

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Pendahuluan

Penelitian ini dilakukan di laboratorium Bahan Konstruksi Teknik FTSP Universitas Islam Indonesia untuk menguji seluruh benda uji. Proses tahapan tersebut dimulai dari pemeriksaan bahan (material), perhitungan campuran yang digunakan, persiapan alat dan bahan yang akan digunakan, proses pembuatan benda uji unit batako-kait dan benda uji mortar yang dilanjutkan dengan proses perawatan benda uji, proses pengujian kuat tekan mortar, proses pembuatan unit dinding pasangan batako-kait yang dilanjutkan dengan proses perawatan benda uji, proses pengambilan sampel *core drill* unit batako-kait, kemudian tahap pengujian benda uji unit batako-kait berupa kuat tekan material, kuat lentur, kuat geser-lentur, kuat geser-murni, dan kuat geser-vertikal. Kemudian dilanjutkan tahap pengujian unit dinding pasangan batako-kait berupa uji *interlocking* siar tegak segaris 2 lapisan dan uji *interlocking* siar tegak tidak segaris 2 lapisan dan 3 lapisan. Hasil penelitian yang dilakukan di laboratorium masih merupakan data dasar yang perlu dianalisis untuk mendapatkan nilai kekuatan unit batako-kait dan unit dinding pasangan batako-kait.

5.2 Hasil Penelitian Pendahuluan

5.2.1 Pengujian Kadar Lumpur pada Agregat Halus

Menurut PUBI (1982), syarat pasir (agregat halus) yang baik yaitu memiliki kadar lumpur tidak lebih dari 5%. Perhitungan kadar lumpur pada pasir Merapi adalah seperti pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Hasil Pengujian Kadar Lumpur

No	Uraian	Berat isi
1	Berat agregat kering oven, gram (W_1)	500
2	Berat agregat kering oven setelah dicuci, gram (W_2)	480
3	Kadar lumpur (%)	4,167

Perhitungan kadar lumpur dapat dilakukan dengan menggunakan Persamaan 1.1 seperti berikut.

$$\begin{aligned} \text{Kadar lumpur} &= \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100\% \\ &= \frac{500 - 480}{480} \times 100\% \\ &= 4,167\% \end{aligned}$$

Dari hasil pengujian kadar lumpur pada pasir Merapi diperoleh nilai kadar lumpur sebesar 4,167%, maka pasir Merapi tersebut sesuai dengan persyaratan SNI 03-1970-1990.

5.2.2 Pengujian Kuat Tekan Mortar

Pengujian kuat tekan mortar instan merek “STAR MORTAR M-811” dilakukan pada umur 14 hari dengan perbandingan kadar air (komposisi) 20% dari berat bubuk mortar instan yang digunakan. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 5.2 berikut.

Tabel 5.2 Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar Instan Pada Umur 14 Hari

No	Dimensi (mm)		A (mm ²)	Beban maksimu m (N)	Kuat tekan (MPa)	Rerata (MPa)
	p	l				
1	50,7	50	2535	5395,5	2,128	2,509
2	52,3	50,2	2625,46	6867	2,616	
3	50,7	50,4	2555,28	7112,25	2,783	

Perhitungan kuat tekan mortar dapat dilakukan dengan menggunakan Persamaan 3.2 seperti berikut.

$$\begin{aligned} f'c &= \frac{P}{A} \\ &= \frac{7112,25}{2555,28} \\ &= 2,783 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Dari hasil pengujian 3 benda uji mortar instan diperoleh nilai kuat tekan maksimum sebesar 2,783 MPa, dengan rerata kuat tekan 2,509 MPa. Dari hasil tersebut, mortar instan memenuhi syarat SNI 03-6882-2002.

5.3 Hasil Penelitian Unit Batako-Kait

5.3.1 Pengujian Kuat Tekan Material

Pengujian kuat tekan material batako-kait menggunakan benda uji berupa silinder yang diambil langsung dari batako-kait yang telah berumur 28 hari dengan cara *core drill*. Hasil pengujian kuat tekan material dapat dilihat pada Tabel 5.3 berikut.

Tabel 5.3 Hasil Pengujian Kuat Tekan Material Batako-Kait

Diameter (mm)	A (mm ²)	Beban maksimum		Kuat tekan (MPa)	Rerata (MPa)
		kgf	N		
50,25	1983,179	1190	11673,90	5,886	5,182
50,6	2010,902	1005	9859,05	4,903	
50,2	1979,235	960	9417,60	4,758	

Perhitungan kuat tekan mortar dapat dilakukan dengan menggunakan Persamaan 3.2 berikut.

$$\begin{aligned}
 f'c &= \frac{P}{A} \\
 &= \frac{11673,90}{1983,179} \\
 &= 5,886 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

Dari hasil pengujian tersebut diperoleh nilai kuat tekan maksimum sebesar 5,886 MPa, dengan rerata kuat tekan 5,182 MPa, sehingga batako-kait dengan perbandingan campuran 1 : 8 : 1 (semen : pasir : abu batu) memenuhi persyaratan PUBI-1982.

5.3.2 Pengujian Kuat Geser-Lentur Tegak Lurus Bidang

Pengujian ini dilakukan ketika benda uji berumur 28 hari dengan jumlah benda uji 3 unit batako-kait. Hasil pengujian kuat geser-lentur tegak lurus bidang dapat dilihat pada Tabel 5.4-5.7 berikut.

Tabel 5.4 Perhitungan Momen Inersia

Benda Uji	i	b (mm)	h (mm)	A_i (mm ²)	y_i (mm)	$A_i y_i$ (mm ³)	\bar{y} (mm)
GLT1	1	102,3	35,5	3631,65	94,35	342646,178	56,03
	2	60,8	41,2	2504,96	56	140277,76	
	3	35,8	35,2	1260,16	56	70568,96	
	4	102,5	35,4	3628,5	17,7	64224,45	
				11025,27		617717,348	
GLT2	1	100,6	35,3	3551,18	93,55	332212,889	55,61
	2	60,7	40,5	2458,35	55,65	136807,178	
	3	35,9	35,2	1263,68	55,65	70323,792	
	4	100,5	35,4	3557,7	17,7	62971,29	
				10830,91		602315,149	
GLT3	1	100,4	35,5	3564,2	93,35	332718,07	55,51
	2	60,4	40,1	2422,04	55,55	134544,322	
	3	35,5	35,4	1256,7	55,55	69809,685	
	4	100,7	35,5	3574,85	17,75	63453,588	
				10817,79		600525,665	

(Lanjutan) Tabel 5.4 Perhitungan Momen Inersia

Benda Uji	i	dy_i^2 (mm)	$A_i \cdot dy_i^2$ (mm ³)	I_{xi} (mm ⁴)	I_{xx} (mm ⁴)
GLT1	1	1468,6	5333516,5	5714915,389	11908525,274
	2	0,001	1,882	354336,824	
	3	0,001	0,947	130116,667	
	4	1469	5330232,1	5709156,393	
GLT2	1	1439,4	5111518,2	5480275,727	11431535,211
	2	0,002	3,785	336029,501	
	3	0,002	1,946	130481,118	
	4	1437,2	5113218,3	5484748,865	
GLT3	1	1431,7	5102703,8	5477019,081	11406086,760
	2	0,001	3,354	324558,733	
	3	0,001	1,740	131238,921	
	4	1426	5097836,3	5473270,026	

Tabel 5.5 Perhitungan Tegangan Lentur

Benda uji	P (N)	L (mm)	M (Nmm)	σ (MPa)	σ_{rerata} (MPa)
GLT1	3188,25	320	255,06	1,198	1,325
GLT2	5836,95		466956	1,146	
GLT3	8338,5		667080	1,630	

Tabel 5.6 Perhitungan Tegangan Geser

Benda uji	Tinjauan	P (N)	V (N)	A _i (mm ²)	Q (mm ³)	b (mm)	τ (MPa)
GLT1	1-1	3188,25	1594,125	0	0	102,3	0
	2-2			3631,65	139174,226	102,3	0,182
						60,8	0,306
	3-3			179,36	142595,518	60,8	0,314
						96,6	0,198
	4-4			3631,65	139174,226	96,6	0,218
							1250,81
630,08		5551,820					
5-5	179,36	142595,518	96,6	0,198			
			60,8	0,314			
6-6	3631,65	139174,226	60,8	0,306			
			102,3	0,182			
GLT2	1-1	5836,95	2918,475	0	0	100,6	0
	2-2			3551,18	134729,066	100,6	0,342
						60,7	0,567
	3-3			163,89	137834,782	60,7	0,580
						96,6	0,364
	4-4			3551,18	134729,066	96,6	0,404
							1231,56
631,84		5556,792					
5-5	163,89	137834,782	96,6	0,364			
			60,7	0,580			
6-6	3551,18	134729,066	60,7	0,567			
			100,6	0,342			
GLT3	1-1	8338,5	4169,25	0	0	100,4	0
	2-2			3564,20	134859,397	100,4	0,491
						60,4	0,816
	3-3			141,94	137538,515	60,4	0,832
						95,9	0,524
	4-4			3564,20	134859,397	95,9	0,582
							1213,27
628,35		5572,589					
5-5	141,94	137538,515	95,9	0,524			
			60,4	0,832			
6-6	3564,20	134859,397	60,4	0,816			
			100,4	0,491			

Tabel 5.7 Perhitungan Tegangan Geser Maksimum

Benda uji	Tinjauan	τ_{maks}	τ_{rerata}
GLT1	2-2 dan 5-5	0,314	0,575
GLT2		0,580	
GLT3		0,832	

Perhitungan tegangan lentur batako-kait dapat dilakukan dengan menggunakan Persamaan 3.6 dan Persamaan 3.7 seperti berikut.

$$\begin{aligned}
 M &= \frac{1}{4} \times 8338,5 \times 320 \\
 &= 667080 \text{ Nmm} \\
 \sigma &= \frac{667080 \times 54,96}{11406086,760} \\
 &= 1,630 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

Selain menahan tegangan lentur, dalam waktu yang sama benda uji juga menahan tegangan geser (τ). Perhitungan tegangan geser dapat dilakukan dengan menggunakan Persamaan 3.8 dan Persamaan 3.9 seperti berikut.

$$\begin{aligned}
 Q &= 141,94 \times 18,875 \\
 &= 2679,118 \text{ mm}^3 \\
 \tau &= \frac{4169,25 \times (2679,118 + 134859,397)}{11406086,760 \times 60,4} \\
 &= 0,832 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

Dari hasil pengujian tersebut diperoleh nilai tegangan lentur maksimum (σ_{maks}) sebesar 1,630 MPa dengan rerata 1,325 MPa, sedangkan tegangan geser maksimum (τ_{maks}) sebesar 0,832 MPa dengan rerata 0,575 MPa.

5.3.3 Pengujian Kuat Geser-Lentur Searah Bidang

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kekuatan geser yang terjadi akibat lentur ketika unit batako-kait diberi beban. Hasil pengujian kuat geser-lentur searah bidang dapat dilihat pada Tabel 5.8-5.11 berikut.

