

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. *Preliminari Study*

Penentuan dimensi benda uji secara teoritis mutlak diperlukan sebelum diaplikasikan dalam bentuk yang nyata. Hal ini untuk mengevaluasi apakah desain yang dipakai memenuhi syarat kekuatan, kekakuan atau daktilitas yang ditetapkan dalam peraturan yang berlaku.

Tahap awal yang digunakan adalah pembuatan model struktur yaitu sebagai simulasi perilaku fisik struktur *real* agar dapat diproses dengan pendekatan numerik. Salah satu cara yang digunakan adalah pendekatan numerik dengan menggunakan program komputer.

Program – program yang digunakan dalam pembuatan desain secara numerik dalam penelitian ini adalah:

- a. SAP 2000 Versi 9, yang mempunyai fitur pembuatan *Solid Models*
- b. Auto CAD 2007, untuk penggambaran penampang
- c. Microsoft Office Excel 2007, untuk pembuatan grafik

Pembebanan

Plat yang digunakan mengacu pada sistem *One Way Slab* dan dirancang untuk penggunaan pada plat lantai. Menurut Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung 1983, Selain beban sendiri, beban – beban yang bekerja pada plat lantai, adalah:

- a. Beban penutup lantai dari ubin semen Portland,
teraso dan beton tanpa adukan (DL₁) : 24 kg/m^2
- b. Beban adukan dari semen (DL₂) : 21 kg/m^2
- c. Lantai dan tangga rumah tinggal (LL) : 200 kg/m^2

Penentuan Dimensi Benda Uji

Dimensi panel yang akan digunakan adalah panjang = 120cm dan lebar = 60cm dengan tebal 12cm. Sedangkan variasi yang dibuat adalah jumlah dan konfigurasi lubang di dalam panel untuk mengurangi massa beton. Lubang yang digunakan adalah 2, 3, 4, 6, 8 dan 9 buah dengan target reduksi massa adalah 20% - 50% dari massa beton tanpa lubang (beton solid). Tiap – tiap model panel dihitung massa beton dan reduksi massanya. Berat jenis beton (γ_b) digunakan $2,4 \frac{T}{m^3}$. Variasi benda uji itu nantinya akan dianalisa lebih lanjut untuk menentukan satu model benda uji yang paling efisien dan akan dibuat untuk diteliti.

Perhitungan massa digunakan rumus sebagai berikut:

$$m = \{(p \times l \times t) \times \gamma_b\} - \{n (p1 \times l1 \times t1) \gamma_b\}$$

diamana:

- m = massa panel
- p = panjang panel
- l = lebar panel
- t = tinggi panel
- n = jumlah lubang
- p1 = panjang panel
- l1 = lebar panel
- t1 = tinggi panel
- γ_b = massa jenis beton

Sedangkan massa beton tereduksi dihitung menggunakan rumus:

$$r = \frac{m}{\text{massa beton solid}} \times 100\%$$

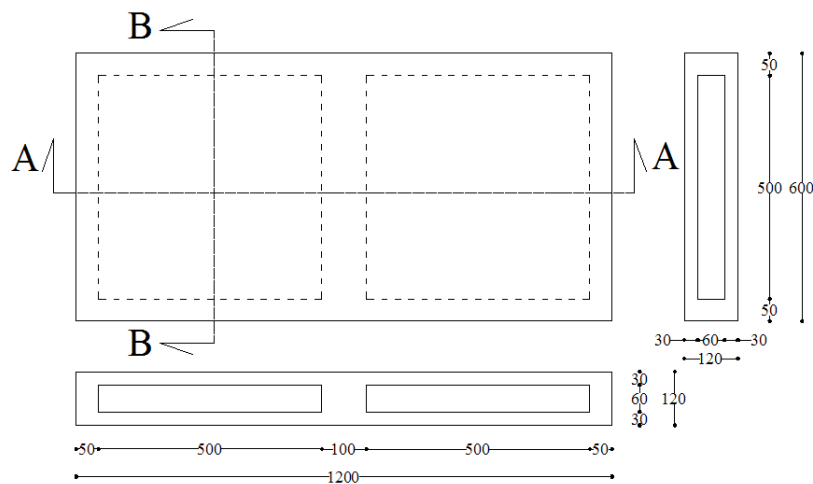
Reduksi massa beton adalah:

$$r^* = 100\% - r$$

Variasi benda uji yang akan dianalisa beserta perhitungan reduksinya dapat dilihat pada tabel 3.1

Tabel 3.1. Variasi dimensi benda uji

Tipe	Dimensi (mm)	Jumlah Lubang	Dimensi Lubang			Massa modul (ton)	Prosentase massa modul (%)	Prosentase reduksi (%)
			p (m)	l (m)	t (m)			
2	1200 x 600 x 120	2x1	0.56	0.54	0.07	0.1057	50.99	49.01
3	1200 x 600 x 120	3x1	0.36	0.54	0.07	0.1093	52.74	47.26
4	1200 x 600 x 120	2x2	0.56	0.26	0.07	0.1095	52.80	47.20
6	1200 x 600 x 120	3x2	0.36	0.26	0.07	0.1130	54.49	45.51
8	1200 x 600 x 120	4x2	0.27	0.26	0.07	0.1130	54.49	45.51
9	1200 x 600 x 120	3x3	0.36	0.16	0.07	0.1202	57.99	42.01
Solid	1200 x 600 x 120	-	-	-	-	0.2073	100	0



Gambar 3.1. Potongan panel dengan tipe 2 dengan 2 lubang (2x1)

Dari berbagai model benda uji diatas, maka masing – masing dianalisa dengan menggunakan SAP 2000 Versi 9 yang dapat menganalisa dengan *solid models*.

