

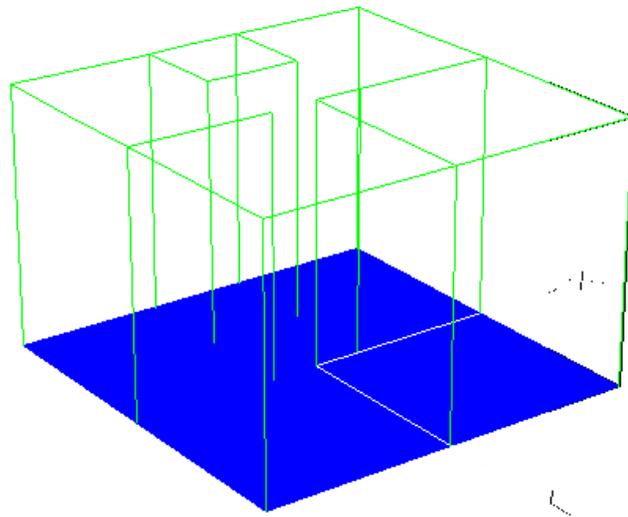
## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

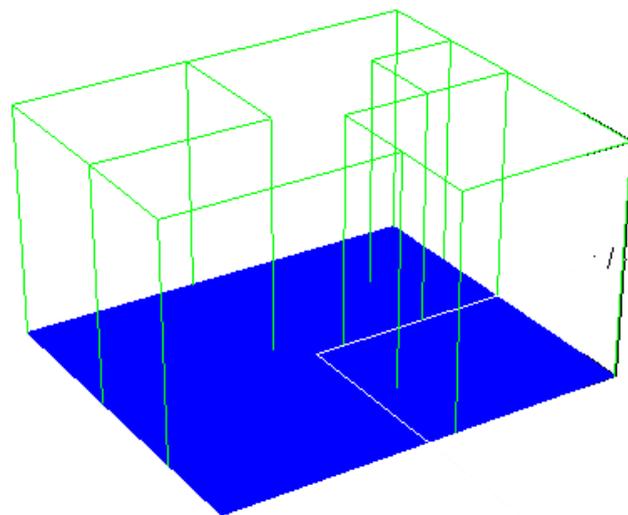
#### 4.1 Hasil Analisis *Non-Engineered Building*

##### 4.1.1 Hasil Pemodelan

Hasil pemodelan *non-engineered building* yaitu dengan memodelkan struktur balok dan kolom pada penampang bentuk persegi dan penampang bentuk L dapat dilihat pada Gambar 4.1 dan Gambar 4.2.

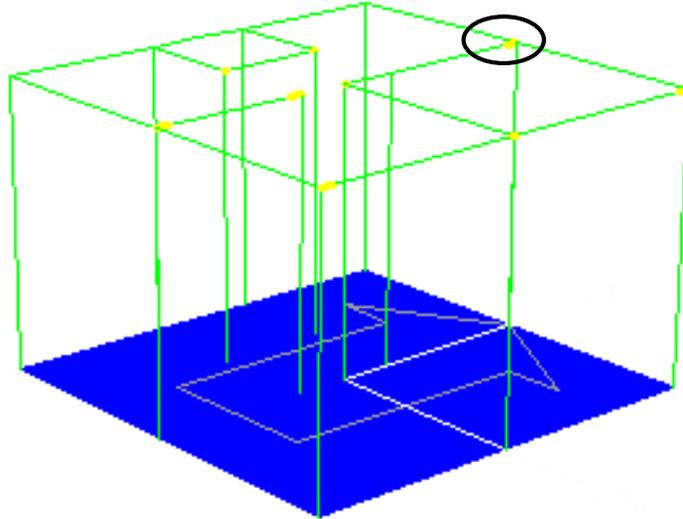


Gambar 4.1 Hasil pemodelan *non-engineered building* untuk penampang bentuk persegi