Tabel 5.8 Perhitungan Momen Inersia

Benda uji	i	b (mm)	h (mm)	A_i (mm ²)	y_i (mm)	$A_i y_i$ (mm ³)	\bar{y} (mm)
GLS1	1	35,3	35,5	1253,15	120,5	151004,575	64,01
	2	110,7	61,2	6774,84	72	487788,48	
	3	35,4	40,7	1440,78	20,6	29680,068	
	4	35,3	40,7	1436,71	20,6	29596,226	
				10905,48		698069,349	
GLS2	1	35	35	1225	120	147000	63,34
	2	110,4	60,7	6701,28	71,55	479476,584	
	3	35,1	41,1	1442,61	20,35	29357,114	
	4	35,3	41,1	1450,83	20,35	29524,391	
				10819,72		685358,088	
GLS3	1	35,1	35,6	1249,56	120,85	151009,326	63,66
	2	110,9	60,2	6676,18	71,6	478014,488	
	3	35,3	40,4	1426,12	20,2	28807,624	
	4	35,6	40,4	1438,24	20,2	29052,448	
				10790,1		686883,886	

(Lanjutan) Tabel 5.8 Perhitungan Momen Inersia

Benda uji	i	dy_i^2 (mm)	$A_i \cdot dy_i^2$ (mm ³)	I_{xi} (mm ⁴)	I_{xx} (mm ⁴)
GLS1	1	3191,021	3998827,857	4130434,714	12497262,657
	2	63,826	432411,422	2546974,483	
	3	1884,504	2715156,137	2914042,609	
	4	1884,504	2707486,205	2905810,851	
GLS2	1	3209,968	3932210,617	4057262,700	12321782,716
	2	67,348	451317,305	2508883,901	
	3	1848,434	2666569,835	2869642,438	
	4	1848,434	2681763,965	2885993,677	
GLS3	1	3270,843	4087114,874	4219085,071	12455733,205
	2	63,064	421026,810	2437255,424	
	3	1888,660	2693455,501	2887426,836	
	4	1888,660	2716346,058	2911965,874	

Tabel 5.9 Perhitungan Tegangan Geser

Benda uji	Tinjauan	P (N)	V (N)	A_i (mm ²)	Q (mm ³)	b (mm)	τ (MPa)
GLS1	1-1	9319,5	4659,75	0	0	35,6	0
	2-2			1253,15	70789,343	35,6	0,741
				110,9	0,238		
	3-3			1253,15	70789,343	110,9	0,519
				4301,71	83429,847		
4-4	2912,84	126448,942	110,9	0,425			
	70,7	0,667					
GLS2	1-1	6867	3433,5	0	0	35,7	0
	2-2			1225	69404,308	35,7	0,542
				110,9	0,174		
	3-3			1225	69404,308	110,9	0,387
				4331,37	84584,334		
4-4	2873,42	123538,158	110,9	0,310			
	70,6	0,488					
GLS3	1-1	11772	5886	0	0	35,4	0
	2-2			1249,56	71463,944	35,4	0,954
				112,2	0,301		
	3-3			1249,56	71463,944	112,2	0,663
				4391,65	85947,461		
4-4	2868,4	124656,974	112,2	0,525			
	71	0,830					

Tabel 5.10 Perhitungan Tegangan Geser Maksimum

Benda uji	Tinjauan	τ_{maks}	τ_{rerata}
GLS1	2-2	0,741	0,746
GLS2		0,542	
GLS3		0,954	

Tabel 5.11 Perhitungan Tegangan Lentur

Benda uji	P (N)	L (mm)	M (Nmm)	σ (MPa)	σ_{rerata} (MPa)
GLS1	9319,5	320	745560	3,819	3,819
GLS2	6867		549360	2,824	
GLS3	11772		941760	4,813	

Perhitungan tegangan geser akibat lentur batako-kait dapat dilakukan dengan menggunakan Persamaan 3.8 dan Persamaan 3.9 seperti berikut.

$$Q = 1249,56 \times 57,191$$

$$= 71463,944 \text{ mm}^3$$

$$\tau = \frac{5886 \times 71463,944}{12455733,205 \times 35,4}$$

$$= 0,954 \text{ MPa}$$

Selain menahan tegangan geser, dalam waktu yang sama benda uji juga menahan tegangan lentur (σ). Perhitungan tegangan lentur dapat dilakukan dengan menggunakan Persamaan 3.6 dan Persamaan 3.7 seperti berikut.

$$M = \frac{1}{4} \times 11772 \times 320$$

$$= 941760 \text{ Nmm}$$

$$\sigma = \frac{941760 \times 63,66}{12455733,205}$$

$$= 4,813 \text{ MPa}$$

Dari hasil pengujian tersebut diperoleh nilai tegangan geser maksimum (τ_{maks}) sebesar 0,954 MPa dengan rerata 0,746 MPa, sedangkan tegangan lentur maksimum (σ_{maks}) sebesar 4,813 MPa dengan rerata 3,819 MPa.

5.3.4 Pengujian Kuat Geser-Murni

Pengujian kuat geser-murni untuk mengetahui kekuatan pada bidang geser unit batako-kait arah horizontal. Hasil pengujian kuat geser-murni dapat dilihat pada Tabel 5.12 berikut.

Tabel 5.12 Hasil Pengujian Kuat Geser-Murni Unit Batako-Kait

Benda Uji	Beban maksimum (N)	Dimensi (mm)		A (mm ²)	τ (MPa)	τ_{rerata} (Mpa)
		b	h			
GM1	64255,5	360,2	60	21612	1,487	2,086
GM2	57879	360	59,9	21564	1,342	
GM3	149112	360,6	60,3	21744,18	3,429	

Perhitungan kuat geser-murni batako-kait dapat dilakukan dengan menggunakan Persamaan 3.5 dan Persamaan 3.4 berikut.

$$\tau = \frac{149112}{2 \times 21744,18}$$

$$= 3,429 \text{ MPa}$$

Dari hasil pengujian tersebut diperoleh nilai tegangan geser-murni maksimum (τ_{maks}) sebesar 3,429 MPa, dengan rerata 2,086 MPa.

5.3.5 Pengujian Kuat Geser-Vertikal

Pengujian kuat geser-vertikal untuk mengetahui kekuatan pada bidang geser unit batako-kait arah vertikal. Hasil pengujian kuat geser-vertikal dapat dilihat pada Tabel 5.13 berikut.

Tabel 5.13 Hasil Pengujian Kuat Geser-Vertikal Unit Batako-Kait

Benda Uji	Beban Maksimum (N)	Dimensi (mm)		A (mm ²)	τ (MPa)	τ_{rerata} (MPa)
		b	h			
GV1	38259	60,6	360,2	21828,12	0,876	0,705
GV2	25996,5	59,8	359,5	21498,10	0,605	
GV3	27418,95	60	360,7	21642	0,633	

Perhitungan kuat geser-murni batako-kait dapat dilakukan dengan menggunakan Persamaan 3.5 dan Persamaan 3.4 berikut.

$$\begin{aligned}\tau &= \frac{38259}{2 \times 21828,12} \\ &= 0,876 \text{ MPa}\end{aligned}$$

Dari hasil pengujian tersebut diperoleh nilai tegangan geser-vertikal maksimum (τ_{maks}) sebesar 0,876 MPa, dengan rerata 0,705 MPa.

5.3.6 Rekapitulasi Hasil Penelitian Unit Batako-Kait

Dari hasil pengujian unit batako-kait yang ada, kemudian dilakukan rekapitulasi data yang bertujuan untuk membandingkan dengan hasil pengujian unit batako-kait campuran 1pc : 8ps, sehingga dapat diketahui perbedaan kekuatan dan karakteristiknya. Rekapitulasi hasil pengujian kedua jenis batako-kait dapat dilihat pada Tabel 5.14 dan Tabel 5.15 berikut.

**Tabel 5.14 Rekapitulasi Hasil Pengujian Unit Batako-Kait Campuran 1pc :
8ps : 1abu batu**

Jenis pengujian	Kode benda uji	Berat benda uji (gr)	Kekuatan maksimum (MPa)	Rerata (MPa)
Uji tekan material batako-kait	TB 1	-	5,886	5,182
	TB 2		4,903	
	TB 3		4,758	
Uji tekan mortar instan	TM 1	-	2,128	2,509
	TM 2		2,616	
	TM 3		2,783	
Uji geser-lentur tegak lurus bidang	GLT1	8550	1,198	1,325
	GLT2	9000	1,146	
	GLT3	9050	1,630	
Uji geser-lentur searah bidang	GLS1	8430	0,741	0,746
	GLS2	8600	0,542	
	GLS3	8570	0,954	
Uji geser-murni	GM1	8630	1,487	2,086
	GM2	8500	1,342	
	GM3	8820	3,429	
Uji geser-vertikal	GV1	8700	0,876	0,705
	GV2	8520	0,695	
	GV3	8610	0,633	

Tabel 5.15 Rekapitulasi Hasil Pengujian Unit Batako-Kait Campuran 1pc : 8ps

Jenis pengujian	Kode benda uji	Berat benda uji (gr)	Kekuatan maksimum (MPa)	Rerata (MPa)
Uji tekan material batako-kait	TB 1	-	13,317	13,272
	TB 2		13,569	
	TB 3		12,930	
Uji tekan mortar campuran 1pc : 2abu batu	TM 1	-	30,606	29,420
	TM 2		30,223	
	TM 3		27,432	
Uji geser-lentur tegak lurus bidang	GLT1	9400	3,530	2,960
	GLT2	9000	2,320	
	GLT3	8900	3,030	
Uji geser-lentur searah bidang	GLS1	9300	4,417	3,284
	GLS2	9500	2,045	
	GLS3	9300	3,390	
Uji geser-murni	GM1	9100	3,938	3,481
	GM2	9100	3,351	
	GM3	9200	3,155	
Uji geser-vertikal	GV1	9400	1,273	1,208
	GV2	9000	1,029	
	GV3	9200	1,321	

Hasil pengujian menunjukkan bahwa kekuatan unit batako-kait campuran 1pc : 8ps jauh lebih baik dibanding unit batako-kait campuran 1pc : 8ps : 1abu batu pada semua jenis pengujian. Begitu juga dengan mortar, campuran 1pc : 2abu batu memiliki nilai kuat tekan yang jauh lebih tinggi dibanding mortar instan merek “STAR MORTAR A-88” dengan kadar air 20% dari bubuk mortar instan. Tetapi kedua jenis unit batako-kait memenuhi persyaratan PUBI-1982 dan kedua jenis mortar memenuhi persyaratan SNI 03-6882-2002 berdasarkan nilai kuat tekannya.

5.4 Hasil Penelitian Unit Dinding Pasangan Batako-Kait

5.4.1 Pengujian *Interlocking* Searah Bidang Dinding (*In Plane*)

Pengujian *interlocking* searah bidang dinding (*in plane*) dilakukan ketika benda uji berumur 28 hari dengan jumlah benda uji 3 unit dinding pasangan batako-kait pada masing-masing variasi lapisan. Pengujian ini dilakukan dengan

variasi 2 tipe siar, yaitu siar tegak segaris dan siar tegak tidak segaris. Hasil pengujian *interlocking* searah bidang dinding (*in plane*) dapat dilihat pada Tabel 5.16-5.23 berikut.