Dari perhitungan Numerik dengan menggunakan SAP 2000 Versi 9 maka bisa didapatkan:

- a. Lendutan
- b. Smax
- c. Smin

Tabel 3.2. Hasil perhitungan numerik berbagai model benda uji

Tipe	Dimensi (mm)	Prosentase massa modul (%)	Prosentase reduksi (%)	σ_{max}	σ_{min}	Lendutan (m)
2	1200 x 600 x 120	50.99	49.01	5.2044	-7.8172	-0.00159
3	1200 x 600 x 120	52.74	47.26	5.1850	-7.7292	-0.00152
4	1200 x 600 x 120	52.80	47.20	3.8221	-7.4032	-0.00109
6	1200 x 600 x 120	54.49	45.51	3.2933	-7.0162	-0.00113
8	1200 x 600 x 120	54.49	45.51	3.9735	-7.8539	-0.00111
9	1200 x 600 x 120	57.99	42.01	3.1313	-6.5723	-0.00103
Solid	1200 x 600 x 120	100	0	3.4128	-6.0567	-0.00123

Perhitungan selanjutnya adalah mencari σ_{max} absolut, σ_{min} absolut, lendutan absolute terhadap panel solid, rata – rata, efisiensi dan rasio dari model – model tersebut.

σ_{max} absolute adalah perbandingan antara σ_{max} modul variasi dibagi σ_{max} modul solid dikalikan 100 persen. Dirumuskan dengan:

$$\sigma_{max \text{ absolute}} = \frac{\sigma_{max \text{ modul variasi}}}{\sigma_{max \text{ Modul Solid}}} \times 100\%$$

σ_{min} absolute adalah perbandingan antara σ_{min} modul variasi dibagi σ_{min} modul solid dikalikan 100 persen. Dirumuskan dengan:

$$\sigma_{min \text{ absolute}} = \frac{\sigma_{min \text{ modul variasi}}}{\sigma_{min \text{ Modul Solid}}} \times 100\%$$

Lendutan absolute adalah perbandingan antara lendutan modul variasi dibagi lendutan modul solid dikalikan 100 persen. Dirumuskan dengan:

$$\text{Lendutan absolute} = \frac{\text{Lendutan modul variasi}}{\text{Lendutan Modul Solid}} \times 100\%$$

Rata – rata adalah perhitungan rata – rata antara σ_{max} absolut, σ_{min} absolut dan lendutan absolut.

Efisiensi adalah rasio tegangan panel solid dan tegangan rata – rata benda uji.

Sedangkan **rasio** adalah hasil perhitungan antara efisiensi dibagi massa modul dikalikan 100%. Dirumuskan dengan:

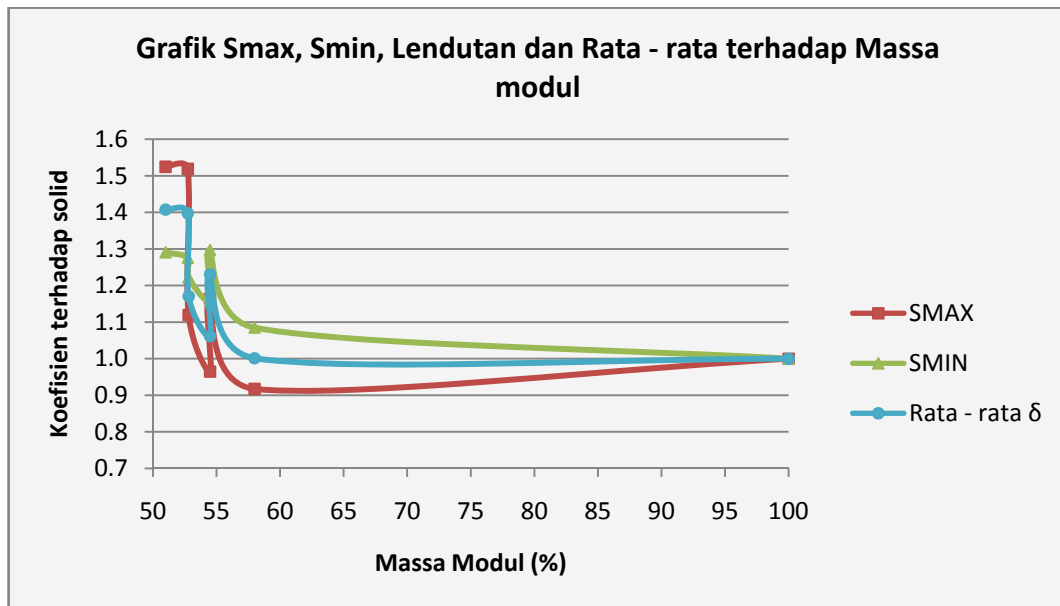
$$\text{Rasio} = \frac{\text{Efisiensi}}{\text{Massa Modul}} \times 100\%$$

Hasil seluruh perhitungan dapat dilihat pada tabel 3.3.

