

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Setelah pengujian dilaksanakan, data yang tersaji mengenai perkerasan struktur komposit dianalisis dengan mengetahui kemampuan beban layan maksimum, defleksi dan deformasi yang terjadi akibat pembebahan.

Dari analisis data, menyimpulkan bahwa perkerasan struktur komposit dengan penambahan pelat baja di tengah lapisan beton (PL. III) mengatasi beban maksimum rerata 12,056 ton lebih kuat daripada perkerasan kaku biasa (PL. I) yang hanya mengatasi beban hingga 10,0545 ton. Defleksi yang terjadi pada perkerasan struktur komposit rerata (PL. III) sebesar 0,45 mm lebih kecil daripada perkerasan kaku biasa (PL. I) sebesar 0,985 mm. Jadi, dengan defleksi terkecil perkerasan struktur komposit mampu mengatasi beban maksimum, ditinjau dari peningkatan kekuatan sebesar 19,91 % dari perkerasan kaku biasa, serta mengatasi penurunan defleksi sebesar 54,31 % karena pengaruh pelat baja lembaran di tengah lapisan beton perkerasan. Sehingga kemampuan perkerasan struktur komposit sangat baik digunakan pada jalan raya dengan penambahan pelat baja lembaran.

6.2 Saran

Saran yang diberikan penulis untuk penerapan dan penelitian selanjutnya mengenai perkerasan struktur komposit dengan penambahan pelat baja di tengah lapisan beton, antara lain :

1. perencanaan dimensi benda uji perkerasan digunakan skala laboratorium terkecil,
2. pada saat pengujian, pengaturan alat harap diperhatikan agar tidak terkendala dengan data yang didapat,
3. untuk penelitian selanjutnya, bisa menggunakan pelat baja lembaran dengan jenis lain dan varian tebal pelat baja dengan ukuran yang berbeda,
4. pada proses pembebanan lebih diperhatikan lagi, karena beban yang dimaksud diusahakan bisa bergerak atau diasumsikan *impact*.
5. pengaplikasian pada perkerasan jalan raya, diperhatikan tipe jalan, kepadatan dan analisis keandalan lalu lintas, sehingga dibutuhkan studi lanjut kelayakan dan efektifitas perkerasan struktur komposit sebagai perkerasan jalan raya,
6. agar tidak terjadi *sliding* pada roda kendaraan, perkerasan struktur komposit lebih baik menggunakan agregat berbentuk tidak beraturan (*split*), bukan kerikil,

DAFTAR PUSTAKA

- Affandi, D.Z., dkk., 2014, Defleksi Balok Melintang dan Tegangan Batang Diagonal Tepi Jembatan “Boomerang Bridge” Akibat Variasi Posisi Pembebanan, *Jurnal Mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya*, vol.1, no.2, pp. 431-438.
- Dinas Pekerjaan Umum, 1983(a), *Manual Perkerasan Jalan dengan Alat Benkelman Beam (No. 01/MN/BM/1983)*, Direktorat Jenderal Bina Marga, Jakarta.
- Dinas Pekerjaan Umum, 1983(b), *Manual Pemeliharaan Jalan (No. 03/MN/B/1983)*, Direktorat Jenderal Bina Marga, Jakarta
- Dinas Pekerjaan Umum, 2012, *Manual Desain Perkerasan Jalan (No. 22.2/KPTS/Db/2012)*, Direktorat Jenderal Bina Marga, Jakarta.
- Hendarsin, S.L., 2000, *Perencanaan Teknik Jalan Raya*, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bandung, Bandung.
- Iskandar, H., *Volume Lalu Lintas Rencana untuk Geometrik dan Perkerasan Jalan*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan, Bandung.
- Lulie, Y., 2004, *Desain Perkerasan Kaku (Rigid Pavement)*, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Yogyakarta.
- Manu, A.I., 1995, *Perkerasan Kaku (Rigid Pavement)*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Menteri Perhubungan, 1990, *Keputusan Menteri Perhubungan No.75/1990*, Jakarta.
- Oglesby, C.H. dkk., 1996, *Teknik Jalan Raya (Highway Engineering)*, Erlangga, Jakarta.
- Panitia Teknis Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil, 2000, *Tata Cara Pembuatan Beton Normal (SNI 03-2834-2000)*, Badan Standarisasi Nasional, Bandung.
- Panitia Teknis Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil, 2002, *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847-2002)*, Badan Standarisasi Nasional, Bandung.
- Panitia Teknis Bidang Prasarana Transportasi, 2002, *Pedoman XX-2002 : Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen*, Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah.

Presiden Republik Indonesia, 1993, *Prasarana dan Lalu Lintas Jalan (PP No.43/1993)*, Peraturan Pemerintah Republik Indonesia.

Sukandar, 2013, Perancangan Struktur Komposit Perkerasan Di Lengan Sebelah Timur Persimpangan Jalan Palagan dan Ring Road Utara Yogyakarta, *Laporan Tugas Akhir, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta*, Yogyakarta.

