

## **BAB 5**

### **HASIL DAN DISKUSI**

#### **5.1 Hasil**

Setiap model akan dianalisa terhadap:

1. Moda getar alami struktur
2. Gaya geser dasar struktur dan Simpangan pada lantai paling atas
3. Daktilitas Struktur
4. Gaya dalam (Momen dan Geser) elemen Kolom dan Balok Leleh pertama
5. Daktilitas Elemen
6. Pola kerusakan/ leleh elemen struktur Ruko

##### **5.1.1 Variasi Konfigurasi Bukaan Dinding Bata**

Variasi konfigurasi bukaan dinding bata dilakukan pada 7 model yang berbeda. Seperti yang sudah disebutkan pada bab sebelumnya, bahwa variasi konfigurasi bukaan dinding bata dilakukan pada sisi depan bangunan saja, sedangkan pada sisi kiri, kanan, dan belakang ruko diisi dengan dinding bata penuh. Hasil lengkap dari model struktur Ruko Model A-1 sampai Model A-7 dapat dilihat pada Lampiran B.

##### **5.1.2 Variasi Jumlah Ruko**

Variasi jumlah Ruko per blok dilakukan dengan 3 model struktur Ruko, yaitu Model B-1, Model B-2, dan Model B-3. Dalam hal ini Model B-2 dan Model A-6 adalah sama, dimana Model B-2 adalah model Ruko 3 lantai dengan 4 ruko dalam 1 blok, serta memiliki bukaan riil pada setiap lantai. Dengan demikian hasil dari Model A-6 diambil sebagai hasil Model B-2. Hasil lengkap dari model – model tersebut dapat dilihat pada Lampiran C.

##### **5.1.3 Variasi Jumlah Lantai Ruko**

Variasi Jumlah Lantai Ruko dilakukan dalam 3 model struktur Ruko, yaitu Model C-1, Model C-2, dan Model C-3. Sama halnya dengan variasi jumlah

ruko, Model C-2 sebenarnya sama dengan Model A-6 dan B-2. Dengan demikian hasil untuk Model C-2 diambil dari Model A-6 yang sudah dianalisa sebelumnya.

Hasil lengkap dari model – model tersebut dapat dilihat pada Lampiran D.

#### 5.1.4 Variasi Eksitasi Beban Dinamik

Variasi Eksitasi Beban dinamik dilakukan dalam 2 model. Pada dasarnya konfigurasi struktur pada kedua model ini tidak berbeda sama sekali, hanya eksitasi beban yang berbeda. Model D-1 diberikan eksitasi sinusoidal dengan  $T = 1$  detik selama 12 detik. Amplitudo sinusoidal adalah 0.36g.

Hasil lengkap dari model ini dapat dilihat pada Lampiran E.

## 5.2 Diskusi

### 5.2.1 Variasi Konfigurasi Bukaan Dinding Bata

#### 1. Moda getar alami struktur

**Tabel 5.1** Moda Getar Alami Struktur Variasi Konfigurasi Bukaan

MODEL	Mode 1		Mode 2		Mode 3	
	Periode (detik)	Arah	Periode (detik)	Arah	Periode (detik)	Arah
MODEL 0	0.558	Translasi X	0.540	Translasi Y	0.475	Rotasi Z
MODEL A-1	0.489	Translasi X	0.256	Rotasi Z	0.244	Translasi Y
MODEL A-2	0.367	Translasi X	0.322	Rotasi Z	0.247	Translasi Y
MODEL A-3	0.418	Translasi X	0.303	Rotasi Z	0.246	Translasi Y
MODEL A-4	0.359	Translasi X	0.318	Rotasi Z	0.247	Translasi Y
MODEL A-5	0.387	Translasi X	0.303	Rotasi Z	0.245	Translasi Y
MODEL A-6	0.403	Translasi X	0.303	Rotasi Z	0.246	Translasi Y
MODEL A-7	0.397	Translasi X	0.289	Rotasi Z	0.247	Translasi Y

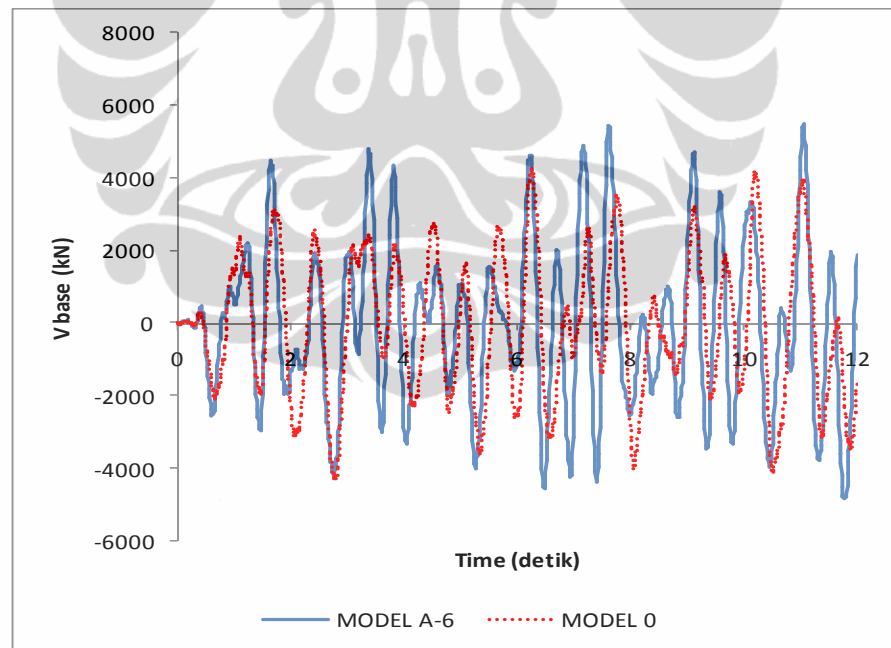
Dari hasil moda getar alami struktur Ruko, dilihat bahwa secara umum terjadi perubahan arah pola getar struktur. Jika dinding bata dimodelkan sebagai beban yang bekerja pada balok (Model 0), moda getar kedua merupakan translasi dengan arah sumbu Y. Sedangkan bila dinding bata dimodeling sebagai diagonal compression strut, maka arah pola getar mode kedua menjadi rotasi sumbu Z dan moda getar translasi sumbu Y berpindah menjadi moda ketiga.

Penurunan periode getar alami struktur bila dinding bata dimodelkan sebagai diagonal compression strut untuk mode pertama adalah 72.2%, untuk mode kedua 56.0%, dan untuk mode ketiga 51.8%.

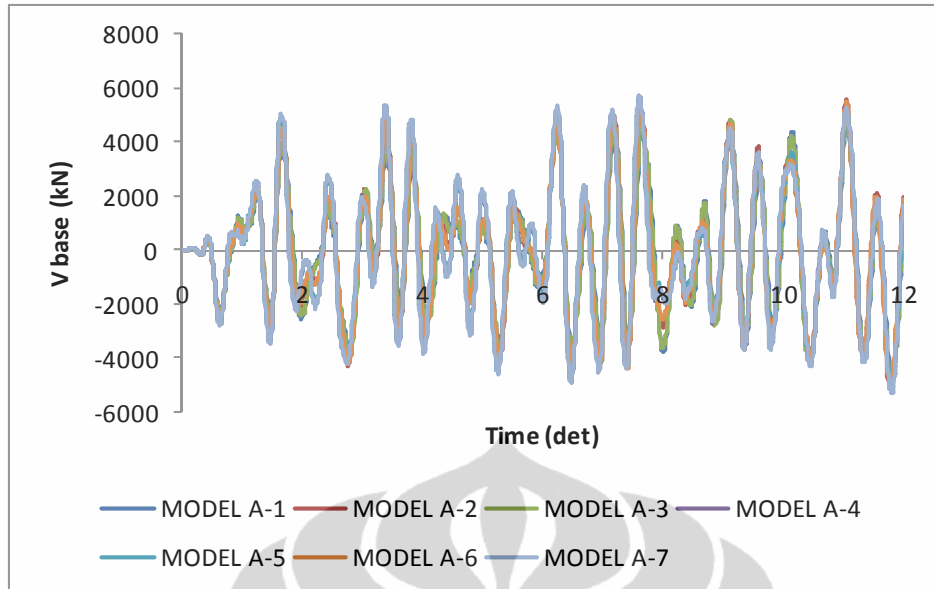
Permodelan strut juga memperbesar jarak antar moda. Pada Model 0 periode getar alami struktur moda pertama adalah 103% dari periode moda kedua. Sedangkan pada model dengan diagonal strut, periode getar alami struktur moda pertama adalah 133% dari perioda moda kedua, atau meningkat 30%.

2. Gaya geser dasar struktur dan Simpangan pada lantai paling atas

Gaya geser dasar struktur pada setiap model variasi bukaan ditunjukkan pada Gambar 5.1. Gaya geser dasar struktur model yang tidak memodelkan dinding bata sebagai Diagonal Strut – Model 0 (digambarkan dengan garis merah putus - putus) terlihat lebih kecil dari pada model yang memodelkan dinding bata sebagai diagonal strut.



**Gambar 5.1** Gaya Geser Dasar Struktur Model 0 dan Model A-6

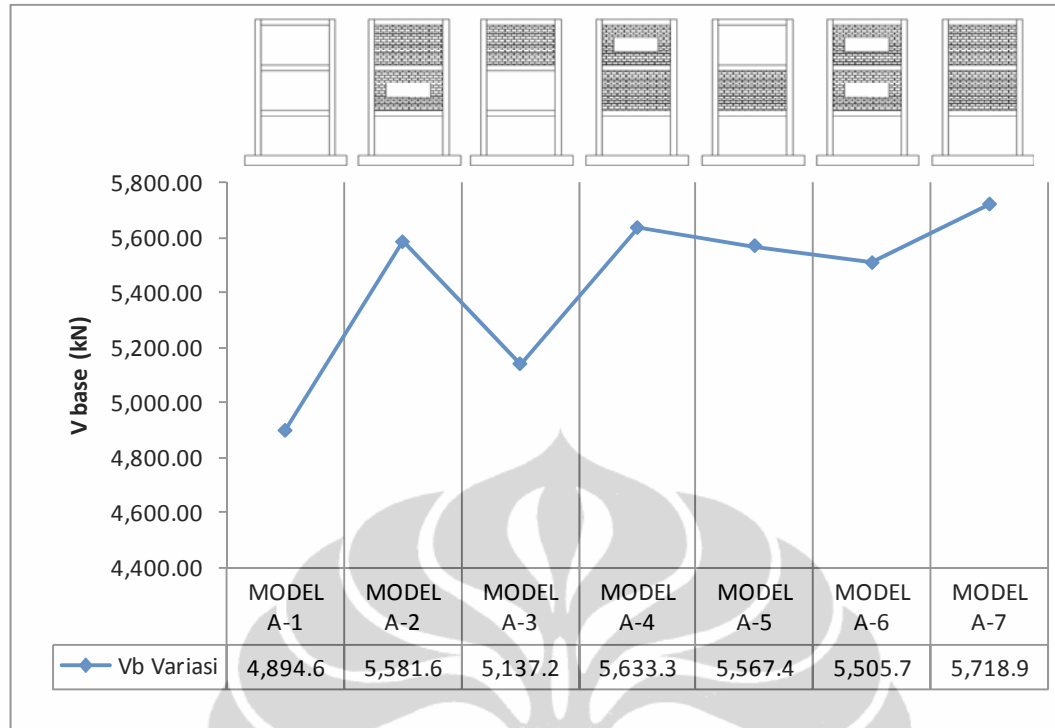


**Gambar 5.2** Gaya Geser Dasar Struktur Variasi Konfigurasi Bukaannya

Gambar 5.3 menunjukkan variasi konfigurasi bukaan model A-7 memiliki gaya geser dasar maksimum terbesar, yaitu 5,718.95 kN. Sedangkan gaya geser dasar struktur terkecil terjadi pada model A-1, yaitu 4,894.64 kN. Dari pola kenaikan gaya geser dasar, bisa ditarik kesimpulan bahwa ketika dinding bata terdapat pada lantai 2, gaya geser dasar akan meningkat dibandingkan ketika lantai 2 tidak diisi dengan dinding bata.

**Tabel 5.2** Gaya Geser Dasar Struktur Variasi Konfigurasi Bukaannya

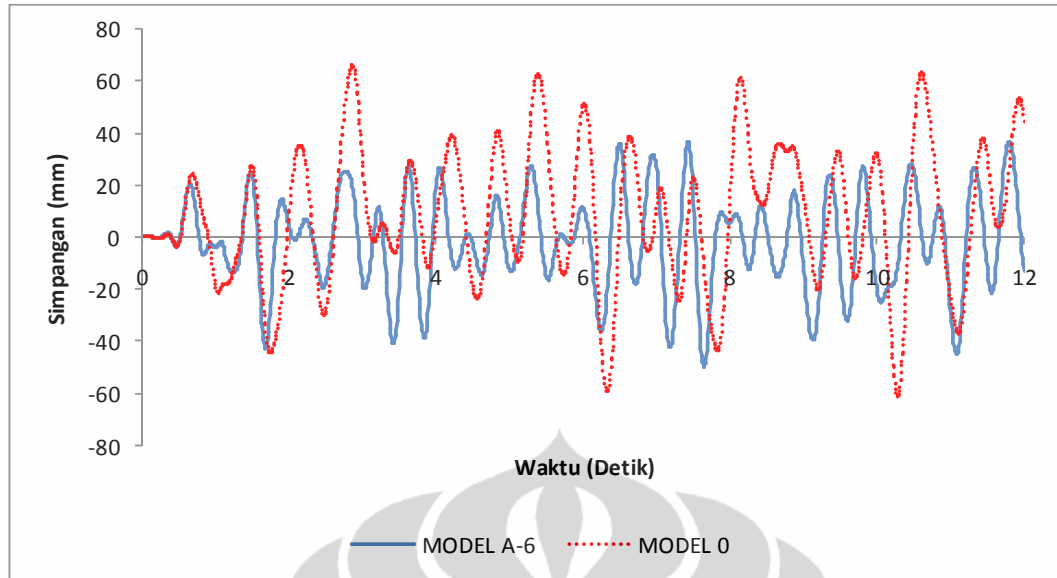
MODEL	V base (kN)	
	max	min
<b>MODEL 0</b>	<b>4,276.049</b>	<b>-4,274.975</b>
MODEL A-1	4,894.639	-4,695.75
MODEL A-2	5,581.668	-4,973.383
MODEL A-3	5,137.294	-4,761.189
MODEL A-4	5,633.306	-5,259.313
MODEL A-5	5,567.471	-4,799.203
<b>MODEL A-6</b>	<b>5,505.702</b>	<b>-4,819.515</b>
MODEL A-7	5,718.954	-5,295.214



