

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Analisis Bahan

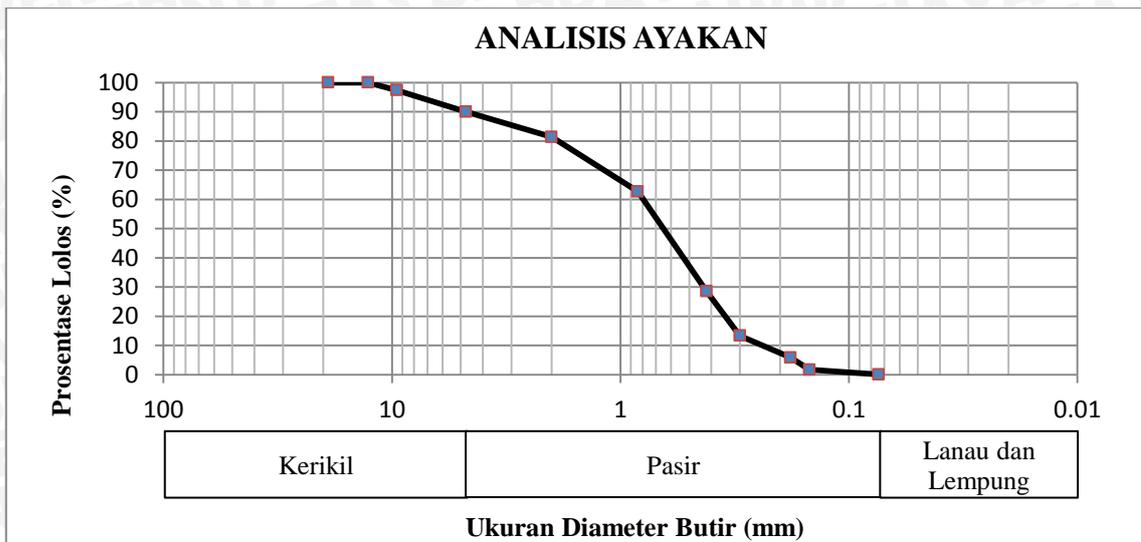
Jenis material tanah yang digunakan pada penelitian ini menggunakan pasir dan kerikil yang berasal dari aliran sungai Brantas Malang. Sebelum pasir dan kerikil digunakan, dilakukan pengujian dasar meliputi analisis ayakan, analisis pemeriksaan berat spesifik (*specific gravity*), uji geser langsung (*direct shear*) dan analisis pemeriksaan kepadatan tanah.

##### 4.1.1. Analisis Ayakan

Pengujian analisis saringan dilakukan untuk mengetahui gradasi atau pembagian ukuran butiran suatu tanah dengan cara mengayak dan menggetarkan contoh tanah melalui satu set ayakan di mana lubang-lubang ayakan tersebut makin kecil secara berurutan. Pengujian dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Universitas Brawijaya dengan menggunakan alat berupa saringan dan alat penggetar. **Tabel 4.1** dan **Gambar 4.1** berikut merupakan hasil pengujian analisis ayakan di laboratorium.

**Tabel 4.1** Hasil Analisis Ayakan

No. Ayakan	D (mm)	Berat Tertahan (gr)	Berat Kumulatif (gr)	Persen Tertahan (%)	Persen Lolos (%)
No. 3/4	19.0	0.0	0.0	0	100
No. 1/2	12.7	0.0	0.0	0	100
No. 3/8	9.52	13.1	13.10	2.629	97.371
No. 4	4.75	36.7	49.80	9.994	90.006
No. 10	2	43.2	93.00	18.663	81.337
No. 20	0.84	92.9	185.90	37.307	62.693
No. 40	0.42	170.0	355.90	71.423	28.577
No. 50	0.3	75.8	431.70	86.635	13.365
No. 80	0.18	37.4	469.10	94.140	5.860
No. 100	0.149	20.7	489.80	98.294	1.706
No. 200	0.074	8.0	497.80	99.900	0.100
PAN		0.5	498.30	100.000	0.000



**Gambar 4.1** Grafik pembagian ukuran tanah

Berdasarkan pengujian yang telah dilaksanakan didapatkan data tanah yang lolos saringan no. 200 sebesar 0,5% di mana berdasarkan klasifikasi U.S.C.S maka tanah tersebut digolongkan sebagai tanah berbutir kasar berjenis SP (*Poorly Graded Sand*) dengan prosentase tanah yang lolos saringan no. 200 kurang dari 5%.

#### 4.1.2. Analisis Berat Spesifik (*Specific Gravity*)

Berat spesifik (*Specific Gravity*) merupakan perbandingan antara berat kering udara suatu sampel tanah dengan berat air dimana berat dan volumenya sama dengan volume sampel tanah pada suhu dan temperatur yang sama. Analisis berat spesifik ini bertujuan untuk menentukan berat spesifik butiran tanah yang lolos saringan no.80 dengan menggunakan labu ukur (*picnometer*). Selanjutnya data yang diperoleh dari percobaan dimasukkan kedalam persamaan berikut (4-1) :

$$GS = \frac{G_t \times W_s}{W_s - W_1 + W_2} \quad (4-1)$$

dimana :

$G_s$  = berat spesifik tanah

$G_t$  = berat jenis air

$W_s$  = berat tanah kering

$W_1$  = berat labu ukur + air + tanah

$W_2$  = berat labu ukur + air

Berdasarkan percobaan yang dilakukan di laboratorium, didapatkan nilai *specific gravity* rata-rata sebesar 2,825 seperti yang ditunjukkan **Tabel 4.2**.

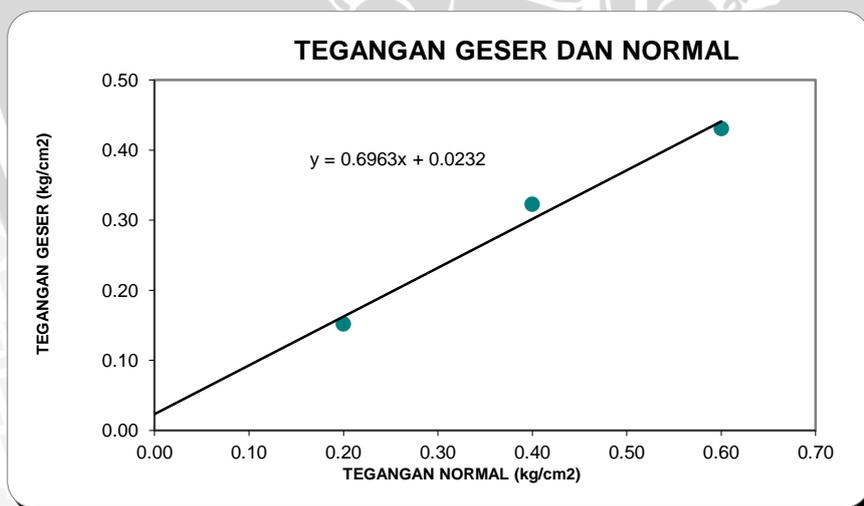
**Tabel 4.2** Berat spesifik rata-rata

Labu ukur	A	B
Berat Spesifik	2,825	2,822
Berat Spesifik rata-rata	2,824	

#### 4.1.3. Analisis Pengujian Geser Langsung (*Direct Shear*)

Pada pengujian geser langsung (*direct shear*) bertujuan untuk menentukan nilai kohesi tanah ( $c$ ) dan nilai sudut geser dalam ( $\phi$ ). Nilai kohesi dan sudut geser didapatkan melalui grafik hubungan antara tegangan geser maksimum ( $\tau$ ) dengan tegangan normal ( $\sigma$ ). Titik-titik yang diperoleh dihubungkan sehingga membentuk garis lurus yang memotong sumbu vertikal pada nilai kohesi ( $c$ ) dan memotong sumbu horizontal dengan membentuk sebuah sudut yang merupakan sudut geser dalam tanah ( $\phi$ ) sesuai dengan persamaan  $\tau = \sigma \tan \phi$ .