Sukirman, S., 1992, *Perkerasan Lentur Jalan Raya*, Penerbit NOVA, Bandung.

Totomihardjo, S., 1994, *Bahan dan Struktur Jalan Raya*, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Biro Penerbit, Yogyakarta.

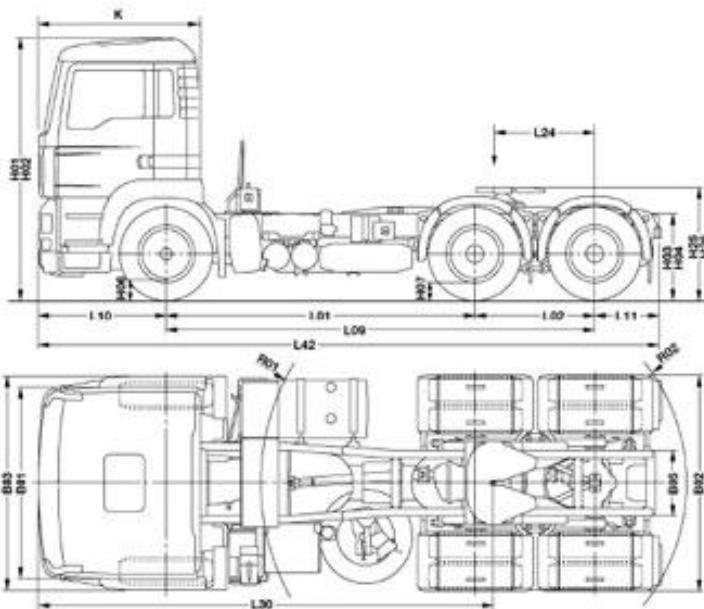
Yam, L.C.P., 1981, *Design of Composite Steel – Concrete Structures*, Surrey University Press, Great British.

Serviens in lumine veritatis

LAMPIRAN

SPESIFIKASI TRUK (BEBAN RENCANA)

TGS 33.360 Tractor



Gambar L.1. Spesifikasi Dimensi Truk

Technical Specifications

Chassis	DIMENSIONS in millimeters (mm)
L01: Wheelbase from 1st to 2nd axle	3600
L10: Vehicle overhang at front	1492
L11: Frame overhang at rear	700
L42: Overall length	7192
B01: Width across cab	2240
B02: Width across rear wheels	2472
H06: Ground clearance at front	254
K01: Turning circle diameter in m	15.6
L02: Wheelbase from 2nd to 3rd axle	1400
K : Cabin Length	1880
H25: Height of fifth-wheel coupling, unladen over ground	1345
H26: Height of fifth-wheel coupling, laden over ground	1275
H01: Height to cab top, unladen	3110
H02: Height to cab top, laden	3038
L14: Frame length behind cab	5220

	Unladen (Kerb Weight)	Laden
Front Axle	4.780	7.500
Rear Axle	4.355	26.000
TOTAL	9.135	33.000

PEMERIKSAAN
BERAT JENIS & PENYERAPAN AGREGAT KASAR

	NOMOR PEMERIKSAAN	I	II	III
A	Berat Contoh Kering	1000 gr		
B	Berat Contoh Jenuh Kering Permukaan (SSD)	1020 gr		
C	Berat Contoh Dalam Air	6125 gr		
D	Berat Jenis Bulk $= \frac{(A)}{(B) - (C)}$	2,45		
E	BJ.Jenuh Kering Permukaan (SSD) $= \frac{(B)}{(B) - (C)}$	2,50		
F	Berat Jenis Semu (Apparent) $= \frac{(A)}{(A) - (C)}$	2,58		
G	Penyerapan (Absorption) $= \frac{(B) - (A)}{(A)} \times 100 \%$	2 %		

PERSYARATAN UMUM :

- Absorption : 5%
- Berat Jenis : 2,3 – 2,6

**PEMERIKSAAN
BERAT JENIS & PENYERAPAN AGREGAT HALUS**

	NOMOR PEMERIKSAAN	I	II	III
A	Berat Contoh Jenuh Kering Permukaan (SSD) – (500)	500 gr		
B	Berat Contoh Kering	494 gr		
C	Berat Labu + Air , Temperatur 25° C	589 gr		
D	Berat Labu+Contoh (SSD) + Air, Temperatur 25° C	906 gr		
E	Berat Jenis Bulk $= \frac{(B)}{(C + 500 - D)}$	2,73		
F	BJ.Jenuh Kering Permukaan(SSD) $= \frac{(B)}{(C + 500 - D)}$	2,70		
G	Berat Jenis Semu (Apparent) $= \frac{(B)}{(C + B - D)}$	2,791		
H	Penyerapan (Absorption) $= \frac{(500 - B)}{(B)} \times 100 \%$	1,21 %		