Tabel 5.16 Perhitungan Momen Inersia Benda Uji I2SI dan I2TI

i	b (mm)	h (mm)	A _i (mm ²)	y _i (mm)	A _i y _i (mm ³)	\bar{y} (mm)
1	35	35	1225	117,5	143937,5	62,3
2	110	60	6600	70	462000	
3	35	40	1400	20	28000	
4	35	40	1400	20	28000	
			10625		661937,5	

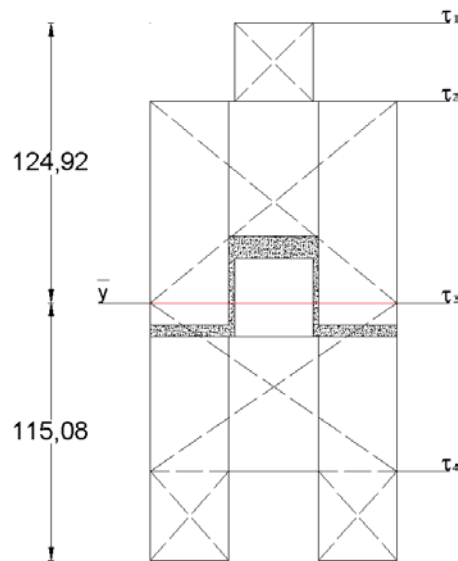
(Lanjutan) Tabel 5.16 Perhitungan Momen Inersia Benda Uji I2SI dan I2TI

i	dy _i ² (mm)	A _i .dy _i ² (mm ³)	I _{xi} (mm ⁴)	I _{xx} (mm ⁴)
1	3047,04	3732624	3857676,083	11612335,417
2	59,29	391314	2371314	
3	1789,29	2505006	2691672,667	
4	1789,29	2505006	2691672,667	

Tabel 5.17 Perhitungan Garis Netral (\bar{y}) Benda Uji I2SI dan I2TI

i	b (mm)	h (mm)	A _i (mm ²)	y _i (mm)	A _i y _i (mm ³)	\bar{y} (mm)
1	35	35	1225	222,5	272562,5	115,08
2	110	60	6600	175	1155000	
3	110	45	4950	122,5	606375	
4	60	110	6600	70	462000	
5	70	40	2800	20	56000	
			22175		2551937,5	

Letak/jarak garis netral (\bar{y}) dan titik tinjauan tegangan (τ) benda uji I2SI dan I2TI dapat dilihat pada Gambar 5.1 berikut.



Gambar 5.1 Letak \bar{y} dan Tinjauan τ Benda Uji I2SI dan I2TI

Tabel 5.18 Perhitungan Tegangan Geser (τ) Benda Uji I2SI

Benda uji	Tinjauan	V (N)	A_i (mm ²)	Q (mm ³)	b (mm)	τ (MPa)
I2SI-1	1-1	6101,589	0	0	35	0
	2-2		1225	131587,373	35	0,988
			110	0,314		
	3-3		1225	131587,373	110	1,376
			9891,009	444691,179	110	0,636
4-4	2800	266228,861	70	0,999		
I2SI-2	1-1	12271,899	0	0	35	0
	2-2		1225	131587,373	35	1,987
			110	0,632		
	3-3		1225	131587,373	110	2,768
			9891,009	444691,179	110	1,279
4-4	2800	266228,861	70	2,010		
I2SI-3	1-1	14009,399	0	0	35	0
	2-2		1225	131587,373	35	2,268
			110	0,722		
	3-3		1225	131587,373	110	3,160
			9891,009	444691,179	110	1,460
4-4	2800	266228,861	70	2,294		

Tabel 5.19 Perhitungan Tegangan Geser (τ) Benda Uji I2TI

Benda uji	Tinjauan	V (N)	A_i (mm ²)	Q (mm ³)	b (mm)	τ (MPa)
I2TI-1	1-1	16248,464	0	0	35	0
	2-2		1225	131587,373	35	2,630
					110	0,837
	3-3		1225	131587,373	110	3,665
			9891,009	444691,179		
4-4	2800	266228,861	110	1,693		
				70	2,661	
I2TI-2	1-1	4776,589	0	0	35	0
	2-2		1225	131587,373	35	0,773
					110	0,246
	3-3		1225	131587,373	110	1,077
			9891,009	444691,179		
4-4	2800	266228,861	110	0,498		
				70	0,782	
I2TI-3	1-1	14785,964	0	0	35	0
	2-2		1225	131587,373	35	2,394
					110	0,762
	3-3		1225	131587,373	110	3,335
			9891,009	444691,179		
4-4	2800	266228,861	110	1,541		
				70	2,421	

Tabel 5.20 Perhitungan Momen Inersia Benda Uji I3TI

i	b (mm)	h (mm)	A_i (mm ²)	y_i (mm)	$A_i y_i$ (mm ³)	\bar{y} (mm)
1	35	35	1225	117,5	143937,5	62,3
2	110	60	6600	70	462000	
3	35	40	1400	20	28000	
4	35	40	1400	20	28000	
			10625		661937,5	

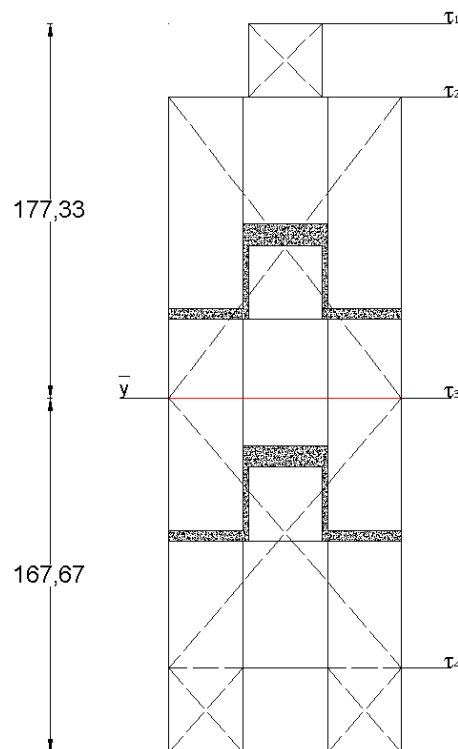
(Lanjutan) Tabel 5.20 Perhitungan Momen Inersia Benda Uji I3TI

i	dy_i^2 (mm)	$A_i \cdot dy_i^2$ (mm ³)	I_{xi} (mm ⁴)	I_{xx} (mm ⁴)
1	3047,04	3732624	3857676,083	11612335,417
2	59,29	391314	2371314	
3	1789,29	2505006	2691672,667	
4	1789,29	2505006	2691672,667	

Tabel 5.21 Perhitungan Garis Netral (\bar{y}) Benda Uji I3TI

i	b (mm)	h (mm)	A_i (mm ²)	y_i (mm)	$A_i y_i$ (mm ³)	\bar{y} (mm)
1	35	35	1225	327,5	401187,5	167,67
2	110	60	6600	280	1848000	
3	110	45	4950	227,5	1126125	
4	110	60	6600	175	1155000	
5	110	45	4950	122,5	606375	
6	110	60	6600	70	462000	
7	70	40	2800	20	56000	
			33725		5654687,5	

Letak/jarak garis netral (\bar{y}) dan titik tinjauan tegangan (τ) benda uji I2SI dan I2TI dapat dilihat pada Gambar 5.2 berikut.



Gambar 5.2 Letak \bar{y} dan Tinjauan τ Benda Uji I3TI

Tabel 5.22 Perhitungan Tegangan Geser (τ) Benda Uji I3TI

Benda uji	Tinjauan	V (N)	A_i (mm^2)	Q (mm^3)	b (mm)	τ (MPa)
I3TI-1	1-1	9604,714	0	0	35	0
	2-2		1225	195791,142	35	1,542
			110	0,491		
	3-3		1225	195791,142	110	3,283
			15656,2	1114172,814	110	3,283
4-4	2800	413477,391	110	1,036		
I3TI-2	1-1	14503,669	0	0	35	0
	2-2		1225	195791,142	35	2,329
			110	0,741		
	3-3		1225	195791,142	110	4,958
			15656,2	1114172,814	110	4,958
4-4	2800	413477,391	110	1,565		
I3TI-3	1-1	11064,089	0	0	35	0
	2-2		1225	195791,142	35	1,777
			110	0,565		
	3-3		1225	195791,142	110	3,782
			15656,2	1114172,814	110	3,782
4-4	2800	413477,391	110	1,194		
				70	1,876	

Tabel 5.23 Hasil Perhitungan Tegangan Geser Maksimum (τ_{maks}) Pengujian *in plane*

Benda uji	Tinjauan	τ_{maks} (MPa)	τ_{rerata} (MPa)
I2SI-1	3-3	1,376	2,435
I2SI-2		2,768	
I2SI-3		3,160	
I2TI-1		3,665	2,693
I2TI-2		1,077	
I2TI-3		3,335	
I3TI-1		3,283	4,008
I3TI-2		4,958	
I3TI-3		3,782	

Dengan nilai momen inersia dan letak garis netral (\bar{y}) masing-masing benda uji sudah diketahui, maka perhitungan tegangan lentur (σ) dapat dilakukan seperti pada tabel 5.24 berikut.

Tabel 5.24 Hasil Perhitungan Tegangan Lentur (σ) Pengujian *in plane*

Benda uji	P (N)	L (mm)	M (Nmm)	σ (MPa)	σ_{rerata} (MPa)
I2SI-1	12203,178	720	2196572,026	10,884	19,255
I2SI-2	24543,798		4417883,626	21,891	
I2SI-3	28018,798		5043383,626	24,991	
I2TI-1	32496,928		5849447,026	28,985	21,294
I2TI-2	9553,178		1719572,026	8,521	
I2TI-3	29571,928		5322947,026	26,376	
I3TI-1	19209,428		3457697,026	16,642	20,314
I3TI-2	29007,338		5221320,826	25,130	
I3TI-3	22128,178		3983072,026	19,171	

Dari hasil pengujian tersebut didapat nilai tegangan geser maksimum (τ_{maks}) sebesar 4,958 MPa pada benda uji I3TI-2 pada tinjauan 3-3 (tepat digaris netral), sedangkan rerata tegangan geser (τ_{rerata}) sebesar 4,008 MPa pada variasi benda uji I3TI. Nilai tegangan lentur maksimum (σ_{maks}) sebesar 28,985 MPa pada benda uji I2TI-1, dengan rerata tegangan lentur (σ_{rerata}) sebesar 21,294 MPa pada variasi benda uji I2TI.

5.4.2 Pengujian *Interlocking* Tegak Lurus Bidang Dinding (*Out of Plane*)

Pengujian *interlocking* tegak lurus bidang dinding (*out of plane*) dilakukan ketika benda uji berumur 28 hari dengan jumlah benda uji 3 unit dinding pasangan batako-kait pada masing-masing variasi lapisan. Pengujian ini dilakukan dengan variasi 2 tipe siar, yaitu siar tegak segaris dan siar tegak tidak segaris. Hasil pengujian *interlocking* tegak lurus bidang dinding (*out of plane*) dapat dilihat pada Tabel 5.25-5.30.