Pengujian ini dilakukan sebanyak satu kali setiap lapisan yang berbeda (lapisan 2, 4, dan 6) pada masing-masing dinding bata beton bertulang. Sebagai contoh, hasil pengujian geser langsung pada lapisan dua dinding bercelah 1 cm disajikan pada **Tabel 4.3 (lampiran 2)** dan **Gambar 4.2** sebagai berikut :



**Gambar 4.2** Grafik hubungan tegangan geser dan tegangan normal lapisan 2

Dari pengujian geser langsung setiap lapisan pada masing-masing dinding dapat dilihat pada **Tabel 4.3** berikut ini :

**Tabel 4.3** Nilai-nilai sudut geser dalam

Jarak Celah Dinding	Lapisan	Sudut Geser Dalam ( $\phi$ )	Rata-rata $\phi$
1 cm	2	34.85	33.75
	4	36.05	
	6	30.35	
1,5 cm	2	39.45	34.68
	4	30.35	
	6	34.23	
2 cm	2	34.23	34.43
	4	35.45	
	6	33.61	

Dari tabel tersebut dapat dilihat bahwa nilai sudut geser tergolong kecil. Menurut US Navy, 1982 disebutkan bahwa tanah yang tergolong SP (*poorly-graded clean sands, gravelly sands*) memiliki nilai sudut geser optimum sebesar  $37^\circ$ . Dari hasil penelitian, nilai sudut geser pada lereng pasir + 10% kerikil sebesar  $33,75^\circ$  ;  $34,68^\circ$  dan  $34,43^\circ$  sehingga belum memenuhi syarat optimum tanah SP. Sedangkan menurut Braja M. Das, 1987 disebutkan bahwa untuk tanah granular nilai sudut geser 30-35 termasuk *sands angular grains medium*.

#### 4.2 Material Penyusun Dinding

Sebelum membuat lereng untuk pengujian deformasi lateral dan lolos butiran, dilakukan pembuatan benda uji bata beton bertulang sebagai material penyusun dinding. Pada pembuatan dinding ini menggunakan campuran beton 1:2:2 yang diproduksi secara bertahap setiap harinya. Dalam satu hari produksi menghasilkan 10 unit bata beton bertulang ukuran 1 bata dan 10 unit bata beton bertulang ukuran  $\frac{1}{2}$  bata. Dua unit benda uji diproduksi sebagai parameter nilai kuat tekan bata beton bertulang. Setelah itu, dinding dilakukan pengujian kuat tekan beton yang bertujuan untuk mendapatkan nilai rata-rata kuat tekan ( $f_c'$ ) bata beton bertulang. Dalam penelitian sebelumnya, dimensi benda uji menggunakan spesifikasi silinder diameter 8 cm dan tinggi 16 cm. Data kuat tekan beton disajikan dalam **Tabel 4.4** untuk bata beton bertulang secara keseluruhan dalam waktu 24 hari produksi. Nilai kuat tekan setiap benda uji juga tertera dalam satuan  $\text{kg/cm}^2$ . Pada hari ke-23 benda uji hanya diproduksi satu buah mengingat keterbatasan jumlah semen pada saat produksi.

**Tabel 4.4** Kuat tekan beton penyusun bata beton bertulang (Suprayugo, 2014)

Bata	Silinder	P (kN)	Kuat Tekan (kg/cm <sup>2</sup> )	Berat (kg)	Bata	Silinder	P (kN)	Kuat Tekan (kg/cm <sup>2</sup> )	Berat (kg)
1	a	78	158.24	1.81	13	a	97	196.78	1.92
	b	50	101.43	1.58		b	92	186.64	1.7
2	a	58	117.66	1.68	14	a	96	194.75	1.88
	b	100	202.87	1.88		b	92	186.64	1.66
3	a	35	71.00	1.56	15	a	141	286.04	1.92
	b	40	81.15	1.76		b	123	249.53	1.7
4	a	97	196.78	1.92	16	a	82	166.35	1.92
	b	87	176.49	1.68		b	73	148.09	1.68
5	a	101	204.89	1.74	17	a	116	235.32	1.7
	b	154	312.41	1.92		b	107	217.07	1.9
6	a	106	215.04	1.72	18	a	91	184.61	1.74
	b	115	233.30	1.9		b	87	176.49	1.94
7	a	142	288.07	1.96	19	a	88	178.52	1.68
	b	115	233.30	1.76		b	107	217.07	1.86
8	a	127	257.64	1.92	20	a	68	137.95	1.7
	b	127	257.64	1.72		b	69	139.98	1.9
9	a	140	284.01	1.94	21	a	68	137.95	1.84
	b	121	245.47	1.72		b	66	133.89	1.64
10	a	123	249.53	1.88	22	a	68	137.95	1.86
	b	135	273.87	1.68		b	58	117.66	1.66
11	a	157	318.50	1.9	23	a	134	271.84	1.88
	b	113	229.24	1.7					
12	a	89	180.55	1.88	24	a	96	194.75	1.86
	b	96	194.75	1.7		b	81	164.32	1.68

### 4.3 Pengujian Model Lereng

Pada penelitian ini menggunakan boks dengan ukuran 100cm x 98 cm x 70 cm yang diisi pasir + 10% kerikil dibentuk menjadi lereng. Proses memasukkan pasir dan kerikil ke dalam boks dibagi menjadi 7 lapisan. Ketika memasukkan pasir dan kerikil pada lapisan pertama dilakukan pemadatan dengan menggunakan proctor standar sesuai dengan kepadatan yang diinginkan. Metode pemadatan ini, menggunakan kontrol volume dimana berat pasir dan kerikil sebesar 175,5 kg di setiap lapisan akan dipadatkan sampai mencapai tinggi 10 cm. Setelah memadatkan dengan proctor digunakan alat perata agar lereng padat dengan baik. Pada setiap pembuatan lereng pasir dan kerikil dilakukan pengecekan kepadatan tanah dan kadar air dengan menggunakan *density ring* dan *water content*. Selain itu, pemeriksaan uji geser langsung (*direct shear*) juga dilakukan pada lapisan 2, 4 dan 6. Hal ini dilakukan untuk mengetahui besarnya sudut geser dari lereng tersebut. Setelah tanah lereng dalam boks mencapai 70 cm, didiamkan selama 30 menit yang bertujuan agar tanah melakukan pergeseran pada rongga-rongga yang masih bisa diisi. Selanjutnya lereng pasir kerikil tersebut di berikan beban pondasi selebar 10 cm dimana jarak pondasi terhadap dinding sejauh 10 cm.

