



Terbit *online* pada laman web jurnal :
<https://ejournal.sttp-yds.ac.id/index.php/js/index>

SAINSTEK

| ISSN (Print) 2337-6910 | ISSN (Online) 2460-1039 |



Analisis Keruntuhan pada Portal Beton Bertulang

Chrisfela Wulandari^a, Ridwan^b, Alex Kurniawandy^c

a,b,c Jurusan Teknik Sipil, Universitas Riau, Kampus Bina Widya, Jl. HR. Soebrantas KM 12,5, Pekanbaru, 28293, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Sejarah Artikel:

Diterima Redaksi: 18 Juni 2024

Revisi Akhir: 29 Desember 2024

Diterbitkan *Online*: 31 Desember 2024

KATA KUNCI

Portal

Static Time-History

Seismostruct

Dinding Bata

Kekakuan

KORESPONDENSI

Telepon: 085265651510

E-mail: chrisfela.wulandari@grad.unri.ac.id

ABSTRACT

Kondisi geologis di Indonesia menyebabkan tingkat kerawanan yang tinggi terhadap gempa bumi hingga menimbulkan korban jiwa dan kerusakan bangunan. Untuk mengurangi dampak kerusakan tersebut bangunan dirancang sesuai standar perencanaan tahan gempa. Namun, biasanya bangunan beton bertulang dirancang tanpa mempertimbangkan pengaruh dinding pengisi/dinding bata dan hanya dianggap sebagai keperluan arsitektural. Pada penelitian ini perilaku portal akibat gempa diteliti pada bangunan eksisting yang bisa menjadi prosedur dalam mempertimbangkan pengaruh dinding/dinding bata pada portal yang dibangun kedepannya. Penelitian bertujuan untuk menganalisis keruntuhan yang terjadi pada portal beton bertulang. Model struktur dibuat menggunakan *Software Seismostruct*. Model struktur portal yang dianalisis terdiri dari portal terbuka (tanpa dinding) dan portal dengan dinding bata. Struktur portal terdiri dari 3 lantai dan memiliki 2 bentang pada arah x dan y. *Drift ratio* yang digunakan pada penelitian ini adalah 0.20%, 0.25%, 0.35%, 0.50%, 0.75%, 1%, 1.40%, 1.75%, 2.20%, 2.75%, 3.50%, 4.25%, 5%, 5.75%, 6.5%, dan 7.25%. Portal-portal ini mengalami beberapa siklus pembebanan hingga mengalami kelelahan atau keruntuhan melalui *Software Seismostruct*. Portal ini dianalisis interaksi dinding pengisi dan struktur beton bertulang dalam menerima beban siklik yang terjadi. Metode analisis yang digunakan adalah analisis *static time-history*.

Hasil penelitian menunjukkan dinding pengisi batu bata pada struktur portal beton bertulang dapat meningkatkan kapasitas penahan beban secara signifikan. Dinding pengisi berupa batu bata juga dapat meningkatkan kekakuan yang sangat signifikan pada pembebanan arah x dan y, portal dengan dinding bata mengalami peningkatan kekakuan secara berurutan sebesar 1407.23% dan 1331.51% atau 15 kali lipat dan 14 kali lipat besarnya dibandingkan dengan portal terbuka (tanpa dinding).

1. PENDAHULUAN

Indonesia memiliki banyak pulau yang terletak diantara batas pertemuan tiga lempeng tektonik dunia yaitu Lempeng Benua Eurasia, Lempeng Samudera Indo-Australia, dan Lempeng Samudera Pasifik. Pada kondisi geologis ini menyebabkan Indonesia mengalami tingkat kerawanan yang tinggi terhadap gempa bumi [1]. Kerentanan bangunan atau fungsi kinerja struktur bangunan merespon gempa untuk mengurangi dampak

kerusakan secara teknis terjadi karena topografi (lereng), material dan bentuk bangunan kurang tepat, kualitas dan sistem struktur bangunan kurang memadai dan tidak sesuai dengan tingkat kerawanan gempa dilokasi tersebut serta kondisi bangunan yang kurang terawat. Kriteria kinerja struktur mengikuti standar perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung SNI 03-1726-2002 [2]. Bangunan beton bertulang umumnya menggunakan dinding bata. Digunakan untuk pemisahan internal dan eksternal, dinding bata merah ini memberikan insulasi

termal dan akustik. Dinding ini mengalami gaya lateral bidang yang diterima melalui elemen-elemen portal struktur sebagai akibat dari gempa bumi. Selama beberapa dekade terakhir, banyak penelitian telah dilakukan untuk mengetahui bagaimana dinding pengisi dari bata memengaruhi respons portal baja dan beton bertulang. Penelitian eksperimental menunjukkan bahwa, dengan meningkatkan kekuatan dan kekakuan, dinding bata meningkatkan respons global struktur.