Tabel 5.25 Perhitungan Momen Inersia Benda Uji I2SO, I2TO dan I3TO

i	b (mm)	h (mm)	A_i (mm²)	y_i (mm)	A_iy_i (mm³)	\bar{y} (mm)
1	100	35	3500	92,5	323750	55
2	60	40	2400	55	132000	
3	35	35	1225	55	67375	
4	100	35	3500	17,5	61250	
			10625		584375	

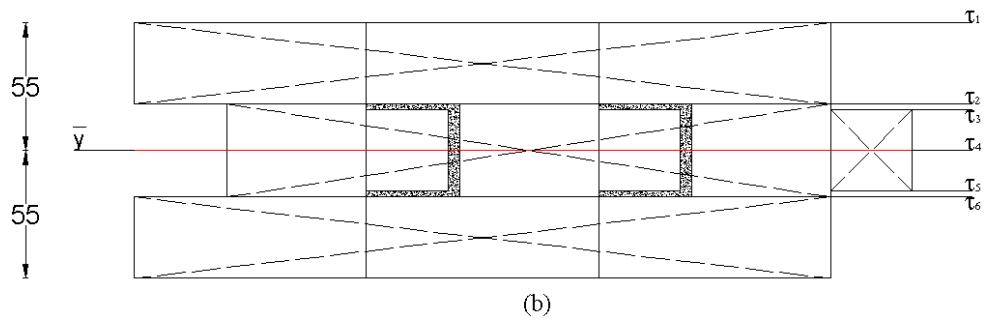
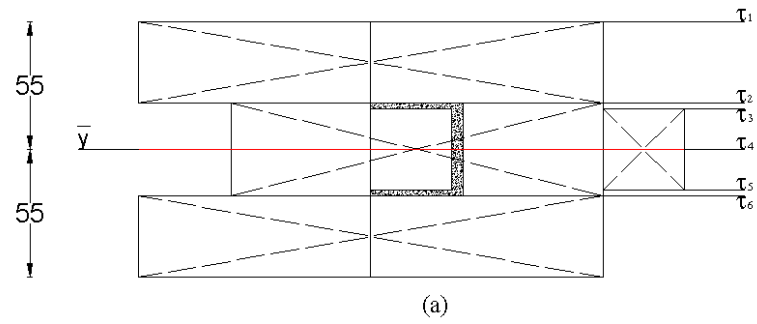
(Lanjutan) Tabel 5.25 Perhitungan Momen Inersia Benda Uji I2SO, I2TO dan I3TO

i	dy_i² (mm)	A_i.dy_i² (mm³)	I_{xi} (mm⁴)	I_{xx} (mm⁴)
1	1406,3	4921875	5279166,667	11003385,417
2	0	0	320000	
3	0	0	125052,083	
4	1406,3	4921875	5279166,667	

Tabel 5.26 Perhitungan Garis Netral (\bar{y}) Benda Uji I2SO, I2TO dan I3TO

i	b (mm)	h (mm)	A_i (mm²)	y_i (mm)	A_iy_i (mm³)	\bar{y} (mm)
1	310	35	10850	92,5	1003625	55,00
2	270	40	10800	55	594000	
3	35	35	1225	55	67375	
4	310	35	10850	17,5	189875	
			33725		1854875	

Letak/jarak garis netral (\bar{y}) dan titik tinjauan tegangan (τ) benda uji I2SO, I2TO dan I3TO dapat dilihat pada Gambar 5.3.



Gambar 5.3 Letak \bar{y} dan Tinjauan τ , (a) Benda Uji 2 Susun, (b) Benda Uji 3 Susun

Tabel 5.27 Perhitungan Tegangan Geser (τ) Benda Uji I2SO

Benda uji	Tinjauan	V (N)	Ai (mm ²)	Q (mm ³)	b (mm)	τ (MPa)		
I2SO-1	1-1	916,115	0	0	205	0		
	2-2		7175	269062,5	205	0,055		
					165	0,068		
	3-3		412,5	276796,875	165	0,070		
					200	0,058		
	4-4		7175	269062,5	200	0,064		
							3300	33000
							612,5	5359,375
	5-5		412,5	276796,875	200	0,058		
					165	0,070		
	6-6		7175	269062,5	165	0,068		
					205	0,055		
I2SO-2	1-1	1119,760	0	0	205	0		
	2-2		7175	269062,5	205	0,067		
					165	0,083		
	3-3		412,5	276796,875	165	0,085		
					200	0,070		
	4-4		7175	269062,5	200	0,078		
							3300	33000
							612,5	5359,375
	5-5		412,5	276796,875	200	0,070		
					165	0,085		
	6-6		7175	269062,5	165	0,083		
					205	0,067		
I2SO-3	1-1	766,115	0	0	205	0		
	2-2		7175	269062,5	205	0,046		
					165	0,057		
	3-3		412,5	276796,875	165	0,058		
					200	0,048		
	4-4		7175	269062,5	200	0,054		
							3300	33000
							612,5	5359,375
	5-5		412,5	276796,875	200	0,048		
					165	0,058		
	6-6		7175	269062,5	165	0,057		
					205	0,046		

Tabel 5.28 Perhitungan Tegangan Geser (τ) Benda Uji I2TO

Benda uji	Tinjauan	V (N)	A _i (mm ²)	Q (mm ³)	b (mm)	τ (MPa)				
I2TO-1	1-1	1857,780	0	0	205	0				
	2-2		7175	269062,5	205	0,111				
					165	0,138				
	3-3		412,5	276796,875	165	0,142				
					200	0,117				
	4-4		7175	269062,5	3300	33000	200	0,130		
									612,5	5359,375
	5-5		412,5	276796,875	200	165	0,117			
							0,142			
6-6	7175	269062,5	165	205	0,138					
					0,111					
I2TO-2	1-1	2423,930	0	0	205	0				
	2-2		7175	269062,5	205	0,145				
					165	0,180				
	3-3		412,5	276796,875	165	0,185				
					200	0,152				
	4-4		7175	269062,5	3300	33000	200	0,169		
									612,5	5359,375
	5-5		412,5	276796,875	200	165	0,152			
							0,185			
6-6	7175	269062,5	165	205	0,180					
					0,145					
I2TO-3	1-1	2382,780	0	0	205	0				
	2-2		7175	269062,5	205	0,142				
					165	0,177				
	3-3		412,5	276796,875	165	0,182				
					200	0,150				
	4-4		7175	269062,5	3300	33000	200	0,166		
									612,5	5359,375
	5-5		412,5	276796,875	200	165	0,150			
							0,182			
6-6	7175	269062,5	165	205	0,177					
					0,142					

Tabel 5.29 Perhitungan Tegangan Geser (τ) Benda Uji I3TO

Benda uji	Tinjauan	V (N)	Ai (mm ²)	Q (mm ³)	b (mm)	τ (MPa)
I3TO-1	1-1	3101,010	0	0	310	0
	2-2		10850	406875	310	0,123
					270	0,142
	3-3		675	419531,250	270	0,146
					305	0,129
	4-4		10850	406875	305	0,144
612,5		5359,375				
5-5	675	419531,250	305	0,129		
			270	0,146		
6-6	10850	406875	270	0,142		
			310	0,123		
I3TO-2	1-1	3700,490	0	0	310	0
	2-2		10850	406875	310	0,147
					270	0,169
	3-3		675	419531,250	270	0,174
					305	0,154
	4-4		10850	406875	305	0,171
612,5		5359,375				
5-5	675	419531,250	305	0,154		
			270	0,174		
6-6	10850	406875	270	0,169		
			310	0,147		
I3TO-3	1-1	3705,180	0	0	310	0
	2-2		10850	406875	310	0,147
					270	0,169
	3-3		675	419531,250	270	0,174
					305	0,154
	4-4		10850	406875	305	0,172
612,5		5359,375				
5-5	675	419531,250	305	0,154		
			270	0,174		
6-6	10850	406875	270	0,169		
			310	0,147		

Tabel 5.30 Hasil Perhitungan Tegangan Geser Maksimum (τ_{maks}) Pengujian *out of plane*

Benda uji	Tinjauan	τ_{maks} (MPa)	τ_{rerata} (MPa)
I2SO-1	3-3 dan 5-5	0,070	0,071
I2SO-2		0,085	
I2SO-3		0,058	
I2TO-1		0,142	0,170
I2TO-2		0,185	
I2TO-3		0,182	
I3TO-1		0,146	0,167
I3TO-2		0,174	
I3TO-3		0,174	

Dengan nilai momen inersia dan letak garis netral (\bar{y}) masing-masing benda uji sudah diketahui, maka perhitungan tegangan lentur (σ) dapat dilakukan seperti pada tabel 5.31 berikut.

Tabel 5.31 Hasil Perhitungan Tegangan Lentur (σ) Pengujian *out of plane*

Benda uji	P (N)	L (mm)	M (Nmm)	σ (MPa)	σ_{rerata} (MPa)
I2SO-1	1832,230	720	329801,324	0,824	0,840
I2SO-2	2239,520		403113,524	1,007	
I2SO-3	1532,230		275801,324	0,689	
I2TO-1	3715,560		668800,724	1,671	1,999
I2TO-2	4847,860		872614,724	2,181	
I2TO-3	4765,560		857800,724	2,144	
I3TO-1	6202,020		1116363,524	1,860	2,101
I3TO-2	7400,980		1332176,324	2,220	
I3TO-3	7410,360		1333864,724	2,222	

Dari hasil pengujian tersebut didapat nilai tegangan geser maksimum (τ_{maks}) sebesar 0,185 MPa pada benda uji I2TO-2 pada tinjauan 3-3 dan 5-5, sedangkan rerata tegangan geser (τ_{rerata}) sebesar 0,170 MPa pada variasi benda uji I2TO. Nilai tegangan lentur maksimum (σ_{maks}) sebesar 2,222 MPa pada benda uji I3TO-1, dengan rerata tegangan lentur (σ_{rerata}) sebesar 2,101 MPa pada variasi benda uji I3TO.

5.5 Pembahasan

5.5.1 Kuat Tekan Mortar

Pada pengujian kuat tekan mortar instan diperoleh nilai kuat tekan tertinggi sebesar 2,783 MPa, sedangkan kuat tekan rerata yaitu 2,509 MPa. Hal ini menunjukkan bahwa mortar instan “STAR MORTAR M-811” dapat digunakan sebagai bahan perekat (siar) antar batako-kait karena sudah sesuai dengan persyaratan yang ada pada SNI 03-6882-2002. Mortar instan yang digunakan termasuk mortar tipe O, karena nilai kuat tekan reratanya lebih dari 2,4 MPa pada umur 28 hari, sedangkan mortar instan memiliki nilai kuat tekan rerata 2,509 MPa pada umur 14 hari.

Mortar instan dipilih karena memiliki butiran (bubuk mortar) yang sangat lembut, sehingga adonan yang dihasilkan halus. Hal ini mempengaruhi proses pemasangan dinding pasangan batako-kait sehingga jauh lebih mudah. Sedangkan mortar campuran semen dan abu batu menghasilkan adonan yang kasar dan terlalu cepat mengering, sehingga menyulitkan proses pemasangan dinding pasangan batako-kait.

