

## STUDI PENGARUH POSISI BUKAAN DINDING BATA PADA PORTAL

Hamdeni Medriosa<sup>1</sup>, Muhammad Ridwan<sup>1\*</sup>, Agus<sup>1</sup>, Wenda Nofera<sup>1</sup> dan Yusnita Gustiani<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Insitut Teknologi Padang

\*E-mail: [mhd.rid.wan.itp@gmail.com](mailto:mhd.rid.wan.itp@gmail.com)

Received: 1 January 2024

Accepted: 25 January 2024

Published: 31 January 2024

### Abstrak

Dinding dengan pengisi bata adalah salah satu elemen bangunan yang berfungsi memisahkan dan membentuk ruangan. Dinding dengan pengisi batu bata ini diasumsikan hanya sebagai beban pada struktur rangka dan tidak mempertimbangkan keberadaan dinding ini sebagai struktural. Namun dinding juga terdapat bukaan yang merupakan bagian penting dari dinding pengisi untuk alasan fungsional seperti pintu, jendela, sirkulasi udara dan operasi bangunan lainnya. Keberadaan bukaan dinding tersebut mengakibatkan perilaku dan kapasitas seismik struktur beton bertulang menjadi sulit diprediksi. Dengan memanfaatkan perangkat lunak telah dilakukan pemodelan dan simulasi secara numerik untuk mengevaluasi kekuatan lateral struktur dinding yang memiliki bukaan seluas 35% dan beberap type bukaan. Hasil analisis menunjukkan bahwa kekuatan struktur beton bertulang dengan bukaan seluas 35% tipe 1 sebesar 93,21 kN, tipe 2 sebesar 81,77 kN, dan tipe 3 sebesar 89,71 kN. Dapat disimpulkan bahwa dinding pengisi yang memiliki bukaan seluas 35% masih berkontribusi dalam menahan beban lateral karena tidak melebihi dari standar deviasi yang ditentukan, yaitu 20%.

**Kata Kunci:** Bukaan Dinding, Kekuatan Lateral, Monotonik, Struktur Rangka

### Abstract

*Walls with brick filling are one of the building elements that separate and form rooms. The wall with brick filler is assumed only to be a load on the frame structure and does not consider the existence of this wall as structural. However, walls also have openings, which are essential for infill walls for functional reasons such as doors, windows, air circulation, and other building operations. These wall openings make predicting reinforced concrete structures' behavior and seismic capacity challenging. Numerical modeling and simulations have been conducted using software to evaluate the lateral strength of wall structures with openings as wide as 35% and several types of openings. The analysis results show that the strength of reinforced concrete structures with openings of 35% for type 1 is 93.21 kN, type 2 is 81.77 kN, and type 3 is 89.71 kN. It can be concluded that infill walls that have openings of 35% still contribute to resisting lateral loads because they do not exceed the specified standard deviation, namely 20%.*

**Keywords:** Wall Opening, Lateral Strength, Monotonic, Frame Structure

### To cite this article:

Hamdeni Medriosa, Muhammad Ridwan, Agus, Wenda Nofera dan Yusnita Gustiani (2024). Studi Pengaruh Posisi Bukaan Dinding Bata pada Portal. *Jurnal of Infrastructural in Civil Engineering*, Vol. (05), No. 01, pp: 31-46

## PENDAHULUAN

Berdasarkan gempa yang pernah terjadi di Indonesia banyak ditemukan kerusakan pada struktur gedung termasuk pada dinding bata. Struktur rangka beton bertulang dengan pengisi menggunakan batu bata umumnya digunakan diberbagai daerah khususnya daerah Sumatera Barat. Dinding dengan pengisi bata adalah salah satu elemen bangunan yang berfungsi memisahkan dan membentuk ruangan. Dalam proses perencanaan, dinding dengan pengisi batu bata ini diasumsikan hanya sebagai partisi dalam struktur rangka dan tidak mempertimbangkan keberadaan dinding. Oleh karenanya, pada saat proses desain struktur dan perhitungan beban gempa, tidak mempertimbangkan keberadaan dinding. Hingga saat ini telah banyak penelitian yang dilakukan dalam berbagai aspek, baik dengan observasi lapangan, studi eksperimental maupun studi analitik, berkenaan dengan pengaruh dinding terhadap perilaku struktur rangka beton bertulang. Seperti penelitian laboratorium yang dilakukan oleh Tanjung dan Maidiawati [1], menyatakan bahwa dinding dengan pengisi bata mempunyai pengaruh terhadap kekuatan lateral struktur beton.

Maidiawati dan Sanada [2] juga telah melakukan riset lapangan pasca guncangan gempa Sumatera Barat 2007 dan mengakui mutu bata sebagai dinding pengisi pada struktur bangunan. Riset dilakukan pada dua struktur beton bertulang yang serupa di kota Padang, membuktikan hasil uji struktur bangunan yang memakai dinding pengisi bata bisa menghadapi beban lateral seperti gempa. Pada struktur bangunan yang menggunakan bata sebagai dinding pengisi hanya mengalami kerusakan, sementara struktur bangunan yang tidak menggunakan dinding pengisi bata mengalami kehancuran. Dengan ini dapat disimpulkan bahwa dinding pengisi bata mempunyai fungsi dalam kekuatan lateral struktur bangunan.