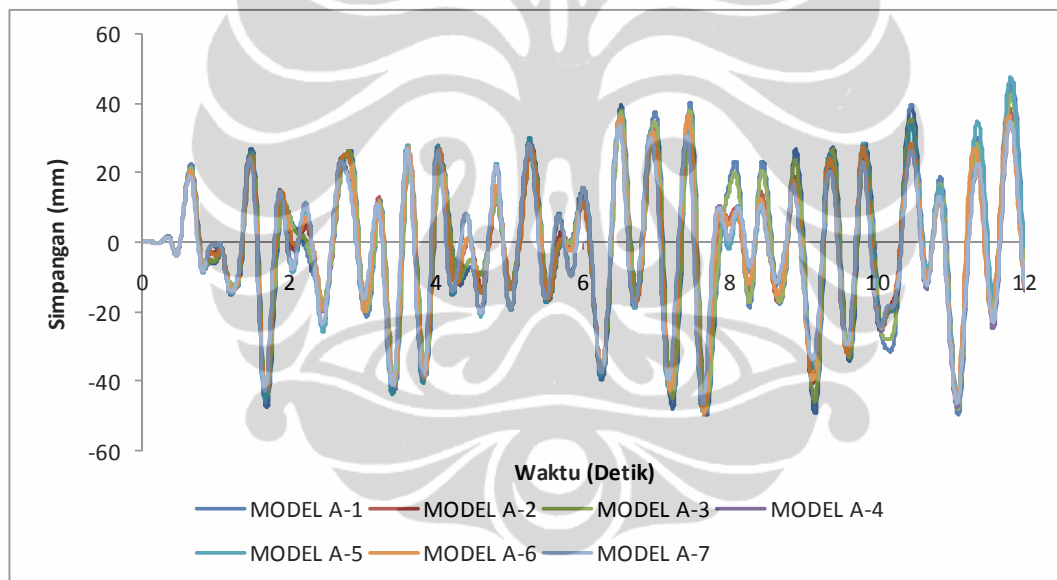
**Gambar 5.3** Gaya Geser Dasar Maksimum Struktur Variasi Konfigurasi Bukaan

Simpangan struktur yang terjadi pada model 0 lebih besar dari pada simpangan yang terjadi pada model yang memodelkan dinding bata sebagai diagonal strut (Model A-6). Simpangan struktur Model 0 digambarkan oleh garis merah putus - putus pada Gambar 5.4.

Gambar 5.6 dan Tabel 5.3 menunjukkan data simpangan maksimum yang terjadi. Simpangan model yang menggunakan strut lebih kecil 75.3% dari pada model tanpa strut (Model 0). Simpangan terkecil terjadi pada model A-7, yaitu sebesar 46.34 mm.



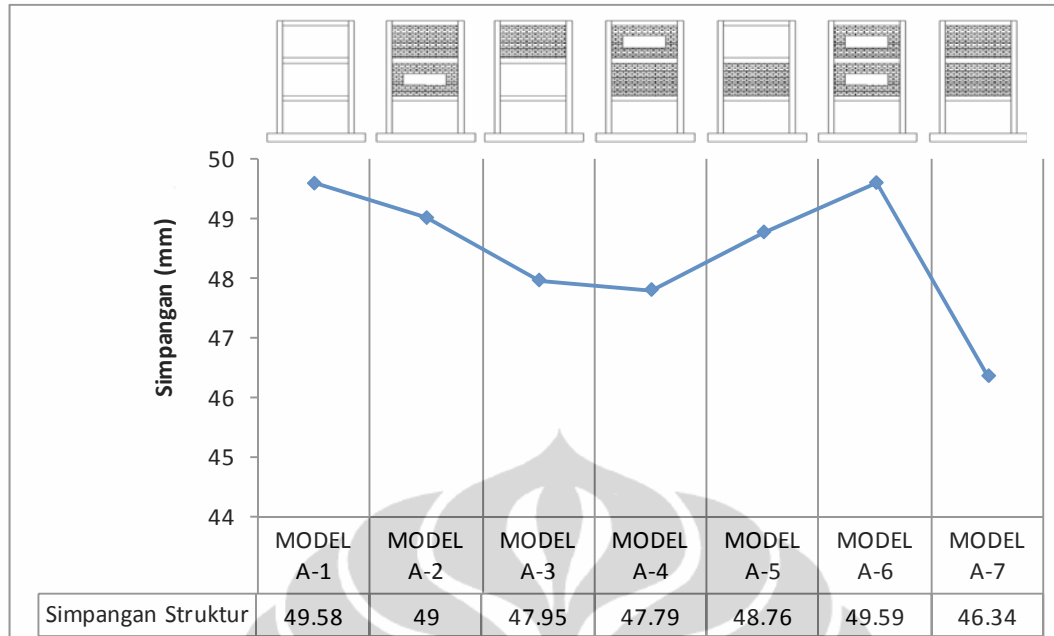
**Gambar 5.4** Simpangan Struktur Model 0 dan Model A-6



**Gambar 5.5** Simpangan Struktur Variasi Konfigurasi Bukaannya

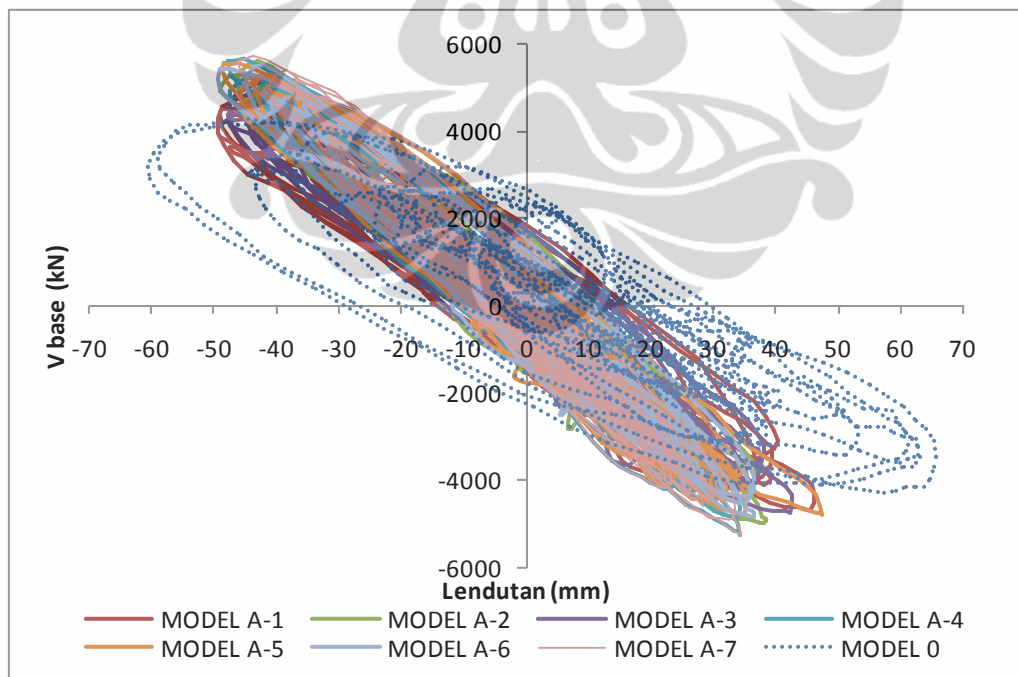
**Tabel 5.3** Simpangan Struktur Variasi Konfigurasi Bukaannya

MODEL	Simpangan (mm)		
	max	min	$\Delta$ max
<b>MODEL 0</b>	<b>65.85</b>	<b>-60.69</b>	<b>65.85</b>
MODEL A-1	46.32	-49.58	49.58
MODEL A-2	38.56	-49.00	49.00
MODEL A-3	42.73	-47.95	47.95
MODEL A-4	34.44	-47.79	47.79
MODEL A-5	47.34	-48.76	48.76
<b>MODEL A-6</b>	<b>36.51</b>	<b>-49.59</b>	<b>49.59</b>
MODEL A-7	34.54	-46.34	46.34



**Gambar 5.6** Simpangan Maksimum Struktur Variasi Konfigurasi Buka

Bila digambarkan hubungan antara Gaya geser dasar struktur dengan Simpangan struktur yang terjadi

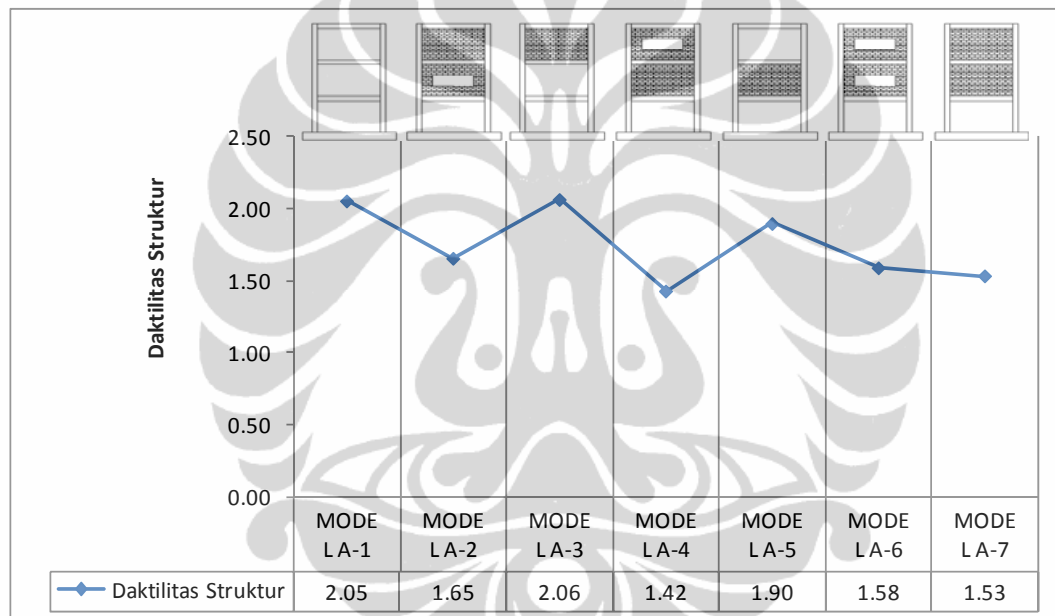


**Gambar 5.7** Gaya Geser Dasar Struktur - Simpangan Struktur Variasi Konfigurasi Buka

### 3. Daktilitas Struktur

Daktilitas struktur perlu ditunjukkan pada Gambar 5.8. Daktilitas struktur perlu model yang memodelkan dinding bata sebagai diagonal strut (Model A-6) yaitu  $\mu = 1.58$ , berada di bawah daktilitas struktur perlu model yang memodelkan dinding bata hanya sebagai beban pada balok (Model 0), yaitu  $\mu = 3.44$ .

Dari Gambar 5.8 ditarik kesimpulan bahwa daktilitas struktur model yang memiliki bukaan penuh pada minimal salah satu lantai, memiliki daktilitas perlu yang lebih besar dari pada struktur yang diisi dinding bata.

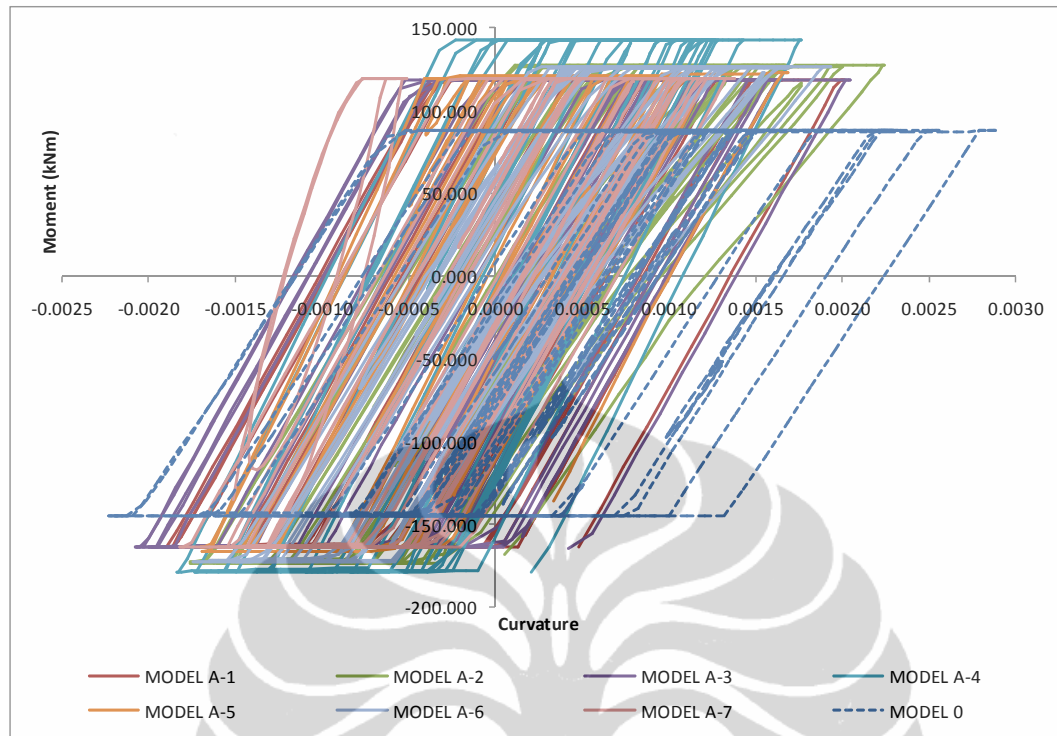


**Gambar 5.8** Daktilitas Struktur Perlu Variasi Konfigurasi Bukaan

### 4. Gaya dalam (Momen dan Geser) elemen Kolom dan Balok Leleh Pertama

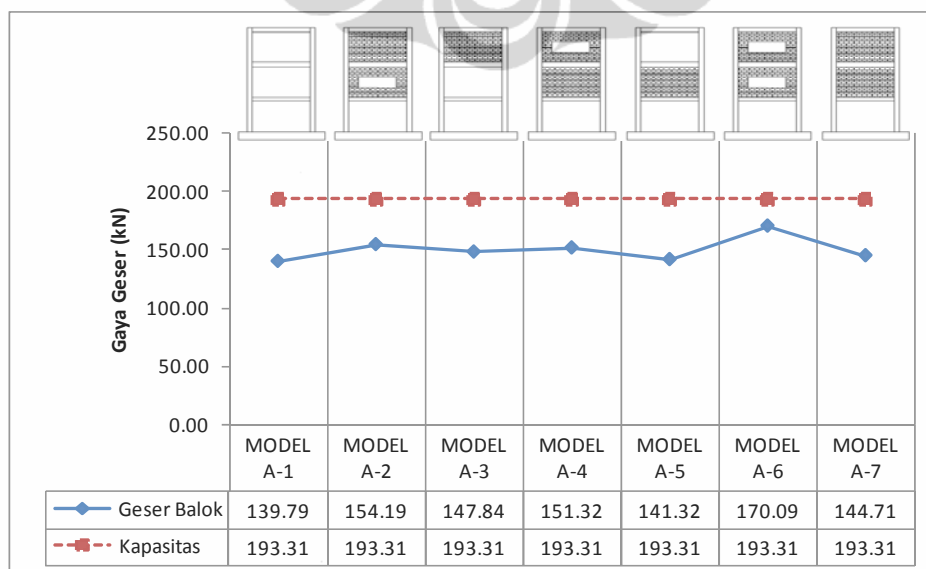
Elemen balok dan kolom yang diperiksa terhadap gaya dalam momen dan geser adalah elemen balok dan kolom yang mengalami leleh pertama pada struktur. Posisi dari balok dan kolom leleh pertama pada setiap model belum tentu sama, sehingga kapasitas masing – masing elemen mungkin saja berbeda. Gambar 5.9 menunjukkan hubungan moment – curvature balok yang mengalami leleh pertama pada setiap model variasi konfigurasi bukaan dinding bata.



