 0.076\beta.f_s\sqrt[3]{d_c} A.10^{-3} \\
 &= 0.076 \times 1.2 \times (0.6 \times 18,42) \sqrt[3]{\left(0.98 \times \frac{15.75 \times 1.96}{5}\right)} \times 10^{-3} \\
 &= 0.0018 \text{ in} \\
 &= 0.046 \text{ mm}
 \end{aligned}$$



Sumber : Hasil Penelitian

#### 5.1.4. Analisa Data Momen Plat Beton

Analisa momen digunakan untuk mengetahui besarnya gaya yang terjadi pada plat beton bertulang bambu secara eksperimen.



**Analisa momen pada plat beton bertulang bambu 12 x 40 x 300 cm secara teoritis**

#### ➤ Bambu Petung

Diketahui :

$$A_s = 400 \text{ mm}^2$$

$$q = 135,2 \text{ kg/m}$$

$$A_s' = 400 \text{ mm}^2$$

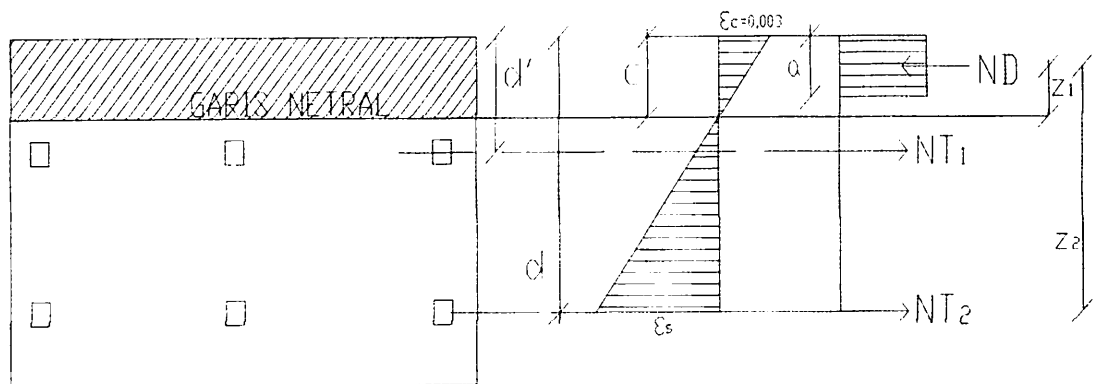
$$b = 400 \text{ mm}$$

$$f_y = 174 \text{ MPa}$$

$$h = 120 \text{ mm}$$

$$f_c' = 21,77 \text{ MPa}$$





$$d' = \text{selimut beton} + \text{diameter tul. Bagi} + \frac{1}{2} \text{ tul. tarik}$$

$$= 20 + 8 + \frac{1}{2} \cdot 10$$

$$= 33 \text{ mm}$$

$$d = h - d'$$

$$= 120 - 33 = 87 \text{ mm}$$

$$NT_1 + NT_2 = ND$$

$$A_s \cdot f_y + \left( \frac{d' - c}{c} \right) \cdot E_s \cdot A_s' \cdot \epsilon_c = 0,85 \cdot f_c \cdot b \cdot \beta_1 \cdot c$$

Dikalikan c

$$A_s \cdot f_y \cdot c + \epsilon_c \cdot d' \cdot E_s \cdot A_s' - (\epsilon_c \cdot E_s \cdot A_s') \cdot c = (0,85 \cdot f_c \cdot b \cdot \beta_1) \cdot c^2$$

$$(400 \times 174) \cdot c + (0,003 \times 33 \times 20000 \times 400) - (0,003 \times 20000 \times 400) \cdot c =$$

$$(0,85 \times 21,77 \times 400 \times 0,85) \cdot c^2$$

$$(69600 - 24000) \cdot c + (792000) = 6291,53 \cdot c^2$$



$$6291,53 c^2 - (45600)c - (792000) = 0$$

Dengan kalkulator program didapat :

$$c1 = 15,41$$

$$c2 = -8,16$$

digunakan c1

$$\begin{aligned} f_s' &= \left( \frac{d'-c}{c} \right) \cdot E_s \cdot \epsilon_c \\ &= \left( \frac{33-15,41}{15,41} \right) \times 20000 \times 0,003 \\ &= 68,48 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} a &= \beta_1 \cdot c \\ &= 0,85 \times 15,41 \\ &= 13,09 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} NT_1 &= A_s \cdot f_y \\ &= 400 \times 174 \times 10^{-3} \\ &= 69,6 \text{ KN} \end{aligned}$$

$$NT_2 = A_s' \cdot \left( \frac{d'-c}{c} \right) \cdot E_s \cdot \epsilon_c$$

$$= 400x\left(\frac{33-15,41}{15,41}\right) x 20000 x 0,003 x 10^{-3}$$

$$= 27,39 \text{ KN}$$

$$NT = NT_1 + NT_2$$

$$= 69,6 + 27,39$$

$$= 96,99 \text{ KN}$$

$$ND = 0,85 \cdot fc \cdot b \cdot \beta_1 \cdot c$$

$$= 0,85 x 21,77 x 400 x 0,85 x 15,41 x 10^{-3}$$

$$= 96,95 \text{ KN}$$

$$ND = NT$$

$$Mu = NT_1 \cdot z_1 + NT_2 \cdot z_2$$

$$= NT_1 \cdot (d' - 1/2 \cdot a) + NT_2 \cdot (d - 1/2 \cdot a)$$

$$= 69,6 (33 - 1/2 \cdot 13,09) + 27,39 (87 - 1/2 \cdot 13,09) x 10^{-3}$$

$$= 4,407 \text{ KNm}$$

$$= 440,7 \text{ Kgm}$$

$$Mu = 1/4 PL + 1/8qL^2$$

$$440,7 = 1/4 \cdot P \cdot 2,8 + 1/8 \cdot 135,2 \cdot 2,8^2$$

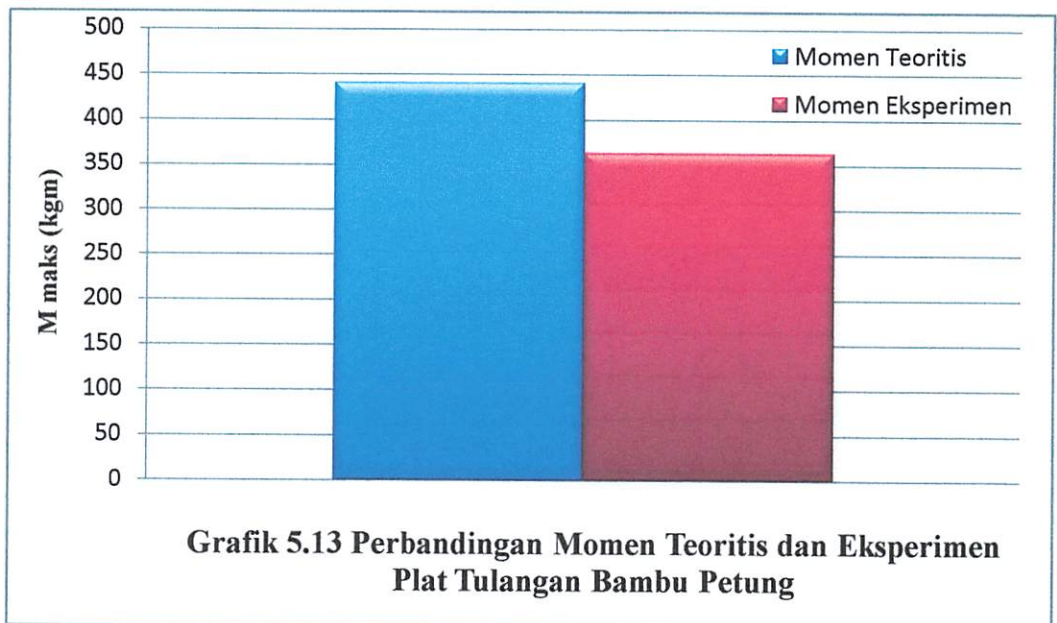
$$440,7 = 0,7 \cdot P + 132,49$$

$$P = 440,3 \text{ Kg}$$

**Tabel 5.5 : Pmaks dan Mmaks Plat Beton Tulangan Bambu Petung**

Benda Uji	Jenis Tulangan	Teoritis		Eksperimen	
		P maks (kg)	Mmaks (kgm)	P maks (kg)	Mmaks (kgm)
Plat Beton	Bambu Petung	440.3	440.7	329	362.79

Sumber : Hasil Perhitungan



➤ Bambu Ampel

Diketahui :

$$A_s = 500 \text{ mm}^2$$

$$q = 135,2 \text{ kg/m}$$

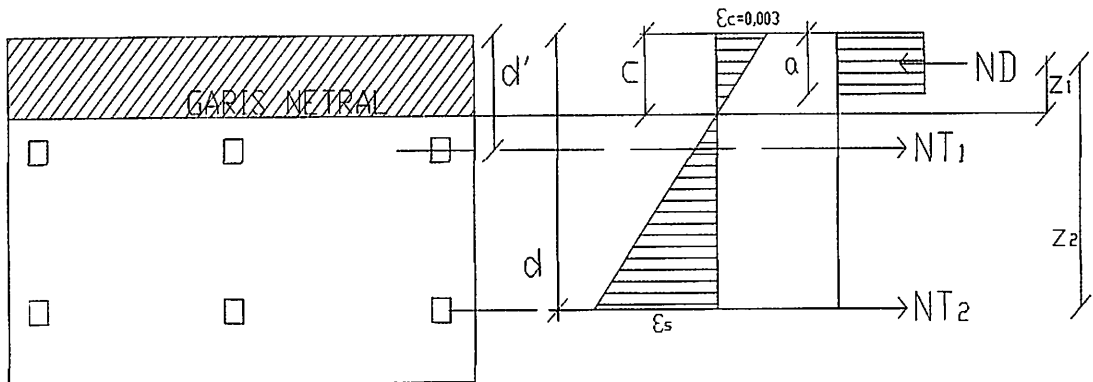
$$A_s' = 500 \text{ mm}^2$$

$$b = 400 \text{ mm}$$

$$f_y = 132 \text{ MPa}$$

$$h = 120 \text{ mm}$$

$$f_c' = 21,77 \text{ MPa}$$



$$d' = \text{selimut beton} + \text{diameter tul. Bagi} + \frac{1}{2} \text{ tul. tarik}$$

$$= 20 + 8 + \frac{1}{2} \cdot 10$$

$$= 33 \text{ mm}$$

$$d = h - d'$$

$$= 120 - 33 = 87 \text{ mm}$$

$$NT_1 + NT_2 = ND$$

$$A_s \cdot f_y + \left( \frac{d' - c}{c} \right) \cdot E_s \cdot A_s' \cdot \epsilon_c = 0,85 \cdot f_c \cdot b \cdot \beta_1 \cdot c$$

Dikalikan c

$$A_s \cdot f_y \cdot c + \epsilon_c \cdot d' \cdot E_s \cdot A_s' - (\epsilon_c \cdot E_s \cdot A_s') \cdot c = (0,85 \cdot f_c \cdot b \cdot \beta_1) \cdot c^2$$

$$(500 \times 132) \cdot c + (0,003 \times 33 \times 20000 \times 500) - (0,003 \times 20000 \times 500) \cdot c =$$

$$(0,85 \times 21,77 \times 400 \times 0,85) c^2$$

$$(68000 - 30000)c + (990000) = 6291,53 c^2$$

$$6291,53 c^2 - (36000)c - (990000) = 0$$

Dengan kalkulator program didapat :

$$c_1 = 15,73$$

$$c_2 = -10,005$$

digunakan  $c_1$

$$f_s' = \left( \frac{d' - c}{c} \right) \cdot E_s \cdot \epsilon_c$$

$$= \left( \frac{33 - 15,73}{15,73} \right) \times 20000 \times 0,003$$

$$= 65,87 \text{ MPa}$$

$$a = \beta_1 \cdot c$$

$$= 0,85 \times 15,73$$

$$= 13,37 \text{ mm}$$

$$NT_1 = A_s \cdot f_y$$

$$= 500 \times 132 \times 10^{-3}$$

$$\begin{aligned}
 NT_2 &= 66 \text{ KN} \\
 &= 500 \times \left( \frac{33 - 15,73}{15,73} \right) \times 20000 \times 0,003 \times 10^{-3} \\
 &= 32,94 \text{ KN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 NT &= NT_1 + NT_2 \\
 &= 66 + 32,94 \\
 &= 98,94 \text{ KN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 ND &= 0,85 \cdot f_c \cdot b \cdot \beta_1 \cdot c \\
 &= 0,85 \times 21,77 \times 400 \times 0,85 \times 15,73 \times 10^{-3} \\
 &= 98,96 \text{ KN}
 \end{aligned}$$

$$ND = NT$$

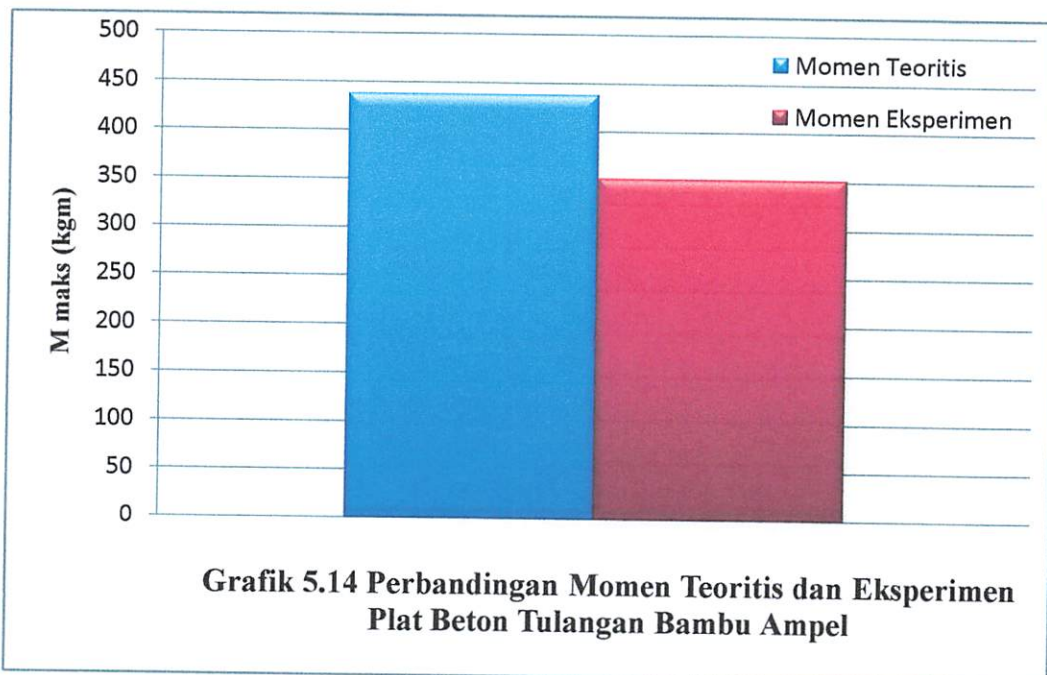
$$\begin{aligned}
 Mn &= NT_1 \cdot z_1 + NT_2 \cdot z_2 \\
 &= NT_1 \cdot (d - 1/2 \cdot a) + NT_2 \cdot (d - 1/2 \cdot a) \\
 &= 66 (33 - 1/2 \times 13,37) + 32,94 (87 - 1/2 \times 13,37) \times 10^{-3} \\
 &= 4,382 \text{ KNm} \\
 &= 438,2 \text{ Kgm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mu &= 1/4 PL + 1/8qL^2 \\ 438,2 &= 1/4. P . 2,8 + 1/8 135,2 . 2,8^2 \\ 438,2 &= 0,7.P + 132,49 \\ P &= 436,73 \text{ Kg} \end{aligned}$$

**Tabel 5.6 : Pmaks dan Mmaks Plat Beton Tulangan Bambu Ampel**

Benda Uji	Jenis Tulangan	Teoritis		Eksperimen	
		P maks (kg)	Mmaks (kgm)	P maks (kg)	Mmaks (kgm)
Plat Beton	Bambu Petung	436.73	438.2	314	352.29

Sumber : Hasil Perhitungan



Sumber : Hasil Perhitungan

➤ **Bambu Hitam**

**Diketahui :**

$$A_s = 500 \text{ mm}^2$$

$$q = 135,2 \text{ kg/m}$$

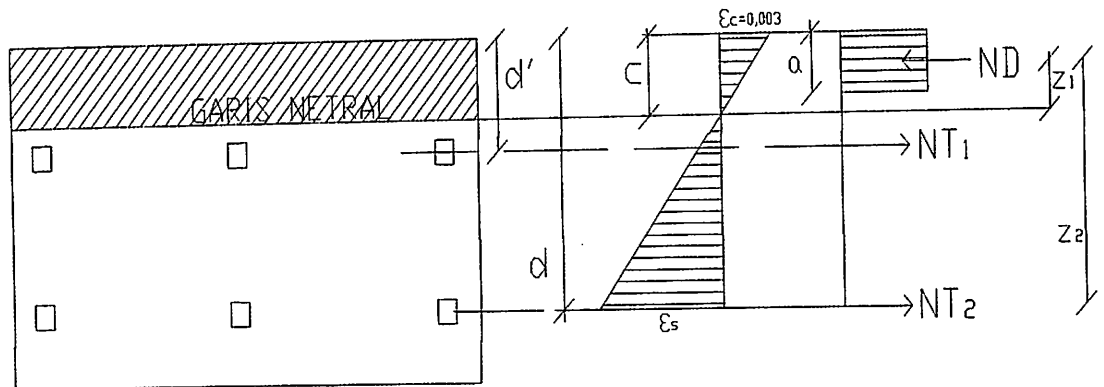
$$A_s' = 500 \text{ mm}^2$$

$$b = 400 \text{ mm}$$

$$f_y = 127 \text{ MPa}$$

$$h = 120 \text{ mm}$$

$$f_c' = 21,77 \text{ MPa}$$



$$d' = \text{selimut beton} + \text{diameter tul. Bagi} + \frac{1}{2} \text{ tul. tarik}$$

$$= 20 + 8 + \frac{1}{2} \cdot 10$$

$$= 33 \text{ mm}$$

$$d = h - d'$$



$$= 120 - 33 = 87 \text{ mm}$$

$$NT_1 + NT_2 = ND$$

$$As.fy + \left(\frac{d'-c}{c}\right).Es.As'.\epsilon c = 0,85.fc.b.\beta_1.c$$

Dikalikan c

$$As.fy.c + \epsilon c.d'.Es.As - (\epsilon c.Es.As')c = (0,85.fc.b.\beta_1)c^2$$

$$(500 \times 127).c + (0,003 \times 33 \times 20000 \times 500) - (0,003 \times 20000 \times 500).c =$$

$$(0,85 \times 21,77 \times 400 \times 0,85)c^2$$

$$(63500 - 30000)c + (990000) = 6291,53 c^2$$

$$6291,53 c^2 - (33500)c - (990000) = 0$$

Dengan kalkulator program didapat :

$$c_1 = 15,48$$

$$c_2 = -9,97$$

digunakan  $c_1$

$$fs' = \left(\frac{d'-c}{c}\right).Es.\epsilon c$$

$$= \left(\frac{33-15,48}{15,48}\right) \times 20000 \times 0,003$$

$$= 64,35 \text{ MPa}$$

$$a = \beta_1 \cdot c$$

$$= 0,85 \times 15,48$$

$$= 13,08 \text{ mm}$$

$$NT_1 = A_s \cdot f_y$$

$$= 500 \times 127 \times 10^{-3}$$

$$= 63,5 \text{ KN}$$

$$NT_2 = A_s' \cdot \left( \frac{d' - c}{c} \right) \cdot E_s \cdot \epsilon_c$$

$$= 500 \times \left( \frac{33 - 15,48}{15,48} \right) \times 20000 \times 0,003 \times 10^{-3}$$

$$= 32,51 \text{ KN}$$

$$NT = NT_1 + NT_2$$

$$= 63,5 + 32,51$$

$$= 96,01 \text{ KN}$$

$$ND = 0,85 \cdot f_c \cdot b \cdot \beta_1 \cdot c$$

$$= 0,85 \times 21,77 \times 400 \times 0,85 \times 15,48 \times 10^{-3}$$

$$= 96,02 \text{ KN}$$

$$ND = NT$$

$$Mn = NT_1 \cdot z_1 + NT_2 \cdot z_2$$

$$= NT_1 \cdot (d' - 1/2 \cdot a) + NT_2 \cdot (d - 1/2 \cdot a)$$

$$= 63,5 (33 - 1/2 \times 13,08) + 32,51 (87 - 1/2 \times 13,08) \times 10^{-3}$$

$$= 4,3564 \text{ KNm}$$

$$= 435,4 \text{ Kgm}$$

$$Mu = 1/4 PL$$

$$435,4 = 1/4 \cdot P \cdot 2,8 + 1/8 \cdot 135,2 \cdot 2,8^2$$

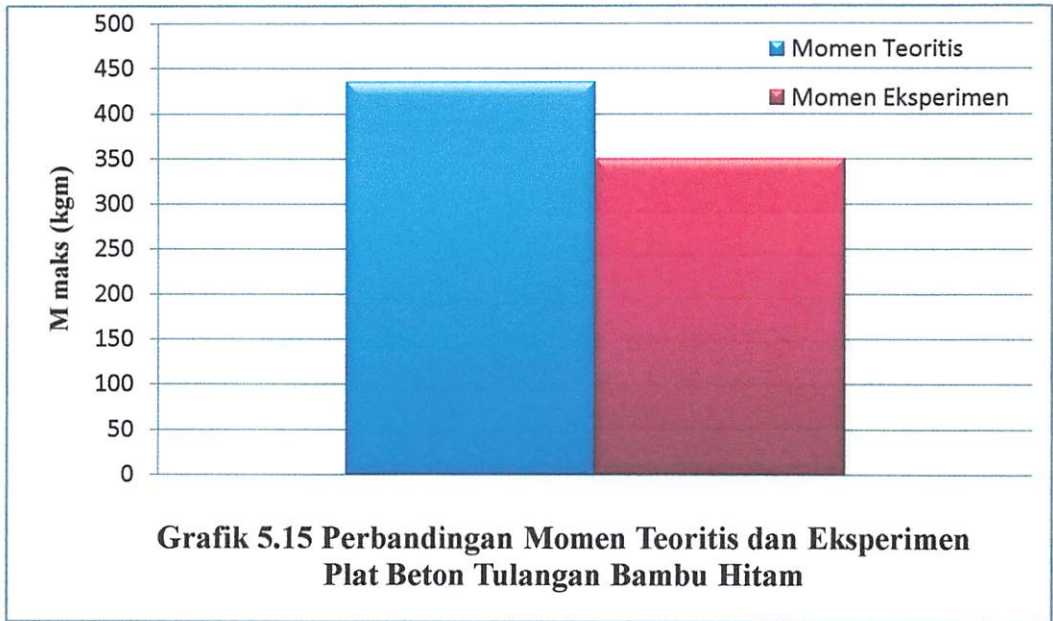
$$435,4 = 0,7 \cdot P + 132,49$$

$$P = 432,73 \text{ Kg}$$

**Tabel 5.7 : Pmaks dan Mmaks Plat Beton Tulangan Bambu Hitam**

Benda Uji	Jenis Tulangan	Teoritis		Eksperimen	
		P maks (kg)	Mmaks (kgm)	P maks (kg)	Mmaks (kgm)
Plat Beton	Bambu Petung	432.73	435.4	311	350.19