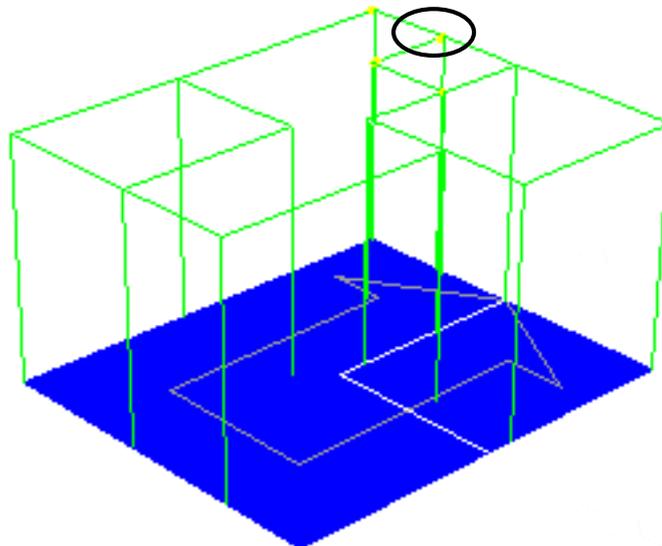


Gambar 4.2 Hasil pemodelan *non-engineered building* untuk penampang bentuk L

Kerusakan pada pemodelan *non-engineered building* dengan penampang bentuk persegi dan bentuk L dapat dilihat pada Gambar 4.3 dan Gambar 4.4 dengan bagian yang pertama kali rusak yaitu yang dilingkari dengan warna hitam. Kerusakan yang terjadi pada bangunan tersebut yaitu bertanda kuning yang artinya kerusakannya sedang dengan daktilitas  $< 5$ .



Gambar 4.3 Kerusakan untuk penampang bentuk persegi

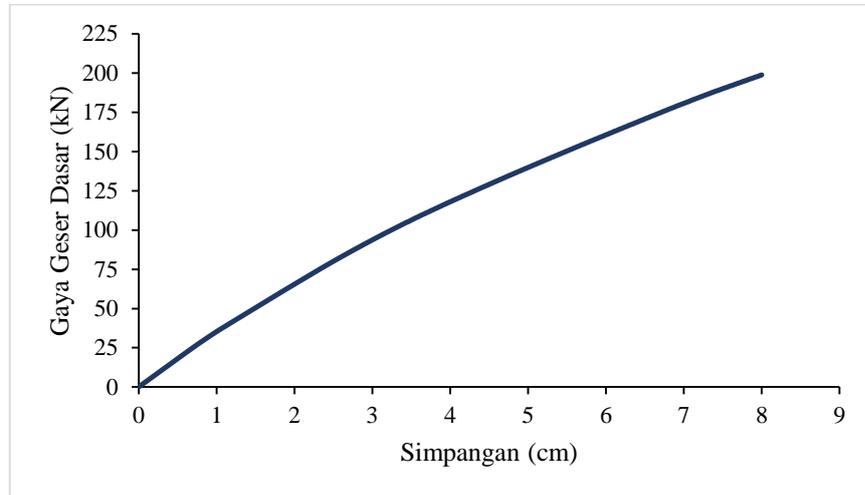


Gambar 4.4 Kerusakan untuk penampang bentuk L

#### 4.1.2 Kekakuan Geser

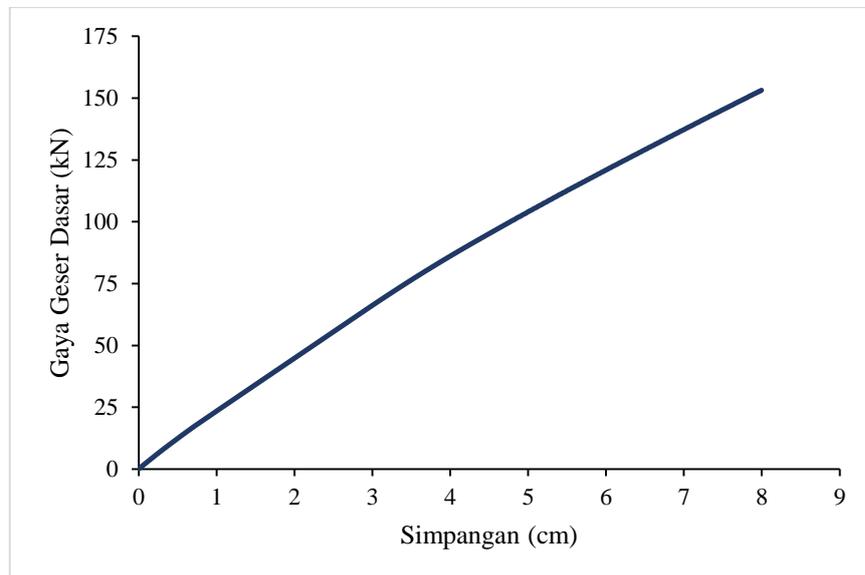
Besaran gaya geser dasar yang terjadi berbanding lurus dengan kekakuan bangunan. Kekakuan geser bangunan maksimum pada *non-engineered building*

dengan penampang bentuk persegi yaitu 35 kN/ cm. Hubungan antara gaya geser dasar dan simpangan untuk penampang bentuk persegi dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Hubungan antara gaya geser dasar dan simpangan untuk penampang bentuk persegi

Kekakuan geser bangunan maksimum pada *non-engineered building* dengan penampang bentuk L yaitu 25 kN/cm. Hubungan antara gaya geser dasar dan simpangan untuk penampang bentuk persegi dapat dilihat pada Gambar 4.6.

