

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian pada kuat geser balok geser beton ringan *citicon* dengan variasi jarak sengkang 200 mm, sengkang 250 mm, dan tanpa sengkang (TPSK) disimpulkan sebagai berikut :

1. Beban retak pertama pada balok beton ringan *citicon* variasi sengkang 200 mm, sengkang 250 mm, dan tanpa sengkang adalah sebesar 21,0563 kN, 31,2067 kN dan 31,8912 kN.
2. Kuat geser balok beton ringan *citicon* dengan variasi sengkang 200 mm, sengkang 250 mm dan tanpa sengkang adalah sebesar 30,8995 kN, 24,5339 kN, dan 23,3417 kN.
3. Belum didapatkan variasi jarak sengkang yang optimum pada penelitian balok beton ringan *citicon*.
4. Jenis retak yang terjadi pada balok beton ringan *citicon* variasi sengkang 200 mm dan sengkang 250 mm adalah retak lentur vertikal dan retak tekan geser miring curam. Sedangkan untuk variasi balok beton ringan *citicon* tanpa sengkang adalah retak lentur dan retak tekan geser miring curam yang terjadi secara tiba – tiba.

6.2 Saran

Saran yang dapat penulis berikan dengan melihat hasil penelitian ini.

1. Penelitian lebih lanjut dapat lebih merapatkan jarak sengkang pada balok agar mendapatkan jarak sengkang optimum dengan membandingkan besar nilai kuat geser balok yang didapat dengan nilai kuat geser balok sengkang 200 mm.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk meningkatkan kuat tekan beton ringan *citicon* dengan bantuan *admixture* lain.
3. Penelitian lebih lanjut dapat digunakan agregat ringan lain untuk pengisi balok beton ringan agar kekuatan dan mutu beton dapat lebih tinggi.
4. Penelitian selanjutnya dapat digunakan bahan tambah kimia untuk menambah *workability* beton menjadi lebih baik apabila menggunakan metode pengecoran yang dilakukan penulis, agar pada saat perjalanan adukan beton dari tempat pengadukan ke bekesting balok, beton masih dalam kondisi baik dan tidak cepat mengeras.

DAFTAR PUSTAKA

- Cormac, Mc, 2001, *Desain Beton Bertulang Jilid 1*, Erlangga, Jakarta.
- Dipohusodo, 1996, *Struktur Beton Bertulang*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Dobrowolski, A.J., 1998, *Concrete Construction Hand Book*, The McGraw-Hill Companies, Inc., New York.
- Hayati, 2014, *Analisis Perilaku Geser Balok Beton Ringan Busa Bertulang dengan Agregat Bongkahan Cangkang Sawit*, Tesis Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh.
- Iqbal, 2013, *Pengujian Geser Balok Beton Bertulang dengan Menggunakan Senggang Konvensional*, Jurnal Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Mulyono, 2004, *Teknologi Beton*, Andi, Yogyakarta.
- Nawy, E.G., 1998, *Beton Bertulang*, Refika Aditama, Bandung.
- Panitia Teknik Konstruksi dan Bangunan, 2013, *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847-2013)*, Badan Standardisasi Nasional.
- Panitia Teknik Konstruksi dan Bangunan, 2011, *Cara Uji Kuat Lentur Beton Normal dengan Dua Titik Pembebanan (SNI 03-4431-2011)*, Badan Standardisasi Nasional.
- Panitia Teknik Konstruksi dan Bangunan, 2013, *Tata Cara Pembuatan Campuran Beton Ringan dengan Agregat Ringan (SK SNI T-03-3449-2013)*, Badan Standardisasi Nasional.
- Surdia, Tata dan Kenji Chijiwa, 1984, *Pengetahuan Bahan Teknik*, PT Pradnya Paramita, Jakarta.
- Sutrisno, 2013, *Analisis Variasi Kandungan Semen Terhadap Kuat Tekan Beton Ringan Struktural Agregat Pumice*, Jurnal Teknik Sipil Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta.
- Tjokrodimuljo, 1996, *Teknologi Beton*, Bahan Ajar Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Univeritas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Wibowo, 2013, *Analisis Kuat Tekan Beton Ringan dengan Campuran Citicon Pengganti Agregat Kasar*, Tugas Akhir Universitas Atma Jaya, Yogyakarta.



A.1 PEMERIKSAAN GRADASI BESAR BUTIRAN PASIR

Bahan : Pasir
Asal : Kali Progo
Diperiksa : 29 Juni 2015

DAFTAR AYAKAN

No. Saringan	Sisa Ayakan (gram)			Sisa Ayakan (%)	Jumlah Sisa Ayakan (%)	Jumlah yang Melalui Ayakan
	Berat Saringan (gram)	Berat Saringan + Tertahan (gram)	Jumlah Tertahan			
3/8"	533	533	0	0	0	100
4	477	498	21	2,10	2,10	1,769
8	325	562	237	23,68	25,77	3,767
30	407	1087	680	67,93	93,71	9,667
50	295	310	15	1,50	95,20	15,594
100	286	322	36	3,60	98,8	76,847
200	338	348	10	1,00	99,8	92,126
Pan	376	378	2	0,20	100	0
Total			1001		293,933	

$$\text{Modulus halus butir} = \frac{315,58}{100} = 3,16$$



A.2 PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN PASIR

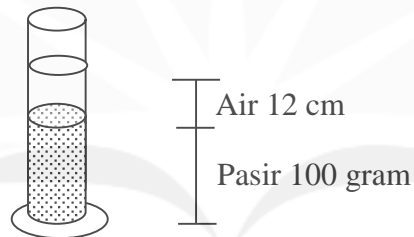
Bahan : Pasir
Asal : Kali Progo
Diperiksa : 29 Juni 2015

	Nomor Pemeriksaan	I
A	Berat Contoh Jenuh Kering Permukaan (SSD) (V)	500 gram
B	Berat Contoh Kering (A)	471,19 gram
C	Jumlah Air (W)	272,2 cc
D	Berat Jenis <i>Bulk</i> = $\frac{(A)}{(V - W)}$	2,32
E	BJ Jenuh Kering Permukaan (SSD) = $\frac{(500)}{(V - W)}$	2,51
F	Berat Jenis Semu (<i>Apparent</i>) = $\frac{(A)}{(V - W) - (500 - A)}$	2,87
G	Penyerapan (<i>Absorption</i>) = $\frac{(500 - A)}{(A)} \times 100 \%$	8,14 %



A.3 PEMERIKSAAN KANDUNGAN LUMPUR DALAM PASIR

- I. Waktu Pemeriksaan: 29 Juni 2015
- II. Bahan
 - a. Pasir kering tungku, Asal : Kali Progo, Berat: 100 gram
 - b. Air jernih asal : LSBB Prodi TS FT-UAJY
- III. Alat
 - a. Gelas ukur, ukuran: 250 cc
 - b. Timbangan
 - c. Tungku (*oven*), suhu dibuat antara 105-110°C
 - d. Air tetap jernih setelah 5 kali pengocokan
 - e. Pasir+piring masuk tungku tanggal 29 Juni 2015 jam 10.00 WIB
- IV. Sketsa



V. Hasil

Setelah pasir keluar tungku tanggal 30 Juni 2015 jam 10.00 WIB

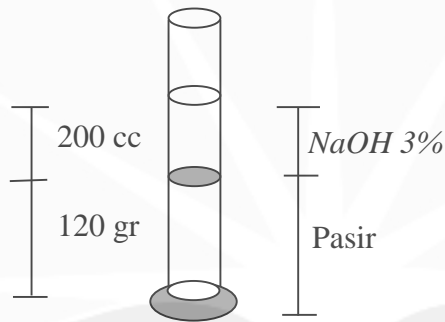
- a. Berat piring+pasir = 170,90 gram
- b. Berat piring kosong = 74,36 gram
- c. Berat pasir = 96,44 gram

$$\text{Kandungan Lumpur} = \frac{100 - 96,44}{100} \cdot 100\%$$
$$= 3,56 \%$$



A.4 PEMERIKSAAN KANDUNGAN ZAT ORGANIK DALAM PASIR

- I. Waktu Pemeriksaan: 29 Juni 2015
- II. Bahan
 - a. Pasir kering tungku, Asal: Kali Progo, Volume: 120 gram
 - 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. 14.