*Sumber : Hasil Perhitungan*



Sumber : Hasil Perhitungan

### 5.1.5. Analisa Perbandingan Lendutan Plat Beton Tulangan Bambu dengan Plat Beton Tulangan Baja Secara Teoritis

Disini kami mencoba membandingkan besarnya lendutan antara plat beton tulangan bambu dengan plat beton tulangan baja apabila menerima beban sebesar beban eksperimen yang didapat pada waktu penelitian. Dan hasilnya sebagai berikut:

#### Perhitungan Penulangan Plat Beton Dengan Ukuran (12 x 40 x300)Cm



➤ Data perencanaan :

Memakai tul besi : Ø 10 (tul pokok)

: Ø 8 (tul bagi)

F'c : 20 MPa

Fy : 240 Mpa

Tebal Plat : 12 cm

Selimut Beton : 20 mm

Beban Merata

Beban mati (q)

$$\text{Berat sendiri} = 0.12 \times 2400 \times 0.4 = 115.2 \text{ kg/m}$$

$$\text{Beban hujan} = 0.05 \times 1000 \times 0.4 = 20 \text{ kg/m} +$$

---

$$135.2 \text{ kg/m}$$

Beban terpusat ( P )

$$\text{Beban guna/ orang} = 100 = 100 \text{ kg}$$

$$\text{Beban sepeda motor} = 150 = 150 \text{ kg} +$$

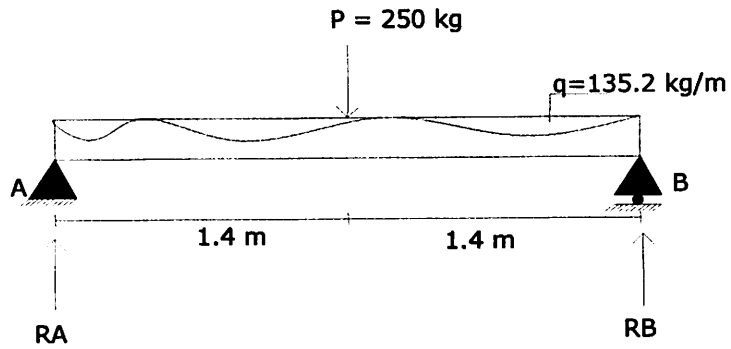
---

$$250 \text{ kg}$$

$$d = h - \text{tebal selimut} - \frac{1}{2} \text{Ø}$$

$$120 - 20 - (\frac{1}{2} \times 10) = 95 \text{ mm}$$

• *Perhitungan Momen*



**Gambar 4.2: Perhitungan Q1 dan Q2**

$$Q_1 = q \times L = 135.2 \times 1.4 = 189,28 \text{ kg}$$

$$Q_2 = q \times L = 135.2 \times 1.4 = 189,28 \text{ kg}$$

$$RA = RB$$

$$\sum MB = 0$$

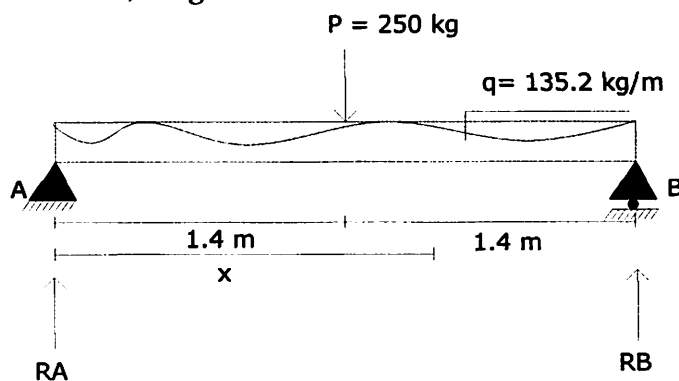
$$= (RA \times 2,8) - (Q_1 \times 2,1) - (P \times 1,4) - (Q_2 \times 0,7)$$

$$= (RA \times 2,8) - (189,28 \times 2,1) - (250 \times 1,4) - (189,28 \times 0,7)$$

$$= 2,8RA - 879,984$$

$$RA = 314,28 \text{ kg}$$

$$RB = RA = 314,28 \text{ kg}$$



**Gambar 4.3: Perhitungan Momen Maksimum**

$$\begin{aligned}
 Mx &= (RA \cdot X) - P(X - 1,4) - \frac{1}{2} qX^2 \\
 &= (314,28 \cdot X) - (250X - 350) - \frac{1}{2} \cdot 135,2X^2 \\
 &= 64,28 X + 350 - 67,6 X^2
 \end{aligned}$$

Momen maksimum pada  $X = 1,5$

$$\begin{aligned}
 Mu &= (64,28 \times 1,4) + 350 - (67,6 \times 1,4^2) \\
 &= 307,5 \text{ kgm} \\
 &= 3,075 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

- *Analisa Tulangan*

$$Mn = \frac{Mu}{\phi} = \frac{3,075}{0,8} = 3,84 \text{ kNm} = 3,84 \times 10^6 \text{ Nmm}$$

$$Rn = \frac{Mn}{b \cdot d^2} = \frac{3,84 \times 10^6}{400 \cdot 95^2} = 1,06$$

$$m = \frac{fy}{0,85 \cdot fc'} = \frac{240}{0,85 \cdot 20} = 14,12$$

$$\rho \text{ min} = 1,4/fy = 1,4/240 = 0,0058$$

$$\begin{aligned}
 \rho_b &= \frac{0,85 \times fc'}{fy} \times \beta_1 \times \frac{\{600\}}{600 + fy} \\
 &= \frac{0,85 \times 20}{240} \times 0,85 \times \frac{\{600\}}{600 + 240} \\
 &= 0,043
 \end{aligned}$$

$$\rho_{maks} = 0,025 \text{ ( SNI pasal 23.3.2 ) hal 223}$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot Rn}{fy}} \right)$$

$$= \frac{1}{14.12} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 14.12 \times 1.06}{240}} \right)$$

$$= 0.0051$$

$\rho < \rho_{\min}$  maka dipakai  $\rho_{\min}$

$$A_{S_{\text{perlu}}} = \rho \times b \times d$$

$$= 0,0058 \times 400 \times 87$$

$$= 201.84 \text{ mm}^2$$

$$n = \frac{A_{S_{\text{perlu}}}}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot \phi^2} = \frac{201,84}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 10^2} = 2.57 \approx 3 \text{ buah}$$

$$A_{S_{\text{sada}}} = 3 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 10^2 = 235.5 \text{ mm}^2$$

$A_{S_{\text{sada}}} > A_{S_{\text{perlu}}}$  ( aman )

Perhitungan jarak (s)

$$A_s = \frac{1}{4} \times \pi \times \phi^2$$

$$= \frac{1}{4} \times \pi \times 10^2$$

$$= 78.5 \text{ mm}^2$$

$$S = \frac{A_s \times b}{A_{S_{\text{perlu}}}}$$

$$= \frac{78.5 \times 400}{220.4}$$

$$= 142.47 \text{ mm} \approx 140 \text{ mm}$$



Jadi dipakai tul pokok : Ø 10 – 140

$$\begin{aligned} A_{S \text{ tulangan bagi}} &= 20\% \times A_{S \text{ perlu}} \\ &= 20\% \times 220.4 \\ &= 44.08 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

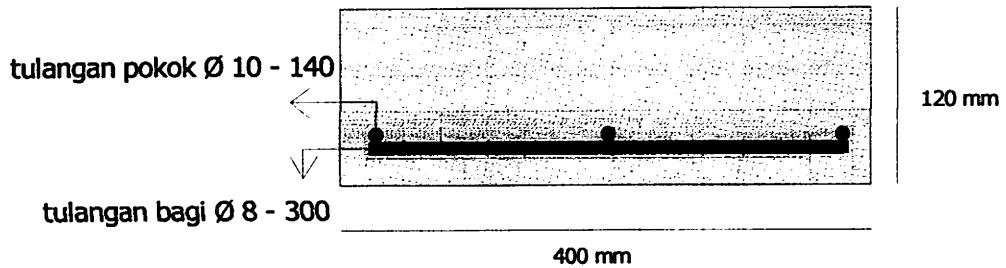
Dipakai tulangan bagi Ø 8

$$\begin{aligned} A_{S \text{ bagi}} &= \frac{1}{4} \times \pi \times \phi^2 \\ &= \frac{1}{4} \times \pi \times 8^2 \\ &= 50.24 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S &= \frac{A_s \times b}{A_{s \text{ perlu}}} \\ &= \frac{50.24 \times 400}{44.08} = 455.89 \text{ mm} \approx 300 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{S \text{ ada}} &= \frac{A_s \times b}{S} \\ &= \frac{50.24 \times 400}{300} = 66.99 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Jadi dipakai tulangan bagi Ø 8 – 300



**GAMBAR 5.2 : Potongan Melintang Plat Beton Tulangan Baja**

### 5.1.5.1 Perbandingan Lendutan Plat Beton Tulangan Baja dengan Plat Beton Tulangan Bambu Petung Secara Teoritis

Data baja :

$$F_c = 21,77 \text{ MPa}$$

$$b = 400 \text{ mm}$$

$$n = 9,12$$

$$h = 120 \text{ mm}$$

$$d = 95 \text{ mm}$$

$$A_s = 236 \text{ mm}^2$$

$$M_{\max} = 1/4 PL + 1/8qL^2$$

$$= 1/4. 250 . 2,8 + 1/8 135,2 . 2,8^2$$

$$= 307,49 \text{ kgm}$$

$$= 3074900 \text{ Nmm}$$

$$I_g = 1/12 b.h^3$$

$$= 1/12 .400. (120)^3$$

$$= 57600000 \text{ mm}^4$$

$$Y = \frac{n.A_s}{b} \left[ \sqrt{1 + \frac{2bd}{n.A_s}} - 1 \right]$$

$$= \frac{9,12.236}{400} \left[ \sqrt{1 + \frac{2.400.87}{9,12.236}} - 1 \right]$$

$$= 25,66 \text{ mm}$$

$$Y_t = d - y$$

$$= 87 - 25,66$$

$$= 61,34 \text{ mm}$$

$$F_r = 0,7\sqrt{F_c'}$$

$$= 0,7\sqrt{21,77}$$

$$= 3,26 \text{ MPa}$$

$$M_{CR} = \frac{F_r J_g}{Y_t}$$

$$= \frac{3,26.57600000}{61,34}$$

$$= 2939842 \text{ Nmm}$$

$$I_{cr} = 1/3.b.(y)^3 + (n.A_s)(d-y)^2$$

$$= 1/3 \cdot 400 \cdot (25,66)^3 + (9,12 \cdot 236)(87-25,66)^2$$

$$= 10331626 \text{ mm}^4$$

$$I_e = \left( \frac{M_{cr}}{M_{maks}} \right)^3 I_g + \left[ 1 - \left( \frac{M_{cr}}{M_{maks}} \right)^3 \right] I_{cr} \leq I_g$$

$$= \left( \frac{2939842}{3074900} \right)^3 57600000 + \left[ 1 - \left( \frac{2939842}{3074900} \right)^3 \right] 10331626$$

$$= 51641091 \text{ mm}^4 \quad (I_e \leq I_g)$$

Perhitungan Lendutan Maksimum Teoritis Pada P maksimum

$$\Delta_{maks} = \left( \frac{Pl^3}{48E_c I} \right)$$

$$= \left( \frac{3290 \times 2800^3}{48 \times (4700 \sqrt{21,77}) \times 51641091} \right)$$

$$= 1,33 \text{ mm} \quad (\text{di tengah bentang})$$

$$\Delta_{maks} \text{ (pada jarak } x = 70 \text{ cm)} = \frac{PX}{48E_c I} (3L^2 - 4X^2)$$

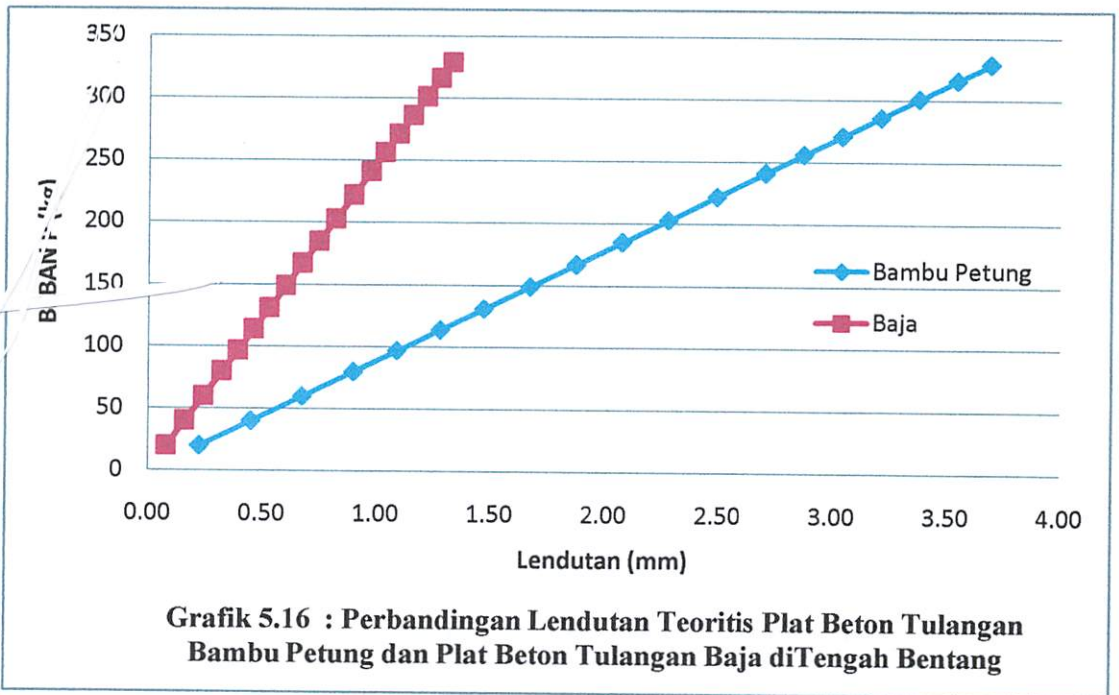
$$= \frac{3290 \times 700}{48 \times (4700 \sqrt{21,77}) \times 51641091} (3 \times 2800^2 - 4 \times 700^2)$$

$$= 0,91 \text{ mm}$$

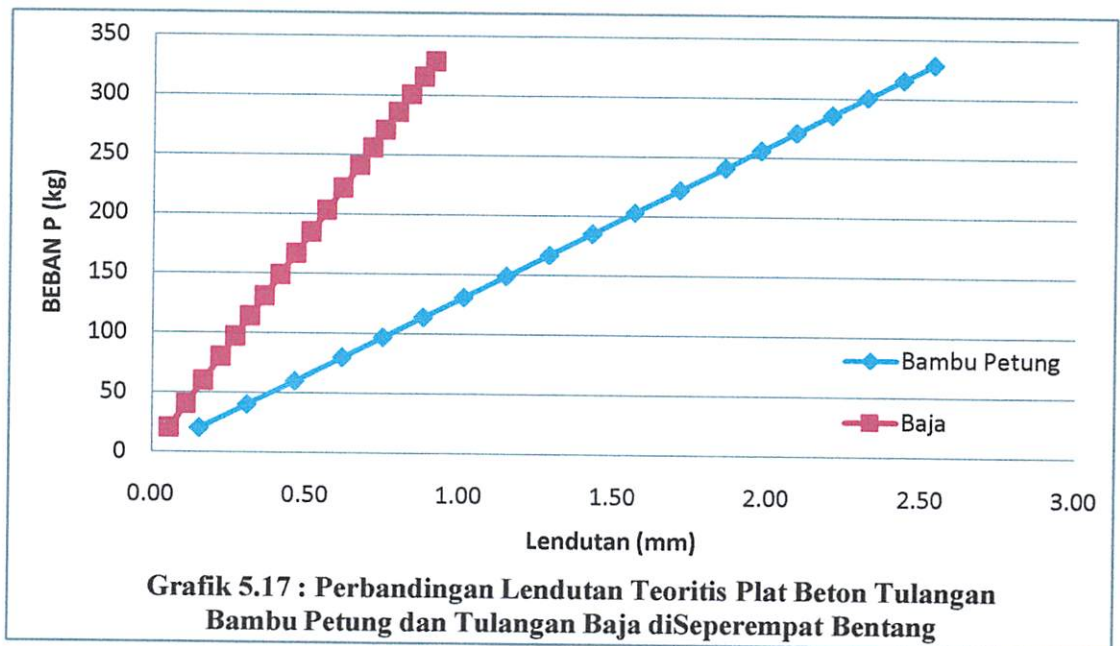
**Tabel 5.8 : Perbandingan Lendutan Teoritis Plat Beton Tulangan Bambu Petung dengan Plat Beton Tulangan Baja**

Benda Uji	Beban P(kg)	Besi (mm)			Bambu Petung (mm)		
		Kiri	Tengah	Kanan	Kiri	Tengah	Kanan
Plat Beton	20	0.06	0.08	0.06	0.15	0.22	0.15
(12x40x300) cm	40	0.11	0.16	0.11	0.31	0.45	0.31
	60	0.17	0.24	0.17	0.46	0.67	0.46
	80	0.22	0.32	0.22	0.62	0.90	0.62
	97	0.27	0.39	0.27	0.75	1.09	0.75
	114	0.32	0.46	0.32	0.88	1.28	0.88
	131	0.36	0.53	0.36	1.01	1.47	1.01
	149	0.41	0.60	0.41	1.15	1.67	1.15
	167	0.46	0.67	0.46	1.29	1.87	1.29
	185	0.51	0.75	0.51	1.43	2.07	1.43
	203	0.56	0.82	0.56	1.56	2.28	1.56
	222	0.62	0.90	0.62	1.71	2.49	1.71
	241	0.67	0.97	0.67	1.86	2.70	1.86
	256	0.71	1.03	0.71	1.97	2.87	1.97
	271	0.75	1.09	0.75	2.09	3.04	2.09
	286	0.79	1.15	0.79	2.20	3.21	2.20
	301	0.84	1.22	0.84	2.32	3.37	2.32
	316	0.88	1.28	0.88	2.44	3.54	2.44
	329	0.91	1.33	0.91	2.54	3.69	2.54

*Sumber : Hasil Perhitungan*



Sumber : Hasil Perhitungan



Sumber : Hasil Perhitungan

**5.1.5.2 Perbandingan Lendutan Plat Beton Tulangan Baja dengan Plat Beton Tulangan Bambu Hitam Secara Teoritis**

Perhitungan Lendutan Maksimum Teoritis Pada P maksimum

$$\begin{aligned} \Delta_{\text{maks}} &= \left( \frac{Pl^3}{48E_c I} \right) \\ &= \left( \frac{3110 \times 2800^3}{48 \times (4700 \sqrt{21,77}) \times 51641091} \right) \\ &= 1,26 \text{ mm (di tengah bentang)} \end{aligned}$$