PERSYARATAN UMUM :

- Absorption : 5%
- Berat Jenis :

PEMERIKSAAN KADAR AIR AGREGAT

Parameter Pengukuran	Jenis Agregat				
	Kasar		Sedang	Halus	
Nomor tin box	K1	K2		H1	H2
1. Berat <i>tin box</i> gram	9,7	12,45		7,95	9,93
2. Berat <i>tin box</i> + contoh basah gram	82	72,73		69,8	82,93
3. Berat <i>tin box</i> + contoh kering gram	81,2	72		69,45	82,55
4. Berat air = (2) – (3) gram	0,8	0,73		0,35	0,38
5. Berat contoh kering = (3) – (1) gram	71,5	59,53		61,5	72,62
6. Kadar air = $\frac{(4)}{(5)} \times 100\%$	1,119	1,226		0,569	0,523
Rata – rata	1,172			0,546	

**PEMERIKSAAN
KANDUNGAN LUMPUR PADA AGREGAT**

PARAMETER PENGUKURAN	KASAR	HALUS
Berat Asli	500 gr	100 gr
Gelas ukur	500 cc	250 cc
Jernih setelah, pengocokan	10 kali	17 kali
Berat Piring + Pasir	605 gr	219,5 gr
Berat Piring Kosong	110 gr	120 gr
Berat setelah keluar tungku, suhu 110°C	495 gr	99,5 gr
Kandungan Lumpur	1%	0,50%

Sketsa :

RENCANA CAMPURAN ADUKAN BETON

1. $f'_c = 25 \text{ MPa}$
2. margin = 7
3. $f'_{cr} = 25 + 7 = 32 \text{ MPa}$
4. jenis pasir : Pasir Alam
5. jenis kerikil : batu pecah buatan
6. fas : 0,45 fas terpilih : 0,45 (terkecil)
7. fas max. : 0,55
8. *Slump* : 50 - 75 mm
9. ukuran max. butir kerikil 40 mm
10. kebutuhan air :

$$A = 0,67(162,5) + 0,33(197,5) = 174,05 \text{ liter}$$
11. semen min : 325 kg semen terpilih : 386,78 kg (terbesar)
 semen hitungan :

$$\frac{174,05}{0,45} = 386,78 \text{ kg}$$
12. Golongan Pasir : I
13. Presentase pasir terhadap agregat sebesar 38 %
14. berat jenis campuran :

$$\frac{38}{100}(2,75) + \frac{62}{100}(2,55) = 2,62$$
15. berat beton : 2360 kg/m^3
16. berat agregat : $2360 - 386,78 - 174,05 = 1799,17 \text{ kg/m}^3$
 berat pasir :

$$\frac{38}{100}(1799,17) = 683,68 \text{ kg/m}^3$$
- berat kerikil : $1799,17 - 683,68 = 1115,49 \text{ kg/m}^3$

Analisa kebutuhan campuran per 6 silinder :

$$V = 6 \left(\frac{1}{4} \pi D^2 T \right) = 6 \left(\frac{1}{4} \pi 0,1^2 0,2 \right) = 9,425 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

Kebutuhan campuran

- a. semen : $9,425 \cdot 10^{-3} \times 386,78 = 3,646 \text{ kg}$
- b. pasir : $9,425 \cdot 10^{-3} \times 683,68 = 6,444 \text{ kg}$
- c. kerikil : $9,425 \cdot 10^{-3} \times 1115,49 = 10,513 \text{ kg}$
- d. air : 1,64 liter

Kebutuhan campuran 1 pelat perkerasan : $(0,6 \times 0,6 \times 0,2) = 0,072 \text{ m}^3$

- a. semen : $0,072 \times 386,78 = 55,7 \text{ kg}$
- b. pasir : $0,072 \times 683,68 = 98,5 \text{ kg}$
- c. kerikil : $0,072 \times 1115,49 = 160,6 \text{ kg}$
- d. air : 25 liter

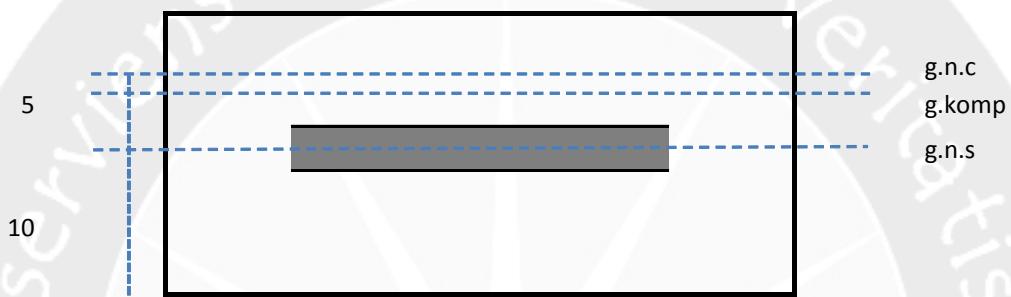
DESAIN SHEAR CONNECTOR

Dimensi BETON :

$$\begin{array}{ll} h = & 20 \text{ cm}' \\ b = & 60 \text{ cm}' \\ f_{c'} = & 25 \text{ MPa} \end{array} \quad \begin{array}{ll} E_s = & 210000 \\ E_c = & 23500 \end{array}$$

