

## **BAB VI**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **6.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan maka diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Rata – rata beban maksimum yang mampu diterima oleh pelat setelah diuji adalah 2016,83 kg, sedangkan rata – rata beban maksimum pelat hasil analisis teori adalah 2885,5 kg.
2. Beban yang dihasilkan pada batas defleksi yang diijinkan pada PL1, PL2, dan PL3 adalah 1726,66 kg, 2220,26 kg dan 2103,56 kg.
3. Nilai tegangan lentur pelat hasil pengujian secara berurutan mulai dari PL1, PL2, dan PL3 adalah 2,152 MPa, 2,768 MPa, dan 2,622 MPa, sedangkan hasil secara analisis secara berurutan adalah 3,502 MPa, 3,696 MPa, dan 3,593 MPa.

#### **6.2 Saran**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, hal – hal yang perlu diperhatikan untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut :

1. Proses pemadatan beton harus dilakukan dengan baik karena dimensi cetakan pelat beton ruangnya begitu sempit sehingga akan sulit untuk mendapatkan kepadatan beton yang maksimal.

2. Tumpuan sendi pelat ketika proses pengujian harus diperhatikan baik – baik, jangan menimbulkan beda tinggi pada kedua tumpuan tersebut karena dapat mempengaruhi pembacaan data lendutan.
3. Hasil pembacaan *manometer* dan *strainometer* kurang akurat dikarenakan sistem bacaannya menggunakan cara manual yang kurang bisa mendetail.
4. Sebelum melakukan pengujian, harus dipastikan bahwa semua alat harus dicek secara benar sesuai dengan posisi dimana kita ingin mendapatkan data yang kita inginkan agar tidak terjadi kesalahan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, Joseph E., 1985, *Disain Baja Konstruksi (Struktural Steel Design)*, Penerjemah antur Silaban, Ph. D., Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Murdock, L. J dkk., 1986, *Bahan dan Praktek Beton*, Erlangga, Jakarta.
- Nawy, E.G., 1990 *Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar*, Penerjemah Ir. Bambang Suryoatmono, M.sSc., Penerbit Eresco, Bandung.
- Nawy, E.G., Tavio, dan Kusuma B, 2010, *Beton Bertulang (Sebuah Pendekatan Mendasar) Jilid I*. ITS, Surabaya.
- Oentoeng, 1999, *Konstruksi Baja*, Erlangga, Surabaya.
- Panitia Pembaharuan Peraturan Beton Bertulang Indonesia, 1971, *Peraturan Beton Bertulang Indonesia (PBI 1971 N-2)*, Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan.
- Siahaan, H., 2014, *Pengaruh Penggunaan Baja Profil Siku terhadap Kuat Lentur Balok*, Tugas Akhir Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Yogyakarta.
- SNI 03 – 1974 – 1990, 1990, *Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*, Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.
- SNI 03 – 4431 – 1997, 1997, *Metode Pengujian Kuat Lentur Beton dengan Balok Uji*, Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.
- SNI 03 – 2834 – 2000, 2000, *Tata Cara Pembuatan Rencana Beton Normal*, Puslitbang Teknologi Permukiman, Jakarta.
- Spiegel, L., dan Limbrunner, G., 1991, *Desain Baja Struktural Terapan*, Penerjemah Suryoatmojo, B., Penerbit Eresco, Bandung.
- Tandianto, 2000, *Pengujian Kuat Lentur Beton Bertulangan Bambu Ganda dengan Pasak Bambu Tunggal*, Tugas Akhir Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Yogyakarta.
- Tjokrodinuljo, 1992, *Teknologi Beton*, Nafiri, Yogyakarta.
- Umbara, V. L., 2006, *Kuat Lentur Beton Ringan Styrofoam dengan Tulangan Baja*, Tugas Akhir Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Yogyakarta.
- Wang, Chu Kia dan Charles G. Salmon, 1986, *Desain Beton Bertulang, jilid 1*, Penerbit Erlangga, Jakarta.



**UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA**  
**Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil**  
**Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan**

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086  
Telp: (0274) 487711 Fax: (0274) 487748  
Website: www.ujy.ac.id Email: fteknik@mail.ujy.ac.id

**LAMPIRAN I**  
**PENGUJIAN BAHAN**

**PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN PASIR**

Bahan : Pasir Alam

Asal : Clereng

Di periksa : 7 November 2014

	<b>Nomor Pemeriksaan</b>	<b>I</b>
A	Berat Contoh Kering	500 gram
B	Berat Contoh Jenuh Kering Permukaan ( V-W)	178
C	Berat Keluar <i>Oven</i> (A)	482,13 gram
D	$Bulk\ Specific\ Gravity = \frac{(A)}{(V)-(W)}$	2,712
E	$Bulk\ Specific\ Gravity\ SSD = \frac{(B)}{(B)-(C)}$	2,812
F	$Apparent\ Specific\ Gravity = \frac{(A)}{(V-W)-(500-A)}$	3,001
G	$Penyerapan\ (Absorption) = \frac{(500)-(A)}{(A)} \times 100\%$	3,701%

Yogyakarta, Maret 2015  
Mengetahui

Dinar Gumilang Jati S.T.,M.Eng  
(Ka Lab.Struktur dan Bahan Bangunan)

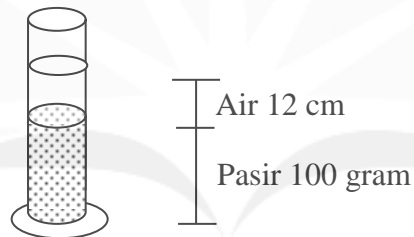


**UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA**  
**Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil**  
**Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan**

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086  
Telp: (0274) 487711 Fax: (0274) 487748  
Website: www.ujy.ac.id Email: fteknik@mail.uajy.ac.id

**PEMERIKSAAN KANDUNGAN LUMPUR DALAM PASIR**

- I. Waktu Pemeriksaan: 6 November 2014
- II. Bahan
- Pasir kering tungku, Asal : Clereng, Berat: 100 gram
  - Air jernih asal : LSBB Prodi TS FT-UAJY
- III. Alat
- Gelas ukur, ukuran: 250 cc
  - Timbangan
  - Tungku (*oven*), suhu dibuat antara 105-110°C
  - Air tetap jernih setelah 6 kali pengocokan
  - Pasir+piring masuk tungku tanggal 6 November 2014 jam 12.30 WIB
- IV. Sketsa



- V. Hasil
- Setelah pasir keluar tungku tanggal 7 November 2014 jam 12.30 WIB

- Berat piring+pasir = 160,7 gram
- Berat piring kosong = 61,7 gram
- Berat pasir = 99 gram

$$\text{Kandungan Lumpur} = \frac{100 - 99}{100} \times 100\% \\ = 1 \%$$

Yogyakarta, Maret 2015  
Mengetahui

Dinar Gumilang Jati S.T.,M.Eng  
(Ka Lab.Struktur dan Bahan Bangunan)

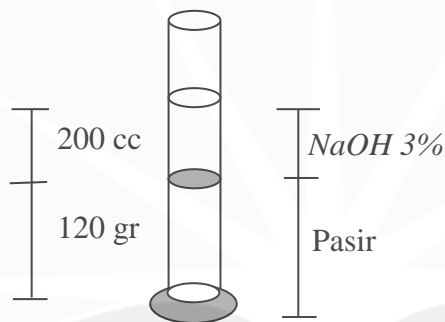


**UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA**  
**Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil**  
**Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan**

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086  
Telp: (0274) 487711 Fax: (0274) 487748  
Website: www.ujy.ac.id Email: fteknik@mail.uajy.ac.id

**PEMERIKSAAN KANDUNGAN ZAT ORGANIK DALAM PASIR**

- I. Waktu Pemeriksaan: 6 November 2013
- II. Bahan
  - a. Pasir kering tungku, Asal: Kali Progo, Volume: 120 cc
  - b. Larutan NaOH 3%
- III. Alat  
Gelas ukur, ukuran: 250cc
- IV. Sketsa



- V. Hasil  
Setelah didiamkan selama 24 jam, warna larutan di atas pasir sesuai dengan warna *Gardner Standard Color No. 8*.

Yogyakarta, Maret 2015  
Mengetahui

Dinar Gumilang Jati S.T.,M.Eng  
(Ka Lab.Struktur dan Bahan Bangunan)



**UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA**  
**Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil**  
**Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan**

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086  
Telp: (0274) 487711 Fax: (0274) 487748  
Website: www.ujy.ac.id Email: fteknik@mail.ujy.ac.id

**PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN *SPLIT***

Bahan : Batu Pecah (*Split*)  
Asal : Clereng  
Diperiksa : 6 November 2014

	Nomor Pemeriksaan	I
A	Berat Contoh Kering	500 gram
B	Berat Contoh Jenuh Kering Permukaan (SSD)	505 gram
C	Berat Contoh Dalam Air	293,5 gram
D	Berat Jenis <i>Bulk</i> = $\frac{(A)}{(B) - (C)}$	2,3711
E	BJ Jenuh Kering Permukaan (SSD) = $\frac{(B)}{(B) - (C)}$	2,3948
F	Berat Jenis Semu ( <i>Apparent</i> ) = $\frac{(A)}{(A) - (C)}$	2,4289
G	Penyerapan ( <i>Absorption</i> ) = $\frac{(B) - (A)}{(A)} \times 100 \%$	1%

Yogyakarta, Maret 2015  
Mengetahui

Dinar Gumilang Jati S.T.,M.Eng  
(Ka Lab.Struktur dan Bahan Bangunan)



**UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA**  
**Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil**  
**Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan**

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086  
Telp: (0274) 487711 Fax: (0274) 487748  
Website: www.ujy.ac.id Email: fteknik@mail.uajy.ac.id

**LAMPIRAN II**

**DATA PENGUJIAN KUAT TARIK BAJA**

**Baja Tulangan P6**

Diameter = 5,73 mm  
Luas = 25,787 mm<sup>2</sup>  
Beban Maksimum = 1350 kgf  
Tegangan Leleh = 361,404 MPa  
Tegangan Maksimum = 513,575 MPa

**Baja Tulangan P8**

Diameter = 7,74 mm  
Luas = 47,051 mm<sup>2</sup>  
Beban Maksimum = 2630 kgf  
Tegangan Leleh = 385,717 MPa  
Tegangan Maksimum = 548,344 MPa

Yogyakarta, Maret 2015  
Mengetahui

Dinar Gumilang Jati S.T.,M.Eng  
(Ka Lab.Struktur dan Bahan Bangunan)





### LAMPIRAN III

#### PERENCANAAN ADUKAN UNTUK BETON NORMAL

(SNI 03-2834-2000)

##### A. Data Bahan

1. Bahan Agregat halus (pasir) : Clereng, Yogyakarta.
2. Bahan Agregat kasar : Clereng, Yogyakarta.
3. Jenis semen : Holcim (Tipe 1)

##### B. Data *Specific Gravity*

1. *Specific gravity* agregat halus (pasir) : 2,812 g/cm<sup>3</sup>.
2. *Specific gravity* agregat kasar (krikil) : 2,4 g/cm<sup>3</sup>.
3. *Absorption* agregat halus (pasir) : 3,701 %
4. *Absorption* agregat kasar (krikil) : 1 %

##### C. Hitungan

1. Kuat tekan beton yang disyaratkan ( $f_c'$ ) pada umur 28 hari.  $f_c' = 20$  MPa.
2. Menentukan nilai deviasi standar berdasarkan tingkat mutu pengendalian pelaksanaan campuran.
3. Nilai margin ditentukan sebesar 7 MPa.
4. Menetapkan kuat tekan beton rata-rata yang direncanakan  
$$f_c' = f_c' + M = 20 + 7 = 27 \text{ MPa.}$$
5. Menentukan jenis semen  
Jenis semen kelas I (PC).
6. Menetapkan jenis agregat



a) Agregat halus : pasir alam.

Direncanakan golongan 2.

b) Agregat kasar : batu pecah

7. Menetapkan faktor air – semen, berdasarkan jenis semen yang dipakai dan kuat tekan rata-rata silinder beton yang direncanakan pada umur tertentu.

**Perkiraan Kekuatan Tekan (MPa) Beton dengan Faktor Air Semen, dan Agregat Kasar yang Biasa Dipakai di Indonesia**

Jenis semen ...	Jenis agregat Kasar	Kekuatan tekan (MPa)				
		Pada umur (hari)				Bentuk
		3	7	28	29	Bentuk uji
Semen Portland Tipe I	Batu tak dipecahkan	17	23	33	40	Silinder
	Batu pecah	19	27	37	45	
Semen tahan sulfat Tipe II, V	Batu tak dipecahkan	20	28	40	48	Kubus
	Batu pecah	25	32	45	54	
Semen Portland tipe III	Batu tak dipecahkan	21	28	38	44	Silinder
	Batu pecah	25	33	44	48	
	Batu tak dipecahkan	25	31	46	53	Kubus
Batu pecah	30	40	53	60		

(Sumber : SNI 03-2834-2000 : Tabel 2)

Berdasarkan tabel 2 SNI 03-2834-2000 didapat kuat tekan 37 MPa, Dari titik kekuatan tekan 37 MPa tarik garis datar hingga memotong garis tengah yang menunjukkan faktor air semen 0,50. Sedangkan dengan cara yang sama untuk kuat rencana beton yang ditetapkan untuk rencana *mix design* Didapatkan sebesar faktor air semen 0,55.

8. Menetapkan faktor air semen maksimum.

**Persyaratan Jumlah Semen Minimum dan Faktor Air Semen Maksimum Untuk Berbagai Macam Pembetonan dalam Lingkungan Khusus**

Lokasi	Jumlah Semen minimum Per m <sup>3</sup> beton (kg)	Nilai Faktor Air Semen Maksimum
Beton di dalam ruang bangunan :		
a. Keadaan keliling non-korosif	275	0,6



**UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA**  
**Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil**  
**Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan**

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086  
Telp: (0274) 487711 Fax: (0274) 487748  
Website: www.ujy.ac.id Email: fteknik@mail.uajy.ac.id

b. Keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	325	0,52
Beton diluar ruangan bangunan :		
a. tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	325	0,60
b. terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	275	0,60
Beton masuk kedalam tanah :		
a. mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	325	0,55
b. mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah		Lihat Tabel 5
Beton yang kontinu berhubungan:		
a. Air tawar		
b. Air laut		Lihat Tabel 6

(Sumber : SNI 03-2834-2000 : Tabel 4)

Berdasarkan tabel 4 SNI 03-2834-2000, untuk beton dalam ruang bangunan sekeliling non-korosif fas maksimum 0,6. Dibandingkan dengan no.7, dipakai terkecil. Jadi digunakan fas 0,55.

9. Menetapkan nilai “*slump*”

Jenis konstruksi pelat, berdasarkan SK SNI T-15-1990-03 digunakan nilai *slump* dengan nilai maksimum 150 mm dan minimum 75 mm.

Slump dalam cm		
Pemakaian beton	Maks.	Min.
Dinding, plat fondasi, dan fondasi telapak bertulang	12,5	5,0
Fondasi telapak tidak bertulang, kaisan, dan struktur di bawah tanah	9,0	2,5
Pelat, balok, kolom, dan dinding	15,0	7,5
Pengerasan jalan	7,5	5,0
Pembetonan massa	7,5	2,5

10. Ukuran butiran maksimum (krikil) adalah 10 mm.

11. Menetapkan jumlah air yang diperlukan tiap m<sup>3</sup> beton.



**Perkiraan Kadar Air Bebas ( $\text{kg/m}^3$ ) yang Dibutuhkan Untuk  
Beberapa Tingkat Kemudahan Pengerjaan Adukan Beton**

Slump (mm)		0-10	10-30	30-60	60-180
Ukuran besar butir agregat maksimum	Jenis agregat	---	---	---	---
10	Batu tak dipecahkan	150	180	205	225
	Batu pecah	180	205	230	250
20	Batu tak dipecahkan	135	160	180	195
	Batu pecah	170	190	210	225
40	Batu tak dipecahkan	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205

Catatan : Koreksi suhu udara :  
Untuk suhu di atas  $25^\circ\text{C}$ , setiap kenaikan  $5^\circ\text{C}$  harus ditambah air 5 liter per  $\text{m}^2$  adukan beton.

(Sumber : SNI 03-2834-2000 : Tabel 3)

- Ukuran butir maksimum 10 mm.
- Nilai *Slump* 75-150 mm.
- Agregat halus berupa batu tak di pecah, maka  $W_h = 225$
- Agregat kasar berupa batu pecah, maka  $W_k = 250$

$$W = \frac{2}{3}W_h + \frac{1}{3}W_k$$

dengan :  $W_h$  adalah perkiraan jumlah air untuk agregat halus

$W_k$  adalah perkiraan jumlah air untuk agregat kasar

$$W = \frac{2}{3} \times 225 + \frac{1}{3} \times 250 = 233,333 \text{ kg}$$

12. Menghitung berat semen yang diperlukan :

- Berdasarkan tabel 4 SNI 03-2834-2000, diperoleh semen minimum 275 kg.

- Berdasarkan  $f_{as} = 0,55$ . Semen per  $\text{m}^3$  beton  $= \frac{A}{f_{as}} = \frac{233,333}{0,55}$   
 $= 424,242 \text{ kg}$



Dipilih berat semen yang paling besar. Digunakan berat semen 424,242

kg.

13. Penyesuaian jumlah air atau fas.

$$f_{as\ rencana} = 0,55$$

$$f_{as\ mak} > f_{as\ rencana}$$

$$0,6 > 0,55 \dots\dots\dots \text{oke}$$

14. Perbandingan agregat halus dan kasar

- a) Ukuran maksimum 10 mm.
- b) Nilai *Slump* 75 mm – 150 mm
- c) *fas* 0,55.
- d) Jenis gradasi pasir no. 2.

Diambil proporsi pasir = 53 %.