Untuk mengetahui bahwa lereng sudah datar dan tidak miring menggunakan *waterpass* yang diletakkan diatas pondasi seperti yang disajikan dalam **Gambar 4.3.1**. Pada pengujian deformasi lateral, dilakukan pemasangan jack dongkrak hidrolik, proving ring dengan kapasitas 5 ton dan LVDT yang bertujuan untuk mengetahui besar deformasi lateral yang terjadi pada dinding seperti yang disajikan dalam **Gambar 4.3.2a** untuk peralatannya sedangkan **Gambar 4.3.2b** proses pembacaan LVDT. Selanjutnya untuk pengujian butiran yang lolos celah menggunakan simulasi hujan. Simulasi hujan menggunakan alat bantu berupa pipa berlubang yang dialiri air sebagai bentuk dari simulasi hujan buatan seperti yang disajikan dalam **Gambar 4.3.3a** untuk pengujian dengan ijuk **Gambar 4.3.3b** untuk pengujian tanpa menggunakan ijuk.



**Gambar 4.3.1** Pemasangan *waterpass*



**Gambar 4.3.2** Pengujian deformasi lateral : (a) alat yang digunakan dalam pengujian ;  
(b) proses pembacaan LVDT



**Gambar 4.3.3** Pengujian butiran yang lolos celah : (a) pengujian dengan menggunakan ijuk ; (b) pengujian tanpa menggunakan ijuk

#### 4.4 Hasil Pengujian

##### 4.4.1. Pengujian Deformasi Lateral

Sebelum melakukan pengujian deformasi lateral, dilakukan penghitungan beban rencana yang nantinya akan diberikan pada lereng. Beban luar yang akan diberikan sebesar  $\frac{1}{3}$  dari total beban retak pertama pada penelitian Suprayugo, 2014. Dalam penelitian digunakan beban maksimum sebesar 200 kg. Pembacaan deformasi lateral yang terjadi pada dinding dibaca setiap pemberian beban kelipatan 5 kg. Data deformasi lateral pada tiga dinding dengan jarak celah yang berbeda, yaitu 1 cm ; 1,5 cm dan 2 cm ditunjukkan dalam **Tabel 4.5**.

**Tabel 4.5** Data Deformasi Lateral Pada Dinding Bercelah 1cm; 1,5cm; 2 cm

Beban (kg)	Dinding Celah 1 cm			Dinding Celah 1,5 cm			Dinding Celah 2 cm		
	Deformasi Lateral			Deformasi Lateral			Deformasi Lateral		
	$\Delta_1$ (cm)	$\Delta_2$ (cm)	$\Delta_3$ (cm)	$\Delta_1$ (cm)	$\Delta_2$ (cm)	$\Delta_3$ (cm)	$\Delta_1$ (cm)	$\Delta_2$ (cm)	$\Delta_3$ (cm)
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0
35	0	0	0	0	0	0	0	0	0
40	0	0	0.01	0	0	0	0	0	0
45	0	0	0.02	0	0	0	0	0	0
50	0	0	0.03	0	0	0	0	0	0
55	0	0	0.03	0	0	0	0	0.002	0.01

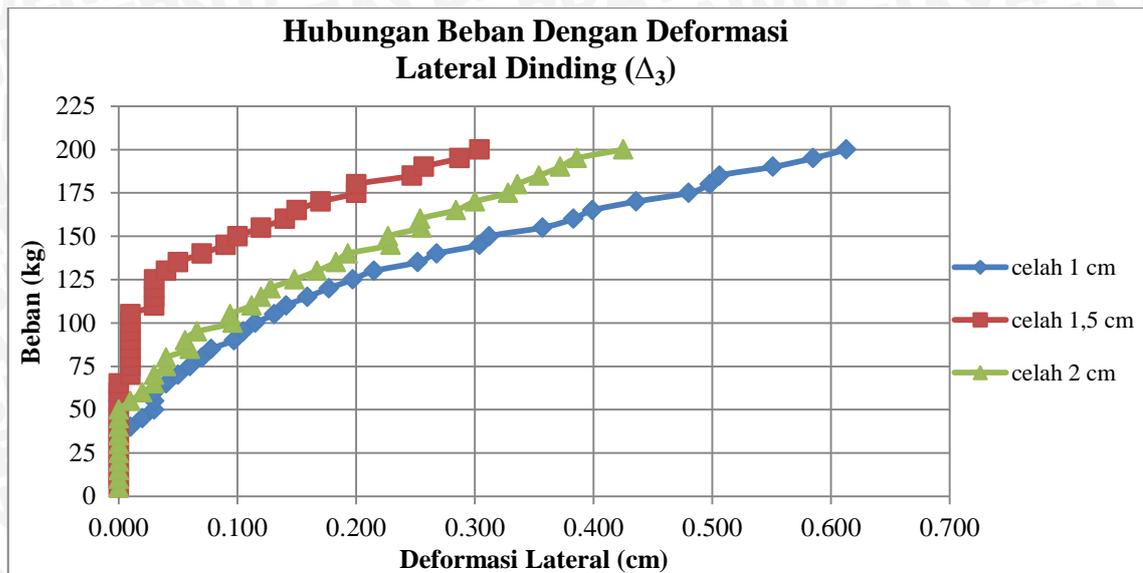
<b>60</b>	0	0	0.03	0	0	0	0	0.002	0.02
<b>65</b>	0	0.002	0.04	0	0	0	0	0.002	0.03
<b>70</b>	0	0.002	0.05	0	0	0.01	0	0.002	0.03
<b>75</b>	0	0.008	0.06	0	0	0.01	0	0.002	0.04
<b>80</b>	0	0.013	0.07	0	0	0.01	0	0.002	0.04
<b>85</b>	0	0.013	0.078	0	0	0.01	0	0.007	0.06
<b>90</b>	0	0.018	0.097	0	0	0.01	0	0.006	0.056
<b>95</b>	0	0.024	0.105	0	0	0.01	0	0.011	0.066
<b>100</b>	0	0.033	0.115	0	0	0.01	0	0.013	0.096
<b>105</b>	0	0.048	0.131	0	0	0.01	0	0.021	0.094
<b>110</b>	0	0.052	0.141	0	0	0.03	0	0.029	0.112
<b>115</b>	0	0.058	0.159	0	0	0.03	0	0.035	0.12
<b>120</b>	0	0.065	0.177	0	0	0.03	0	0.045	0.128
<b>125</b>	0	0.075	0.197	0	0	0.03	0	0.05	0.148
<b>130</b>	0	0.082	0.215	0	0	0.04	0	0.057	0.167
<b>135</b>	0	0.085	0.252	0	0	0.05	0	0.063	0.183
<b>140</b>	0	0.098	0.268	0	0.008	0.07	0	0.068	0.193
<b>145</b>	0	0.11	0.304	0	0.024	0.09	0	0.073	0.229
<b>150</b>	0	0.119	0.312	0	0.037	0.1	0	0.074	0.227
<b>155</b>	0	0.131	0.357	0	0.051	0.12	0	0.077	0.255
<b>160</b>	0	0.139	0.383	0	0.064	0.14	0	0.078	0.254
<b>165</b>	0	0.146	0.399	0	0.069	0.15	0	0.088	0.284
<b>170</b>	0	0.162	0.436	0	0.083	0.17	0	0.094	0.3
<b>175</b>	0	0.183	0.48	0	0.083	0.2	0	0.1	0.328
<b>180</b>	0	0.185	0.498	0	0.096	0.2	0	0.108	0.336
<b>185</b>	0	0.19	0.506	0	0.107	0.247	0	0.111	0.354
<b>190</b>	0	0.197	0.551	0	0.117	0.257	0	0.121	0.372
<b>195</b>	0	0.216	0.585	0	0.131	0.287	0	0.135	0.386
<b>200</b>	0	0.229	0.613	0	0.144	0.304	0	0.144	0.425