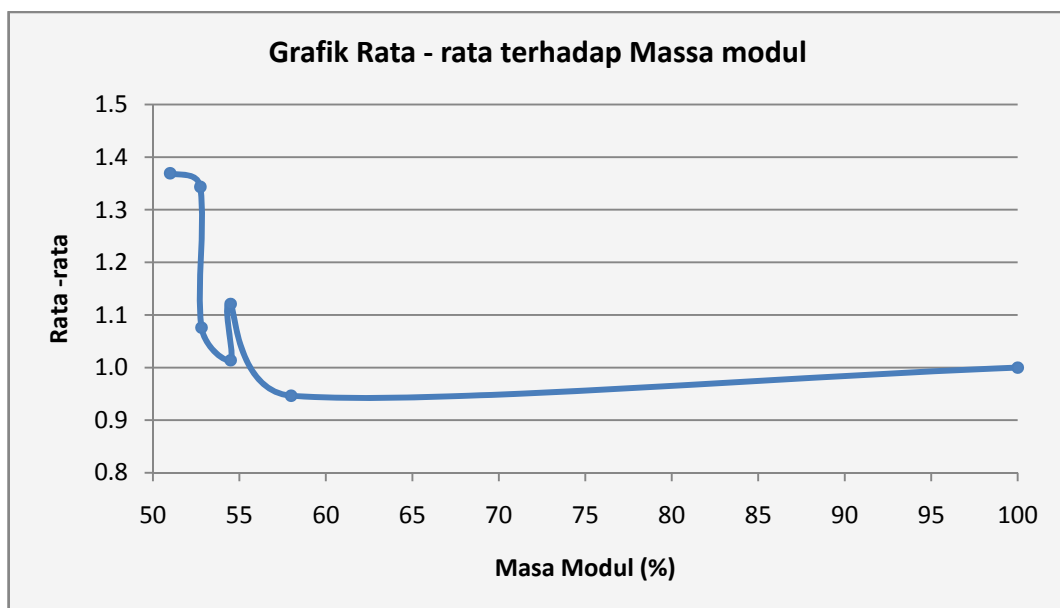
Tabel 3.3. Hasil perhitungan σ_{max} absolut, σ_{min} absolut, lendutan absolut, rata – rata, efisiensi dan rasio

Tipe	Dimensi (mm)	Prosentase massa modul (%)	σ_{max} Absolut	σ_{min} Absolut	Lendutan Absolut	Rata rata	Efisiensi	Rasio
2	1200 x 600 x 120	50.99	1.52	1.29	1.29	1.369	0.730	1.432
3	1200 x 600 x 120	52.74	1.52	1.28	1.24	1.344	0.744	1.411
4	1200 x 600 x 120	52.80	1.12	1.22	0.89	1.076	0.929	1.760
6	1200 x 600 x 120	54.49	0.96	1.16	0.92	1.014	0.986	1.810
8	1200 x 600 x 120	54.49	1.16	1.30	0.90	1.121	0.892	1.637
9	1200 x 600 x 120	57.99	0.92	1.09	0.84	0.947	1.056	1.822
Solid	1200 x 600 x 120	100	1.00	1.00	1.00	1.000	1.000	1.000

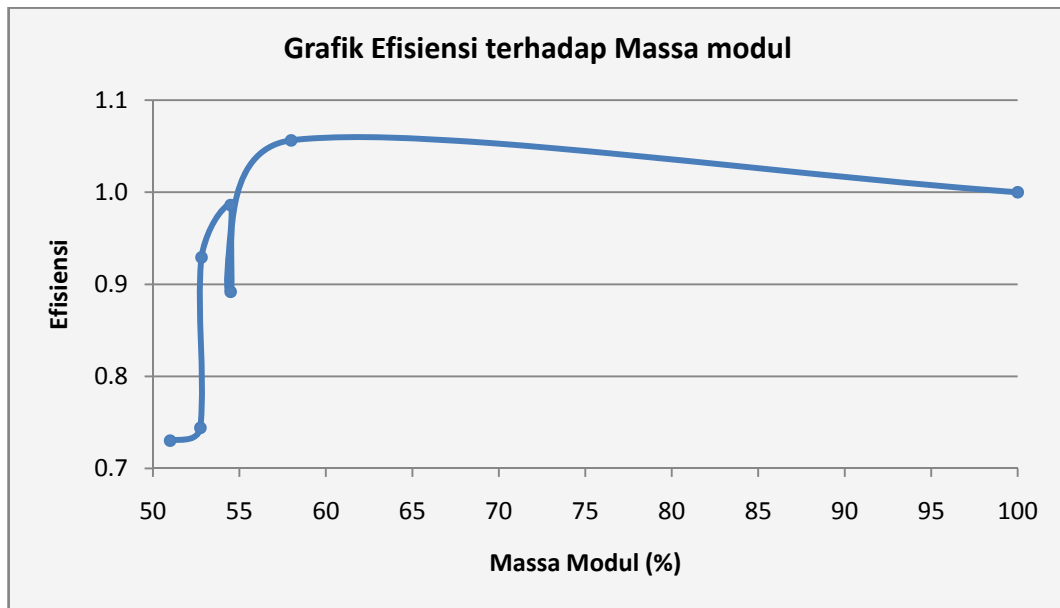
Dari perhitungan diatas dapat dibuat grafik sebagai berikut:



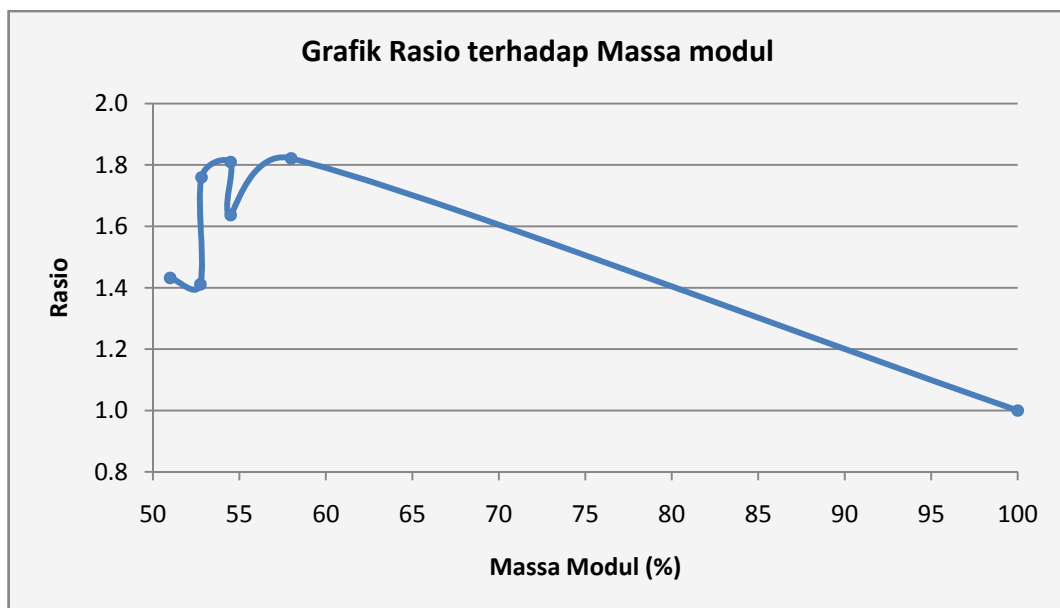
Gambar 3.2. Grafik σ_{max} , σ_{min} dan Rata – rata δ terhadap Massa modul



Gambar 3.3. Grafik Rata - rata terhadap Massa modul



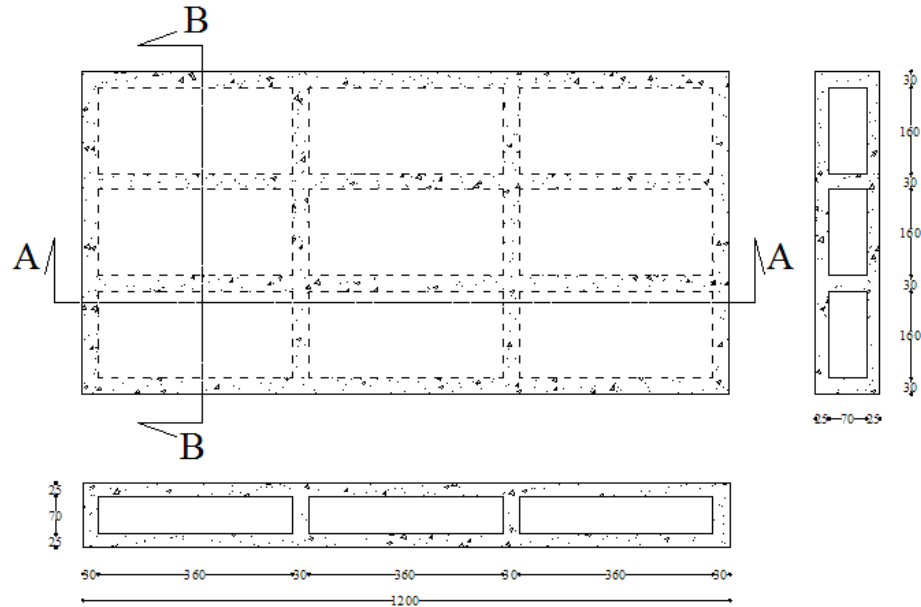
Gambar 3.4. Grafik Efisiensi terhadap Massa modul



Gambar 3.5 Grafik Rasio terhadap Massa modul

Dari hasil analisa dan grafik yang telah dibuat, maka dapat disimpulkan bahwa modul tipe 9 dengan 9 lubang adalah modul yang paling efisien. Hal ini dikarenakan modul tipe 9 mempunyai lendutan paling kecil dan mempunyai efisiensi serta rasio yang paling besar diantara modul tipe lain.

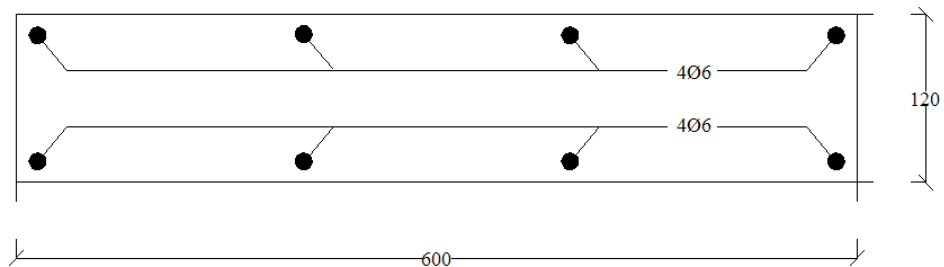
Dilihat dari nilai efisiensi, maka kekuatan modul tipe 9 diprediksi dapat melebihi kekuatan panel beton konvensional.



Gambar 3.6. Potongan panel tipe 9 dengan 9 lubang (3x3)

3.2. Analisa Penampang

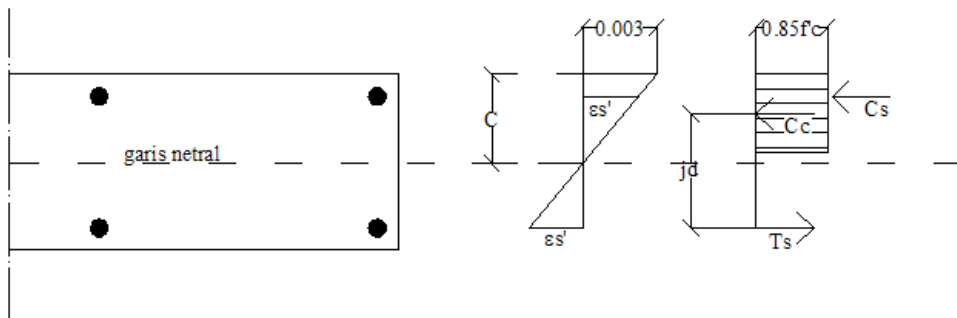
Banda uji yang diteliti nantinya akan dibandingkan dengan panel beton konvensional. Salah satu faktor pembandingnya adalah kemampuan panel dalam menahan gaya yang mengakibatkan lentur murni. Dari perhitungan beton konvensional didapatkan hasil sebagai berikut:



Gambar 3.7. Potongan melintang panel tipe 9 dengan 9 lubang (3x3)

Diketahui:

- b = 600 mm
- d = 107.5 mm
- f'c = 68 MPa
- fy = 686.28 MPa
- As = 65.87 mm²
- As' = 65.87 mm²
- d' = 12.5 mm



Gambar 3.8. Tegangan yang terjadi

Perhitungan:

$$\begin{aligned}
 \Sigma H &= 0 \\
 0 &= Cc + Cs - Ts \\
 0 &= b \times 0.85f'c \times 0.85c + \varepsilon's \times Es \times As' - As \times \varepsilon's \times Es \\
 0 &= b \times 0.85f'c \times 0.85c + \varepsilon's \times Es \times As' - As \times f'y \\
 &= 600 \times 0.85 \times 68 \times 0.85 \times c \\
 &\quad + \frac{(0.003c - 0.039)}{c} \times 200000 \times 65.87 \\
 &\quad - 65.87 \times 686.28 \\
 &= 29478c + \left(\frac{(0.003c - 0.039) \times 13174000}{c} \right) - 45205.26
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
0 &= 29478 c^2 + (0.003 c - 0.039) \times 13174000 - 45205.26 c \\
0 &= 29478 c^2 + 39522 c - 513786 - 45205.26 c \\
0 &= 29478 c^2 - 5683.26 c - 513786 \\
0 &= c^2 - 0.193c - 17.43
\end{aligned}$$

Dengan rumus abc

c_{12}

$$\begin{aligned}
&= \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \\
&= \frac{-(-0.193) \pm \sqrt{(-0.193)^2 - 4 \times 1 \times (-17.43)}}{2 \times 1} \\
&= \frac{0.193 \pm 8.338}{2}
\end{aligned}$$

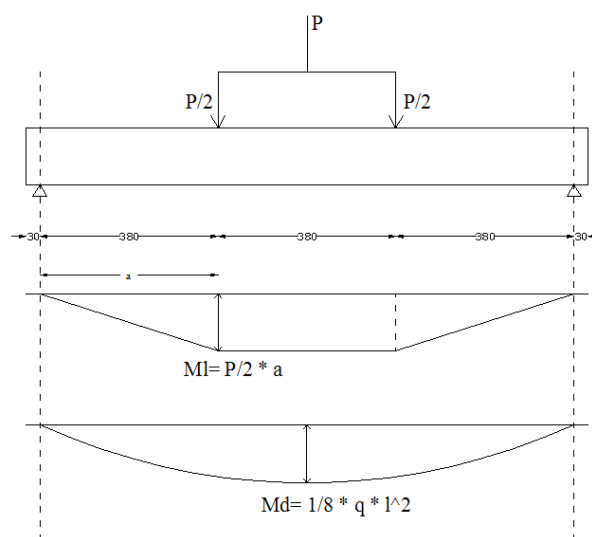
$$c_1 = 4.266$$

$$c_2 = -4.073$$

\therefore digunakan $c_1 = 4.266 \text{ mm}$

Persamaan Momen:

Momen yang terjadi (M_{Ts}) merupakan perpaduan antara momen yang terjadi akibat adanya beban dari luar (M_L) dan akibat beban sendiri (M_D)



Gambar 3.9. Model pembebanan dan momen yang terjadi

$$\Sigma M_{Ts} = M_L + M_D$$

$$M_{Ts} = C_c \times j d + C_s (d - d')$$

$$= b \times 0.85 f'_c \times 0.85 c \times \left(d - \frac{0.85 \times c}{2} \right) + \frac{(0.003 c - 0.039)}{c} \times 200000 \times A_s' \times (d - d')$$

$$= 600 \times 0.85 \times 68 \times 0.85 \times 4.266 \times \left(107.5 - \frac{0.85 \times 4.266}{2} \right) + \frac{(0.003 \times 4.266 - 0.039)}{4.266} \times 200000 \times 65.87 \times (107.5 - 12.5)$$

$$= 13290466.66 - 7686964.15$$

$$= 5603602.511 \text{ Nmm}$$

$$= 560.36 \text{ kgm}$$

$$M_D = \frac{1}{8} \times q \times l^2$$

$$= \frac{1}{8} \times (2.4 \times 0.6 \times 0.12) \times 1.14^2$$

$$= 0.02807 \text{ Tm}$$

$$= 28.07 \text{ kgm}$$

$$\Sigma M_{Ts} = M_L + M_D$$

$$M_L = \Sigma M_{Ts} - M_D$$

$$= 560.36 \text{ kgm} - 28.07 \text{ kgm}$$

$$= 532.29 \text{ kgm}$$

$$M_L =$$

$$= \frac{P}{2} \times a$$

$$P =$$

$$= \frac{M_L \times 2}{a}$$

$$= \frac{532.29 \times 2}{0.38}$$

$$= 2801.52 \text{ kg}$$

$$= 2.801 \text{ ton}$$

Lendutan (δ):