15. Berat jenis agregat campuran :

$$= \frac{P}{100} \times B_j \text{ agregat halus} + \frac{K}{100} \times B_j \text{ agregat kasar}$$

$$= \frac{53}{100} \times 2,812 + \frac{47}{100} \times 2,400$$

$$= 2,616$$

dimana :

P = % agregat halus terhadap agregat campuran

K = % agregat kasar terhadap agregat campuran

16. Berat jenis beton

Didapatkan 2325 kg/m<sup>3</sup>.



**UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA**  
**Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil**  
**Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan**

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086  
Telp: (0274) 487711 Fax: (0274) 487748  
Website: www.ujy.ac.id Email: fteknik@mail.uajy.ac.id

---

17. Berat agregat campuran

$$\begin{aligned} &= \text{berat tiap m}^3 - \text{keperluan air dan semen} \\ &= 2325 - (233,333 + 424,242) \\ &= 1667,424 \text{ kg} \end{aligned}$$

18. Menghitung berat agregat halus

$$\begin{aligned} \text{berat agregat halus} &= \% \text{ berat agregat halus} \times \text{keperluan agregat} \\ &\quad \text{campuran} \\ &= 53\% \times 1667,424 \text{ kg} \\ &= 875,398 \text{ kg} \end{aligned}$$

19. Menghitung berat agregat kasar

$$\begin{aligned} \text{berat agregat kasar} &= \% \text{ berat agregat kasar} \times \text{keperluan agregat} \\ &\quad \text{campuran} \\ &= 47\% \times 1607,0593 \text{ kg} \\ &= 792,027 \text{ kg} \end{aligned}$$

**Kebutuhan Bahan Susun Adukan Beton Normal :**

- a) Semen = 424,242 kg/m<sup>3</sup>
- b) Pasir = 875,398 kg/m<sup>3</sup>
- c) Krikil = 792,027 kg/m<sup>3</sup>
- d) Air = 233,333 liter/m<sup>3</sup>



**UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA**  
**Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil**  
**Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan**

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086  
Telp: (0274) 487711 Fax: (0274) 487748  
Website: www.ujy.ac.id Email: fteknik@mail.uajy.ac.id

**LAMPIRAN IV**

**DATA PENGUJIAN SILINDER BETON**

<b>Benda Uji</b>	<b>Nilai <i>Slump</i> (cm)</b>	<b>Diameter <i>d</i> (mm)</b>	<b>Umur Beton (hari)</b>	<b><i>F</i> (kN)</b>	<b><i>fc'</i> (MPa)</b>
SB 1	11,2	149,61	28	440	25,029
SB 2	10,4	151,11	28	500	27,880
SB 3	12,5	150,73	28	470	26,340

Yogyakarta, Maret 2015  
Mengetahui

Dinar Gumilang Jati S.T.,M.Eng  
(Ka Lab.Struktur dan Bahan Bangunan)



**UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA**  
**Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil**  
**Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan**

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086  
Telp: (0274) 487711 Fax: (0274) 487748  
Website: www.ujy.ac.id Email: fteknik@mail.uajy.ac.id

**LAMPIRAN V**

**TABEL BEBAN, MOMEN, DAN DEFLEKSI PELAT**

**Tabel Beban, Momen, dan Defleksi PL 1**

No.	Beban ( $P$ ) (kg)	Defleksi ( $\delta$ ) (mm)	Momen ( $M$ ) (kgm)
1	0	0,00	0,00
2	380	1,24	85,50
3	713	1,37	160,43
4	1047	1,64	235,58
5	1381	2,59	310,73
6	1714	3,55	385,65
7	1726,66	3,75	388,50
8	2048	5,89	460,80

**Tabel Beban, Momen, dan Defleksi PL 2**

No.	Beban ( $P$ ) (kg)	Defleksi ( $\delta$ ) (mm)	Momen ( $M$ ) (kgm)
1	0	0,00	0,00
2	380	0,84	85,50
3	713	0,96	160,43
4	1047	1,31	235,58
5	1381	1,79	310,73
6	1714	2,49	385,65
7	2048	3,24	460,80
8	2220,26	3,75	499,56
9	2381	6,57	535,73








**UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA**  
**Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil**  
**Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan**

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086  
Telp: (0274) 487711 Fax: (0274) 487748  
Website: www.ujy.ac.id Email: fteknik@mail.uajy.ac.id

**Tabel Beban, Momen, dan Defleksi PL 3**

No.	Beban ( $P$ ) (kg)	Defleksi ( $\delta$ ) (mm)	Momen ( $M$ ) (kgm)
1	0	0,00	0,00
2	380	0,69	85,50
3	713	0,76	160,43
4	1047	0,99	235,58
5	1381	1,89	310,73
6	1714	2,95	385,65
7	2048	3,59	460,80
8	2103,56	3,75	473,30
9	2381	6,60	535,73

Keterangan :

-  = Data pada retak pertama
-  = Data pada lendutan maksimum
-  = Data pada beban maksimum



## LAMPIRAN VI

### PERHITUNGAN PELAT BETON PRACETAK BERONGGA PL 1

1. Diketahui :

a) Dimensi pelat :

- 1) Tebal pelat = 120 mm
- 2) Lebar atas pelat = 200 mm
- 3) Lebar bawah pelat = 110 mm
- 4) Panjang pelat ( $l_u$ ) = 900 mm
- 5) Selimut beton = 10 mm
- 6)  $f_c'$  = 25,029 MPa

b) Dimensi tulangan longitudinal :

1) P6

- a. Diameter = 5,73 mm
- b.  $f_y$  = 361,4044 Mpa
- c.  $f_u$  = 513,5747 Mpa

2) P8

- a. Diameter = 7,74 mm
- b.  $f_y$  = 385,7171 MPa
- c.  $f_u$  = 548,3438 MPa

c) Momen Inersia ( $I$ )

Momen yang didapatkan berdasarkan analisis dari AutoCAD 2014 adalah  $119316666,6667 \text{ mm}^4$



d) Perhitungan

Defleksi ( $\delta$ ) secara analisis

$$\delta = \frac{L}{240}$$

$$\delta = \frac{900}{240}$$

$$\delta = 3,75 \text{ mm}$$

Modulus retak ( $f_r$ )

$$f_r = 0,7 \times \sqrt{f'_c}$$

$$f_r = 0,7 \times \sqrt{25,029} = 3,502 \text{ MPa}$$

Momen maksimum secara analisis

$$f_r = \frac{Mc}{I}$$

$$M = \frac{f_r I}{c}$$

$$M = \frac{3,502 \times 119316666,6667}{66,1034}$$

$$= 6321111,572 \text{ Nmm}$$

$$= 6,321 \text{ kNm}$$

Beban Maksimum secara analisis

$$M = \frac{1}{4} P L$$

$$P = (4 \times M) / L$$

$$P = (4 \times 6,321) / 0,9$$

$$P = 28,093 \text{ kN}$$



## PERHITUNGAN PELAT BETON PRACETAK BERONGGA PL 2

### 1. Diketahui :

#### a) Dimensi pelat :

- 1) Tebal pelat = 120 mm
- 2) Lebar atas pelat = 200 mm
- 3) Lebar bawah pelat = 110 mm
- 4) Panjang pelat ( $l_u$ ) = 900 mm
- 5) Selimut beton = 10 mm
- 6)  $f_c'$  = 27,880 MPa

#### b) Dimensi tulangan longitudinal :

##### 1) P6

- a. Diameter = 5,73 mm
- b.  $f_y$  = 361,4044 Mpa
- c.  $f_u$  = 513,5747 Mpa

##### 2) P8

- a. Diameter = 7,74 mm
- b.  $f_y$  = 385,7171 MPa
- c.  $f_u$  = 548,3438 MPa

#### c) Momen Inersia ( $I$ )

Momen yang didapatkan berdasarkan analisis dari AutoCAD 2014 adalah 119316666,6667 mm<sup>4</sup>



d) Perhitungan

Defleksi ( $\delta$ ) secara analisis

$$\delta = \frac{L}{240}$$

$$\delta = \frac{900}{240}$$

$$\delta = 3,75 \text{ mm}$$

Modulus retak ( $f_r$ )

$$f_r = 0,7 \times \sqrt{f'_c}$$

$$f_r = 0,7 \times \sqrt{27,880} = 3,696 \text{ MPa}$$

Momen maksimum secara analisis

$$f_r = \frac{Mc}{I}$$

$$M = \frac{f_r I}{c}$$

$$M = \frac{3,696 \times 119316666,6667}{66,1034}$$

$$= 6671281,659 \text{ Nmm}$$

$$= 6,671 \text{ kNm}$$

Beban Maksimum secara analisis

$$M = \frac{1}{4} P L$$

$$P = (4 \times M) / L$$

$$P = (4 \times 6,671) / 0,9$$

$$P = 29,649 \text{ kN}$$



### PERHITUNGAN PELAT BETON PRACETAK BERONGGA PL 3

1. Diketahui :

a) Dimensi pelat :

- 1) Tebal pelat = 120 mm
- 2) Lebar atas pelat = 200 mm
- 3) Lebar bawah pelat = 110 mm
- 4) Panjang pelat ( $l_u$ ) = 900 mm
- 5) Selimut beton = 10 mm
- 6)  $f_c'$  = 26,340 MPa

b) Dimensi tulangan longitudinal :

1) P6

- a. Diameter = 5,73 mm
- b.  $f_y$  = 361,4044 Mpa
- c.  $f_u$  = 513,5747 Mpa

2) P8

- a. Diameter = 7,74 mm
- b.  $f_y$  = 385,7171 MPa
- c.  $f_u$  = 548,3438 MPa

c) Momen Inersia ( $I$ )

Momen yang didapatkan berdasarkan analisis dari AutoCAD 2014 adalah 119316666,6667 mm<sup>4</sup>



d) Perhitungan

Defleksi ( $\delta$ ) secara analisis

$$\delta = \frac{L}{240}$$

$$\delta = \frac{900}{240}$$

$$\delta = 3,75 \text{ mm}$$

Modulus retak ( $f_r$ )

$$f_r = 0,7 \times \sqrt{f'_c}$$

$$f_r = 0,7 \times \sqrt{26,340} = 3,593 \text{ MPa}$$

Momen maksimum secara analisis

$$f_r = \frac{Mc}{I}$$

$$M = \frac{f_r I}{c}$$

$$M = \frac{3,593 \times 119316666,6667}{66,1034}$$

$$= 6485366,613 \text{ Nmm}$$

$$= 6,485 \text{ kNm}$$

Beban Maksimum secara analisis

$$M = \frac{1}{4} P L$$

$$P = (4 \times M) / L$$

$$P = (4 \times 6,485) / 0,9$$

$$P = 28,822 \text{ kN}$$

# **PENGUJIAN KUAT LENTUR TERHADAP PELAT BETON PRACETAK BERONGGA**

Laporan Tugas Akhir  
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana dari  
Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Oleh :

Siswanto Sigit Pamungkas

NPM. : 11 02 13897



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA  
YOGYAKARTA  
APRIL 2015**



## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir dengan judul:

### **PENGUJIAN KUAT LENTUR TERHADAP PELAT BETON PRACETAK BERONGGA**

benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil plagiasi dari karya orang lain. Ide, data hasil penelitian maupun kutipan, baik langsung maupun tidak langsung yang bersumber dari tulisan atau ide orang lain dinyatakan secara tertulis dalam Tugas Akhir ini. Apabila terbukti dikemudian hari bahwa Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiasi, maka ijazah yang saya peroleh dinyatakan batal dan akan saya kembalikan kepada Rektor Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Yogyakarta, 22 April 2015

Yang membuat pernyataan,


(SISWANTO SIGIT PAMUNGKSAS)

## PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

### PENGUJIAN KUAT LENTUR TERHADAP PELAT BETON PRACETAK BERONGGA

Oleh :

SISWANTO SIGIT PAMUNGKAS

NPM. : 11 02 13897

Telah disetujui oleh Pembimbing

Yogyakarta, 21 April 2015

Pembimbing



Siswadi, S.T., M.T.

Disahkan oleh:

Program Studi Teknik Sipil

Ketua



FAKULTAS  
TEKNIK

J. Januar Sudjati, S.T., M.T.



## PENGESAHAN PENGUJI

Laporan Tugas Akhir

### PENGUJIAN KUAT LENTUR TERHADAP PELAT BETON PRACETAK BERONGGA



SISWANTO SIGIT PAMUNGKAS

NPM. : 11 02 13897

Telah diuji dan disetujui oleh:

	Nama	Tanggal	Tanda Tangan
Ketua	: Siswadi, S.T., M.T.	21/04/15	
Sekretaris	: Ir. Haryanto Y. W., M.T.	21/4/15	
Anggota	: Ir. Pranawa Widagdo, M.T.	21/04/2015	

## HALAMAN PERSEMBAHAN :

Tugas akhir ini dapat terselesaikan karena nikmat Allah SWT, berupa kesehatan, kemudahan, petunjuk dan kesabaran.

Sehingga tiada kata lain selain memuji kebesaran-Nya, Alhamdulillah, segala puji hanya bagi Allah

Untuk kedua orang tuaku tercinta yang selama ini mendukungku tugas akhir ini kupersembahkan sebagai jawaban atas kepercayaan yang telah kalian berikan serta perwujudan bhaktiku kepada kalian

Tidak lupa adik-adikku yang selalu memberi semangat, semoga Allah senantiasa meridhoi apa yang kita usahakan dan menqaulkan apa yang kita mohonkan.

## KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

*Assalamu'alaikum Wr. Wb.*

Puji dan Syukur penulis sampaikan ke hadirat Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul “PENGUJIAN KUAT LENTUR TERHADAP PELAT BETON PRACETAK BERONGGA” untuk memenuhi syarat menyelesaikan jenjang pendidikan tinggi Program Strata-1 (S-1) di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Harapan penulis melalui Tugas Akhir ini untuk menambah serta memperdalam ilmu dalam bidang Teknik Sipil baik bagi penulis maupun pihak lain.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini tidak mungkin dapat diselesaikan tanpa bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini, antara lain:

1. Bapak Prof. Ir. Yoyong Arfiadi, M.Eng., Ph.D, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
2. Bapak J. Januar Sudjati, S.T, M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya.
3. Bapak Siswadi, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan petunjuk dan membimbing penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

4. Dinar Gumilang Jati, S.T., M.Eng. selaku Ka laboratosium struktur dan bahan bangunan yang telah mengajarkan penulis tentang kedisiplinan.
5. Para dosen di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah bersedia mendidik dan membagikan ilmu kepada penulis.
6. Keluarga tercinta, kedua orangtuaku, adek-adekku yang selalu memberi dukungan doa, perhatian, dan semangat kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
7. Sahabat-sahabatku Arnold, Rudi, Ivan, Lian, Paul, Satria, Awan dan segenap teman-teman semua yang selalu memberi semangat dan telah memberikan dukungan kepada penulis.
8. Semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan tugas akhir ini.

*Wabillahi taufik walhidayah*

*Wassalamu'alaikum Wr. Wb.*

Yogyakarta, April 2015

**SISWANTO SIGIT PAMUNGKAS**

**NPM : 11 02 13897**

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	iii
<b>HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI</b> .....	iv
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	v
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	viii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	x
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xi
<b>DAFTAR NOTASI</b> .....	xii
<b>DAFTAR PERSAMAAN</b> .....	xiii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xiv
<b>INTISARI</b> .....	xv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Keaslian Tugas Akhir.....	3
1.5. Manfaat Tugas Akhir .....	3
1.6. Tujuan Tugas Akhir .....	4
1.7. Lokasi Penelitian .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
2.1. Umum.....	5
2.2. Beton .....	6
2.3. Baja .....	7
2.4. Pelat.....	8
<b>BAB III LANDASAN TEORI</b> .....	9
3.1. Kuat Tekan Beton.....	9
3.2. Kuat Lentur .....	10
<b>BAB IV METODE PENELITIAN</b> .....	12
4.1. Umum.....	12
4.2. Kerangka Penelitian .....	12
4.3. Tahap Persiapan .....	14
4.3.1 Pengumpulan Bahan.....	14
4.3.2 Peralatan Penelitian .....	16
4.4. Tahap Pengujian Bahan.....	20
4.4.1 Pengujian Agregat Halus.....	20
4.4.2 Pengujian Agregat Kasar.....	25
4.4.2 Pengujian Baja Tulangan.....	27
4.5. Tahap Pembuatan Benda Uji.....	29
4.5.1 Pembuatan <i>Mix Design</i> .....	31
4.5.2 Pembuatan Bekesting .....	31
4.5.3 Pengecoran Benda Uji.....	32
4.6. Perawatan Benda Uji.....	36

4.7.	Tahap Pengujian Benda Uji .....	37
4.7.1	Pengujian Silinder Beton .....	37
4.7.2	Pengujian Pelat Beton .....	38
4.8.	Tahap Analisis Data .....	40
4.9	Hambatan Pelaksanaan .....	40
<b>BAB V</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>41</b>
5.1	Pengujian Bahan .....	41
5.1.1	Pengujian Agregat Halus .....	41
5.1.2	Pengujian Agregat Kasar .....	42
5.1.3	Pengujian Kuat Tarik Baja .....	42
5.2	Pengujian <i>Slump</i> .....	42
5.3	Pengujian Kuat Tekan Silinder Beton .....	43
5.4	Pengujian Kuat Lentur Pelat Beton Pracetak Berongga .....	44
5.4.1	Tegangan Tarik Beton .....	44
5.4.2	Defleksi yang Terjadi di Bawah Batas Defleksi Maksimum Analisis .....	45
5.4.3	Perbandingan Beban Maksimum Hasil Pengujian dengan Analisis .....	46
5.4.4	Hubungan Beban dan Defleksi ( $P - \delta$ ) .....	46
5.4.5	Momen ( $M$ ) .....	47
5.5	Pola Retak Pelat Beton Pracetak Berongga .....	49
<b>BAB VI</b>	<b>KESIMPULAN</b> .....	<b>51</b>
6.1	Kesimpulan .....	51
6.2	Saran .....	51
	<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>53</b>
	<b>LAMPIRAN</b> .....	<b>54</b>