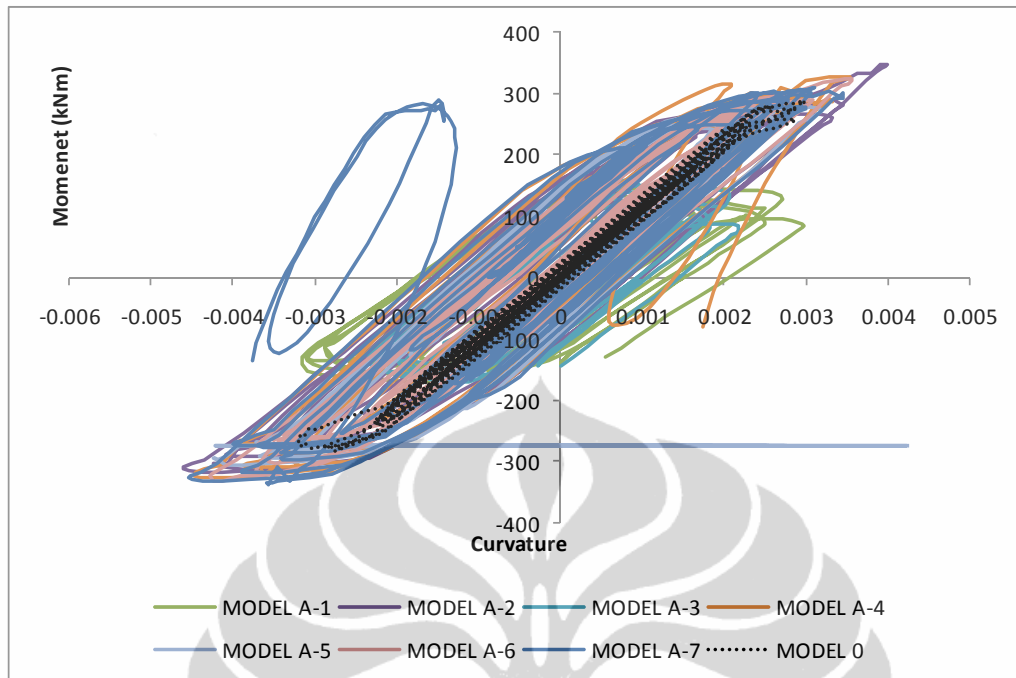


**Gambar 5.9** Moment - Curvature Balok Leleh Pertama Variasi Konfigurasi Bukaannya

Gaya dalam geser balok yang mengalami leleh pertama pada setiap model variasi konfigurasi bukaan dinding bata tidak ada yang melewati kapasitas geser balok (Gambar 5.10). Gaya dalam geser balok paling besar terjadi pada Model A-6, tetapi tidak sampai melewati kapasitas geser. Dengan demikian tidak ada balok yang gagal terhadap geser.



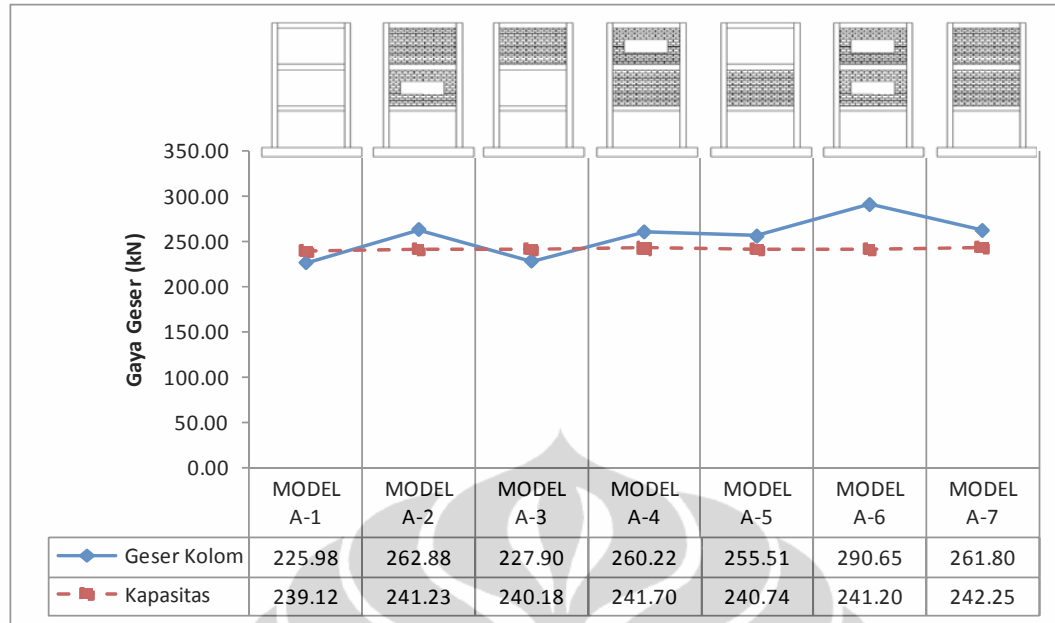
**Gambar 5.10** Gaya Dalam Geser Balok Leleh Pertama Variasi Konfigurasi Bukaannya



**Gambar 5.11** Moment - Curvature Kolom Leleh Pertama Variasi Konfigurasi Bukaannya

Gambar 5.11 menunjukkan hubungan Moment – curvature dari kolom yang mengalami leleh pertama pada setiap model. Posisi setiap kolom yang mengalami leleh pertama belum tentu sama pada setiap model. Pada model A-4, model A-5 dan model A-7 terlihat grafik mengalami keanehan, dimana garis sudah tidak dalam pola loop kembali. Hal ini dikarenakan elemen kolom sudah mengalami kegagalan (collapse). Sedangkan kolom pada model yang lain belum mengalami kegagalan, hanya mengalami leleh saja.

Gambar 5.12 menunjukkan gaya dalam geser kolom yang mengalami leleh pertama yang terjadi pada setiap model. Dilihat dari grafik tersebut bahwa kolom pada model 1 dan model 3 tidak mengalami kegagalan akibat geser. Sedangkan pada kolom lainnya mengalami kegagalan geser atau gaya geser perlu melebihi kapasitas geser kolom. Dengan demikian dapat diambil kesimpulan bahwa pada model yang memiliki bukaan sebagian ataupun tertutup penuh pada lantai 2 dapat mengalami kegagalan geser pada kolom.

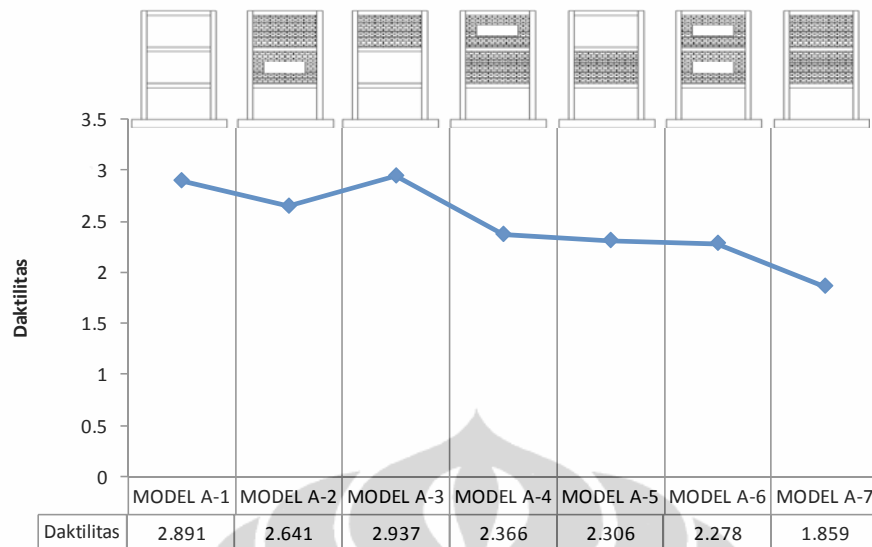


**Gambar 5.12** Gaya Dalam Geser Kolom Leleh Pertama Variasi Konfigurasi Bukaannya

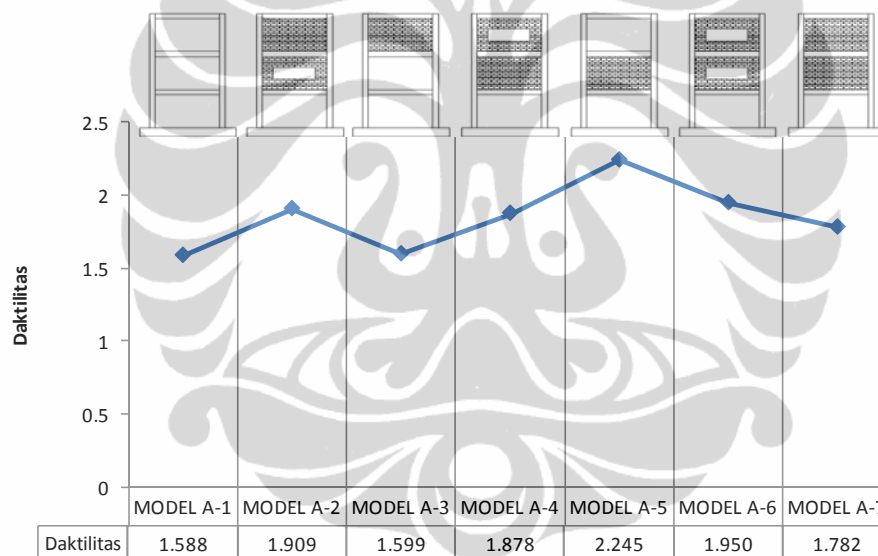
### 5. Daktilitas Elemen

Seperti pada bagian sebelumnya, elemen yang ditinjau merupakan elemen balok dan kolom yang mengalami leleh pertama. Daktilitas perlu balok pada setiap model ditunjukkan pada Gambar 5.13. Sedangkan daktilitas perlu kolom pada setiap model ditunjukkan pada Gambar 5.14.

Pola kenaikan daktilitas pada kolom terlihat berkebalikan dengan pola kenaikan pada balok. Pada balok, model 1 dan model 3 memiliki nilai daktilitas tertinggi dari model – model lainnya, tetapi pada kolom model 1 dan model 3 memiliki daktilitas yang relatif lebih kecil dari pada model – model lain. Secara nilai, daktilitas pada elemen balok lebih besar dari pada elemen kolom.



**Gambar 5.13** Daktilitas Elemen Balok Variasi Konfigurasi Bukaan Dinding Bata



**Gambar 5.14** Daktilitas Elemen Kolom Variasi Konfigurasi Bukaan Dinding Bata

## 6. Pola kerusakan/ leleh elemen struktur Ruko

- Model A-1

Leleh pertama struktur terjadi pada balok lantai 1 bagian depan ruko ( $t=0.65$  detik), kemudian diikuti oleh balok lantai 2 bagian depan ruko. Setelah balok – balok bagian depan leleh baru balok bagian belakang mulai leleh. Leleh kolom pertama terjadi setelah balok – balok lantai 1 dan 2 sudah leleh. Leleh kolom pertama

terjadi pada detik ke 1.66. Kolom leleh pertama terjadi pada bagian depan ruko.

Dinding bata mencapai 70% kapasitas pada 6.22 detik, tetapi tidak sampai hancur pada detik ke 12. Tingkat kehancuran elemen kolom IO (immediate occupancies).

- Model A-2

Leleh pertama struktur terjadi pada balok lantai 1 bagian depan ruko ( $t=1.43$  detik), kemudian diikuti oleh balok lantai 2 bagian depan ruko. Sebelum seluruh balok lantai 1 dan 2 meleleh, kolom lantai 1 bagian depan ruko sudah mengalami leleh pada sisi atas kolom ( $t= 1.47$  detik). Setelah beberapa kolom lantai 1 mengalami leleh, balok pada lantai 1 dan 2 bagian belakang dan tengah baru mengalami leleh.

Dinding bata lantai 1 bagian belakang mencapai 70% kapasitas pada detik ke 1.62 detik, tetapi pada  $t=12$  detik dinding bata tidak mengalami kerusakan. Tingkat kehancuran IO elemen kolom (immediate occupancies).

- Model A-3

Leleh pertama struktur terjadi pada balok lantai 1 bagian depan ruko ( $t=0.63$  detik), kemudian diikuti oleh balok lantai 1 bagian tengah ruko. Leleh kolom pertama terjadi hampir bersamaan dengan terjadi leleh balok pada bagian tengah lantai 1 dan 2 ( $t= 1.63$  detik).

Dinding bata lantai 1 bagian belakang mencapai 70% kapasitas pada detik ke 6.22 detik. Tingkat kehancuran IO elemen kolom (immediate occupancies).