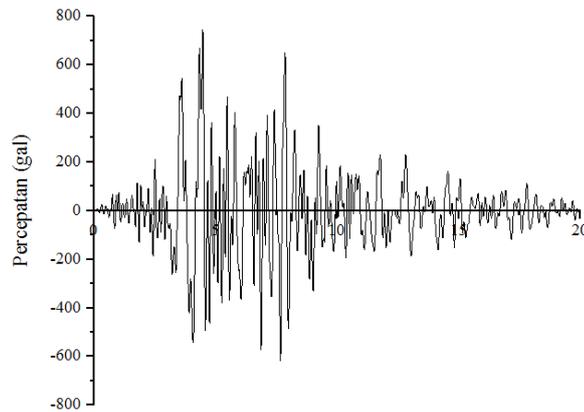


Gambar 4.6 Hubungan antara gaya geser dasar dan simpangan untuk penampang bentuk L

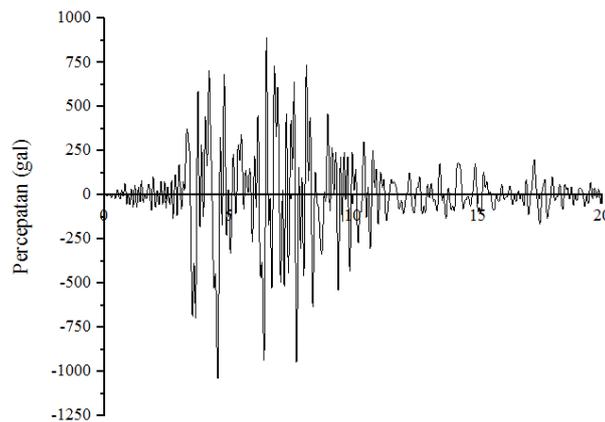
Berdasarkan hasil kekakuan geser dan konfigurasi bangunan dari penampang persegi dan penampang L dapat disimpulkan bahwa penampang L lebih rentan dalam menerima gaya gempa.

### 4.1.3 Percepatan Gempa

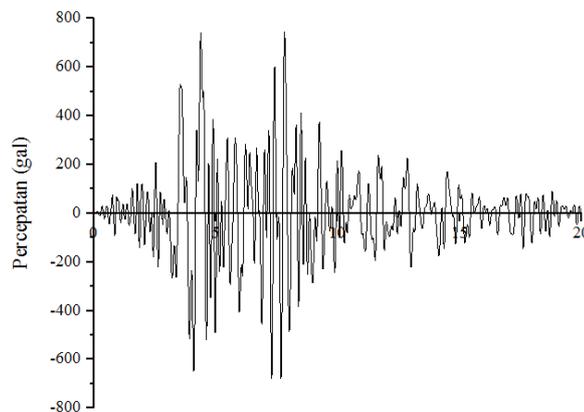
Hubungan waktu dengan percepatan merupakan *output* dinamik dari pemodelan *non-engineered building* dengan penampang bangunan bentuk persegi dan penampang bentuk L yang dapat dilihat pada Gambar 4.7 sampai Gambar 4.10.



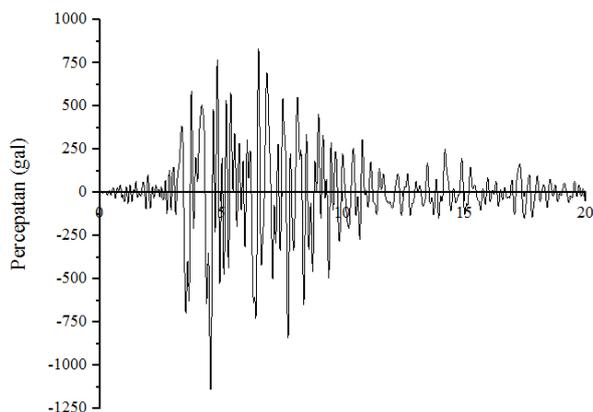
Gambar 4.7 Hubungan antara percepatan dan waktu untuk penampang bentuk persegi arah X



Gambar 4.8 Hubungan antara percepatan dan waktu untuk penampang bentuk persegi arah Y



Gambar 4.9 Hubungan antara percepatan dan waktu untuk penampang bentuk L arah X



Gambar 4.10 Hubungan antara percepatan dan waktu untuk penampang bentuk L arah Y

Berdasarkan grafik pada Gambar 4.7 sampai Gambar 4.10 dapat diketahui percepatan gempa tiap satuan waktu pada arah X dan arah Y dan juga dapat mengetahui percepatan maksimum gempa yang dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Nilai percepatan maksimum pada tiap penampang bangunan