## DAFTAR TABEL

No.	NAMA TABEL	HAL.
2.1	Tabel Sifat Mekanis Baja Struktural	8
4.1	Kode Benda Uji Pelat Beton dan Silinder Beton	36
5.1	Hasil Pengujian <i>Slump</i>	43
5.2	Hasil Pengujian Kuat Tekan Silinder Beton	43
5.3	Tegangan Tarik Beton	44
5.4	Beban pada Defleksi Maksimum Analisis	45
5.5	Perbandingan Beban Maksimum Hasil Pengujian dan Hasil Analisis Pelat Beton Pracetak Berongga	46

## DAFTAR GAMBAR

No.	NAMA GAMBAR	HAL.
3.1	Pengujian Kuat Tekan Beton pada Benda Uji Silinder	10
3.2	Pengujian Kuat Lentur Pelat	11
4.1	<i>Flow Chart</i> Pelaksanaan Penelitian	13
4.2	Semen <i>Portland</i>	14
4.3	Pelat Baja tebal 3 mm	15
4.4	<i>Loading Frame</i>	16
4.5	<i>Strainometer</i>	16
4.6	<i>Manometer</i>	17
4.7	<i>Hydraulic Jack</i>	17
4.8	Kerucut <i>Abrams</i>	17
4.9	Molen	18
4.10	Cetakan Silinder	18
4.11	Oven Listrik	19
4.12	<i>Compression Testing Machine</i>	19
4.13	<i>Universal Testing Machine</i>	19
4.14	Pengujian Kandungan Lumpur dalam Pasir	23
4.15	Pengujian Kandungan Zat Organik dalam Pasir	24
4.16	Sketsa Benda Uji Baja Tulangan Polos ( $\varnothing$ 5,73 mm)	29
4.17	Sketsa Benda Uji Baja Tulangan Polos ( $\varnothing$ 7,74 mm)	29
4.18	Benda Uji Pelat	30
4.19	Detail Potongan	30
4.20	Hasil Analisis AutoCAD 2014	31
4.21	Pengujian Nilai <i>Slump</i>	34
4.22	Beton dalam Cetakan Silinder	35
4.23	Perawatan Silinder dan Pelat Beton	37
4.24	Pengujian Kuat Tekan Slinder Beton	38
4.25	Pengujian Kuat Lentur Pelat	39
5.1	Grafik Hubungan Beban dan Defleksi ( $P - \delta$ )	47
5.2	Pola Retakan pada Pelat Beton Pracetak Berongga 1	49
5.3	Pola Retakan pada Pelat Beton Pracetak Berongga 2	50
5.4	Pola Retakan pada Pelat Beton Pracetak Berongga 3	50

## DAFTAR NOTASI

NOTASI	KETERANGAN
$f_c'$	Kuat tekan beton (MPa)
$f_y$	Tegangan luluh baja (MPa)
$b_1$	Lebar atas benda uji (mm)
$b_2$	Lebar bawah benda uji (mm)
$h$	Tinggi benda uji (mm)
$l_u$	Bentang bersih (mm)
$f_u$	Tegangan putus baja (MPa)
$A$	Luas bidang desak benda uji (mm <sup>2</sup> )
$P$	Beban tekan (N)
$f_r$	Tegangan lentur/modulus retak (MPa)
$M$	Momen (Nmm)
$c$	Letak garis netral (mm)
$I$	Momen Inersia (mm <sup>4</sup> )
$\delta$	Defleksi (mm)

## DAFTAR PERSAMAAN

<b>PERSAMAAN</b>	<b>KETERANGAN</b>	<b>HAL.</b>
3-1	Kuat tekan beton	10
3-2	Kuat lentur	11
4-1 s.d 4-4	Berat jenis dan penyerapan agregat halus	21
4-5	Kadar air	22
4-6	Kandungan lumpur	23
4-7 s.d 4.10	Berat jenis dan penyerapan agregat kasar	26
4-11	Kadar air	26
4-12	Kandungan lumpur	27
5-1	Modulus retak	44
5-2	Defleksi	45
5-3	Momen	47

## DAFTAR LAMPIRAN

NAMA LAMPIRAN	HAL.
Lampiran I Pengujian Bahan	54
Lampiran II Data Pengujian Kuat Tarik Baja	58
Lampiran III Perencanaan Adukan untuk Beton Normal	59
Lampiran IV Data Pengujian Silinder Beton	65
Lampiran V Tabel Beban, Momen dan Defleksi Pelat	66
Lampiran VI Perhitungan Pelat Beton Pracetak Berongga	68

## INTISARI

**“PENGUJIAN KUAT LENTUR TERHADAP PELAT BETON PRACETAK BERONGGA”**. Siswanto Sigit Pamungkas, NPM: 11 02 13897, tahun 2015, Bidang Peminatan Struktur, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Pelat lantai merupakan salah satu elemen struktur yang berfungsi untuk menahan dan meneruskan beban dari struktur di atasnya seperti beban hidup, beban mati, dan dinding. Komponen penyusun pelat lantai terdiri dari beton, tulangan tarik, tulangan desak, dan tulangan susut. Tulangan tarik dan tulangan desak digunakan untuk menahan momen lentur sedangkan tulangan susut digunakan untuk meminimalisir retak beton akibat volume susut beton.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi eksperimental yaitu dengan melakukan percobaan langsung di laboratorium. Penelitian bertujuan untuk menemukan bentuk penampang pelat pracetak yang telah dianalisis sehingga mampu menahan beban yang akan ditentukan. Benda uji yang digunakan dalam penelitian ini dibedakan menjadi 2 kelompok. Kelompok pertama adalah benda uji beton silinder dengan ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm berjumlah 3 buah, dengan rincian setiap 1 benda uji silinder beton diambil pada pengadukan untuk membuat 1 benda uji pelat beton pracetak. Benda uji silinder beton digunakan untuk pengujian kuat desak. Sedangkan kelompok kedua adalah benda uji pelat beton pracetak yang berjumlah 3 buah, dimana 3 benda uji tersebut menggunakan bentuk penampang dengan rongga trapesium yang telah dianalisis dan menggunakan tulangan 1 arah berdiameter 6 mm dan 8 mm. Pengujian semua benda uji setelah mencapai umur 28 hari.

Hasil penelitian menunjukkan perbandingan antara hasil analisis dengan hasil pengujian di lapangan Rata – rata beban maksimum yang mampu diterima oleh pelat setelah diuji adalah 2016,83 kg, sedangkan rata – rata beban maksimum pelat hasil analisis teori adalah 2885,5 kg. Nilai tegangan lentur pelat hasil pengujian secara berurutan mulai dari PL1, PL2, dan PL3 adalah 2,152 MPa, 2,768 MPa, dan 2,622 MPa, sedangkan hasil secara analisis secara berurutan adalah 3,502 MPa, 3,696 MPa, dan 3,593 MPa.

Kata Kunci: pelat lantai, pelat beton pracetak berongga, tegangan lentur

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Perkembangan teknologi pada era globalisasi saat ini terjadi cukup pesat tanpa terkecuali di bidang konstruksi. Bangunan gedung mulai dibuat tidak seperti biasanya, ada bagian – bagian tertentu yang didesain sedemikian rupa demi tercapainya nilai estetika dari bangunan tersebut. Oleh karena itu diperlukan inovasi dari elemen – elemen struktur bangunan baik dari segi bentuk maupun komponen penyusunnya agar tetap mampu menahan beban di atasnya dan meneruskannya ke pondasi.

Pelat lantai merupakan salah satu elemen struktur yang berfungsi untuk menahan dan meneruskan beban dari struktur di atasnya seperti beban hidup, beban mati, dan dinding. Komponen penyusun pelat lantai terdiri dari beton, tulangan tarik, tulangan desak, dan tulangan susut. Tulangan tarik dan tulangan desak digunakan untuk menahan momen lentur sedangkan tulangan susut digunakan untuk meminimalisir retak beton akibat volume susut beton.

Tulangan tarik, desak, dan susut pada pelat lantai beton bertulang umumnya berupa baja tulangan polos. Kemampuan tulangan tarik, desak, dan susut pada pelat berpengaruh terhadap keruntuhan – keruntuhan yang akan terjadi, baik keruntuhan lentur maupun keruntuhan geser.

Keruntuhan lentur merupakan keadaan dimana ketika beban yang bekerja pada pelat bertambah yang menyebabkan deformasi dan tambahan regangan, yaitu

ditandai dengan bertambahnya retak lentur di sepanjang bentang pelat, dan bila beban terus bertambah melebihi kapasitas elemen pelat maka terjadi keruntuhan.

### **1.2 Perumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang, maka permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah menguji seberapa besar kuat lentur pelat beton pracetak yang penampangnya didesain menyerupai balok.

### **1.3 Batasan Masalah**

Berdasarkan perumusan masalah di atas, agar penulisan tidak meluas dan menyimpang dari tujuan utamanya, maka permasalahan dibatasi pada:

1. Membandingkan kuat lentur pelat secara teoritis dengan kuat lentur hasil pembebanan pada pelat beton pracetak yang telah didesain.
2. Kuat tekan rencana beton,  $f_c' = 20$  MPa.
3. Tulangan longitudinal menggunakan baja polos 6 mm dengan luas penampang  $25,79 \text{ mm}^2$  dan baja polos 8 mm dengan luas penampang  $47,05 \text{ mm}^2$ .
4. Mutu baja tulangan  $\varnothing 6$  mm dan  $\varnothing 8$  mm,  $f_y = 210$  MPa.
5. Penampang pelat yang digunakan bentuk trapesium adalah lebar atas ( $b1$ ) = 200 mm lebar bawah ( $b2$ ) = 110 mm dan tinggi ( $h$ ) = 120 mm dengan panjang bentang bersih  $l_u = 900$  mm dengan rongga trapesium ditengahnya sama dengan panjang bentang bersih benda uji.
6. Selimut beton 10 mm.
7. Ukuran maksimum agregat kasar 10 mm.
8. Semen yang digunakan adalah semen serba guna merk "Holcim."



9. Agregat halus berupa pasir yang berasal dari Kali Progo, Sleman, Yogyakarta.
10. Air yang digunakan berasal dari Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Pembebanan yang digunakan adalah beban terpusat tegak lurus dengan benda uji.

#### **1.4 Keaslian Tugas Akhir**

Berdasarkan pengamatan, penelitian sebelumnya mengenai pengujian kuat lentur pernah dilakukan pada tugas akhir dengan judul “Pengujian Kuat Lentur Beton Bertulangan Bambu Ganda Dengan Pasak Bambu Tunggal” (Tandianto, 2000), “Kuat Lentur Beton Ringan *Styrofoam* dengan tulangan baja” (Umbara, 2006), “Pengaruh Penggunaan Baja Profil Siku Terhadap Kuat Lentur Balok” (Siahaan, 2014). Penelitian ini tidak menggunakan balok sebagai benda uji tetapi menggunakan pelat pracetak tanpa tulangan geser, sehingga penelitian ini belum pernah dilakukan.

#### **1.5 Manfaat Tugas Akhir**

Manfaat yang diharapkan dalam penulisan tugas akhir ini adalah untuk memberikan wacana baru dalam bidang teknik sipil khususnya mengenai pelat pracetak untuk memberikan inovasi, mengurangi volume dan beban sendiri pelat. Selain itu dapat digunakan sebagai referensi tambahan dalam penelitian yang sejenis selanjutnya.

## **1.6 Tujuan Tugas Akhir**

Tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian ini adalah :

1. Mengetahui kuat lentur pelat beton pracetak dengan penampang trapesium berongga yang telah dianalisis.
2. Mengetahui beban maksimal terpusat dari sampel benda uji.

## **1.7 Lokasi Penelitian**

Penelitian akan dilakukan di Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Umum**

Tandianto (2000), melakukan pengujian kuat lentur beton bertulangan bambu (Tandianto, 2000). Dimensi penampang benda uji balok yang digunakan adalah 120 mm x 166,7 mm dengan panjang bersih (*lu*) 500 mm dan panjang total 600 mm. Beberapa benda uji tersebut setelah diuji menghasilkan tegangan lentur tertinggi 15,25 MPa dengan beton bertulangan bambu pasak baja P6 jarak 10 cm dan yang terendah terendah tegangan lentur 5,339 MPa dengan beton normal tanpa tulangan.

Umbara (2006), melakukan pengujian kuat lentur beton ringan *styrofoam* dengan tulangan baja. Dimensi penampang benda uji balok yang digunakan adalah 100 mm x 200 mm dengan panjang total 2000 mm. Pada penelitian ini menggunakan 2 sampel balok dengan perbedaan kandungan *styrofoam* yang berbeda yaitu 20% dan 40%. Setelah dilakukan pengujian balok yang menggunakan *styrofoam* 20% mampu menahan hingga 15,9984 kN sedangkan yang 40% hanya mampu menahan hingga 8,5955 kN.

Siahaan (2014), melakukan penelitian menggunakan baja profil siku sebagai pengganti tulangan longitudinal balok. Ukuran penampang benda uji balok adalah 125 mm x 200 mm dengan panjang bersih (*lu*) 1800 mm dan panjang total 2000 mm dengan tulangan longitudinal baja profil siku 30x30x3. Penelitian ini menggunakan 3 sampel balok tanpa perbedaan bahan namun hasil pengujian

yang berbeda secara berurutan balok uji 1, 2 dan 3 menghasilkan beban maksimum 17,9215 kN, 50,9799 kN dan 45,3286 kN.

## **2.2 Beton**

Beton merupakan campuran antara semen *portland*, agregat, air, dan terkadang ditambahi dengan variasi bahan tambah mulai dari bahan tambah kimia sampai dengan bahan tambah non – kimia pada perbandingan tertentu (Tjokrodimuljo, 1992). Kekuatan beton bergantung pada proporsi campuran, kualitas bahan dasar penyusun beton (air, semen, agregat kasar, agregat halus, dan bahan tambah), cara menakar dan mencampur, kelembaban di sekitar beton, dan metode perawatan (Murdock, L.J dkk, 1986). Agar kekuatan beton yang dihasilkan sesuai dengan rencana maka perlu dibuat rencana adukan beton atau *mix design* yang berguna untuk memperoleh kebutuhan semen, pasir, kerikil, dan air.

Beton memiliki kelebihan dan kekurangan. Kelebihan beton diantaranya dapat dengan mudah dibentuk sesuai kebutuhan, mampu memikul beban yang berat, tahan terhadap suhu tinggi, dan biaya pemeliharaan yang relatif murah, sedangkan kekurangan beton salah satunya adalah sulit merubah bentuk yang telah dibuat, berat, pengerjaan membutuhkan ketelitian tinggi, daya pantul suara yang besar dan kuat tarik beton yang lemah, kuat tarik beton yang lemah tersebut dapat diatasi dengan menambahkan baja tulangan ke dalam beton yang selanjutnya disebut sebagai beton bertulang. Menurut Wang dan Salmon (1986) beton bertulang adalah gabungan logis dari dua jenis bahan beton polos, yang memiliki kuat tekan yang tinggi akan tetapi kekuatan tarik yang rendah, dan

batangan-batangan baja yang ditanamkan di dalam beton dapat memberikan kekuatan tarik yang diperlukan. Berdasarkan Peraturan Beton Bertulang Indonesia (1971), beton bertulang adalah beton yang mengandung batang tulangan dan direncanakan berdasarkan anggapan bahwa kedua bahan tersebut bekerja sama dalam memikul gaya-gaya.

### **2.3 Baja**

Baja adalah salah satu dari material yang cukup penting dalam dunia konstruksi. Menurut Oentoeng (1999) baja dapat dikategorikan menjadi beberapa jenis berdasarkan kekuatan dan bahan penyusunnya serta berdasarkan kadar karbon di dalam baja. Berdasarkan kadar karbon, baja yang sering digunakan sebagai material konstruksi adalah *mild carbon*, yaitu baja yang mengandung karbon antara 0,15% - 0,29%.

Baja konstruksi adalah *alloy steels* (baja paduan), yang pada umumnya mengandung lebih dari 98% besi dan biasanya kurang dari 1% karbon. Sekalipun komposisi aktual kimiawi sangat bervariasi untuk sifat-sifat yang diinginkan, seperti kekuatannya dan tahanannya terhadap korosi. Baja juga dapat mengandung elemen paduan lainnya, seperti *silicon, magnesium, sulfur, fosfor*, tembaga, krom, nikel, dalam berbagai jumlah (Spiegel dan Limbrunner, 1991).

Sifat-sifat baja yang penting dalam penggunaan konstruksi adalah kekuatannya yang tinggi dibandingkan terhadap setiap bahan lain yang tersedia, serta sifat keliatannya. Menurut Bowles (1985) keliatan (*ductility*) adalah kemampuan untuk berdeformasi secara nyata baik dalam tegangan maupun dalam

kompresi sebelum terjadi kegagalan. Penambahan kadar karbon dalam baja akan menambah tegangan leleh baja tetapi akan mengurangi daktilitas baja.

Beberapa keuntungan baja menurut Spiegel dan Limbrunner (1991) adalah keseragaman bahan, kestabilan dimensional, kemudahan pembuatan serta cepatnya pelaksanaan. Selain itu baja juga memiliki kuat tekan dan tarik yang tinggi. Baja tidak hanya memiliki keuntungan tetapi juga kerugian diantaranya mudah terkena korosi dan tidak tahan terhadap temperatur tinggi. Apabila terjadi korosi pada baja tulangan, maka akan diikuti dengan retak dan pecahnya lapisan beton yang tentunya akan mempercepat reaksi korosi, sehingga lekatan antara baja tulangan dan beton akan berkurang.