Pada tabel tersebut ditunjukkan bahwa nilai deformasi yang dihasilkan dari dinding satu dengan lainnya terdapat perbedaan. Terlihat pada dinding pertama dengan lebar celah 1 cm, ketika diberikan beban sebesar 200 kg deformasi pada dinding bagian bawah ( $\Delta_1$ ) adalah 0 mm, bagian tengah ( $\Delta_2$ ) bergeser sebesar 0,229 cm dan untuk bagian atas ( $\Delta_3$ ) bergeser sebesar 0,613 cm. Pada dinding kedua dengan lebar celah 1,5 cm, ketika diberikan beban 200 kg deformasi yang terjadi pada dinding bagian bawah ( $\Delta_1$ ) sebesar 0 cm, bagian tengah ( $\Delta_2$ ) bergeser sebesar 0,144 cm dan untuk bagian atas ( $\Delta_3$ ) bergeser sebesar 0,304 cm. Selanjutnya adalah pada dinding dengan celah 2 cm terlihat bahwa deformasi lateral yang terjadi pada dinding bagian bawah ( $\Delta_1$ ) sebesar 0

cm, bagian tengah ( $\Delta_2$ ) sebesar 0,144 cm dan pada bagian atas ( $\Delta_3$ ) bergeser sebesar 0,425 cm. Data gabungan deformasi lateral atas ( $\Delta_3$ ), tengah ( $\Delta_2$ ) dan bawah ( $\Delta_1$ ) pada dinding 1 cm; 1,5 cm dan 2 cm ditunjukkan dalam **Tabel 4.6, 4.7, 4.8** serta **Gambar 4.4, 4.5** dan **4.6**.

**Tabel 4.6** Nilai Deformasi Lateral Dinding 1cm; 1,5cm; 2cm Bagian Atas ( $\Delta_3$ )

Beban (kg)	Deformasi Lateral, $\Delta_3$ (cm)			Beban (kg)	Deformasi Lateral, $\Delta_3$ (cm)		
	Dinding Celah				Dinding Celah		
	1 cm	1,5 cm	2 cm		1 cm	1,5 cm	2 cm
<b>5</b>	0	0	0	<b>105</b>	0.131	0.01	0.094
<b>10</b>	0	0	0	<b>110</b>	0.141	0.03	0.112
<b>15</b>	0	0	0	<b>115</b>	0.159	0.03	0.12
<b>20</b>	0	0	0	<b>120</b>	0.177	0.03	0.128
<b>25</b>	0	0	0	<b>125</b>	0.197	0.03	0.148
<b>30</b>	0	0	0	<b>130</b>	0.215	0.04	0.167
<b>35</b>	0	0	0	<b>135</b>	0.252	0.05	0.183
<b>40</b>	0.01	0	0	<b>140</b>	0.268	0.07	0.193
<b>45</b>	0.02	0	0	<b>145</b>	0.304	0.09	0.229
<b>50</b>	0.03	0	0	<b>150</b>	0.312	0.1	0.227
<b>55</b>	0.03	0	0.01	<b>155</b>	0.357	0.12	0.255
<b>60</b>	0.03	0	0.02	<b>160</b>	0.383	0.14	0.254
<b>65</b>	0.04	0	0.03	<b>165</b>	0.399	0.15	0.284
<b>70</b>	0.05	0.01	0.03	<b>170</b>	0.436	0.17	0.3
<b>75</b>	0.06	0.01	0.04	<b>175</b>	0.48	0.2	0.328
<b>80</b>	0.07	0.01	0.04	<b>180</b>	0.498	0.2	0.336
<b>85</b>	0.078	0.01	0.06	<b>185</b>	0.506	0.247	0.354
<b>90</b>	0.097	0.01	0.056	<b>190</b>	0.551	0.257	0.372
<b>95</b>	0.105	0.01	0.066	<b>195</b>	0.585	0.287	0.386
<b>100</b>	0.115	0.01	0.096	<b>200</b>	0.613	0.304	0.425



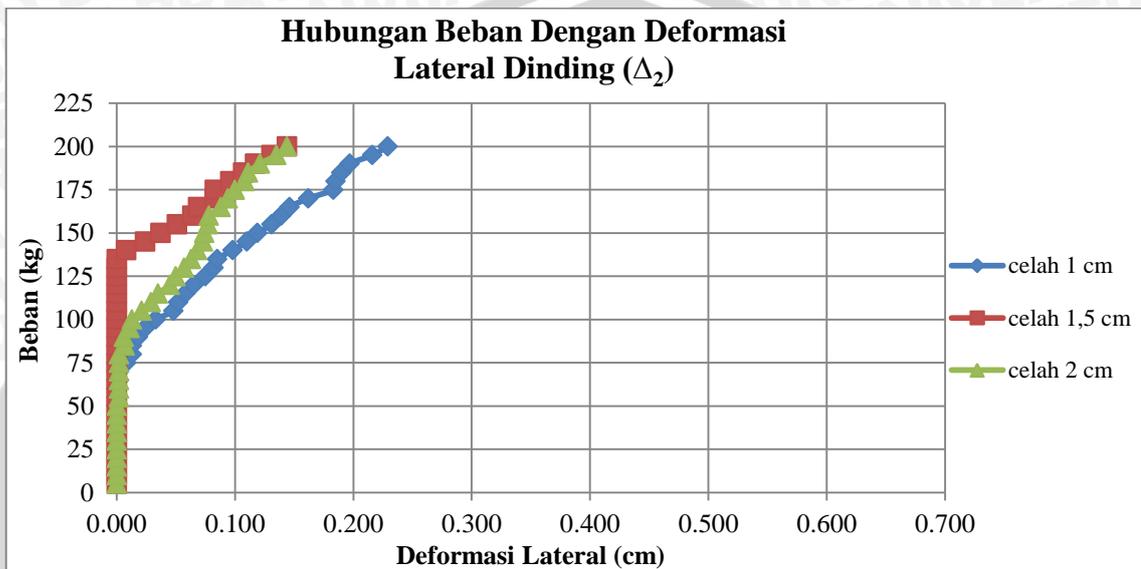
**Gambar 4.4** Grafik Gabungan Deformasi Lateral Dinding 1cm; 1,5cm; 2cm Bagian atas

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa deformasi lateral yang terjadi pada dinding celah 1 cm; 1,5 cm ; 2 cm bagian atas memiliki nilai yang berbeda. Nilai deformasi terbesar ditunjukkan oleh dinding bercelah 1 cm, kemudian disusul dinding bercelah 2 cm dan selanjutnya dinding bercelah 1,5 cm.