Waktu (sekon)	Percepatan (gal)			
	Penampang persegi		Penampang L	
	X	Y	X	Y
4,48	746,3			
6,52		887,2		
7,82			745,5	
6,54				835,9

Berdasarkan data gempa Kobe yang berkekuatan 6,9 SR magnitudo dengan kedalaman 7,1 km dari pusat gempa dengan periode gempa 20 detik dan bangunan terletak 30 km dari pusat gempa, maka didapatkan nilai percepatan tanah maksimum (PGA) yaitu 872,27 gal atau 8,7227 m/s<sup>2</sup> yang dihitung menggunakan persamaan 2.8 dan persamaan 2.9.

$$R = \sqrt{\Delta^2 + h^2}$$

$$= \sqrt{30^2 + 7,1^2}$$

$$R = 8,68 \text{ km}$$

$$a = \frac{5600 \exp^{0,5M}}{(R+25)^{1,32}}$$

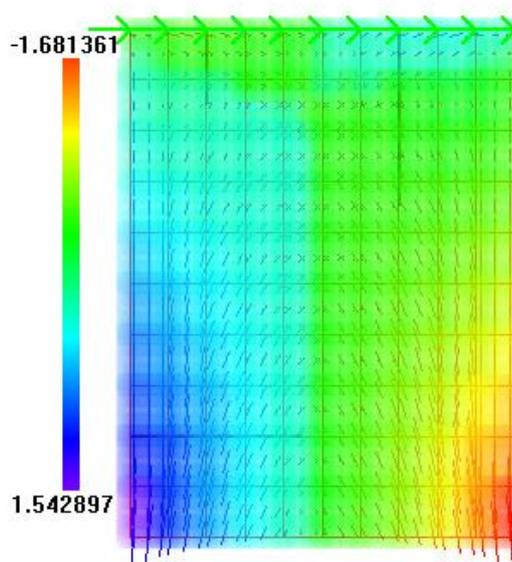
$$= \frac{5600 \exp^{0,5 \times 6,9}}{(8,68+25)^{1,32}}$$

$$= 872,27 \text{ gal}$$

$$a = 8,7227 \text{ m/s}^2$$

## 4.2 Hasil Analisis Dinding

Keruntuhan dinding pada beberapa tipe dinding diantaranya dinding penuh, dinding dengan bukaan pintu, dan dinding dengan bukaan pintu dan jendela dengan variasi beban menghasilkan pola keruntuhan dan nilai defleksi dinding. Pola keruntuhan yang mencakup distribusi tegangan dinding yang dikenai beban ditandai dengan warna yang dapat dilihat pada lampiran 1. Gambar 4.13 menjelaskan bahwa jika distribusi tegangan berwarna merah maka dinding mengalami tekan, sedangkan jika distribusi tegangan berwarna biru maka dinding mengalami tarik.



Gambar 4.11 Skala warna distribusi tegangan dinding

### 4.2.1 Dinding Bangunan untuk Penampang Bentuk Persegi

Hasil dari analisis dinding menghasilkan nilai defleksi dan pola keruntuhan. Tabel 4.2 menjelaskan defleksi dinding pada saat pertama kali retak.

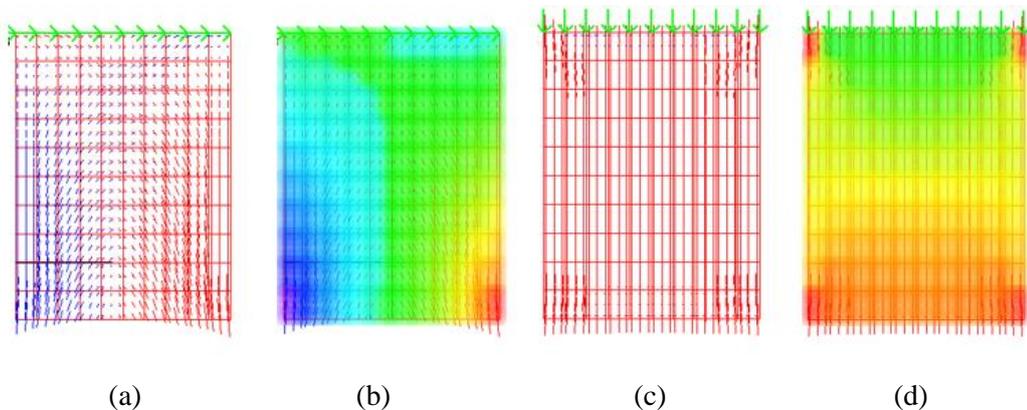
Tabel 4.2 Nilai defleksi dinding pada saat pertama kali retak