5.5.2 Penelitian Unit Batako-Kait

1. Kuat tekan material batako-kait

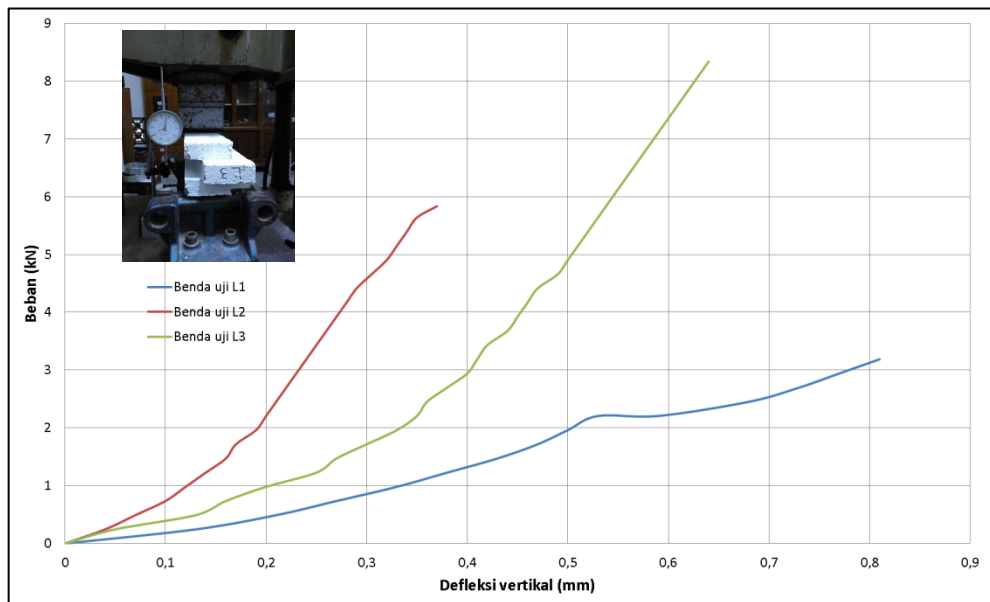
Batako-kait campuran 1pc : 8ps : 1abu batu memiliki nilai kuat tekan tertinggi sebesar 5,886 MPa ($60,005 \text{ kgf/cm}^2$) dengan kuat tekan rerata 5,182 MPa ($52,829 \text{ kgf/cm}^2$). Hal ini menunjukkan bahwa batako-kait campuran abu batu termasuk klasifikasi batu cetak beton kelas C sesuai dengan persyaratan PUBI-1982. Batu cetak beton kelas C digunakan untuk pemakaian pada bagian dalam bangunan yang tidak memikul beban.

Batako-kait campuran 1pc : 8ps memiliki nilai kuat tekan yang lebih baik, dengan nilai kuat tekan tertinggi sebesar 13,569 MPa ($138,317 \text{ kgf/cm}^2$) dan kuat tekan rerata 13,272 MPa ($135,288 \text{ kgf/cm}^2$). Batako-kait jenis ini termasuk klasifikasi batu cetak beton kelas A sesuai dengan persyaratan PUBI-1982. Batu cetak beton kelas A digunakan untuk pemakaian pada bagian luar bangunan baik yang memikul beban maupun tidak memikul beban.

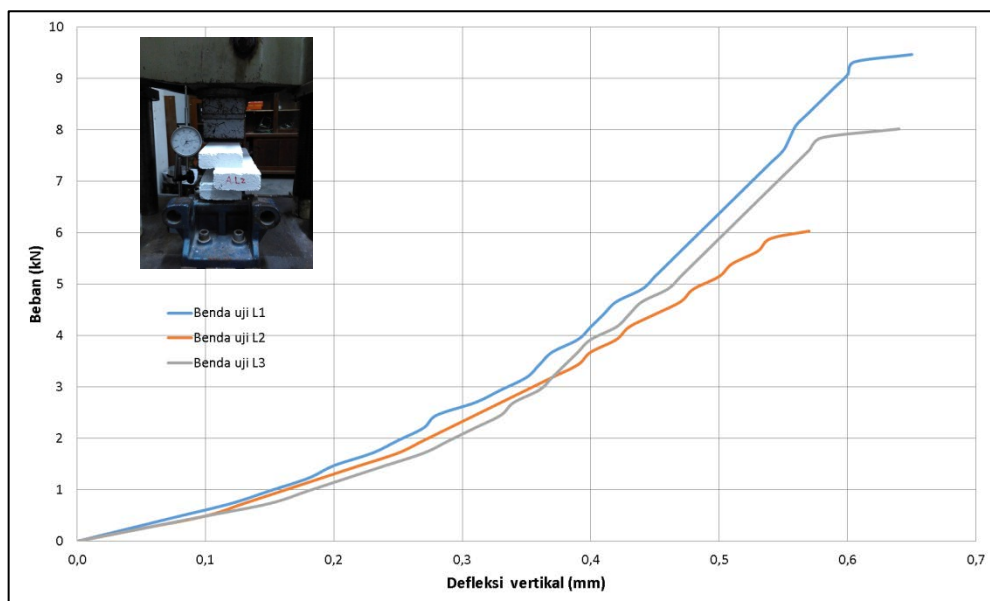
Dari analisis yang telah dilakukan, didapat berat volume abu batu sebesar $1,596 \text{ gr/cm}^3$, sedangkan berat volume pasir yaitu $1,611 \text{ gr/cm}^3$. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat kepadatan abu batu lebih rendah dibanding pasir, sehingga penambahan abu batu mempengaruhi tingkat kepadatan batako-kait. Disamping itu, abu batu yang dicampurkan pada batako-kait dapat menyerap air lebih cepat, sehingga semen tidak dapat mengikat pasir dengan baik dan batako-kait menjadi tidak padat. Hal ini terbukti ketika dilakukan perawatan berupa penyiraman, batako-kait dengan campuran abu batu lebih cepat mengering dibanding batako-kait yang tidak menggunakan campuran abu batu. Peristiwa tersebut dapat disebabkan karena FAS yang tidak optimum pada batako-kait campuran abu batu.

2. Kuat geser-lentur tegak lurus bidang

Hasil pengujian benda uji unit batako-kait campuran 1pc : 8ps : 1abu batu didapatkan nilai tegangan lentur tertinggi pada benda uji GLT3 sebesar 1,630 MPa dengan beban maksimum 8338,50 N dan tegangan lentur rerata 1,325 MPa. Hasil pengujian benda uji unit batako-kait campuran 1pc : 8ps didapatkan nilai tegangan lentur tertinggi pada benda uji GLT1 sebesar 3,530 MPa dengan beban maksimum 9466,65 N dan tegangan lentur rerata 2,960 MPa. Nilai tegangan lentur rerata unit batako-kait campuran 1pc : 8ps : 1abu batu mengalami penurunan sebesar 55,236% dari unit batako-kait campuran 1pc : 8ps. Dari pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa tegangan lentur lebih berperan dalam menahan beban yang diterima oleh batako-kait. Hal tersebut dapat dilihat dari nilai tegangan lentur yang terjadi jauh lebih tinggi dibanding nilai tegangan geser. Kerusakan yang terjadi pada benda uji merupakan kerusakan/kegagalan akibat lentur, karena benda uji mengalami patah tepat pada bagian tengah bentang. Perbandingan karakteristik antara batako-kait campuran 1pc : 8ps : 1abu batu dengan batako-kait campuran 1pc : 8ps dapat dilihat pada Gambar 5.4 dan Gambar 5.5 berikut.



Gambar 5.4 Grafik Kuat Geser-Lentur Tegak Lurus Bidang Unit Batako-Kait Campuran 1pc : 8ps : 1abu batu



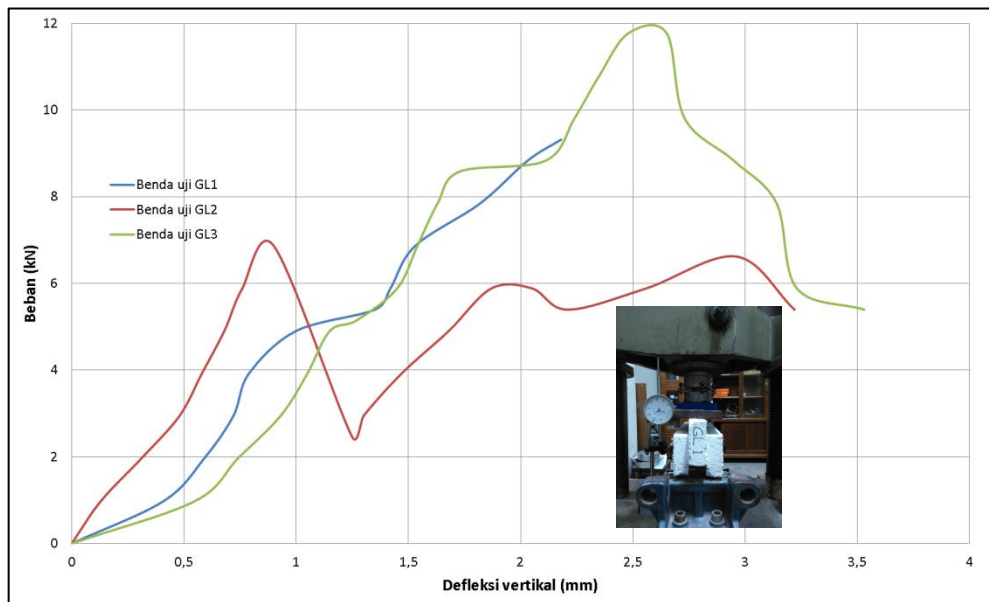
Gambar 5.5 Grafik Kuat Geser-Lentur Tegak Lurus Bidang Unit Batako-Kait Campuran 1pc : 8ps

Dari perbandingan grafik tersebut dapat disimpulkan bahwa kedua jenis batako-kait memiliki karakteristik kuat lentur yang cenderung sama. Hal ini terlihat dari defleksi yang terjadi semakin besar seiring dengan pembebanan yang semakin

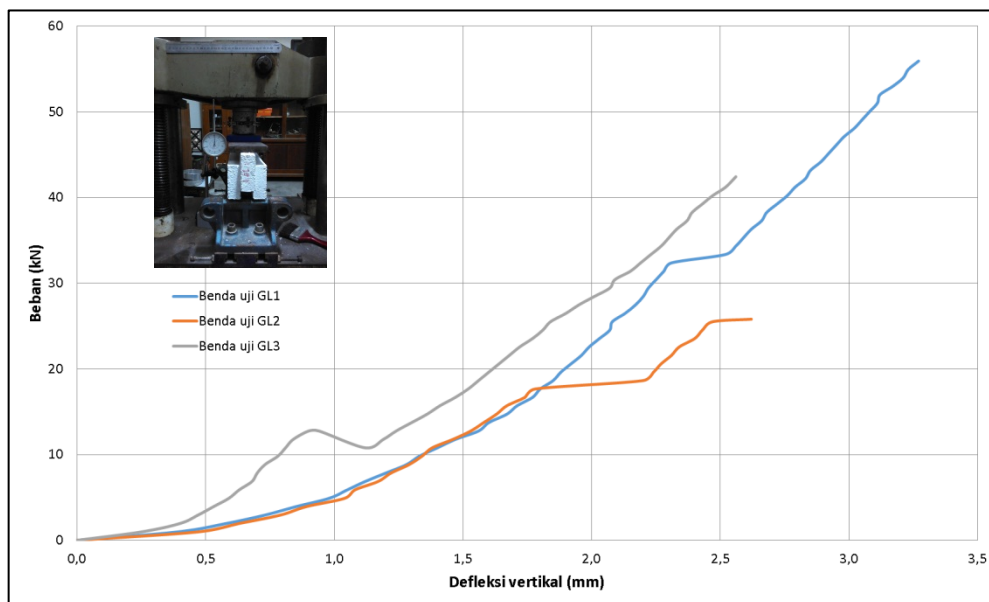
besar pula. Pada benda uji unit batako-kait campuran 1pc : 8ps : 1abu batu, ketika beban yang diberikan telah mencapai nilai maksimumnya maka benda uji akan langsung patah/hancur. Tetapi pada benda uji unit batako-kait campuran 1pc : 8ps, ketika beban yang diberikan akan mencapai nilai maksimumnya (benda uji akan patah/hancur), defleksi yang terjadi bertambah dengan lebih cepat pada beban yang cenderung tetap (sama). Hal ini menunjukkan bahwa unit batako-kait campuran biasa akan memberikan tanda (*warning*) sebelum terjadinya patah/hancur.