Dimensi BAJA :

$$\begin{array}{ll} p = & 50 \text{ cm} \\ l = & 50 \text{ cm} \\ t = & 0,2 \text{ cm} \end{array} \quad A_s = 10 \text{ cm}^2$$



Gambar L.2. Penampang Komposit Perkerasan Struktur Komposit

untuk menghitung penghubung geser digunakan beberapa persamaan berikut:

1. Lebar efektif

$$\begin{aligned} b_E &= 12 \times \text{tebal pelat beton} \\ &= 12 \times 20 \\ &= 240 \text{ cm (diambil 60 cm)} \end{aligned}$$

2. Rasio Modulus n

$$\begin{aligned} n &= \frac{E_s}{E_c} \\ &= \frac{2,1 \times 10^6}{4700 \times \sqrt{f_{c'}}} \\ &= \frac{2,1 \times 10^6}{4700 \times \sqrt{25}} \\ &= 8,936 \end{aligned}$$

3. Momen inersia penampang komposit

Momen inersia penampang komposit dapat dihitung dengan rumus:

$$I_c = 1/12 b \times h^3 + A \times Y^2$$

$$\text{Momen inersia penampang komposit} = 185009504 \text{ mm}^4.$$

Gaya lintang pada penampang komposit tersebut, $D_{max} = 3,555$ ton. Momen statis beton terhadap garis netral penampang komposit adalah:

$$\begin{aligned} S_t &= \frac{1}{n} \times A_c \times d_c = \frac{1 \times 148 \times 600}{8,936} \\ &= 9937,143 \text{ mm}^3 \end{aligned}$$

4. Gaya geser horisontal (*longitudinal shear*)

Gaya geser horisontal pada penampang komposit dapat dihitung dengan persamaan:

$$\begin{aligned} q &= \frac{S_t}{I_c} \times D \quad (\text{kg/cm}^2) = \frac{9937,143}{185009504} \times 3,555 \\ &= 0,000209853 \text{ ton/mm}^2 \\ &= 20,98527087 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

5. Kekuatan penghubung geser

Direncanakan penghubung geser dengan dimensi:

$$\phi = 1 \text{ cm}$$

$$H = 4 \text{ cm}$$

$$f'_c = 25 \text{ MPa} = 301,2 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_c = 150,6 \text{ kg/cm}^2$$

$$H/\phi = 4/0,8$$

$= 3,2 < 5,5$; sehingga digunakan persamaan:

$$\begin{aligned} Q &= 10 \times H \times \phi \times \sqrt{\sigma c} = 10 \times 4 \times 0,8 \times \sqrt{150,6} \\ &= 391,996766 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Qt &= 391,996766 \times 3 \\ &= 1175,990298 \text{ kg} \end{aligned}$$

Untuk menentukan jarak dari penghubung geser (S) dapat dihitung dengan cara:

$$\begin{aligned} S &= Q/q = 391,997/20,99 \\ &= 18,7 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$S_{\max} = 50 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} S_{\max} &= 3 \times \text{tebal beton} = 3 \times 20 \text{ cm} \\ &= 60 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$S_{\min} = 5 \text{ cm}$$

$$S_{\max} > S > S_{\min}$$

Jarak S memenuhi syarat, sehingga digunakan jarak 18,7 cm.

Jumlah penghubung geser pada penampang melintang adalah:

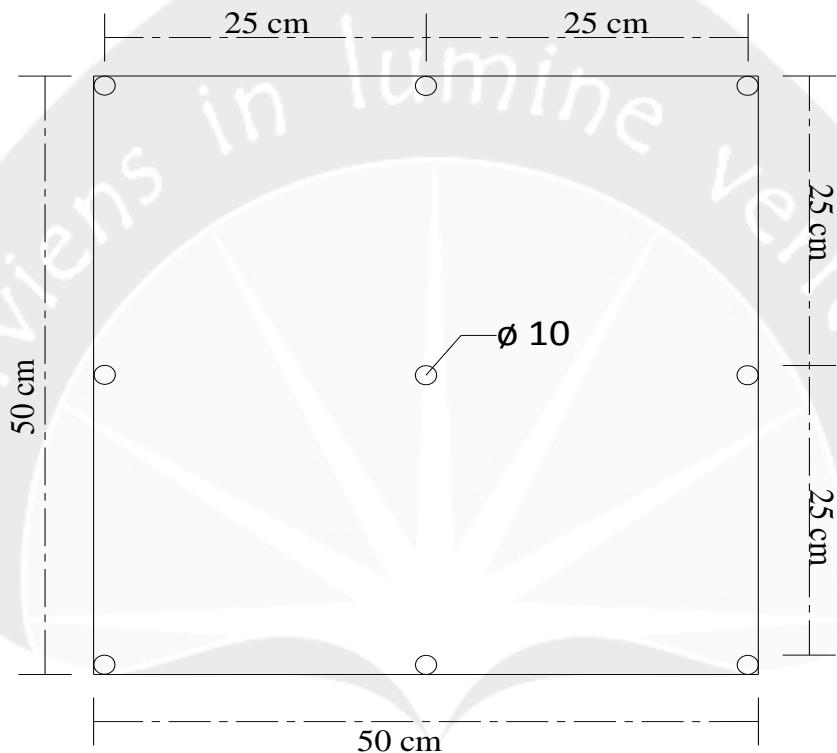
$$\begin{aligned} n &= 50/S = 50/18,7 \\ &= 2,674 \text{ buah} \approx 3 \text{ buah} \end{aligned}$$