Pengaruh dinding bata secara langsung dipengaruhi oleh beberapa parameter seperti keberadaan bukaan, sambungan antara elemen portal dengan dinding, tipe dinding bata (padat atau berongga), dan jenis mortar (lemah atau kuat). Studi eksperimental yang dilakukan oleh Zarnic & Tomazevic menunjukkan bahwa efek dinding bata berhubungan dengan tipe dinding dan adanya bukaan [3]. Penelitian serupa yang dilakukan oleh Kakaletsis & Karayannis menunjukkan bahwa adanya bukaan pada dinding bata mengurangi kekuatan dan kekakuan portal sedangkan penurunan kekakuan ini dipengaruhi ukuran, posisi, dan jenis bukaan. Selain itu, sambungan antara portal dengan dinding bata memiliki peran penting dalam transfer gaya antara dua elemen ini [4]. Berdasarkan studi eksperimental, Pires & Carvalho menyimpulkan bahwa sambungan antara portal dengan dinding yang kuat menghasilkan kekuatan dan kekakuan lebih tinggi daripada sambungan yang lemah. Selain itu, penelitian ini juga menunjukkan bahwa sifat mekanik pasangan bata mempengaruhi perilaku dan mekanisme kegagalan dari struktur [5]. Selain itu, Mehrabi Armin & Shing menyimpulkan bahwa aspek rasio dinding dan distribusi beban vertikal mempengaruhi perilaku global struktur [6].

Untuk tujuan arsitektural, portal beton bertulang sering menggunakan dinding bata. Dan dalam analisis respons seismik bangunan, panel dinding bata sering diabaikan karena dianggap sebagai sistem nonstruktural [7]. Namun, pada studi sebelumnya menunjukkan bahwa panel dinding bata dapat mengubah reaksi struktur terhadap beban lateral [8,9]. Konfigurasi struktur dan beban gempa memengaruhi bagaimana dinding bata berperilaku terhadap respons seismik struktur. Dinding bata juga dapat menyebabkan ketidakaturan pada perilaku puntir bangunan dan mekanisme *soft-story*, yang meningkatkan risiko keruntuhan struktur [10]. Oleh karena itu, penelitian baik secara eksperimental dan numerik untuk memahami efek dinding bata pada kinerja seismik struktur telah dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya [11,12,13,14,15].

Oleh karena itu, penelitian ini mempelajari kekakuan struktur beton bertulang akibat penggunaan dinding bata dengan cara membandingkan perilaku portal beton bertulang tanpa dinding bata dan portal yang menggunakan dinding bata. Metode analisis yang digunakan adalah

analisis *static time-history* menggunakan *software Seismostruct*.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Gempa

Guncangan bumi akibat tumbukan lempeng bumi, aktivitas vulkanik dan keruntuhan batuan disebut sebagai gempa bumi [16]. Kekuatan gempa bumi akibat aktivitas vulkanik dan runtuhnya batuan relatif kecil, tidak seperti gempa bumi yang disebabkan oleh tumbukan lempeng dan sesar aktif yang relatif lebih besar.

2.2. Perilaku Struktur Terhadap Gempa

Berkurangnya kerusakan gempa pada struktur yang dirancang dengan desain bangunan tahan gempa, perlu memperhatikan hal berikut [17]:

1. Kurangnya kekuatan geser dari struktur bangunan akibat penggunaan kolom dan dinding geser yang terlalu sedikit.
2. Retak pada kolom atau balok yang diakibatkan oleh gaya geser.
3. Retak pada kolom akibat komponen non struktural.
4. Slip antara beton dan tulangan baja, atau kegagalan geser pada pertemuan balok dan kolom.
5. Torsi yang disebabkan karena adanya eksentrisitas antara pusat massa dan pusat kekakuan dari struktur.
6. Terpusatnya kerusakan pada lantai tertentu akibat distribusi kekakuan yang tidak merata sepanjang tingkat bangunan.
7. Terlepasnya komponen sekunder seperti dinding akibat hubungan yang tidak baik.