Dinding pengisi batu bata terkadang juga terdapat bukaan dinding yang merupakan bagian penting dari dinding pengisi untuk alasan fungsional seperti pintu, jendela, sirkulasi udara dan operasi bangunan lainnya. Bagian bukaan dinding ini juga dapat mempengaruhi kekuatan struktur rangka beton bertulang. Keberadaan bukaan dinding tersebut mengakibatkan perilaku dan kapasitas seismik struktur beton bertulang menjadi tidak dapat diprediksi. Maidiawati dan Sanada [2] telah mengobservasi tentang pengaruh bukaan pada dinding pengisi bata terhadap ketahanan struktur bangunan. Penelitian tersebut dilakukan di laboratorium menggunakan empat benda uji, yaitu benda uji struktur rangka tanpa Dinding, dua benda percobaan dengan bukaan dinding ditengah seluas 25% dan satu bukaan dinding seluas 40%. Pengujian dilakukan dengan memberikan beban monotonik. Hasil

pengujian menunjukkan bahwa bukaan dinding ditengah seluas 25% dan 40% dapat mengurangi kekuatan beban lateral pada struktur.

Medriosa dkk [3] juga telah melakukan pengujian dilaboratorium terhadap bukaan di tengah dinding. Model evaluasi kekuatan lateral dinding bukaan dilakukan dengan metode penyangga diagonal dengan bukaan 25% dan 40% ditengah dinding dari hasil penelitian menunjukkan bahwa bukaan di tengah dinding mengurangi kekuatan lateral struktur berdasarkan luas dari pembukaan.

Dari hasil uji laboratorium yang telah dilakukan oleh Tanjung dan Mairiawati [1], Mairiawati dan Sanada [2], Medriosa dkk [3], dapat disimpulkan dinding pengisi bata yang memiliki bukaan di tengah dinding dengan besar bukaan seluas 25% dapat mengurangi kekuatan lateral struktur dan luas bukaan di yang lebih dari 40% tidak lagi berkontribusi pada kekuatan struktur. Semakin besar luas area bukaan terhadap dinding pengisi bata akan semakin memperkecil partisipasi dinding pengisi bata terhadap kekuatan lateral bangunan beton bertulang.

Banyak penelitian yang sudah dilakukan secara eksperimental dengan beban statik siklik bolak balik dan uji monotonik di laboratorium. Pengujian di laboratorium sangat efektif untuk melihat perilaku struktur namun memerlukan waktu dan biaya besar dibandingkan studi dengan cara numerik. Penelitian analisis kapasitas seismik dan perilaku struktur dapat juga dilakukan secara numerik dengan bantuan komputer yang menggunakan perangkat lunak. Dalam penelitian ini, dilakukan studi numerik untuk mengevaluasi kinerja seismik struktur rangka beton bertulang dinding pengisi bata yang memiliki posisi bukaan pada dinding sebagai jendela. Data-data eksperimental terkait diambil dari studi yang telah dilakukan oleh Medriosa dkk [3]. Studi analisis dilakukan menggunakan perangkat lunak *Software Abaqus v6.14*. Abaqus merupakan perangkat lunak yang menyajikan tampilan sederhana dan konsisten untuk mengirimkan, membuat, membuat dan permodelan, seperti mendefinisikan geometri, material, dan membuat jaringan mesh. Abaqus dapat digunakan untuk simulasi linier dan nonlinier. Dalam analisis nonlinier Abaqus otomatis memilih penambahan beban yang tepat dan terus menyesuaikan selama analisis untuk memastikan bahwa solusi yang akurat dan efisien diperoleh, oleh karenanya penelitian ini dilakukan dengan menggunakan Abaqus v6.14.2.

## KAJIAN LITERATUR

### Dinding Pengisi

Dalam konstruksi bangunan elemen dinding merupakan perangkat sebagai pemisah, penutup serta berperan dalam aspek keindahan. Dinding menjadi bagian yang sangat penting sebab dari segi kenyamanan dinding berfungsi sebagai peredam suara yang keras, ketahanan terhadap suhu panas, dan media kreasi interior [4]. Dinding dari pasangan bata bisa dipasang dengan ketebalan  $\frac{1}{2}$  batu (non struktural) dan minimum satu pasangan bata (struktural) dinding sebagai pengisi dengan bata  $\frac{1}{2}$  bata harus diperkuat dengan kolom praktis, *sloof/rollag*, dan *ringbalk* yang berguna sebagai pengikat pasangan bata dan menyalurkan beban struktural pada bangunan agar tidak mengenai pasangan dinding bata tersebut. Berdasarkan material pengisi, dinding dapat dibedakan menjadi:

- a. Dinding dengan pengisi batu-batuan seperti, bata merah dan batako.
- b. Dinding dengan pengisi batu alam/batu kali.
- c. Dinding dengan penutup kayu berupa kayu batang, papan dan sirap.
- d. Dinding dengan pengisi beton (struktural – dinding geser, pengisi – beton pracetak).

### Batu Bata

Pada umumnya batu bata digunakan untuk membentuk dinding rumah, pengisi portal bangunan gedung, pagar, dan terkadang juga menjadi elemen pondasi. Batu bata terdiri dari tanah liat dan mineral-mineral penyusun lainnya. Dibentuk dengan cara dicetak manual maupun dengan cara mekanis, kemudian batu bata dikeringkan dan dibakar. Batu bata yang bagus akan keras dan tahan api, dan tahan terhadap pelapukan. Bata merah merupakan bahan yang bentuk dari tanah liat dengan atau tanpa campuran material lainnya, yang dibakar dengan suhu yang tinggi sehingga tidak hancur apabila direndam dalam air.

### Perilaku Batu Bata

Menurut Jalu [4], batu bata dapat dibebani pada bidang datar seperti pelat maupun secara tegak lurus bidang seperti *slab*. Beban bekerja pada vertikal pada bidang diantaranya beban gravitasi dan beban sendiri. Beban tegak lurus pada bidang dapat berupa beban angin. Dengan demikian dapat diikatkan beban-beban pada dinding bata berupa tekan, tarik, geser lentur serta kombinasinya. Kuat tekan batu bata lebih besar dari ada kekuatan tarik. Sehingga material dinding pengisi bata umumnya digunakan untuk mengatasi perilaku tekan. Kekuatan

bata ditentukan oleh bata itu sendiri dan mortar. Faktor tersebut diantaranya kuat tekan bata, dimensi, mutu material penyusun, plastisitas mortar dan kadar air dalam bata.