Beban (kN)	Defleksi (mm)					
	Dinding Penuh		Dinding dengan Bukaan Pintu		Dinding dengan Bukaan Pintu dan Jendela	
	X	Y	X	Y	X	Y
0,3	0,17					
27,5		1,90				
0,2			0,23			
1				0,57		
0,05					0,35	
1,1						0,69

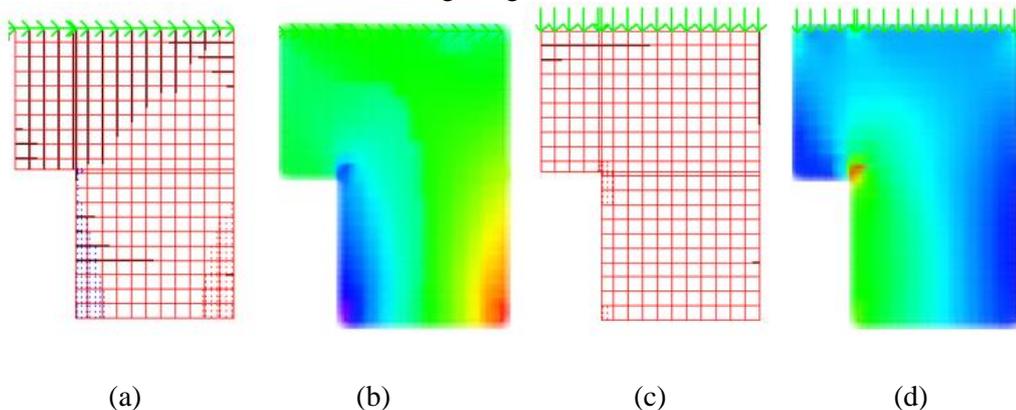
Gambar 4.12 menjelaskan bahwa tegangan dinding akibat beban sebesar 2,5 kN arah X terjadi tarik pada bagian kiri dan terjadi tekan pada bagian kanan bawah, sedangkan akibat beban arah Y terjadi tekan pada bagian bawah dan sedikit pada bagian kanan atas dan kiri atas.

Gambar 4.13 menjelaskan bahwa tegangan dinding akibat beban sebesar 5 kN arah X terjadi tarik pada bagian kiri bawah, terjadi tekan pada bagian kanan bawah, juga mengalami runtuh pada bagian atas dinding dan bagian kanan dari bukaan pintu. Tegangan dinding akibat beban arah Y terjadi tarik pada hampir seluruh dinding dan terjadi tekan pada bagian pojok atas bukaan pintu. Bagian atas dan ujung kanan atas dinding mengalami runtuh.

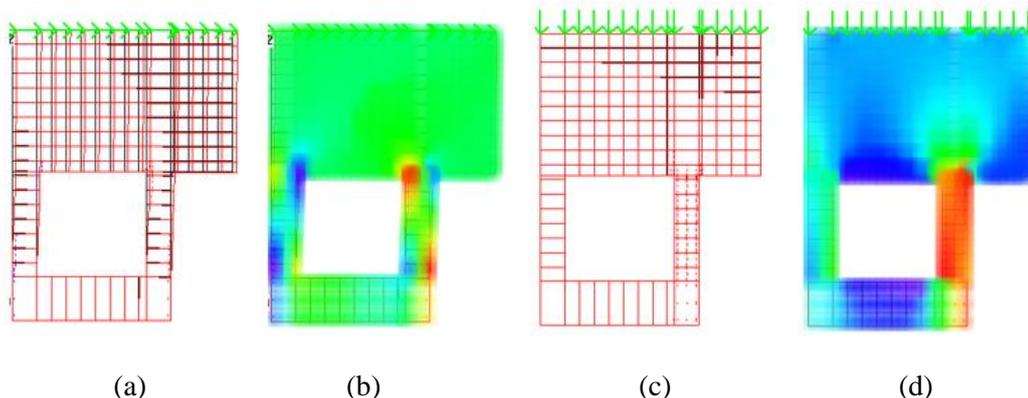
Gambar 4.14 menjelaskan bahwa tegangan dinding akibat beban sebesar 7,5 kN arah X terjadi tarik pada bagian kiri, juga terjadi tekan pada pojok bukaan pintu dan jendela. Hampir keseluruhan dinding mengalami runtuh terutama pada bagian atas dan antara bukaan pintu dan jendela. Tegangan dinding akibat beban arah Y terjadi tarik pada hampir keseluruhan dinding dan terjadi tekan diantara bukaan pintu dan jendela sampai bawah. Bagian atas dinding mengalami runtuh.