- Model A-4

Leleh pertama struktur terjadi bersamaan antara balok dan kolom ( $t=1.44$  detik). Pola terjadinya leleh yaitu dimulai dari elemen – elemen bagian depan ruko, dan mulai menyebar setelah dinding bata bagian belakang ruko mulai menerima gaya yang lebih besar. Dinding bata hancur pada detik ke 7.61. Kolom lantai bagian depan

ruko mengalami kehancuran pada  $t = 11.28$  detik. Kegagalan kolom terjadi pada sisi atas kolom dahulu. Tingkat kehancuran elemen kolom “Collapse”.

- Model A-5

Pola leleh elemen struktur hampir sama dengan V4. Leleh pertama terjadi pada balok lantai 1 depan ( $t = 1.44$  detik), sebelum elemen balok lain mengalami leleh, kolom lantai 1 depan sudah mengalami leleh pada sisi atas kolom ( $t = 1.45$  detik). Dinding bata pada bagian belakang ruko mengalami kehancuran pada  $t = 7.62$  detik. Kolom lantai 1 bagian depan sisi bawah mengalami kehancuran pada  $t = 7.66$  detik. Tingkat kehancuran elemen kolom “Collapse”.

- Model A-6

Leleh pertama terjadi pada balok lantai 1 bagian depan ruko ( $t = 1.44$  detik). Kemudian balok pada lantai 1 mulai leleh semua. Balok – balok pada lantai 2 mulai leleh bersamaan dengan lelehnya kolom lantai 1 bagian depan Ruko ( $t = 1.61$  detik). Dinding bata yang mencapai 80% kapasitas hanya pada lantai 1 bagian belakang ruko. Tingkat kehancuran elemen kolom IO (immediate occupancies).

- Model A-7

Leleh pertama terjadi pada balok lantai 1 bagian depan ruko pada  $t = 1.43$  detik. Sebelum semua balok mengalami leleh, kolom lantai 1 bagian depan sudah mengalami leleh ( $t = 1.45$  detik). Pada  $t = 7.6$  detik, dinding bata lantai 1 bagian belakang sudah mengalami kehancuran. Setelah semua dinding bata lantai 1 bagian belakang mengalami kerusakan, kolom lantai 1 bagian depan sisi atas mengalami kehancuran ( $t = 11.1$  detik). Tingkat kehancuran elemen kolom “Collapse”.

Tabel 5.4 menunjukkan rangkuman jumlah titik elemen yang mengalami leleh pada struktur. Model yang paling banyak

mengalami leleh kolom adalah V4 dan V7. Model V4, V5, dan V7 mengalami kegagalan elemen kolom (collapse).

**Tabel 5.4** Jumlah Titik Leleh Elemen Struktur Ruko

Variasi	Lantai 1			Lantai 2			Lantai 3			Tingkat Kerusakan Elemen
	Kolom		Balok	Kolom		Balok	Kolom		Balok	
	Bawah	Atas		Bawah	Atas		Bawah	Atas		
Model A-1	14	7	16	0	7	16	0	0	16	IO
Model A-2	18	16	16	0	6	16	0	0	3	IO
Model A-3	17	7	16	0	14	16	0	0	0	IO
Model A-4	18	20	16	1	4	16	0	0	14	E
Model A-5	19	19	17	0	3	17	0	0	17	E
Model A-6	17	17	16	0	5	16	0	0	15	IO
Model A-7	18	20	16	1	4	16	0	0	8	E

### 5.2.2 Variasi Jumlah Ruko

#### 1. Moda getar alami struktur

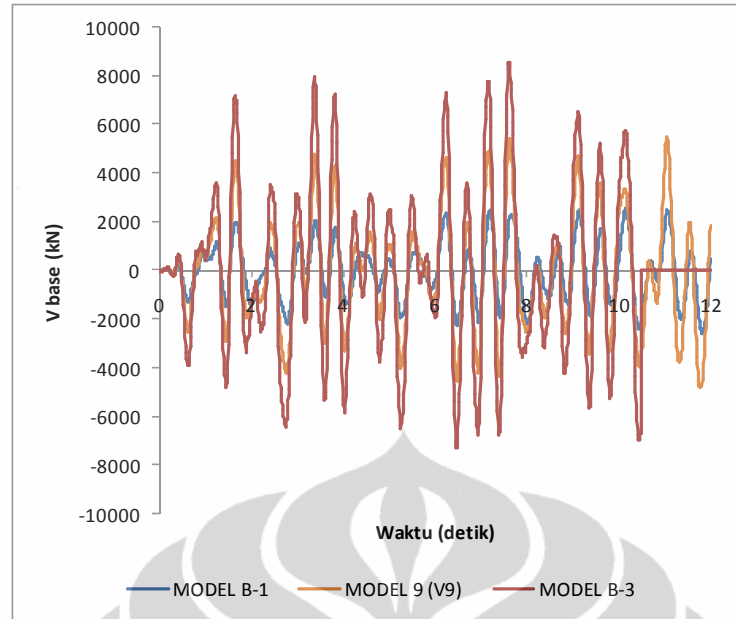
Moda getar alami struktur pada ketiga model ini tidak mengalami banyak perbedaan (Tabel 5.5). Hanya saja moda getar alami kedua struktur merupakan rotasi, sedangkan moda ketiga mengalami translasi.

**Tabel 5.5** Moda Getar Alami Struktur Variasi Jumlah Ruko

MODEL	Mode 1		Mode 2		Mode 3	
	Periode (detik)	Arah	Periode (detik)	Arah	Periode (detik)	Arah
MODEL B-1	0.432	Translasi X	0.302	Rotasi Z	0.203	Translasi Y
MODEL B-2	0.403	Translasi X	0.303	Rotasi Z	0.246	Translasi Y
MODEL B-3	0.435	Translasi X	0.249	Rotasi Z	0.236	Translasi Y

#### 2. Gaya geser dasar struktur dan Simpangan pada lantai paling atas

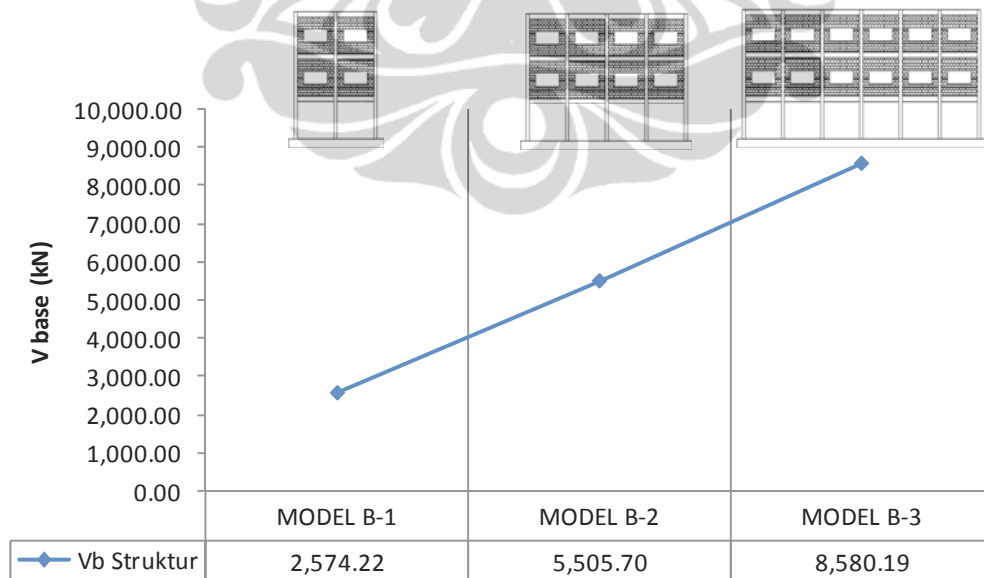
Gaya geser dasar struktur setiap model pada variasi jumlah ruko dapat dilihat pada Gambar 5.15. Gaya geser dasar struktur yang paling besar terjadi pada model B-3, sedangkan gaya geser yang paling kecil terjadi pada model B-1 (Tabel 5.6 dan Gambar 5.16). Peningkatan gaya geser dasar dapat terjadi sampai 200%. Hal ini menunjukkan bahwa semakin banyak jumlah ruko semakin besar gaya geser dasar struktur.



**Gambar 5.15** Gaya Geser Dasar Struktur Variasi Jumlah Ruko

**Tabel 5.6** Gaya Geser Dasar Struktur Variasi Jumlah Ruko

MODEL	V base (kN)	
	max	min
MODEL B-1	2,574.22	-2,573.66
MODEL B-2	5,505.70	-4,819.52
MODEL B-3	8,580.19	-7,281.53

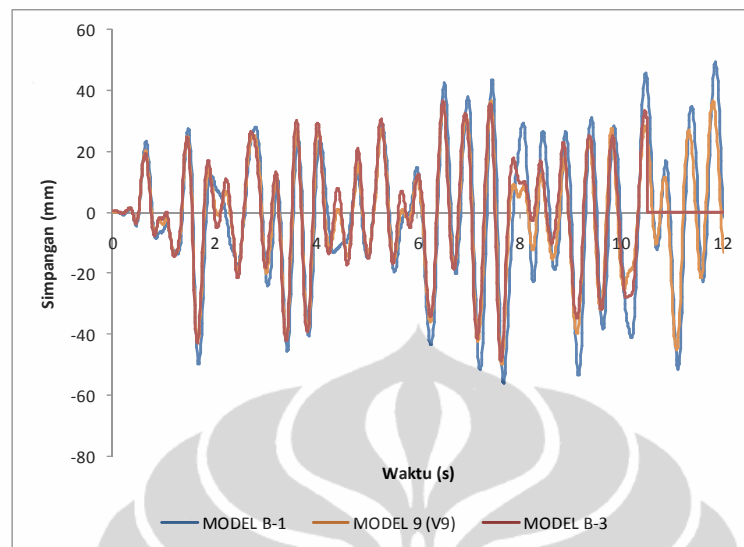


**Gambar 5.16** Gaya Geser Dasar Maksimum Struktur Variasi Jumlah Ruko

Simpangan struktur yang terjadi pada setiap model variasi jumlah ruko ditunjukkan pada Gambar 5.17. Hasil analisa simpangan struktur



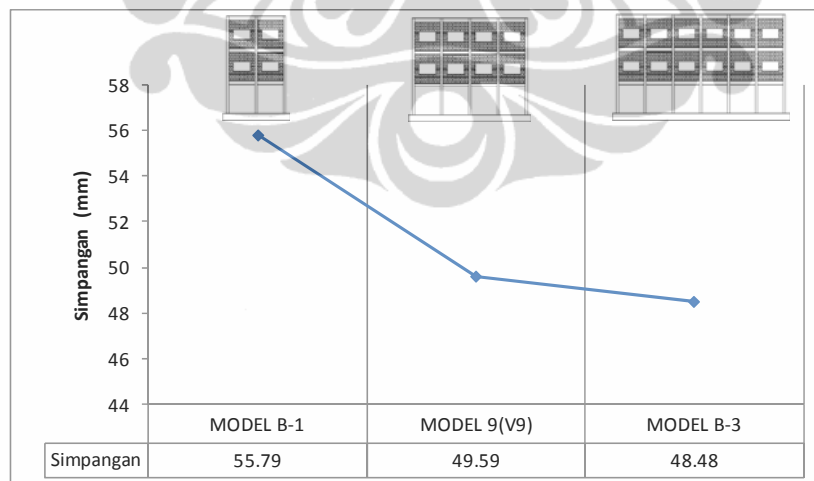
menunjukkan semakin banyak jumlah ruko dalam satu blok semakin kecil simpangan struktur yang terjadi (Tabel 5.7 dan Gambar 5.18).



**Gambar 5.17** Simpangan Struktur Variasi Jumlah Ruko

**Tabel 5.7** Simpangan Struktur Variasi Jumlah Ruko

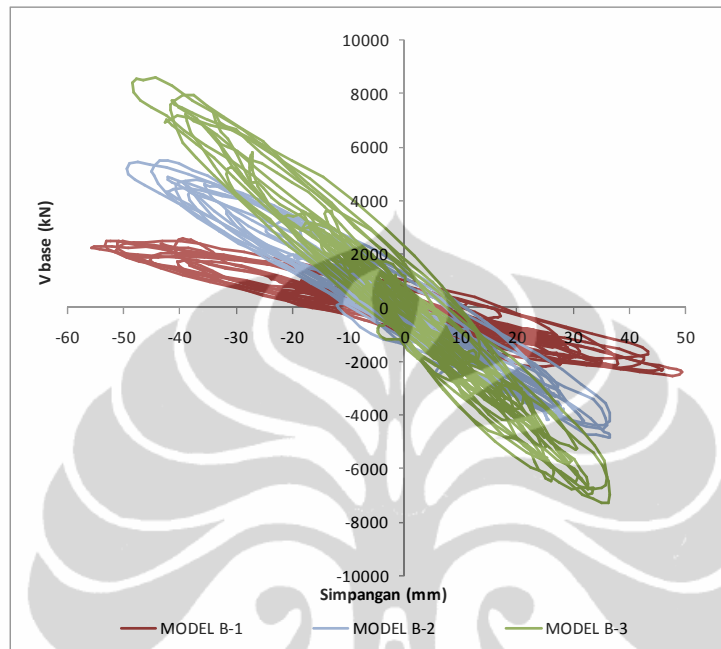
MODEL	Simpangan (mm)		
	max	min	$\Delta$
MODEL B-1	49.2	-55.79	55.79
MODEL B-2	36.51	-49.59	49.59
MODEL B-3	36.5	-48.48	48.48



**Gambar 5.18** Simpangan Maksimum Struktur Variasi Jumlah Ruko

Hubungan antara simpangan struktur dan gaya geser dasar struktur setiap model variasi jumlah ruko ditunjukkan pada Gambar 5.19. Gambar 5.19 juga menunjukkan bahwa semakin banyak jumlah

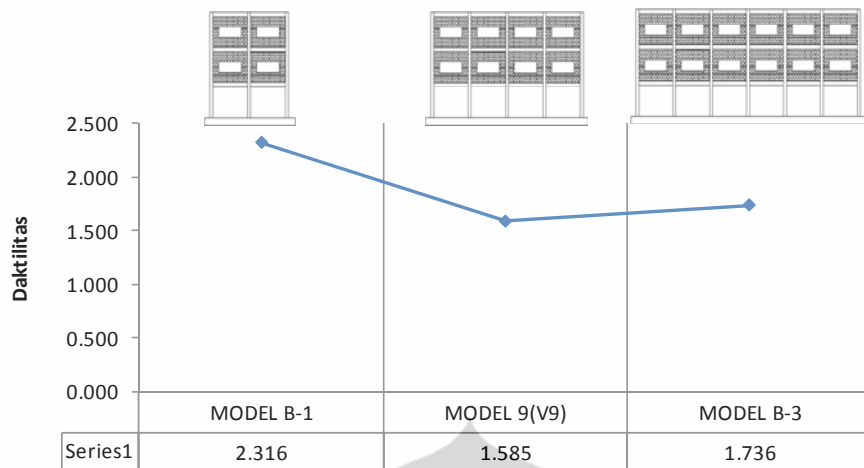
Ruko dalam satu blok maka semakin besar gaya geser dasar struktur, tetapi semakin kecil simpangan maksimum yang terjadi. Begitu juga sebaliknya.