A.5 PEMERIKSAAN KUAT TARIK BAJA

BJPT 12

D = 11,88 mm

A = 95,2060 mm²

Po = 159 mm

BEBAN		ΔP	f (Mpa)	ϵ 10 ⁻⁴	ϵ koreksi 10 ⁻⁴
Kgf	N				
0	0	0	0	0.00000	0.00005
100	980.671	0.2	10.3005	0.00013	0.00018
200	1961.342	0.25	20.6010	0.00016	0.00021
300	2942.013	0.3	30.9015	0.00019	0.00024
400	3922.684	0.35	41.2020	0.00022	0.00027
500	4903.355	0.45	51.5026	0.00028	0.00033
600	5884.026	0.5	61.8031	0.00031	0.00037
700	6864.697	0.6	72.1036	0.00038	0.00043
800	7845.368	0.65	82.4041	0.00041	0.00046
900	8826.039	0.7	92.7046	0.00044	0.00049
1000	9806.710	0.8	103.0051	0.00050	0.00055
1100	10787.381	0.9	113.3056	0.00057	0.00062
1200	11768.052	0.95	123.6061	0.00060	0.00065
1300	12748.723	1	133.9067	0.00063	0.00068
1400	13729.394	1.1	144.2072	0.00069	0.00074
1500	14710.065	1.2	154.5077	0.00075	0.00081
1600	15690.736	1.25	164.8082	0.00079	0.00084
1700	16671.407	1.3	175.1087	0.00082	0.00087
1800	17652.078	1.4	185.4092	0.00088	0.00093
1900	18632.749	1.5	195.7097	0.00094	0.00099
2000	19613.420	1.55	206.0102	0.00097	0.00103
2100	20594.091	1.6	216.3108	0.00101	0.00106
2200	21574.762	1.7	226.6113	0.00107	0.00112
2300	22555.433	1.8	236.9118	0.00113	0.00118
2400	23536.104	1.85	247.2123	0.00116	0.00121
2500	24516.775	1.9	257.5128	0.00119	0.00125
2600	25497.446	2	267.8133	0.00126	0.00131
2700	26478.117	2.15	278.1138	0.00135	0.00140
2800	27458.788	2.2	288.4143	0.00138	0.00143

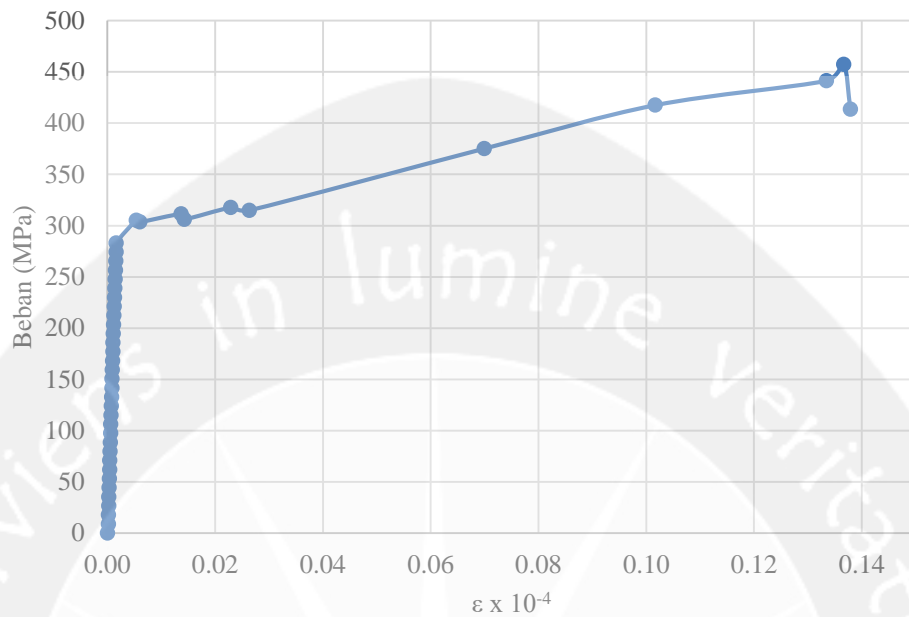


BEBAN		ΔP	f (Mpa)	ϵ 10^{-4}	ϵ koreksi 10^{-4}
Kgf	N				
2900	28439.459	2.3	298.7148	0.00145	0.00150
3000	29420.130	2.4	309.0154	0.00151	0.00156
3100	30400.801	2.5	319.3159	0.00157	0.00162
3200	31381.472	2.52	329.6164	0.00158	0.00164
3450	33833.150	8.4	355.3677	0.00534	0.00539
3430	33637.015	9.4	353.3076	0.00597	0.00602
3520	34519.619	21.5	362.5780	0.01366	0.01371
3460	33931.217	22.4	356.3977	0.01423	0.01428
3590	35206.089	36	369.7884	0.02287	0.02292
3560	34911.888	41.4	366.6982	0.02630	0.02635
4240	41580.450	11	436.7417	0.06989	0.06994
4720	46287.671	16	486.1842	0.10165	0.10170
4990	48935.483	21	513.9955	0.13342	0.13347
5170	50700.691	21.5	532.5365	0.13659	0.13665
4675	45846.369	21.7	481.5489	0.13787	0.13792

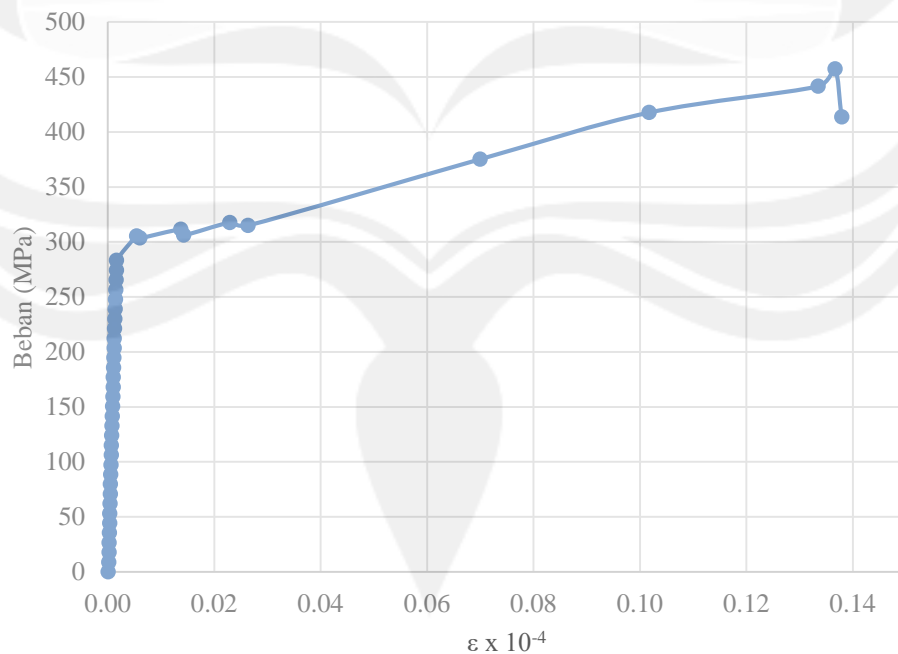
Tegangan leleh, $f_y = \frac{3430 \times 9,80671}{95,2060} = 353,3076 \text{ MPa}$

Tegangan Maksimum, $f_{max} = \frac{5170 \times 9,80671}{95,2060} = 532,1721 \text{ MPa}$

Modulus Elastis, $E_s = \frac{f_p}{\epsilon_p} = \frac{329,6164}{0,00164} = 201488,6266 \text{ MPa}$



Grafik Tegangan – Regangan Tulangan Baja BJTP 12



Grafik Tegangan – Regangan Tulangan Baja BJTP 12 Terkoreksi



B1. BERAT JENIS BETON SILINDER BALOK

Silinder	Berat (kg)	Benda Uji		Berat Jenis kg/m ³	Rata - Rata kg/m ³
		Tinggi	Diameter		
		(cm)	(cm)		
BS 1	10116	316	154,8	1700,94	1770,2756
BS 2	10286	302,2	154,6	1813,19	
BS 3	10188	300,9	154,9	1796,69	

Perhitungan :

Umur beton dua puluh delapan hari (28 hari)

1. Tanggal cor : 4 Agustus 2015

Tanggal uji : 2 September 2015

- Berat beton silinder 1 = 10116 gram
- Diameter silinder (d) = 154,8 mm
- Tinggi silinder (t) = 316 mm
- Berat jenis beton = $\frac{Berat}{Volume} = \frac{10116}{5,9473 \times 10^{12}} = 1700,94 \text{ kg/m}^3$

2. Tanggal cor : 8 Agustus 2015

Tanggal uji : 6 September 2015

- Berat beton silinder 2 = 10286 gram
- Diameter silinder (d) = 154,6 mm
- Tinggi silinder (t) = 302,2 mm
- Berat jenis beton = $\frac{Berat}{Volume} = \frac{10286}{5,6729 \times 10^{12}} = 1813,94 \text{ kg/m}^3$

3. Tanggal cor : 12 Agustus 2015

Tanggal uji : 10 September 2015

- Berat beton silinder 3 = 10188 gram
- Diameter silinder (d) = 150,9 mm
- Tinggi silinder (t) = 300,9 mm
- Berat jenis beton = $\frac{Berat}{Volume} = \frac{10188}{5,6704 \times 10^{12}} = 1796,69 \text{ kg/m}^3$