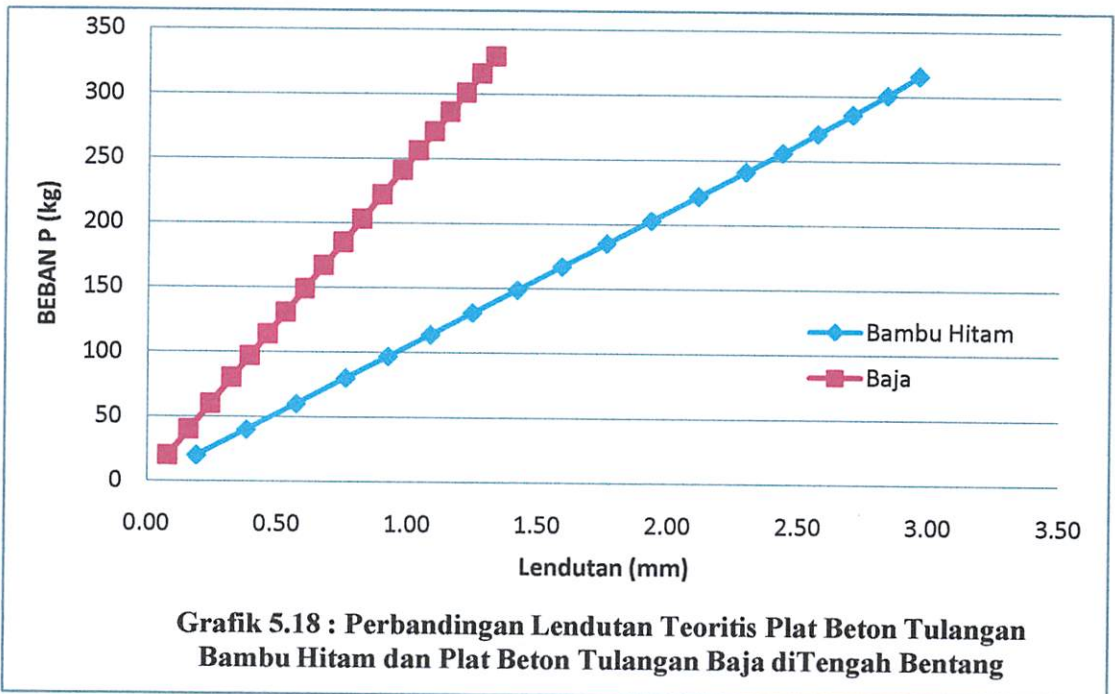
$$\begin{aligned} \Delta_{\text{maks}} \text{ (pada jarak } x = 70 \text{ cm)} &= \frac{PX}{48E_c I} (3L^2 - 4X^2) \\ &= \frac{3110 \times 700}{48 \times (4700 \sqrt{21,77}) \times 51641091} (3 \times 2800^2 - 4 \times 700^2) \\ &= 0,86 \text{ mm} \end{aligned}$$

**Tabel 5.9 :Perbandingan Lendutan Teoritis Plat Beton Tulangan Bambu Hitam dengan Plat Beton Tulangan Baja**

Benda Uji	Beban P(kg)	Besi (mm)			Bambu Hitam (mm)		
		Kiri	Tengah	Kanan	Kiri	Tengah	Kanan
Plat Beton (12x40x300) cm	0.06	0.08	0.08	0.06	0.13	0.19	0.13
	0.11	0.15	0.16	0.11	0.26	0.38	0.26
	0.17	0.23	0.24	0.17	0.39	0.57	0.39
	0.22	0.31	0.32	0.22	0.52	0.76	0.52

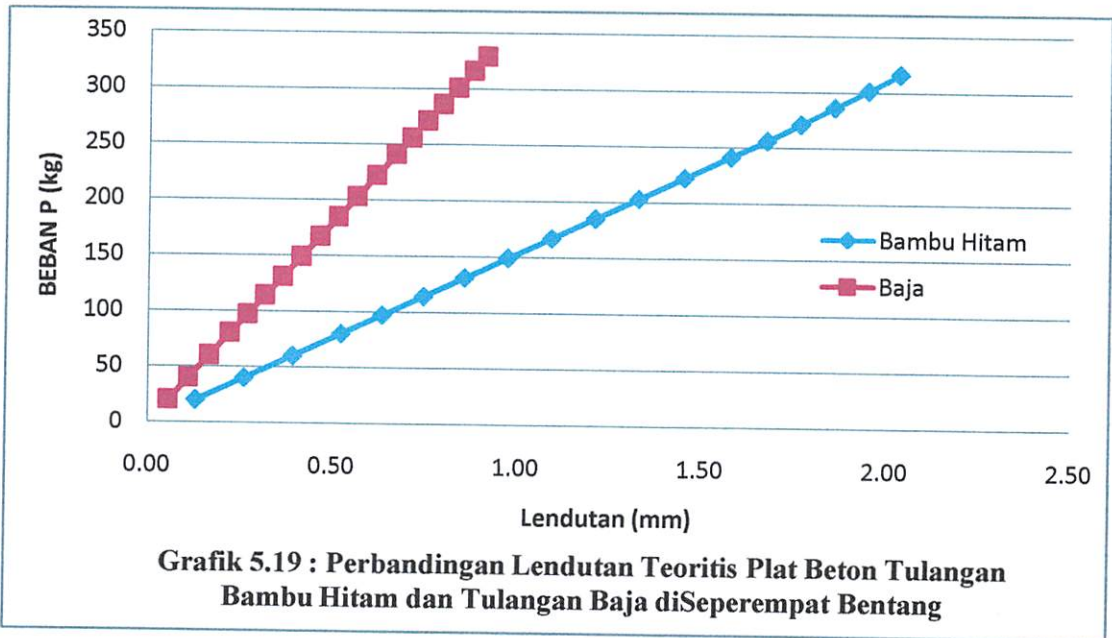
	0.27	0.37	0.39	0.27	0.63	0.92	0.63
	0.32	0.44	0.46	0.32	0.75	1.08	0.75
	0.36	0.50	0.53	0.36	0.86	1.25	0.86
	0.41	0.57	0.60	0.41	0.97	1.42	0.97
	0.46	0.64	0.67	0.46	1.09	1.59	1.09
	0.51	0.71	0.75	0.51	1.21	1.76	1.21
	0.56	0.78	0.82	0.56	1.33	1.93	1.33
	0.62	0.85	0.90	0.62	1.45	2.11	1.45
	0.67	0.93	0.97	0.67	1.58	2.29	1.58
	0.71	0.98	1.03	0.71	1.67	2.43	1.67
	0.75	1.04	1.09	0.75	1.76	2.57	1.76
	0.79	1.09	1.15	0.79	1.86	2.70	1.86
	0.83	1.15	1.20	0.83	1.95	2.83	1.95
	0.86	1.20	1.26	0.86	2.03	2.96	2.03

Sumber : Hasil Perhitungan



Sumber : Hasil Perhitungan





Sumber : Hasil Perhitungan

### 5.1.5.3 Perbandingan Lendutan Plat Beton Tulangan Baja dengan Plat Beton Tulangan Bambu Ampel Secara Teoritis

Perhitungan Lendutan Maksimum Teoritis Pada P maksimum

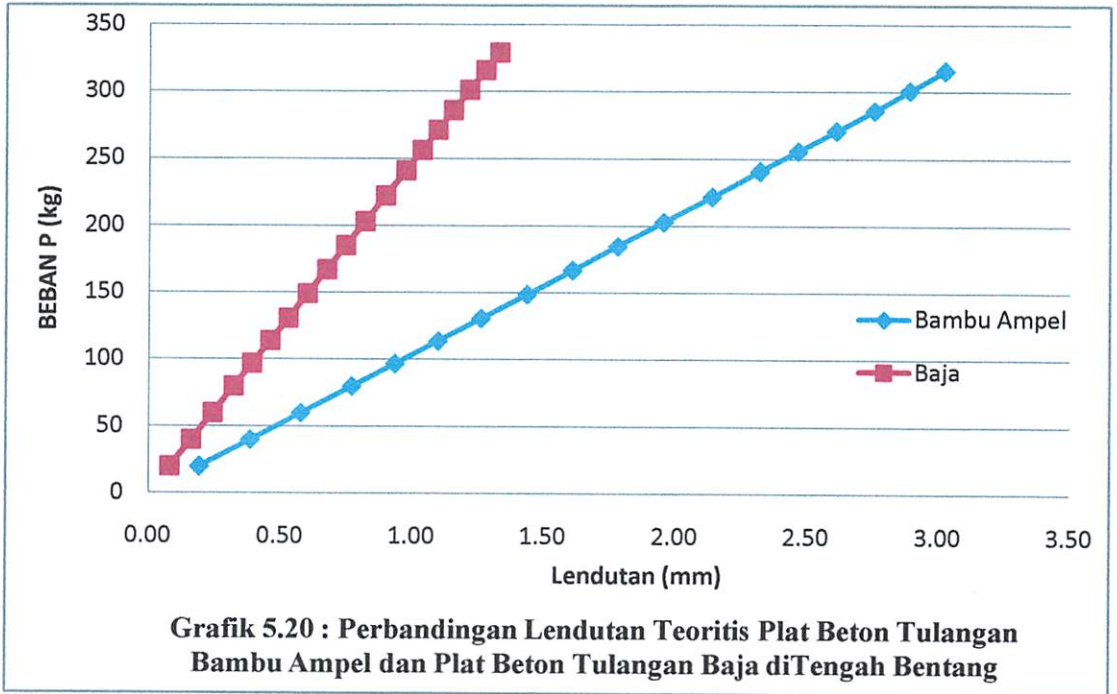
$$\begin{aligned} \Delta_{\text{maks}} &= \left( \frac{Pl^3}{48E_c \cdot I} \right) \\ &= \left( \frac{3140 \times 2800^3}{48 \times (4700 \sqrt{21,77}) \cdot 51641091} \right) \\ &= 1,27 \text{ mm (di tengah bentang)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta_{\text{maks}} \text{ (pada jarak } x = 70 \text{ cm)} &= \frac{PX}{48E_c I} (3L^2 - 4X^2) \\ &= \frac{3140 \times 700}{48 \times (4700 \sqrt{21,77}) \times 51641091} (3 \times 2800^2 - 4 \times 700^2) \\ &= 0,87 \text{ mm} \end{aligned}$$

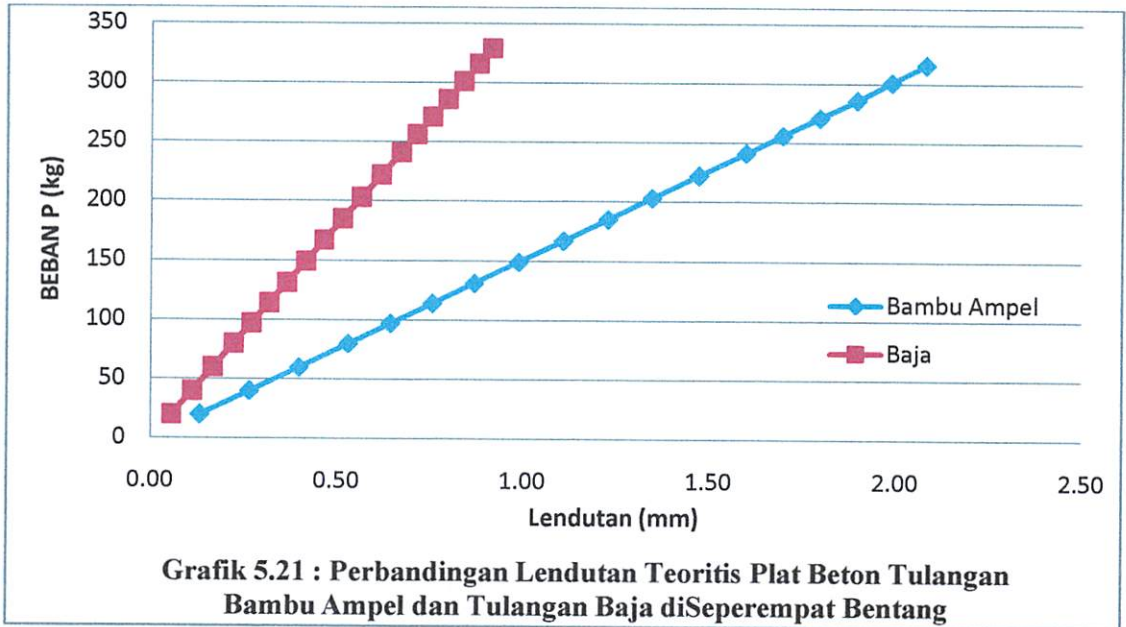
**Tabel 5.10 :Perbandingan Lentutan Teoritis Plat Beton Tulangan Bambu Ampel dengan Plat Beton Tulangan Baja**

Benda Uji	Beban P(kg)	Besi (mm)			Bambu Ampel (mm)		
		Kiri	Tengah	Kanan	Kiri	Tengah	Kanan
Plat Beton (12x40x300) cm	20	0.06	0.08	0.06	0.13	0.19	0.13
	40	0.11	0.16	0.11	0.26	0.39	0.26
	60	0.17	0.24	0.17	0.40	0.58	0.40
	80	0.22	0.32	0.22	0.53	0.77	0.53
	97	0.27	0.39	0.27	0.64	0.93	0.64
	114	0.32	0.46	0.32	0.75	1.10	0.75
	131	0.36	0.53	0.36	0.87	1.26	0.87
	149	0.41	0.60	0.41	0.99	1.43	0.99
	167	0.46	0.67	0.46	1.11	1.61	1.11
	185	0.51	0.75	0.51	1.22	1.78	1.22
	203	0.56	0.82	0.56	1.34	1.95	1.34
	222	0.62	0.90	0.62	1.47	2.14	1.47
	241	0.67	0.97	0.67	1.60	2.32	1.60
	256	0.71	1.03	0.71	1.69	2.47	1.69
	271	0.75	1.09	0.75	1.79	2.61	1.79
	286	0.79	1.15	0.79	1.89	2.75	1.89
	300	0.83	1.21	0.83	1.99	2.89	1.99
	314	0.87	1.27	0.87	2.08	3.02	2.08

Sumber : Hasil Perhitungan



Sumber : Hasil Perhitungan

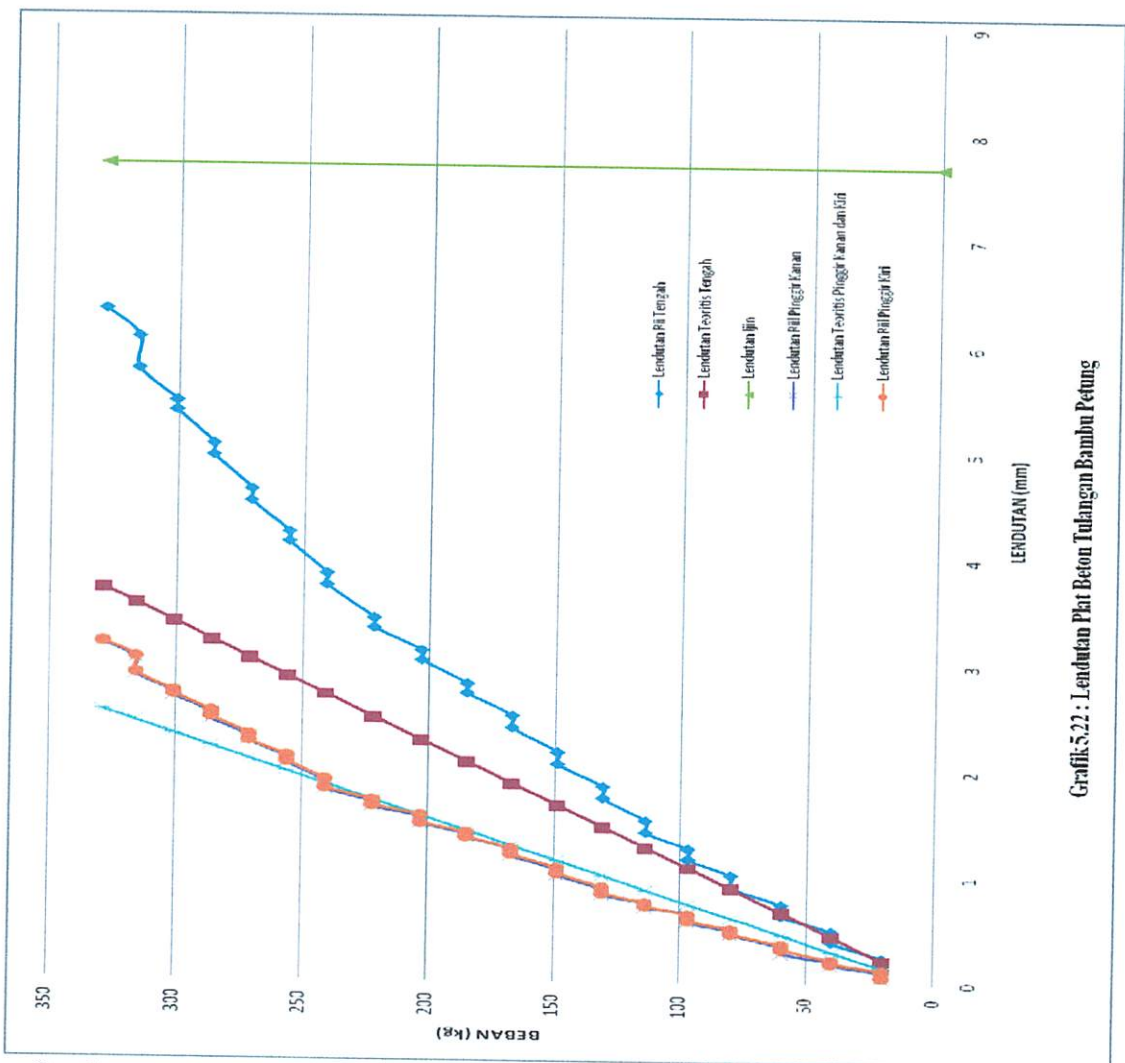


Sumber : Hasil Perhitungan

## 5.2. Pembahasan Data Hasil Penelitian

### 5.2.1. Pembahasan Lendutan Plat Beton Tulangan Bambu

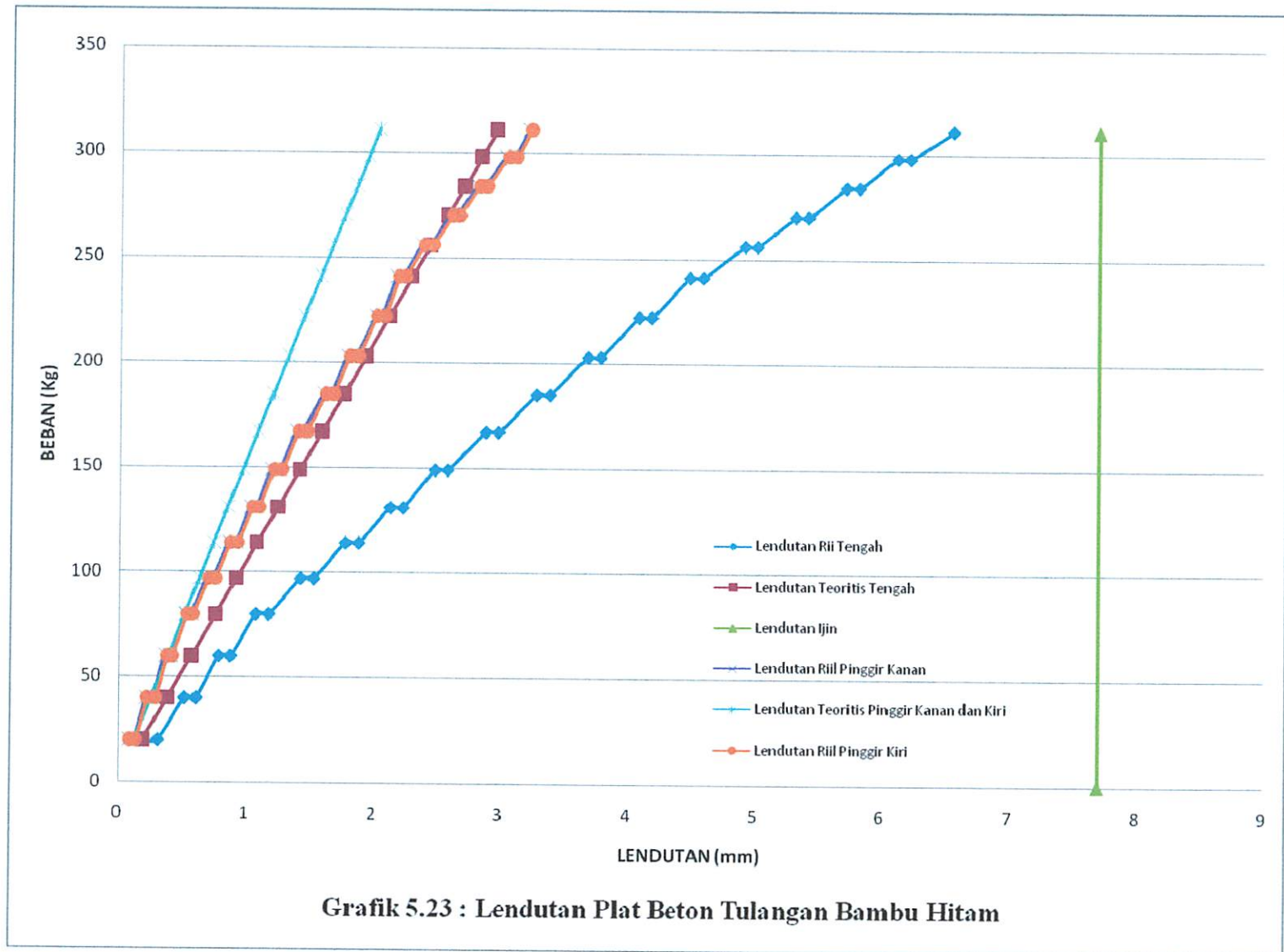
Setelah didapat data-data lendutan plat baik dalam bentuk tabel dan grafik maka selanjutnya kami mencoba menjabarkannya seperti pada grafik dan keterangan pembahasan untuk mempermudah pembacaan data hasil penelitian seperti berikut:



Sumber : Hasil Penelitian

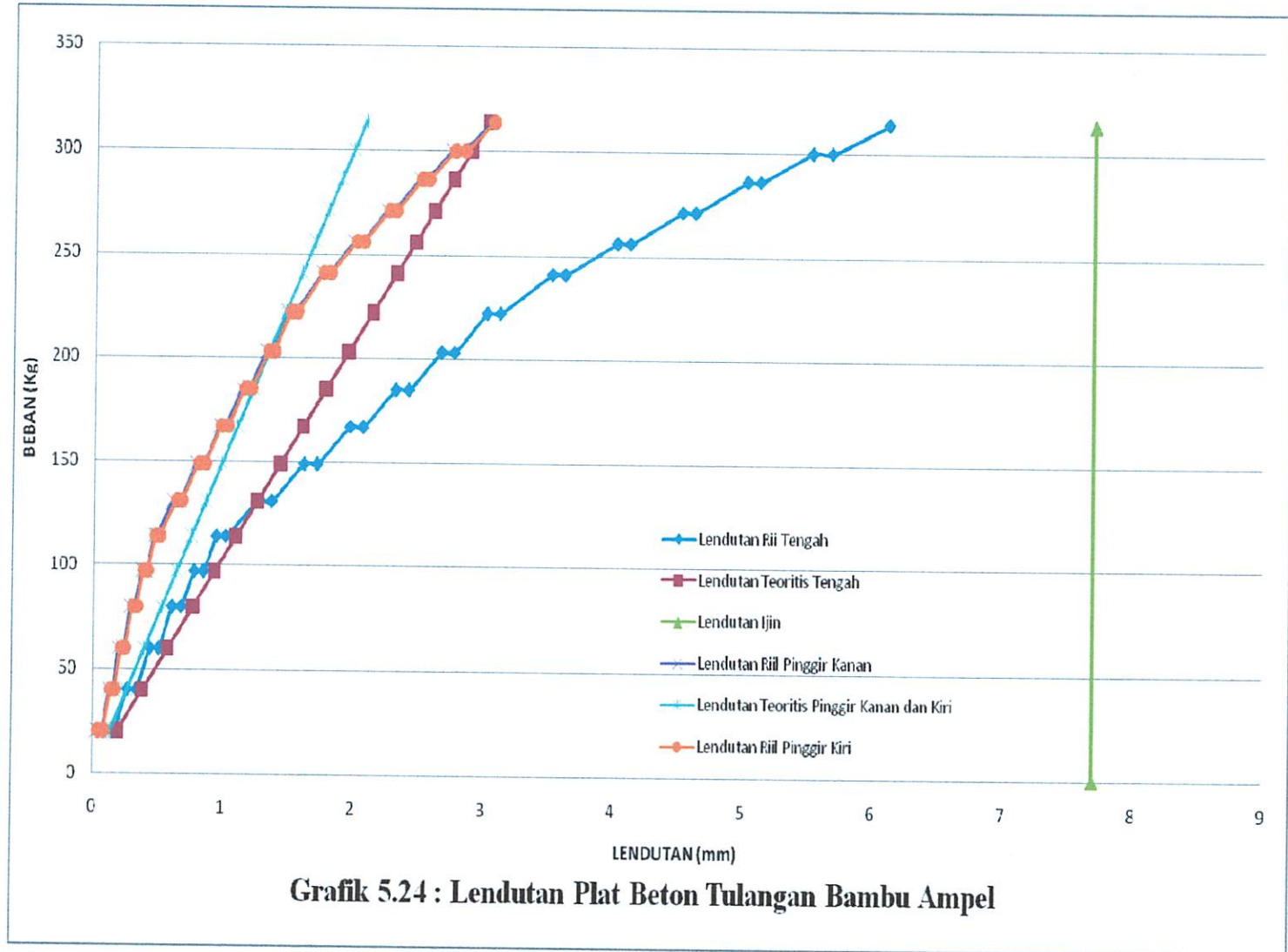
Dari grafik hasil data pengujian lendutan plat beton (12x40x300) cm tulangan bambu petung diatas dapat kita lihat bahwa besarnya lendutan maksimum hasil pengujian di tengah bentang nilainya 6,32 mm dan di pinggir bentang nilainya 3,18 mm. Sedangkan secara teori besarnya lendutan maksimum ditengah bentang nilainya 3,69 mm dan dipinggir bentang 2,54 mm. Hal ini terjadi karena pengaruh perletakan beban pada tengah bentang jadi lendutan pasti lebih besar di tengah bentang. Disini sifat beton yang cenderung getas dapat ditutupi oleh elastisitas bambu sehingga plat mampu melendut hingga 6,32 mm. Lendutan yang terjadi itu sendiri kalau secara visual mungkin akan sulit kita lihat,akan tetapi pembacaanya dapat dilihat pada alat Dial Gauge. Meskipun terjadi penyimpangan pada lendutan di tengah bentang dimana nilai lendutan maksimumnya lebih besar dari lendutan maksimum secara teori, akan tetapi hal itu wajar terjadi dalam proses penelitian mengingat faktor-faktor teknis dan non teknis selama proses pembuatan benda uji sampai proses pengujian juga akan mempengaruhi hasil pengujian. Tetapi yang terpenting nilai lendutan maksimum hasil pengujian tersebut masih dibawah nilai lendutan ijin yaitu 7,77 mm, jadi dapat dikatakan tidak terjadi penyimpangan berarti dalam proses penelitian dan hasil penelitian sesuai dengan teori yang diharapkan.

Sumber : Hasil Penelitian



Dari grafik hasil data pengujian lendutan plat beton (12x40x300) cm tulangan bambu hitam diatas dapat kita lihat bahwa besarnya lendutan maksimum hasil pengujian di tengah bentang nilainya 6,55 mm dan di pinggir bentang nilainya 3,23 mm. Sedangkan secara teori besarnya lendutan maksimum ditengah bentang nilainya 2,96 mm dan dipinggir bentang 2,03 mm. Hal ini terjadi karena pengaruh perletakan beban pada tengah bentang jadi lendutan pasti lebih besar di tengah bentang. Disini sifat beton yang cenderung getas dapat ditutupi oleh elatisitas bambu sehingga plat mampu melendut hingga 6,55 mm. Lendutan yang terjadi itu sendiri kalau secara visual mungkin akan sulit kita lihat,akan tetapi pembacaanya dapat dilihat pada alat Dial Gauge. Meskipun terjadi penyimpangan pada lendutan di tengah bentang dimana nilai lendutan maksimumnya lebih besar dari lendutan maksimum secara teori, akan tetapi hal itu wajar terjadi dalam proses penelitian mengingat faktor-faktor teknis dan non teknis selama proses pembuatan benda uji sampai proses pengujian juga akan mempengaruhi hasil pengujian. Tetapi yang terpenting nilai lendutan maksimum hasil pengujian tersebut masih dibawah nilai lendutan ijin yaitu 7,77 mm, jadi dapat dikatakan tidak terjadi penyimpangan berarti dalam proses penelitian dan hasil penelitian sesuai dengan teori yang diharapkan.

Sumber : Hasil Penelitian

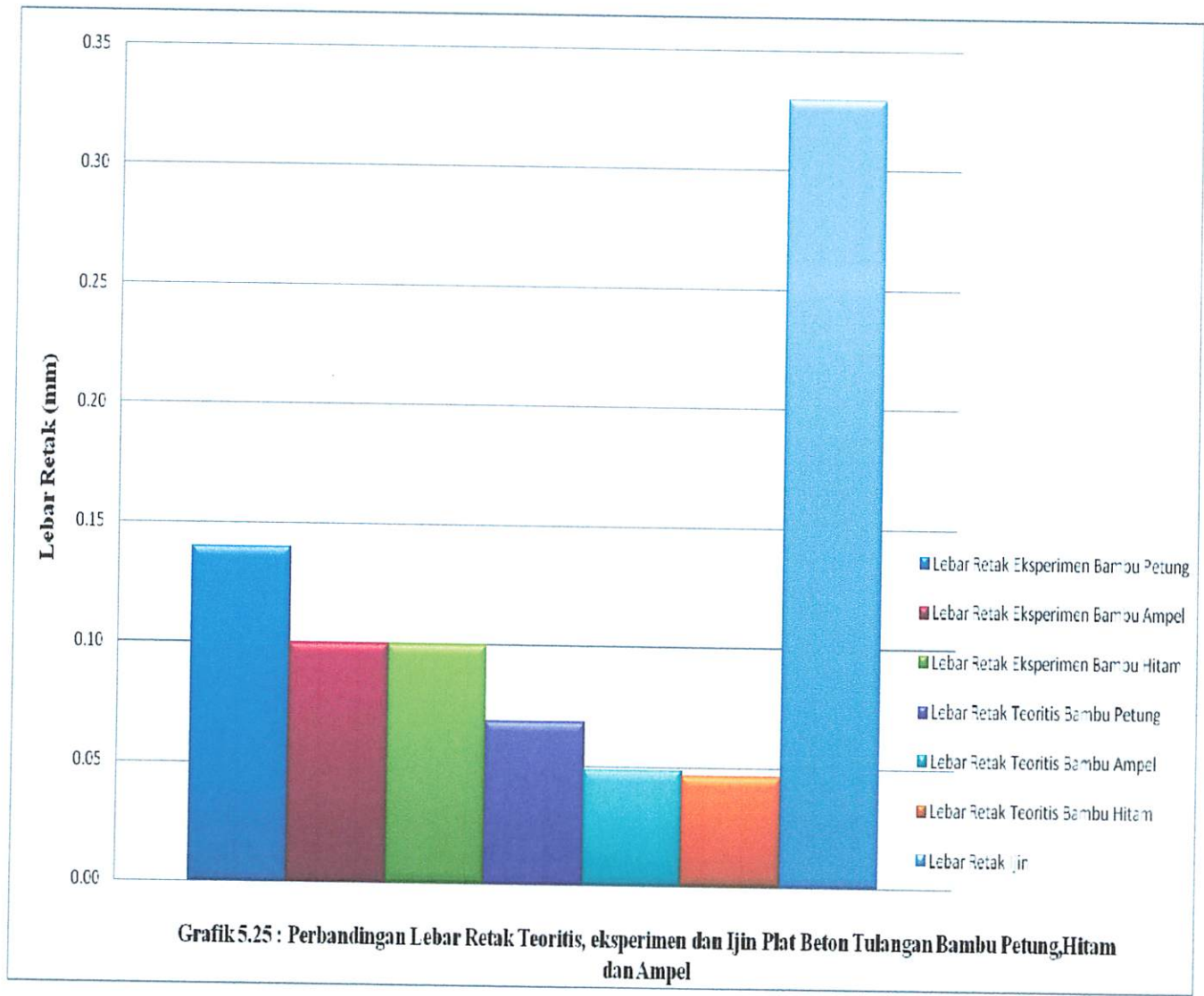


Grafik 5.24 : Lendutan Plat Beton Tulangan Bambu Ampel



Dari grafik hasil data pengujian lendutan plat beton (12x40x300) cm tulangan bambu ampel diatas dapat kita lihat bahwa besarnya lendutan maksimum hasil pengujian di tengah bentang nilainya 6,11 mm dan di pinggir bentang nilainya 3,06 mm. Sedangkan secara teori besarnya lendutan maksimum ditengah bentang nilainya 3,02 mm dan dipinggir bentang 2,08 mm. Hal ini terjadi karena pengaruh perletakan beban pada tengah bentang jadi lendutan pasti lebih besar di tengah bentang. Disini sifat beton yang cenderung getas dapat ditutupi oleh elatisitas bambu sehingga plat mampu melendut hingga 6,11 mm. Lendutan yang terjadi itu sendiri kalau secara visual mungkin akan sulit kita lihat,akan tetapi pembacaanya dapat dilihat pada alat Dial Gauge. Meskipun terjadi penyimpangan pada lendutan di tengah bentang dimana nilai lendutan maksimumnya lebih besar dari lendutan maksimum secara teori, akan tetapi hal itu wajar terjadi dalam proses penelitian mengingat faktor-faktor teknis dan non teknis selama proses pembuatan benda uji sampai proses pengujian juga akan mempengaruhi hasil pengujian. Tetapi yang terpenting nilai lendutan maksimum hasil pengujian tersebut masih dibawah nilai lendutan ijin yaitu 7,77 mm, jadi dapat dikatakan tidak terjadi penyimpangan berarti dalam proses penelitian dan hasil penelitian sesuai dengan teori yang diharapkan.

### 5.2.2. Pembahasan Lebar Retak Plat Beton Tulangan Bambu



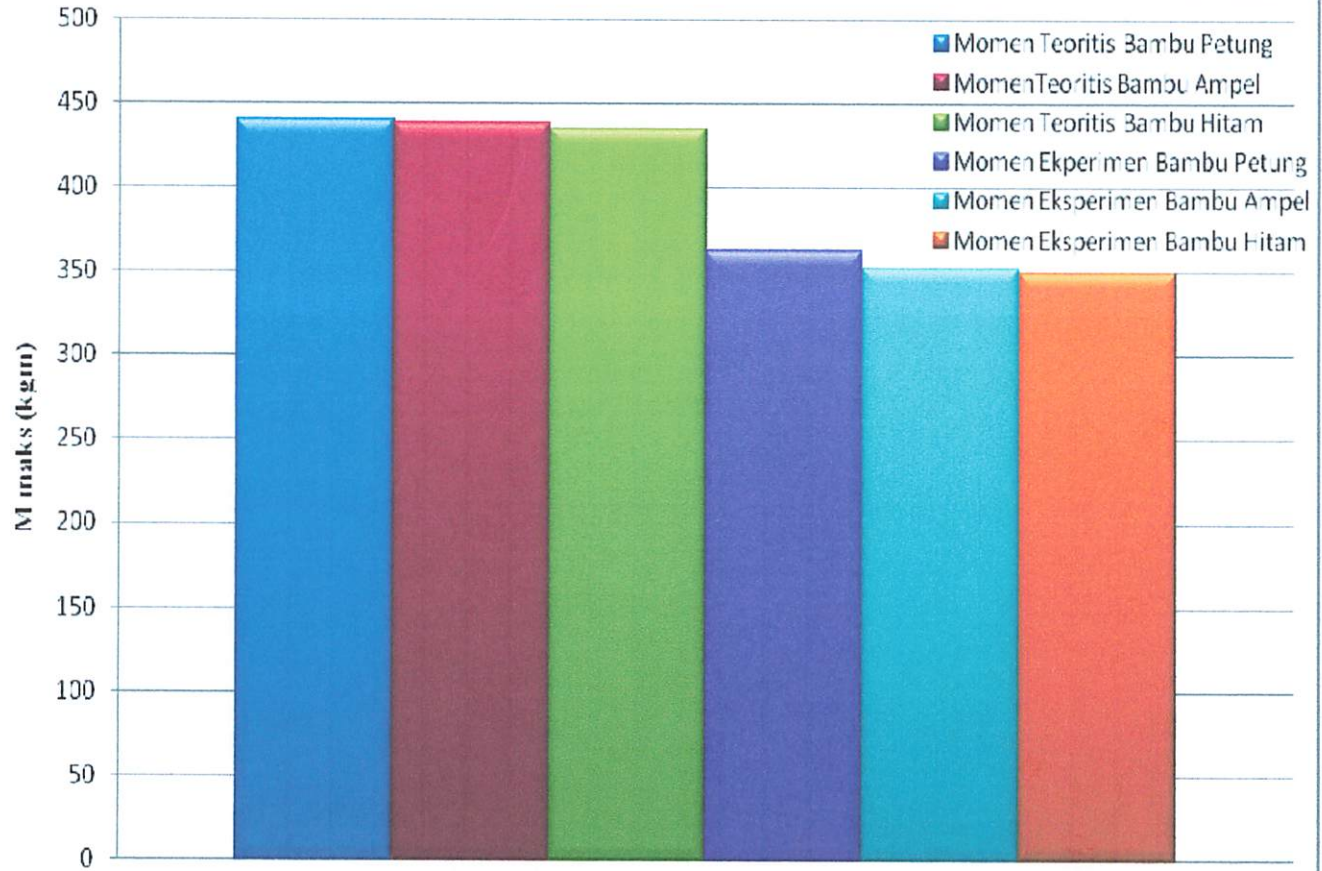
Sumber : Hasil Penelitian

Pada grafik 5.25 ini dapat dilihat bahwa lebar retak grafiknya berupa garis lurus karena kami hanya melihat lebar retak setelah mencapai beban maksimum saja. Secara visual lebar retak sudah bisa kita lihat langsung setelah selesai pengujian akan tetapi dalam pengukuran lebarnya disini kami memakai alat jangka sorong untuk mendapat hasil yang lebih akurat. Dari grafik hasil data pengujian lebar retak plat beton tulangan bambu diatas dapat kita lihat bahwa besarnya lebar retak hasil pengujian lebih kecil dibanding lebar retak ijin dan lebar retak secara teori .Plat beton tulangan bambu petung besarnya lebar retak riil 0,14 mm ,plat beton tulangan bambu hitam besarnya lebar retak riil 0,10 mm dan plat beton tulangan bambu ampel besarnya lebar retak riil 0,10 mm. Jadi dapat dikatakan plat beton tulangan bambu ini masih memenuhi persyaratan lebar retak karena dari ketiganya semuanya mempunyai besar lebar retak hasil pengujian dibawah 0,33 mm yaitu lebar retak ijin untuk konstruksi eksterior mengingat plat beton ini akan dimanfaatkan sebagai jembatan inspeksi.

### **5.2.3. Pembahasan Momen Eksperimen dan Momen Teoritis Plat Beton (12x40x300) cm Dengan Tulangan Bambu Petung, Bambu Hitam, dan Bambu Ampel**

Perbandingan momen eksperimen dan momen teoritis pada plat beton hasil penelitian adalah sebagai berikut:

Sumber : Hasil Penelitian

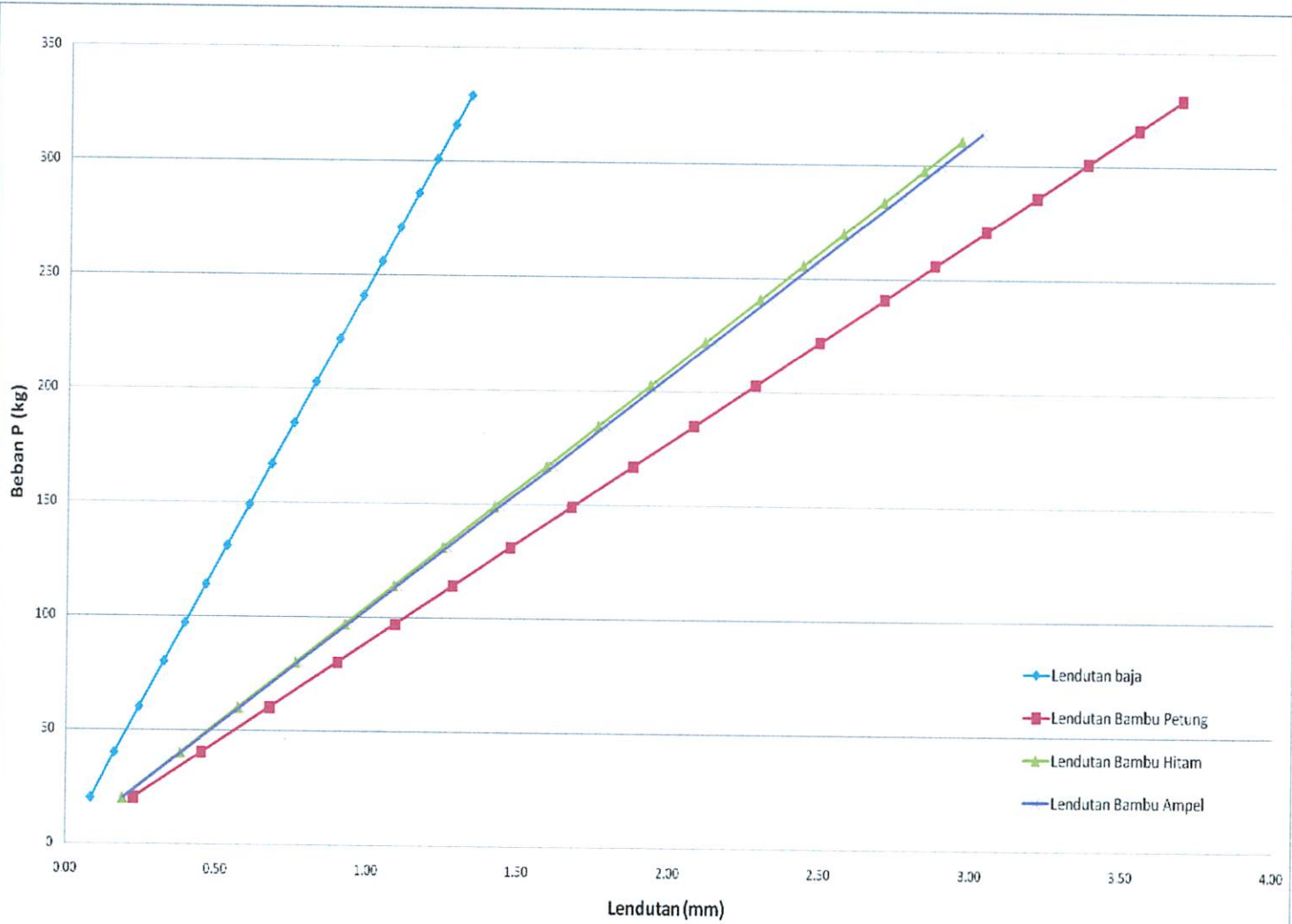


Grafik 5.26 Perbandingan Momen Teoritis dan Eksperimen Plat Beton Tulangan Bambu Petung, Bambu Hitam dan Bambu Ampel

Dari grafik hasil data perhitungan momen plat beton tulangan bambu diatas dapat kita lihat bahwa besarnya. Plat beton tulangan bambu petung besar momen maksimum eksperimennya 362,79 kgm dan secara teori besarnya 440,7 kgm. Plat beton tulangan bambu ampel besar momen maksimum eksperimennya 352,29 kgm dan secara teori besarnya 438,2 kgm. Plat beton tulangan bambu hitam besar momen maksimum eksperimennya 350,19 kgm dan secara teori besarnya 435,4 kgm. Hal ini sesuai dengan teori yang ada mengingat semakin besar beban pasti momen juga akan besar, disini memang plat tulangan bambu petung yang mampu menahan beban paling besar yaitu 329 kg sedangkan bambu ampel dan hitam hanya mampu menahan beban 314 kg dan 311 kg. Yang paling penting disini adalah tidak terjadi penyimpangan yang signifikan antara perhitungan momen teoritis dan momen lapangan yang terjadi. Jadi dapat dikatakan penelitian ini masih berjalan sesuai dengan teori yang ada.