Tabel 2.1 Tabel Sifat Mekanis Baja Struktural

Jenis Baja	Tegangan Putus Min $f_u$ (MPa)	Tegangan Leleh Min $f_y$ (MPa)	Peregangan Minimum
BJ34	340	210	22
BJ37	370	240	20
BJ41	410	250	18
BJ50	500	290	16
BJ55	550	410	13

(Sumber : SNI 03-1729-2002)

#### 2.4 Pelat

Pelat lantai adalah elemen horisontal utama yang menyalurkan beban hidup maupun beban mati ke kerangka pendukung vertikal dari suatu sistem struktur. Elemen-elemen tersebut dapat dibuat sehingga bekerja dalam satu arah atau bekerja dalam dua arah (Nawy,1990).

## **BAB III**

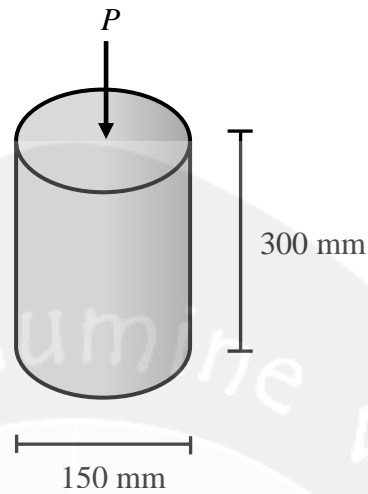
### **LANDASAN TEORI**

#### **3.1 Kuat Tekan Beton**

Berdasarkan SNI 03 – 1974 – 1990 kuat tekan beton merupakan besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani gaya tekan tertentu oleh mesin tekan.

Sifat utama beton adalah memiliki kuat tekan yang lebih tinggi dibandingkan dengan kuat tariknya. Kekuatan tekan beton adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan per satuan luas. Kuat tekan beton mengidentifikasi mutu dari sebuah struktur (Mulyono, 2004). Kualitas atau mutu beton bergantung pada kuat tekan beton yang dihasilkan, bila kuat tekan beton yang dihasilkan semakin tinggi maka mutu beton tersebut akan semakin tinggi, begitu pula sebaliknya.

Nilai kuat tekan beton dapat diperoleh dengan pengujian yang mengacu pada standar yang umumnya digunakan yaitu standar ASTM (*American Society for Testing and Material*). Kuat tekan masing – masing benda uji ditentukan oleh tegangan tekan tertinggi ( $f_c'$ ) yang dicapai benda uji dengan umur 28 hari. Nilai kuat tekan beton untuk benda uji dengan dimensi yang berbeda dapat diperoleh dengan mengkonversi hasil kali yang telah tersedia pada SNI – 1974 : 2011. Benda uji yang digunakan pada penelitian ini berbentuk silinder dengan ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm.



Gambar 3.1 Pengujian Kuat Tekan Beton pada Benda Uji Silinder

Persamaan yang digunakan dalam menentukan nilai kuat tekan beton adalah sebagai berikut :

$$f_c' = \frac{P}{A} \dots\dots\dots(3-1)$$

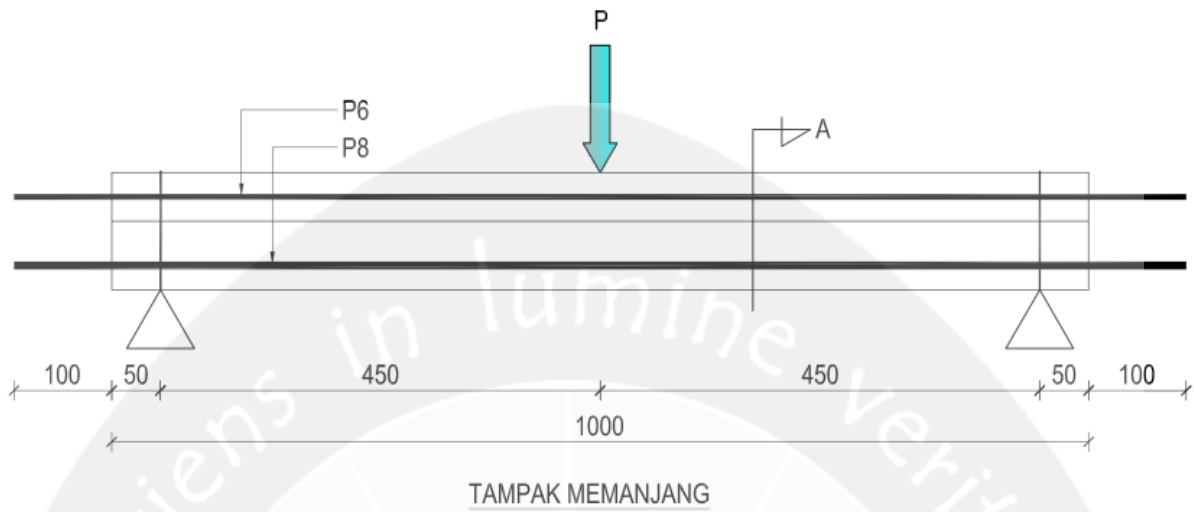
keterangan :  $f_c'$  = kuat tekan beton (MPa)  
 $A$  = luas bidang desak benda uji ( $\text{mm}^2$ )  
 $P$  = beban tekan (N)

### 3.2 Kuat Lentur

Kekuatan tarik di dalam lentur yang dikenal dengan modulus runtuh (*modulus of rupture*) merupakan sifat yang penting di dalam menentukan retak dan lendutan. Saat terjadi momen lentur positif, regangan tekan akan terjadi pada bagian atas dan regangan tarik akan terjadi pada bagian bawah. Oleh karena itu pelat yang dirancang harus mampu menahan tegangan tekan dan tarik.

Pada penelitian ini menggunakan benda uji pelat yang bentuknya menyerupai balok seperti pada gambar 3.2 di bawah ini.





Gambar 3.2 Pengujian Kuat Lentur Pelat (Satuan dalam mm)

Kuat tarik balok dapat dihitung dengan persamaan berikut (Nawy, 1990) :

$$f_r = \frac{Mc}{I} \dots\dots\dots(3-2)$$

keterangan :  $f_r$  = tegangan lentur (MPa)  
 $M$  = momen maksimum (Nmm)  
 $c$  = letak garis netral (mm)  
 $I$  = momen Inersia (mm<sup>4</sup>)

## **BAB IV**

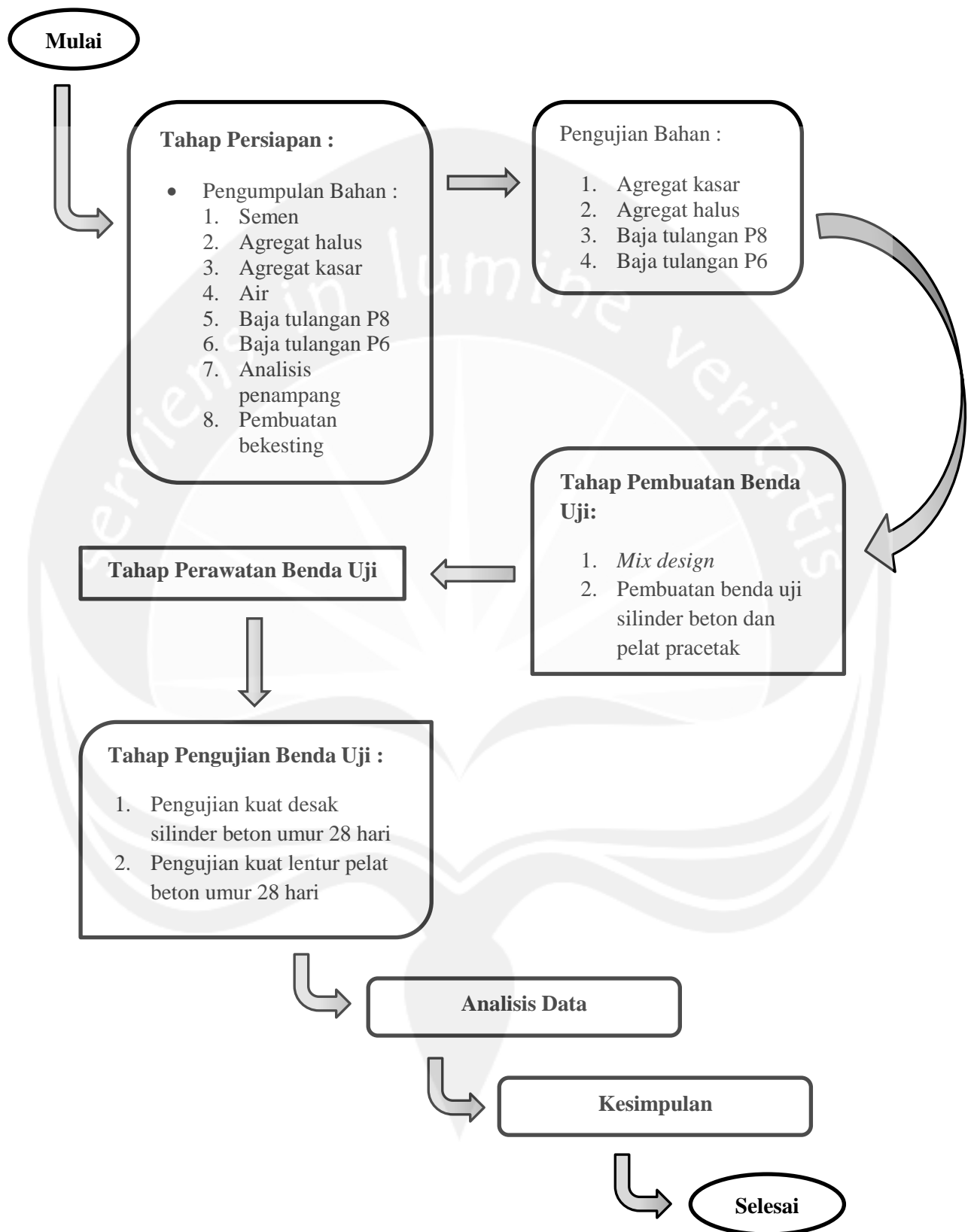
### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **4.1 Umum**

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi eksperimental yaitu dengan melakukan percobaan langsung di laboratorium. Penelitian bertujuan untuk menemukan bentuk penampang pelat pracetak yang telah dianalisis sehingga mampu menahan beban yang akan ditentukan. Benda uji yang digunakan dalam penelitian ini dibedakan menjadi 2 kelompok. Kelompok pertama adalah benda uji beton silinder dengan ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm berjumlah 3 buah, dengan rincian setiap 1 benda uji silinder beton diambil pada pengadukan untuk membuat 1 benda uji pelat beton pracetak. Benda uji silinder beton digunakan untuk pengujian kuat desak. Sedangkan kelompok kedua adalah benda uji pelat beton pracetak yang berjumlah 3 buah, dimana 3 benda uji tersebut menggunakan bentuk penampang dengan rongga trapesium yang telah dianalisis dan menggunakan tulangan 1 arah berdiameter 6 mm dan 8 mm. Pengujian semua benda uji setelah mencapai umur 28 hari.

#### **4.2 Kerangka Penelitian**

Kerangka penelitian dibuat agar penelitian dapat berjalan dengan teratur. Tahapan penelitian harus direncanakan dengan baik agar dapat berjalan dengan sistematis.

Gambar 4.1 *Flow Chart* Pelaksanaan Penelitian

Tahapan Penelitian yang dilaksanakan terdiri dari beberapa tahapan seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 4.1 yaitu tahap persiapan, tahap pengujian bahan, tahap pembuatan benda uji, tahap perawatan benda uji, tahap pengujian benda uji, analisis data, dan kesimpulan.

### **4.3 Tahap Persiapan**

Tahapan persiapan merupakan awal dalam melakukan penelitian, dalam tahap ini yang dilakukan adalah pengumpulan bahan dan alat yang akan digunakan dalam penelitian serta pengumpulan data – data sekunder yang mendukung penelitian.

#### **4.3.1 Pengumpulan Bahan**

Bahan – bahan yang digunakan dalam pembuatan benda uji adalah sebagai berikut :

1. Semen *Portland* (PC) tipe I dengan merk “Holcim” yang tersedia dalam kemasan 40 kg. Semen digunakan sebagai bahan ikat material – material beton lainnya.



Gambar 4.2 Semen *Portland*

2. Agregat halus berupa pasir yang berasal dari Clereng, Kulonprogo, D. I. Yogyakarta. Pengujian agregat halus perlu dilakukan sebelum agregat

halus digunakan sebagai bahan campuran beton. Pengujian yang dilakukan berupa pemeriksaan gradasi agregat halus, kadar lumpur, kandungan zat organik, kadar air, berat jenis, dan penyerapan.

3. Agregat kasar berupa batu pecah (*split*) yang berasal dari Clereng, Kulon Progo, Yogyakarta. Pengujian agregat kasar perlu dilakukan sebelum agregat kasar digunakan sebagai bahan campuran beton. Pengujian yang dilakukan berupa pemeriksaan gradasi agregat kasar, kadar lumpur, keausan, kadar air, berat jenis, dan penyerapan.
4. Air digunakan untuk bereaksi dengan semen sebagai bahan pengikat. Air yang digunakan berasal dari Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
5. Baja tulangan polos yang digunakan berdiameter 5,73 mm dan 7,75 mm. Baja tulangan polos terlebih dahulu diuji sebelum digunakan untuk mengetahui nilai kuat tarik baja dan modulus elastisitas baja.
6. Pelat baja setebal 3 mm sebagai bekesting pelat beton pracetak.



Gambar 4.3 Pelat Baja tebal 3 mm

#### 4.3.2 Peralatan Penelitian

Pembuatan benda uji dilakukan di Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta menggunakan beberapa alat yang membantu proses pembuatannya, antara lain:

1. *Loading frame*, digunakan untuk perletan benda uji dalam pengujian pelat beton pracetak.



Gambar 4.4 *Loading Frame*

2. *Strainometer*, digunakan untuk mengukur besar lendutan pada pelat. Kapasitas pengukuran adalah 1,5 cm dengan ketelitian 0,01.



Gambar 4.5 *Strainometer*

3. *Manometer*, digunakan untuk membaca besarnya beban aksial yang diberikan oleh *hydraulic jack* terhadap benda uji pelat. *Hydraulic jack* atau Dongkrak hidrolik, digunakan untuk memberikan gaya tekan aksial pada balok dengan kapasitas 25 ton



Gambar 4.6 *Manometer*



Gambar 4.7 *Hydraulic Jack*

4. Kerucut *Abrams* dan penumbuk, digunakan untuk menentukan nilai *slump* pada adukan beton.



Gambar 4.8 Kerucut *Abrams*

5. Molen (*Concrete Mixer*), digunakan untuk mencampur bahan – bahan susun beton sehingga menjadi adukan beton. Alat yang digunakan dengan merk *Baromix Minor*.



Gambar 4.9 Molen

6. Cetakan silinder beton dengan ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm.



Gambar 4.10 Cetakan Silinder

7. Oven Listrik, digunakan untuk mengeringkan benda uji sehingga mencapai keadaan yang disebut berat kering tungku. Kapasitas alat 300° C dengan merk *Marui*.





Gambar 4.11 Oven Listrik

8. *Compression Testing Machine*, digunakan untuk menguji kuat tekan beton. Kapasitas alat adalah sebesar 2000 kN.



Gambar 4.12 *Compression Testing Machine*

9. *Universal Testing Machine (UTM)* dengan merk Shimadzu UMH – 30, digunakan untuk menguji kuat tarik baja.



Gambar 4.13 *Universal Testing Machine*

#### **4.4 Tahap Pengujian Bahan**

Tahap pengujian bahan terdiri dari pengujian agregat halus, pengujian agregat kasar, dan pengujian baja tulangan polos.

##### 4.4.1 Pengujian Agregat Halus

###### A. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan

Pengujian berat jenis dan penyerapan bertujuan untuk mengetahui berat jenis dan penyerapan agregat halus. Berikut adalah langkah – langkah pengujian berat jenis dan penyerapan :

- a. Agregat yang lolos saringan No. 4 diambil 500 gram.
- b. Agregat direndam selama 24 jam kemudian dicuci sampai bersih.
- c. Agregat dikeringkan dengan menggunakan kompor samapai keadaan SSD (*Saturated Surface Dry*).
- d. Kemudian agregat dimasukkan ke dalam kerucut kuningan (untuk pemeriksaan keadaan SSD agregat). Pertama, dimasukkan  $\frac{1}{3}$  bagian, lalu ditumbuk 9 kali. Lalu masukan lagi hingga  $\frac{2}{3}$  bagian dan ditumbuk 8 kali. Terakhir dimasukkan hingga penuh lalu ditumbuk 8 kali. Lalu kerucut diisi agregat lagi hingga benar – benar penuh.
- e. Kerucut diangkat perlahan – lahan, jika terjadi penurunan minimal  $\frac{1}{4}$  dan maksimal  $\frac{1}{3}$  bagian dari tinggi kerucut, maka agregat dinyatakan dalam keadaan SSD (*Saturated Surface Dry*).
- f. Agregat dimasukkan ke dalam labu *Erlenmeyer* sebanyak 500 gram (A gram), lalu ditambah air hingga 475 ml.