B2. TABEL PERHITUNGAN MODULUS ELASTIS BETON BS 1

Kode = BS 1

A = 18820,5276 mm²

Po = 201,8 mm

1kgf = 9,80671 N

BEBAN		ΔP (mm)	ΔP x 10 ⁻² (mm)	0.5Δp x 10 ⁻² (mm)	F (Mpa)	ε (10 ⁻⁴)	ε koreksi (10 ⁻⁴)
Kgf	N						
0	0.0000	0	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0190
200	1961.3420	0.3	0.003	0.0015	0.1042	0.0743	0.0933
400	3922.6840	0.7	0.007	0.0035	0.2084	0.1734	0.1924
600	5884.0260	0.9	0.009	0.0045	0.3126	0.2230	0.2420
800	7845.3680	1.3	0.013	0.0065	0.4169	0.3221	0.3411
1000	9806.7100	1.7	0.017	0.0085	0.5211	0.4212	0.4402
1200	11768.0520	2.1	0.021	0.0105	0.6253	0.5203	0.5393
1400	13729.3940	2.5	0.025	0.0125	0.7295	0.6194	0.6384
1600	15690.7360	2.8	0.028	0.0140	0.8337	0.6938	0.7128
1800	17652.0780	3.2	0.032	0.0160	0.9379	0.7929	0.8119
2000	19613.4200	3.6	0.036	0.0180	1.0421	0.8920	0.9110
2200	21574.7620	4.1	0.041	0.0205	1.1463	1.0159	1.0349
2400	23536.1040	4.5	0.045	0.0225	1.2506	1.1150	1.1340
2600	25497.4460	4.8	0.048	0.0240	1.3548	1.1893	1.2083
2800	27458.7880	5.3	0.053	0.0265	1.4590	1.3132	1.3322
3000	29420.1300	5.8	0.058	0.0290	1.5632	1.4371	1.4561
3200	31381.4720	6.1	0.061	0.0305	1.6674	1.5114	1.5304
3400	33342.8140	6.6	0.066	0.0330	1.7716	1.6353	1.6543
3600	35304.1560	7	0.07	0.0350	1.8758	1.7344	1.7534
3800	37265.4980	7.6	0.076	0.0380	1.9800	1.8831	1.9021
4000	39226.8400	8	0.08	0.0400	2.0843	1.9822	2.0012
4200	41188.1820	8.5	0.085	0.0425	2.1885	2.1060	2.1250
4400	43149.5240	9	0.09	0.0450	2.2927	2.2299	2.2489
4600	45110.8660	9.5	0.095	0.0475	2.3969	2.3538	2.3728
4800	47072.2080	10	0.1	0.0500	2.5011	2.4777	2.4967
5000	49033.5500	10.5	0.105	0.0525	2.6053	2.6016	2.6206
5200	50994.8920	11.5	0.115	0.0575	2.7095	2.8494	2.8684
5400	52956.2340	11.7	0.117	0.0585	2.8137	2.8989	2.9179
5600	54917.5760	12	0.12	0.0600	2.9180	2.9732	2.9922
5800	56878.9180	12.7	0.127	0.0635	3.0222	3.1467	3.1657

Modulus Elastis Rumus = $E_c = 0,043 \times 10116^{1,5} \times \sqrt{8,6342} = 12855,6036 \text{ MPa}$

Modulus Elastis Pengujian = $E_c = \frac{0,5 f_{maks}}{\epsilon \times 10^{-4}} = \frac{1,5111}{1,3941 \times 10^{-4}} = 10838,9739 \text{ MPa}$



B3. TABEL PERHITUNGAN MODULUS ELASTIS BETON BS 2

Kode = BS 2

A = 18771,9272 mm²

Po = 207,3 mm

1kgf = 9,80671 N

BEBAN		ΔP (mm)	ΔP x 10 ⁻² (mm)	0.5Δp x 10 ⁻² (mm)	F (Mpa)	ε (10 ⁻⁴)	ε koreksi (10 ⁻⁴)
Kgf	N						
0	0.0000	0	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.1370
200	1961.3420	0.4	0.004	0.0020	0.1045	0.0965	0.2335
400	3922.6840	0.7	0.007	0.0035	0.2090	0.1688	0.3058
600	5884.0260	1.1	0.011	0.0055	0.3134	0.2653	0.4023
800	7845.3680	1.3	0.013	0.0065	0.4179	0.3136	0.4506
1000	9806.7100	1.7	0.017	0.0085	0.5224	0.4100	0.5470
1200	11768.0520	2	0.02	0.0100	0.6269	0.4824	0.6194
1400	13729.3940	2.5	0.025	0.0125	0.7314	0.6030	0.7400
1600	15690.7360	2.9	0.029	0.0145	0.8359	0.6995	0.8365
1800	17652.0780	3.3	0.033	0.0165	0.9403	0.7959	0.9329
2000	19613.4200	3.7	0.037	0.0185	1.0448	0.8924	1.0294
2200	21574.7620	4.2	0.042	0.0210	1.1493	1.0130	1.1500
2400	23536.1040	5.6	0.056	0.0280	1.2538	1.3507	1.4877
2600	25497.4460	5.9	0.059	0.0295	1.3583	1.4231	1.5601
2800	27458.7880	6.5	0.065	0.0325	1.4628	1.5678	1.7048
3000	29420.1300	7.3	0.073	0.0365	1.5672	1.7607	1.8977
3200	31381.4720	7.6	0.076	0.0380	1.6717	1.8331	1.9701
3400	33342.8140	8.2	0.082	0.0410	1.7762	1.9778	2.1148
3600	35304.1560	8.7	0.087	0.0435	1.8807	2.0984	2.2354
3800	37265.4980	9.2	0.092	0.0460	1.9852	2.2190	2.3560
4000	39226.8400	9.7	0.097	0.0485	2.0897	2.3396	2.4766
4200	41188.1820	10.4	0.104	0.0520	2.1941	2.5084	2.6454
4400	43149.5240	10.9	0.109	0.0545	2.2986	2.6290	2.7660
4600	45110.8660	11.4	0.114	0.0570	2.4031	2.7496	2.8866
4800	47072.2080	11.9	0.119	0.0595	2.5076	2.8702	3.0072
5000	49033.5500	12.1	0.121	0.0605	2.6121	2.9185	3.0555
5200	50994.8920	12.4	0.124	0.0620	2.7166	2.9908	3.1278
5400	52956.2340	13.1	0.131	0.0655	2.8210	3.1597	3.2967
5600	54917.5760	13.6	0.136	0.0680	2.9255	3.2803	3.4173
5800	56878.9180	14.3	0.143	0.0715	3.0300	3.4491	3.5861

Modulus Elastis Rumus = $E_c = 0,043 \times 10286^{1,5} \times \sqrt{7,3514} = 12162,5138 \text{ MPa}$

Modulus Elastis Pengujian = $E_c = \frac{0,5 f_{maks}}{\epsilon \times 10^{-4}} = \frac{1,5150}{1,8013 \times 10^{-4}} = 8410,8067 \text{ MPa}$



B4. TABEL PERHITUNGAN MODULUS ELASTIS BETON BSB 3

Kode = BS 3

A = 18844,8514 mm²

Po = 201,7 mm

1kgf = 9,80671 N

BEBAN		ΔP (mm)	ΔP x 10 ⁻² (mm)	0.5Δp x 10 ⁻² (mm)	F (Mpa)	ε (10 ⁻⁴)	ε koreksi (10 ⁻⁴)
Kgf	N						
0	0.0000	0	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.1460
200	1961.3420	0.2	0.002	0.0010	0.1041	0.0496	0.1956
400	3922.6840	0.5	0.005	0.0025	0.2082	0.1239	0.2699
600	5884.0260	0.9	0.009	0.0045	0.3122	0.2231	0.3691
800	7845.3680	1.2	0.012	0.0060	0.4163	0.2975	0.4435
1000	9806.7100	1.5	0.015	0.0075	0.5204	0.3718	0.5178
1200	11768.0520	1.8	0.018	0.0090	0.6245	0.4462	0.5922
1400	13729.3940	2.2	0.022	0.0110	0.7285	0.5454	0.6914
1600	15690.7360	2.6	0.026	0.0130	0.8326	0.6445	0.7905
1800	17652.0780	3	0.03	0.0150	0.9367	0.7437	0.8897
2000	19613.4200	3.5	0.035	0.0175	1.0408	0.8676	1.0136
2200	21574.7620	3.8	0.038	0.0190	1.1449	0.9420	1.0880
2400	23536.1040	4.6	0.046	0.0230	1.2489	1.1403	1.2863
2600	25497.4460	5.1	0.051	0.0255	1.3530	1.2643	1.4103
2800	27458.7880	5.6	0.056	0.0280	1.4571	1.3882	1.5342
3000	29420.1300	6.1	0.061	0.0305	1.5612	1.5121	1.6581
3200	31381.4720	6.5	0.065	0.0325	1.6653	1.6113	1.7573
3400	33342.8140	6.8	0.068	0.0340	1.7693	1.6857	1.8317
3600	35304.1560	7.3	0.073	0.0365	1.8734	1.8096	1.9556
3800	37265.4980	7.8	0.078	0.0390	1.9775	1.9336	2.0796
4000	39226.8400	8.3	0.083	0.0415	2.0816	2.0575	2.2035
4200	41188.1820	8.7	0.087	0.0435	2.1856	2.1567	2.3027
4400	43149.5240	9.2	0.092	0.0460	2.2897	2.2806	2.4266
4600	45110.8660	9.7	0.097	0.0485	2.3938	2.4046	2.5506
4800	47072.2080	10.3	0.103	0.0515	2.4979	2.5533	2.6993
5000	49033.5500	10.9	0.109	0.0545	2.6020	2.7020	2.8480
5200	50994.8920	11.2	0.112	0.0560	2.7060	2.7764	2.9224
5400	52956.2340	11.5	0.115	0.0575	2.8101	2.8508	2.9968
5600	54917.5760	11.8	0.118	0.0590	2.9142	2.9251	3.0711
5800	56878.9180	12.4	0.124	0.0620	3.0183	3.0739	3.2199