DETAIL SHEAR CONNECTOR (SC)

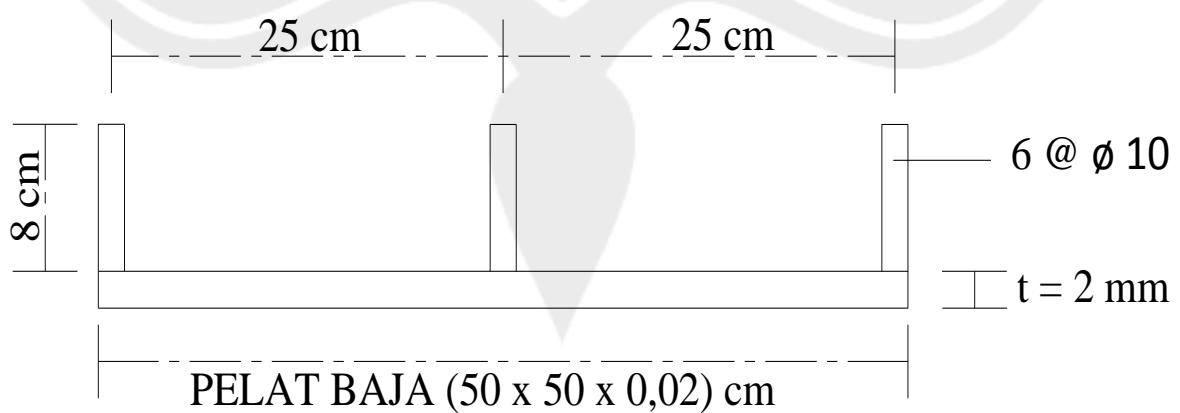
Pelat Baja ukuran (50 x 50) cm, dengan $t = 2$ mm, sebanyak **4 buah**

dipasang *stud SC* ukuran ($\phi 10$, $h = 4$ cm), jarak tertentu, sebanyak **9 buah**

Jenis sambungan : *WELDING (LAS)*



Tampak Samping



Gambar L.3. Detail Shear Connector

HASIL PENGUJIAN KUAT TEKAN SILINDER BETON

KODE SILINDER	Luas Silinder	Beban Max.	fc'
	mm^2	kN	MPa
SP 1	7853,98	202,00	25,72
SP 2	7853,98	205,00	26,10
SP 3	7853,98	214,00	27,25
SP 4	7853,98	207,00	26,35
SP 5	7853,98	218,00	27,76
SP 6	7853,98	204,00	25,97
Rata – Rata		208,33	26,52

Kesimpulan :