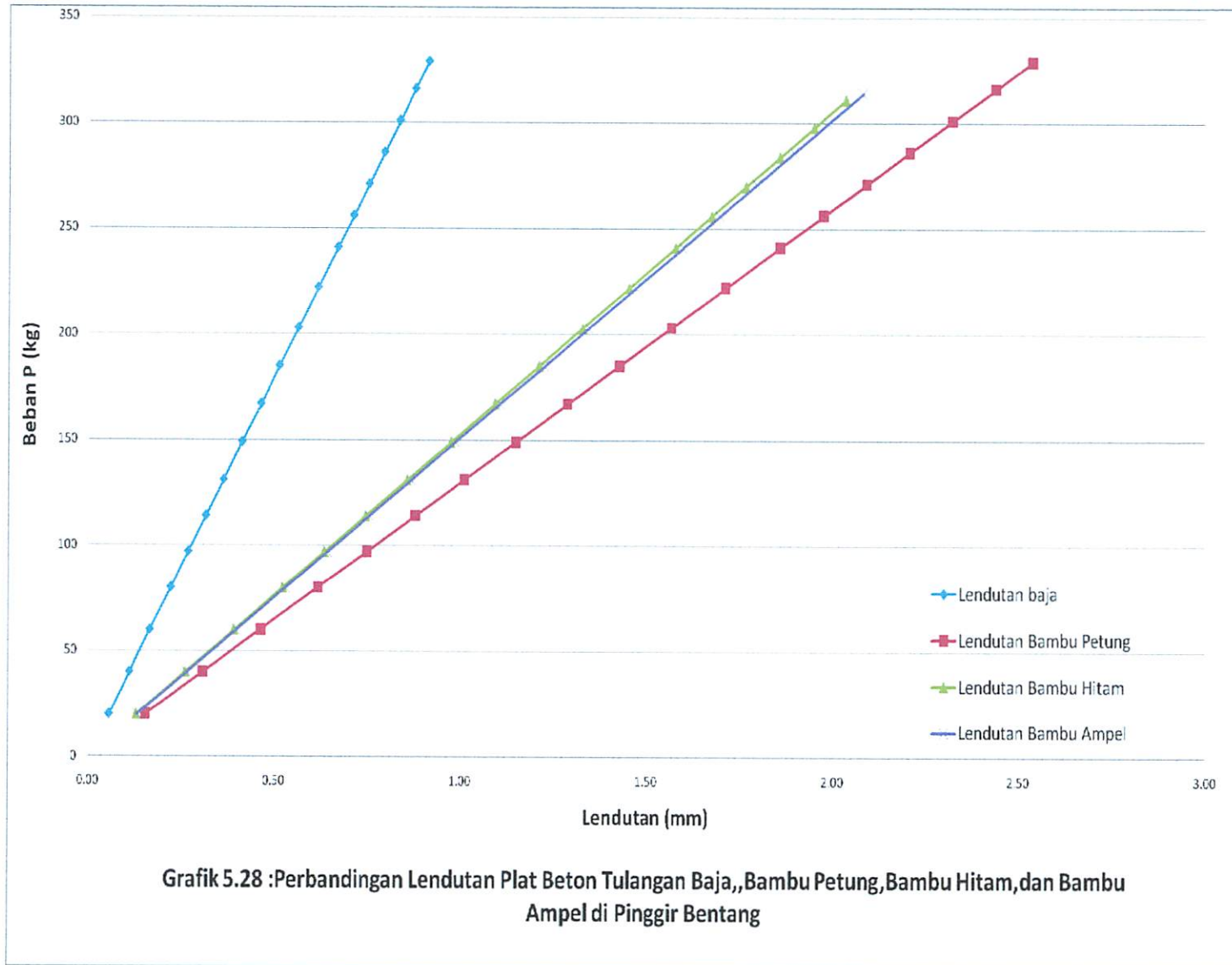
#### **5.2.4. Pembahasan Perbandingan Lendutan Plat Beton Tulangan Bambu dengan Plat Beton Tulangan Baja Secara Teoritis**

Setelah didapat nilai perbandingan hasil perhitungan lendutan plat beton tulangan bambu dan plat beton tulangan baja selanjutnya kami mencoba menjabarkannya dalam garfik lendutan seperti berikut :



Grafik 5.27 : Perbandingan Lendutan Plat Beton Tulangan Baja, Bambu Petung, Bambu Hitam, dan Bambu Ampel di Tengah Bentang

Sumber : Hasil Penelitian



Grafik 5.28 :Perbandingan Lendutan Plat Beton Tulangan Baja,,Bambu Petung,Bambu Hitam,dan Bambu Ampel di Pinggir Bentang

Dari grafik diatas dapat dilihat nilai lendutan maksimum baja secara teoritis di tengah bentang 1,33 mm dan di pinggir bentang 0,91 mm. Sedangkan besarnya lendutan maksimum plat beton tulangan bambu baik di tengah dan di pinggir bentang secara teoritis masing-masing, plat beton tulangan bambu petung 3,69 mm dan 2,54 mm, plat beton tulangan bambu hitam 2,96 mm dan 2,03 mm, plat beton tulangan bambu ampel 3,02 mm dan 2,08 mm. Dari data perbandingan lendutan maksimum plat beton tulangan bambu dengan plat beton tulangan baja diatas dapat kita lihat bahwa plat beton tulangan baja mempunyai lendutan lebih kecil. Hal ini sesuai dengan teori yang ada bahwa baja selalu diidentikan dengan beton karena mempunyai regangan yang hampir sama dengan beton. Jadi secara teori dapat dikatakan plat beton tulangan baja lebih kuat daripada plat beton tulangan bambu. Tapi dalam hal ini kita hanya mencoba mencari alternatif tulangan yang nilainya mendekati kekuatan baja dan bambu merupakan pilihan yang tepat meskipun dengan berbagai kekurangan dibanding baja.



## **BAB VI**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **6.1. Kesimpulan**

1. Bambu mampu menggantikan baja sebagai tulangan plat beton (12x40x300) cm pada jembatan inspeksi, ini dapat dilihat dari lendutan yang terjadi dan juga beban maksimal yang bisa ditahan pada grafik 5.22 - 5.24 .
2. Beban maksimum yang dapat ditahan plat beton (12x30x400) cm dengan tulangan rangkap bambu petung sebesar 329 kg dengan lendutan maksimum 6.32 mm, bambu hitam sebesar 311 kg dengan lendutan maksimum 6,55 mm, dan bambu ampel sebesar 314 kg dengan lendutan maksimum 6,11 mm.

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa dari segi kekuatan bambu petung paling mampu digunakan sebagai alternatif pengganti tulangan baja pada plat beton (12x40x300) cm karena mampu menerima beban maksimum paling besar yaitu 329 kg. Beban maksimum ini lebih kecil dari beban maksimum secara teoritis karena pada perhitungan teoritis tegangan bambu yang digunakan adalah tegangan hancur.

## **6.2. Saran**

- 1. Sebaiknya menggunakan tebal minimal 12 cm untuk plat beton jembatan inspeksi.**
- 2. Sebaiknya menggunakan bambu yang sudah tua dan batangnya lurus agar lebih kuat dan mempermudah pembuatan tulangan.**
- 3. Bambu sebaiknya hanya digunakan sebagai alternatif pengganti baja pada struktur sederhana saja.**
- 4. Sebaiknya dilakukan penelitian yang lebih banyak lagi untuk mendapatkan hasil yang benar-benar akurat tentang pemanfaatan bambu untuk konstruksi.**

## DAFTAR PUSTAKA

- Anggraini Kusuma. Dwi.(2003).*Aplikasi Bambu Pilinan Sebagai Tulangan Balok Beton*:Universitas Mataram.NTB. Diakses tanggal 19 oktober 2010.  
<http://puslit2.petra.ac.id/ejournal/index.php/civ/article/download/15568/15560>
- Anonim.(2002). *Petunjuk Praktikum Beton*. Laboratorium Teknik Sipil Institut Teknologi Nasional Malang. Malang.
- Anonim.(2002). *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung SNI 03-2847-2002*. Bandung.
- Dispohusodo.Istimawan.(1999) *Struktur Beton Bertulang* : Gramedia Utama. Jakarta.527 halaman.
- Frick,Heinz.(2004) *Ilmu Kontruksi Bangunan Bambu* . : Kanisius. Jakarta. 166 halaman.
- Nawy.Edward G.Dr.P.E(1998).*Beton Bertulang* : Refika Aditama.Bandung.763 Halaman.
- Putra. Dharma(2007).*Kapasitas Lentur Plat Beton Bertulangan Bambu*. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Vol.11, No. 1, Januari 2007*:Universitas Udayana. Denpasar. Diakses tanggal 19 Oktober 2010. [http://ejournal.unud.ac.id/?module=detail\\_penelitian&idf=31&idj=43&idv=175&idi=195&idr=1146](http://ejournal.unud.ac.id/?module=detail_penelitian&idf=31&idj=43&idv=175&idi=195&idr=1146).
- Wang.Chuka-Kia.(1992). *Desain Beton Bertulang jilid 2* :Erlangga. Jakarta.452 Halaman.
- Widyowijatmoko. Andry. [http://www.bamboocentral.org/ PDF\\_files / Modul\\_PELATIHAN\\_MABUTER.pdf](http://www.bamboocentral.org/PDF_files/Modul_PELATIHAN_MABUTER.pdf)
- <http://www.bluefame.com/index.php?showtopic=119372>
- <http://sains.kompas.com/read/2009/10/05/08102563/Mau.Tahan.Gempa..Pakai.Struktur.Bambu..>

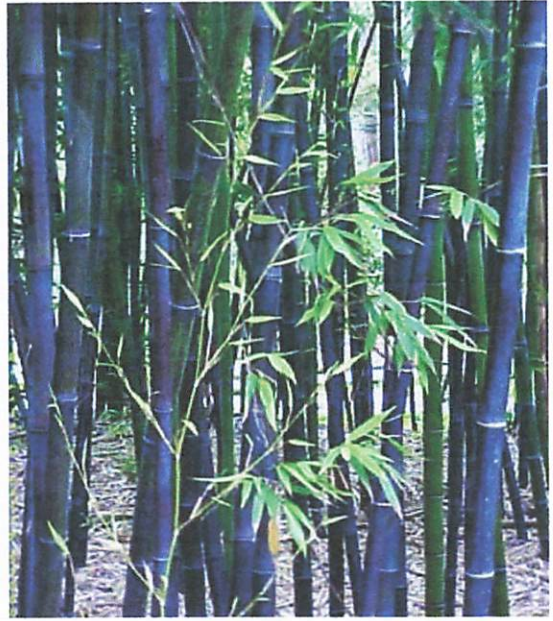
2011

# LAMPIRAN SKRIPSI

TEKNIK SIPIL S-1  
ITN MALANG







**Bambu Petung dan bambu Hitam**



**Bambu Ampel Kuning**



**Pembuatan Bekisting**



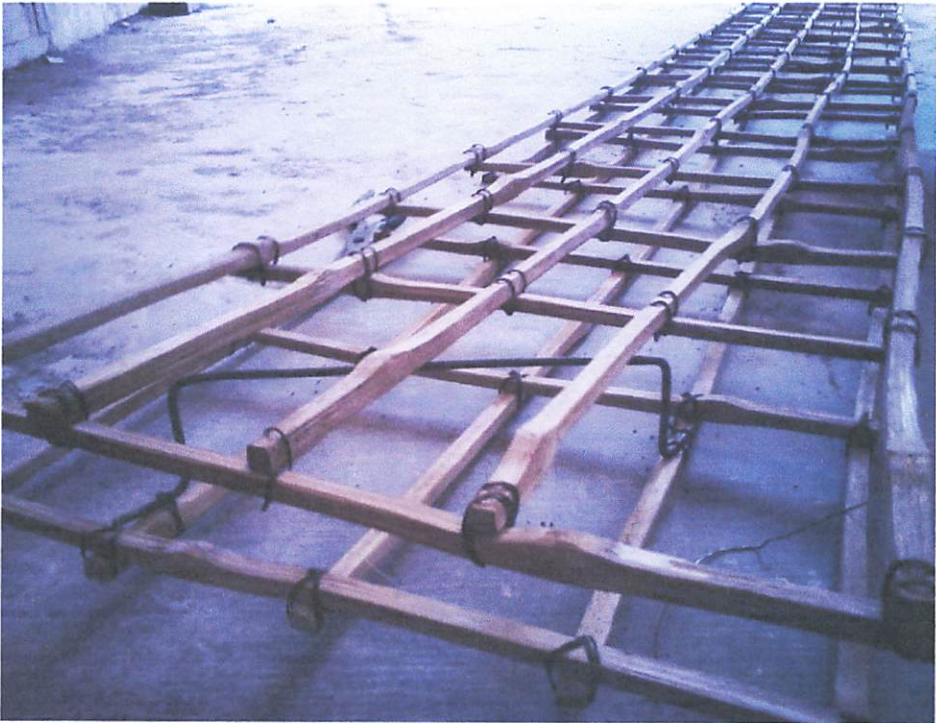




**Pemilihan bambu untuk tulangan bagi**



**Pembentukan Tulangan Rangkap**



**Tulangan Rangkap yang sudah dibentuk**



**Bekisting/Cetakan Plat**





**Persiapan Tulangan**



**Molen/Alat Pengaduk Campuran Beton**



**Campuran beton dikeluarkan dari molen**



**Campuran Beton dimasukkan ke dalam cetakan**





Proses pengecoran Plat







Plat sebelum bekistingnya dilepas





**Pelepasan Bekisting**



**Proses Pengkepingan Silinder**

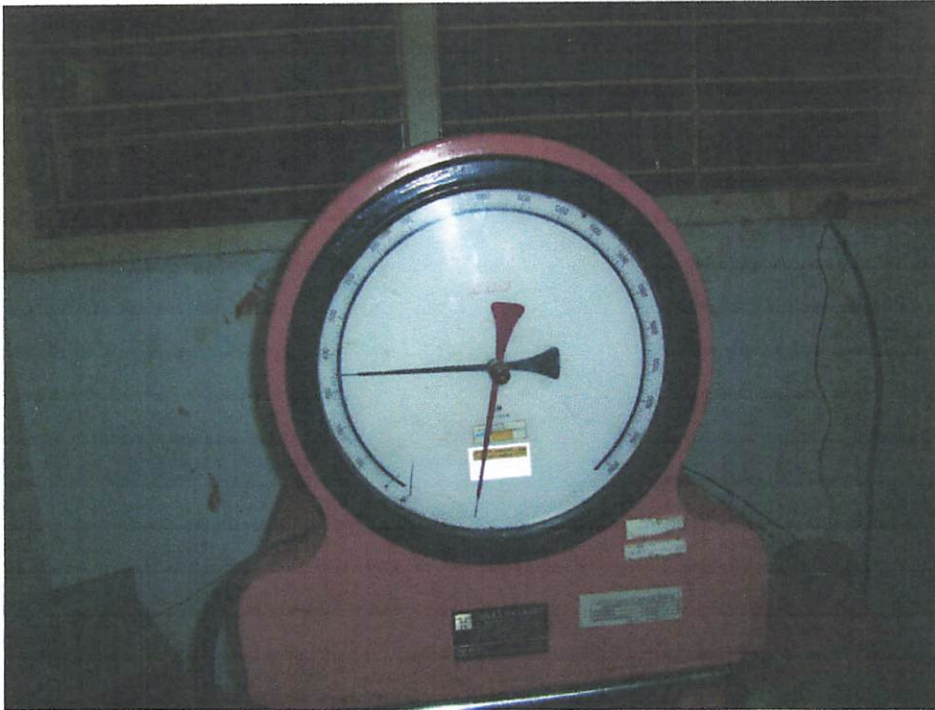




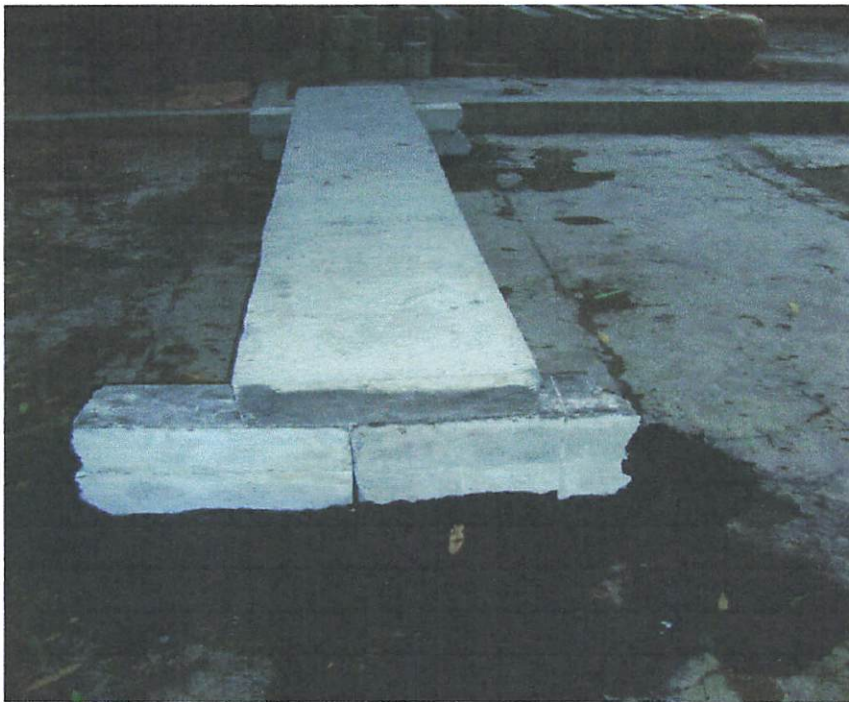
**Silinder setelah dikeping**



**Uji silinder**

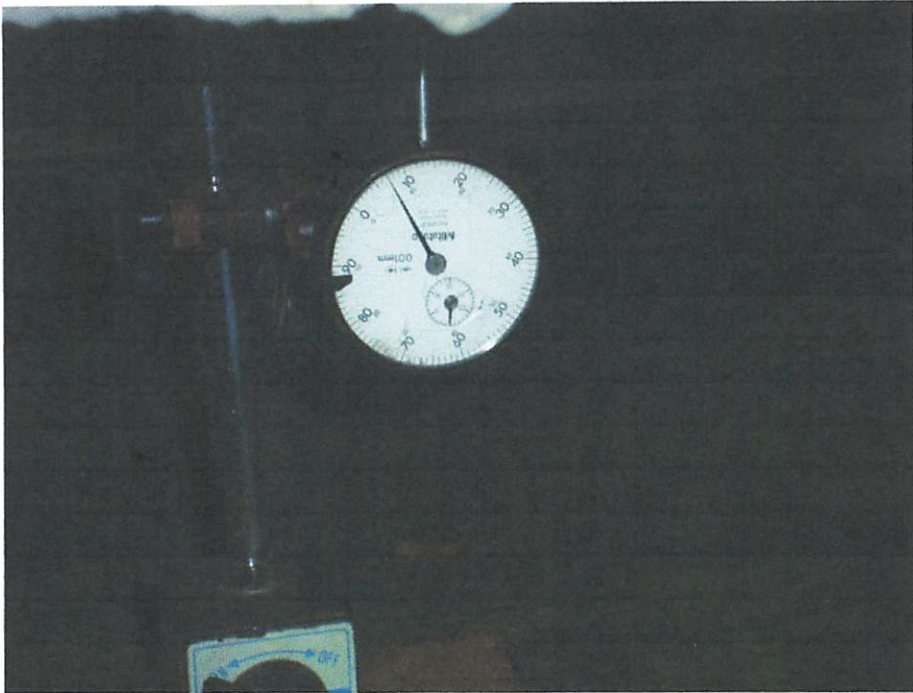


pembacaan uji tekan silinder



Plat sebelum di uji





dial gauge



Pembebanan plat





**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551951 - 551431 Psw. 256 Malang 65145

## BERAT ISI AGREGAT KASAR BATU PECAH

LEPAS / GEMBUR		I	II	III
A.	Berat tempat + Benda uji (gr)	21920	21890	22060
B.	Berat tempat (gr)	7930	7930	7930
C.	Berat benda uji (gr)	13990	13960	14130
D.	Isi tempat (cm <sup>3</sup> )	10000	10000	10000
E.	Berat isi benda uji (gr/cm <sup>3</sup> )	1.40	1.40	1.41
F.	Berat isi benda uji rata-rata (gr/cm <sup>3</sup> )	1.40		

PADAT		I	II	III
A.	Berat tempat + Benda uji (gr)	22910	23360	23190
B.	Berat tempat (gr)	7930	7930	7930
C.	Berat benda uji (gr)	14980	15430	15260
D.	Isi tempat (cm <sup>3</sup> )	10000	10000	10000
E.	Berat isi benda uji (gr/cm <sup>3</sup> )	1.50	1.54	1.53
F.	Berat isi benda uji rata-rata (gr/cm <sup>3</sup> )	1.52		