Lendutan terjadi akibat beban sendiri dari panel dan akibat adanya P dari luar. Untuk perhitungannya digunakan rumus:

$$\delta_{max} = \frac{5 ql^4}{384 EI} + \frac{Pa}{24 EI} (3l^2 - 4a^2)$$

Untuk EI digunakan 50%, karena benda uji telah mengalami retak dan diasumsikan bahwa beton konvensional yang telah mengalami retak mempunyai E (modulus elastisitas) lebih kecil daripada beton berpenampang utuh. $EI = 2000000 \text{ ton/m}^2 \times 1/12 \times 0.6 \times 0.12^3 = 172.8 \text{ tonm}^2$
Sedangkan $q = \text{Luas penampang} \times \gamma_{\text{beton}}$, yaitu $2.4 \text{ ton/m}^3 \times 0.6 \times 0.12 = 0.1728 \text{ ton/m}$

$$\delta_{max} = \frac{5 \times 0.1728 \times 1.14^4}{0.5 \times 384 \times 172.8} + \frac{2.801 \times 0.38}{0.5 \times 24 \times 172.8} (3 \times 1.14^2 - 4 \times 0.38^2)$$

$$\delta_{max} = 4.40 \times 10^{-5} + 1.70 \times 10^{-3}$$

$$\delta_{max} = 1.744 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$\delta_{max} = 1.744 \text{ mm}$$

3.3. Mix Desain

Dikarenakan dimensi panel yang tipis, maka untuk pengecoran digunakan campuran mortar. Sedangkan untuk tulangan digunakan diameter terkecil yaitu $\emptyset 6$. Hal ini dilakukan karena dikhawatirkan campuran beton tidak dapat masuk kedalam sela – sela *Styrofoam* dan besi yang berdiameter besar, sehingga panel yang dihasilkan akan bermutu rendah dan porous

Rencana mortar yang akan digunakan direncanakan mempunyai kuat tekan sebesar 400 kg/cm^2 . Berdasarkan dari penelitian Tugas Akhir sebelumnya, untuk mortar dengan kekuatan 400 kg/cm^2 mempunyai komposisi perbandingan 1 semen : 2 pasir dengan faktor air semen 0,4. Namun, untuk keamanan dalam perencanaan, maka diadakan pengujian kubus mortar dengan dimensi $5 \times 5 \times 5 \text{ cm}^3$ dengan beberapa variasi, seperti pada tabel 3.4.

Tabel 3.4. Hasil pengujian mortar dengan berbagai komposisi

Kode	Komposisi (Semen : Pasir)	Kuat Tekan (kg/cm ²)			
		3 Hari	7 Hari	14 Hari	28 Hari
A	1 : 2 FAS 0.4	213	413	440	653
B	1 : 2 FAS 0.3	340	533	587	673
C	1 : 1.5 FAS 0.4	253	453	480	680
D	1 : 1.5 FAs 0.3	487	600	653	693

Dari hasil pengujian kubus mortar, maka diambil sampel C, yaitu mortar dengan komposisi 1 Semen : 1,5 Pasir dengan FAS 0,4. Pemilihan ini berdasarkan pertimbangan kuat tekan yang mendekati 400 kg/cm² dan kadar kekentalan adonan mortar agar dapat masuk ke seluruh bagian panel seluler.

3.4. Pengujian Material

Pengujian material ditujukan untuk mengetahui karakteristik masing – masing material yang digunakan untuk pembuatan benda uji. Jenis – jenis material yang digunakan untuk pembuatan benda uji pada penelitian ini adalah:

1. Agregat halus : Pasir Muntilan
2. Semen Portland : Semen Gresik
3. Tulangan : Besi Ø6.
4. Air : Air bersih dari Laboratorium Bahan dan Konstruksi Teknik Sipil Undip
5. Pengisi : *Styrofoam*

Pengujian dilakukan sesuai dengan *Buku Petunjuk Praktikum Bahan Bangunan* yang diterbitkan oleh Laboratorium Bahan dan Konstruksi Teknik Sipil Undip.

Hasil pengujian material adalah sebagai berikut:

1. Agregat Halus

Didapatkan karakteristik sebagai berikut:

- a. Ukuran maksimum : 4.760 mm
- b. Kadar air asli : 2.4 %
- c. Kadar lumpur : 0.93 %
- d. Berat volume asli
 - Padat : 1.418 kg/dm³
 - Gembur : 1.228 kg/dm³
- e. Berat volume SSD
 - Padat : 1.678 kg/dm³
 - Gembur : 1.515 kg/dm³
- f. Berat jenis
 - Asli : 2.54
 - SSD : 2.60
- g. Modulus Kehalusan : 2.8042

2. Semen Portland

Karakteristik semen Portland adalah sebagai berikut:

- a. Berat jenis : 3.08 gr/ml
- b. Konsistensi normal : 27.5 %
- c. Waktu pengikatan awal : 103.5 menit

3. Tulangan

Dari pengujian tarik besi diameter (\emptyset) 6, didapatkan hasil:

- a. Δ lu : 25 mm
- b. Strain : 22.84 %
- c. σ yield : 686.28 N/mm²
- d. σ ult. : 938.58 N/mm²

4. Mortar

Dari pengujian didapatkan berat jenis mortar adalah 2,23 gr/cm³

3.5. Pembuatan Benda Uji

Pembuatan Bekisting dan penulangan

Bekisting atau papan cetak merupakan komponen penting dalam pembuatan struktur beton bertulang. Agar diperoleh benda hasil akhir (*finishing*) yang ukurannya presisi maka pembuatan bekisting merupakan sesuatu yang perlu diperhatikan. Kecuali itu, bekisting harus cukup kuat menahan beban akibat menampung beton basah yang relatif berat, termasuk bila ada getaran yang diberikan sebagai bagian tahapan pengecoran.