### ***Persyaratan Batu Bata***

Menurut SII-0021-1978 [5] persyaratan dimensi dan kuat tekan bata dapat dilihat pada tabel 1 dan 2.

**Tabel 1.** Ukuran Standar Batu Bata (SII-0021-1978)

<b>Modul</b>	<b>Tebal (mm)</b>	<b>Lebar (mm)</b>	<b>Panjang (mm)</b>
M-5a	65	90	190
M-5b	65	140	220
M-6	65	110	220

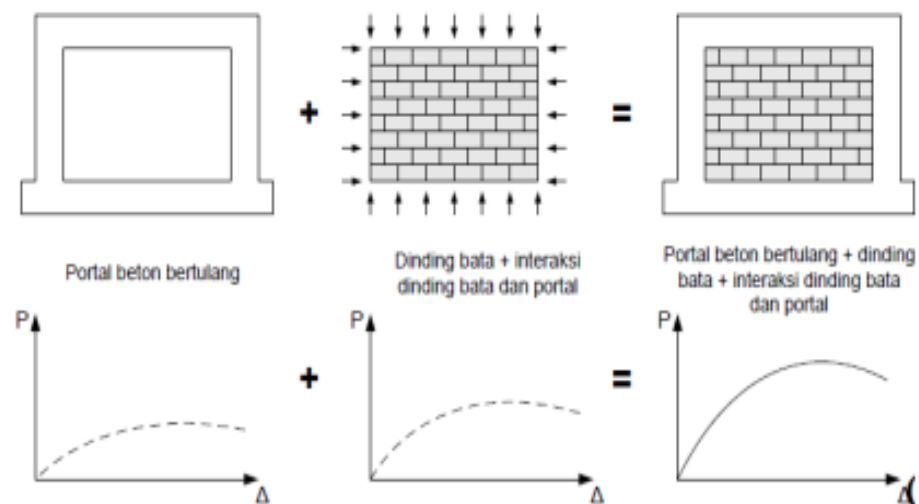
**Tabel 2.** Kuat Tekan Rata-rata Bata (SII-0021-1978)

<b>Kelas</b>	<b>Kekuatan Tekan Rata-rata Bata Merah</b>		<b>Koefisien Variasi Izin</b>
	<b>Kgf/cm<sup>2</sup></b>	<b>N/mm<sup>2</sup></b>	
25	25	2,5	25%
50	50	5,0	22%
100	100	10,0	25%
150	150	15,0	15%
200	200	20,0	15%
250	250	25,0	15%

### **Perilaku dan Pengaruh Struktur Rangka pada Dinding Bata**

#### ***Perilaku Dinding Pengsis Bata Terhadap Struktur Rangka Beton Bertulang***

Perilaku dinding bata terhadap struktur rangka (Portal) yaitu campuran dari tiga jenis perilaku, ialah perilaku struktur rangka beton bertulang, perilaku dinding pengsis bata, dan perilaku interaksi antara dinding bata dengan sturktur rangka beton bertulang [6] sebagaimana dijelaskan dari Gambar .1.



**Gambar 1.** Perilaku Dinding Bata Pada Beton Bertulang [6]

Pola keruntuhan yang terjadi pada dinding pengisis bergantung terhadap kekuaran lateral dinding pengisis bata. Berikut adalah macam-macam kegagalan yang terjadi pada dinding bata sebagai pengisis yang berkaitan dengan arah gaya yang bekerja:

- *Out-plane failure.* Hal ini disebabkan karena adanya gaya yang bekerja tegak lurus pada bidang dinding. Bata sebagai dinding pengisi mengalami keruntuhan secara keseluruhan karena hanya mempunyai kemampuan yang sangat kecil untuk menampung gaya yang bekerja tegak lurus pada bidang dinding.
- *In-plane failure.* Hal ini disebabkan karena adanya gaya yang bekerja sejajar pada bidang dinding. Beberapa hal yang mengakibatkan kegagalan pada dinding yang diakibatkan oleh gaya lateral, yaitu sebagai berikut:
  - 1) Kegagalan tarik terhadap kolom karena tidak kuat menahan gaya tarik akibat momen.
  - 2) Kegagalan geser terhadap dinding sepanjang arah horizontal dekat atau tepat pada setengah ketinggian panel dinding pengisi.
  - 3) Retak sepanjang diagonal dinding bata karena gaya tarik.
  - 4) Kegagalan gaya tekan diagonal strut.
  - 5) Kegagalan lentur atau geser kolom.

### ***Pengaruh Dinding Terhadap Perilaku Struktur***

Tanjung dan Meidiawati [1], dan beberapa peneliti terdahulu menyatakan adanya bata sebagai dinding pengisi dapat mengubah perilaku memindahkan beban lateral terhadap

konstruksi, yaitu dari sistem transfer beban terhadap konstruksi bangunan menjadi sistem transfer beban terhadap konstruksi bangunan rangka batang. Kerana kehadiran dinding bata sebagai pengisi di antara elemen struktur akan menyebabkan meningkatnya kekuatan lateral struktur. Salah satu bagian diagonal dinding pengisi akan mengalami tekan.