- g. Gelembung udara yang ada di dalamnya dikeluarkan menggunakan *vacuum pump*. Setelah itu tabung *Erlenmeyer* dipanaskan, gelembung air dikeluarkan dan didinginkan di ruang ber – AC. Tambahkan air hingga 500 ml dan ditimbang ( $D$  gram). Lalu pasir dan airnya dikeluarkan ke dalam suatu cawan, dan biarkan mengendap. Setelah mengendap airnya dibuang.
- h. Pasir dimasukan ke dalam oven dengan suhu  $110\text{ }^{\circ}\text{C}$  selama 24 jam, didinginkan kemudian ditimbang ( $B$  gram).
- i. Labu *Erlenmeyer* yang telah kosong, diisi air hingga 500 ml dan ditimbang ( $C$  gram).
- j. Berat jenis dan penyerapan agregat dapat dihitung.

$$\text{Berat jenis (Bulk Specific Gravity)} = \frac{A}{C+500-D} \dots\dots\dots(4-1)$$

$$\text{Berat jenis SSD (SSD Specific Gravity)} = \frac{B}{C+500-D} \dots\dots\dots(4-2)$$

$$\text{Berat jenis semu (Apparent Specific Gravity)} = \frac{B}{C+B-D} \dots\dots\dots(4-3)$$

$$\text{Peyerapan (Absorption)} = \frac{B-A}{A} \dots\dots\dots(4-4)$$

Keterangan :  $A$  = Berat awal pasir (gram)  
 $B$  = Berat kering pasir (gram)  
 $C$  = Berat tabung diisi air (gram)  
 $D$  = Berat tabung berisi pasir dan air (gram)

## B. Pengujian Kadar Air

Maksud pengujian kadar air adalah untuk mengetahui kandungan air yang terdapat dalam agregat halus. Cara pengujian kadar air adalah sebagai berikut :

- a. Menyiapkan *tin box* dalam keadaan kering dan ditimbang.
- b. Agregat diisi ke dalam *tin box* sampai  $\frac{3}{4}$  bagian dari *tin box*.
- c. Setelah itu *tin box* ditimbang dan dicatat.
- d. Kemudian *tin box* dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 110 °C selama 24 jam.
- e. Setelah 24 jam, *tin box* didinginkan di dalam ruang ber – AC dengan suhu 25 °C sampai beratnya tetap, kemudian *tin box* ditimbang dan dicatat hasilnya.
- f. Kadar air dapat dihitung dengan persamaan :

$$\text{Kadar air (w)} = \frac{\text{Berat sebelum} - \text{Berat sesudah di oven}}{\text{Berat sesudah di oven}} \times 100\% \quad \dots(4-5)$$

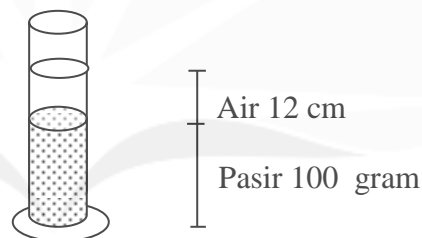
## C. Pengujian Kandungan Lumpur

Pengujian kandungan lumpur bertujuan untuk menentukan banyaknya kandungan lumpur dalam agregat halus atau pasir. Langkah – langkah pengujian kandungan lumpur adalah sebagai berikut :

- a. Pasir ditimbang 100 gram dalam keadaan kering dan masukan ke dalam gelas ukur 250 ml.

- b. Air diisi ke dalam gelas ukur sampai ketinggian 12 cm dari permukaan atas pasir dan dikocok selama 1 menit, kemudian dibiarkan selama 1 menit, lalu airnya dibuang.
- c. Hal di atas diulangi terus – menerus sampai airnya jernih.
- d. Kemudian pasir dikeluarkan dari gelas ukur dan dikeringkan di dalam oven pada suhu 105 °C selama kurang lebih 25 jam.
- e. Kemudian pasir dikeluarkan dari oven dan didinginkan.
- f. Setelah itu pasir ditimbang (gram).
- g. Kandungan lumpur dalam pasir dapat ditentukan dengan persamaan :

$$\text{Kandungan lumpur} = \frac{\text{Berat pasir awal (100)} - \text{Berat pasir kering}}{\text{Berat pasir awal (100)}} \dots\dots(4-6)$$



Gambar 4.14 Pengujian Kandungan Lumpur dalam Pasir

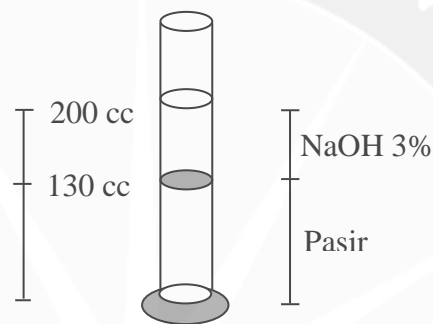
Menurut SK SNI S – 04 – 1989 – F, pasir tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5%, apabila kandungan lumpur dalam pasir melebihi 5% maka pasir tersebut harus dicuci, karena lumpur dalam pasir dapat mengurangi kualitas dari beton yang akan dihasilkan.

#### D. Pengujian Kandungan Zat Organik

Pengujian kandungan zat organik dalam agregat halus dimaksudkan untuk menentukan kandungan zat organik yang terkandung dalam pasir.

Pengujian kandungan zat organik sebagai berikut :

- a. Pasir kering dimasukkan ke dalam gelas ukur 250 ml setinggi 130 ml.
- b. NaOH 3% dituangkan ke dalam gelas ukur sampai isi seluruhnya mencapai 200 ml.
- c. Gelas ukur dikocok selama 10 menit dan dibiarkan selama 24 jam.
- d. Bandingkan warna larutan yang terjadi di atas pasir dengan warna yang ada pada *Gardner Standard Colour*.



Gambar 4.15 Pengujian Kandungan Zat Organik dalam Pasir

- a) Warna kuning muda sekali (No. 5), zat organik sedikit, baik untuk dipergunakan.
- b) Warna kuning muda (No. 8), zat organik agak banyak, dapat dipergunakan.
- c) Warna kuning tua (No. 11), zat organik banyak, kurang baik untuk dipergunakan.
- d) Warna oranye tua sekali (No. 14), zat organik lebih banyak, tidak boleh dipergunakan.
- e) Warna merah tua (No. 16), zat organik banyak sekali.

#### 4.4.2 Pengujian Agregat Kasar

Pengujian agregat kasar terdiri dari pengujian gradasi agregat, pengujian berat jenis dan penyerapan, pengujian kadar air, pengujian kadar lumpur, dan pengujian keausan.

##### A. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan

Pengujian berat jenis dan penyerapan bertujuan untuk mengetahui berat jenis dan penyerapan agregat kasar. Berikut adalah langkah – langkah pengujian berat jenis dan penyerapan :

- a. Agregat yang diambil merupakan agregat kasar yang tertahan saringan  $\frac{1}{2}$ " dengan jumlah berat 1000 gram.
- b. Agregat tersebut direndam selama 24 jam dan dicuci hingga bersih.
- c. Agregat ditimbang (*C* gram) dengan menggunakan keranjang yang terlebih dahulu ditimbang di dalam bak berisi air.
- d. Agregat diangkat dan dikeluarkan dari bak lalu dikeringkan menggunakan kain lap sampai keadaan agregat menjadi SSD (*Saturated Surface Dry*). Setelah itu agregat ditimbang (*B* gram).
- e. Kemudian agregat tersebut dimasukan ke dalam oven selama 24 jam dengan suhu 110 °C.
- f. Agregat dikeluarkan dari oven dan didinginkan, lalu beratnya ditimbang (*A* gram).
- g. Berat jenis dan penyerapan agregat dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan :

$$\text{Berat jenis (Bulk Specific Gravity)} = \frac{A}{B-C} \dots\dots\dots(4-7)$$

$$\text{Berat jenis SSD (SSD Specific Gravity)} = \frac{B}{B-C} \dots\dots\dots(4-8)$$

$$\text{Berat jenis semu (Apparent Specific Gravity)} = \frac{A}{A-C} \dots\dots\dots(4-9)$$

$$\text{Peyerapan (Absorption)} = \frac{B-A}{A} \dots\dots\dots(4-10)$$

Keterangan :  
 A = Berat kering agregat (gram)  
 B = Berat SSD (*Saturated Surface Dry*) agregat (gram)  
 C = Berat agregat dalam air (gram)

#### B. Pengujian Kadar Air

Maksud pengujian kadar air adalah untuk mengetahui kandungan air yang terdapat dalam agregat kasar. Cara pengujian kadar air adalah sebagai berikut :

- a. Menyiapkan pan dalam keadaan kering, kemudian ditimbang beratnya dalam keadaan kosong.
- b. Pan diisi dengan agregat kasar 1000 gram, lalu ditimbang beratnya.
- c. Pan yang berisi agregat kasar dimasukan ke dalam oven selama 24 jam dengan suhu 110 °C.
- d. Lalu pan didinginkan di ruangan ber – AC sampai beratnya tetap, kemudian ditimbang.
- e. Kadar air agregat kasar dapat dihitung menggunakan persamaan :

$$\text{Kadar air (w)} = \frac{\text{Berat sebelum} - \text{Berat sesudah di oven}}{\text{Berat sesudah di oven}} \times 100\% \dots(4-11)$$



### C. Pengujian Kadar Lumpur

Pengujian kadar lumpur bertujuan untuk menentukan kandungan lumpur dalam agregat kasar atau *split*. Langkah – langkah pengujian kadar lumpur adalah sebagai berikut :

- a. Menimbang *split* dalam keadaan kering dan dimasukkan ke dalam pan.
- b. Pan diisi dengan air hingga *split* terendam, kemudian *split* dicuci / dibersihkan selama 1 menit dan didiamkan selama 1 menit.
- c. Air keruh yang muncul di permukaan pan dibuang.
- d. Proses seperti di atas terus – menerus dilakukan hingga air yang muncul di permukaan setelah dicuci benar – benar jernih.
- e. Setelah air permukaan jernih, air tersebut dibuang sedangkan *split* diambil dan dikeringkan di dalam oven dengan suhu 105 – 110 °C selama 24 jam.
- f. *Split* dikeluarkan dari oven lalu didinginkan.
- g. Kemudian *split* ditimbang (*A* gram).
- h. Kandungan lumpur dalam *split* dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan :

$$\text{Kandungan lumpur} = \frac{100 - A}{100} \times 100\% \dots\dots\dots(4-12)$$

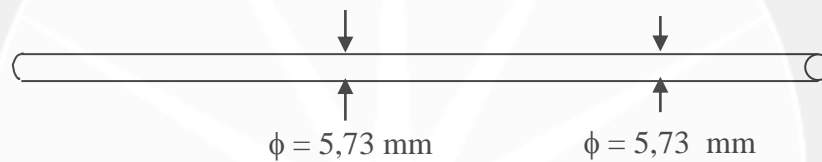
#### 4.4.3 Pengujian Baja Tulangan

Baja tulangan yang digunakan adalah baja tulangan polos dengan diameter 5,73 mm dan 7,74 . Pengujian yang dilakukan untuk baja tulangan adalah

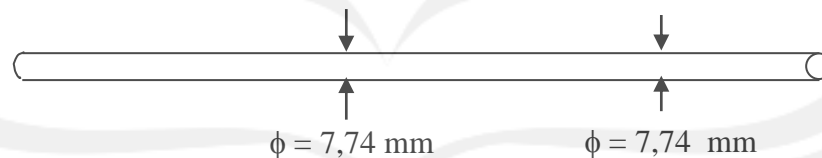
pengujian kuat tarik, langkah – langkah pengujian kuat tarik adalah sebagai berikut :

- a. Mengukur panjang baja keseluruhan dengan kaliper (ketelitian 0,01 mm).
- b. Mengukur diameter baja menggunakan kaliper (ketelitian 0,01 mm), dengan cara mengambil rata – rata dari masing – masing 3 kali pengukuran pada tempat yang berbeda.
- c. Menentukan titik 0 hingga titik 20 menggunakan mistar.
- d. Membuat tanda berupa goresan kecil pada masing – masing titik 0 – 20 menggunakan gergaji.
- e. Mengukur jarak titik 0 – 1, 0 – 2, 0 – 3, ... , 0 – 20 yang telah ditandai tadi dengan kaliper.
- f. Memasang benda uji baja pada *extensometer*.
- g. Menentukan panjang ukur awal ( $p_0$ ) dari as ke as baut *extensometer*.
- h. Benda uji baja beserta *extensometer* dipasang pada mesin UTM (*Universal Testing Machine*).
- i. Mesin dijalankan dan dicatat pertambahan panjang baja pada *extensometer*, untuk setiap penambahan beban 100 kgf.
- j. Membaca dan mencatat beban serta pertambahan panjang bersamaan dengan terjadinya luluh atas dan luluh bawah.
- k. Ketika keadaan luluh baja telah berakhir, mesin UTM (*Universal Testing Machine*) ditahan sebentar dengan menekan tombol “*hold*.”
- l. Kemudian *extensometer* dilepas.

- m. Mesin dijalankan kembali, tetapi kali ini pertambahan panjang diukur secara manual menggunakan *divider* yang berpatokan pada panjang ukur awal ( $p_0$ ).
- n. Mencatat beban dan pertambahan panjang setiap penambahan 0,5 cm pada *divider*.
- o. Mencatat beban maksimum dan beban patah.
- p. Mesin dimatikan dan baja dikeluarkan.
- q. Memeriksa tempat patah dan mencatat jenis patah.
- r. Diameter tempat patah diukur.



Gambar 4.16 Sketsa Benda Uji Baja Tulangan Polos ( $\phi$  5,73 mm)

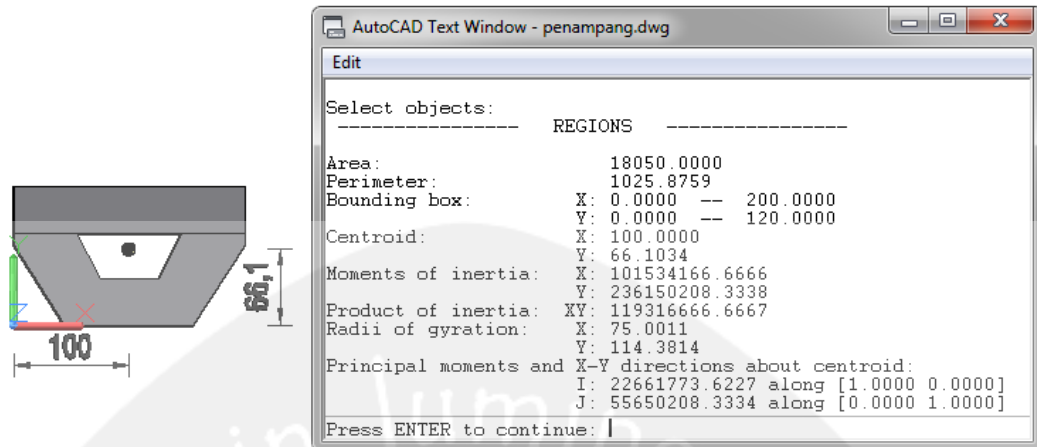


Gambar 4.17 Sketsa Benda Uji Baja Tulangan Polos ( $\phi$  7,74 mm)

#### **4.5 Tahap Pembuatan Benda Uji**

Jumlah benda uji yang akan dibuat adalah 6 benda uji. Benda uji pelat beton berjumlah 3 buah sedangkan benda uji silinder beton berjumlah 3 buah. Setiap benda uji silinder beton diambil pada setiap pembuatan satu benda uji pelat beton. Tulangan yang digunakan adalah tulangan P8 dan P6, tetapi setelah melakukan pengukuran ulang diperoleh penampang sebagai berikut, diameter tulangan P8 adalah 7,74 mm, sedangkan diameter tulangan P6 adalah 5,73 mm.





Gambar 4.20 Hasil Analisis AutoCAD 2014

Tahap pembuatan benda uji dalam penelitian ini terdiri dari pembuatan *mix design*, pembuatan bekesting atau cetakan, dan pengecoran benda uji.

#### 4.5.1 Pembuatan *Mix Design*

*Mix design* merupakan rencana campuran adukan beton untuk mengetahui jumlah kebutuhan material (semen, pasir, *split*, dan air) sesuai dengan kekuatan rencana beton yang diinginkan. Setelah melakukan pengujian bahan khususnya agregat kasar dan agregat halus, hasil pengujian dapat dimasukkan dalam membuat *mix design*. *Mix design* yang dibuat dalam penelitian ini berdasar pada SNI – 03 – 2834 – 2000.

Apabila jumlah kebutuhan material telah diperoleh maka dengan mudah dapat ditentukan besar biaya yang akan diperlukan untuk membuat benda uji.

#### 4.5.2 Pembuatan Bekesting

Bekesting atau cetakan diperlukan pada saat proses pengecoran beton, agar beton berbentuk dan berukuran sesuai dengan yang telah direncanakan pada saat beton mulai mengeras. Bekesting balok yang digunakan terbuat dari pelat baja dengan tebal 3 mm, sambungan bekesting menggunakan las dan baut.

#### 4.5.3 Pengecoran Benda Uji

Pengadukan beton merupakan proses pencampuran antara bahan – bahan dasar beton yaitu pasir, *split*, semen, dan air dalam perbandingan yang baik sesuai dengan *mix design*. Pengadukan dilakukan hingga warna adukan rata, kelecakan yang cukup (tidak cair dan tidak padat), dan campurannya yang tampak homogen, serta tidak terjadinya segregasi atau pemisahan agregat dari adukan beton (Tjokrodinuljo, 1992).

Hal – hal yang perlu dilakukan sebelum memulai proses pengecoran adalah sebagai berikut :

1. Pembersihan agregat

Agregat kasar dan agregat halus sebaiknya dicuci dari lumpur dan kotoran – kotoran lain yang tidak dihendaki sebelum digunakan sebagai bahan campuran. Setelah agregat kasar dan agregat halus cukup bersih, angin – anginkan agregat hingga agregat kasar dan agregat halus mencapai keadaan SSD (*Saturated Surface Dry*). Apabila agregat telah mencapai keadaan SSD maka selanjutnya agregat kasar, agregat halus dapat ditimbang sesuai dengan kebutuhan pada perhitungan *mix design* sebelumnya.

2. Pengolesan Pelumas pada Bekesting

Penggunaan pelumas dimaksudkan agar ketika beton sudah mengeras di dalam bekesting, beton akan mudah dikeluarkan dari bekesting. Pengolesan pelumas dilakukan pada sisi – sisi dalam bagian bekesting. Apabila semua sisi – sisi dalam bekesting telah diolesi pelumas maka

tulangan dapat dimasukan ke dalam bekesting. Pelumas dioleskan tidak hanya pada bekesting tetapi juga pada silinder beton karena silinder beton juga digunakan dalam membuat benda uji.