Pembuatan bekisting diserahkan pada tukang kayu yang khusus disewa untuk membuat bekisting dengan alasan apabila membuat sendiri maka dikhawatirkan hasil yang didapatkan kurang bagus dan tidak presisi. Bahan yang digunakan untuk pembuatan bekisting adalah multiplek dengan ketebalan 12 milimeter.



Gambar 3.10. Proses pembuatan Bekisting

Karena hasil akhir tetap merupakan tanggung jawab peneliti maka setelah pembuatan bekisting selesai, diperlukan inspeksi khususnya mengenai ketepatan ukuran, kerapian maupun kekuatan bekisting tersebut.

Tulangan dirangkai dan dipasang secara terpisah, yaitu tulangan untuk bagian atas dan tulangan untuk bagian bawah. Hal ini dilakukan agar saat penyusunan *styrofoam* tidak terkendala oleh letak tulangan yang menutupi

bagian atas. Tulangan dirangkai sendiri oleh peneliti secara manual. Jarak antar tulangan harus diperhatikan agar sesuai dengan rencana.

Untuk menjaga jarak antara tulangan atas dan bawah agar tetap presisi, maka digunakan kawat baja yang dibentuk sedemikian rupa sehingga mampu menahan tulangan atas. Selain untuk penahantulangan atas, kawat bajayang dipasang secara vertikal juga berfungsi untuk menahan gaya geser yang terjadi akibat beban yang terjadi.



Gambar 3.11. Kawat Baja

Styrofoam

Styrofoam yang digunakan direncanakan mempunyai ketebalan 7cm, sesuai dengan ketebalan lubang yang akan dibuat pada panel seluler. Dikarenakan di pasaran tidak terdapat *Styrofoam* dengan ketebalan 7 cm, maka digunakan dua lapis *Styrofoam* dengan ketebalan masing – masing 3 cm dan 4 cm. untuk penggabungannya digunakan lem khusus *Styrofoam*. *Styrofoam* kemudian dipotong - potong sesuai dimensi lubang pada panel yaitu 36x16x7 cm³. *Styrofoam* berfungsi sebagai pembentuk ruang di tengah – tengah panel. Ruang ini yang nantinya berfungsi sebagai pereduksi massa panel hingga 40% lebih. Selain itu, *Styrofoam* juga bisa berfungsi sebagai insulator panas dan penahan suara.

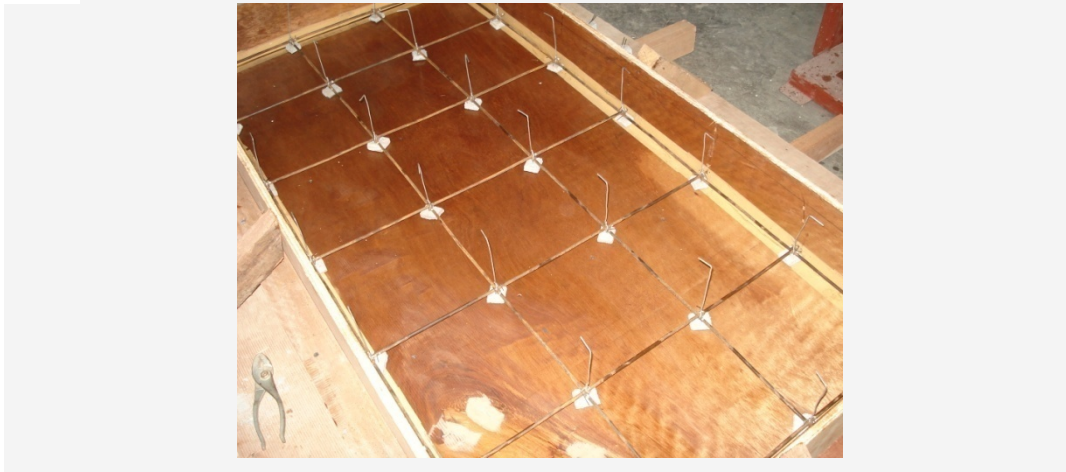


Gambar 3.12. *Styrofoam*

Pelaksanaan pengecoran

Pengecoran dilaksanakan di Laboratorium Bahan dan Konstruksi Teknik Sipil Undip dengan bantuan alat berupa meja getar. Meja getar digunakan untuk memadatkan adonan mortar karena tidak dimungkinkan untuk menggunakan alat penggetar (*vibrator*) yang mempunyai dimensi lebih besar daripada rib yang ada pada panel seluler. Sehingga saat penggetar tidak bisa masuk ke dalam rib dan cenderung mengubah letak tulangan serta *styrofoam*. Sebelum pengecoran dilaksanakan, dilakukan setting tulangan bawah pada bekisting. Setting tulangan dilakukan setelah bekisting dipasang dengan kuat pada meja getar dan strain gage terpasang pada tulangan. Strain-gage dilekatkan dengan lem-khusus pada tulangan baja dan dibungkus dengan tape, sehingga pada saat pengecoran relatif lebih mudah dan tidak dikhawatirkan terjadinya kerusakan bilamana nantinya beton mengalami retak. Kabel – kabel yang menghubungkan strain-gage dengan alat ukur digulung di bagian bawah bekisting dengan membuat lubang kecil pada bekisting. Selanjutnya pada saat pengecoran maka keberadaan strain-gage dan kabel-kabel tersebut harus dijaga dengan baik dan tidak rusak akibat proses pengecoran. Kerusakan strain-gage akibat pengecoran hanya dapat dideteksi pada saat pengujian berlangsung dan selanjutnya tidak dapat dilakukan perbaikan, sehingga risikonya tidak diperoleh pembacaan regangan pada strain-gage yang rusak tersebut. Untuk menjaga jarak tulangan dengan sisi terluar panel, maka pada bagian bawah dipasang tahu

beton dengan ketebalan 1 cm, sesuai dengan tebal selimut. Tahu beton dibuat dengan komposisi yang sama dengan komposisi adonan yang akan digunakan untuk pengecoran. Setelah pemasangan tulangan selesai, maka akan dipasang kawat baja sebagai penghubung dan menjaga jarak dengan tulangan atas nantinya.