**Gambar 5.19** Gaya Geser Dasar Struktur - Simpangan Struktur Variasi Jumlah Ruko

### 3. Daktilitas Struktur

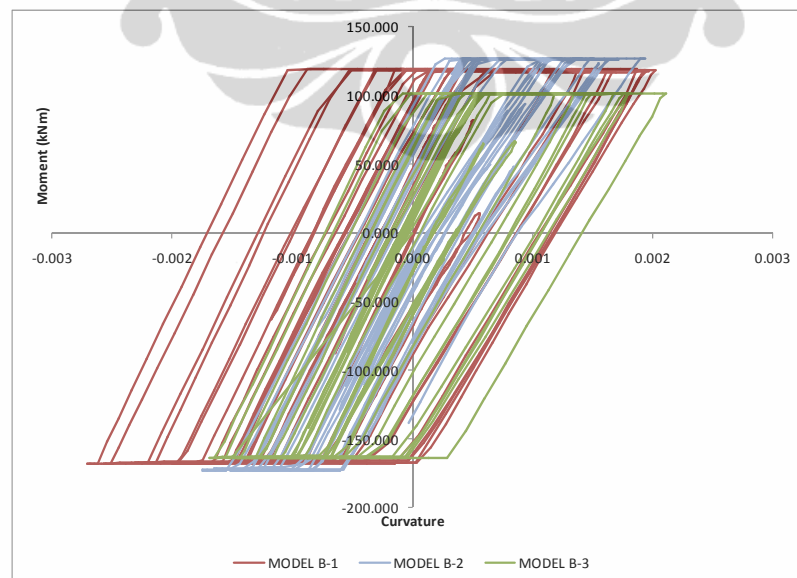
Daktilitas struktur perlu setiap model ditunjukkan pada Gambar 5.20. Dari grafik tersebut dilihat bahwa nilai daktilitas perlu semakin mengecil, tetapi terjadi sedikit anomali dimana pada model 10 nilai daktilitas perlu struktur meningkat. Dapat disimpulkan bahwa daktilitas perlu struktur semakin mengecil bila jumlah ruko per blok semakin banyak.



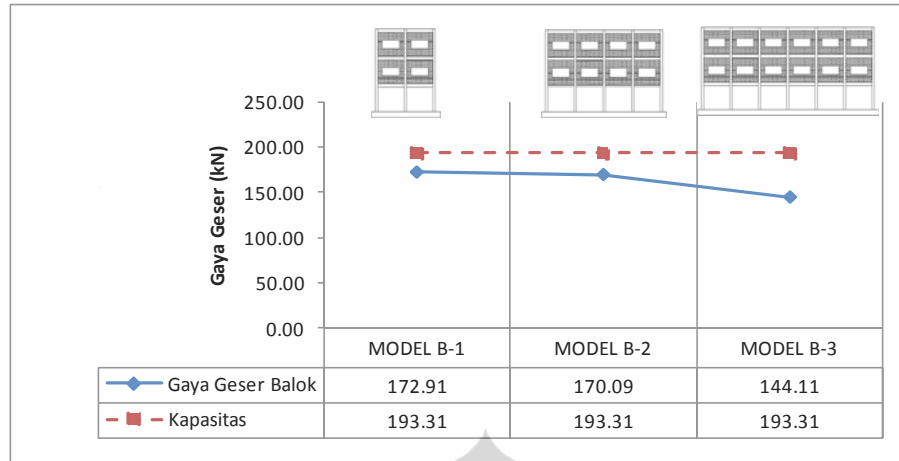
**Gambar 5.20** Daktilitas Struktur Perlu Variasi Jumlah Ruko

4. Gaya dalam (Momen dan Geser) elemen Kolom dan Balok Leleh pertama

Gambar 5.21 menampilkan hubungan moment – curvature balok yang mengalami leleh pertama pada setiap model variasi jumlah ruko dalam satu blok. Posisi balok yang mengalami leleh pertama pada setiap model berbeda – beda. Gambar 5.22 menunjukkan bahwa tidak ada balok yang mengalami kegagalan terhadap geser, karena gaya dalam geser yang diterima balok lebih kecil dari pada kapasitas geser yang dimiliki balok.

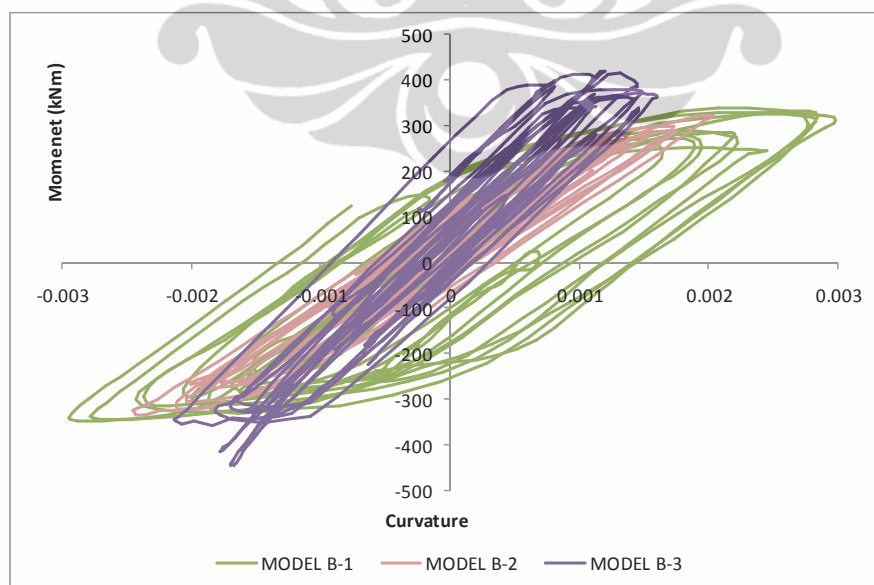


**Gambar 5.21** Moment - Curvature Balok Leleh Pertama Variasi Jumlah Ruko

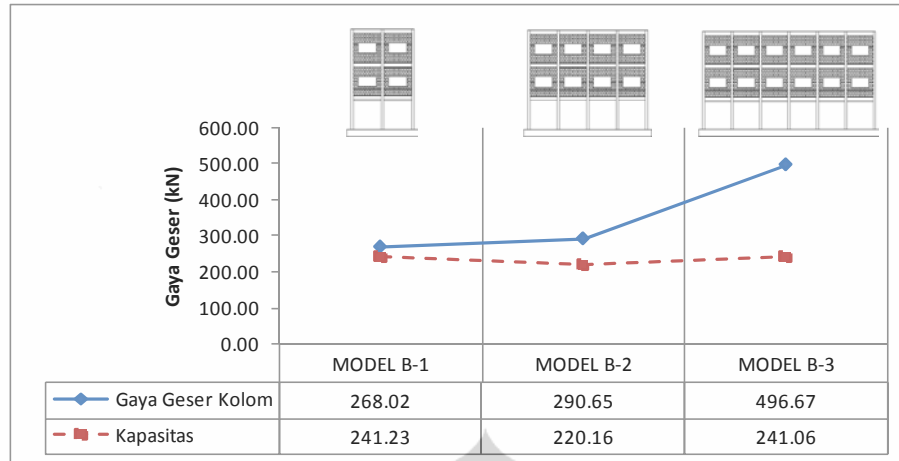


**Gambar 5.22** Gaya Dalam Geser Balok Leleh Pertama Variasi Jumlah Ruko

Gambar 5.23 menunjukkan hubungan moment – curvature kolom yang mengalami leleh pertama pada semua model variasi jumlah ruko. Gambar 5.24 menunjukkan gaya dalam geser kolom yang terjadi pada setiap model. Disini terlihat bahwa kolom pada setiap model mengalami kegagalan terhadap gaya geser, atau gaya geser yang terjadi melebihi kapasitas geser kolom. Semakin banyak jumlah ruko semakin besar juga kelebihan gaya geser yang harus ditahan oleh kolom.



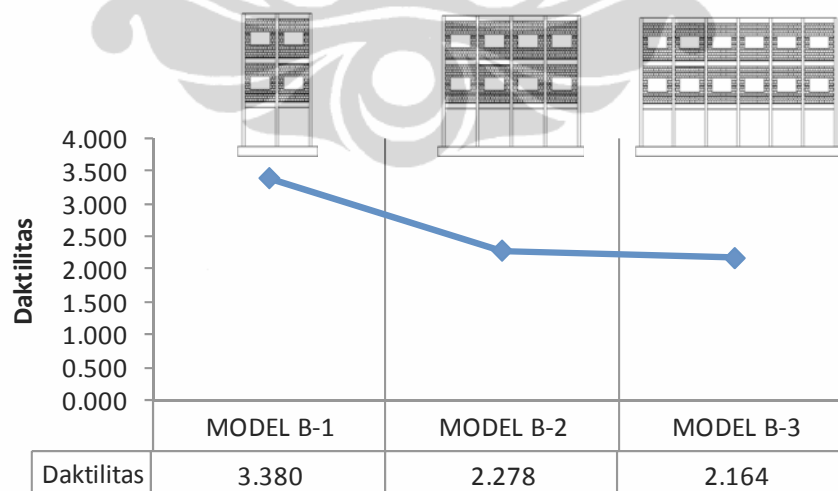
**Gambar 5.23** Moment - Curvature Kolom Leleh Pertama Variasi Jumlah Ruko



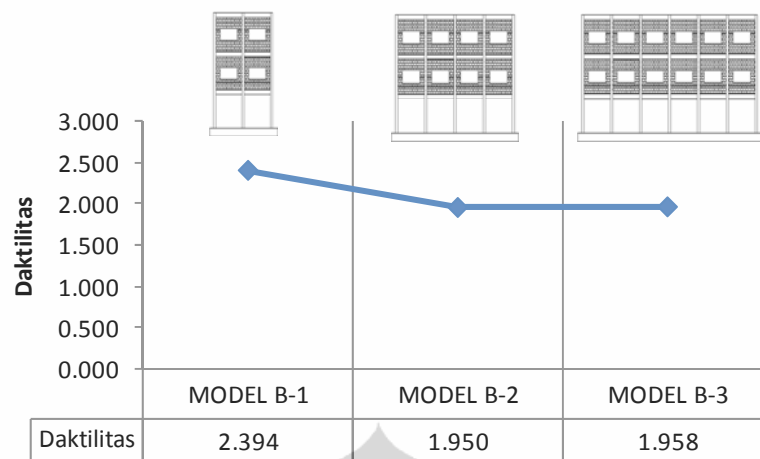
**Gambar 5.24** Gaya Dalam Geser Kolom Leleh Pertama Variasi Jumlah Ruko

### 5. Daktilitas Elemen

Elemen balok dan kolom yang ditinjau adalah elemen balok dan kolom yang mengalami leleh pertama pada struktur. Gambar 5.25 menunjukkan bahwa daktilitas perlu balok semakin mengecil ketika jumlah ruko bertambah. Begitu juga dengan elemen kolom, daktilitas perlu kolom akan semakin mengecil seiring bertambahnya jumlah ruko (Gambar 5.26). Daktilitas perlu balok lebih besar dari pada daktilitas perlu kolom.



**Gambar 5.25** Daktilitas Elemen Balok Variasi Jumlah Ruko



**Gambar 5.26** Daktilitas Elemen Kolom Variasi Jumlah Ruko

#### 6. Model kerusakan/ leleh elemen struktur Ruko

- Model B-1

Leleh pertama struktur terjadi pada balok lantai 1 bagian depan ruko ( $t=0.62$  detik). Leleh kolom pertama terjadi sebelum balok – balok lantai 1 dan 2 sudah leleh. Leleh kolom pertama terjadi pada detik ke 1.47. Kolom leleh pertama terjadi pada bagian depan ruko. Tingkat kehancuran elemen kolom IO (immediate occupancies).

- Model B-2

Leleh pertama terjadi pada balok lantai 1 bagian depan ruko ( $t=1.44$  detik). Kemudian balok pada lantai 1 mulai leleh semua. Balok – balok pada lantai 2 mulai leleh bersamaan dengan lelehnya kolom lantai 1 bagian depan Ruko ( $t= 1.61$  detik). Dinding bata yang mencapai 80% kapasitas hanya pada lantai 1 bagian belakang ruko. Tingkat kehancuran elemen kolom IO (immediate occupancies).

- Model B-3

Leleh pertama struktur terjadi pada balok lantai 1 bagian depan ruko ( $t=1.42$  detik), kemudian diikuti oleh balok lantai 2 bagian depan ruko. Sesudah seluruh balok lantai 1 dan 2 bagian depan meleleh, kolom lantai 1 bagian belakang ruko sudah mengalami leleh pada sisi atas kolom ( $t= 1.60$  detik). Setelah beberapa kolom lantai 1 mengalami leleh, balok pada lantai 1 dan 2 bagian

belakang dan tengah baru mengalami leleh. Dinding bata lantai 1 bagian belakang mulai hancur pada detik ke 7.60 detik. Sedangkan kolom lantai 1 bagian belakang mengalami kehancuran pada  $t = 10.5$  detik. Tingkat kehancuran elemen kolom *Collapse*.