**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551951 - 551431 Psw. 256 Malang 65145

## BERAT ISI HALUS (PASIR)

LEPAS / GEMBUR		I	II	III
A.	Berat tempat + Benda uji (gr)	8020	8080	8150
B.	Berat tempat (gr)	3560	3560	3560
C.	Berat benda uji (gr)	4460	4520	4590
D.	Isi tempat (cm <sup>3</sup> )	3000	3000	3000
E.	Berat isi benda uji (gr/cm <sup>3</sup> )	1.49	1.51	1.53
F.	Berat isi benda uji rata-rata (gr/cm <sup>3</sup> )	1.51		

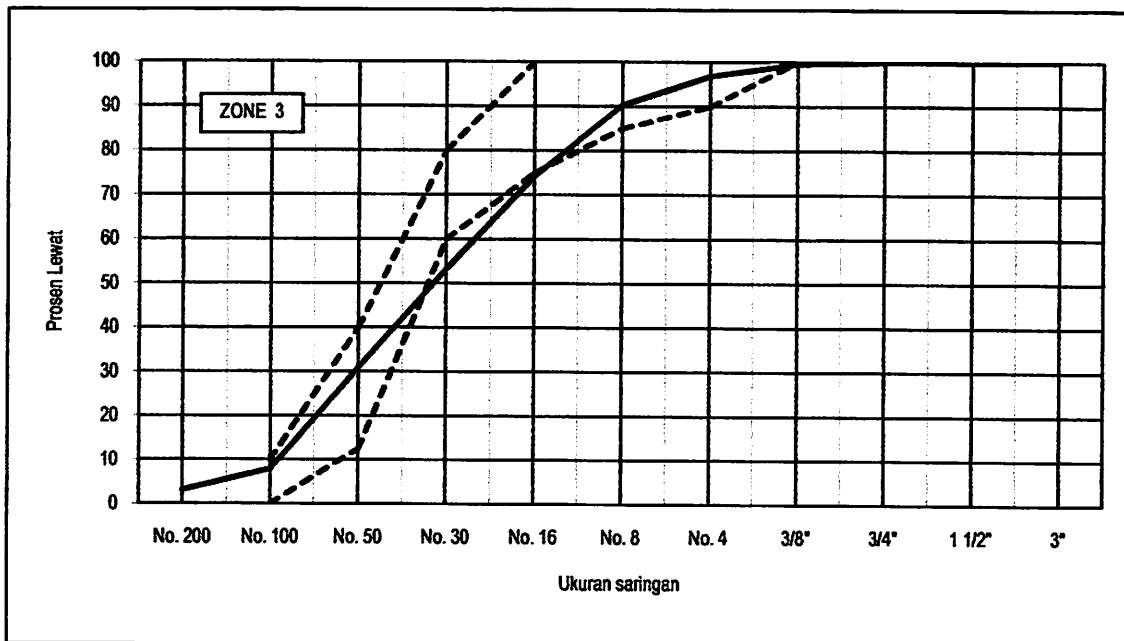
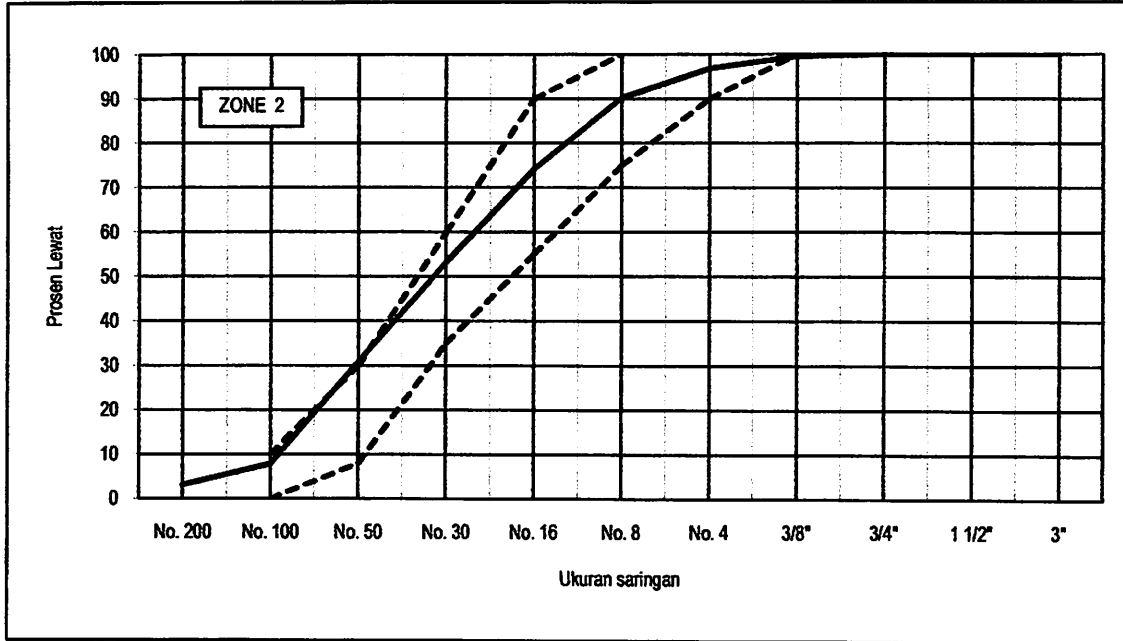
PADAT		I	II	III
A.	Berat tempat + Benda uji (gr)	8620	8630	8610
B.	Berat tempat (gr)	3560	3560	3560
C.	Berat benda uji (gr)	5060	5070	5050
D.	Isi tempat (cm <sup>3</sup> )	3000	3000	3000
E.	Berat isi benda uji (gr/cm <sup>3</sup> )	1.69	1.69	1.68
F.	Berat isi benda uji rata-rata (gr/cm <sup>3</sup> )	1.69		





**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

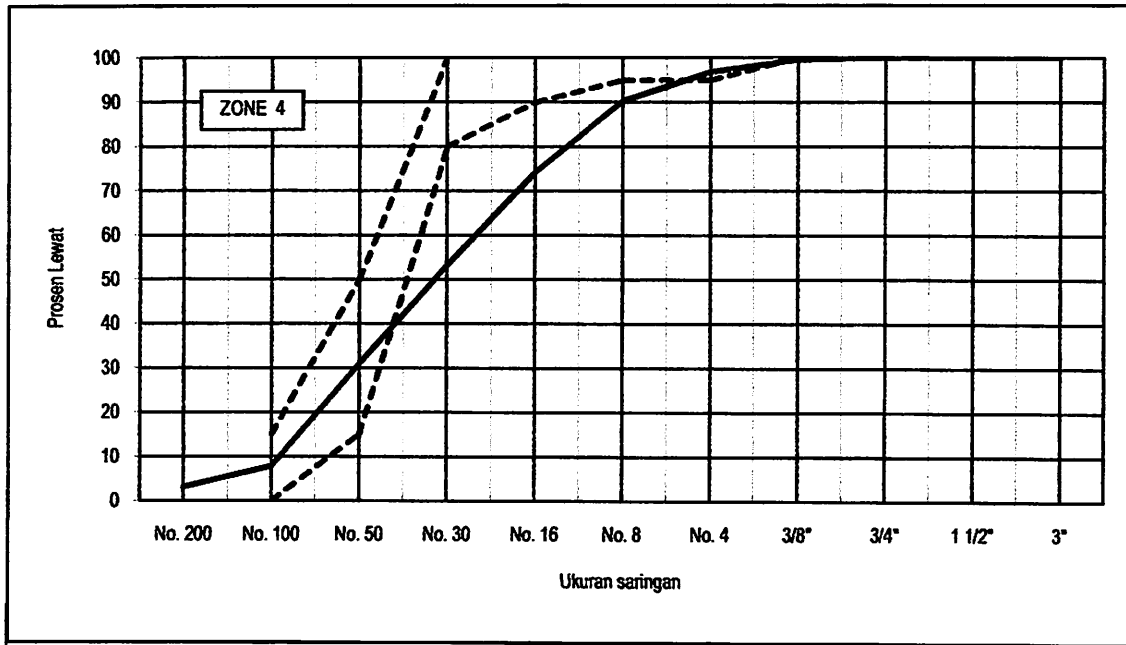
Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551951 - 551431 Psw. 256 Malang 65145





**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551951 - 551431 Psw. 256 Malang 65145





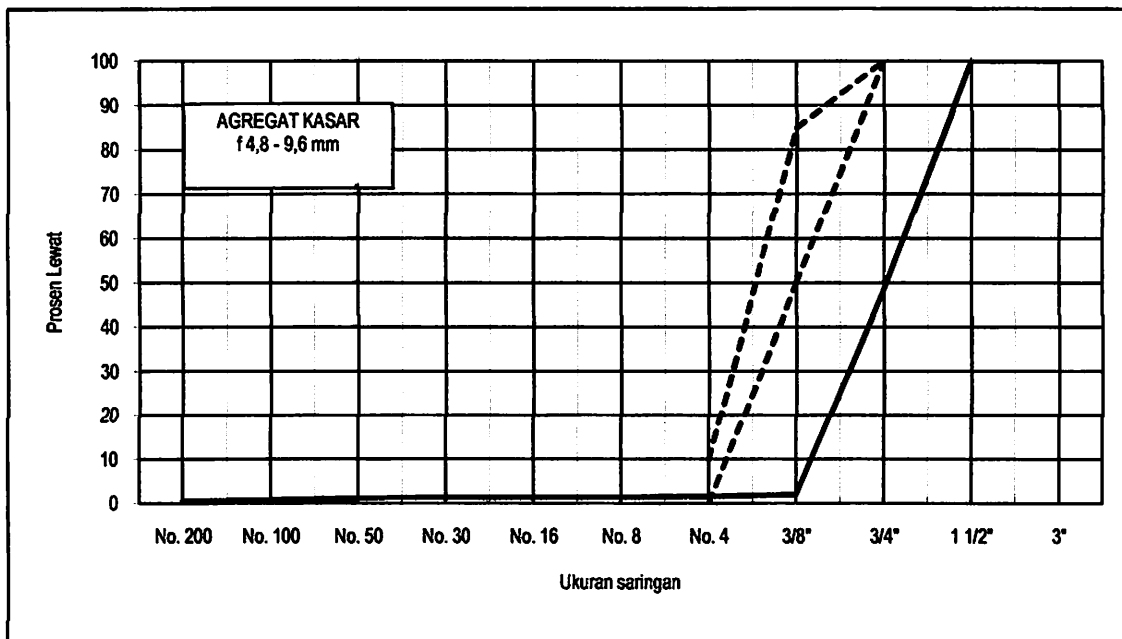
**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551951 - 551431 Psw. 256 Malang 65145

## ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR

Berat contoh kering : 20260 gr

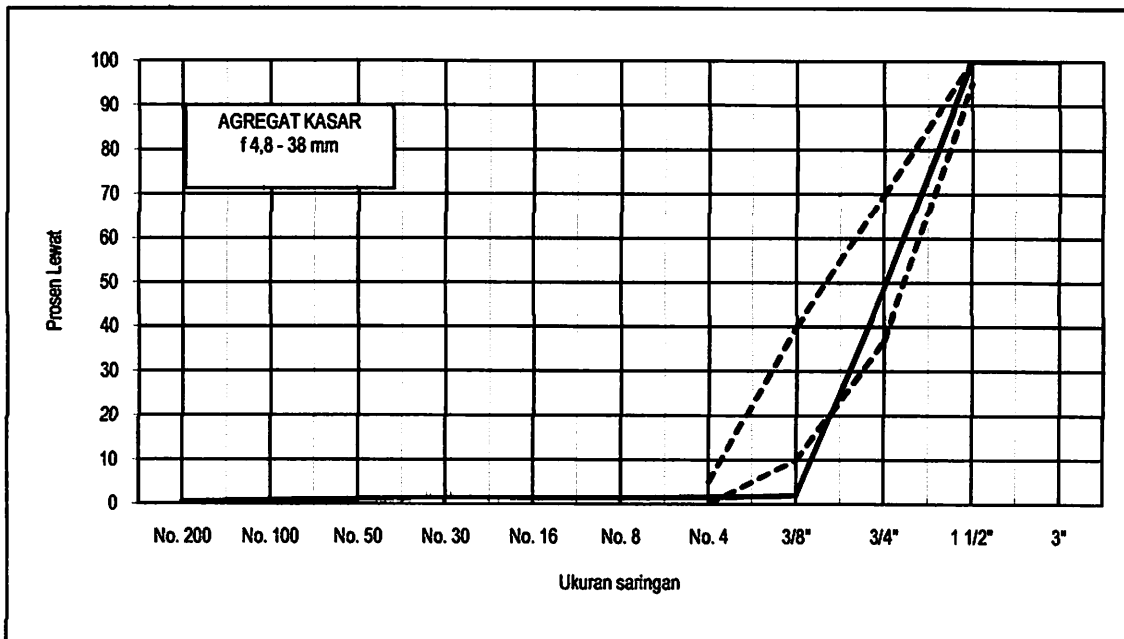
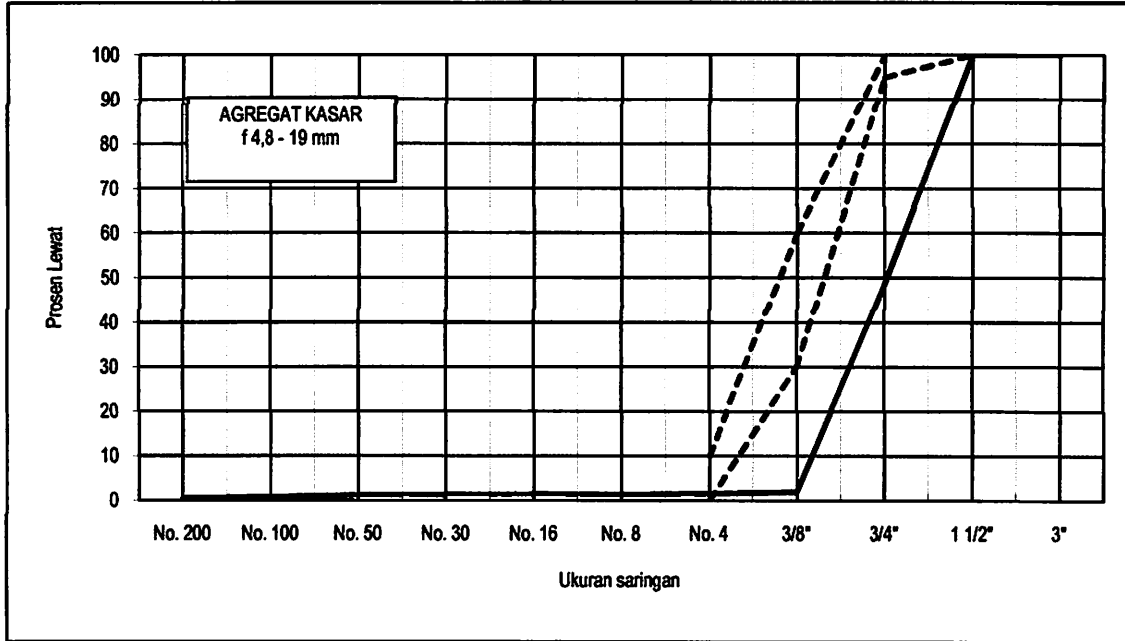
Ukuran saringan	Berat tertahan	Prosen tertahan	Kumulatif	
			tertahan	lewat
76.2 mm (3")	0.00	0.00	0.00	100.00
38.1 mm (1 1/2")	0.00	0.00	0.00	100.00
19.1 mm (3/4")	10400.00	51.33	51.33	48.67
9.6 mm (3/8")	9450.00	46.64	97.98	2.02
4.75 mm (No. 4)	90.50	0.45	98.42	1.58
2.36 mm (No. 8)	40.20	0.20	98.62	1.38
1.18 mm (No. 16)	8.70	0.04	98.66	1.34
0.6 mm (No. 30)	10.80	0.05	98.72	1.28
0.3 mm (No. 50)	35.10	0.17	98.89	1.11
0.15 mm (No. 100)	62.20	0.31	99.20	0.80
0.075 mm (No. 200)	56.10	0.28	99.47	0.53
pan	96.60	0.48	99.95	0.05





**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551951 - 551431 Psw. 256 Malang 65145





1941  
1942  
1943  
1944  
1945  
1946  
1947  
1948  
1949  
1950  
1951  
1952  
1953  
1954  
1955  
1956  
1957  
1958  
1959  
1960  
1961  
1962  
1963  
1964  
1965  
1966  
1967  
1968  
1969  
1970  
1971  
1972  
1973  
1974  
1975  
1976  
1977  
1978  
1979  
1980  
1981  
1982  
1983  
1984  
1985  
1986  
1987  
1988  
1989  
1990  
1991  
1992  
1993  
1994  
1995  
1996  
1997  
1998  
1999  
2000  
2001  
2002  
2003  
2004  
2005  
2006  
2007  
2008  
2009  
2010  
2011  
2012  
2013  
2014  
2015  
2016  
2017  
2018  
2019  
2020  
2021  
2022  
2023  
2024  
2025

## KADAR LUMPUR dan KADAR ZAT ORGANIK AGREGAT HALUS

Dari hasil pengujian kadar lumpur yang telah kami laksanakan, didapatkan hasil sebagai berikut :

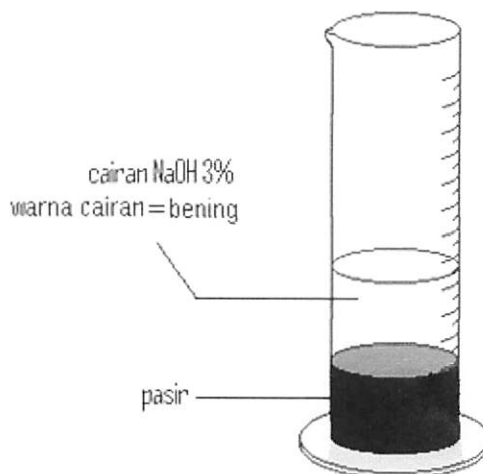
V1 (tinggi pasir) = 394 ml

V2 (tinggi lumpur) = 2ml

$$\begin{aligned}\text{Kadar lumpur} &= \frac{V_2}{V_1 + V_2} \times 100 \% \\ &= 0.505\%\end{aligned}$$

Dengan hasil tersebut di atas, maka pasir yang diperiksa layak digunakan untuk campuran beton, dikarenakan kadar lumpurnya < 5% (merupakan ketentuan dalam peraturan bagi penggunaan agregat halus untuk pembuatan beton).

Untuk pengujian zat organik agregat halus didapatkan warna **bening**, yang berarti bahwa bahan yang diperiksa mempunyai sedikit kandungan zat organik .



Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa pasir yang diperiksa memenuhi syarat untuk dipergunakan sebagai agregat halus untuk campuran beton.