Modulus Elastis Rumus = $E_c = 0,043 \times 10188^{1,5} \times \sqrt{11,1436} = 14760,9785 \text{ MPa}$

Modulus Elastis Pengujian = $E_c = \frac{0,5 f_{maks}}{\epsilon \times 10^{-4}} = \frac{1,5091}{1,5962 \times 10^{-4}} = 9454,7165 \text{ MPa}$



B5. HASIL PENGUJIAN KUAT DESAK BETON

Umur Pengujian : 28 hari

No.	Kode	Diameter (mm)	Luas (mm ²)	Beban (kN)	Kuat Desak (MPa)	Rerata (MPa)
1	BS 1	154.8	18820.53	162.5	8,6342	8,2675
2	BS 2	154.6	18771.93	138	7,3514	
3	BS 3	154.9	18844.85	210	11,1436	
4	BS 4	150	17671.46	125	7,0736	
5	BS 5	155.3	18942.30	110	5,8071	
6	BS 6	153.5	18505.75	176.5	9,5376	
7	BS 7	151.3	17979.09	150	8,3430	
8	BS 8	151	17907.86	182	10,1631	
9	BS 9	153.4	18481.64	125	6,7635	
10	BS 10	154.6	18771.93	147.5	7,8575	



C1. DATA PENGUJIAN KUAT GESER BALOK VARIASI 200 mm

Tanggal Uji : 2 September 2015

Data Uji

P (kg)	LVDT 1	LVDT 2	LVDT 3
182.69821	0.06	0.04	0.03
310.19165	0.12	0.12	0.10
496.11417	0.25	0.26	0.22
702.44818	0.40	0.41	0.36
958.24274	0.60	0.58	0.52
1202.876	0.75	0.73	0.66
1380.7489	0.87	0.84	0.79
1507.4047	0.96	0.94	0.88
1544.3909	1.00	0.98	0.92
1510.2583	0.99	1.00	0.92
1580.0612	1.05	1.05	0.97
1685.7096	1.11	1.11	1.04
1781.4117	1.18	1.19	1.12
1915.2479	1.32	1.31	1.24
2017.8354	1.38	1.38	1.31
2105.6333*	1.44	1.47	1.39
2228.3623	1.53	1.54	1.46
2355.4375	1.65	1.65	1.57
2520.5149	1.77	1.78	1.71
2708.4399	1.90	1.92	1.85
2722.8882	1.92	1.96	1.89
2745.7666	1.94	1.98	1.91
2792.2102	1.95	2.01	1.94
2864.126	2.04	2.07	1.99
2916.3206	2.10	2.11	2.03
3016.4319	2.17	2.18	2.10
3064.1016	2.21	2.23	2.15
3176.1536	2.25	2.31	2.23
3195.3438	2.28	2.34	2.26
3281.6492	2.36	2.41	2.33
3363.6794	2.43	2.51	2.42
3342.5947	2.44	2.54	2.44

Data Konversi

P (kN)	yi-1 (mm)	yi (mm)	yi+1 (mm)
1.83	0.06	0.04	0.03
3.10	0.12	0.12	0.10
4.96	0.25	0.26	0.22
7.02	0.40	0.41	0.36
9.58	0.60	0.58	0.52
12.03	0.75	0.73	0.66
13.81	0.87	0.84	0.79
15.07	0.96	0.94	0.88
15.44	1.00	0.98	0.92
15.10	0.99	1.00	0.92
15.80	1.05	1.05	0.97
16.86	1.11	1.11	1.04
17.81	1.18	1.19	1.12
19.15	1.32	1.31	1.24
20.18	1.38	1.38	1.31
21.06*	1.44	1.47	1.39
22.28	1.53	1.54	1.46
23.55	1.65	1.65	1.57
25.21	1.77	1.78	1.71
27.08	1.90	1.92	1.85
27.23	1.92	1.96	1.89
27.46	1.94	1.98	1.91
27.92	1.95	2.01	1.94
28.64	2.04	2.07	1.99
29.16	2.10	2.11	2.03
30.16	2.17	2.18	2.10
30.64	2.21	2.23	2.15
31.76	2.25	2.31	2.23
31.95	2.28	2.34	2.26
32.82	2.36	2.41	2.33
33.64	2.43	2.51	2.42
33.43	2.44	2.54	2.44



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.uajy.ac.id Email: fteknik@mail.uajy.ac.id

P (kg)	LVDT 1	LVDT 2	LVDT 3
3466.1042	2.50	2.61	2.51
3554.5525	2.60	2.68	2.58
3533.0195	2.62	2.70	2.59
3511.6465	2.62	2.70	2.59
3512.3555	2.62	2.70	2.59
3501.3718	2.62	2.70	2.59
3497.7822	2.62	2.70	2.59
3520.2751	2.62	2.70	2.60
3529.8687	2.62	2.71	2.61
3515.1191	2.62	2.72	2.61
3507.8794	2.61	2.72	2.60
3537.3047	2.61	2.72	2.61
3532.4902	2.61	2.72	2.62
3590.5908	2.64	2.74	2.64
3688.9688	2.72	2.79	2.69
3851.4983	2.81	2.90	2.79
3877.394	2.86	2.95	2.83
3947.3196	2.90	2.99	2.87
4070.9746	2.96	3.08	2.96
4053.6311	2.96	3.10	2.97
4148.7217	3.02	3.15	3.02
4195.8223	3.09	3.19	3.06
4285.8945	3.15	3.25	3.12
4401.8984	3.24	3.34	3.21
4408.5005	3.26	3.37	3.25
4478.793	3.26	3.42	3.29
4517.8872	3.27	3.45	3.32
4534.6313	3.28	3.47	3.35
4550.2036	3.28	3.49	3.36
4667.3359	3.29	3.56	3.43
4768.8877	3.29	3.64	3.51
4908.0239	3.30	3.75	3.62
4978.3457	3.29	3.81	3.68
5067.2085	3.28	3.89	3.76
5132.6846	3.28	3.95	3.82
5244.2378	3.27	4.05	3.91
5277.1367	3.27	4.10	3.96
5304.0801	3.27	4.13	3.99

P (kN)	yi-1 (mm)	yi (mm)	yi+1 (mm)
34.66	2.50	2.61	2.51
35.55	2.60	2.68	2.58
35.33	2.62	2.70	2.59
35.12	2.62	2.70	2.59
35.12	2.62	2.70	2.59
35.01	2.62	2.70	2.59
34.98	2.62	2.70	2.59
35.20	2.62	2.70	2.60
35.30	2.62	2.71	2.61
35.15	2.62	2.72	2.61
35.08	2.61	2.72	2.60
35.37	2.61	2.72	2.61
35.32	2.61	2.72	2.62
35.91	2.64	2.74	2.64
36.89	2.72	2.79	2.69
38.51	2.81	2.90	2.79
38.77	2.86	2.95	2.83
39.47	2.90	2.99	2.87
40.71	2.96	3.08	2.96
40.54	2.96	3.10	2.97
41.49	3.02	3.15	3.02
41.96	3.09	3.19	3.06
42.86	3.15	3.25	3.12
44.02	3.24	3.34	3.21
44.09	3.26	3.37	3.25
44.79	3.26	3.42	3.29
45.18	3.27	3.45	3.32
45.35	3.28	3.47	3.35
45.50	3.28	3.49	3.36
46.67	3.29	3.56	3.43
47.69	3.29	3.64	3.51
49.08	3.30	3.75	3.62
49.78	3.29	3.81	3.68
50.67	3.28	3.89	3.76
51.33	3.28	3.95	3.82
52.44	3.27	4.05	3.91
52.77	3.27	4.10	3.96
53.04	3.27	4.13	3.99



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.uajy.ac.id Email: fteknik@mail.uajy.ac.id

P (kg)	LVDT 1	LVDT 2	LVDT 3
5428.8872	3.27	4.19	4.08
5481.0181	3.28	4.24	4.13
5632.958	3.28	4.36	4.26
5730.8208	3.28	4.45	4.34
5872.897	3.28	4.59	4.48
5877.688	3.28	4.63	4.52
6021.2007	3.28	4.76	4.64
6047.7466	3.28	4.83	4.71
6145.7104	3.28	4.92	4.80
6179.9971	3.28	5.01	4.88
6133.8125	3.28	5.03	4.90
6110.1265	3.28	5.04	4.91
6161.9116**	3.28	5.17	5.02
5940.0815	3.27	5.39	5.21
5679.9165	3.27	5.64	5.42
5653.9717	3.28	5.67	5.45