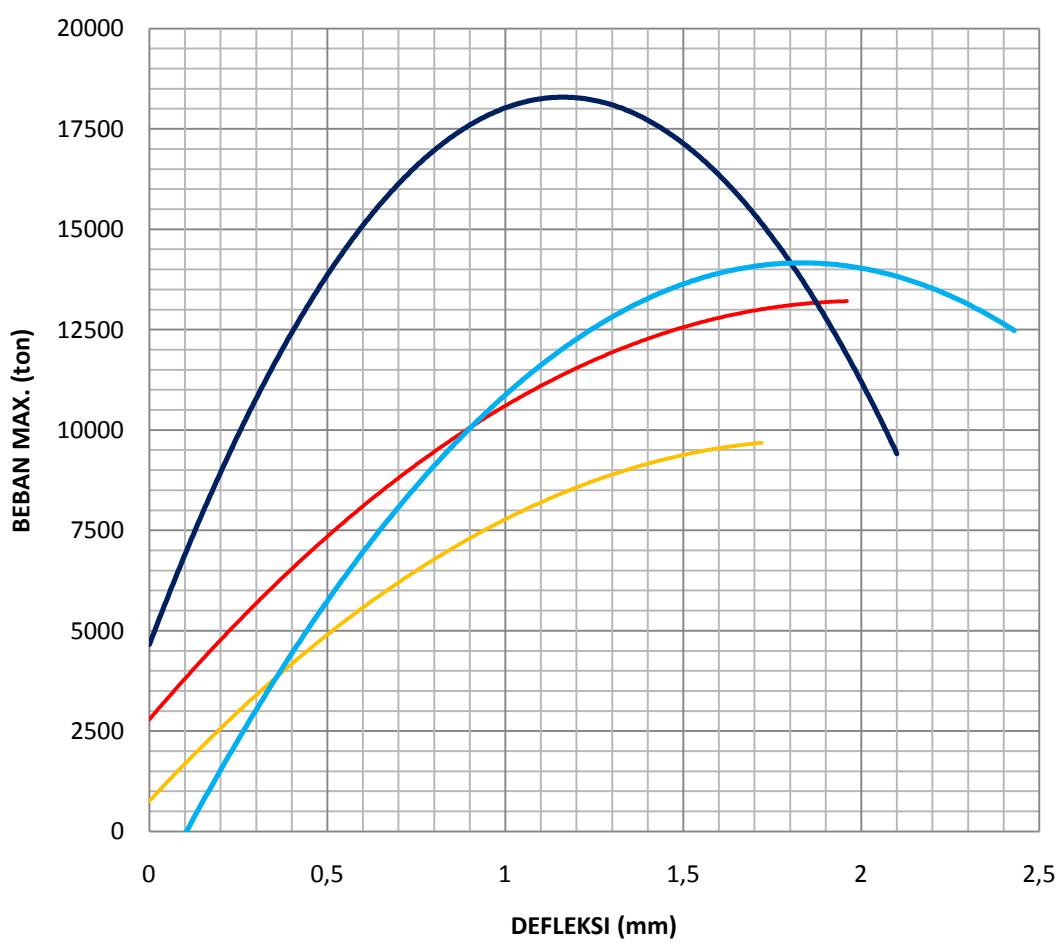
Dari data di atas, disimpulkan bahwa hasil pengujian kuat tekan beton sesuai dengan perencanaan awal campuran adukan beton, yakni 25 MPa.

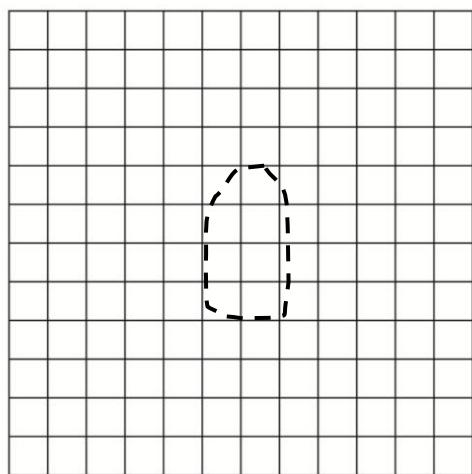
HASIL PEMBEBANAN

Bacaan Manometer	Beban (kg)	Defleksi (mm)			
		Kode Benda Uji			
		PL1A	PL1B	PL3A	PL3B
0	0	0	0	0	0
10	380	0	0	0	0
20	713	0	0	0	0
30	1047	0	0	0	0,21
40	1331	0	0	0	0,26
50	1744	0	0	0	0,3
60	2048	0	0,09	0	0,32
70	2381	0	0,16	0	0,36
80	2715	0	0,27	0	0,39
90	3048	0	0,33	0	0,42
100	3382	0	0,36	0	0,44
110	3745	0	0,38	0	0,46
120	4049	0	0,42	0	0,48
130	4381	0	0,48	0	0,5
140	4717	0	0,52	0	0,52
150	5050	0	0,55	0	0,53
160	5284	0	0,59	0	0,55
170	5718	0,05	0,65	0	0,57
180	6051	0,25	0,67	0	0,58
190	6385	0,48	0,72	0	0,6
200	6718	0,53	0,74	0	0,62
210	7052	0,57	0,78	0,02	0,63
220	7386	0,59	0,82	0,03	0,65
230	7719	0,63	0,84	0,04	0,66
240	8053	0,65	0,88	0,06	0,67
250	8386	0,67	1,24	0,08	0,7
260	8720	0,7	1,33	0,09	0,71
270	9054	0,73	1,39	0,11	0,72
280	9387	0,77	1,58	0,13	0,73
290	9721	0,82	1,72	0,14	0,74
300	10054	0,87		0,16	0,76
310	10388	0,92		0,18	0,77
320	10722	1		0,19	0,78
330	11055	1,03		0,21	0,79
340	11389	1,05		0,22	0,81
350	11723	1,07		0,24	0,83