**Tabel 4.7** Nilai Deformasi Lateral Dinding 1cm; 1,5cm; 2cm Bagian Tengah ( $\Delta_2$ )

Beban (kg)	Deformasi Lateral, $\Delta_2$ (cm) Dinding Celah			Beban (kg)	Deformasi Lateral, $\Delta_2$ (cm) Dinding Celah		
	1 cm	1,5 cm	2 cm		1 cm	1,5 cm	2 cm
5	0	0	0	105	0.048	0	0.021
10	0	0	0	110	0.052	0	0.029
15	0	0	0	115	0.058	0	0.035
20	0	0	0	120	0.065	0	0.045
25	0	0	0	125	0.075	0	0.05
30	0	0	0	130	0.082	0	0.057
35	0	0	0	135	0.085	0	0.063
40	0	0	0	140	0.098	0.008	0.068
45	0	0	0	145	0.11	0.024	0.073
50	0	0	0	150	0.119	0.037	0.074
55	0	0	0.002	155	0.131	0.051	0.077
60	0	0	0.002	160	0.139	0.064	0.078
65	0.002	0	0.002	165	0.146	0.069	0.088
70	0.002	0	0.002	170	0.162	0.083	0.094

<b>75</b>	0.008	0	0.002	<b>175</b>	0.183	0.083	0.1
<b>80</b>	0.013	0	0.002	<b>180</b>	0.185	0.096	0.108
<b>85</b>	0.013	0	0.007	<b>185</b>	0.19	0.107	0.111
<b>90</b>	0.018	0	0.006	<b>190</b>	0.197	0.117	0.121
<b>95</b>	0.024	0	0.011	<b>195</b>	0.216	0.131	0.135
<b>100</b>	0.033	0	0.013	<b>200</b>	0.229	0.144	0.144



**Gambar 4.5** Grafik Gabungan Deformasi Lateral Dinding 1cm; 1,5cm; 2cm Bagian Tengah

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa deformasi lateral yang terjadi pada dinding celah 1 cm; 1,5 cm ; 2 cm bagian tengah memiliki nilai yang berbeda. Nilai deformasi terbesar ditunjukkan oleh dinding bercelah 1 cm, kemudian disusul dinding bercelah 2 cm dan 1,5 cm. Dari grafik ditunjukkan deformasi lateral pada pembebanan kurang dari 150 kg nilai deformasi terkecil adalah dinding bercelah 1,5 cm kemudian disusul dinding bercelah 2 cm dan yang terbesar dinding bercelah 1,5 cm. Di akhir pembebanan sebesar 200 kg deformasi lateral terbesar yang terjadi pada dinding bercelah 1 cm, sedangkan deformasi lateral 1,5 cm dan 2 cm besarnya sama. Nilai deformasi bagian bawah ditunjukkan **Tabel 4.8**,

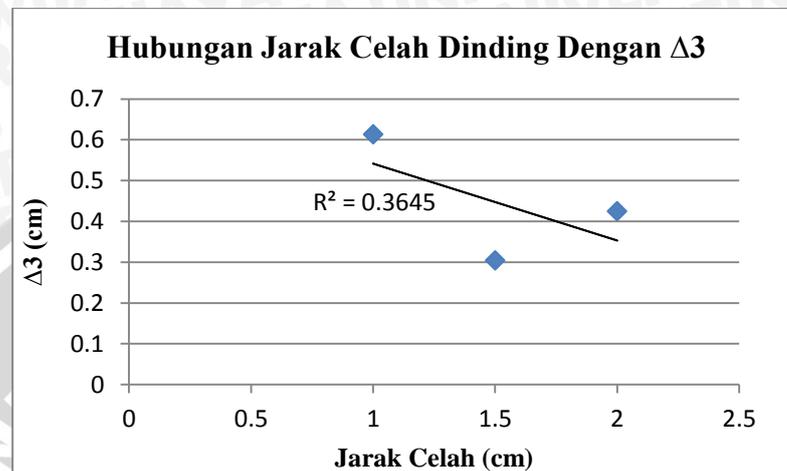
**Tabel 4.8** Nilai Deformasi Lateral Dinding 1cm; 1,5cm; 2cm Bagian Bawah ( $\Delta_1$ )

Beban (kg)	Deformasi Lateral (Bawah) Dinding Celah			Beban (kg)	Deformasi Lateral (Bawah) Dinding Celah		
	1 cm	1,5 cm	2 cm		1 cm	1,5 cm	2 cm
5	0	0	0	105	0	0	0
10	0	0	0	110	0	0	0
15	0	0	0	115	0	0	0
20	0	0	0	120	0	0	0
25	0	0	0	125	0	0	0
30	0	0	0	130	0	0	0
35	0	0	0	135	0	0	0
40	0	0	0	140	0	0	0
45	0	0	0	145	0	0	0
50	0	0	0	150	0	0	0
55	0	0	0	155	0	0	0
60	0	0	0	160	0	0	0
65	0	0	0	165	0	0	0
70	0	0	0	170	0	0	0
75	0	0	0	175	0	0	0
80	0	0	0	180	0	0	0
85	0	0	0	185	0	0	0
90	0	0	0	190	0	0	0
95	0	0	0	195	0	0	0
100	0	0	0	200	0	0	0

**Gambar 4.6** Grafik Gabungan Deformasi Lateral Dinding 1cm; 1,5 cm; 2 cm Bagian Bawah

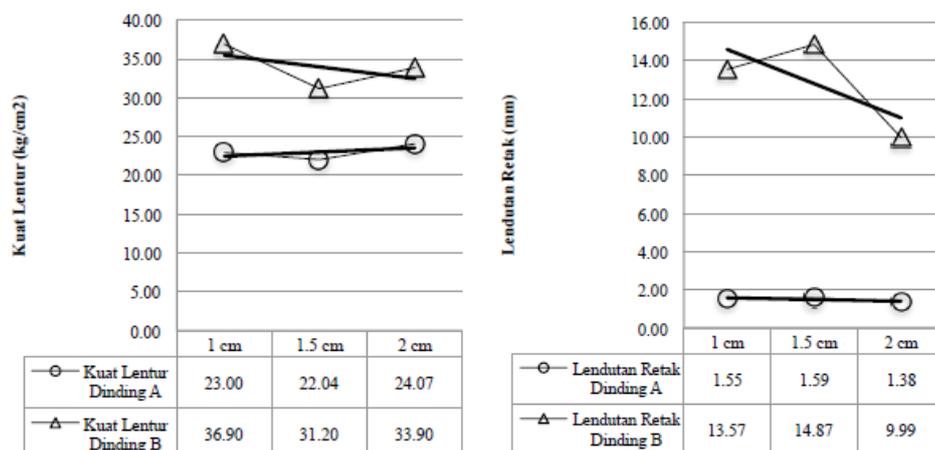
Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa deformasi lateral yang terjadi pada dinding celah 1 cm; 1,5 cm ; 2 cm bagian bawah memiliki nilai yang sama yaitu nol. Hal ini terjadi karena bagian bawah dinding merupakan jepit dari dinding bercelah tersebut.