Oleh karenanya kolom akan mengalami peningkatan momen lentur dan gaya geser. Salah satu akibat kehadiran bata sebagai dinding pengisis di antara elemen struktural yaitu terjadinya fenomena kolom pendek atau dapat disebut juga fenomena *soft story* dan fenomena torsi pada konstruksi rangka beton bertulang. Penyebab utamanya yaitu karena ketidakseragaman, ketidakmerataan dan ketidaksimetrisan akan menyebabkan perubahan pola transfer beban, perubahan kekuatan dan perubahan daktilitas komponen struktur. Penyebab terjadinya fenomena *soft story* yaitu jika dinding pengisi ditempatkan tidak seragam pada setiap elevasi lantai bangunan dan penyebab fenomena torsi terjadi akibat penampang dinding tidak simetris dengan bidang elevasi tertentu dalam bangunan [1].

Hasil survey lapangan selalah terjadinya gempa bumi sumatera barat pada tahun 2007 yang dilaksanakan oleh Meidiawati dan Sanada [2] menyatakan struktur rangka bangunan beton bertulang yang menmakai dinding bata merah dapat bertahan melawan gempa. Hasil riset ini mengindikasikan bahwa dinding bata merah memiliki peran dalam ketahanan lateral struktur rangka.

### ***Pengaruh Retak pada Dinding Terhadap Struktur Rangka***

Menurut hasil penelitian Tanjung dan Meidiawati [1], sampel tes dengan dinding pengisi bata merah dan di plester pada kedua sisi permukaannya ketahanan lateral benda uji meningkat secara signifikan dibandingkan dengan benda uji tanpa dinding maupun benda uji dengan dinding bata merah tanpa plesteran.

Hasil uji menunjukkan fenomenal pada tahap pertama pembebanan sampai mencapai ketahanan lateral maksimalnya, sebagian besar transfer beban lateral diterima oleh struktur dan dinding pengisi. Pada saat dinding terjadi retak dan plester terkelupas ketika menurun. Pada saat ini sebagian besar beban lateral diterima oleh struktur rangka bangunan.

### **Abaqus v6.14**

Menurut Herlina [7], Abaqus merupakan program simulasi rekayasa yang kuat dengan tampilan sederhana, didasarkan pada metode elemen hingga, yang dapat memecahkan masalah mulai dari analisis linier hingga nonlinier yang paling menantang.

Abaqus lengkap dengan proses pemodelan, seperti mendefinisikan geometri, sifat material dan membuat *mesh*. Program abaqus memiliki kemampuan untuk dapat memodelkan geometri apapun dengan perpustakaan yang luas.

Abaqus memiliki berbagai macam kemampuan untuk simulasi linier dan nonlinier. permasalahan dengan beberapa komponen dimodelkan dengan mengaitkan geometri Masing-masing komponen Dengan model bahan yang Sesuai dan menentukan interaksi Komponen. Dalam analisis nonlinier, Abaqus otomatis emilih penambahan beban yang tepat dan toleransi konvergensi dan terus menyesuaikan mereka selama analisis untuk memastikan bahwa solusi yang akurat dan efisien diperoleh.

## **METODE PENELITIAN**

### **Prosedur Penelitian**

Penelitian ini, bersifat kuantitatif yang akan menghitung kekuatan lateral dan daktilitas pada struktur rangka beton bertulang yang memiliki posisi bukaan dinding. Kerangka pemikiran dalam melakukan tugas akhir ini menggunakan langkah-langkah sebagai berikut : mencari data, menganalisa data menggunakan metode elemen hingga, menggunakan *software* abaqus dengan model 3D. Adapun tahapan penelitian ditunjukkan dalam bagan alir penelitian Gambar 2.

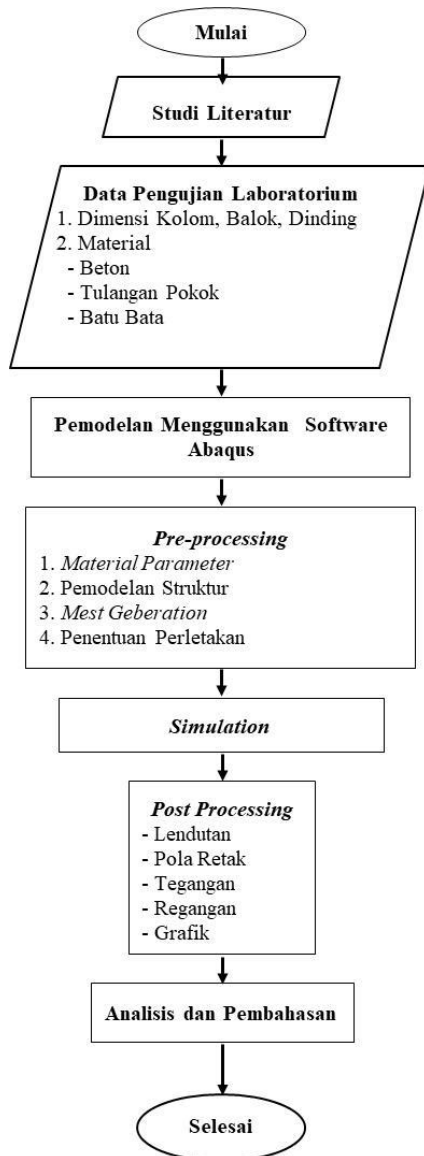
### **Desain Struktur Menggunakan Abaqus v6.14**

Untuk mengetahui perilaku struktur akibat pembebanan monotonik yang diberikan dapat dilakukan secara langsung di laboratorium secara eksperimental juga dapat dilakukan secara numerikal dengan menggunakan *abaqus*. Untuk analisis perilaku dinding pengisi dengan posisi bukaan pada dinding menggunakan *abaqus* model 3D. Berikut adalah bagan alir tahap-tahap desain dengan menggunakan *abaqus* pada Gambar 3.