Gambar 4.12 Pola keruntuhan dinding dengan beban 2,5 kN (a, b) arah X; (c, d) arah Y



Gambar 4.13 Pola keruntuhan dinding dengan beban 5 kN (a, b) arah X; (c, d) arah Y

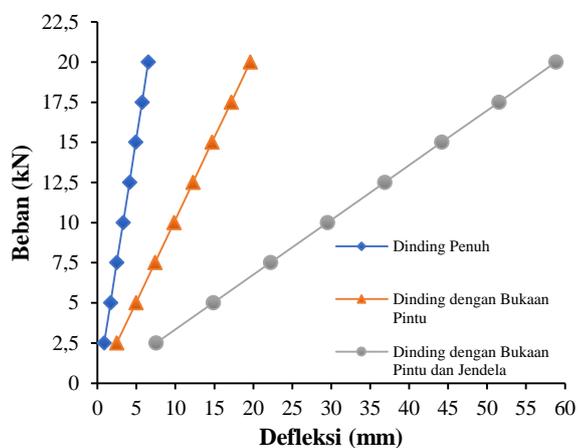


Gambar 4.14 Pola keruntuhan dinding dengan beban 7,5 kN (a, b) arah X; (c, d) arah Y

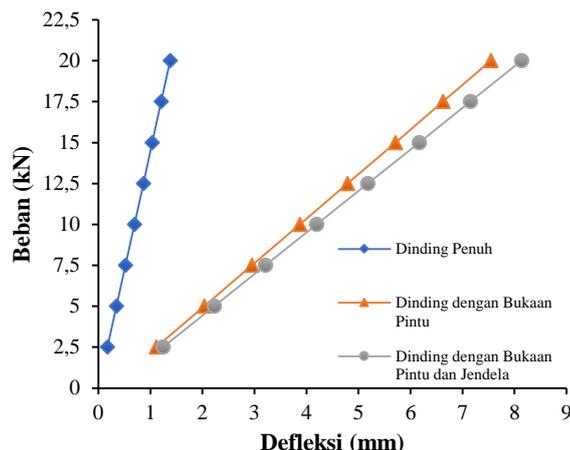
Nilai defleksi beberapa tipe dinding dengan variasi beban mulai dari 2,5 kN sampai dengan 20 kN dengan kenaikan beban 2,5 kN dapat dilihat pada Tabel 4.3. Berdasarkan nilai defleksi beberapa tipe dinding tersebut menghasilkan hubungan antara beban dan defleksi arah X pada Gambar 4.15 dan hubungan antara beban dan defleksi arah Y pada Gambar 4.16.

Tabel 4.3 Nilai defleksi dinding bangunan untuk penampang bentuk persegi

Beban (kN)	Defleksi (mm)					
	Dinding Penuh		Dinding dengan Bukaan Pintu		Dinding dengan Bukaan Pintu dan Jendela	
	X	Y	X	Y	X	Y
2,5	0,88	0,18	2,49	1,12	7,52	1,24
5	1,68	0,35	4,92	2,03	14,85	2,22
7,5	2,49	0,52	7,37	2,95	22,18	3,21
10	3,29	0,69	9,81	3,87	29,51	4,20
12,5	4,10	0,86	12,26	4,79	36,84	5,18
15	4,91	1,04	14,70	5,71	44,17	6,16
17,5	5,71	1,21	17,15	6,62	51,50	7,15
20	6,52	1,38	19,59	7,54	58,83	8,13



Gambar 4.14 Hubungan antara beban dan defleksi pada arah X



Gambar 4.15 Hubungan antara beban dan defleksi pada arah Y

Nilai defleksi terbesar pada arah X maupun pada arah Y terjadi pada benda uji dengan tipe dinding dengan bukaan pintu dan jendela, dikarenakan lebar bukaan pada dinding lebih luas dibandingkan tipe dinding yang lain.

#### 4.2.2 Dinding Bangunan untuk Penampang Bentuk L

Hasil dari analisis dinding menghasilkan nilai defleksi dan pola keruntuhan. Tabel 4.4 menjelaskan beban dan defleksi dinding pada saat pertama kali retak.