Gambar 3.13. Setting tulangan bawah

Setelah setting tulangan bawah selesai, maka dilakukan pengecekan ulang untuk memastikan pemasangan telah dilakukan dengan benar.

Pembuatan adonan mortar dilakukan dengan menggunakan molen ukuran 1,5 m³. Penggunaan molen bertujuan agar adonan yang dibuat benar – benar homogen.



Gambar 3.14. Proses pembuatan adonan mortar

Pengecoran dilaksanakan dalam 2 tahap. Pada tahap pertama, akan di cor bagian bawah dengan ketebalan. Setelah adonan dituang ke dalam bekisting dan diratakan secara manual, maka meja getar dinyalakan. Adonan digetarkan selama ± 1 menit agar adonan bisa merata dan tidak menimbulkan pori – pori yang dapat mengurangi kekuatan panel.

Adonan ditunggu selama ± 1 jam agar menjadi padat sebelum *Styrofoam* disusun. Untuk membuat rib yang lurus dan presisi, maka pada saat pemasangan *Styrofoam*, digunakan potongan – potongan *Styrofoam* dengan tebal 3 cm dan ditambahkan kawat baja yang dipasang secara vertikal pada tubuh *Styrofoam*. Potongan – potongan *Styrofoam* dan kawat baja tersebut untuk menjaga posisi *Styrofoam* agar tidak bergeser.



Gambar 3.15. Proses pengecoran layer pertama dan pemasangan Styrofoam

Sebelum semen mengalami waktu ikat, maka dilakukan pengecoran layer kedua. Tulangan atas dipasang dan diikat dengan kawat pada kawat baja. Pemasangan dilakukan sedemikian rupa sehingga jarak antara *Styrofoam* dan sisi atas terluar panel dengan tulangan atas mempunyai jarak 1 cm. pengecoran dilaksanakan dengan hati – hati agar tidak merubah posisi tulangan dan *Styrofoam*. Pemadatan dilakukan dengan meja getar.



Gambar 3.16. Pemasangan tulangan atas dan proses pengecoran layer kedua



Gambar 3.17. Hasil pengecoran panel seluler

Perawatan Benda Uji

Dengan dimensi yang besar, maka tidak dimungkinkan untuk memasukkan benda uji kedalam bak perawatan. Maka perawatan dilakukan dengan cara menyelimuti benda uji dengan karung goni yang selalu dijaga agar tetap basah.

3.6. Set-up Pengujian

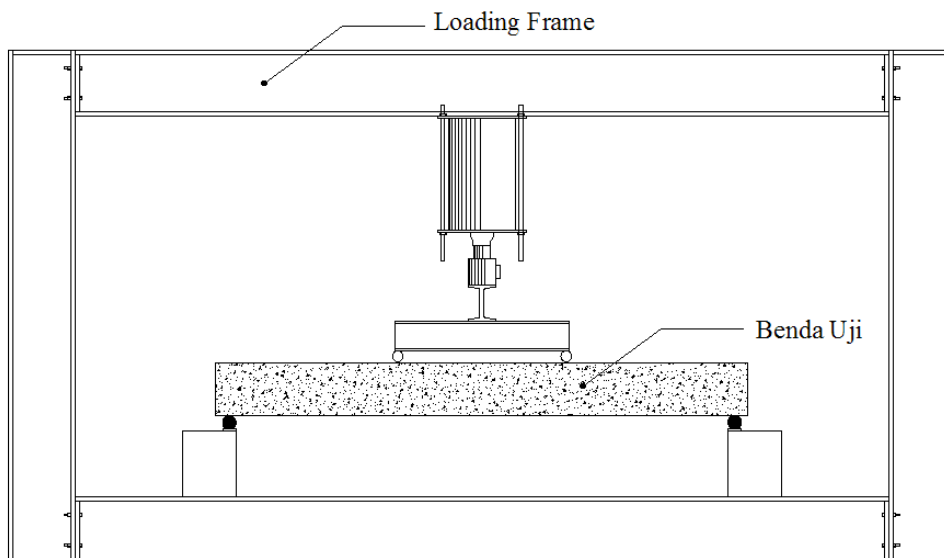
Pengujian dilaksanakan pada saat beton berumur sekurang – kurangnya 28 hari. Sebelum dilakukan pengujian, diadakan beberapa persiapan, yaitu:

1. Koordinasi dengan dosen dan laboran tentang metode dan *set-up* pengujian

2. Alat bantu tambahan (LVDT) yang perlu dipasang dan lokasi pemasangannya
3. Metode pembebanan.

Benda uji diletakkan secara mendatar pada loading frame dan pada kedua ujung benda uji dipasang tumpuan sederhana. Sedangkan untuk pemberian beban, benda uji diberi beban merata garis dan diberikan secara bertahap.

Pembacaan beban dan besar lendutan akan dibaca oleh *load shell* dan LVDT (*Linier Variable Different Trancuder.*) Pada saat pengujian, seluruh data yang diperlukan akan dicatat oleh *data logger* dan secara otomatis akan disimpan di dalam *harddisk*. *Set-Up* pengujian dapat dilihat pada gambar 3.18



Gambar 3.18. Set-Up pengujian