2.3 Analisis Static Time-History

Dalam analisis *static time history*, beban yang diterapkan (perpindahan, gaya atau kombinasi keduanya) dapat bervariasi secara independen dalam domain pseudo-time, sesuai dengan pola beban yang ditentukan. Pi beban yang diterapkan di posisi nodal i diberikan oleh $P_i = \lambda_i(t)P_i^\circ$, yaitu fungsi dari faktor beban tergantung waktu $\lambda_i(t)$ dan beban nominal P_i° . Jenis analisis ini biasanya digunakan untuk memodelkan pengujian statis struktur di bawah berbagai pola gaya atau perpindahan (misalnya beban siklik).

2.4 Permodelan Dinding Batu Bata

Dalam beberapa tahun terakhir perkuatan gempa pada bangunan di daerah rawan gempa menjadi topik yang hangat untuk diperbincangkan. Khususnya pada struktur pasangan bata yang banyak dibangun sebelum peraturan seismik ada. Ada beberapa metode penguatan seismik pada tiang dan dinding pasangan bata yang telah dikembangkan

dan dapat diklasifikasikan sebagai metode tradisional dan modern [18].

Teknik pemodelan yang dilakukan pada dinding bata dapat dilakukan dengan tiga cara, yaitu *micro-modelling*, *meso-modelling* dan *macro-modelling* [19]. Ketiga teknik ini berbeda dalam hal kompleksitas, waktu komputasi, dan akurasi. Teknik *micro-modelling* lebih akurat dibandingkan dengan dua metode lainnya. Pertimbangan dalam detail proses pemodelan membuat metode ini lebih berguna dilakukan pada penelitian yang bertujuan untuk menganalisis fenomena lokal dan mode kegagalan yang terjadi akibat interaksi antar elemen struktur. Kompleksitas dan waktu komputasi membuat *micro-modelling* tidak sesuai digunakan pada struktur besar. Pemodelan dengan metode *meso-modelling* tidak sesulit *micro-modelling*. Teknik pemodelan ini dilakukan dengan menganalogikan dinding bata sebagai satu elemen yang homogen. Penyederhanaan ini berguna untuk mempelajari kontak antara elemen portal dengan dinding pengisi. Metode yang lebih sederhana adalah *macro-modelling*, sehingga pemodelan tipe ini lebih sesuai dilakukan pada struktur yang besar.

2.5 Perangkat Lunak Seismostruct

Seismostruct adalah aplikasi yang dapat memprediksi perilaku perpindahan yang besar dari konstruksi rangka ruang di bawah pembebanan statis atau dinamis, dengan mempertimbangkan nonlinier geometrik dan inelastisitas material [20].

Software ini terdiri dari tiga modul utama:

- Pra-Prosesor untuk menentukan data input dari model struktural.
- Prosesor, dimana analisis dilakukan.
- Pasca-Prosesor untuk mengeluarkan hasil, tidak memerlukan file input atau konfigurasi, skrip pemograman, atau pengeditan teks yang rumit dan memakan waktu.
- Building Modeller* dan *Wizard*, dimana pengguna dapat membuat model 2D atau 3D reguler/tidak beraturan dan menjalankan semua jenis analisis dengan cepat, dengan proses keseluruhan memakan waktu tidak lebih dari beberapa menit.

Selain itu Prosesor akan menampilkan plot kurva perpindahan dan bentuk struktur yang berubah bentuk secara *real-time*. *Software* ini juga sepenuhnya terintegrasi dengan *windows*, data *input* dalam program *spreadsheet*, seperti *Microsoft Excel* dapat di *paste* ke *Seismostruct Overview*.

3. METODOLOGI

Penelitian dilakukan pada bangunan yang sudah berdiri (eksisting dengan mengambil studi kasus bangunan Ruko

Graha Raya. Gedung ini berada di Jalan Boulevard Graha Raya, Kota Tangerang Selatan, Provinsi Banten. Data yang diperlukan berupa data gambar teknik yang lengkap diantaranya dimensi bagian struktur dan mutu material yang digunakan. Analisis bangunan dimulai dari permodelan menggunakan *Software Seismostruct* dan menggunakan analisis *static time-history*. Setelah permodelan siap dan modifikasi sudah sesuai maka lanjut untuk proses running. Kemudian diperoleh output displacement dan beban sehingga dapat diketahui pola keruntuhan pada struktur.