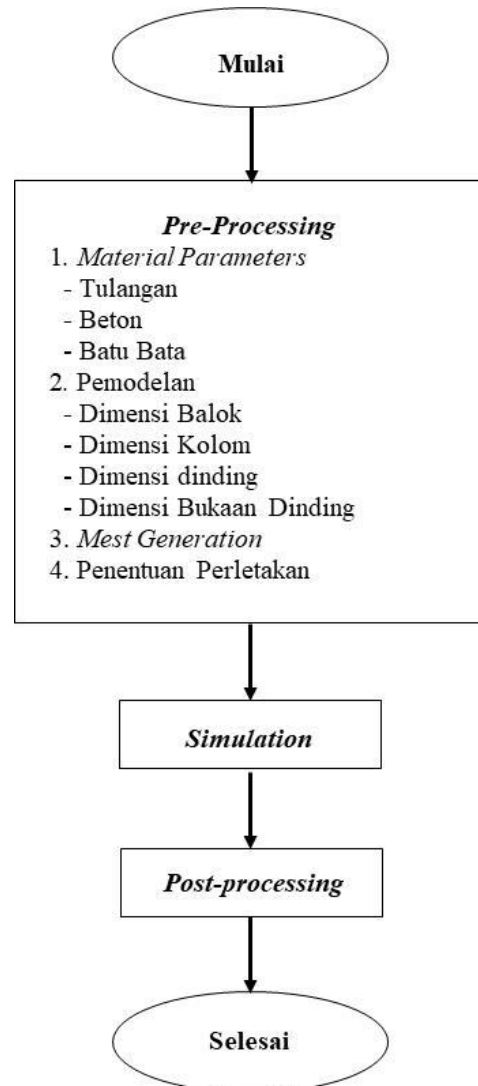
Pemodelan dengan menggunakan elemen hingga dengan abaqus dilakukan dengan cara struktur dibagi menjadi elemen-elemen yang lebih kecil. Dengan elemen yang terdapat pada abqus yang digunakan penulis, maka elemen maksimum yang dapat digunakan tidak terbatas. Hal ini mengakibatkan ukuran elemen yang digunakan menjadi lebih kecil.



Pada pemodelan dengan batuan abaqus disamping mendeskripsikan bentuk struktur yang akan dianalisis, pengetahuan mengenai properti material yang akan digunakan sangat diperlukan. Untuk analisis perilaku dinding dalam struktur beton bertulang dengan menggunakan abaqus. Langkah pengujian dibagi menjadi tiga kelompok besar, yaitu *Pre-processing*, *Simulation*, dan *post-processing*.



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian



Gambar 3. Bagan Alir Desain Menggunakan Software Abaqus

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Kerusakan Terhadap Struktur Benda Uji**

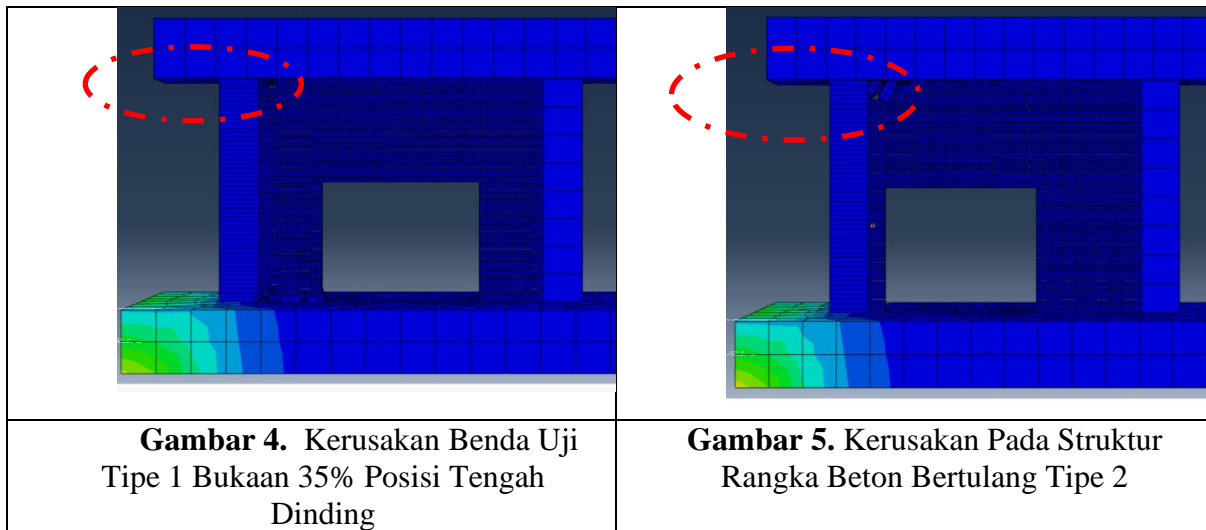
Pada penelitian ini dibuat tiga tipe benda uji yang memiliki posisi bukaan yang berbeda-benda. tipe satu dengan posisi bukaan ditengah dinding, tipe dua dengan bukaan disebelah kiri, dan tiga dengan bukaan disebelah kanan. Pengujian dilakukan menggunakan abaqus dengan metode *pushover*, yaitu dengan memberikan beban monotonik pada struktur. Beban diberikan pada satu titik struktur lalu ditekan secara terus menerus hingga struktur tersebut runtuh. Akibat pembebanan monotonik dan gempa yang konstan pada struktur mengakibatkan terjadinya kerusakan pada struktur. Struktur beton bertulang yang menggunakan dinding sebagai pengisi struktur, kerusakan terjadi terlebih dahulu pada dinding kemudian baru setelah dinding bata tidak mampu menahan pembebanan maka kerusakan baru terjadi pada struktur beton bertulang. kerusakan terus terjadi pada struktur akibat beban menerus yang diberikan sampai struktur mengalami keruntuhan.