P (kN)	yi-1 (mm)	yi (mm)	yi+1 (mm)
54.29	3.27	4.19	4.08
54.81	3.28	4.24	4.13
56.33	3.28	4.36	4.26
57.31	3.28	4.45	4.34
58.73	3.28	4.59	4.48
58.78	3.28	4.63	4.52
60.21	3.28	4.76	4.64
60.48	3.28	4.83	4.71
61.46	3.28	4.92	4.80
61.80	3.28	5.01	4.88
61.34	3.28	5.03	4.90
61.10	3.28	5.04	4.91
61.62**	3.28	5.17	5.02
59.40	3.27	5.39	5.21
56.80	3.27	5.64	5.42
56.54	3.28	5.67	5.45

*) = Beban Retak Pertama

***) = Beban Maksimum



C2. DATA PENGUJIAN KUAT GESER BETON VARIASI 250 mm

Tanggal Uji : 6 September 2015

Data Uji

P (kg)	LVDT 1	LVDT 2	LVDT 3
103.20659	0.05	0.09	0.03
145.57568	0.10	0.12	0.09
244.16379	0.19	0.20	0.18
478.45804	0.41	0.39	0.38
862.82581	0.79	0.70	0.72
1114.8837	1.04	0.89	0.93
1401.1265	1.30	1.09	1.17
1630.5576	1.52	1.28	1.36
1826.6719	1.72	1.51	1.54
2064.9883	1.94	1.70	1.74
2249.095	2.11	1.87	1.91
2480.0957	2.30	2.05	2.10
2639.5562	2.46	2.21	2.25
2786.2786	2.59	2.33	2.38
3072.6978	2.82	2.55	2.61
3120.6675*	2.89	2.62	2.69
3355.623	3.05	2.78	2.84
3454.8606	3.15	2.88	2.94
3684.2329	3.33	3.05	3.10
3814.2898	3.43	3.15	3.21
3935.967	3.55	3.27	3.32
4054.2483	3.67	3.39	3.43
4112.2422	3.79	3.52	3.60
4170.1543	3.86	3.63	3.74
4200.3945	3.96	3.71	3.85
4158.8438	3.96	3.72	3.85
4172.7261	3.97	3.74	3.87
4206.9824	4.00	3.76	3.89
4371.2905	4.11	3.85	3.99
4436.9502	4.17	3.92	4.07
4528.2397	4.26	3.99	4.10
4606.3472	4.36	4.07	4.19

Data Konversi

P (kN)	yi-1 (mm)	yi (mm)	yi+1 (mm)
1.03	0.05	0.09	0.03
1.46	0.10	0.12	0.09
2.44	0.19	0.20	0.18
4.78	0.41	0.39	0.38
8.63	0.79	0.70	0.72
11.15	1.04	0.89	0.93
14.01	1.30	1.09	1.17
16.31	1.52	1.28	1.36
18.27	1.72	1.51	1.54
20.65	1.94	1.70	1.74
22.49	2.11	1.87	1.91
24.80	2.30	2.05	2.10
26.40	2.46	2.21	2.25
27.86	2.59	2.33	2.38
30.73	2.82	2.55	2.61
31.21*	2.89	2.62	2.69
33.56	3.05	2.78	2.84
34.55	3.15	2.88	2.94
36.84	3.33	3.05	3.10
38.14	3.43	3.15	3.21
39.36	3.55	3.27	3.32
40.54	3.67	3.39	3.43
41.12	3.79	3.52	3.60
41.70	3.86	3.63	3.74
42.00	3.96	3.71	3.85
41.59	3.96	3.72	3.85
41.73	3.97	3.74	3.87
42.07	4.00	3.76	3.89
43.71	4.11	3.85	3.99
44.37	4.17	3.92	4.07
45.28	4.26	3.99	4.10
46.06	4.36	4.07	4.19



P (kg)	LVDT 1	LVDT 2	LVDT 3
4594.0522	4.39	4.09	4.22
4763.1235	4.50	4.19	4.34
4827.4458	4.62	4.29	4.46
4888.5469	4.76	4.45	4.64
4859.5386	4.83	4.50	4.70
4856.6665	4.89	4.55	4.77
4906.7827**	4.99	4.63	4.89
4889.0479	5.08	4.70	4.97
4702.3345	5.22	4.87	5.09
4598.2461	5.29	4.95	5.15
4571.5952	5.30	4.96	5.15
4556.4121	5.30	4.96	5.15
4544.603	5.30	4.96	5.15
4534.25	5.74	4.97	5.15
4525.9214	15.39	4.98	5.15
4519.3081	-0.97	4.98	5.14

P (kN)	yi-1 (mm)	yi (mm)	yi+1 (mm)
45.94	4.39	4.09	4.22
47.63	4.50	4.19	4.34
48.27	4.62	4.29	4.46
48.89	4.76	4.45	4.64
48.60	4.83	4.50	4.70
48.57	4.89	4.55	4.77
49.07**	4.99	4.63	4.89
48.89	5.08	4.70	4.97
47.02	5.22	4.87	5.09
45.98	5.29	4.95	5.15
45.72	5.30	4.96	5.15
45.56	5.30	4.96	5.15
45.45	5.30	4.96	5.15
45.34	5.74	4.97	5.15
45.26	15.39	4.98	5.15
45.94	4.39	4.09	4.22

*) = Beban Retak Pertama

***) = Beban Maksimum



C3. DATA PENGUJIAN KUAT GESER BALOK VARIASI TPSK

Tanggal Uji : 10 September 2015

Data Uji

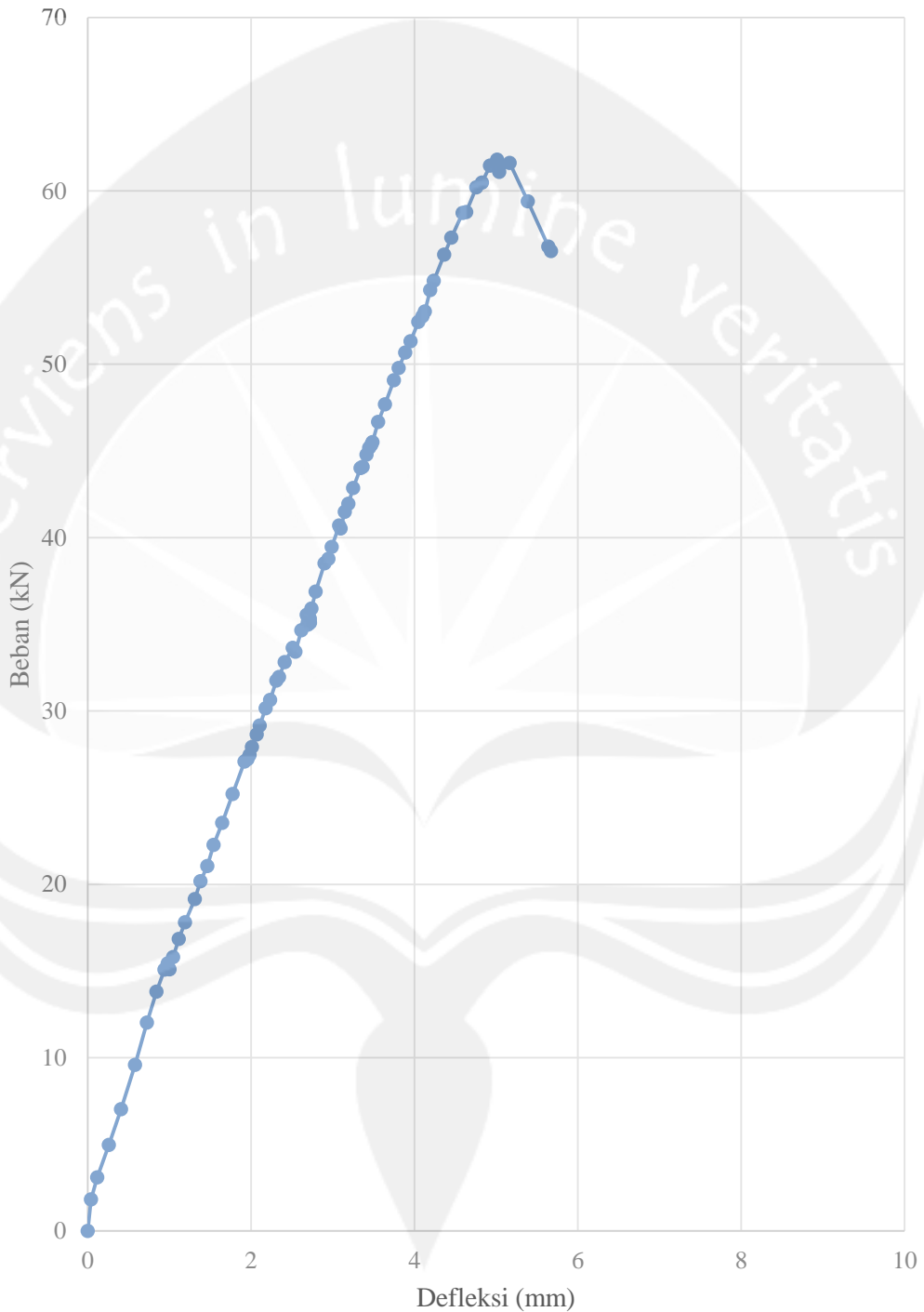
P (kg)	LVDT 1	LVDT 2	LVDT 3
25.479582	0.17	0.23	0.22
97.448196	0.24	0.31	0.30
247.47414	0.41	0.48	0.48
596.42181	0.78	0.83	0.84
1148.0704	1.28	1.29	1.32
1656.0564	1.78	1.75	1.76
2053.0049	2.12	2.09	2.09
2433.3264	2.52	2.48	2.50
2918.2266	3.00	2.94	2.95
3189.1167*	3.26	3.20	3.22
3386.563	3.43	3.35	3.38
3594.6968	3.60	3.53	3.56
3683.7773	3.70	3.64	3.67
3726.1914	3.75	3.68	3.71
3820.825	3.83	3.74	3.77
3877.4915	3.87	3.79	3.82
3853.322	3.87	3.80	3.84
3832.2966	3.87	3.81	3.84
3975.6316	3.95	3.88	3.91
4106.6519	4.10	4.00	4.04
4157.0303	4.15	4.04	4.09
4277.4712	4.24	4.14	4.18
4311.2959	4.28	4.18	4.23
4299.0435	4.29	4.19	4.24
4427.6821	4.34	4.27	4.31
4513.6157	4.40	4.35	4.40
4571.9404	4.50	4.40	4.45
4668.3472**	4.61	4.49	4.53
1552.191	7.66	7.13	6.58
910.67853	8.26	7.66	6.99