### 3. Pengecoran Benda Uji

Proses pengecoran dapat dilakukan ketika semua bahan – bahan dan alat yang diperlukan telah siap. Material seperti agregat kasar, agregat halus, dan semen sudah harus ditimbang sesuai kebutuhan pengecoran.

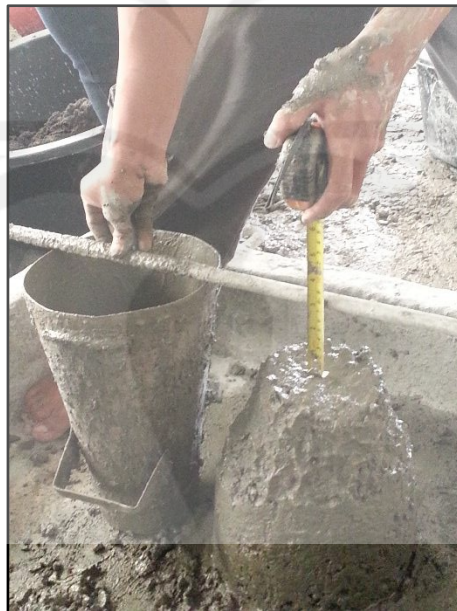
Proses pengecoran dimulai dengan memasukan agregat kasar, agregat halus, dan semen ke dalam molen. Setelah ketiga bahan tercampur rata, air dimasukan sedikit demi sedikit sampai pada batas kebutuhan maksimum air. Pengadukan dapat dihentikan ketika adukan telah tercampur rata dengan kelecakan yang baik.

Kemudian sebagian adukan beton diambil dari molen untuk dilakukan pengujian *slump*. Pengujian *slump* adalah suatu cara untuk mengukur kelecakan adukan beton, yaitu kecairan atau kepadatan adukan yang berguna dalam pengerjaan beton (Tjokrodimuljo, 1992). Langkah – langkah pengujian *slump* adalah sebagai berikut :

- a. Siapkan Kerucut *Abrams*, yaitu suatu corong baja yang berbentuk konus yang berlubang pada kedua ujungnya. Bagian bawah kerucut berdiameter 20 cm, sedangkan bagian atasnya berdiameter 10 cm, dengan tinggi kerucut 30 cm.
- b. Kerucut *Abrams* diletakan di atas bak adukan yang dasarnya rata, kemudian adukan beton yang telah dikeluarkan dari molen

dimasukan ke dalam kerucut sebanyak  $\frac{1}{3}$  volume kerucut lalu adukan tersebut ditumbuk menggunakan tongkat baja sebanyak 25 kali.

- c. Adukan beton dimasukan lagi ke dalam kerucut hingga volumenya mencapai  $\frac{2}{3}$  volume kerucut, dan ditumbuk lagi sebanyak 25 kali.
- d. Kemudian adukan beton dimasukan lagi hingga kerucut penuh, dan ditumbuk lagi sebanyak 25 kali.
- e. Tambahkan sedikit adukan beton pada bagian atas kerucut lalu diratakan.
- f. Diamkan selama 1 menit, kemudian kerucut diangkat vertikal ke atas.
- g. Nilai *slump* dapat ditentukan dengan mengukur beda tinggi dari penurunan yang terjadi pada adukan beton terhadap tinggi kerucut.



Gambar 4.21 Pengujian Nilai *Slump*



Nilai *slump* yang disyaratkan dalam penelitian ini adalah 75 mm – 150 mm. Apabila dari pengujian *slump* adukan beton tidak mendapatkan nilai *slump* yang disyaratkan maka adukan harus diulang dengan menambahkan air bila nilai *slump*-nya kurang dari 75 mm atau dengan menambahkan agregat bila nilai *slump*-nya melebihi 150 mm.

Proses selanjutnya yang dilakukan bila nilai *slump* telah memenuhi syarat adalah pengecoran beton, yaitu memasukan adukan beton ke dalam bekesting dan cetakan silinder. Pori – pori dan keropos pada beton dihindari dengan cara memukul – mukul bagian samping bekesting dan cetakan silinder menggunakan palu karet. Ketika adukan beton mulai dimasukan ke dalam bekesting diikuti dengan penumbukan adukan beton menggunakan tongkat baja, agar beton benar – benar terisi penuh sehingga mencegah timbulnya rongga pada beton. *Vibrator* tidak dapat digunakan disebabkan karena tidak adanya ruang yang cukup untuk masuknya ujung *vibrator* ke dalam bekesting.



Gambar 4.22 Beton dalam Cetakan Silinder

Kapasitas molen yang tersedia adalah  $0,03 \text{ m}^3$ , sedangkan volume 1 pelat dan 1 silinder beton yang diperlukan adalah  $0,023 \text{ m}^3$ . Total kebutuhan ini tidak melebihi kapasitas molen, sehingga cukup dilakukan satu kali pengadukan. Nilai *slump* yang diperoleh untuk masing – masing adukan tidak jauh berbeda, sehingga kualitas semua adukan beton yang dihasilkan hampir sama.

Kode benda uji baik untuk benda uji pelat dan silinder ditunjukkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Kode Benda Uji Pelat Beton dan Silinder Beton

<b>Kode Sampel Benda Uji</b>	
<b>Pelat Beton</b>	<b>Silinder Beton</b>
PL 1	SB 1
PL 2	SB 2
PL 3	SB 3

#### **4.6 Tahap Perawatan Benda Uji**

Perawatan beton merupakan suatu pekerjaan untuk menjaga kelembaban beton. Kelembaban beton harus dijaga untuk menjamin proses hidrasi semen agar berlangsung dengan sempurna. Hal ini juga dilakukan untuk mencegah keretakan pada beton ketika beton mulai mengeras sehingga dapat mempengaruhi kekuatan beton (Tjokrodinuljo, 1992).

Perawatan benda uji dilakukan sehari setelah pengecoran pelat dan silinder beton, yaitu ketika adukan beton telah mengeras. Perawatan silinder beton dilakukan dengan cara merendam seluruh bagian silinder dan pelat pada bak air

selama 27 hari. Pada hari ke – 27 silinder beton dikeluarkan dan dikeringkan selama 24 jam, agar tepat hari ke – 28 silinder dan pelat beton akan diuji.

Air yang digunakan dalam proses perawatan beton adalah air yang juga sama ketika digunakan pada proses pengadukan beton, yaitu air yang tidak mengandung noda, bahan kimia, tidak berbau, dan kotoran – kotoran lainnya yang dapat mempengaruhi kualitas beton.



Gambar 4.23 Perawatan Silinder dan Pelat Beton

#### **4.7 Tahap Pengujian Benda Uji**

Penelitian ini memiliki dua macam pengujian benda uji, yaitu pengujian kuat tekan silinder beton dan pengujian lentur balok beton. Benda uji silinder beton dan balok beton dilakukan ketika mencapai umur 28 hari.

##### 4.7.1 Pengujian Silinder Beton

Pengujian pada silinder beton adalah pengujian kuat tekan. Alat yang digunakan dalam pengujian ini adalah *Compression Tasting Machine* merk ELE. Silinder beton diukur diameter dan tinggi menggunakan kaliper. Pengukuran

dilakukan sebanyak tiga kali, dan hasil yang digunakan adalah rata – rata dari ketiga pengukuran tersebut. Lalu silinder beton ditimbang beratnya. Setelah itu silinder beton dipasang pada *Compression Tasting Machine* dan pengujian kuat tekan dapat dilakukan. Pengujian dihentikan bila silinder beton telah mencapai beban maksimum.



Gambar 4.24 Pengujian Kuat Tekan Slinder Beton

#### 4.7.2 Pengujian Pelat Beton

Pengujian pelat beton dalam penelitian ini adalah pengujian lentur pelat. Alat yang digunakan berupa satu set *loading frame*. Berikut merupakan langkah – langkah pengujian pelat yang dapat dikerjakan setelah persiapan bahan dan alat telah selesai :

- a. *Setting* alat pada *loading frame*. Ketinggian alat diatur agar pembebanan jatuh tepat di atas *transfer beam* (diletakan di atas pelat pada jarak 600 mm dari tumpuan). Jarak tumpuan diatur agar sesuai dengan rencana.

- b. Pelat dipasang pada *loading frame*, dan tumpuan pelat dipasang untuk sendi semua.
- c. Bagian tengah bentang pelat diatur agar tepat berada di bawah *load cell* yang sebelumnya telah dipasang *hydraulic jack*.
- d. *Strainometer* dipasang pada bagian bawah pelat. Pengujian ini menggunakan 1 buah *strainometer* yang dipasang tepat di tengah bentang pelat beton yang akan diuji.
- e. Selanjutnya pompa *hydraulic jack* sehingga *load cell* memberi tekanan pada pusat pelat beton.
- f. Besarnya beban yang diberikan dan lendutan yang diterima pelat dapat dibaca pada *manometer* dan *strainometer*.
- g. Setelah terjadi retak pada pelat, beban dan defleksi yang terjadi dibaca dan dicatat.
- h. Pengujian dihentikan bila pelat telah mengalami beban maksimum dan tidak dapat menerima beban lagi.



Gambar 4.25 Pengujian Kuat Lentur Pelat

#### **4.8 Tahap Analisis Data**

Data – data yang telah diperoleh dari pengujian di Laboratorium, baik data yang diperoleh dari pengujian bahan maupun data yang diperoleh dari pengujian benda uji, selanjutnya diolah. Setelah itu dapat disimpulkan tentang penelitian pengujian kuat lentur terhadap pelat beton pracetak berongga.

#### **4.9 Hambatan Pelaksanaan**

Hambatan yang ditemukan selama pelaksanaan penelitian adalah:

1. Pembuatan bekesting memerlukan ketelitian tinggi dan membutuhkan proses yang lama karena bentuk bekesting yang rumit dan tidak umum.
2. Cuaca yang buruk akan menghambat jalannya proses penelitian, terutama ketika penjemuran agregat agar menghasilkan agregat dalam keadaan SSD (*Saturated Surface Dry*).
3. Proses pengecoran mengalami kesulitan dikarenakan celah – celah tempat masuknya agregat sangat kecil, selain itu alat *vibrator* tidak dapat digunakan karena lubang bekesting yang kecil untuk masuknya alat ke bekesting, sehingga pengecoran dilakukan dengan cara manual yaitu memukul bekesting dengan menggunakan palu karet. Hal ini menyebabkan timbulnya beberapa rongga – rongga kecil pada pelat setelah mengeras.
4. *Human error* seperti ketidaktepatan saat pembacaan dan mencatat data membuat hasil pengujian menjadi kurang akurat.

## BAB V

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### **5.1 Pengujian Bahan**

##### 5.1.1 Pengujian Agregat Halus

Agregat halus harus melalui tahap pengujian sebelum digunakan untuk campuran beton. Berikut merupakan pengujian yang dilakukan dan hasil yang diperoleh.

a. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan

Hasil pengujian berat jenis pasir adalah  $2,812 \text{ gram/cm}^3$ . Sedangkan hasil pengujian penyerapan pasir adalah 3,707%, hasil pengujian memenuhi persyaratan penyerapan pasir yang harus kurang dari 5%. Hasil pengujian dapat dilihat pada lampiran I.

b. Pengujian Kandungan Lumpur

Hasil pengujian kadar lumpur dalam pasir adalah 1%. Menurut SK SNI S – 04 – 1989 – F kandungan lumpur dalam pasir tidak boleh melebihi 5%, maka hasil pengujian kadar lumpur dalam pasir memenuhi persyaratan. Hasil pengujian dapat dilihat pada lampiran I.

c. Pengujian Kandungan Zat Organik

Hasil pengujian kandungan zat organik dalam pasir yang ditunjukkan oleh *Gardner Standard Colour* menunjukkan pada No. 8 yang mengandung zat organik yang lumayan dan dapat digunakan sebagai bahan campuran beton. Hasil pengujian dapat dilihat pada lampiran I.

### 5.1.2 Pengujian Agregat Kasar

Agregat halus kasar melalui tahap pengujian sebelum digunakan untuk campuran beton. Berikut merupakan pengujian yang dilakukan dan hasil yang diperoleh.

#### Pengujian Berat Jenis

Hasil pengujian berat jenis agregat kasar / *split* adalah  $2,395 \text{ gram/cm}^3$ . Sedangkan hasil pengujian penyerapan *split* adalah 1%, hasil pengujian memenuhi persyaratan penyerapan *split* yang harus kurang dari 5%. Hasil pengujian dapat dilihat pada lampiran I.

### 5.1.3 Pengujian Kuat Tarik Baja

Penelitian ini menggunakan baja tulangan polos (BJTP) P6 dengan ukuran diameter sebenarnya 5,73 dan P8 dengan ukuran diameter sebenarnya 7,74 mm sebagai tulangan longitudinal pelat.

Sedangkan dari dari pengujian baja tulangan polos P6 diperoleh nilai tegangan luluh baja ( $f_y$ ) sebesar 361,4044 MPa dan tegangan maksimum baja ( $f_u$ ) = 513,5747 MPa, sedangkan tulangan polos P8 diperoleh nilai tegangan luluh baja ( $f_y$ ) sebesar 385,7171 MPa dan tegangan maksimum baja ( $f_u$ ) = 548,3438 MPa. Hasil pengujian kuat tarik baja tulangan polos dapat dilihat pada lampiran II.

## 5.2 Pengujian Slump

Pengujian *slump* dilakukan sebelum adukan dituangkan ke dalam cetakan balok dan silinder untuk mengetahui kelecakan adukan beton. Hasil pengujian *slump* ditunjukkan pada Tabel 5.1 dibawah ini.



Tabel 5.1 Hasil Pengujian *Slump*

No.	Benda Uji	Tanggal Pengujian	Nilai <i>Slump</i> (cm)
1	SB 1	22 November 2014	11,2
2	SB 2	23 November 2014	10,4
3	SB 3	24 November 2014	12,5

Keterangan : SB 1 = Silinder Beton 1  
 SB 2 = Silinder Beton 2  
 SB 3 = Silinder Beton 3

Berdasarkan *mix design* yang dibuat (Lampiran III) persyaratan nilai *slump* penelitian ini adalah antara 7,5 – 15 cm, dengan demikian nilai *slump* hasil pengujian memenuhi syarat tersebut, sehingga adukan beton dapat digunakan.

### 5.3 Pengujian Kuat Tekan Silinder Beton

Pengujian kuat tekan silinder beton pada penelitian ini dilakukan ketika benda uji mencapai umur 28 hari, dengan menggunakan mesin *Compression Tasting Machine* (CTM) merk ELE. Hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 5.2 berikut.

Tabel 5.2 Hasil Pengujian Kuat Tekan Silinder Beton

Benda Uji	Umur (hari)	Luasan (mm <sup>2</sup> )	<i>F</i> (kN)	<i>fc'</i> (MPa)
SB 1	28	17702,100	440	25,029
SB 2	28	17933,960	500	27,880
SB 3	28	17843,880	470	26,340

Keterangan : SB 1 = Silinder Beton 1  
 SB 2 = Silinder Beton 2  
 SB 3 = Silinder Beton 3

Hasil kuat tekan silinder beton yang diperoleh memenuhi kuat tekan rencana dalam *mix design* (Lampiran III), yaitu 20 MPa. Hasil pengujian silinder beton dapat dilihat pada lampiran IV.

#### 5.4 Pengujian Kuat Lentur Pelat Beton Pracetak Berongga

Pembebanan yang dilakukan pada pengujian pelat ini adalah dengan memberikan beban sentris yang terletak pada titik tengah dari bentang bersih pelat yang diukur dari daerah tumpuan pelat. Benda uji tersebut ditekan hingga pelat mengalami retak halus dan baja mencapai titik luluh maksimumnya. Pembacaan hasil pengujian dilakukan manual menggunakan *strainometer* dan *manometer*.

##### 5.4.1 Tegangan Tarik Beton

Berdasarkan hasil uji desak silinder beton maka dapat diketahui tegangan tarik beton. Nilai tegangan tarik beton akan berpengaruh terhadap analisis teori nilai momen ( $M$ ) dan defleksi ( $\delta$ ) balok. Tabel 5.3 menunjukkan nilai tegangan tarik beton. Perhitungan tegangan tarik beton dapat dihitung menggunakan persamaan 5.1.

$$f_r = 0,7 \sqrt{f'_c} \dots\dots\dots(5-1)$$

Keterangan :  $f_r$  = modulus retak (MPa)  
 $f'_c$  = kuat tekan beton (MPa)

Tabel 5.3 Tegangan Tarik Beton

Benda Uji	$f'_c$ 28 hari (MPa)	$f_r$ (MPa)
SB 1	25,029	3,502
SB 2	27,880	3,696
SB 3	26,340	3,593

#### 5.4.2 Defleksi yang Terjadi di Bawah Batas Defleksi Maksimum Analisis

Hasil pengujian defleksi pelat tersebut didapat dari pengujian lapangan dan dihitung secara teoritis yang kemudian dibandingkan keduanya supaya terlihat berapa penyimpangan dari hasil teoritis dan hasil lapangan. Berdasarkan peraturan SNI 03 – 2847 – 2002 tabel 9, defleksi maksimum yang diijinkan:

$$\delta = \frac{L}{240} \dots\dots\dots(5-2)$$

Keterangan :  $\delta$  = defleksi (mm)  
 $L$  = bentang bersih pelat (mm)

Gambar 3.2 menunjukkan bahwa bentangan bersih dari sampel pelat beton pracetak berongga adalah 900 mm. Berdasarkan rumus (5-3) defleksi maksimum yang dapat diterima oleh pelat adalah 3,75 mm. Tabel 5.5 menunjukkan beban maksimum yang terjadi di bawah batas defleksi yang disyaratkan.

Tabel 5.4 Beban pada Defleksi Maksimum Analisis

<b>Pelat Beton</b>	<b>Beban (kg)</b>	<b><math>\delta</math> (mm)</b>	<b><math>\delta_{maks}</math> (mm)</b>
PL 1	1726,66	3,75	3,75
PL 2	2220,26	3,75	3,75
PL 3	2103,56	3,75	3,75

Hasil pengujian terhadap ketiga benda uji tersebut selanjutnya akan diolah untuk memperoleh grafik hubungan beban – defleksi ( $P - \delta$ ).