### 5.2.3 Variasi Jumlah Lantai Ruko

#### 1. Moda getar alami struktur

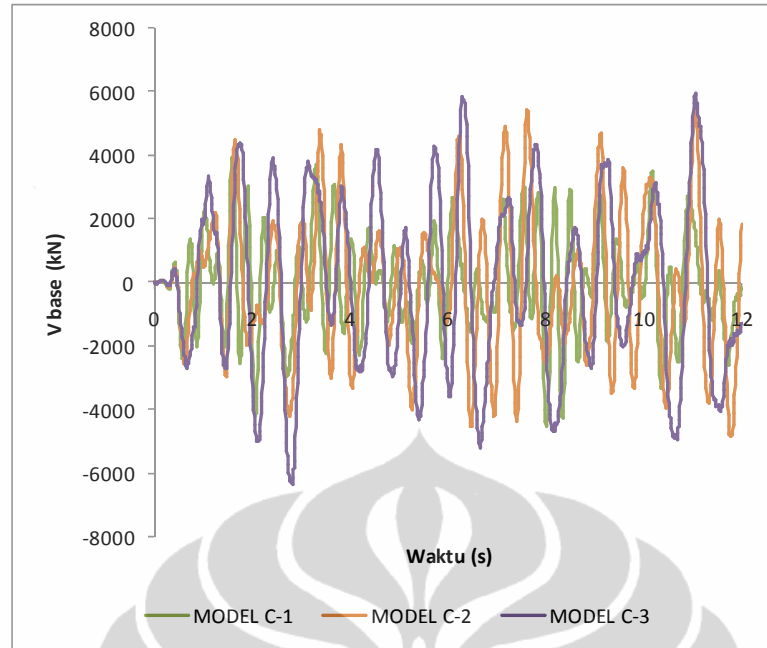
Moda getar alami struktur pada ketiga model variasi jumlah lantai ruko dapat dilihat pada Tabel 5.8. Semakin banyak jumlah lantai ruko maka semakin besar periode getar alami struktur. Moda getar alami ke 2 struktur merupakan rotasi, sedangkan moda ke 3 mengalami translasi.

**Tabel 5.8** Moda Getar Alami Struktur Variasi Jumlah Lantai Ruko

MODEL	Mode 1		Mode 2		Mode 3	
	Periode (s)	Arah	Periode (s)	Arah	Periode (s)	Arah
MODEL C-1	0.306	Translasi X	0.199	Rotasi Z	0.172	Translasi Y
MODEL C-2	0.387	Translasi X	0.303	Rotasi Z	0.246	Translasi Y
MODEL C-3	0.549	Translasi X	0.370	Rotasi Z	0.323	Translasi Y

#### 2. Gaya geser dasar struktur dan Simpangan pada lantai paling atas

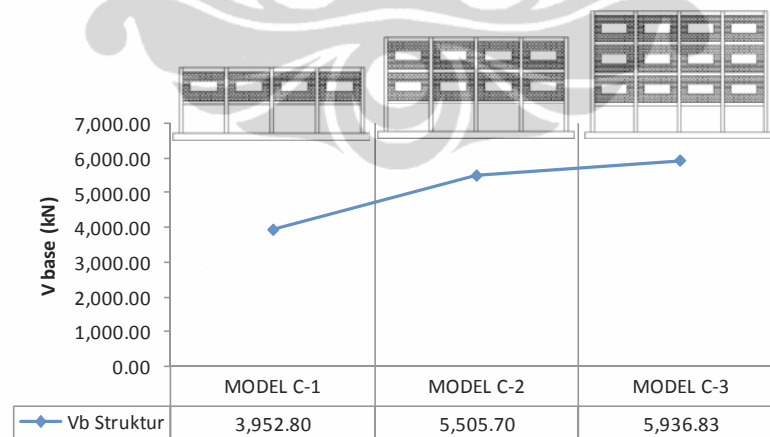
Gambar 5.27 menunjukkan gaya geser dasar struktur model variasi jumlah lantai ruko. Dari Tabel 5.9 dan Gambar 5.28 diketahui bahwa ada peningkatan gaya geser dasar pada setiap model. Dengan demikian dapat ditarik kesimpulan bahwa semakin banyak jumlah lantai ruko, semakin besar gaya geser dasar struktur.



**Gambar 5.27** Gaya Geser Dasar Struktur Variasi Jumlah Lantai Ruko

**Tabel 5.9** Gaya Geser Dasar Struktur Variasi Jumlah Lantai Ruko

MODEL	V base (kN)	
	max	min
MODEL C-1	3,952.80	-4,531.15
MODEL C-2	5,505.70	-4,819.52
MODEL C-3	5,936.83	-6,317.64



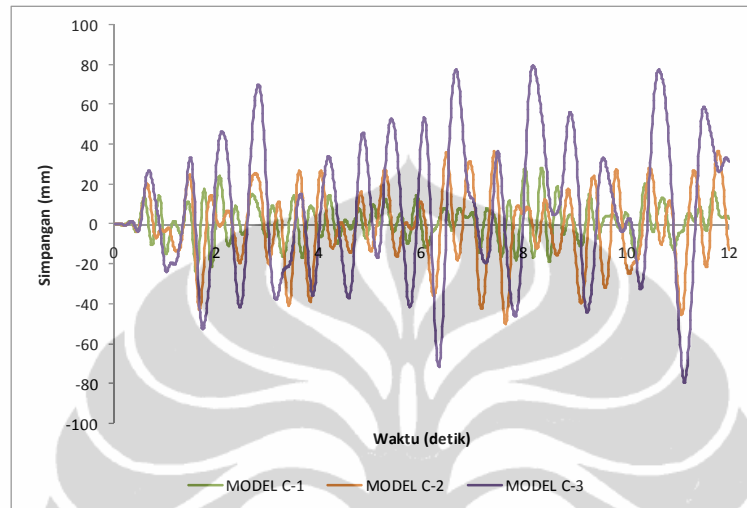
**Gambar 5.28** Gaya Geser Dasar Maksimum Struktur Variasi Jumlah Lantai Ruko

Simpangan struktur model variasi jumlah lantai ruko dapat dilihat pada Gambar 5.29. Dari Tabel 5.10 dan Gambar 5.30 dapat diambil



kesimpulan bahwa semakin banyak jumlah lantai ruko maka semakin besar juga simpangan struktur yang terjadi.

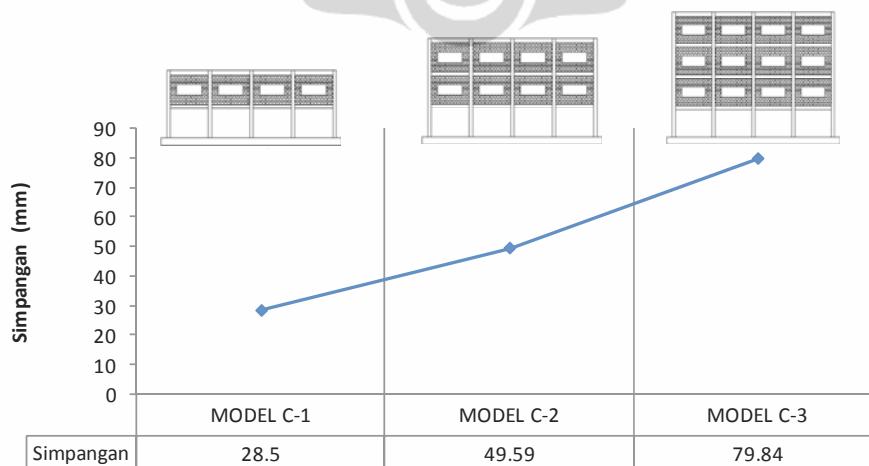
Hubungan antara gaya geser dasar struktur dan simpangan ditunjukkan pada Gambar 5.31



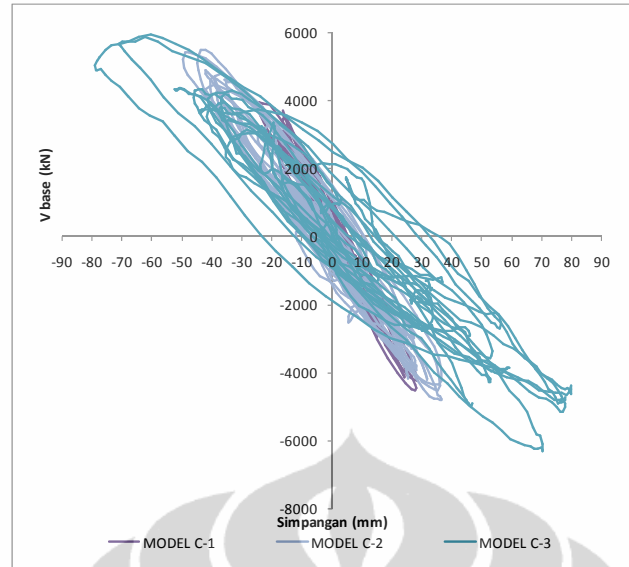
**Gambar 5.29** Simpangan Struktur Variasi Jumlah Lantai Ruko

**Tabel 5.10** Simpangan Struktur Variasi Jumlah Lantai Ruko

MODEL	Lendutan (mm)		
	max	min	$\Delta$
MODEL C-1	28.5	-24.59	28.5
MODEL C-2	36.51	-49.59	49.59
MODEL C-3	79.84	-78.99	79.84



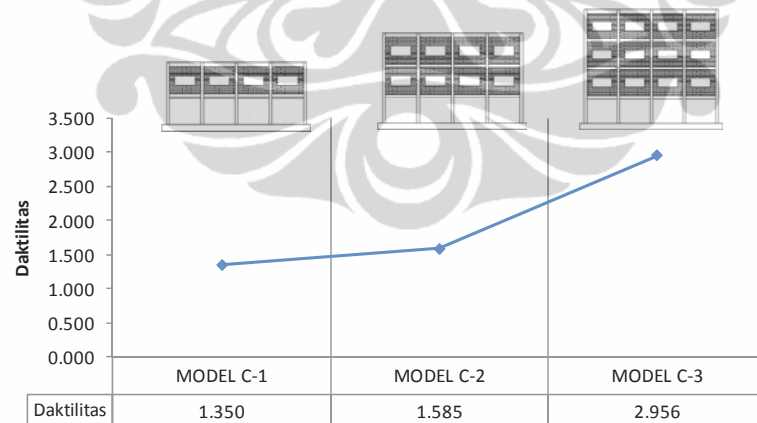
**Gambar 5.30** Simpangan Maksimum Struktur Variasi Jumlah Lantai Ruko



**Gambar 5.31** Gaya Geser Dasar Struktur - Simpangan Struktur Variasi Jumlah Lantai Ruko

### 3. Daktilitas Struktur

Gambar 5.32 menunjukkan daktilitas perlu struktur model variasi jumlah lantai ruko. Dari grafik ini diambil kesimpulan bahwa semakin bertambah jumlah lantai ruko, maka semakin besar juga daktilitas perlu struktur.

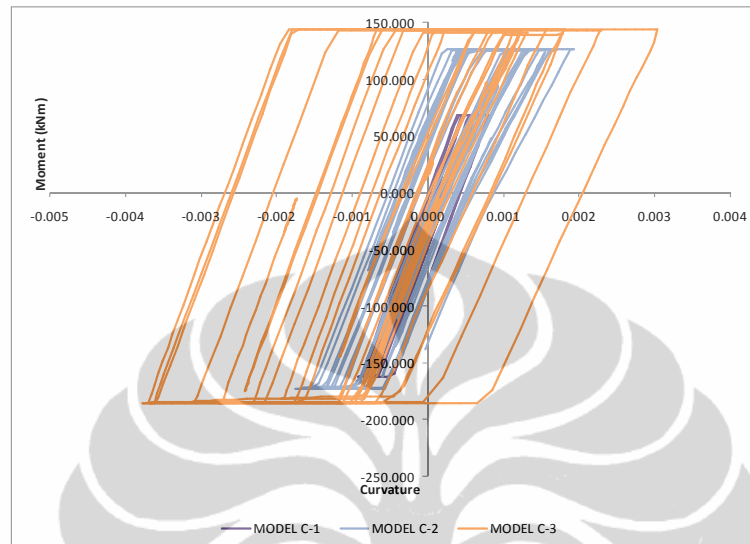


**Gambar 5.32** Daktilitas Struktur Perlu Variasi Jumlah Lantai Ruko

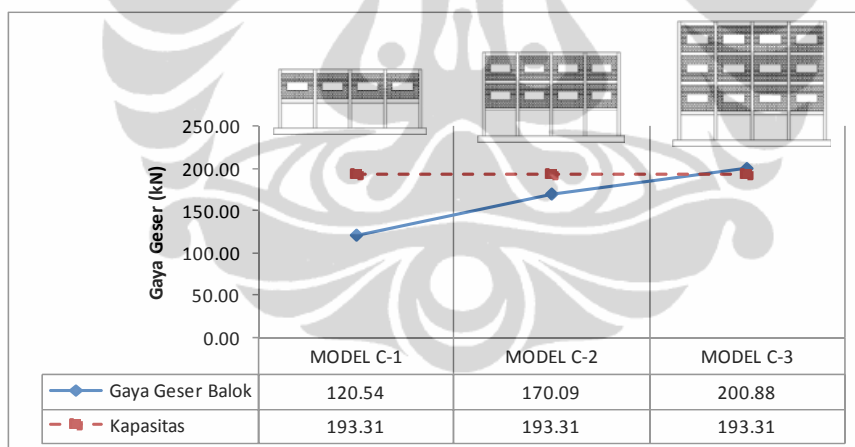
### 4. Gaya dalam (Momen dan Geser) elemen Kolom dan Balok Leleh pertama

Gambar 5.33 menampilkan hubungan moment – curvature balok yang mengalami leleh pertama pada setiap model variasi jumlah ruko dalam satu blok. Posisi balok yang mengalami leleh pertama pada setiap

model berbeda – beda. Gambar 5.34 menunjukkan bahwa tidak ada balok yang mengalami kegagalan terhadap geser, kecuali pada model C-3. Pola kenaikan gaya dalam geser sejalan dengan bertambahnya jumlah lantai ruko.