Data Konversi

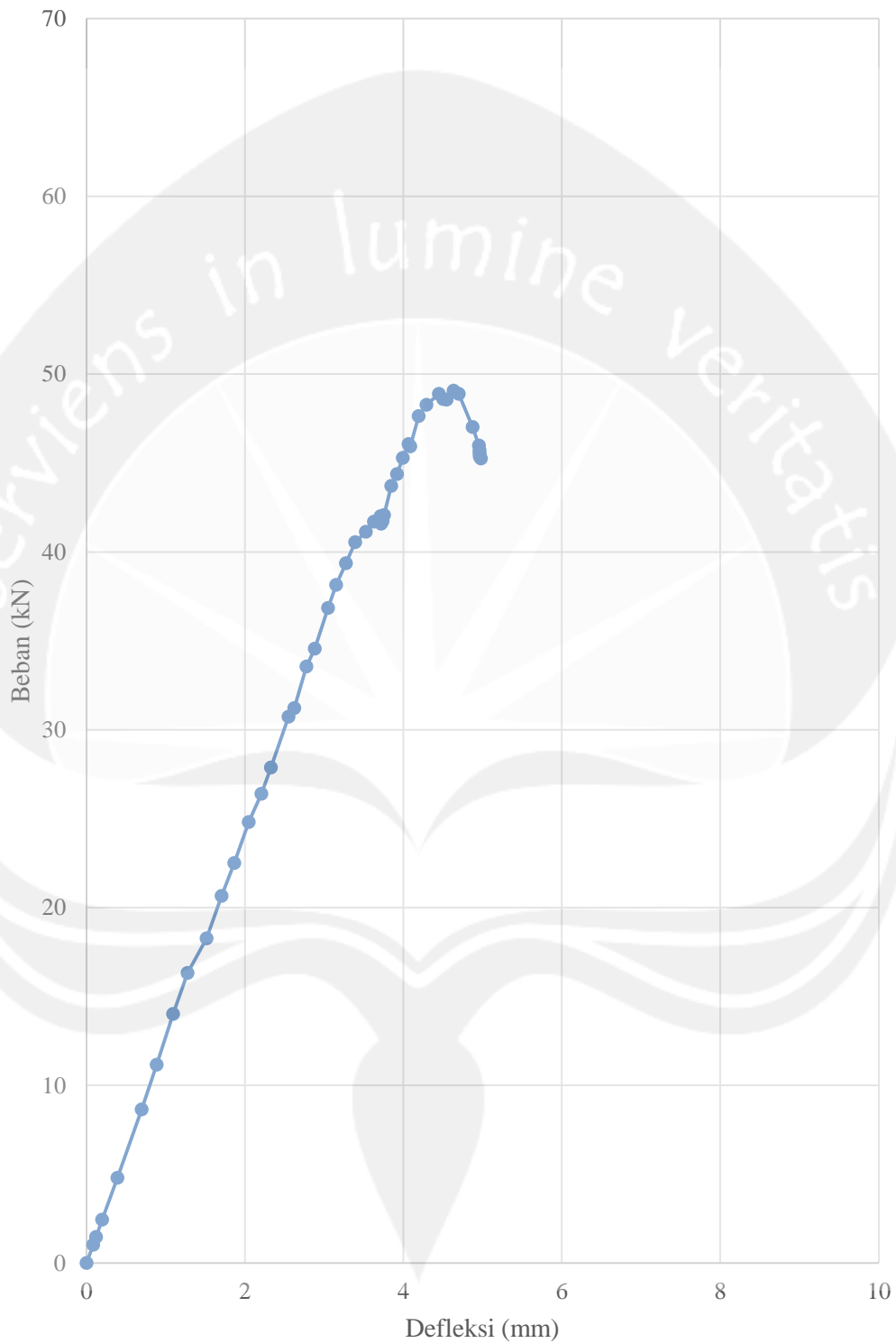
P (kN)	yi-1 (mm)	yi (mm)	yi+1 (mm)
0.25	0.17	0.23	0.22
0.97	0.24	0.31	0.30
2.47	0.41	0.48	0.48
5.96	0.78	0.83	0.84
11.48	1.28	1.29	1.32
16.56	1.78	1.75	1.76
20.53	2.12	2.09	2.09
24.33	2.52	2.48	2.50
29.18	3.00	2.94	2.95
31.89*	3.26	3.20	3.22
33.87	3.43	3.35	3.38
35.95	3.60	3.53	3.56
36.84	3.70	3.64	3.67
37.26	3.75	3.68	3.71
38.21	3.83	3.74	3.77
38.77	3.87	3.79	3.82
38.53	3.87	3.80	3.84
38.32	3.87	3.81	3.84
39.76	3.95	3.88	3.91
41.07	4.10	4.00	4.04
41.57	4.15	4.04	4.09
42.77	4.24	4.14	4.18
43.11	4.28	4.18	4.23
42.99	4.29	4.19	4.24
44.28	4.34	4.27	4.31
45.14	4.40	4.35	4.40
45.72	4.50	4.40	4.45
46.68**	4.61	4.49	4.53
15.52	7.66	7.13	6.58
9.10	8.26	7.66	6.99