3.1 Analisis struktur eksisting

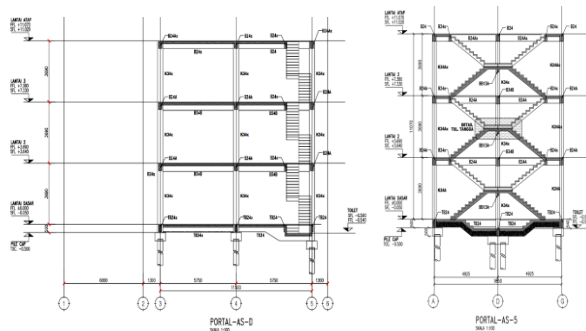
Input data berupa ukuran dan dimensi struktur, serta detail elemen struktural berulang seperti balok dan kolom. Data struktur dimasukkan ke dalam Perangkat Lunak *Seismostruct*. Data awal diperoleh dari gambar struktural di *Autocad* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1. dan 2. Bangunan ini terdiri dari 3 lantai dengan total bentang 2 bentang arah x dan 2 bentang arah y serta total tinggi bangunan 11.070 meter. Untuk tabulasi dimensi balok dan kolom dapat dilihat pada Tabel 1. dan Tabel 2.

Tabel 1. Tabel dimensi balok lantai 2, 3, dan Atap

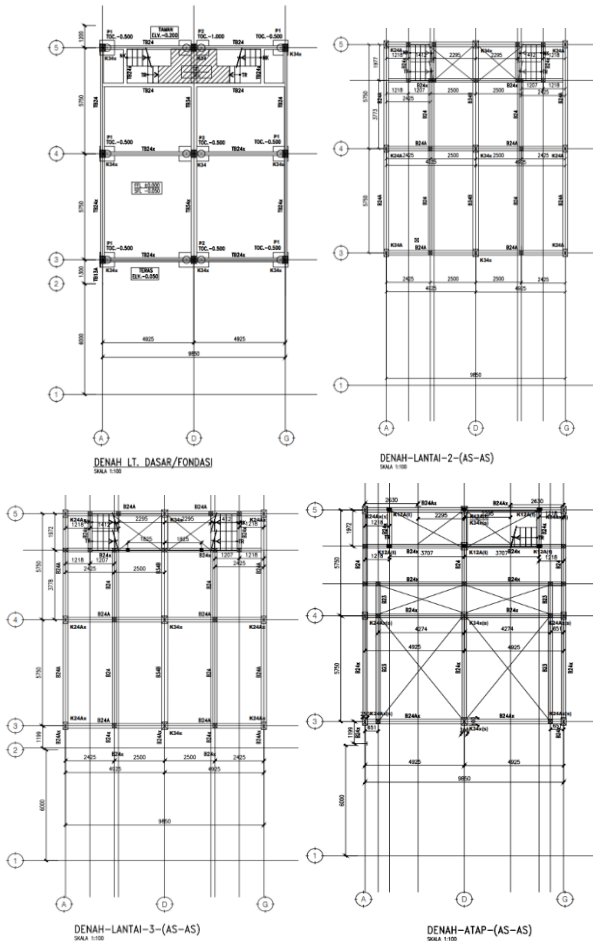
Kode Balok	Dimensi (mm)	Tulangan					
		Tumpuan (End)		Lapangan (Mid)		Sengkang Tumpuan	Sengkang Lapangan
		Tulangan Atas	Tulangan Bawah	Tulangan Atas	Tulangan Bawah		
1. Lantai 2 dan 3							
B24	200 x 400	4 D 13	3 D 13	2 D 13	4 D 13	D 8 - 150	D 8 - 200
B24A	250 x 400	8 D 13	4 D 13	3 D 13	4 D 13	D 8 - 150	D 8 - 200
B34 B	300 x 450	6 D 16	3 D 16	3 D 16	6 D 16	D 10 - 100	D 10 - 125
2. Atap							
B12A	150 x 200	2 D 13	2 D 13	2 D 13	2 D 13	D 8 - 150	D 8 - 200
B23	200 x 300	3 D 13	2 D 13	2 D 13	3 D 13	D 8 - 150	D 8 - 200
B24	200 x 400	5 D 13	3 D 13	2 D 13	4 D 13	D 8 - 150	D 8 - 200
B24Ax	250 x 400	4 D13	3 D 13	2 D 13	3 D 13	D 8 - 150	D 8 - 200
3. Lantai 2, 3 dan Atap							
B24Ax (Cantilever)	250 x 400	5 D 13	3 D 13	5 D 13	3 D 13	D 8 - 150	D 8 - 200
B24x	200 x 400	4 D 13	3 D 13	3 D 13	3 D 13	D 8 - 150	D 8 - 200