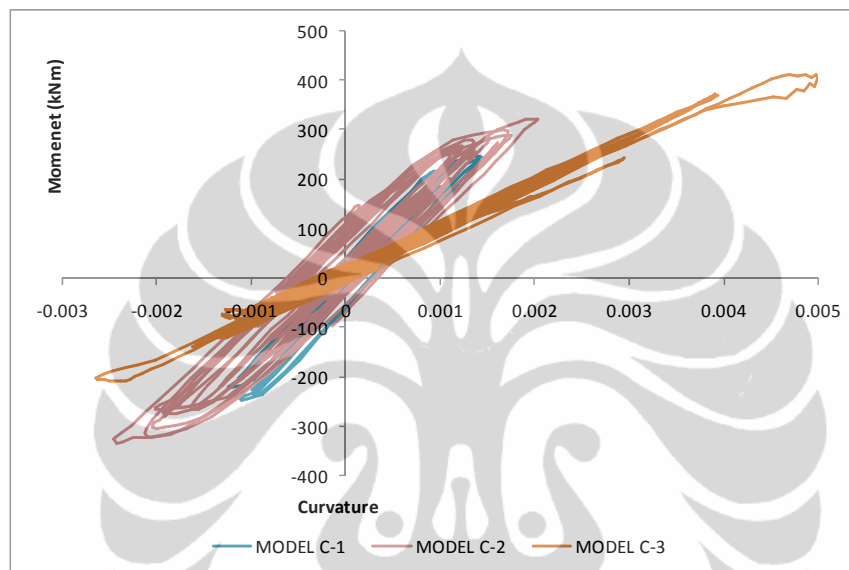
**Gambar 5.33** Moment - Curvature Balok Leleh Pertama Variasi Jumlah Lantai Ruko



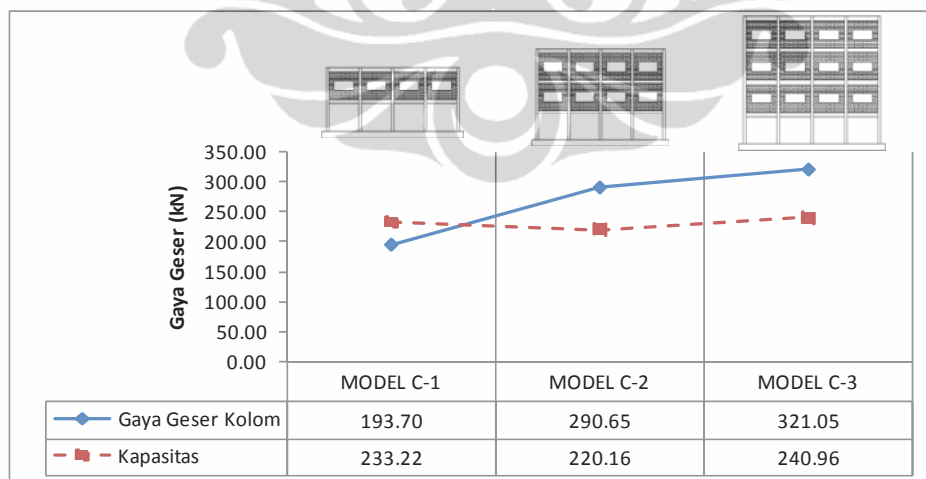
**Gambar 5.34** Gaya Dalam Geser Balok Leleh Pertama Variasi Jumlah Lantai Ruko

Gambar 5.35 menunjukkan hubungan moment – curvature kolom yang mengalami leleh pertama pada semua model variasi jumlah ruko. Grafik model C-3 terlihat sangat menonjol, hal ini disebabkan elemen kolom pada model C-3 mengalami kegagalan (collapse), sedangkan kolom pada model lain kolom hanya mengalami leleh tetapi tidak sampai rusak.

Gambar 5.36 menunjukkan gaya dalam geser kolom yang terjadi pada setiap model. Disini terlihat bahwa kolom pada model C-2 dan C-3 mengalami kegagalan terhadap gaya geser, atau gaya geser yang terjadi melebihi kapasitas geser kolom. Dengan demikian dapat diambil kesimpulan semakin banyak jumlah lantai ruko semakin besar juga kelebihan gaya geser yang harus ditahan oleh kolom.



**Gambar 5.35** Moment - Curvature Kolom Leleh Pertama Variasi Jumlah Lantai Ruko

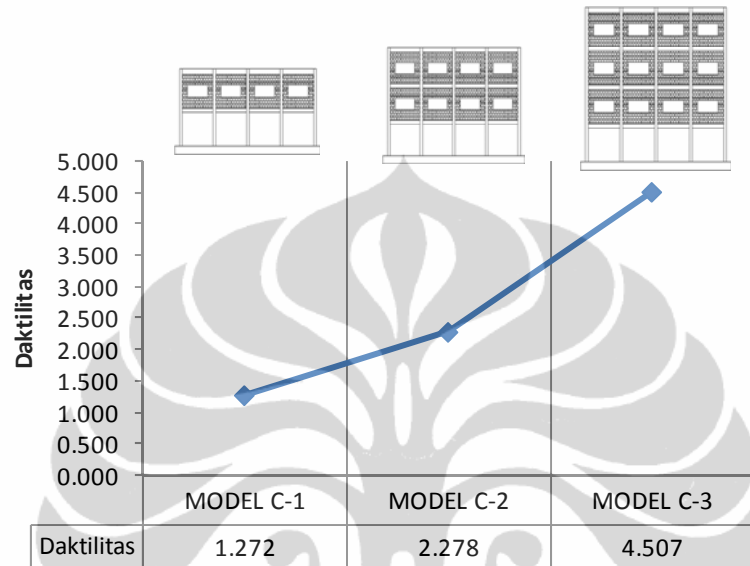


**Gambar 5.36** Gaya Dalam Geser Kolom Leleh Pertama Variasi Jumlah Lantai Ruko

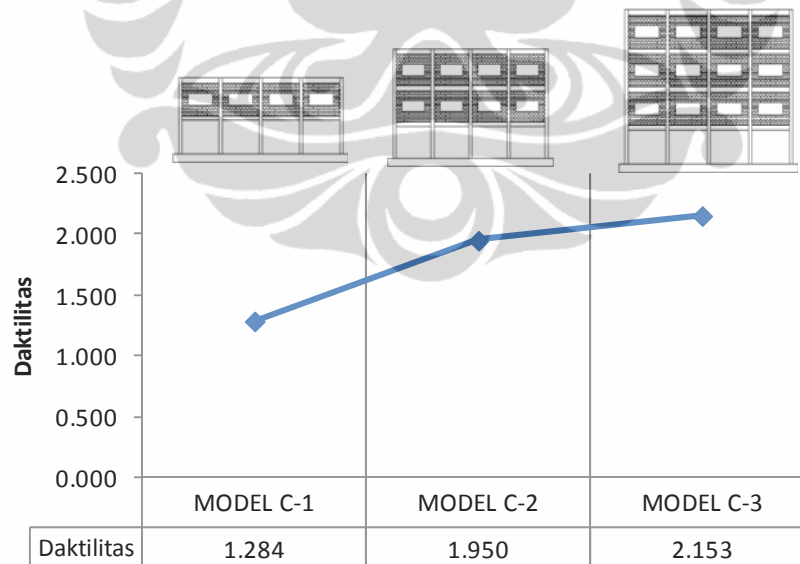
## 5. Daktilitas Elemen

Elemen balok dan kolom yang ditinjau adalah elemen balok dan kolom yang mengalami leleh pertama pada struktur. Gambar 5.37

menunjukkan bahwa daktilitas perlu balok semakin besar ketika jumlah lantai ruko bertambah. Begitu juga dengan elemen kolom, daktilitas perlu kolom akan semakin besar seiring bertambahnya jumlah lantai ruko (Gambar 5.38). Daktilitas perlu balok lebih besar dari pada daktilitas perlu kolom



**Gambar 5.37** Daktilitas Elemen Balok Variasi Jumlah Lantai Ruko



**Gambar 5.38** Daktilitas Elemen Kolom Variasi Jumlah Lantai Ruko

## 6. Model kerusakan/ leleh elemen struktur Ruko

- Model C-1

Leleh pertama terjadi bersamaan pada balok dan kolom ( $t= 1.57$  detik). Balok leleh pertama terjadi di balok lantai 1 bagian belakang, sedangkan kolom leleh pertama terjadi pada lantai 1 bagian depan. Leleh pertama kolom terjadi pada sisi atas kolom.

Kerusakan elemen kolom mencapai IO (Immediately Occupancies).

- Model C-2

Leleh pertama terjadi pada balok lantai 1 bagian depan ruko ( $t=1.44$  detik). Kemudian balok pada lantai 1 mulai leleh semua. Balok – balok pada lantai 2 mulai leleh bersamaan dengan lelehnya kolom lantai 1 bagian depan Ruko ( $t= 1.61$  detik). Dinding bata yang mencapai 80% kapasitas hanya pada lantai 1 bagian belakang ruko. Tingkat kehancuran elemen kolom IO (immediate occupancies).

- Model C-3

Leleh pertama struktur terjadi pada balok bagian lantai 1 bagian depan Ruko ( $t= 0.67$  detik). Leleh kolom pertama terjadi pada kolom lantai 1 bagian depan ruko ( $t= 1.65$  detik). Dinding bata lantai 1 dan lantai 2 mengalami kerusakan. Tingkat kerusakan elemen kolom mencapai IO (Immediately Occupancies).

### 5.2.4 Variasi Eksitasi Beban Dinamik

#### 1. Moda getar alami struktur

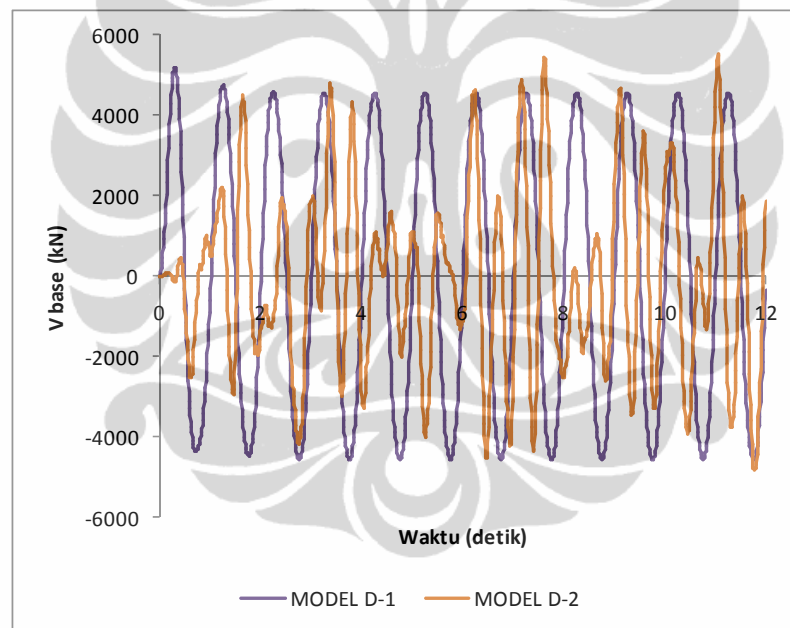
Moda getar alami struktur pada kedua model variasi eksitasi beban dinamik dapat dilihat pada Tabel 5.11. Kedua moda getar alami struktur sama persis.

**Tabel 5.11** Moda Getar Alami Struktur Variasi Eksitasi Beban Dinamik

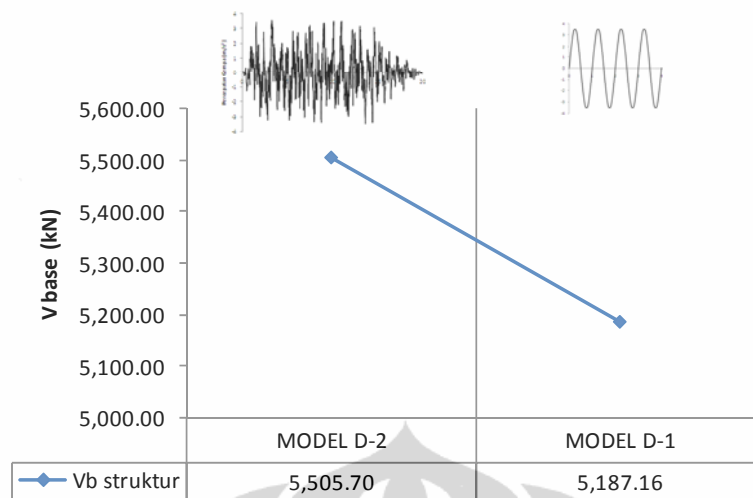
MODEL	Mode 1		Mode 2		Mode 3	
	Periode (detik)	Arah	Periode (detik)	Arah	Periode (detik)	Arah
MODEL D-1	0.403	Transilasi X	0.303	Rotasi Z	0.246	Transilasi Y
MODEL D-2	0.403	Transilasi X	0.303	Rotasi Z	0.246	Transilasi Y

2. Gaya geser dasar struktur dan Simpangan pada lantai paling atas

Gambar 5.39 menunjukkan gaya geser dasar struktur model variasi eksitasi beban dinamik. Dari Tabel 5.12 dan Gambar 5.40 diketahui bahwa ada penurunan gaya geser dasar pada setiap model yang menggunakan beban sinusoidal. Penurunan yang terjadi sekitar 5.8%.

**Gambar 5.39** Gaya Geser Dasar Struktur Variasi Eksitasi Beban Dinamik**Tabel 5.12** Gaya Geser Dasar Struktur Variasi Eksitasi Beban Dinamik

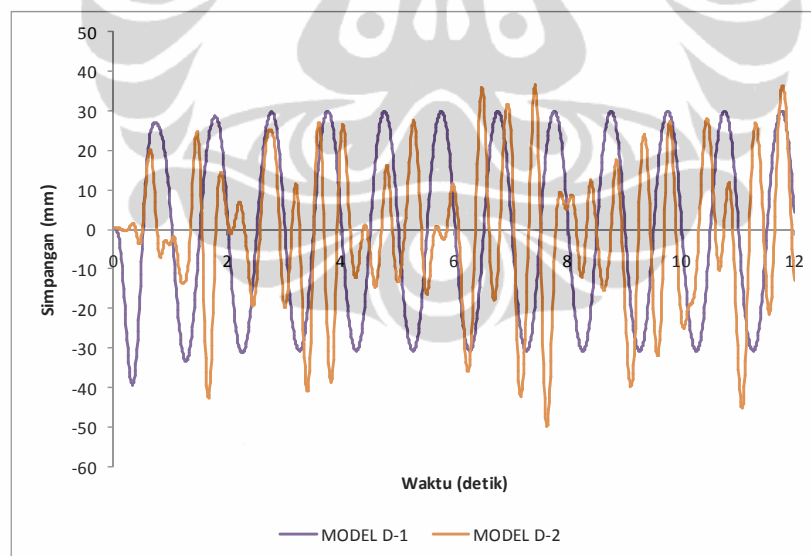
MODEL	V base (kN)	
	max	min
MODEL D-2	5,505.702	-4,819.52
MODEL D-1	5,187.158	-4,561.13



**Gambar 5.40** Gaya Geser Dasar Maksimum Struktur Variasi Eksitasi Beban Dinamik

Simpangan struktur model variasi eksitasi beban dinamik dapat dilihat pada Gambar 5.41. Dari Tabel 5.13 dan Gambar 5.42 dapat dilihat bahwa terjadi penurunan simpangan struktur.