### **Struktur Rangka Beton Bertulang Dengan Bukaan Seluas 35%**

Untuk melihat perbedaan perilaku kerusakan pada benda uji struktur rangka beton bertulang yang memiliki posisi bukaan yang berbeda seluas 35% dilakukan peninjauan kerusakan pada saat struktur diberikan beban monotonik. Benda uji dibuat tiga tipe dengan posisi bukaan berbeda-beda, yaitu sebagai berikut:

#### ***Tipe 1 posisi bukaan di tengah dinding***

Struktur rangka tipe 1 memiliki posisi bukaan pada tengah dinding dengan bukaan seluas 35% dari luas dinding. Simulasi dilakukan dengan memberi beban monotonik pada ujung kolom bagian bawah. Struktur rangka diberi beban monotonik dan beban gempa secara terus menerus sampai struktur hancur. Dari hasil simulasi didapatkan hasil beban latera yaitu sebesar 93,21 kN dengan jarak displacement yaitu 7,9 mm, tertera pada Tabel 3. Dari hasil simulasi dilakukan peninjauan kerusakan yang terjadi pada struktur. Pada saat pertama kali kerusakan terjadi pada bagian dinding. Kerusakan terjadi pada dinding sebelah kiri bagian atas dan bawah dinding. Setelah dinding tidak mampu menahan beban lateral barulah struktur mengalami kerusakan dan runtuh. Tergambar pada Gambar 4 .



**Tabel 3.** Hasil Simulasi Benda Uji Tipe 1 Bukaan 35% Posisi Tengah Dinding

Displacement mm	Force kN
1	9,08
2	18,16
3,5	31,78
5,75	52,21
7,9	93,21
9,125	63,44
10	31,09

### *Tipe 2*

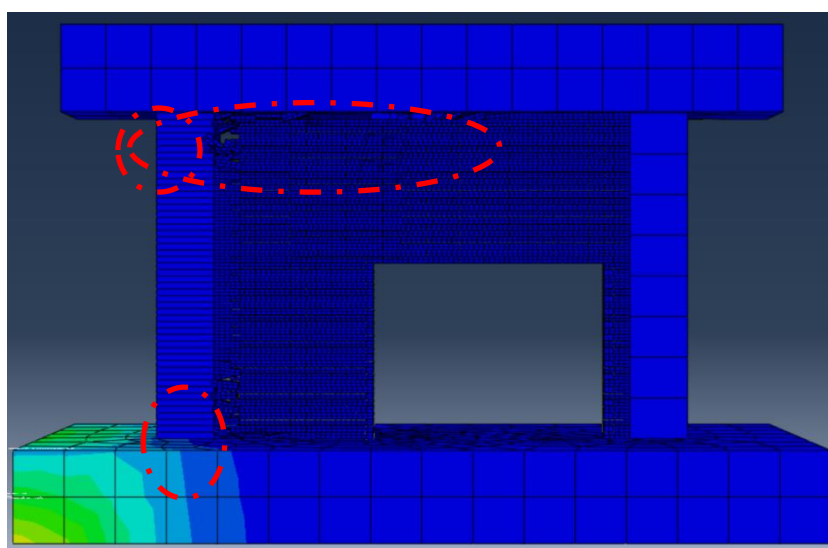
Struktur rangka beton bertulang tipe 2 memiliki posisi bukaan berada pada bagian sebelah kiri dengan luas bukaan pada dinding sebesar 35%. Struktur rangka diberikan beban monotonik pada ujung kolom bagian bawah. akibat dari beban monotonik yang diberikan struktur mengalami kerusakan pada dinding sebelah kiri bagian sudut atas arah diagonal dan bagian bawah dinding. Dari hasil simulasi yang dilakukan pada benda uji tipe 2 didapatkan hasil beban lateral yaitu sebesar 81,77 kN dengan jarak displasemen yaitu 7,35 mm. Keterangan hasil simulasi pada Tabel 4 dan Tergambar dalam Gambar 5.

**Tabel 4.** Hasil Simulasi Benda Uji Tipe 2 Bukaan 35% Posisi di Sudut Kiri Dinding

Displacement	Force
1	8,96
2	17,92
3,5	31,36
5,75	51,51
7,35	81,77
9,125	59,80
10	28,89

**Tipe 3**

Struktur rangka beton bertulang tipe 3 memiliki posisi bukaan yang terletak pada bagian sebelah kanan dengan luas bukaan pada dinding sebesar 35%. Struktur rangka diberikan beban monotonik pada ujung kolom bagian bawah. Dari hasil simulasi didapatkan beban lateral yaitu sebesar 89,71 kN dengan jarak displacement sebesar 7,85 mm. Pada saat beban diberikan struktur mengalami kerusakan sebelah kiri bagian atas arah diagonal dan sudut bawah dinding. Setelah dinding tidak lagi mampu menahan beban barulah kerusakan terjadi pada bagian struktur rangka, karena pada saat beban diberikan dinding menyerap sebagian beban sehingga struktur rangka dapat bertahan dari beban yang diberikan. Seperti yang tergambar pada **Gambar 6** dan **Tabel 5** yang menunjukkan hasil simulasi tipe 3.