Tabel 4.4 Nilai defleksi dinding pada saat pertama kali retak

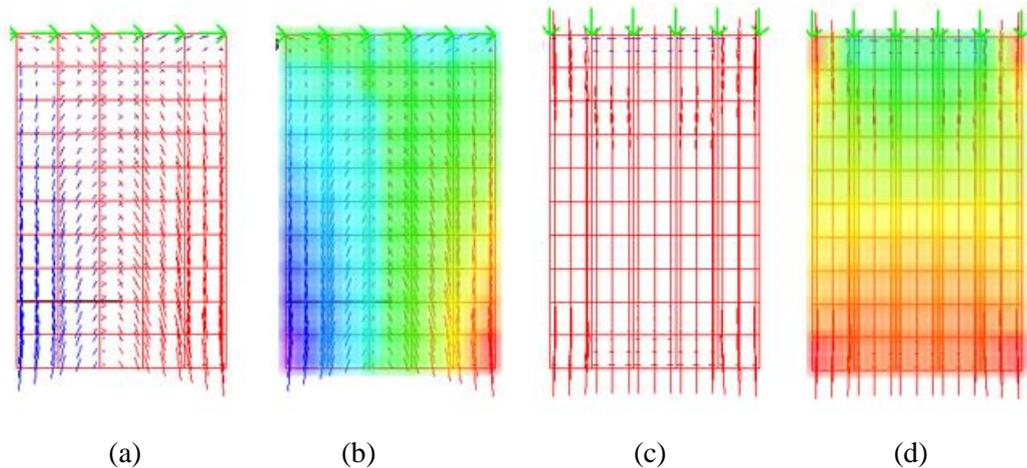
Beban (kN)	Defleksi (mm)					
	Dinding Penuh		Dinding dengan Bukaannya Pintu		Dinding dengan Bukaannya Pintu dan Jendela	
	X	Y	X	Y	X	Y
0,3	0,14					
41		1,83				
0,2			0,18			
1				0,49		
0,2					0,26	
1						0,23

Gambar 4.16 menjelaskan bahwa tegangan dinding akibat beban sebesar 2,5 kN arah X terjadi tarik pada bagian kiri dan terjadi tekan pada bagian kanan bawah, sedangkan akibat beban arah Y terjadi tarik pada bagian atas dan terjadi tekan pada hampir keseluruhan bagian dinding.

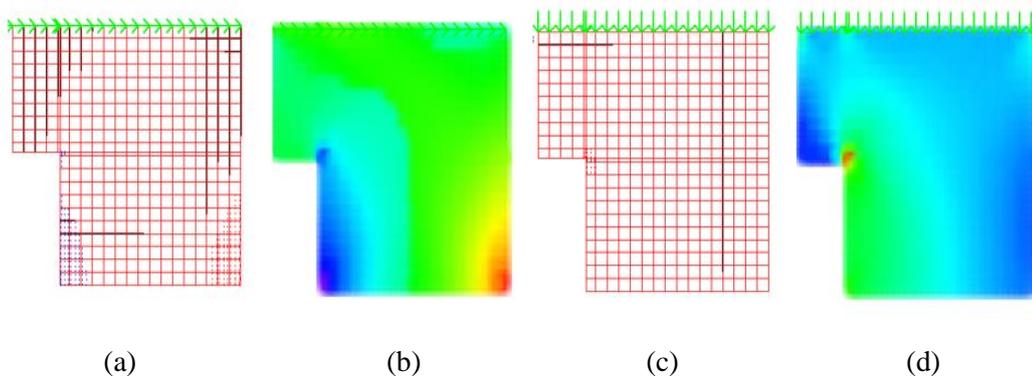
Gambar 4.17 menjelaskan bahwa tegangan dinding akibat beban sebesar 5 kN arah X terjadi tarik pada bagian kiri bawah dekat dengan bukaan pintu dan terjadi tekan pada bagian kanan bawah. Bagian kiri atas, kanan bukaan pintu, dan kanan dinding mengalami runtuh. Tegangan dinding akibat beban arah Y terjadi

tarik pada hampir seluruh dinding dan terjadi tekan pada bagian pojok atas bukaan pintu, juga mengalami sedikit runtuh pada bagian kanan dan kiri atas dinding.

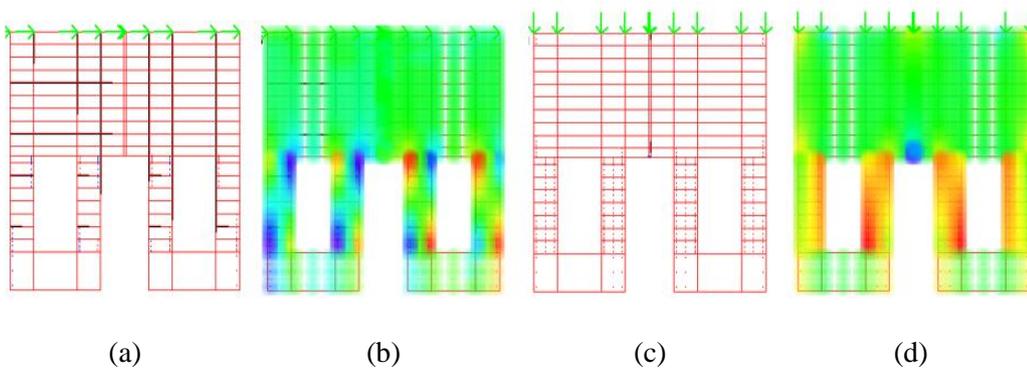
Gambar 4.18 menjelaskan bahwa tegangan dinding akibat beban sebesar 7,5 kN terjadi tarik dan tekan pada bagian dinding antara bukaan pintu dan jendela, juga mengalami runtuh pada hampir keseluruhan dinding. Tegangan dinding akibat beban arah Y terjadi tarik pada bagian tengah dinding yaitu bagian atas bukaan pintu, juga terjadi tekan dan mengalami runtuh diantara bukaan pintu dan jendela.