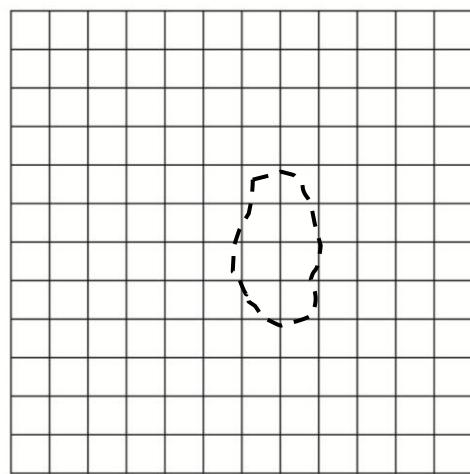
360	12056	1,09		0,26	0,84
370	12390	1,55		1,33	1,59
380	12723	1,73		1,64	1,77
390	13057	1,96		1,89	1,89
400	13391			2,1	2,43
410	13724			2,22	
420	14058			2,32	

Grafik Korelasi Beban Max. dan Defleksi

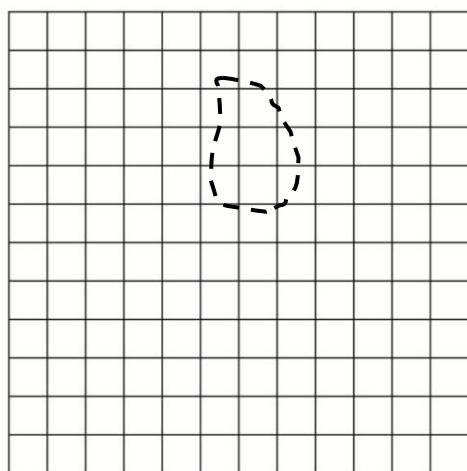


POLA DEFORMASI

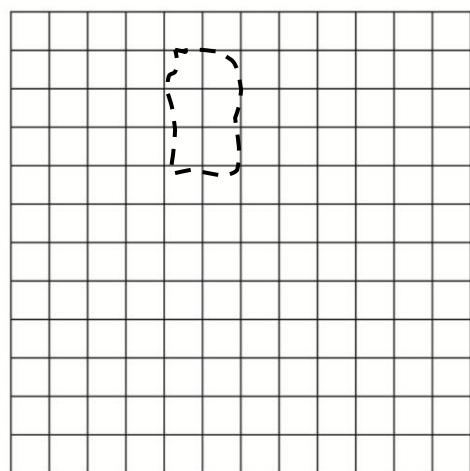
Gambar L.4. PL I A turun 0,10 mm



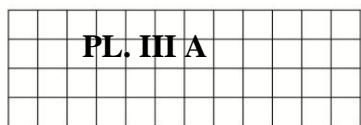
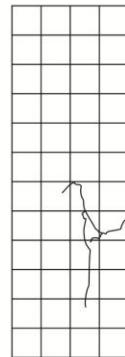
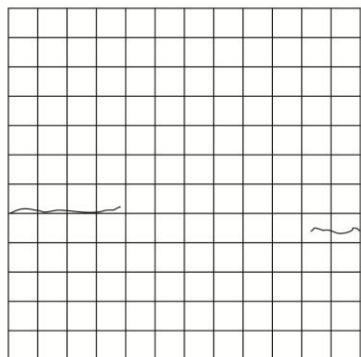
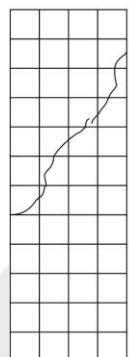
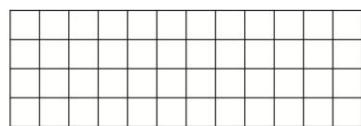
Gambar L.5. PL I B turun 0,15 mm



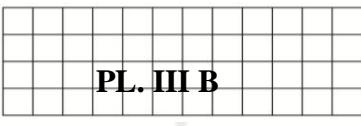
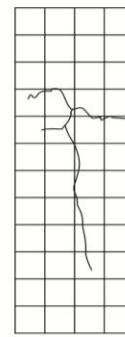
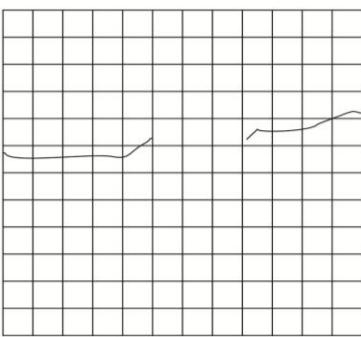
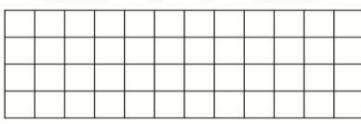
Gambar L.6. PL III A turun 0,08 mm