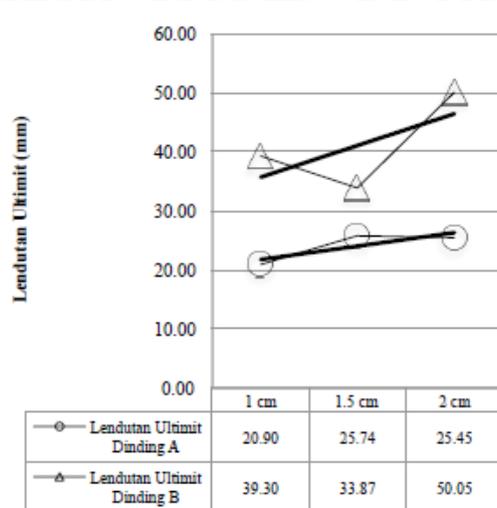
Penjelasan deformasi lateral terhadap jarak celah dinding ditunjukkan pada **Gambar 4.7**.



**Gambar 4.7** Grafik Hubungan Jarak Celah Dinding dengan Deformasi Lateral Dinding  $\Delta_3$

Pada **Gambar 4.7** tren yang dapat diamati adalah bahwa regresi linier jarak celah dengan deformasi lateral mengalami penurunan. Dari regresi tersebut didapatkan nilai  $R^2$  sebesar 0,3645 sehingga nilai R sebesar 0,6037. R merupakan nilai ketergantungan variabel terikat dengan satu atau lebih variabel bebas. Dalam penelitian ini, nilai R yang didapat melebihi 0,5 sehingga dapat dikatakan bahwa hubungan kedua variabel dekat dan tergantung. Dari grafik terlihat ketidak konsistenan nilai deformasi yang tercatat. Hal ini juga terjadi pada penelitian Suprayugo, 2014 terhadap kuat lentur, lendutan retak dan lendutan ultimit pada dinding B. Hasil tersebut dapat dilihat pada **Gambar 4.8**.

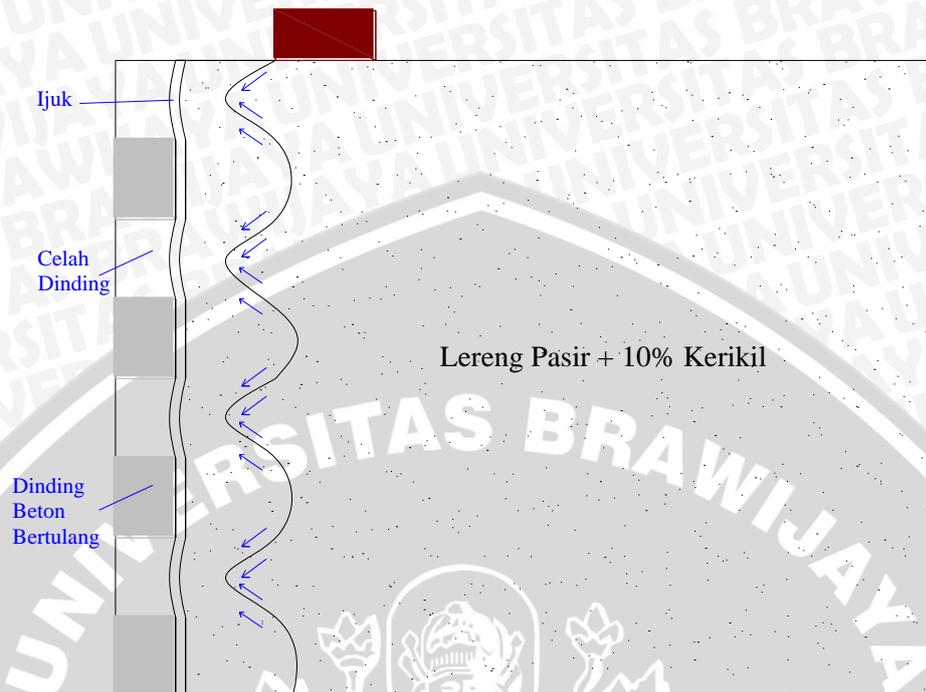




**Gambar 4.8** Grafik Kuat Lentur, Lendutan Retak dan Lendutan Ultimit (Suprayugo, 2014)

Dari gambar tersebut tampak ketidak konsistenan terjadi pada dinding bercelah 1,5 cm. Hal ini diduga terjadi karena pembacaan LVDT yang kurang tepat pada saat pengujian dinding pasangan bata beton bertulang. Pada keadaan yang sama, ketidak konsistenan juga terjadi pada dinding 1,5 cm di **Gambar 4.7** yang diduga karena hal yang sama selain itu juga dapat terjadi karena pemasangan LVDT yang kurang pas terhadap titik yang digunakan untuk pembacaan deformasi. Selain itu melihat nilai kekakuan dinding bercelah juga berbeda-beda. Pada dinding Suprayugo, 2014 didapatkan nilai kekakuan untuk dinding bercelah 1 cm sebesar 110,193 kg/cm ; dinding bercelah 1,5 cm sebesar 104,712 kg/cm dan dinding bercelah 2 cm sebesar 261,438 kg/cm. Dari data tersebut dapat dilihat bahwa nilai kekakuan menunjukkan ketidak konsistenan, sehingga belum dikatakan bahwa kekakuan tidak memiliki pengaruh yang dominan terhadap deformasi. Perhitungan kekakuan ini dapat dilihat dalam **Lampiran 7** dan **Lampiran 8** merupakan perhitungan beban akibat beban luar. Meskipun demikian, dari **Gambar 4.7**. dapat dilihat bahwa regresi pada grafik mendukung pernyataan bahwa variasi jarak celah pada dinding cukup memiliki pengaruh terhadap deformasi lateral. Tampak dari grafik tersebut semakin besar jarak celah pada dinding mengakibatkan deformasi lateral  $\Delta_3$  semakin kecil. Hal ini terjadi karena tanah yang ada pada boks akan cenderung mendesak ke arah celah sehingga gaya yang mendorong dinding menjadi lebih kecil. Jika celah semakin kecil mengakibatkan deformasi semakin besar, hal ini dikarenakan pergerakan tanah yang menuju ke celah

relatif sedikit sehingga gaya dorong menuju dinding semakin besar. Berikut ini ilustrasi pergerakan tanah yang terjadi pada dinding ditampilkan dalam **Gambar 4.9**.