*) = Beban Retak Pertama

***) = Beban Maksimum

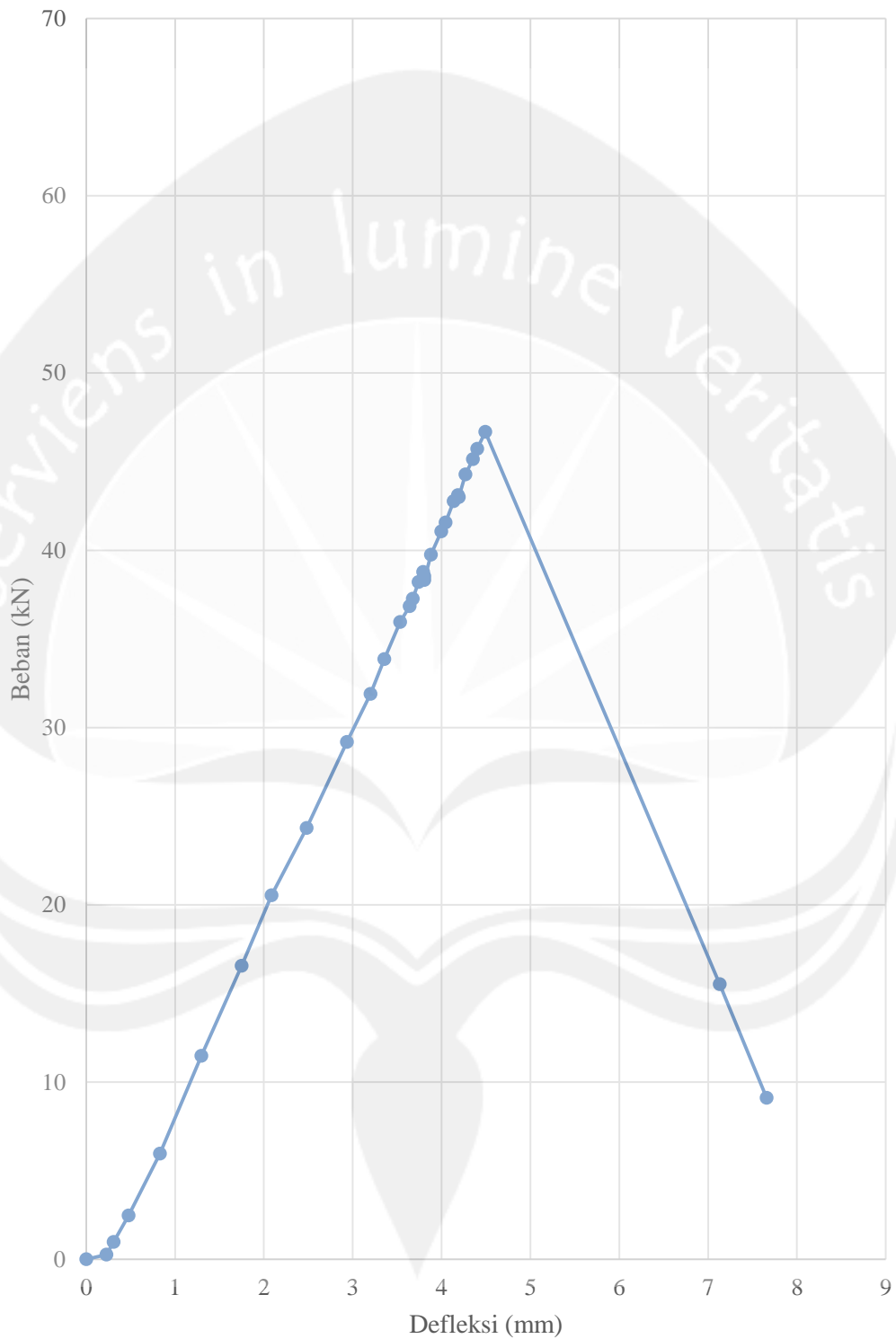


GRAFIK KERUNTUHAN BALOK BETON RINGAN *CITICON*
VARIASI 200 mm



GRAFIK KERUNTUHAN BALOK BETON RINGAN *CITICON*

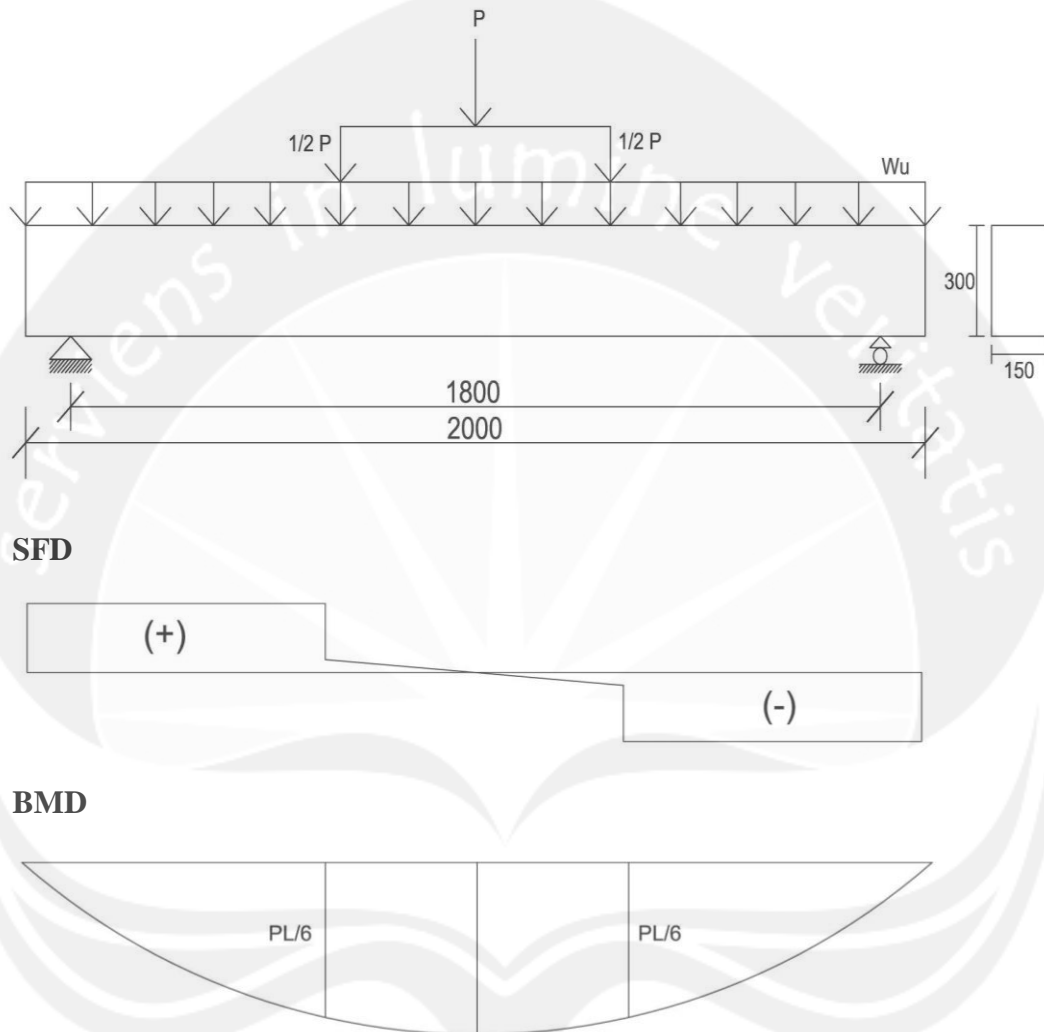
VARIASI 250 mm



GRAFIK KERUNTUHAN BALOK BETON RINGAN *CITICON*
VARIASI TPSK



D. PERENCANAAN KEGAGALAN GESER BALOK



Data Awal

$h = 300 \text{ mm}$

$f'_c = 12 \text{ MPa}$

$b = 150 \text{ mm}$

$f_y = 363 \text{ MPa}$

Selimit Beton = 10 mm

$f_u = 240 \text{ MPa}$

Tulangan Geser = P6

Tulangan Longitudinal = 3P12

Berat jenis beton ringan diambil $1860 \text{ kg/m}^3 = 18,6 \text{ kN/m}^3$ (SNI 3449 : 1994)

Berat sendiri beton = $0,3 * 0,15 * 18,6 * 1 = 0,8365 \text{ kN/m}^3$



Perhitungan Kuat Nominal Balok

1. Untuk Variasi Jarak Sengkang 200 mm

$$d = 278 \text{ mm}$$

$$V_c = \frac{1}{6} \times 0,85 \times \sqrt{f'_c} \times b_w \times d = \frac{1}{6} \times 0,85 \times \sqrt{12} \times 150 \times 278 \times 10^{-3}$$
$$= 20,4641 \text{ kN}$$

$$V_s = \frac{A_v \times f_u \times d}{s} = \frac{0,25 \times \pi \times 6^2 \times 240 \times 278}{200} \times 0,001 = 9,4323 \text{ kN}$$

$$V_n = V_c + V_s = 20,4641 + 9,4323 = 29,8965 \text{ kN}$$

2. Untuk Variasi Jarak Sengkang 250 mm

$$d = 278 \text{ mm}$$

$$V_c = \frac{1}{6} \times 0,85 \times \sqrt{f'_c} \times b_w \times d = \frac{1}{6} \times 0,85 \times \sqrt{12} \times 150 \times 278 \times 10^{-3}$$
$$= 20,4641 \text{ kN}$$

$$V_s = \frac{A_v \times f_u \times d}{s} = \frac{0,25 \times \pi \times 6^2 \times 240 \times 278}{250} \times 0,001 = 7,5459 \text{ kN}$$

$$V_n = V_c + V_s = 20,4641 + 7,5459 = 28,0100 \text{ kN}$$

3. Untuk Variasi Tanpa Sengkang

$$d = 278 \text{ mm}$$

$$V_c = \frac{1}{6} \times 0,85 \times \sqrt{f'_c} \times b_w \times d = \frac{1}{6} \times 0,85 \times \sqrt{12} \times 150 \times 278 \times 10^{-3}$$
$$= 20,4641 \text{ kN}$$

$$V_s = 0$$

$$V_n = V_c + V_s = 20,4641 + 0 = 20,4641 \text{ kN}$$

Perhitungan Beban Gagal Geser

Syarat kegagalan geser = $V_n = V_u$

1. Beban Kegagalan Geser Variasi Sengkang 200 mm

$$V_n = V_u = 29,8965 \text{ kN}$$



$$V_u = \frac{1,2 P_1 + 0,6 P_2 + \frac{1}{2} \times 0,8365 \times 1,8}{1,8}$$

$$29,8965 = \frac{1,2 P_1 + 0,6 P_2 + 0,7529}{1,8}$$

$$P_{1,2} = 29,4782 \text{ kN}$$

2. Beban Kegagalan Geser Variasi Senggang 250 mm

$$V_n = V_u = 28,0100 \text{ kN}$$

$$V_u = \frac{1,2 P_1 + 0,6 P_2 + \frac{1}{2} \times 0,8365 \times 1,8}{1,8}$$

$$28,0100 = \frac{1,2 P_1 + 0,6 P_2 + 0,7529}{1,8}$$

$$P_{1,2} = 27,5917 \text{ kN}$$

3. Beban Kegagalan Geser Variasi Tanpa Senggang

$$V_n = V_u = 20,4641 \text{ kN}$$

$$V_u = \frac{1,2 P_1 + 0,6 P_2 + \frac{1}{2} \times 0,8365 \times 1,8}{1,8}$$

$$20,4641 = \frac{1,2 P_1 + 0,6 P_2 + 0,7529}{1,8}$$

$$P_{1,2} = 20,0458 \text{ kN}$$

Cek Ketahanan Balok Terhadap Kegagalan Lentur

Digunakan Analisis Balok Bertulang Tarik

$$A_s = \frac{1}{4} \times \pi \times 12^2 \times 3 = 339,292 \text{ mm}^2$$

$$a = \frac{A_s \times f_y}{0,85 \times f'_c \times b} = \frac{339,292 \times 353}{0,85 \times 12 \times 150} = 75,5235 \text{ mm}$$