3. Kuat geser

Pengujian kuat geser merupakan konsep pemodelan untuk menggambarkan beban-beban yang akan diterima unit batako-kait ketika disusun menjadi dinding pasangan. Oleh karena itu kuat geser dibedakan menjadi 3 jenis pengujian, yaitu kuat geser-lentur searah bidang, kuat geser-murni dan kuat geser-vertikal. Pada kuat geser-lentur searah bidang, hasil perhitungan benda uji unit batako-kait campuran 1pc : 8ps : 1abu batu didapatkan nilai tegangan geser tertinggi pada benda uji GLS3 sebesar 0,954 MPa dengan beban maksimum 11772 N dan tegangan geser rerata 0,746 MPa. Hasil pengujian benda uji unit batako-kait campuran 1pc : 8ps didapatkan nilai tegangan geser tertinggi pada benda uji GLS1 sebesar 4,417 MPa dengan beban maksimum 55917 N dan tegangan geser rerata 3,284 MPa. Nilai tegangan geser rerata unit batako-kait campuran 1pc : 8ps : 1abu batu mengalami penurunan sebesar 77,283% dari unit batako-kait campuran 1pc : 8ps. Tetapi hasil dari analisis menunjukkan bahwa tegangan lentur yang terjadi jauh lebih besar dibandingkan dengan tegangan geser. Begitu pula dengan kerusakan yang terjadi, kerusakan benda uji tidak terjadi pada bidang gesernya melainkan pada bagian badan batako-kait. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pada pengujian geser-lentur searah bidang, batako-kait mengalami kegagalan/kerusakan akibat gaya lentur yang terjadi, bukan akibat gaya geser. Perbandingan karakteristik kedua jenis batako-kait dapat dilihat pada Gambar 5.6 dan Gambar 5.7 berikut.



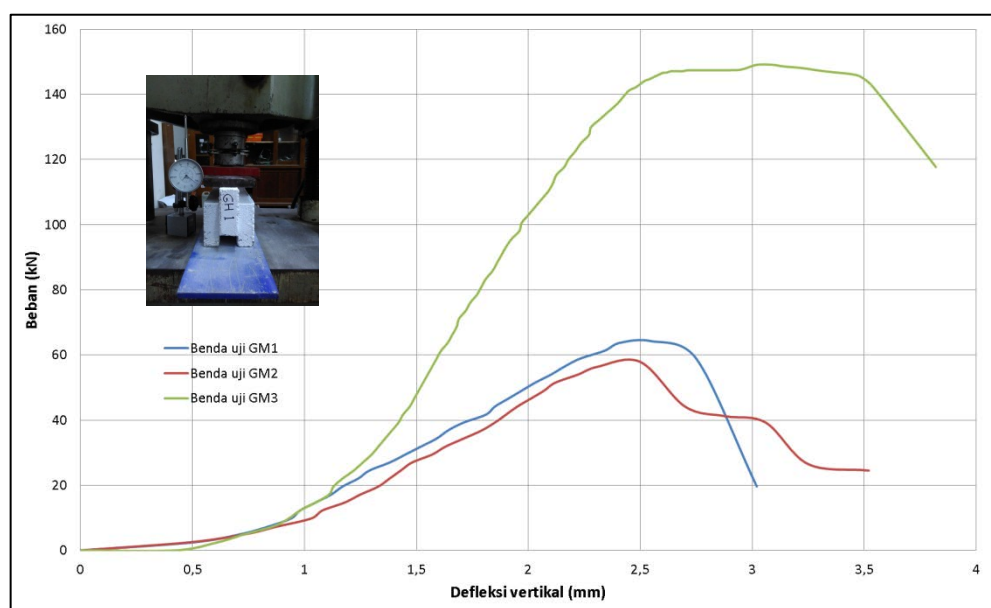
Gambar 5.6 Grafik Kuat Geser-Lentur Searah Bidang Unit Batako-Kait Campuran 1pc : 8ps : 1abu batu



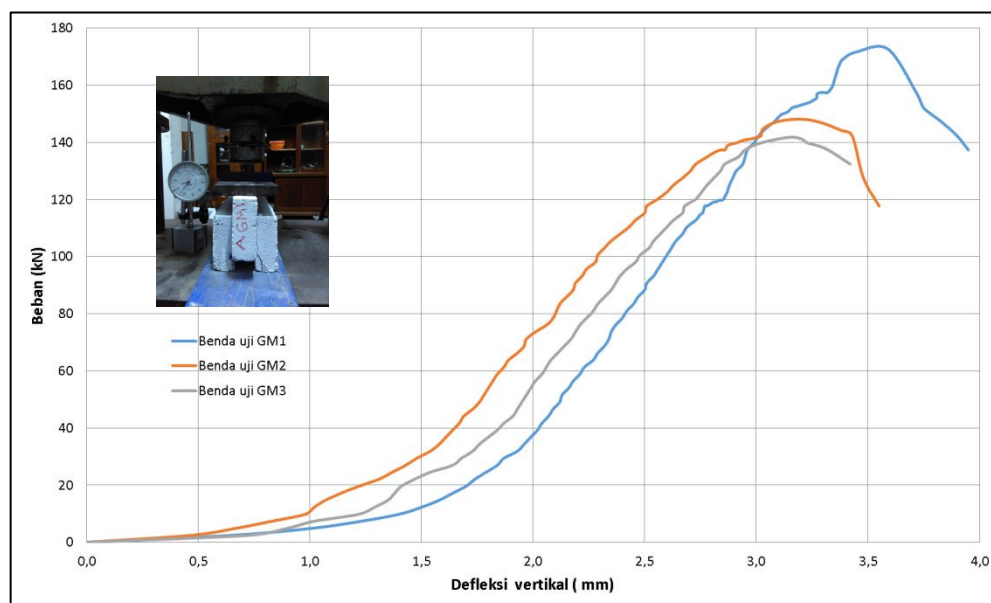
Gambar 5.7 Grafik Kuat Geser-Lentur Searah Bidang Unit Batako-Kait Campuran 1pc : 8ps

Pada pengujian kuat geser-murni, hasil perhitungan benda uji unit batako-kait campuran 1pc : 8ps : 1abu batu didapatkan nilai kuat geser-murni tertinggi pada benda uji GM3 sebesar 3,429 MPa dengan beban maksimum 149112 N dan kuat geser-murni rerata 2,086 MPa. Hasil pengujian benda uji unit batako-kait

campuran 1pc : 8ps didapatkan nilai kuat geser-murni tertinggi pada benda uji GM1 sebesar 3,938 MPa dengan beban maksimum 172656 N dan kuat geser-murni rerata 3,481 MPa. Nilai kuat geser-murni rerata unit batako-kait campuran 1pc : 8ps : 1abu batu mengalami penurunan sebesar 40,075% dari unit batako-kait campuran 1pc : 8ps. Perbandingan karakteristik antara batako-kait campuran 1pc : 8ps : 1abu batu dengan batako-kait campuran 1pc : 8ps dapat dilihat pada Gambar 5.8 dan Gambar 5.9 berikut.

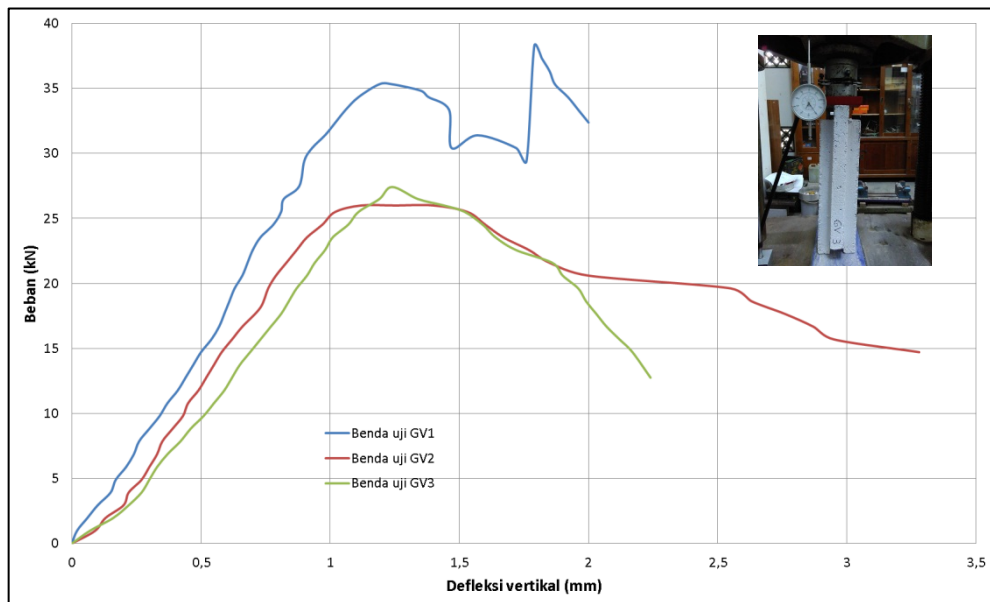


Gambar 5.8 Grafik Kuat Geser-Murni Unit Batako-Kait Campuran 1pc : 8ps : 1abu batu

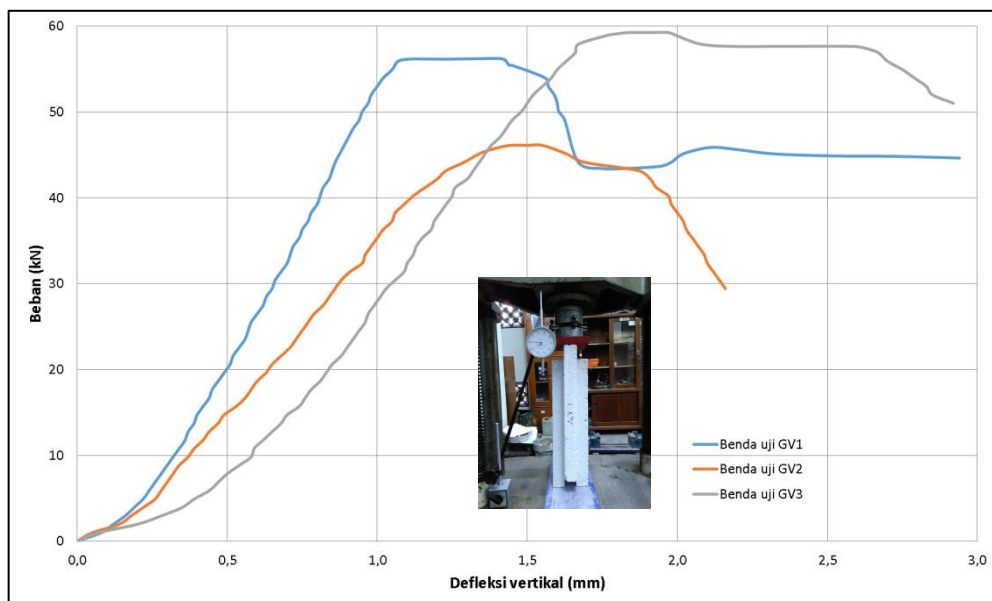


Gambar 5.9 Grafik Kuat Geser-Murni Unit Batako-Kait Campuran 1pc : 8ps

Pada pengujian kuat geser-vertikal, hasil perhitungan benda uji unit batako-kait campuran 1pc : 8ps : 1abu batu didapatkan nilai kuat geser-vertikal tertinggi pada benda uji GV1 sebesar 0,876 MPa dengan beban maksimum 38259 N dan kuat geser-vertikal rerata 0,705 MPa. Hasil pengujian benda uji unit batako-kait campuran 1pc : 8ps didapatkan nilai kuat geser-vertikal tertinggi pada benda uji GV3 sebesar 1,321 MPa dengan beban maksimum 59252 N dan kuat geser-vertikal rerata 1,208 MPa. Nilai kuat geser-vertikal rerata unit batako-kait campuran 1pc : 8ps : 1abu batu mengalami penurunan sebesar 41,639% dari unit batako-kait campuran 1pc : 8ps. Perbandingan karakteristik antara batako-kait campuran 1pc : 8ps : 1abu batu dengan batako-kait campuran 1pc : 8ps dapat dilihat pada Gambar 5.10 dan Gambar 5.11 berikut.