**Gambar 4.9.** Ilustrasi pergerakan tanah terhadap dinding

Pada **Gambar 4.9** terlihat bahwa tanah akan cenderung bergerak menuju celah dinding bata beton bertulang.

#### 4.4.1.1 Hasil Pengujian Kepadatan dan Kadar Air

Pada pengujian kepadatan di dalam boks menggunakan *density ring* yang dilakukan pada setiap lapisan lereng pasir dan kerikil. Pengujian ini dilakukan dengan cara mengambil sebagian tanah dari boks dengan menggunakan *density ring*. Sedangkan pengujian kadar air dilakukan dengan cara mengambil sebagian tanah dalam boks pada masing-masing lapisan yang kemudian diletakkan didalam cawan kecil yang nantinya akan dilihat kadar air yang terkandung. Data uji kepadatan dan kadar air ditunjukkan pada **Tabel 4.9**.

**Tabel 4.9** Nilai kepadatan dan kadar air

No.	Dinding Bercelah	Berat Isi Kering ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )	Kadar Air (%)
1	1 cm	1,340	10,579
2	1,5 cm	1,481	9,442
3	2 cm	1,473	7,254

Dalam tabel terlihat bahwa nilai berat isi kering dari dinding bercelah 1,5 cm memiliki nilai yang paling besar yaitu  $1,481 \text{ gr}/\text{cm}^3$ . Hal ini menunjukkan bahwa tingkat kepadatan tanah yang didapatkan pada lereng bercelah 1,5 cm paling padat.

#### 4.4.2. Pengujian Butiran Yang Lolos Celah

Pada pengujian butiran lolos celah digunakan simulasi hujan yang nantinya akan dilihat seberapa banyak butiran yang lolos celah pada dinding bata beton bertulang penahan tanah. Sebelum dilakukan pengujian lolos celah, dilakukan pembuatan lereng yang memakai perlakuan sama seperti halnya pengujian deformasi lateral. Selain itu, pemberian simulasi hujan dilakukan dengan debit air hujan yang konstan. Berikut ini data yang diperoleh dari pengujian butiran yang lolos celah pada dinding pasangan bata beton bertulang penahan tanah :

##### 4.4.2.1 Dinding dengan lebar celah 1 cm

###### a. Dinding dengan ijuk

Lama waktu penghujanan	: 118 menit
Lama waktu air pertama keluar dari celah	: 21 menit
Lama waktu air naik tiap 10 cm	: 15 menit
Berat pasir yang lolos celah	: 0 kg

###### b. Dinding tanpa ijuk

Lama waktu penghujanan	: 120 menit
Lama waktu air pertama keluar dari celah	: 23 menit
Lama waktu air naik tiap 10 cm	: 16 menit
Berat pasir yang lolos celah	: 1,910 kg

##### 4.4.2.2 Dinding dengan lebar celah 1,5 cm

###### a. Dinding dengan ijuk

Lama waktu penghujanan	: 115 menit
Lama waktu air pertama keluar dari celah	: 20 menit
Lama waktu air naik tiap 10 cm	: 15 menit
Berat pasir yang lolos celah	: 0 kg

###### b. Dinding tanpa ijuk

Lama waktu penghujanan	: 120 menit
Lama waktu air pertama keluar dari celah	: 23 menit
Lama waktu air naik tiap 10 cm	: 16 menit
Berat pasir yang lolos celah	: 3,320 kg

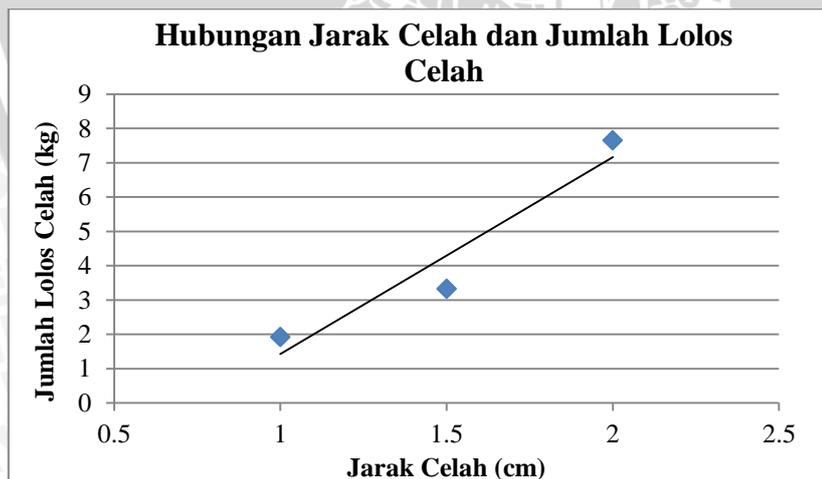
##### 4.4.2.3 Dinding dengan lebar celah 2 cm

###### a. Dinding dengan ijuk

Lama waktu penghujanan	: 120 menit
Lama waktu air pertama keluar dari celah	: 22 menit

Lama waktu air naik tiap 10 cm	: 15 menit
Berat pasir yang lolos celah	: 0 kg
b. Dinding tanpa ijuk	
Lama waktu penghujan	: 120 menit
Lama waktu air pertama keluar dari celah	: 24 menit
Lama waktu air naik tiap 10 cm	: 14 menit
Lama waktu sampai longsor pertama	: 62 menit
Berat pasir yang lolos celah	: 7,649 kg

Dari data tersebut menunjukkan bahwa lama penghujan untuk dinding pasangan bata beton bertulang penahan tanah selisihnya tidak begitu jauh antara yang menggunakan ijuk maupun tanpa ijuk. Sedangkan untuk jumlah butiran yang lolos celah pada dinding memiliki perbedaan yang sangat signifikan antara dinding yang memakai ijuk dengan tanpa menggunakan ijuk. Untuk dinding yang menggunakan ijuk, tidak ada butiran yang dapat lolos dari dinding. Hal ini dikarenakan pasir dan kerikil yang tertahan oleh ijuk sebagai filter pada dinding. Sedangkan pada dinding tanpa menggunakan ijuk, butiran yang lolos celah berbeda-beda besarnya. Pada dinding bercelah 1 cm tanpa menggunakan ijuk sebanyak 1,91 kg ; celah 1,5 cm sebanyak 3,32 kg ; celah 2 cm sebanyak 7,649 kg. Grafik hubungan celah dengan jumlah butiran yang lolos ditunjukkan pada **Gambar 4.10**.



**Gambar 4.10.** Grafik hubungan jarak celah dengan jumlah lolos celah

Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa jumlah butiran yang lolos dari dinding tanpa ijuk celah 1 cm menuju celah 1,5 cm adalah sebesar 1,41 kg. Sedangkan dari

dinding 1,5 cm menuju celah 2 cm mengalami kenaikan cukup besar jumlah butiran yang lolos yaitu 4,329 kg.