Tabel 2. Tabel dimensi kolom

Kode Balok	Dimensi (mm)	Diameter (mm)	Tulangan			
			Tumpuan (End)		Lapangan (Mid)	
			Hoop	Cross ties	Hoop	Cross ties
K12A	150 x 200	4 D 13	D 8 - 150	D 8 - 150	D 8 - 150	D 8 - 150
K34	300 x 400	10 D 16	D 8 - 150	D 8 - 150	D 8 - 150	D 8 - 150
K34x	300 x 400	8 D 16	D 8 - 150	D 8 - 150	D 8 - 150	D 8 - 150
K24A	250 x 400	8 D 16	D 8 - 150	D 8 - 150	D 8 - 150	D 8 - 150
K24Ax	250 x 400	6 D 16	D 8 - 150	D 8 - 150	D 8 - 150	D 8 - 150



Gambar 1. Portal AS D dan AS 5 pada gambar AutoCAD

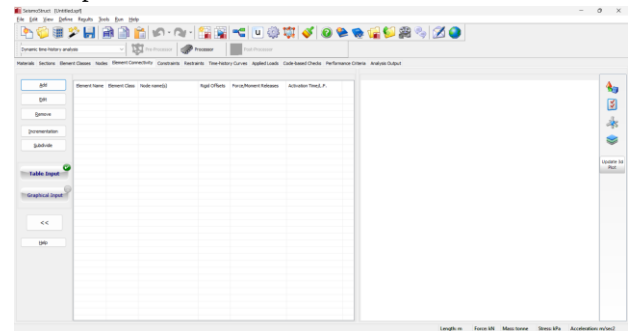


Gambar 2. Denah-denah pada gambar AutoCAD

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Permodelan Pada Seismostruct

1. Tampilan awal saat membuka Software Seismostruct



Gambar 3. Tampilan Awal

2. Memilih menu > Building Modeller

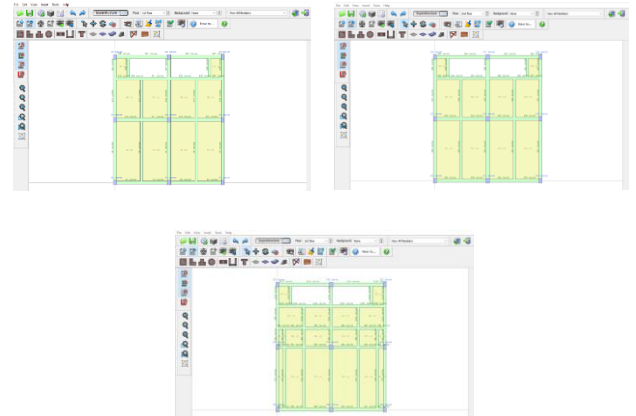
3. Pilih Create New Project

Isi jumlah lantai dan tinggi tiap lantai sesuai data penelitian.

4. Import Gambar Struktur

Untuk mempermudah menggambarkan permodelan bangunan di *Seismostruct*, import gambar dari file *autocad* sebagai *background* sementara (bantuan).

Permodelan pada *Seismostruct* mengikuti model denah dan data dimensi dari gambar teknik/ gambar bangunan eksisting yang akan dianalisis pada *Building Modeller*. Seperti gambar x.x contoh pada lantai 1, 2 dan 3 dibawah ini, memerlukan data dimensi balok, kolom, dinding bata dan pelat lantai.

Gambar 4. Permodelan balok, kolom, dinding bata dan pelat lantai di *Seismostruct*

Setelah *import* dilakukan akan muncul “*Imported Cad Setting*” untuk satuan yang digunakan sesuai gambar yang ada di *autocad*. Sehingga saat menggambar di *Software Seismostruct* ukuran menjadi sinkron atau sama. Pada penelitian ini gambar *autocad*nya dalam ukuran mm.

5. Pembuatan Kolom, Balok, Pelat Lantai dan Dinding Bata

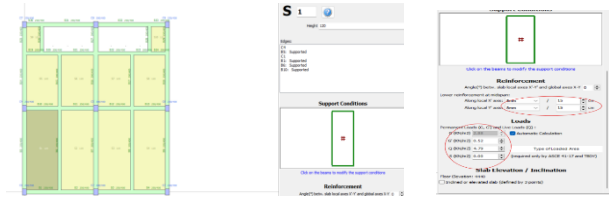
Mulai menggambar kolom, balok, pelat lantai, dan dinding /tanpa dinding sesuai dimensi pada data struktur secara detail dan mengisi data geometri dan data lainnya.