**Gambar 5.10 Grafik Kuat Geser-Vertikal Unit Batako-Kait Campuran 1pc :
8ps : labu batu**



**Gambar 5.11 Grafik Kuat Geser-Vertikal Unit Batako-Kait Campuran 1pc :
8ps**

Dari pengujian geser unit batako-kait yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa karakteristik kedua jenis batako-kait hampir sama, defleksi batako-kait bertambah besar seiring dengan bertambahnya beban yang diterima benda uji. Dari grafik kuat geser-murni dan kuat geser-vertikal dapat dilihat

bahwa kedua jenis batako-kait memiliki kekuatan optimum, hal ini berarti ketika batako-kait telah mencapai kekuatan maksimumnya, maka secara perlahan kekuatannya akan menurun hingga batako-kait tersebut rusak (tidak dapat menahan beban). Sedangkan pada pengujian geser-lentur searah bidang karakteristik kedua jenis batako-kait sedikit berbeda. Hal ini terlihat dari grafik yang dihasilkan, unit batako-kait campuran 1pc : 8ps akan langsung mengalami kerusakan (hancur) ketika sudah mencapai kekuatan maksimumnya (beban maksimum), sedangkan unit batako-kait campuran 1pc : 8ps : 1abu batu memiliki kekuatan optimum, hal ini berarti batako-kait masih dapat menahan beban walaupun sudah terjadi keretakan (*first crack*) pada benda uji.

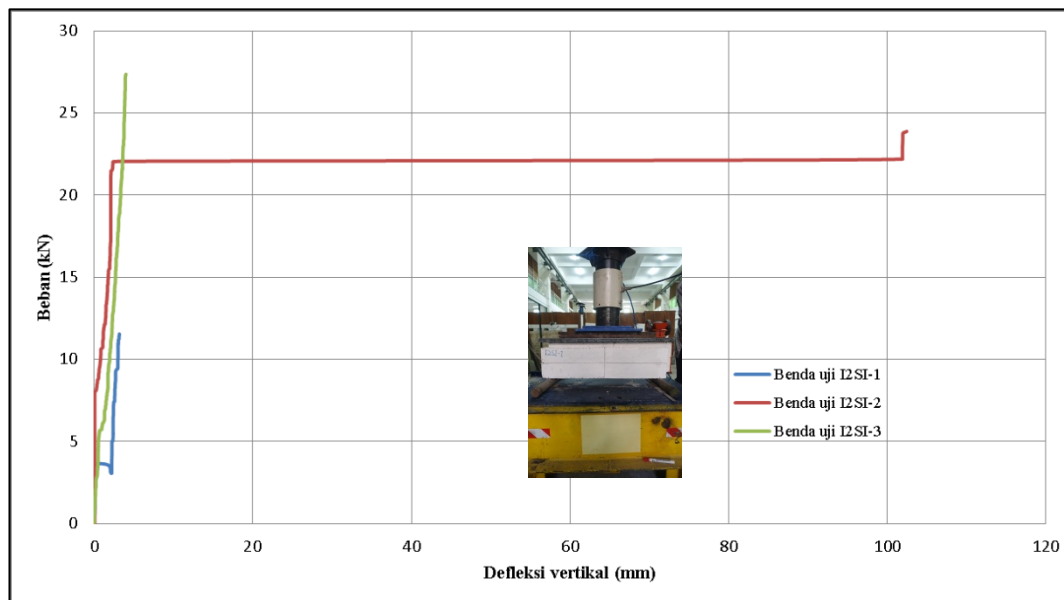
Batako-kait dengan penambahan abu batu memiliki kekuatan yang lebih rendah dibandingkan batako-kait campuran 1pc : 8ps. Tetapi batako-kait campuran 1pc : 8ps : 1abu batu memiliki berat rerata tiap unit yang lebih rendah, yaitu 8665 gram. Sedangkan batako-kait campuran 1pc : 8ps memiliki berat rerata tiap unit sebesar 9200 gram. Berat batako-kait yang lebih rendah dapat mengurangi beban struktur ketika batako-kait disusun menjadi dinding. Berat struktur (dinding) yang terdiri dari batako-kait campuran 1pc : 8ps : 1abu batu lebih rendah dibandingkan dengan struktur batako-kait campuran 1pc : 8ps. Berat unit batako-kait juga berpengaruh terhadap kemudahannya ketika disusun menjadi dinding. Semakin ringan unit batako-kait, maka semakin mudah pengerjaan dinding.

5.5.3 Penelitian Unit Dinding Pasangan Batako-Kait

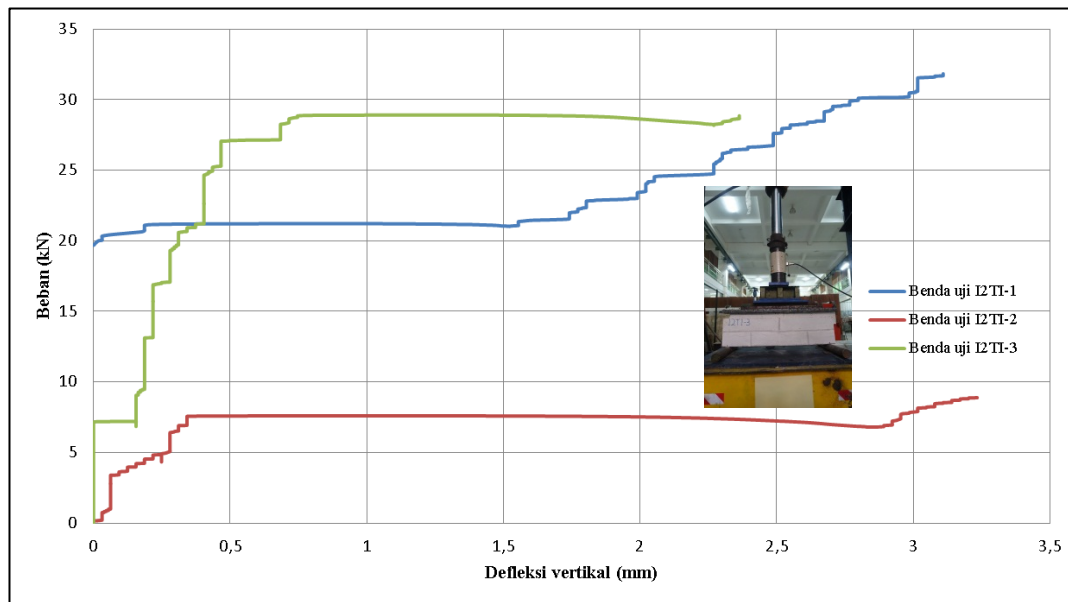
Pengujian unit dinding pasangan batako-kait dibedakan berdasarkan tipe pembebanannya, yaitu pembebanan searah bidang dinding (*in plane*) dan pembebanan tegak lurus bidang dinding (*out of plane*). Variasi tipe pembebanan bertujuan untuk mengetahui kekuatan kait (*interlocking*) pada seluruh sisi batako-kait ketika disusun menjadi dinding pasangan. Sehingga dapat diketahui apakah *interlocking* pada batako-kait dapat berfungsi dengan baik, dan seberapa besar kekuatannya dalam menahan beban.

1. Pembebanan searah bidang dinding (*in plane*)

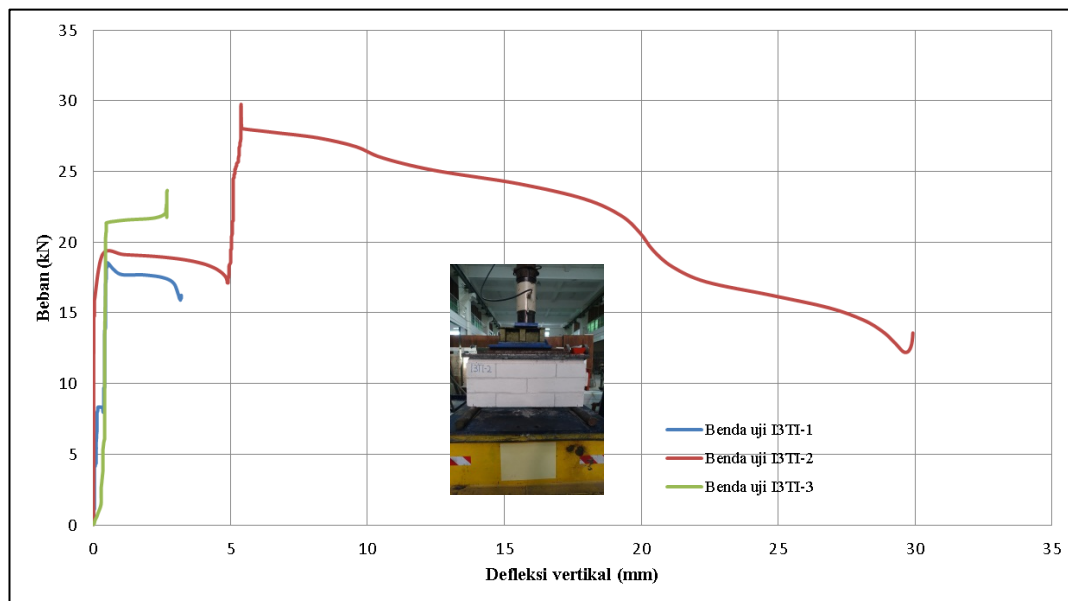
Hasil perhitungan pengujian *interlocking in plane* unit dinding pasangan batako-kait campuran 1pc : 8ps : 1abu batu diperoleh bahwa susunan yang paling baik dalam menahan tegangan geser yaitu pada variasi benda uji I3TI, dengan nilai tegangan geser maksimum pada benda uji I3TI-2 sebesar 4,958 MPa dengan beban maksimum 31829,578 N dan tegangan geser rerata variasi benda uji I3TI 4,008 MPa. Sedangkan variasi I2TI merupakan susunan yang paling baik dalam menahan tegangan lentur pada pembebanan *in pane*. Dengan nilai tegangan lentur maksimum pada benda uji I2TI-1 sebesar 28,985 MPa dan tegangan lentur rerata 21,294 MPa. Karakteristik unit dinding pasangan batako-kait campuran 1pc : 8ps : 1abu batu dapat dilihat pada Gambar 5.12-5.14 berikut.