Gambar 4.16 Pola keruntuhan dinding dengan beban 2,5 kN (a, b) arah X; (c, d) arah Y



Gambar 4.17 Pola keruntuhan dinding dengan beban 5 kN (a, b) arah X; (c, d) arah Y

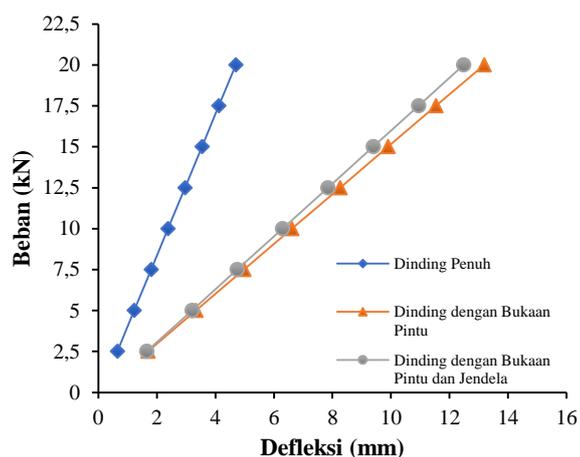


Gambar 4.18 Pola keruntuhan dinding dengan beban 7,5 kN (a, b) arah X; (c, d) arah Y

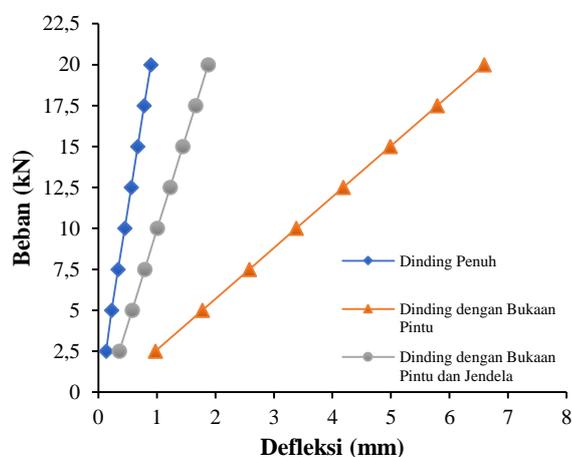
Nilai defleksi beberapa tipe dinding dapat dilihat pada Tabel 4.5 yang menghasilkan hubungan antara beban dan defleksi arah X pada Gambar 4. 19 dan hubungan defleksi dengan beban arah Y pada Gambar 4.20.

Tabel 4.5 Nilai defleksi dinding bangunan untuk penampang bentuk L

Beban (kN)	Defleksi (mm)					
	Dinding Penuh		Dinding dengan Bukaan Pintu		Dinding dengan Bukaan Pintu dan Jendela	
	X	Y	X	Y	X	Y
2,5	0,65	0,13	1,69	0,97	1,65	0,36
5	1,22	0,23	3,33	1,78	3,20	0,58
7,5	1,80	0,34	4,97	2,58	4,75	0,79
10	2,38	0,45	6,61	3,38	6,29	1,01
12,5	2,95	0,56	8,26	4,18	7,84	1,23
15	3,54	0,67	9,90	4,99	9,39	1,44
17,5	4,12	0,78	11,54	5,79	10,94	1,66
20	4,69	0,90	13,18	6,59	12,49	1,87



Gambar 4.19 Hubungan antara beban dan defleksi pada arah X



Gambar 4.20 Hubungan antara beban dan defleksi pada arah Y

Nilai defleksi terbesar pada arah X maupun pada arah Y terjadi pada benda uji dengan tipe dinding dengan bukaan pintu, dikarenakan benda uji memiliki tinggi lebih besar daripada lebarnya.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, jika dibandingkan dengan penelitian Penava dkk. dengan judul “Kontribusi Kolom Beton Bertulang dan Dinding Pasangan Bata terhadap Tahanan Geser dari Dinding Pengisi Rangka Beton Bertulang dengan Bukaan Jendela dan Pintu” tahun 2018, penelitian dengan judul “Studi Kerentanan *Non-Engineered Building* Menggunakan Dinding Pasangan Bata Setengah Batu” memiliki kesimpulan ketahanan dinding dipengaruhi oleh ukuran dan jenis bukaan dinding.