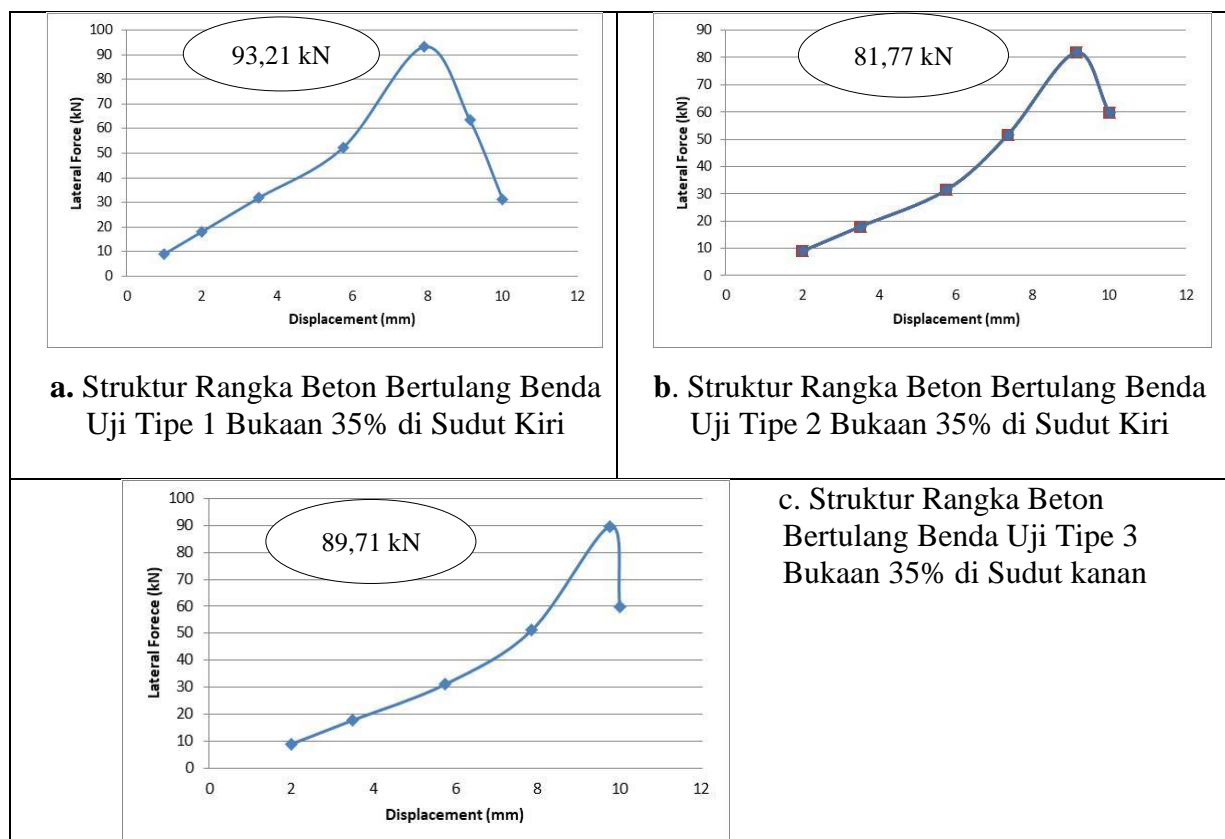
**Gambar 6.** Kerusakan Pada Struktur Rangka Beton Bertulang Tipe 2

**Tabel 5.** Hasil Simulasi Benda Uji Tipe 3 Bukaannya 35% Posisi di Sudut kanan Dinding

Displacement	Force
1	8,89
2	17,78
3,5	31,10
5,75	51,10
7,85	89,71
9,76	59,67
10	30,44

### Hubungan Kekuatan Lateral dan Displacement

Pengujian struktur rangka beton bertulang dengan bata sebagai pengisi yang memiliki bukaan dinding seluas 35%, nilai beban lateral diperoleh dari hasil simulasi. Hasil dari perhitungan tersebut dirangkum berdasarkan nilai beban lateral terbesar (puncak) dari hasil simulasi, dan hasilnya dapat dilihat pada Gambar 7 sebagai berikut :

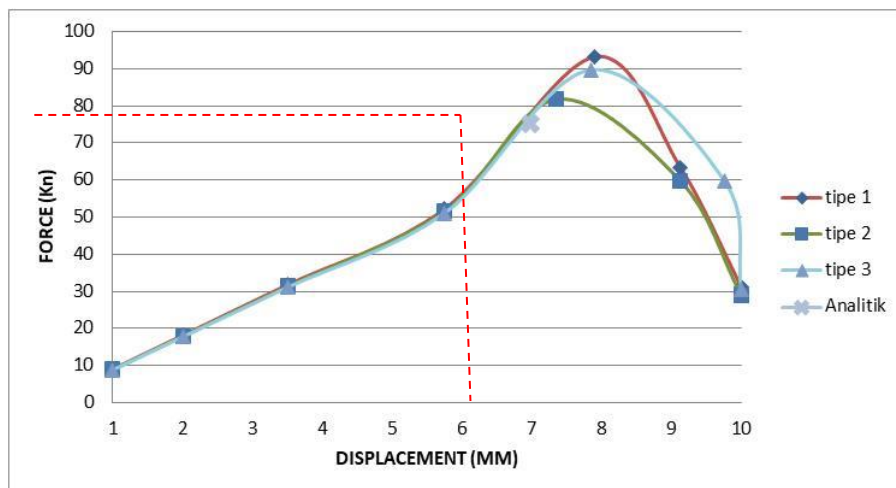


**Gambar 7.** Hubungan Nilai Kekuatan Lateral dan Displacement pada Struktur

Dari hasil keterangan gambar diatas dapat dianalisis bahwa kekuatan lateral struktur rangka beton bertulang dengan dinding memiliki bukaan seluas 35% tipe 1 diperoleh sebesar 93,21 kN, kekuatan struktur rangka beton bertulang dengan dinding memiliki bukaan seluas 35% tipe 2 diperoleh sebesar 81,77 kN dan kekuatan struktur rangka beton bertulang dengan dinding memiliki bukaan seluas 35% tipe 3 diperoleh sebesar 89,71 kN. Diantara ketiga tipe benda uji ini, kekuatan terbesar terjadi pada struktur rangka beton bertulang dengan dinding memiliki bukaan seluas 35% tipe 1 posisi bukaan ditengah dinding, yaitu sebesar 93,21 kN.