Gambar 5.12 Grafik Kuat Tekan (*Interlocking*) Unit Dinding Pasangan Batako-Kait Campuran 1pc : 8ps : 1abu batu 2 Lapisan Siar Tegak Segaris



Gambar 5.13 Grafik Kuat Tekan (*Interlocking*) Unit Dinding Pasangan Batako-Kait Campuran 1pc : 8ps : 1abu batu 2 Lapisan Siar Tegak Tidak Segaris



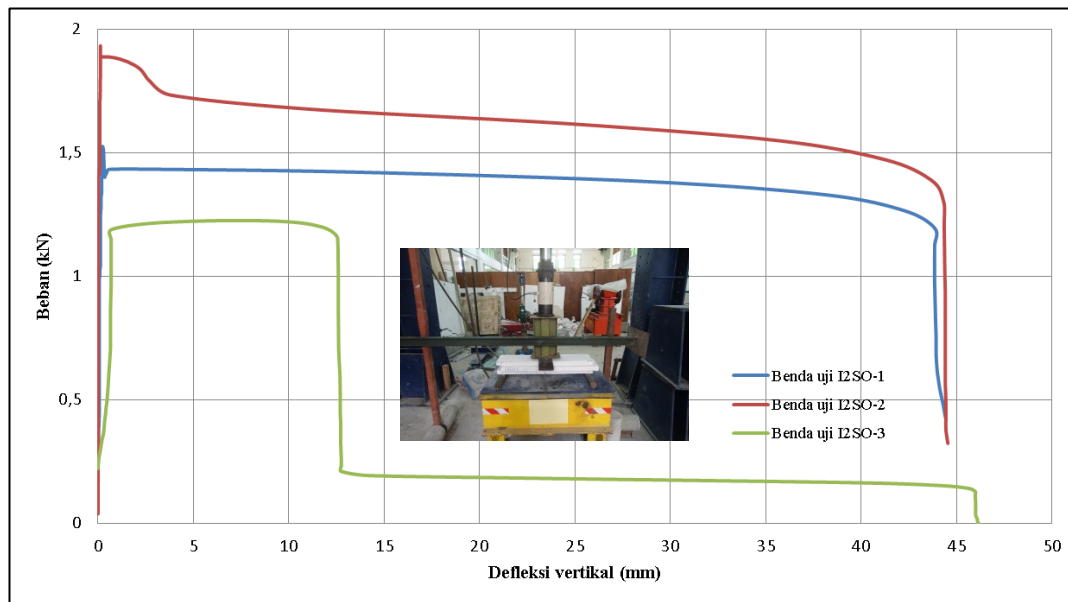
Gambar 5.14 Grafik Kuat Tekan (*Interlocking*) Unit Dinding Pasangan Batako-Kait Campuran 1pc : 8ps : 1abu batu 3 Lapisan Siar Tegak Tidak Segaris

Berdasarkan grafik *interlocking* dapat dilihat bahwa benda uji 2 lapisan dengan variasi siar tegak segaris dan siar tegak tidak segaris akan langsung mengalami kerusakan ketika kekuatan (beban) maksimumnya sudah tercapai.

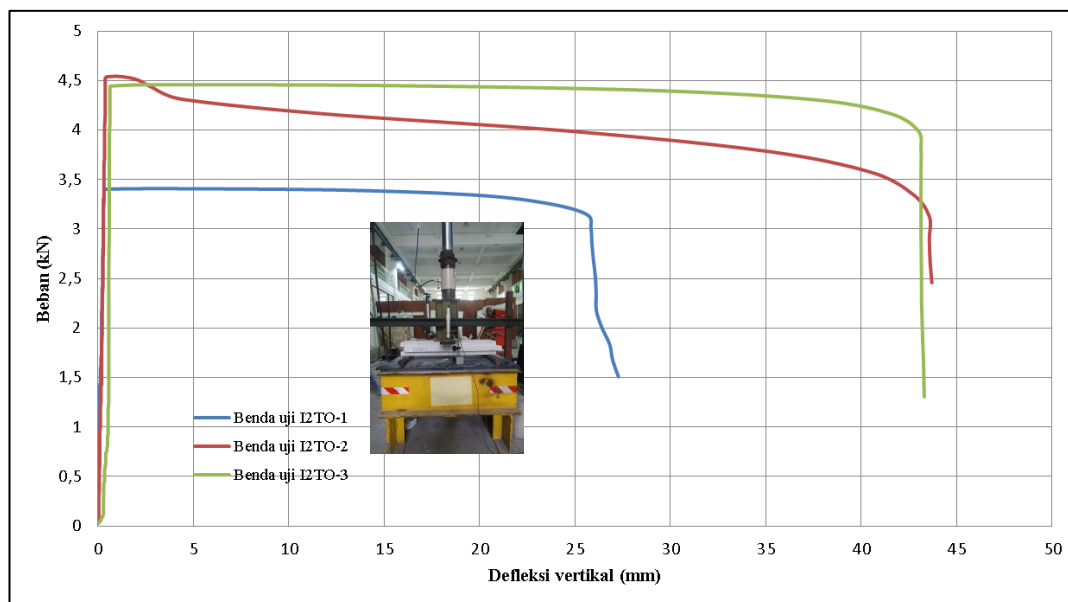
Benda uji 3 lapisan dengan variasi siar tegak tidak segaris masih bisa menahan beban walaupun kekuatannya sudah terlampaui. Dari pengujian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa benda uji dengan variasi siar tegak tidak segaris memiliki kekuatan *interlocking* yang lebih baik dalam menahan beban *in plane*. Kerusakan/kegagalan benda uji terjadi akibat gaya lentur, terlihat dari kerusakan yang terjadi pada benda uji terletak pada bagian badan (sambungan), bukan pada bidang gesernya. Unit dinding pasangan batako-kait campuran 1pc : 8ps : 1abu batu memiliki kuat *interlocking* rerata (τ_{rerata}) pada benda uji variasi I2TI sebesar 2,693 MPa, sedangkan benda uji variasi I3TI sebesar 4,008 MPa, dari data tersebut dapat diketahui bahwa kekuatan *interlocking* benda uji I3TI mengalami kenaikan sebesar 32,809% dari benda uji I2TI.

2. Pembebanan tegak lurus bidang dinding (*out of plane*)

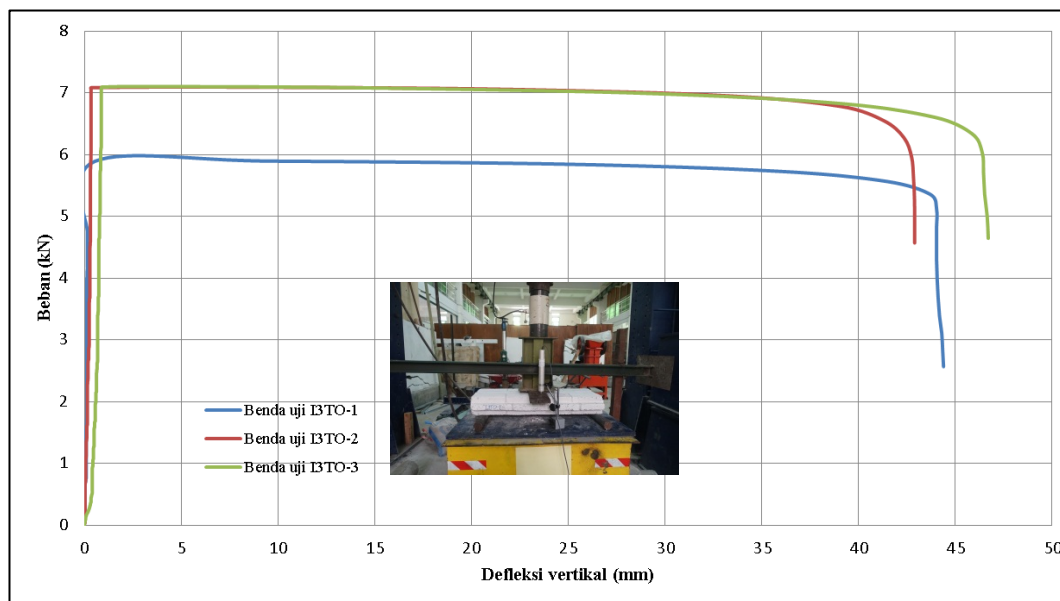
Hasil perhitungan pengujian *interlocking out of plane* unit dinding pasangan batako-kait campuran 1pc : 8ps : 1abu batu didapatkan bahwa susunan yang memiliki nilai tegangan lentur yang paling baik yaitu pada variasi benda uji I3TO, dengan nilai tegangan lentur maksimum (σ_{maks}) pada benda uji I3TO-3 sebesar 2,222 MPa dengan beban maksimum 7099,938 N dan tegangan lentur rerata (σ_{rerata}) variasi benda uji I3TO 2,101 MPa. Nilai tegangan geser maksimum (τ_{maks}) pembebanan *out of plane* yaitu pada benda uji I2TO-2 sebesar 0,185 MPa dan tegangan geser rerata (τ_{rerata}) benda uji I2TO sebesar 0,170 MPa. Karakteristik unit dinding pasangan batako-kait campuran 1pc : 8ps : 1abu batu dapat dilihat pada Gambar 5.15-5.17 berikut.



Gambar 5.15 Grafik Kuat Tekan (*Interlocking*) Unit Dinding Pasangan Batako-Kait Campuran 1pc : 8ps : 1abu batu 2 Lapisan Siar Tegak Segaris



Gambar 5.16 Grafik Kuat Tekan (*Interlocking*) Unit Dinding Pasangan Batako-Kait Campuran 1pc : 8ps : 1abu batu 2 Lapisan Siar Tegak Tidak Segaris



Gambar 5.17 Grafik Kuat Tekan (*Interlocking*) Unit Dinding Pasangan Batako-Kait Campuran 1pc : 8ps : 1abu batu 3 Lapisan Siar Tegak Tidak Segaris

Berdasarkan grafik *interlocking* dapat dilihat bahwa semua benda uji unit dinding pasangan batako-kait campuran 1pc : 8ps : 1abu batu memiliki karakteristik yang sama (tipikal) dalam menahan beban *out of plane*. Beban yang dapat ditahan mengalami kenaikan yang signifikan tetapi defleksi yang terjadi sangat kecil. Ketika beban yang diterima benda uji sudah maksimum, maka kekuatannya akan menurun dan defleksi yang terjadi bertambah dengan cepat. Hal ini terjadi karena pengaruh kait (*interlocking*) yang terdapat pada keempat sisi unit batako-kait, sehingga benda uji masih bisa menahan beban walaupun telah mengalami retak pertama (*first crack*). Ketika beban yang diberikan terus ditambah dan defleksi yang terjadi sudah sangat besar, maka pada kondisi tertentu kekuatan benda uji akan menurun drastis hingga benda uji hancur dan tidak dapat menahan beban lagi. Hal ini terlihat pada saat benda uji mengalami defleksi lebih dari 40mm, maka grafiknya mengalami penurunan drastis.

Dari pengujian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa benda uji dengan variasi siar tegak tidak segaris memiliki kekuatan *interlocking* yang lebih baik dalam menahan beban *out of plane*. Unit dinding pasangan batako-kait campuran 1pc : 8ps : 1abu batu memiliki kuat *interlocking* rerata (σ_{rerata}) pada

benda uji variasi I2TO sebesar 1,999 MPa, sedangkan benda uji variasi I3TO sebesar 2,101 MPa, dari data tersebut dapat diketahui bahwa kekuatan *interlocking* benda uji I3TO mengalami kenaikan sebesar 4.855% dari benda uji I2TO.