### 5.4.3 Perbandingan Beban Maksimum Hasil Pengujian dengan Analisis

Beban maksimum pelat merupakan beban tertinggi yang dapat ditahan oleh pelat tersebut. Data hasil pengujian dan analisis beban maksimum pelat beton yang diperoleh ditunjukkan pada Tabel 5.5.

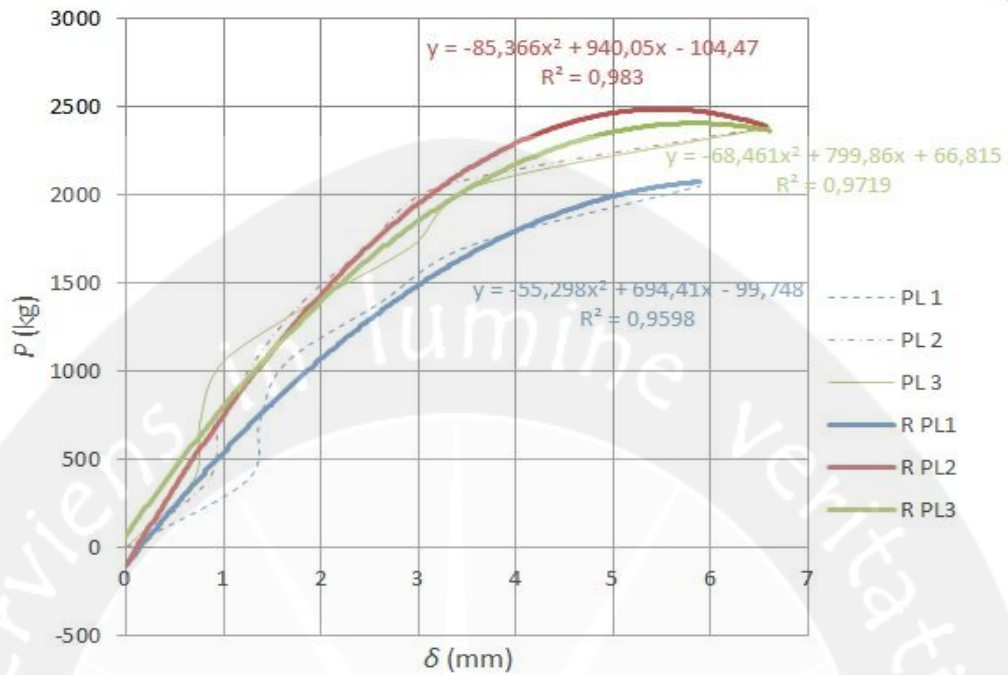
Tabel 5.5 Perbandingan Beban Maksimum Hasil Pengujian dan Hasil Analisis Pelat Beton Pracetak Berongga

<b>Pelat Beton</b>	<b>Beban Maksimum (kg)</b>	<b>Analisis (kg)</b>	<b>Rasio Hasil Pengujian dan Analisis</b>
PL 1	1726,66	2809,3	0,385
PL 2	2220,26	2964,9	0,251
PL 3	2103,56	2882,2	0,270

Tabel 5.5 di atas menunjukkan perbedaan beban maksimum dari hasil pengujian dan analisis. Rata-rata beban maksimum secara analisis yaitu 2885,5 kg sedangkan rata-rata hasil pengujian yaitu 2016,83 kg. Analisis perhitungan beban maksimum dapat dilihat pada lampiran VI.

### 5.4.4 Hubungan Beban dan Defleksi ( $P - \delta$ )

Berdasarkan hasil pengujian diperoleh hubungan antara beban dan defleksi yang kemudian digambarkan dalam sebuah grafik seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.1.



Gambar 5.1 Grafik Hubungan Beban dan Defleksi ( $P - \delta$ )

Grafik hubungan beban dan defleksi di atas menunjukkan bahwa pertambahan defleksi berbanding lurus dengan pertambahan beban hingga mencapai beban maksimum. Perbedaan beban maksimum dan defleksi yang terjadi pada ketiga benda uji disebabkan oleh perbedaan mutu beton.

5.4.5 Momen ( $M$ )

Momen ( $M$ ) yang terjadi akibat pembebanan pada benda uji dicari besarnya dengan persamaan (5-3).

$$M = \frac{1}{4}PL \dots\dots\dots(5-3)$$

- Keterangan :
- $M$  = momen (Nmm)
  - $P$  = beban (N)
  - $L$  = bentang bersih pelat (mm)

Berdasarkan Gambar 5.1 dapat dilihat bahwa PL 1 memiliki perbedaan dari PL 2 dan PL 3. Hal ini menunjukkan bahwa adanya ketidakseragaman benda uji pelat antara benda uji PL 1 dan kedua benda uji lainnya. Penyebab perbedaan ini adalah pembacaan nilai beban dan defleksi pada *manometer* dan *strainometer* pada saat pengujian. Nilai beban, defleksi, dan momen pelat dapat dilihat di lampiran V.

Berdasarkan defleksi maksimum yang terjadi saat pengujian maka nilai tegangan lentur pelat dapat diketahui dengan menggunakan persamaan 3-2. Perhitungan setiap benda uji adalah :

a. Benda uji PL1

Pada  $\delta = 3,75$  mm, beban maksimum ( $P$ ) = 1726,66 kg, dan momen ( $M$ ) = 3884985 Nmm

$$f_r = \frac{M.c}{I} = \frac{3884985 \times 66,1034}{119316666,6667} = 2,152 \text{ MPa}$$

Hasil analisis menggunakan rumus (5-1) :

$$f_r = 0,7 \sqrt{25,029} = 3,502 \text{ MPa}$$

b. Benda uji PL2

Pada  $\delta = 3,75$  mm, beban maksimum ( $P$ ) = 2220,26 kg, dan momen ( $M$ ) = 4995585 Nmm

$$f_r = \frac{M.c}{I} = \frac{4996685 \times 66,1034}{119316666,6667} = 2,768 \text{ MPa}$$

Hasil analisis menggunakan rumus (5-1) :

$$f_r = 0,7 \sqrt{27,880} = 3,696 \text{ MPa}$$

c. Benda uji PL3

Pada  $\delta = 3,75$  mm, beban maksimum ( $P$ ) = 2103,56 kg, dan momen ( $M$ )  
= 4733010 Nmm

$$f_r = \frac{M.c}{I} = \frac{4733010 \times 66,1034}{119316666,6667} = 2,622 \text{ MPa}$$

Hasil analisis menggunakan rumus (5-1) :

$$f_r = 0,7 \sqrt{26,340} = 3,593 \text{ MPa}$$

### 5.5 Pola Retak Pelat Beton Pracetak Berongga

Pola retak yang terjadi saat pengujian dimulai dari retak rambut pada di bagian bawah tengah bentang pada titik yang telah diberi beban terpusat. Kemudian semakin beban bertambah retakan tersebut semakin membesar dan penambahan beban tersebut dihentikan ketika beban sudah tidak bisa bertambah. Gambar pola retakan bisa dilihat pada gambar 5.2 hingga gambar 5.4.



Gambar 5.2 Pola Retakan pada Pelat Beton Pracetak Berongga 1



Gambar 5.3 Pola Retakan pada Pelat Beton Pracetak Berongga 2



Gambar 5.4 Pola Retakan pada Pelat Beton Pracetak Berongga 3



## **BAB VI**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **6.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan maka diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Rata – rata beban maksimum yang mampu diterima oleh pelat setelah diuji adalah 2016,83 kg, sedangkan rata – rata beban maksimum pelat hasil analisis teori adalah 2885,5 kg.
2. Beban yang dihasilkan pada batas defleksi yang diijinkan pada PL1, PL2, dan PL3 adalah 1726,66 kg, 2220,26 kg dan 2103,56 kg.
3. Nilai tegangan lentur pelat hasil pengujian secara berurutan mulai dari PL1, PL2, dan PL3 adalah 2,152 MPa, 2,768 MPa, dan 2,622 MPa, sedangkan hasil secara analisis secara berurutan adalah 3,502 MPa, 3,696 MPa, dan 3,593 MPa.

#### **6.2 Saran**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, hal – hal yang perlu diperhatikan untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut :

1. Proses pemadatan beton harus dilakukan dengan baik karena dimensi cetakan pelat beton ruangnya begitu sempit sehingga akan sulit untuk mendapatkan kepadatan beton yang maksimal.

2. Tumpuan sendi pelat ketika proses pengujian harus diperhatikan baik – baik, jangan menimbulkan beda tinggi pada kedua tumpuan tersebut karena dapat mempengaruhi pembacaan data lendutan.
3. Hasil pembacaan *manometer* dan *strainometer* kurang akurat dikarenakan sistem bacaannya menggunakan cara manual yang kurang bisa mendetail.
4. Sebelum melakukan pengujian, harus dipastikan bahwa semua alat harus dicek secara benar sesuai dengan posisi dimana kita ingin mendapatkan data yang kita inginkan agar tidak terjadi kesalahan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, Joseph E., 1985, *Disain Baja Konstruksi (Struktural Steel Design)*, Penerjemah antur Silaban, Ph. D., Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Murdock, L. J dkk., 1986, *Bahan dan Praktek Beton*, Erlangga, Jakarta.
- Nawy, E.G., 1990 *Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar*, Penerjemah Ir. Bambang Suryoatmono, M.sSc., Penerbit Eresco, Bandung.
- Nawy, E.G., Tavio, dan Kusuma B, 2010, *Beton Bertulang (Sebuah Pendekatan Mendasar) Jilid I*. ITS, Surabaya.
- Oentoeng, 1999, *Konstruksi Baja*, Erlangga, Surabaya.
- Panitia Pembaharuan Peraturan Beton Bertulang Indonesia, 1971, *Peraturan Beton Bertulang Indonesia (PBI 1971 N-2)*, Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan.
- Siahaan, H., 2014, *Pengaruh Penggunaan Baja Profil Siku terhadap Kuat Lentur Balok*, Tugas Akhir Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Yogyakarta.
- SNI 03 – 1974 – 1990, 1990, *Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*, Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.
- SNI 03 – 4431 – 1997, 1997, *Metode Pengujian Kuat Lentur Beton dengan Balok Uji*, Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.
- SNI 03 – 2834 – 2000, 2000, *Tata Cara Pembuatan Rencana Beton Normal*, Puslitbang Teknologi Permukiman, Jakarta.
- Spiegel, L., dan Limbrunner, G., 1991, *Desain Baja Struktural Terapan*, Penerjemah Suryoatmojo, B., Penerbit Eresco, Bandung.
- Tandianto, 2000, *Pengujian Kuat Lentur Beton Bertulangan Bambu Ganda dengan Pasak Bambu Tunggal*, Tugas Akhir Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Yogyakarta.
- Tjokrodinuljo, 1992, *Teknologi Beton*, Nafiri, Yogyakarta.
- Umbara, V. L., 2006, *Kuat Lentur Beton Ringan Styrofoam dengan Tulangan Baja*, Tugas Akhir Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Yogyakarta.
- Wang, Chu Kia dan Charles G. Salmon, 1986, *Desain Beton Bertulang, jilid 1*, Penerbit Erlangga, Jakarta.



**UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA**  
**Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil**  
**Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan**

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086  
Telp: (0274) 487711 Fax: (0274) 487748  
Website: www.ujy.ac.id Email: fteknik@mail.ujy.ac.id

**LAMPIRAN I**  
**PENGUJIAN BAHAN**

**PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN PASIR**

Bahan : Pasir Alam

Asal : Clereng

Di periksa : 7 November 2014

	<b>Nomor Pemeriksaan</b>	<b>I</b>
A	Berat Contoh Kering	500 gram
B	Berat Contoh Jenuh Kering Permukaan ( V-W)	178
C	Berat Keluar <i>Oven</i> (A)	482,13 gram
D	$Bulk\ Specific\ Gravity = \frac{(A)}{(V)-(W)}$	2,712
E	$Bulk\ Specific\ Gravity\ SSD = \frac{(B)}{(B)-(C)}$	2,812
F	$Apparent\ Specific\ Gravity = \frac{(A)}{(V-W)-(500-A)}$	3,001
G	$Penyerapan\ (Absorption) = \frac{(500)-(A)}{(A)} \times 100\%$	3,701%

Yogyakarta, Maret 2015  
Mengetahui

Dinar Gumilang Jati S.T.,M.Eng  
(Ka Lab.Struktur dan Bahan Bangunan)

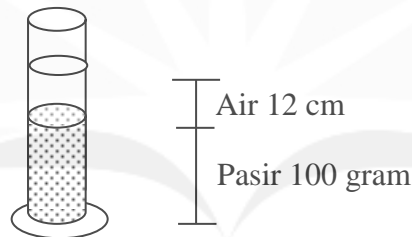


**UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA**  
**Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil**  
**Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan**

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086  
Telp: (0274) 487711 Fax: (0274) 487748  
Website: www.ujy.ac.id Email: fteknik@mail.uajy.ac.id

**PEMERIKSAAN KANDUNGAN LUMPUR DALAM PASIR**

- I. Waktu Pemeriksaan: 6 November 2014
- II. Bahan
- Pasir kering tungku, Asal : Clereng, Berat: 100 gram
  - Air jernih asal : LSBB Prodi TS FT-UAJY
- III. Alat
- Gelas ukur, ukuran: 250 cc
  - Timbangan
  - Tungku (*oven*), suhu dibuat antara 105-110°C
  - Air tetap jernih setelah 6 kali pengocokan
  - Pasir+piring masuk tungku tanggal 6 November 2014 jam 12.30 WIB
- IV. Sketsa



- V. Hasil
- Setelah pasir keluar tungku tanggal 7 November 2014 jam 12.30 WIB

- Berat piring+pasir = 160,7 gram
- Berat piring kosong = 61,7 gram
- Berat pasir = 99 gram

$$\text{Kandungan Lumpur} = \frac{100 - 99}{100} \times 100\% \\ = 1\%$$

Yogyakarta, Maret 2015  
Mengetahui

Dinar Gumilang Jati S.T.,M.Eng  
(Ka Lab.Struktur dan Bahan Bangunan)

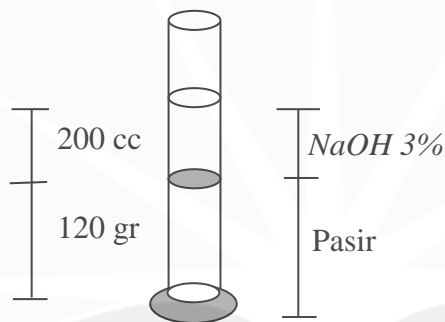


**UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA**  
**Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil**  
**Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan**

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086  
Telp: (0274) 487711 Fax: (0274) 487748  
Website: www.ujy.ac.id Email: fteknik@mail.uajy.ac.id

**PEMERIKSAAN KANDUNGAN ZAT ORGANIK DALAM PASIR**

- I. Waktu Pemeriksaan: 6 November 2013
- II. Bahan
  - a. Pasir kering tungku, Asal: Kali Progo, Volume: 120 cc
  - b. Larutan NaOH 3%
- III. Alat  
Gelas ukur, ukuran: 250cc
- IV. Sketsa



- V. Hasil  
Setelah didiamkan selama 24 jam, warna larutan di atas pasir sesuai dengan warna *Gardner Standard Color* No. 8.

Yogyakarta, Maret 2015  
Mengetahui

Dinar Gumilang Jati S.T.,M.Eng  
(Ka Lab.Struktur dan Bahan Bangunan)



**UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA**  
**Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil**  
**Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan**

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086  
Telp: (0274) 487711 Fax: (0274) 487748  
Website: www.ujy.ac.id Email: fteknik@mail.ujy.ac.id

**PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN *SPLIT***

Bahan : Batu Pecah (*Split*)  
Asal : Clereng  
Diperiksa : 6 November 2014

	Nomor Pemeriksaan	I
A	Berat Contoh Kering	500 gram
B	Berat Contoh Jenuh Kering Permukaan (SSD)	505 gram
C	Berat Contoh Dalam Air	293,5 gram
D	Berat Jenis <i>Bulk</i> = $\frac{(A)}{(B) - (C)}$	2,3711
E	BJ Jenuh Kering Permukaan (SSD) = $\frac{(B)}{(B) - (C)}$	2,3948
F	Berat Jenis Semu ( <i>Apparent</i> ) = $\frac{(A)}{(A) - (C)}$	2,4289
G	Penyerapan ( <i>Absorption</i> ) = $\frac{(B) - (A)}{(A)} \times 100 \%$	1%

Yogyakarta, Maret 2015  
Mengetahui

Dinar Gumilang Jati S.T.,M.Eng  
(Ka Lab.Struktur dan Bahan Bangunan)



**UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA**  
**Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil**  
**Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan**

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086  
Telp: (0274) 487711 Fax: (0274) 487748  
Website: www.ujy.ac.id Email: fteknik@mail.uajy.ac.id

**LAMPIRAN II**

**DATA PENGUJIAN KUAT TARIK BAJA**

**Baja Tulangan P6**

Diameter = 5,73 mm  
Luas = 25,787 mm<sup>2</sup>  
Beban Maksimum = 1350 kgf  
Tegangan Leleh = 361,404 MPa  
Tegangan Maksimum = 513,575 MPa

**Baja Tulangan P8**

Diameter = 7,74 mm  
Luas = 47,051 mm<sup>2</sup>  
Beban Maksimum = 2630 kgf  
Tegangan Leleh = 385,717 MPa  
Tegangan Maksimum = 548,344 MPa

Yogyakarta, Maret 2015  
Mengetahui

Dinar Gumilang Jati S.T.,M.Eng  
(Ka Lab.Struktur dan Bahan Bangunan)





### LAMPIRAN III

#### PERENCANAAN ADUKAN UNTUK BETON NORMAL

(SNI 03-2834-2000)

##### A. Data Bahan

1. Bahan Agregat halus (pasir) : Clereng, Yogyakarta.
2. Bahan Agregat kasar : Clereng, Yogyakarta.
3. Jenis semen : Holcim (Tipe 1)

##### B. Data *Specific Gravity*

1. *Specific gravity* agregat halus (pasir) : 2,812 g/cm<sup>3</sup>.
2. *Specific gravity* agregat kasar (krikil) : 2,4 g/cm<sup>3</sup>.
3. *Absorption* agregat halus (pasir) : 3,701 %
4. *Absorption* agregat kasar (krikil) : 1 %

##### C. Hitungan

1. Kuat tekan beton yang disyaratkan ( $f_c'$ ) pada umur 28 hari.  $f_c' = 20$  MPa.
2. Menentukan nilai deviasi standar berdasarkan tingkat mutu pengendalian pelaksanaan campuran.
3. Nilai margin ditentukan sebesar 7 MPa.
4. Menetapkan kuat tekan beton rata-rata yang direncanakan  
$$f_c' = f_c' + M = 20 + 7 = 27 \text{ MPa.}$$
5. Menentukan jenis semen  
Jenis semen kelas I (PC).
6. Menetapkan jenis agregat



a) Agregat halus : pasir alam.