Hubungan antara gaya geser dasar struktur dan simpangan ditunjukkan pada Gambar 5.31

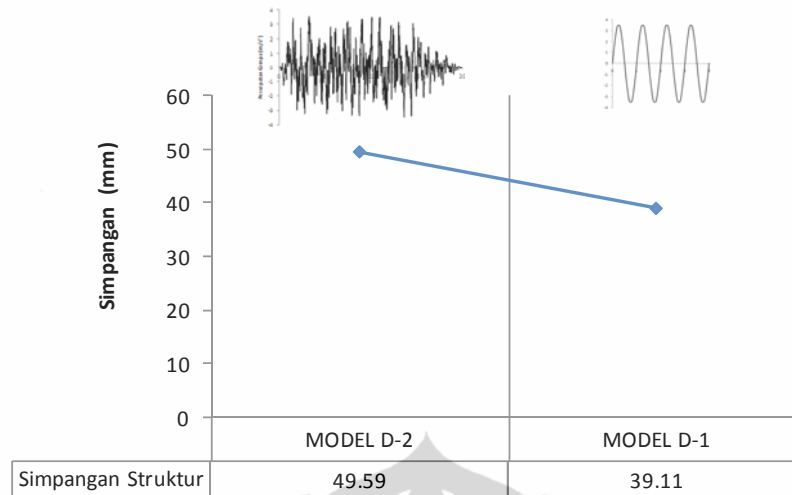


**Gambar 5.41** Simpangan Struktur Variasi Eksitasi Beban Dinamik

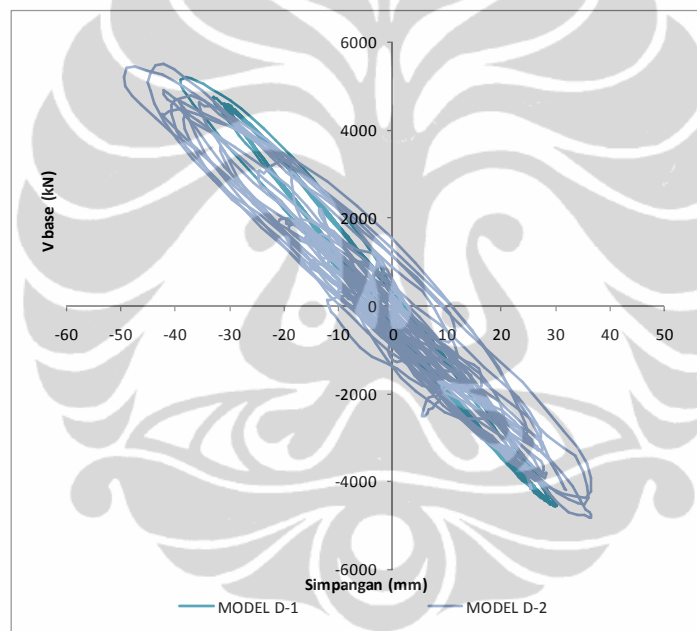
**Tabel 5.13** Simpangan Struktur Variasi Eksitasi Beban Dinamik

MODEL	Lendutan (mm)		
	max	min	$\Delta$
MODEL D-2	36.51	-49.59	49.59
MODEL D-1	30.01	-39.11	39.11





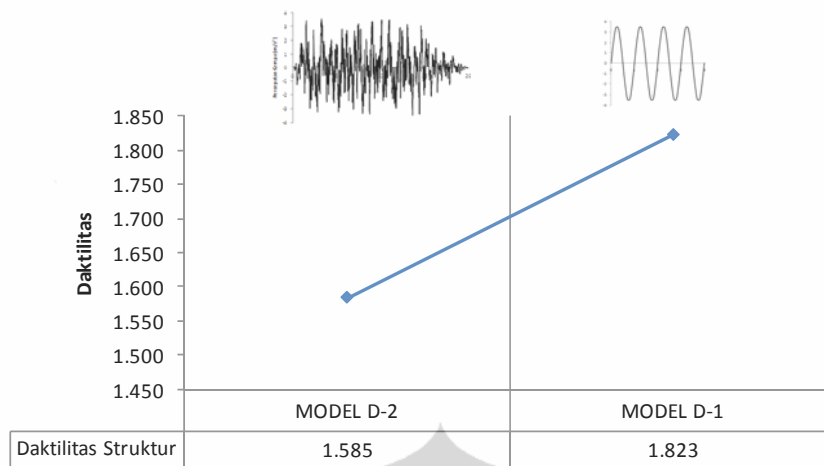
**Gambar 5.42** Simpangan Maksimum Struktur Variasi Eksitasi Beban Dinamik



**Gambar 5.43** Gaya Geser Dasar Struktur - Simpangan Struktur Variasi Eksitasi Beban Dinamik

### 3. Daktilitas Struktur

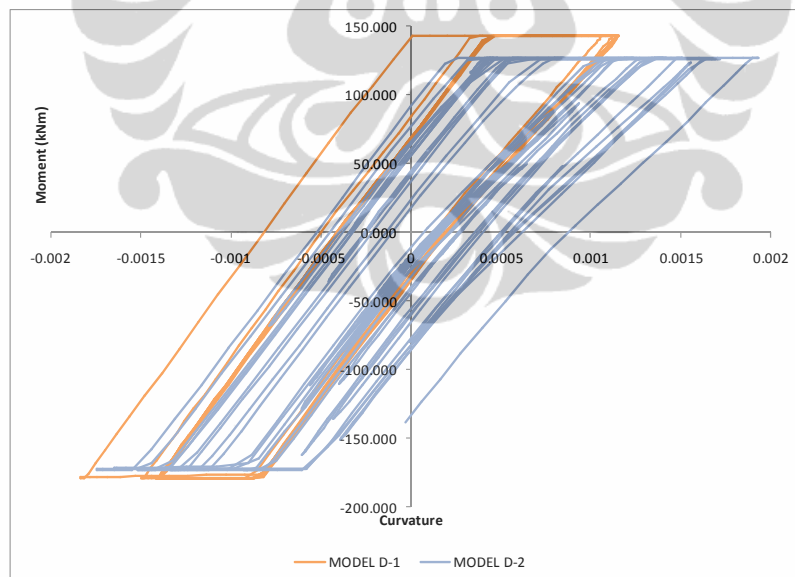
Gambar 5.44 menunjukkan daktilitas perlu struktur model variasi eksitasi beban dinamik. Dari grafik ini dilihat bahwa terjadi kenaikan daktilitas perlu pada model dengan eksitasi beban sinusoidal.



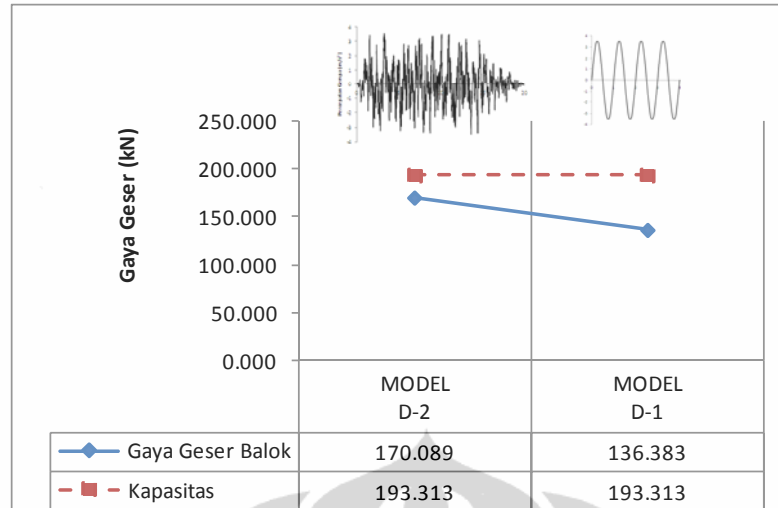
**Gambar 5.44** Daktilitas Struktur Perlu Variasi Eksitasi Beban Dinamik

4. Gaya dalam (Momen dan Geser) elemen Kolom dan Balok Leleh pertama

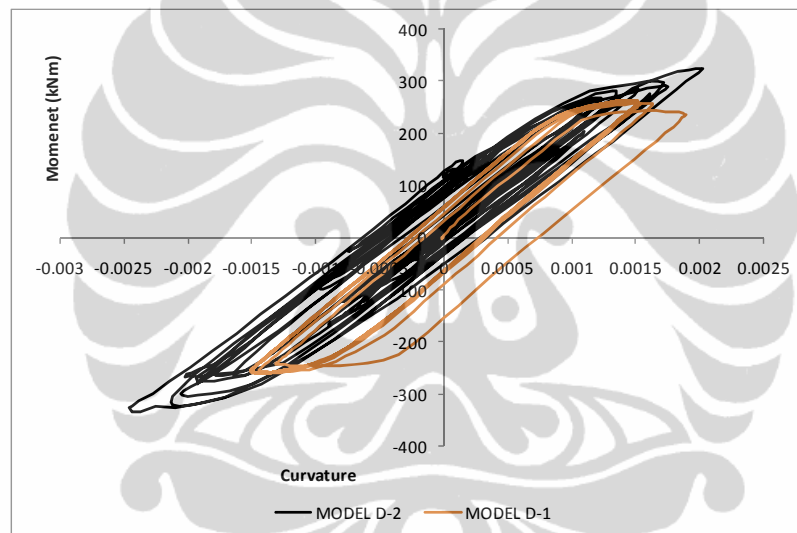
Gaya dalam momen dan geser yang dihasilkan oleh kedua model ini tidak terlalu banyak berbeda. Hubungan antara moment – curvature balok ditunjukkan pada Gambar 5.45, sedangkan untuk kolom ditunjukkan pada Gambar 5.47.



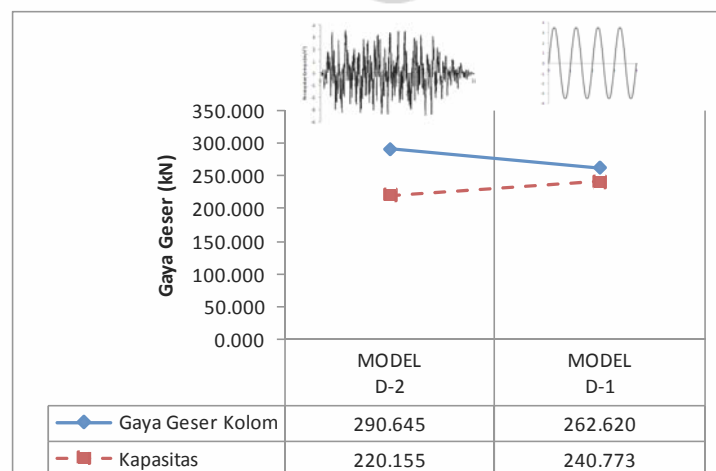
**Gambar 5.45** Moment - Curvature Balok Leleh Pertama Variasi Eksitasi Beban Dinamik



**Gambar 5.46** Gaya Dalam Geser Balok Leleh Pertama Variasi Eksitasi Beban Dinamik



**Gambar 5.47** Moment - Curvature Kolom Leleh Pertama Variasi Eksitasi Beban Dinamik

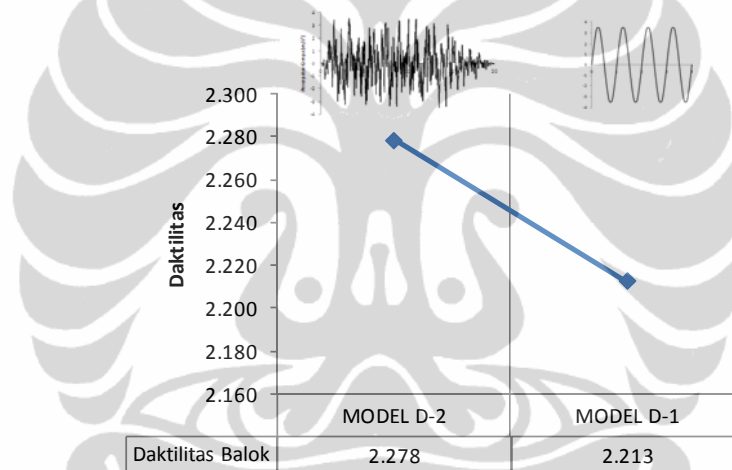


**Gambar 5.48** Gaya Dalam Geser Kolom Leleh Pertama Variasi Eksitasi Beban Dinamik

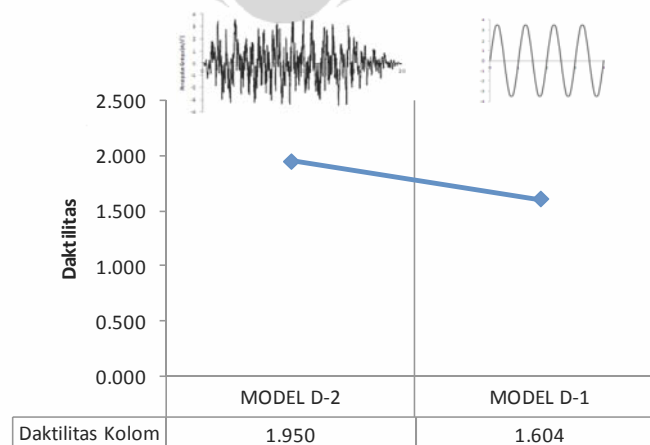
Gaya geser kolom yang terjadi melebihi kapasitas gaya geser kolom, sehingga kolom dapat dikatakan gagal terhadap geser (Gambar 5.48).

#### 5. Daktilitas Elemen

Elemen balok dan kolom yang ditinjau adalah elemen balok dan kolom yang mengalami leleh pertama pada struktur. Gambar 5.49 menunjukkan bahwa daktilitas perlu balok semakin kecil ketika menggunakan eksitasi beban sinusoidal, tetapi perbedaan yang terjadi tidak begitu besar. Begitu juga dengan elemen kolom, daktilitas perlu kolom akan semakin kecil ketika menggunakan eksitasi sinusoidal (Gambar 5.50). Daktilitas perlu balok lebih besar dari pada daktilitas perlu kolom.



**Gambar 5.49** Daktilitas Elemen Balok Variasi Eksitasi Beban Dinamik



**Gambar 5.50** Daktilitas Elemen Kolom Variasi Eksitasi Beban Dinamik