**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551951 - 551431 Psw. 256 Malang 65145

## KADAR AIR AGREGAT

AGREGAT KASAR		ASLI		SSD	
	Nomor test				
A.	Berat tempat (gr)	2790	2650	174.9	165.3
B.	Berat tempat + contoh (gr)	23980	24600	1978.7	1992.5
C.	Berat tempat + contoh kering ov (gr)	23320	24140	1899.6	1911.6
D.	Kadar air = $\frac{B-C}{C-A} \times 100\%$ (%)	3.21	2.14	4.59	4.63
F.	Kadar air rata-rata (%)	2.68		4.61	

AGREGAT HALUS		ASLI		SSD	
	Nomor test				
A.	Berat tempat (gr)	3480	2600	172.3	166.7
B.	Berat tempat + contoh (gr)	22570	22130	1480	1642.5
C.	Berat tempat + contoh kering ov (gr)	21660	20980	1463.90	1622.40
D.	Kadar air = $\frac{B-C}{C-A} \times 100\%$ (%)	5.01	6.26	1.25	1.38
F.	Kadar air rata-rata (%)	5.63		1.31	



**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551951 - 551431 Psw. 256 Malang 65145

## BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AGREGAT KASAR

		I	II	Rata-rata
Berat contoh kering oven	Bk	4781.7	4778.66	4780.18
Berat contoh kering permukaan jenuh	Bj	5000	5000	5000
Berat contoh di dalam air	Ba	3076.8	3072.9	3074.85
Berat Jenis (bulk)	$\frac{Bk}{Bj - Ba}$	2.49	2.48	2.48
Berat jenis kering permukaan jenuh	$\frac{Bj}{Bj - Ba}$	2.60	2.59	2.60
Berat jenis semu (apparent)	$\frac{Bk}{Bk - Ba}$	2.80	2.80	2.80
Penyerapan (absorpsi)	$\frac{Bj - Bk}{Bk} \times 100\%$	4.57	4.63	4.60



**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551951 - 551431 Psw. 256 Malang 65145

## BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AGREGAT HALUS

		I	II	Rata-rata
Berat contoh kering oven	Bk	493.40	493.80	493.60
Berat contoh kering permukaan jenuh	Bj	500.00	500.00	500.00
Berat piknometer diisi air pada 25°C	B	665.50	676.50	671.00
Berat piknometer + contoh + air (25°C)	Bt	991.60	979.60	985.60
Berat Jenis (bulk)	$\frac{Bk}{(B + Bj - Bt)}$	2.84	2.51	2.67
Berat jenis kering permukaan jenuh	$\frac{Bj}{(B + Bj - Bt)}$	2.88	2.54	2.71
Berat jenis semu (apparent)	$\frac{Ek}{(B + Ek - Bt)}$	2.95	2.59	2.77
Penyerapan (absorpsi)	$\frac{Bj - Bk}{Bk} \times 100 \%$	1.34	1.26	1.30



**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551951 - 551431 Psw. 256 Malang 65145

**PENGUJIAN KEAUSAN AGREGAT  
dengan Mesin Abrasi Los Angeles (500 Putaran)  
AASHTO T 96 - 77**

Gradasi pemeriksaan		B (fraksi 10 - 20 mm)			
Saringan		I		II	
Lolos	tertahan	Berat sebelum	Berat sesudah	Berat sebelum	Berat sesudah
76.20 mm (3")	63.50 mm (2,5")				
63.50 mm (2,5")	50.80 mm (2")				
50.80 mm (2")	37.50 mm (1,5")				
37.50 mm (1,5")	25.40 mm (1")				
25.40 mm (1")	19.00 mm (3/4")				
19.00 mm (3/4")	12.50 mm (1/2")	2500			
12.50 mm (1/2")	9.50 mm (3/8")	2500			
9.50 mm (3/8")	6.30 mm (1/4")				
6.30 mm (1/4")	4.75 mm (No. 4)				
4.75 mm (No. 4)	2.38 mm (No. 8)				
Jumlah berat		5000			
Berat tertahan saringan no 12			3500.5		

		I	II	
a	Berat benda uji semula	5000		gram
b	Berat benda uji tertahan saringan No.12 (& No.4)	3500.5		gram
	Keausan : $\frac{a-b}{a} \times 100 \%$	29.99		%



**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551951 - 551431 Psw. 256 Malang 65145

**Perancangan campuran beton dengan metode British 1986 untuk mutu f'c 20**

No.	Sebutan	Referensi Perhitungan	Nilai
<b>Penerapan variabel perencanaan</b>			
1.	Kekuatan tekan karakteristik	Disyaratkan (pada 28 hari)	20.00 MPa
2.	Deviasi standar	Tabel 1	6.00 MPa
3.	Margin kekuatan	1,34 [2]	8.04 MPa
4.	Kekuatan tekan rencana	[1] + [3]	28.04 MPa
5.	Jenis semen yang digunakan	Disyaratkan	Gresik Type I
6.	Jenis agregat kasar	Dipecah / tidak dipecah *)	Dipecah
	Jenis agregat halus	Dipecah / tidak dipecah *)	Tidak dipecah
7.	Faktor air semen (W/C)	Gambar 13 (W/C)	0.71
8.	Faktor air semen maksimum	Tabel 12 (W/C)	0.75
9.	Faktor air semen yang digunakan pada perencanaan	Terkecil antara [7] dan [8] (W/C)	0.71
10.	Slump yang direncanakan	Disyaratkan (tabel 9)	100.00 mm
11.	Ukuran agregat maksimum	Tabel 5	20.00 mm
12.	Kadar air bebas	Tabel 11	215.00 kg/m <sup>3</sup>
13.	Jumlah semen	[12] / [9]	302.82 kg/m <sup>3</sup>
14.	Jumlah semen minimum	Tabel 12	266.67 kg/m <sup>3</sup>
15.	Jumlah semen yang digunakan pada perencanaan	Terbesar antara [13] dan [14]	302.82 kg/m <sup>3</sup>
16.	Proporsi agregat halus	Gambar 14	46.00 %
17.	Proporsi agregat kasar	100% - [16]	54.00 %
18.	Berat jenis agregat halus (SSD)	Tabel pemeriksaan	2.71
19.	Berat jenis agregat kasar (SSD)	Tabel pemeriksaan	2.60
20.	Berat jenis agregat gabungan	$([16][18]+[17][19])/100$	2.65
21.	Berat jenis beton basah	Gambar 15	2423.00 m <sup>3</sup>
22.	Total jumlah agregat	[21]-[12]-[15]	1905.18 kg/m <sup>3</sup>
23.	Jumlah agregat halus	[16][22]/100	876.38 kg/m <sup>3</sup>
24.	Jumlah agregat kasar	[17][22]/100	1028.80 kg/m <sup>3</sup>



**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551951 - 551431 Psw. 256 Malang 65145

**Lanjutan Perancangan campuran beton dengan metode British 1986 untuk mutu f'c 20**

No.	Sebutan	Referensi Perhitungan	Nilai
<b>Menentukan komposisi campuran beton kondisi lapangan</b>			
25.	Kadar air agregat halus	Tabel pemeriksaan	5.63 %
26.	Kadar air agregat kasar	Tabel pemeriksaan	2.68 %
27.	Kadar air SSD agregat halus	Tabel pemeriksaan	1.31 %
28.	Kadar air SSD agregat kasar	Tabel pemeriksaan	4.61 %
29.	Kelebihan air dalam agregat halus	[27]-[25]	-4.32 kg/m <sup>3</sup>
30.	Kelebihan air dalam agregat kasar	[28]-[26]	1.93 kg/m <sup>3</sup>
31.	Jumlah agregat halus	$(100+[25])/(100+[27])*[23]$	913.73 kg/m <sup>3</sup>
32.	Jumlah agregat kasar	$(100+[26])/(100+[28])*[24]$	1009.80 kg/m <sup>3</sup>
33.	Jumlah air	$[12]+([27]-[25])+([28]-[26])$	212.61 kg/m <sup>3</sup>

<b>Komposisi akhir campuran beton kondisi lapangan</b>					
	Jumlah	Semen (kg)	Agregat halus (kg)	Agregat kasar (kg)	Air (kg)
	Per m <sup>3</sup>	302.82	913.73	1009.80	212.61
	Perbandingan berat	1	3.02	3.33	0.70





# INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL

## MALANG

Jl. Bendungan Sigura-gura no.2

### LEMBAR ASISTENSI

Nama : Wedar Agil Kumoro  
Nim : 06.21.063  
Program Studi : Teknik Sipil S-1  
Pembimbing : Ir. Bambang Wedyantadji, MT.

No	Tanggal	Catatan/Keterangan	Tanda Tangan
1		Rumusan masalah & tujuan disesuaikan	
2		Bab II, teori lengkap dg gambar. Rumusan <sup>2</sup>	
3		Buat rancangan/plan Canaan pendahuluan	
4		Sesuaikan mutu beton grafik <sup>2</sup> susunan material	
5		Kesimpulan bulat	
6		dan yg mape semuan	



**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL  
MALANG**

Jl. Bendungan Sigura-gura no.2

**LEMBAR ASISTENSI**

Nama : Wedar Agil Kumoro  
Nim : : 06.21.063  
Program Studi : Teknik Sipil S-1  
Judul Skripsi : Pemanfaatan Bambu Sebagai Bahan Tulangan Plat Beton Pada Jembatan Inspeksi  
Pembimbing : Ir. Togi H Nainggolan, MS.

No	Tanggal	Catatan/Keterangan	Tanda Tangan
5/2	11	→ penul. latar belakang. ↳ hrs beda dr tim/stenan sdh ↳ grafik gabes. ↳ pembahasan. uraian hasil pembalokan ↳ lihat kekuatan	Rff
12/2		Pembahasan ?	Rff

14. $\frac{2}{2}$	perubahan Kerup abstrak	<del>100</del>	
16. $\frac{2}{2}$	Ace Gunung Leri	<del>100</del>	

## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : WEDAR AGIL KUMORO

Nim : 06.21.063

Program Studi : Teknik Sipil S-1

Fakultas : Teknik Sipil Dan Perencanaan

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi saya dengan judul :

“PEMANFAATAN BAMBU SEBAGAI BAHAN TULANGAN PLAT BETON  
(12X40X300) CM BERTULANGAN RANGKAP PADA JEMBATAN  
INSPEKSI”

Adalah hasil karya saya sendiri, bukan merupakan duplikat serta tidak mengutip  
atau menyadur dari hasil karya orang lain kecuali disebutkan sumbernya.

Malang, Maret 2011

Yang membuat pernyataan



(Wedar Agil Kumoro)



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

BNI (PERSERO) MALANG  
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145  
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

nomor : ITN-0912.04/21/B/TA/I/Gjl 2010  
ampiran : -  
erihal : Bimbingan Skripsi

09 Desember 2010

Kepada Yth : Bapak Ir. Togi H. Nainggolan, MS  
Dosen Institut Teknologi Nasional Malang

Di -

MALANG.

Dengan Hormat,

Bersama ini kami beritahukan, bahwa sesuai dengan kesediaan saudara/i. atas permohonan dari Mahasiswa :

Nama : Wedar Agil K  
Nim : 06.21.063  
Prodi : Teknik Sipil ( S-1 )

Untuk dapat Membimbing Skripsi dan Mendampingi Seminar Skripsi dengan judul :  
**"Pemanfaatan Bambu Sebagai Bahan Tulangan Plat Beton Pada Jembatan Inspeksi"**.

Maka dengan ini kami menugaskan Saudara sebagai dosen pembimbing Skripsi.

Waktu penyelesaian Skripsi tersebut selama 6 ( enam ) bulan terhitung mulai tanggal : **09 Desember 2010** <sup>1</sup>/<sub>4</sub> **08 Juni 2011**. Apabila melebihi batas waktu yang telah di tentukan tetapi belum selesai, maka mahasiswa yang bersangkutan wajib memperpanjang masa bimbingannya.

Demikian atas perhatiannya kami di sampaikan banyak terima kasih.

Ketua Program Studi Teknik Sipil (S-1)  
Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan  
Institut Teknologi Nasional Malang  
  
**H. Hirijanto, MT**  
NIP. 101 88 00182

Penyembusan Kepada Yth :  
1. Wakil Dekan I FTSP.  
2. Arsip.



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

BNI (PERSERO) MALANG  
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145  
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

Nomor : ITN-0912.04/21/B/TA/I/Gjl 2010  
Ampiran : -  
Perihal : **Bimbingan Skripsi**

09 Desember 2010

Kepada Yth : **Bapak Ir. Bambang Wedyantadji, MT**  
Dosen Institut Teknologi Nasional Malang

Di -

**MALANG.**

Dengan Hormat,

Bersama ini kami beritahukan, bahwa sesuai dengan kesediaan saudara/i. atas permohonan dari Mahasiswa :

Nama : Wedar Agil K  
Nim : **06.21.063**  
Prodi : Teknik Sipil ( S-1 )

Untuk dapat Membimbing Skripsi dan Mendampingi Seminar Skripsi dengan judul :  
**"Pemanfaatan Bambu Sebagai Bahan Tulangan Plat Beton Pada Jembatan Inspeksi"**.

Maka dengan ini kami menugaskan Saudara sebagai dosen pembimbing Skripsi.

Waktu penyelesaian Skripsi tersebut selama 6 ( enam ) bulan terhitung mulai tanggal : **09 Desember 2010** s.d **08 Juni 2011**. Apabila melebihi batas waktu yang telah di tentukan tetapi belum selesai, maka mahasiswa yang bersangkutan wajib memperpanjang masa bimbingannya.

Demikian atas perhatiannya kami di sampaikan banyak terima kasih.

Ketua Program Studi Teknik Sipil (S-1)  
Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan  
Institut Teknologi Nasional Malang  
  
**Ir. H. Hirijanto, MT**  
NIP. 101 88 00182

Tembusan Kepada Yth :

1. Wakil Dekan I FTSP.
2. Arsip.



# BERITA ACARA SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI

Pada hari Kamis tanggal 18 November 2010 telah dilaksanakan Seminar Proposal Skripsi Prodi Teknik Sipil Jenjang Strata -- I untuk mahasiswa :

Nama : Wedar. Agil. K.

NIM : 06.21.063

Judul : Pemanfaatan Bambu Sebagai Bahan Tulangan  
Plat Beton Pada Jembatan Inspeksi

Judul tersebut layak / tidak layak dijadikan materi Skripsi dengan nilai \_\_\_\_\_

Dosen Pembahas :

No.	Nama	Tanda Tangan
1	<u>Ir. Togi . H. Mainggolan , MS.</u>	1
2	<u>Ir. Bambang Wedyantaji , MT</u>	2
3	<u>Ir. A. Agus Santosa , MT</u>	3
4		4

Dosen Pembimbing :

1. Ir. Bambang W, MT.

2. Ir. Togi HN, MS.

Makassar 20 - 12 - 2010.

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
TEKNIK SIPIL S-1

Ir. H. Hidayanto, MT.  
TEKNIK SIPIL 018800182



**FORM REVISI / PERBAIKAN**  
 BIDANG Penelitian

Nama : Wedar. Agil. Kemoro

NIM : 06.21.063

Hari / tanggal : Jumat 18 Februari

Perbaikan materi Seminar Hasil Tugas Akhir meliputi :

- judul ≠ abstrak ✓
- latar belakang → judul ✓
- Batasan masalah ✓
- kajian pustaka Bambang ✓
- pembahasan & Mmax ✓
- 
- kesimpulan → sesuaikan dg. rumusan masalah  
 - bantingka beban & lendutan. ← teoritis ✓  
 eksperimental. ✓

Perbaikan Seminar Hasil Skripsi harus diselesaikan selambatnya 14 hari terhitung sejak pelaksanaan Seminar. Bila melebihi 14 hari, maka tidak dapat diikuti Ujian Skripsi.

*Pengumpulan berkas untuk Ujian Skripsi dengan menyertakan lembar pengesahan dari Dosen Pembahas dan Kaprodi*

Skripsi telah diperbaiki dan disetujui :

Malang, 21-02- 2011

Dosen Pembahas

Malang, 18-02- 2011

Dosen Pembahas





**FORM REVISI / PERBAIKAN**

BIDANG Pencitian

Nama : Wedat. Agil. Kumoro.

NIM : 06.21.063

Hari / tanggal : Jum'at 18 Februari 2011.

Perbaiki materi Seminar Hasil Tugas Akhir meliputi :

- Kesimpulan & Kesimpulan
- Teori dasar
- Perhitungannya

Perbaikan Seminar Hasil Skripsi harus diselesaikan selambatnya 14 hari terhitung sejak pelaksanaan Seminar. Bila melebihi 14 hari, maka tidak dapat diikuti Ujian Skripsi.

*Pengampunan berkas untuk Ujian Skripsi dengan menyertakan lembar pengesahan dari Dosen Pembahas dan Kaprodi*

Skripsi telah diperbaiki dan disetujui :

Malang, ..... 2011

Dosen Pembahas

( ..... )

Malang, ..... 2011

Dosen Pembahas

( ..... )



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL  
 Jl. Bendungan Sigura-gura 2  
 Jl. Raya Karanglo Km. 2  
 Malang

# UJIAN SKRIPSI PRODI TEKNIK SIPIL S-1

## FORM REVISI / PERBAIKAN BIDANG PENELITIAN

Nama : WEGAR ASTU KUMORO  
 NIM : 06.21.063  
 Hari / tanggal : \_\_\_\_\_ / 24-02-2011

Perbaikan materi Skripsi meliputi :

urutan/cek tulisan yg. belum benar

Perbaikan Skripsi harus diselesaikan selambatnya 14 hari terhitung sejak pelaksanaan Ujian dilaksanakan. **Bila melebihi** masa 14 hari, maka **tidak dapat diikuti Yudisium.**

**Uraian Akhir telah diperbaiki dan disetujui :**

Malang, 28-02- 2010

Dosen Penguji

Malang, 24-02- 2010

Dosen Penguji



**FORM REVISI / PERBAIKAN**  
**BIDANG** \_\_\_\_\_

Nama : \_\_\_\_\_

NIM : \_\_\_\_\_

Hari / tanggal : \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

Perbaiki materi Skripsi meliputi :

- Grafik

- perhitungan P.

- Gambar Teg

- Rumus  $\Sigma$  Perantara

- f. Tabel Perantara

Perbaikan Skripsi harus diselesaikan selambatnya 14 hari terhitung sejak pelaksanaan Ujian dilaksanakan. Bila melebihi masa 14 hari, maka tidak dapat diikuti Yudisium.

Tugas Akhir telah diperbaiki dan disetujui :

Malang, \_\_\_\_\_ 2010

Dosen Penguji

( \_\_\_\_\_ )

Malang, \_\_\_\_\_ 2010

Dosen Penguji

( \_\_\_\_\_ )

# LABORATORIUM UJI MATERIAL

JURUSAN TEKNIK MESIN - S1  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

## INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

KAMPUS II JL. RAYA KARANGLO KM. 2 TASIK MADU - MALANG  
TELP: (0341) 417634, 417636, 417637 FAX: 0341 - 417634

2010

### TEST REPORT

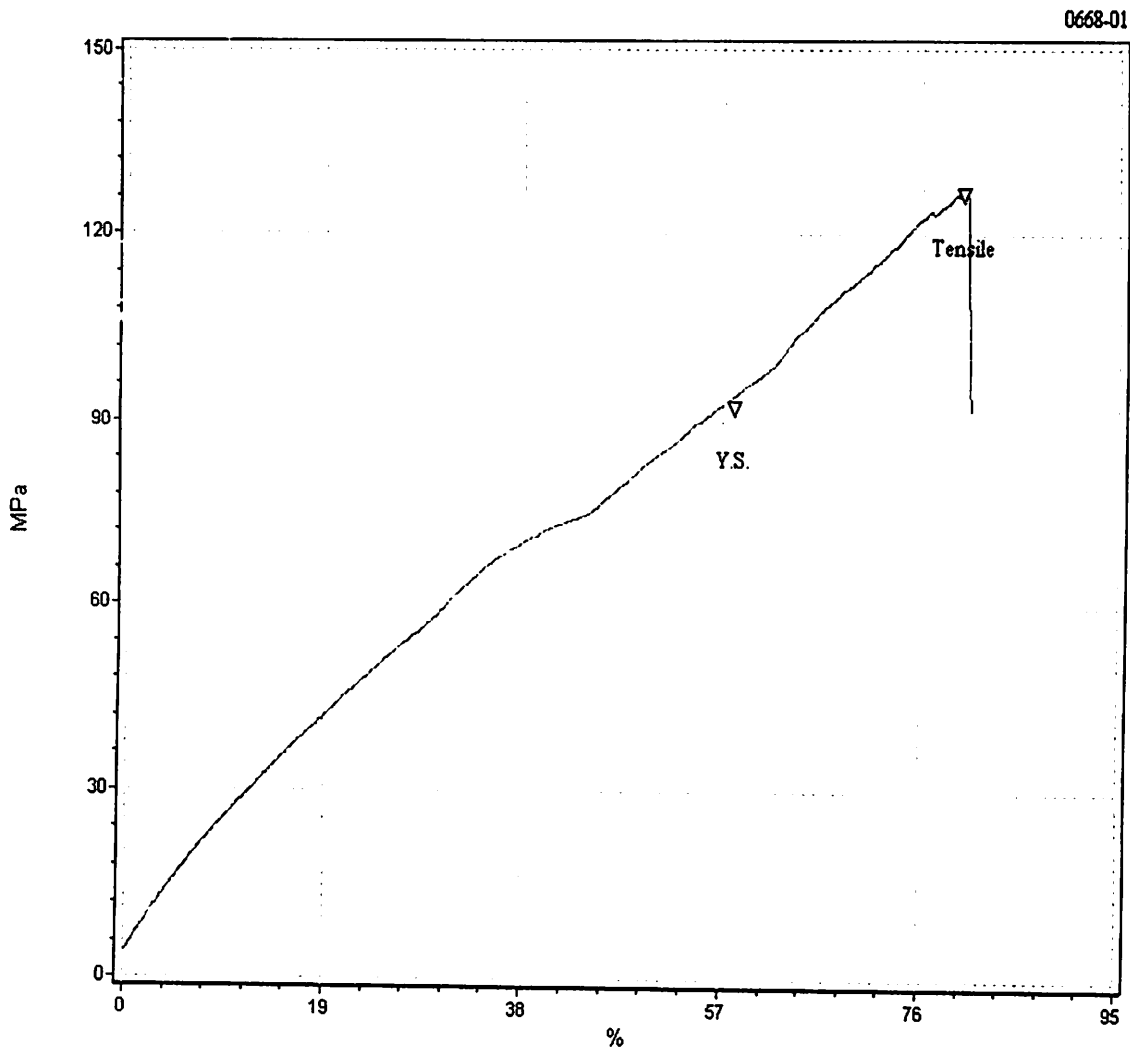
No.: 0668

Test Description : Tensile

Standard : ASTM D 638

Test Date: 10/06/2010

No.	SPECIMEN	Area (mm) <sup>2</sup>	Max. Force ( Newton )	Yield Strength ( MPa )	Tensile Strength ( MPa )	Elongation ( % )
	Bambu Ampel Kuning 1	100.0	12666.50	92.27	126.67	80.71



Kepala Laboratorium :

**Ir. H. Basuki Widodo, MT**  
NIP Y. 1018100037

Assisten:

**Andy Putranto**

# LABORATORIUM UJI MATERIAL

JURUSAN TEKNIK MESIN - S1  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

## INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

KAMPUS II JL. RAYA KARANGLO KM. 2 TASIK MADU - MALANG  
TELP: (0341) 417634, 417636, 417637 FAX: 0341 - 417634

2010

### TEST REPORT

Test No.: 0669

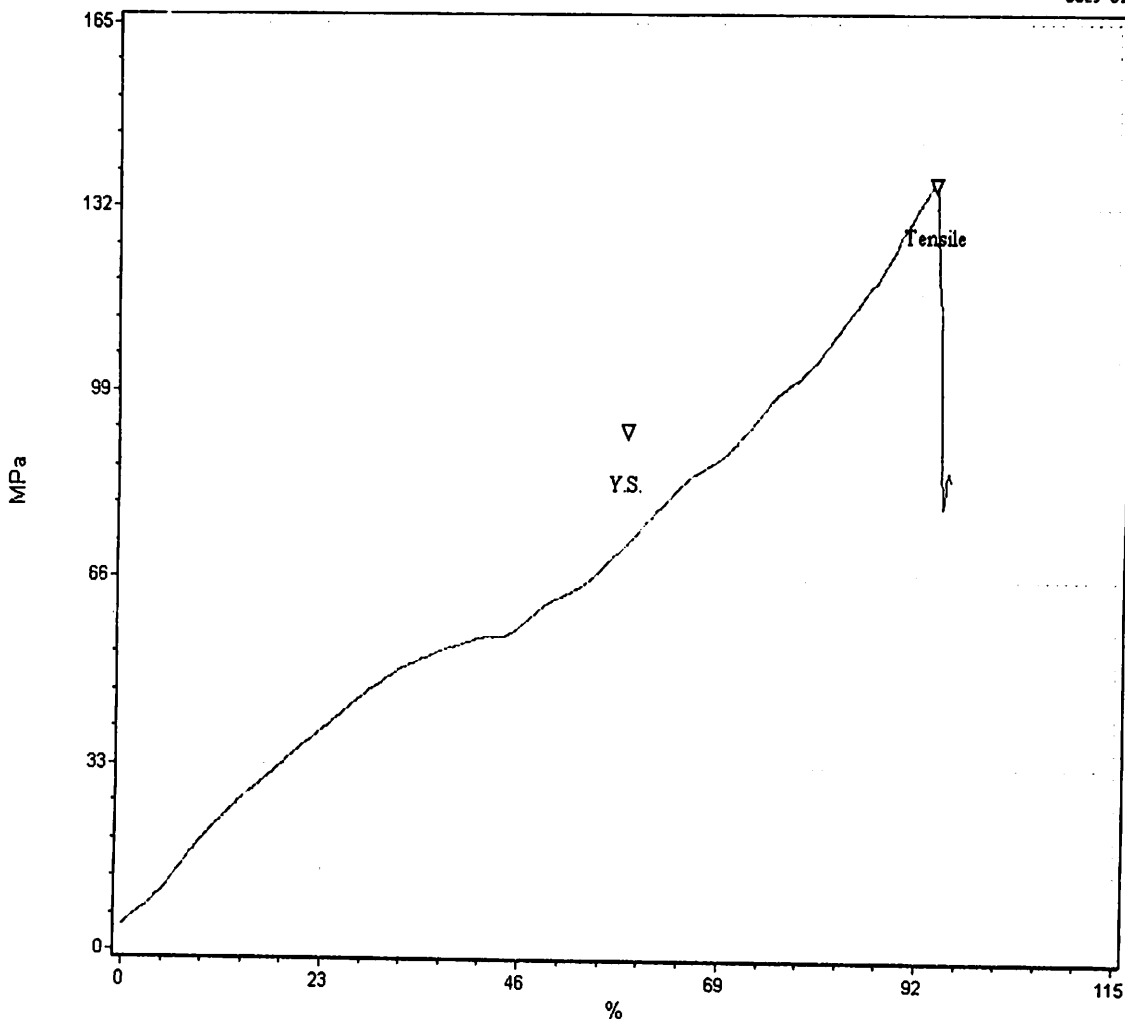
Test Description : Tensile

Standard : ASTM D 638

Test Date: 10/06/2010

No.	SPECIMEN	Area (mm) <sup>2</sup>	Max. Force (Newton)	Yield Strength (MPa)	Tensile Strength (MPa)	Elongation (%)
1	Bambu Ampel Kuning 2	100.0	13646.50	92.27	136.47	95.56

0669-01



Kepala Laboratorium :

Assisten:

**Ir. H. Basuki Widodo, MT**  
NIP Y. 1018100037

**Andy Putranto**

# LABORATORIUM UJI MATERIAL

JURUSAN TEKNIK MESIN - S1  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

## INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

KAMPUS II JL. RAYA KARANGLO KM. 2 TASIK MADU - MALANG  
TELP: (0341) 417634, 417636, 417637 FAX: 0341 - 417634

2010

### TEST REPORT

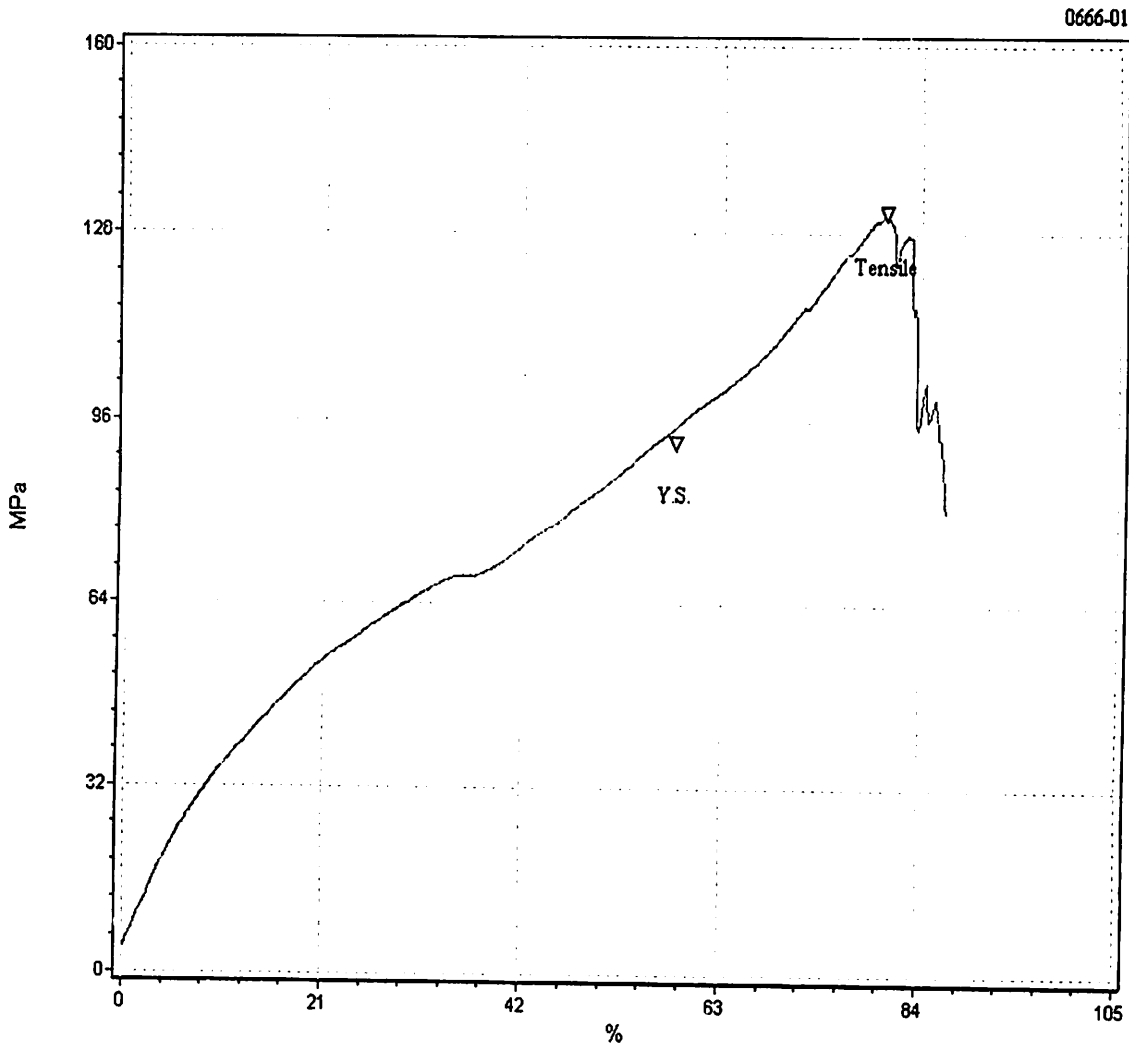
No.: 0666

Test Description : Tensile

Standard : ASTM D 638

Test Date: 10/06/2010

No.	SPECIMEN	Area (mm) <sup>2</sup>	Max. Force (Newton)	Yield Strength (MPa)	Tensile Strength (MPa)	Elongation (%)
1	Bambu Hitam 1	100.0	13161.40	92.27	131.61	86.76



Kepala Laboratorium :

Assisten:

**Ir. H. Basuki Widodo, MT**  
NIP Y. 1018100037

**Andy Putranto**

# LABORATORIUM UJI MATERIAL

JURUSAN TEKNIK MESIN - S1  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

## INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

KAMPUS II JL. RAYA KARANGLO KM. 2 TASIK MADU - MALANG  
TELP: (0341) 417634, 417636, 417637 FAX: 0341 - 417634

2010

### TEST REPORT

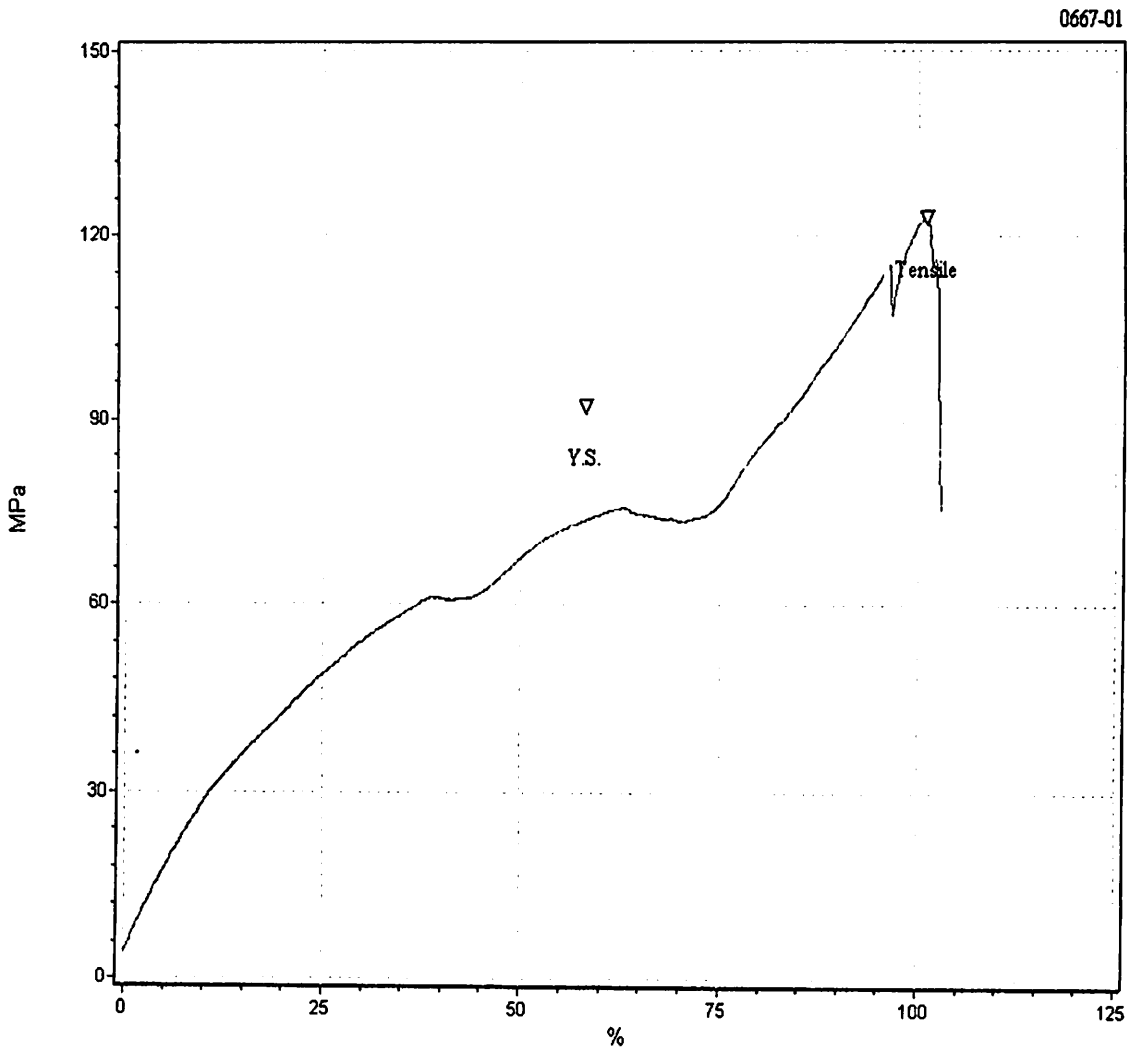
Test No.: 0667

Test Description : Tensile

Standard : ASTM D 638

Test Date: 10/06/2010

No.	SPECIMEN	Area (mm) <sup>2</sup>	Max. Force (Newton)	Yield Strength (MPa)	Tensile Strength (MPa)	Elongation (%)
1	Bambu Hitam 2	100.0	12313.70	92.27	123.14	102.93



Kepala Laboratorium :

Assisten:

**Ir. H. Basuki Widodo, MT**

NIP Y. 1018100037

**Andy Putranto**

# LABORATORIUM UJI MATERIAL

JURUSAN TEKNIK MESIN - S1  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

## INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

KAMPUS II JL. RAYA KARANGLO KM. 2 TASIK MADU - MALANG  
TELP: (0341) 417634, 417636, 417637 FAX: 0341 - 417634

2010

### TEST REPORT

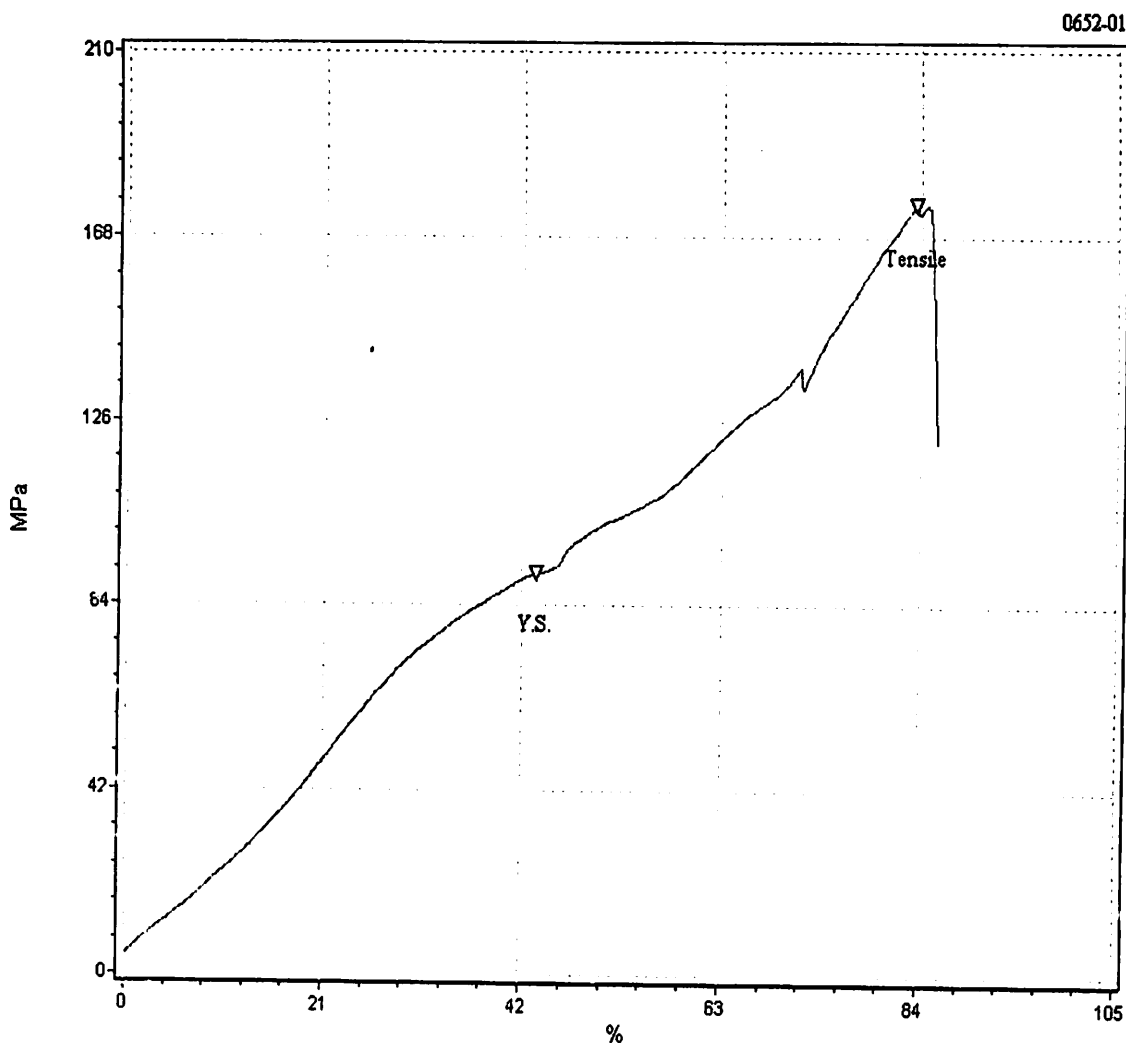
No.: 0652

Test Description : tensile

Standard : ASTM A370

Test Date: 10/06/2010

No.	SPECIMEN	Area (mm) <sup>2</sup>	Max. Force (Newton)	Yield Strength (MPa)	Tensile Strength (MPa)	Elongation (%)
1	Bambu Petung 1	100.0	17556.70	91.48	175.57	85.78



Kepala Laboratorium :

Assisten:

**Ir. H. Basuki Widodo, MT**  
NIP Y. 1018100037

**Andy Putranto**



# LABORATORIUM UJI MATERIAL

JURUSAN TEKNIK MESIN - S1  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

## INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

KAMPUS II JL. RAYA KARANGLO KM. 2 TASIK MADU - MALANG  
TELP: (0341) 417834, 417836, 417837 FAX: 0341 - 417834

2010

### TEST REPORT

Test No.: 0653

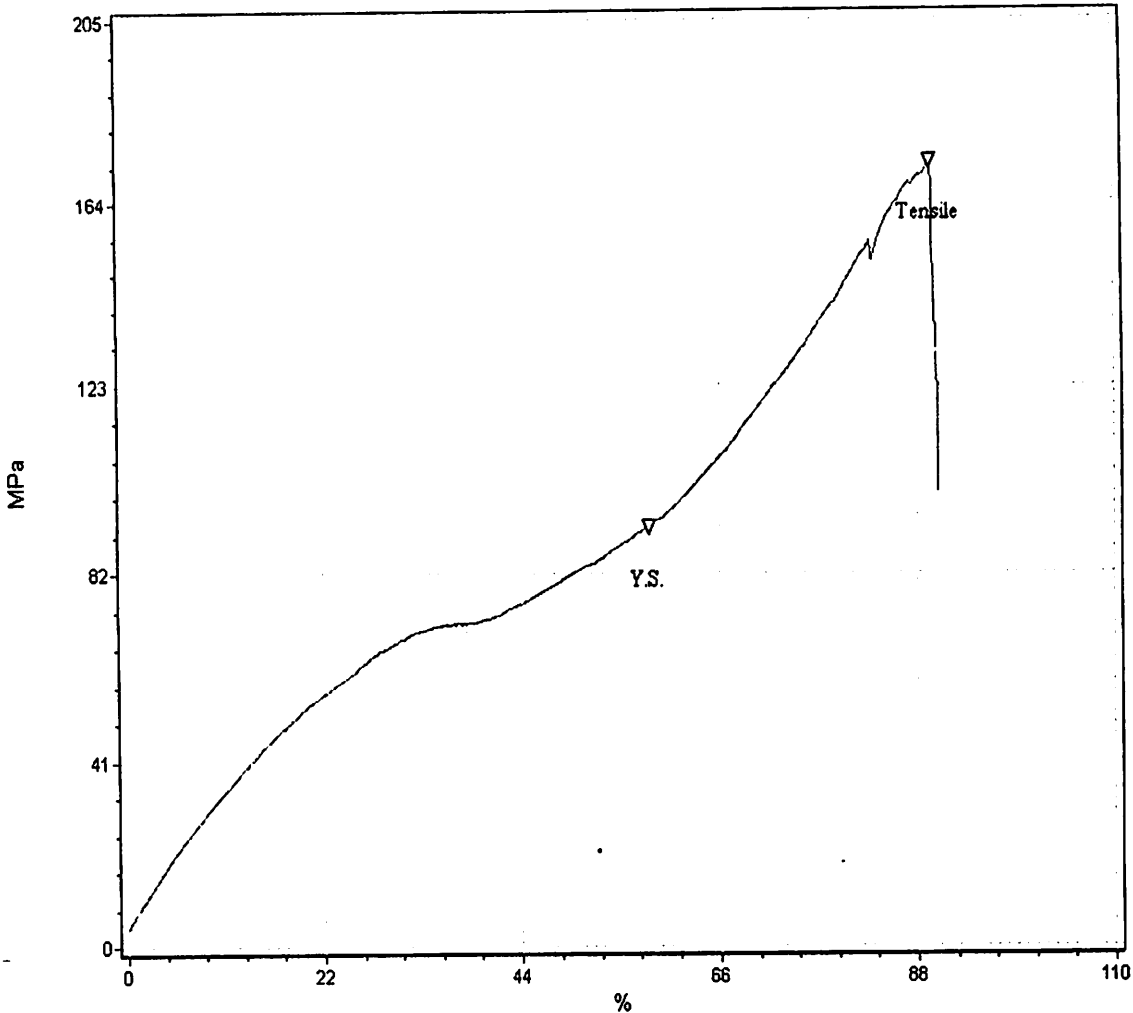
Test Description : Tensile

Standard : ASTM D 638

Test Date: 10/06/2010

No.	SPECIMEN	Area (mm) <sup>2</sup>	Max. Force (Newton)	Yield Strength (MPa)	Tensile Strength (MPa)	Elongation (%)
1	Bambu Petung 2	100.0	17277.40	92.27	172.77	90.40

0653-01



Kepala Laboratorium :

Assisten:

**Ir. H. Basuki Widodo, MT**  
NIP Y. 1018100037

**Andy Putranto**