Momen nominal serat tarik $M_n = A_s \times f_y \times \left(d - \frac{a}{2}\right)$

$$M_n = 339,292 \times 353 \times \left(278 - \frac{75,5235}{2}\right) = 28,7983 \text{ kN}$$



1. Cek Variasi Senggang 200 mm

Syarat kegagalan lentur tertahan $M_n > M_u$

$$M_u = \left(\frac{1}{6} \times P \times L\right) + \left(\frac{1}{8} \times q \times L^2\right)$$

$$= \frac{1}{6} \times 29,8965 \times 1,8 + \left(\frac{1}{8} \times 0,8365 \times 1,8^2\right) = 9,3078 \text{ kN}$$

28,7983 > 9,3078 kN, momen lentur tertahan.

2. Cek Variasi Senggang 250 mm

Syarat kegagalan lentur tertahan $M_n > M_u$

$$M_u = \left(\frac{1}{6} \times P \times L\right) + \left(\frac{1}{8} \times q \times L^2\right)$$

$$= \frac{1}{6} \times 28,0100 \times 1,8 + \left(\frac{1}{8} \times 0,8365 \times 1,8^2\right) = 8,7418 \text{ kN}$$

28,7983 > 8,7418 kN, momen lentur tertahan.

3. Cek Variasi Tanpa Senggang

Syarat kegagalan lentur tertahan $M_n > M_u$

$$M_u = \left(\frac{1}{6} \times P \times L\right) + \left(\frac{1}{8} \times q \times L^2\right)$$

$$= \frac{1}{6} \times 20,4641 \times 1,8 + \left(\frac{1}{8} \times 0,8365 \times 1,8^2\right) = 6,4780 \text{ kN}$$

28,7983 > 6,4780 kN, momen lentur tertahan.



E. CARA PERHITUNGAN MIX DESIGN
(SK SNI T-03-3449-2002)

1. Kuat tekan yang diisyaratkan $f'c$, B untuk umur 28 hari sebesar 12 MPa.
2. Deviasi standar (S), diisyaratkan 7 MPa.
3. Kuat tekan rata-rata yang ditargetkan $f'c$, Br sebesar 19 MPa.
4. Jenis semen yang digunakan adalah Semen *Portland*.
5. Jenis agregat yang diisyaratkan, yaitu :
 - a. Agregat kasar : *Citicon*.
 - b. Agregat halus : pasir biasa.
6. Kuat hancur agregat kasar, $f'c$, A sebesar 4 MPa.
7. Berat jenis agregat, diketahui untuk :
 - a. Agregat kasar, P_A sebesar 0,6 gr/cm³.
 - b. Agregat halus, P_S sebesar 2,5 gr/cm³.
8. Bobot maksimum isi beton, BI_B , diisyaratkan 1700 kg/m³.
9. Jumlah fraksi agregat kasar, $nf = 0,41$.
10. Harga $nf > 0,5$ atau $nf < 0,35$, maka $nf = 0,41$ diantara 0,3 – 0,5, sehingga kuat tekan adukan tidak harus ditambah.
11. Bobot isi adukan, $BI_M = 2300$ kg/m³.
12. Susunan campuran adukan beton :
 - a. Agregat kasar = $(0,6 \times 0,41 \times 1000)$ = 246 kg/m³.
 - b. Semen = $((1-0,41) \times 513)$ = 302,67 kg/m³.
 - c. Agregat Halus = $((1-0,41) \times 1559)$ = 919,81 kg/m³.
 - d. Air = $((1-0,41) \times 283)$ = 166,97 kg/m³.



F. DOKUMENTASI PENGUJIAN BALOK BETON RINGAN *CITICON*



Gambar 1. Pola Retak Balok Variasi 200 mm Sisi A



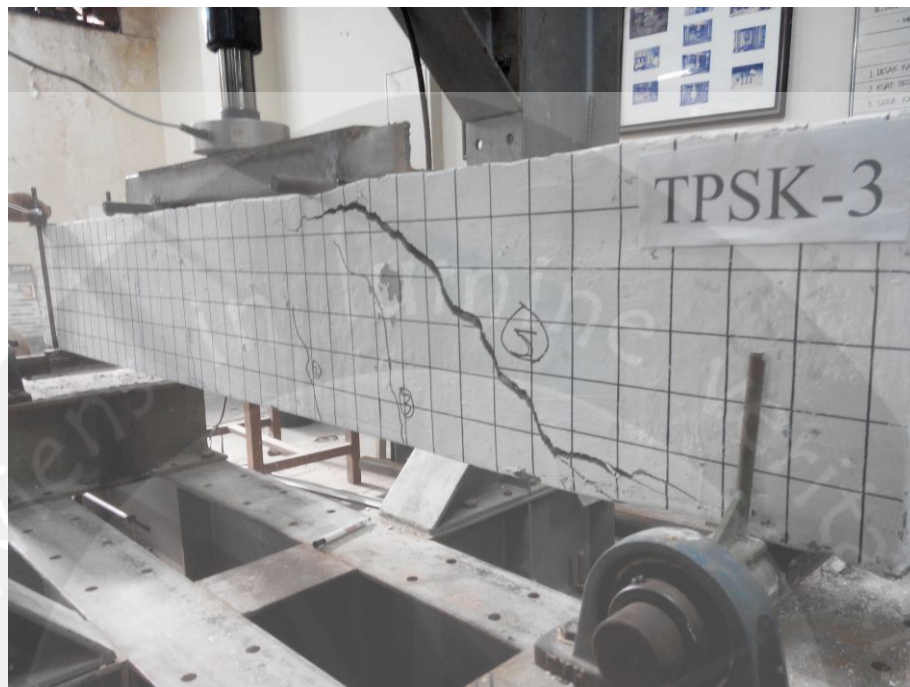
Gambar 2. Pola Retak Balok Variasi 200 mm Sisi B



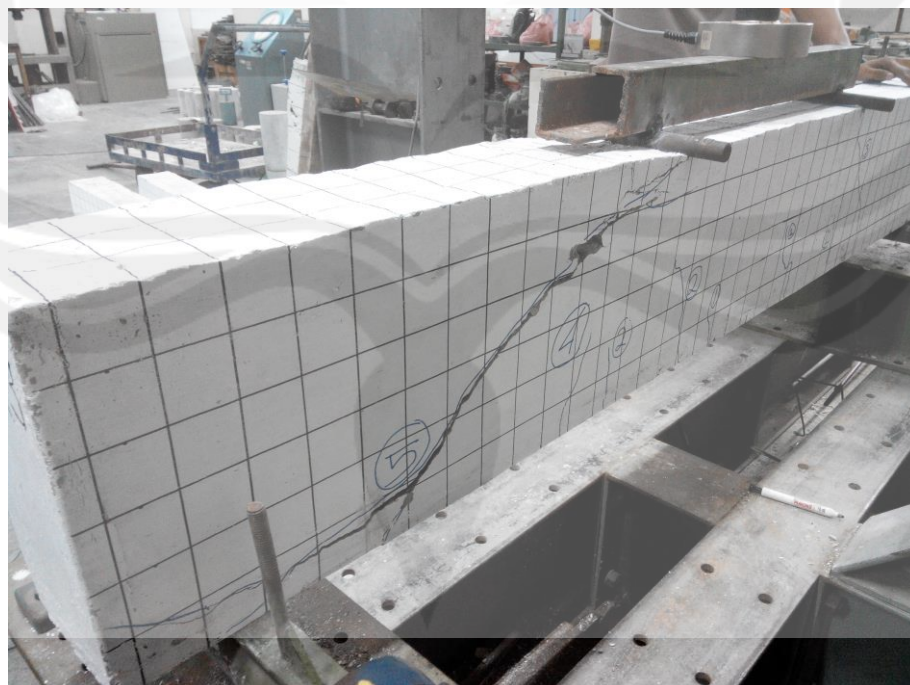
Gambar 3. Pola Retak Balok Variasi 250 mm Sisi A



Gambar 4. Pola Retak Balok Variasi 250 mm Sisi B



Gambar 5. Pola Retak Balok Variasi TPSK mm Sisi A



Gambar 6. Pola Retak Balok Variasi TPSK mm Sisi B