Untuk mengetahui besarnya butiran yang lolos celah tiap  $\text{cm}^2$  pada masing-masing dinding dapat dilihat dari data berikut :

**Dinding 1 cm :**

$$\text{Luas Dinding} : 98 \times 69 = 6762 \text{ cm}^2$$

$$\text{Luas Celah} : 1 \times 8 = 8 \text{ cm}^2 \text{ (untuk 1 celah)}$$

$$8 \times 28 = 224 \text{ cm}^2 \text{ (untuk 28 celah)}$$

Luas Dinding bercelah 1cm :

$$\text{Luas Dinding} - \text{luas celah} = 6538 \text{ cm}^2$$

**Dinding 1,5 cm :**

$$\text{Luas Dinding} : 98 \times 69 = 6762 \text{ cm}^2$$

$$\text{Luas Celah} : 1,5 \times 8 = 12 \text{ cm}^2 \text{ (untuk 1 celah)}$$

$$12 \times 28 = 336 \text{ cm}^2 \text{ (untuk 28 celah)}$$

Luas Dinding bercelah 1cm :

$$\text{Luas Dinding} - \text{luas celah} = 6426 \text{ cm}^2$$

**Dinding 2 cm :**

$$\text{Luas Dinding} : 98 \times 70 = 6860 \text{ cm}^2$$

$$\text{Luas Celah} : 2 \times 8 = 16 \text{ cm}^2 \text{ (untuk 1 celah)}$$

$$16 \times 28 = 448 \text{ cm}^2 \text{ (untuk 28 celah)}$$

Luas Dinding bercelah 1cm :

$$\text{Luas Dinding} - \text{luas celah} = 6412 \text{ cm}^2$$

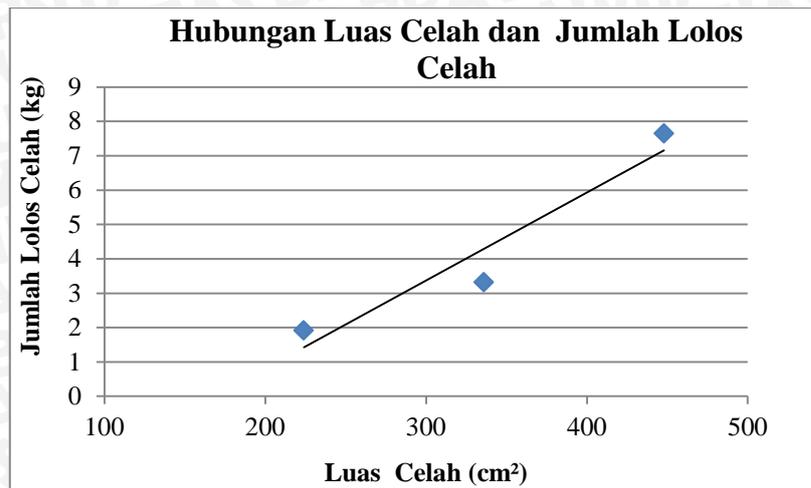
Dari data tersebut dapat dihitung berapa besar tiap  $\text{cm}^2$  butiran yang lolos celah pada dinding. Pada dinding bercelah 1 cm memiliki luas celah sebesar  $224 \text{ cm}^2$  terdapat 28 celah, butiran yang lolos sebesar 1,91 kg, didapatkan  $\frac{1,91}{224} = 0,00853 \text{ kg per cm}^2$ .

Sedangkan untuk dinding bercelah 1,5 cm memiliki luas celah sebesar  $336 \text{ cm}^2$  terdapat 28 celah, butiran yang lolos sebesar 3,32 kg, didapatkan  $\frac{3,32}{336} = 0,00988 \text{ kg per cm}^2$ .

Selanjutnya untuk dinding bercelah 2 cm memiliki luas total sebesar  $448 \text{ cm}^2$  terdapat 28 celah, butiran yang lolos sebesar 7,649 kg, didapatkan  $\frac{7,649}{448} = 0,01707 \text{ kg per cm}^2$ .

Grafik hubungan luas celah dengan jumlah butiran yang lolos ditunjukkan pada

**Gambar 4.11.**



**Gambar 4.11.** Grafik hubungan luas celah dengan jumlah lolos celah

#### 4.5 Pengaruh Variasi Pengaruh Variasi Jarak Celah Pada Konstruksi Dinding Pasangan Bata Beton Bertulang Penahan Tanah

##### 4.5.1. Pengujian Deformasi Lateral

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, hasil yang didapat pada pengujian deformasi lateral pada beberapa dinding bercelah memiliki nilai yang berbeda. Dalam penelitian ini, didapatkan bahwa dinding bercelah 1 cm paling besar nilai deformasinya yaitu sebesar 0,613 cm kemudian disusul dinding bercelah 2 cm sebesar 0,425 cm dan yang paling kecil deformasinya adalah dinding bercelah 1,5 cm sebesar 0,325 cm. Dari hasil tersebut terbentuk garis regresi yang menurun. Hal ini memperkuat hasil bahwa jarak celah cukup berpengaruh terhadap deformasi lateral. Dari hasil yang didapatkan bahwa semakin lebar jarak celah maka semakin kecil deformasi yang terjadi. Ini dapat terjadi karena tanah yang ada pada boks akan cenderung mendesak ke arah celah sehingga gaya yang mendorong dinding menjadi lebih kecil. Jika celah semakin kecil mengakibatkan deformasi semakin besar, dikarenakan pergerakan tanah yang menuju ke celah relatif sedikit sehingga gaya dorong menuju dinding semakin besar.

##### 4.4.3. Pengujian Butiran Yang Lolos Celah

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, hasil yang didapat pada pengujian butiran yang lolos celah pada beberapa dinding bercelah memiliki nilai yang berbeda. Untuk dinding yang menggunakan ijuk, tidak ada butiran yang lolos karena tanah tertahan oleh lapisan ijuk berada di belakang dinding. Sedangkan untuk dinding tanpa ijuk jumlah butiran yang lolos bervariasi. Dari hasil perhitungan jumlah butiran yang lolos pada dinding tanpa ijuk per cm<sup>2</sup>, nilai terbesar terdapat pada dinding bercelah 2 cm

kemudian di susul dengan dinding bercelah 1,5 cm dan yang paling sedikit adalah dinding bercelah 1 cm. Dari hasil tersebut dapat dilihat bahwa variasi jarak celah pada dinding mempengaruhi jumlah lolos butiran yang terjadi pada dinding tanpa ijuk. Hasil pengujian butiran lolos celah pada dinding ditunjukkan pada **Tabel 4.10**

**Tabel 4.10** Data hasil pengujian butiran yang lolos pada celah dinding

Dinding Bercelah (cm)	Butiran Lolos	
	Dengan Ijuk (kg)	Tanpa Ijuk (kg)
1	0	1.910
1.5	0	3.320
2	0	7.649

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