### **Perbandingan Kinerja Seismik Hasil Uji Analitik dengan Hasil Uji Menggunakan Software Abaqus**

Sebelumnya telah dilakukan pengujian di laboratorium pada benda uji yang memiliki bukaan dinding seluas 35%. Pengujian di laboratorium dilakukan dengan cara metode *pushover* dimana benda uji diberikan beban siklik atau beban bolak balik terhadap benda uji. Dari hasil uji laboratorium yang telah dilakukan terhadap struktur rangka beton bertulang yang memiliki bukaan pada dinding seluas 35% didapatkan hasil kekuatan lateral pada struktur yaitu sebesar 75,13 kN dengan jarak *displacement* 6,99 mm. Sedangkan hasil yang didapat dari uji menggunakan abaqus yaitu sebesar 93,21 kN untuk tipe 1, sebesar 81,77 kN untuk tipe 2, dan 89,71 untuk tipe 3. Pada penelitian ini menggunakan standar deviasi yaitu sebesar 20%, dimana hasil uji numerik yang telah didapatkan dibandingkan dengan hasil uji analitik yang dilakukan di laboratorium. Hasil terbesar setiap beban lateral yang didapatkan dibagi dengan hasil beban lateral yang didapat dari uji analitik dikali 100%, maka didapatkan hasilnya yaitu sebesar 1,33%. Dari hasil standar deviasi yang telah ditentukan dapat dikatakan bahwa 1,33% dari standar deviasi 20% tidak melebihi standar deviasi yang telah ditentukan. Dengan ini dapat dikatakan bahwa hasil beban lateral yang didapatkan dari setiap tipe benda uji numerikal dapat digunakan karena tidak melebihi dari standar deviasi yang telah ditentukan. Hasil perbandingan dinyatakan dalam bentuk Gambar 8.



**Gambar 8.** Perbandingan Hasil Uji Analitik dan Numerikal

## SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat dilihat bahwa masing-masing benda uji memiliki hampir sama keruntuhan pada pola kerusakannya. Pola kerusakan yang terjadi pada ketiga benda uji ini tidak menunjukkan kerusakan yang terlalu signifikan. Pada struktur rangka beton bertulang tipe 1 mengalami kerusakan pada bagian dinding kiri bagian sudut atas dan bawah, namun tidak terjadi kerusakan yang berarti terhadap struktur rangkanya. Pada struktur rangka beton bertulang tipe 2 dinding bata mengalami kerusakan pada dinding sebelah kanan bagian sudut atas dan bawah, namun struktur rangka tidak mengalami kerusakan yang berarti. Pada struktur rangka beton bertulang tipe 3 untuk pola kerusakannya sama dengan tipe 1 dan 2 yaitu terjadi pada sudut dinding bagian atas dan bawah pada dinding bagian kiri dan tidak terjadi kerusakan yang berarti terhadap struktur rangka. Diantara ketiga benda uji tersebut, kekuatan terbesar terjadi pada struktur rangka beton bertulang dengan luas bukaan 35% tipe 1, yaitu sebesar 90,8 kN. Hasil ini menunjukkan posisi bukaan tipe 1 lebih kaku dan dapat menahan beban yang lebih besar.

Kerusakan pertama yang terjadi akibat beban lateral yang diberikan pada struktur rangka beton bertulang terjadi pada dinding bata, sehingga akibat beban monotonik yang diberikan pada struktur rangka beton bertulang bagian dinding yang mengalami kehancuran lebih dahulu dari bagian beton bertulang.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Tanjung, J., dan Maidiawati, 2016. *Studi Eksperimental Tentang Pengaruh dinding Bata Merah Terhadap Ketahanan Lateral Struktur Beton Bertulang*, Jurnal Teknik Sipil, Vol. 23 No. 2 Agustus 2016.
- [2] Maidiawati dan Sanada Y., 2017. *R.C Frame-infill Interaction Model and its Application to Indonesia Building*. The Journal of The International Association for Earthquake Engineering, 2017 : 46:221-241. DOI : 10.1002/eqe.2787.
- [3] Maidiawati dkk., 2011. *Seismic Performance of Non Struktural Brick Walls Used in Indonesia RC Buildings*, Journal of Architecture and Building Engineering, 10 (1), 203-210.
- [4] Maidiawati, Sanada, Y., 2008. *Investigation and Analysis of Building Damage During the September 2007 Sumatra Indonesia Earthquakes*, Journal of Asian Architecture and Building Engineering, 10 (1), 203-201.
- [5] Maidiawati, Tanjung, J., dan Medriosa Hamdeni, 2015. *Experimental Study On The Influence Of The Opening In Brick-Masonry Wall To Seismic Performance Of Reinforced Concrete Frame Structure*, American Institute Of Physics.
- [6] Medriosa Hamdeni, dkk., 2022. *Analytical Study On Effect Of Central Opening Of Masonry Infill To The Lateral Strength Of RC Frame Structure*, 12 April 2022.
- [7] Herlina Dinda, M. T. D., 2019. *Analisis Balok Baton Bertulang Menggunakan Prgram Abaqus CEA V6.14 pada Gedung Hotel Ibis Style dalam Wilayah Gempa III*, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Negeri Semarang, Semarang.