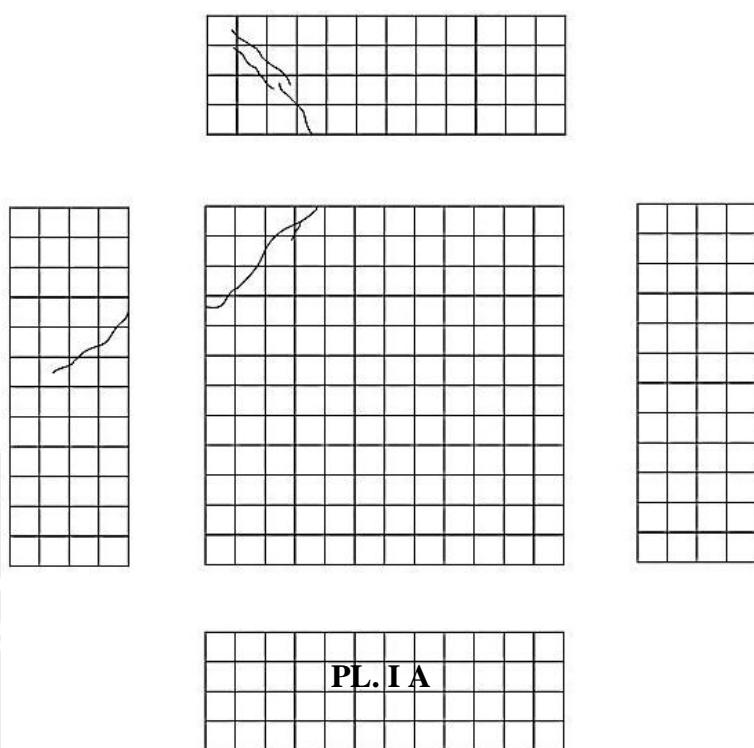
Gambar L.7. PL III B turun 0,10 mm



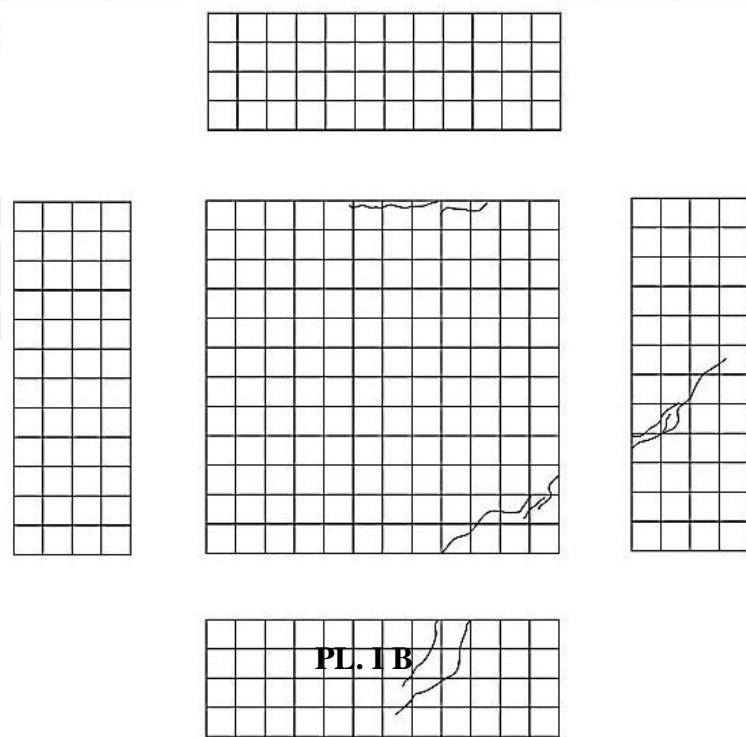
Gambar L.8. Pola Retak Pertama PL. III A



Gambar L.9. Pola Retak Pertama PL. III B



Gambar L.10. Pola Retak Pertama PL. I A



Gambar L.11. Pola Retak Pertama PL. I B

DOKUMENTASI

Proses Pembuatan Benda Uji



Gambar L. 12. Persiapan Uji *Slump*



Gambar L.13. Proses Pengcoran Perkerasan



Gambar L. 14. Agregat Kasar



Gambar L.15. Agregat Halus

Proses Pengujian Benda Uji Silinder Beton

Gambar L.16. Silinder Beton



Gambar L.18. Pengujian Kuat Tekan



Gambar L.17. Manometer Mesin ELE



Gambar L.19. Setting Alat Desak Beton

Proses Pengujian Beban Maksimum Perkerasan Struktur Komposit

Gambar L.20. Benda Uji PL. III B



Gambar L.21. Deformasi Kiri PL. III B



Gambar L. 22. Deformasi Kanan PL. III B



Gambar L.23. Benda Uji PL. III A



Gambar L.24. Deformasi Kiri PL. III A



Gambar L.25. Deformasi Kanan PL. III A



Gambar L.26. Benda Uji PL. I A



Gambar L.27. Deformasi PL. I A



Gambar L.28. Benda Uji PL. I B



Gambar L.29. Deformasi Tumpuan PL. I B



Gambar L.30. Deformasi Kanan PL. I B