Direncanakan golongan 2.

b) Agregat kasar : batu pecah

7. Menetapkan faktor air – semen, berdasarkan jenis semen yang dipakai dan kuat tekan rata-rata silinder beton yang direncanakan pada umur tertentu.

**Perkiraan Kekuatan Tekan (MPa) Beton dengan Faktor Air Semen, dan Agregat Kasar yang Biasa Dipakai di Indonesia**

Jenis semen ...	Jenis agregat Kasar	Kekuatan tekan (MPa)				Bentuk uji
		Pada umur (hari)				
		3	7	28	29	
Semen Portland Tipe I	Batu tak dipecahkan	17	23	33	40	Silinder
	Batu pecah	19	27	37	45	
Semen tahan sulfat Tipe II, V	Batu tak dipecahkan	20	28	40	48	Kubus
	Batu pecah	25	32	45	54	
Semen Portland tipe III	Batu tak dipecahkan	21	28	38	44	Silinder
	Batu pecah	25	33	44	48	
	Batu tak dipecahkan	25	31	46	53	Kubus
Batu pecah	30	40	53	60		

(Sumber : SNI 03-2834-2000 : Tabel 2)

Berdasarkan tabel 2 SNI 03-2834-2000 didapat kuat tekan 37 MPa, Dari titik kekuatan tekan 37 MPa tarik garis datar hingga memotong garis tengah yang menunjukkan faktor air semen 0,50. Sedangkan dengan cara yang sama untuk kuat rencana beton yang ditetapkan untuk rencana *mix design* Didapatkan sebesar faktor air semen 0,55.

8. Menetapkan faktor air semen maksimum.

**Persyaratan Jumlah Semen Minimum dan Faktor Air Semen Maksimum Untuk Berbagai Macam Pembetonan dalam Lingkungan Khusus**

Lokasi	Jumlah Semen minimum Per m <sup>3</sup> beton (kg)	Nilai Faktor Air Semen Maksimum
Beton di dalam ruang bangunan :		
a. Keadaan keliling non-korosif	275	0,6



**UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA**  
**Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil**  
**Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan**

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086  
Telp: (0274) 487711 Fax: (0274) 487748  
Website: www.ujy.ac.id Email: fteknik@mail.uajy.ac.id

b. Keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	325	0,52
Beton diluar ruangan bangunan :		
a. tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	325	0,60
b. terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	275	0,60
Beton masuk kedalam tanah :		
a. mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	325	0,55
b. mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah		Lihat Tabel 5
Beton yang kontinu berhubungan:		
a. Air tawar		
b. Air laut		Lihat Tabel 6

(Sumber : SNI 03-2834-2000 : Tabel 4)

Berdasarkan tabel 4 SNI 03-2834-2000, untuk beton dalam ruang bangunan sekeliling non-korosif fas maksimum 0,6. Dibandingkan dengan no.7, dipakai terkecil. Jadi digunakan fas 0,55.

9. Menetapkan nilai “*slump*”

Jenis konstruksi pelat, berdasarkan SK SNI T-15-1990-03 digunakan nilai *slump* dengan nilai maksimum 150 mm dan minimum 75 mm.

Slump dalam cm		
Pemakaian beton	Maks.	Min.
Dinding, plat fondasi, dan fondasi telapak bertulang	12,5	5,0
Fondasi telapak tidak bertulang, kaison, dan struktur di bawah tanah	9,0	2,5
Pelat, balok, kolom, dan dinding	15,0	7,5
Pengerasan jalan	7,5	5,0
Pembetonan massa	7,5	2,5

10. Ukuran butiran maksimum (krikil) adalah 10 mm.

11. Menetapkan jumlah air yang diperlukan tiap m<sup>3</sup> beton.



**Perkiraan Kadar Air Bebas ( $\text{kg/m}^3$ ) yang Dibutuhkan Untuk  
Beberapa Tingkat Kemudahan Pengerjaan Adukan Beton**

Slump (mm)		0-10	10-30	30-60	60-180
Ukuran besar butir agregat maksimum	Jenis agregat	---	---	---	---
10	Batu tak dipecahkan	150	180	205	225
	Batu pecah	180	205	230	250
20	Batu tak dipecahkan	135	160	180	195
	Batu pecah	170	190	210	225
40	Batu tak dipecahkan	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205

Catatan : Koreksi suhu udara :  
Untuk suhu di atas  $25^\circ\text{C}$ , setiap kenaikan  $5^\circ\text{C}$  harus ditambah air 5 liter per  $\text{m}^2$  adukan beton.

(Sumber : SNI 03-2834-2000 : Tabel 3)

- Ukuran butir maksimum 10 mm.
- Nilai *Slump* 75-150 mm.
- Agregat halus berupa batu tak di pecah, maka  $W_h = 225$
- Agregat kasar berupa batu pecah, maka  $W_k = 250$

$$W = \frac{2}{3}W_h + \frac{1}{3}W_k$$

dengan :  $W_h$  adalah perkiraan jumlah air untuk agregat halus

$W_k$  adalah perkiraan jumlah air untuk agregat kasar

$$W = \frac{2}{3} \times 225 + \frac{1}{3} \times 250 = 233,333 \text{ kg}$$

12. Menghitung berat semen yang diperlukan :

- Berdasarkan tabel 4 SNI 03-2834-2000, diperoleh semen minimum 275 kg.

- Berdasarkan  $f_{as} = 0,55$ . Semen per  $\text{m}^3$  beton  $= \frac{A}{f_{as}} = \frac{233,333}{0,55}$   
 $= 424,242 \text{ kg}$



Dipilih berat semen yang paling besar. Digunakan berat semen 424,242 kg.

13. Penyesuaian jumlah air atau fas.

$$f_{as\ rencana} = 0,55$$

$$f_{as\ mak} > f_{as\ rencana}$$

$$0,6 > 0,55 \dots\dots\dots \text{oke}$$

14. Perbandingan agregat halus dan kasar

- a) Ukuran maksimum 10 mm.
- b) Nilai *Slump* 75 mm – 150 mm
- c) *fas* 0,55.
- d) Jenis gradasi pasir no. 2.

Diambil proporsi pasir = 53 %.

15. Berat jenis agregat campuran :

$$= \frac{P}{100} \times B_j \text{ agregat halus} + \frac{K}{100} \times B_j \text{ agregat kasar}$$

$$= \frac{53}{100} \times 2,812 + \frac{47}{100} \times 2,400$$

$$= 2,616$$

dimana :

P = % agregat halus terhadap agregat campuran

K = % agregat kasar terhadap agregat campuran

16. Berat jenis beton

Didapatkan 2325 kg/m<sup>3</sup>.



**UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA**  
**Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil**  
**Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan**

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086  
Telp: (0274) 487711 Fax: (0274) 487748  
Website: www.ujy.ac.id Email: fteknik@mail.uajy.ac.id

---

17. Berat agregat campuran

$$\begin{aligned} &= \text{berat tiap m}^3 - \text{keperluan air dan semen} \\ &= 2325 - (233,333 + 424,242) \\ &= 1667,424 \text{ kg} \end{aligned}$$

18. Menghitung berat agregat halus

$$\begin{aligned} \text{berat agregat halus} &= \% \text{ berat agregat halus} \times \text{keperluan agregat} \\ &\quad \text{campuran} \\ &= 53\% \times 1667,424 \text{ kg} \\ &= 875,398 \text{ kg} \end{aligned}$$

19. Menghitung berat agregat kasar

$$\begin{aligned} \text{berat agregat kasar} &= \% \text{ berat agregat kasar} \times \text{keperluan agregat} \\ &\quad \text{campuran} \\ &= 47\% \times 1607,0593 \text{ kg} \\ &= 792,027 \text{ kg} \end{aligned}$$

**Kebutuhan Bahan Susun Adukan Beton Normal :**

- a) Semen = 424,242 kg/m<sup>3</sup>
- b) Pasir = 875,398 kg/m<sup>3</sup>
- c) Krikil = 792,027 kg/m<sup>3</sup>
- d) Air = 233,333 liter/m<sup>3</sup>



**UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA**  
**Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil**  
**Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan**

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086  
Telp: (0274) 487711 Fax: (0274) 487748  
Website: www.ujy.ac.id Email: fteknik@mail.uajy.ac.id

**LAMPIRAN IV**

**DATA PENGUJIAN SILINDER BETON**

<b>Benda Uji</b>	<b>Nilai <i>Slump</i> (cm)</b>	<b>Diameter <i>d</i> (mm)</b>	<b>Umur Beton (hari)</b>	<b><i>F</i> (kN)</b>	<b><i>fc'</i> (MPa)</b>
SB 1	11,2	149,61	28	440	25,029
SB 2	10,4	151,11	28	500	27,880
SB 3	12,5	150,73	28	470	26,340

Yogyakarta, Maret 2015  
Mengetahui

Dinar Gumilang Jati S.T.,M.Eng  
(Ka Lab.Struktur dan Bahan Bangunan)



**UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA**  
**Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil**  
**Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan**

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086  
Telp: (0274) 487711 Fax: (0274) 487748  
Website: www.ujy.ac.id Email: fteknik@mail.uajy.ac.id

**LAMPIRAN V**

**TABEL BEBAN, MOMEN, DAN DEFLEKSI PELAT**

**Tabel Beban, Momen, dan Defleksi PL 1**

No.	Beban ( $P$ ) (kg)	Defleksi ( $\delta$ ) (mm)	Momen ( $M$ ) (kgm)
1	0	0,00	0,00
2	380	1,24	85,50
3	713	1,37	160,43
4	1047	1,64	235,58
5	1381	2,59	310,73
6	1714	3,55	385,65
7	1726,66	3,75	388,50
8	2048	5,89	460,80

**Tabel Beban, Momen, dan Defleksi PL 2**

No.	Beban ( $P$ ) (kg)	Defleksi ( $\delta$ ) (mm)	Momen ( $M$ ) (kgm)
1	0	0,00	0,00
2	380	0,84	85,50
3	713	0,96	160,43
4	1047	1,31	235,58
5	1381	1,79	310,73
6	1714	2,49	385,65
7	2048	3,24	460,80
8	2220,26	3,75	499,56
9	2381	6,57	535,73








**UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA**  
**Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil**  
**Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan**

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281 Indonesia Kotak Pos 1086  
Telp: (0274) 487711 Fax: (0274) 487748  
Website: www.ujy.ac.id Email: fteknik@mail.uajy.ac.id

**Tabel Beban, Momen, dan Defleksi PL 3**

No.	Beban ( $P$ ) (kg)	Defleksi ( $\delta$ ) (mm)	Momen ( $M$ ) (kgm)
1	0	0,00	0,00
2	380	0,69	85,50
3	713	0,76	160,43
4	1047	0,99	235,58
5	1381	1,89	310,73
6	1714	2,95	385,65
7	2048	3,59	460,80
8	2103,56	3,75	473,30
9	2381	6,60	535,73

Keterangan :

-  = Data pada retak pertama
-  = Data pada lendutan maksimum
-  = Data pada beban maksimum



## LAMPIRAN VI

### PERHITUNGAN PELAT BETON PRACETAK BERONGGA PL 1

1. Diketahui :

a) Dimensi pelat :

- 1) Tebal pelat = 120 mm
- 2) Lebar atas pelat = 200 mm
- 3) Lebar bawah pelat = 110 mm
- 4) Panjang pelat ( $l_u$ ) = 900 mm
- 5) Selimut beton = 10 mm
- 6)  $f_c'$  = 25,029 MPa

b) Dimensi tulangan longitudinal :

1) P6

- a. Diameter = 5,73 mm
- b.  $f_y$  = 361,4044 Mpa
- c.  $f_u$  = 513,5747 Mpa

2) P8

- a. Diameter = 7,74 mm
- b.  $f_y$  = 385,7171 MPa
- c.  $f_u$  = 548,3438 MPa

c) Momen Inersia ( $I$ )

Momen yang didapatkan berdasarkan analisis dari AutoCAD 2014 adalah  $119316666,6667 \text{ mm}^4$



d) Perhitungan

Defleksi ( $\delta$ ) secara analisis

$$\delta = \frac{L}{240}$$

$$\delta = \frac{900}{240}$$

$$\delta = 3,75 \text{ mm}$$

Modulus retak ( $f_r$ )

$$f_r = 0,7 \times \sqrt{f'_c}$$

$$f_r = 0,7 \times \sqrt{25,029} = 3,502 \text{ MPa}$$

Momen maksimum secara analisis

$$f_r = \frac{Mc}{I}$$

$$M = \frac{f_r I}{c}$$

$$M = \frac{3,502 \times 119316666,6667}{66,1034}$$

$$= 6321111,572 \text{ Nmm}$$

$$= 6,321 \text{ kNm}$$

Beban Maksimum secara analisis

$$M = \frac{1}{4} P L$$

$$P = (4 \times M) / L$$

$$P = (4 \times 6,321) / 0,9$$

$$P = 28,093 \text{ kN}$$



## PERHITUNGAN PELAT BETON PRACETAK BERONGGA PL 2

### 1. Diketahui :

#### a) Dimensi pelat :

- 1) Tebal pelat = 120 mm
- 2) Lebar atas pelat = 200 mm
- 3) Lebar bawah pelat = 110 mm
- 4) Panjang pelat ( $l_u$ ) = 900 mm
- 5) Selimut beton = 10 mm
- 6)  $f_c'$  = 27,880 MPa

#### b) Dimensi tulangan longitudinal :

##### 1) P6

- a. Diameter = 5,73 mm
- b.  $f_y$  = 361,4044 Mpa
- c.  $f_u$  = 513,5747 Mpa

##### 2) P8

- a. Diameter = 7,74 mm
- b.  $f_y$  = 385,7171 MPa
- c.  $f_u$  = 548,3438 MPa

#### c) Momen Inersia ( $I$ )

Momen yang didapatkan berdasarkan analisis dari AutoCAD 2014 adalah 119316666,6667 mm<sup>4</sup>



d) Perhitungan

Defleksi ( $\delta$ ) secara analisis

$$\delta = \frac{L}{240}$$

$$\delta = \frac{900}{240}$$

$$\delta = 3,75 \text{ mm}$$

Modulus retak ( $f_r$ )

$$f_r = 0,7 \times \sqrt{f'_c}$$

$$f_r = 0,7 \times \sqrt{27,880} = 3,696 \text{ MPa}$$

Momen maksimum secara analisis

$$f_r = \frac{Mc}{I}$$

$$M = \frac{f_r I}{c}$$

$$M = \frac{3,696 \times 119316666,6667}{66,1034}$$

$$= 6671281,659 \text{ Nmm}$$

$$= 6,671 \text{ kNm}$$

Beban Maksimum secara analisis

$$M = \frac{1}{4} P L$$

$$P = (4 \times M) / L$$

$$P = (4 \times 6,671) / 0,9$$

$$P = 29,649 \text{ kN}$$



### PERHITUNGAN PELAT BETON PRACETAK BERONGGA PL 3

1. Diketahui :

a) Dimensi pelat :

- 1) Tebal pelat = 120 mm
- 2) Lebar atas pelat = 200 mm
- 3) Lebar bawah pelat = 110 mm
- 4) Panjang pelat ( $l_u$ ) = 900 mm
- 5) Selimut beton = 10 mm
- 6)  $f_c'$  = 26,340 MPa

b) Dimensi tulangan longitudinal :

1) P6

- a. Diameter = 5,73 mm
- b.  $f_y$  = 361,4044 Mpa
- c.  $f_u$  = 513,5747 Mpa

2) P8

- a. Diameter = 7,74 mm
- b.  $f_y$  = 385,7171 MPa
- c.  $f_u$  = 548,3438 MPa

c) Momen Inersia ( $I$ )

Momen yang didapatkan berdasarkan analisis dari AutoCAD 2014 adalah 119316666,6667 mm<sup>4</sup>



d) Perhitungan

Defleksi ( $\delta$ ) secara analisis

$$\delta = \frac{L}{240}$$

$$\delta = \frac{900}{240}$$

$$\delta = 3,75 \text{ mm}$$

Modulus retak ( $f_r$ )

$$f_r = 0,7 \times \sqrt{f'_c}$$

$$f_r = 0,7 \times \sqrt{26,340} = 3,593 \text{ MPa}$$

Momen maksimum secara analisis

$$f_r = \frac{Mc}{I}$$

$$M = \frac{f_r I}{c}$$

$$M = \frac{3,593 \times 119316666,6667}{66,1034}$$

$$= 6485366,613 \text{ Nmm}$$

$$= 6,485 \text{ kNm}$$

Beban Maksimum secara analisis

$$M = \frac{1}{4} P L$$

$$P = (4 \times M) / L$$

$$P = (4 \times 6,485) / 0,9$$

$$P = 28,822 \text{ kN}$$