Gambar 5. Pembuatan Kolom, Balok, Pelat Lantai dan Dinding Bata

Setelah kolom digambarkan semua pada lantai tertentu baru kemudian kolom ini saling dihubungkan sehingga menjadi balok. Lanjutkan penggambaran kolom, balok, pelat lantai ke lantai 2, dan 3 dengan cara yang sama.

Contoh pada pelat lantai 1:



Gambar 6. Pelat Lantai

Pada pelat lantai diisi sesuai data tulangan dan mengisi data *Permanent Loads* (G') dan *Live Loads* (Q). Untuk *Permanent Loads* (G) akan otomatis terhitung sesuai beban sendiri sesuai permodelan di *Seismostruct*, sedangkan *Permanent Loads* (G') dan *Live Loads* (Q) dihitung dan ditentukan berdasarkan SNI 1727:2013. Beban hidup yang diinput disesuaikan dengan fungsi bangunan. Disini beban hidup (Q) yang digunakan adalah 4.79 kN/m² pada Lantai 1, sedangkan beban hidup (Q) pada Lantai 2 dan 3 adalah 3.59 kN/m².

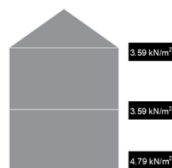
Fungsi : Penggunaan untuk perdagangan, yaitu Toko Eceran.

Berdasarkan SNI 1727:2013 beban hidup merata (kN/m²) untuk setiap lantainya adalah seperti pada Tabel dan Gambar berikut ini:

Beban hidup terdistribusi merata minimum, L_o dan beban hidup terpusat minimum (SNI 1727:2013)

Hunian atau penggunaan	Merata psf (kN/m ²)	Terpusat lb (kN)
Toko	100 (4.79)	1 000 (4.45)
Eceran	75 (3.59) ^a	1 000
Lantai pertama	125 (6.00) ^a	(4.45)
Lantai diatasnya		
Grosir, di semua lantai		

^aReduksi beban hidup untuk penggunaan ini tidak diizinkan oleh Pasal 4.7 kecuali dinyatakan pengecualian secara spesifik.



Gambar 7. Beban hidup terdistribusi merata minimum untuk toko/ruko berdasarkan SNI 1727:2013

Sedangkan untuk *Permanent Loads* (G') untuk beban mati tambahan:

$$\begin{aligned}
 \text{Keramik} &= 24 \text{ kg/m}^2 \\
 \text{Semen} &= 21 \text{ kg/m}^2 \\
 \text{Plat Plafond} &= 7 \text{ kg/m}^2 \\
 \text{Total} &= \text{Keramik} + \text{Semen} + \text{Plat Plafond} \\
 &= 52 \text{ kg/m}^2 = 0.52 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

Jadi, *Permanent Loads* (G') yang digunakan adalah 0.52 kN/m²

Gambar 8. Beban

Permanent Loads (G') untuk lantai 2 dan 3 akan sama dengan lantai dasar. Namun, untuk beban hidup (Q) yang digunakan pada lantai 2 dan 3 akan berbeda dengan lantai dasar sesuai peraturan SNI 1727:2013.

6. Klik lantai selanjutnya untuk menggambar

7. Penamaan

Penamaan Kolom, Balok, Pelat Lantai dapat dibuat secara berurutan agar lebih mudah untuk dilihat menggunakan “*Renumber Elements*”.

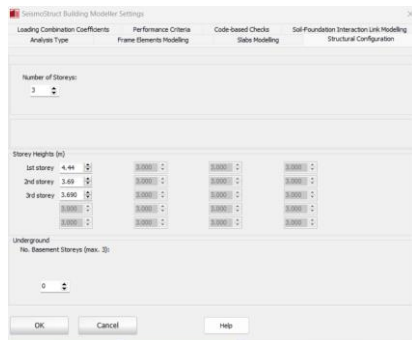
8. Pilih jenis analisis yang akan digunakan pada penelitian pada *setting*.

Pada penelitian ini menggunakan analisis *Static Time History*.

Analysis Type > *Static time-history analysis* < OK.

9. Cek kembali dengan Klik *Building Modeller Settings* < Kemudian atur *Analysis Type*, *Frame Elements Modelling*, *Slabs Modelling*, *Structural Configuration*, *Loading Combination Coefficient*, *Performance Criteria*, *Code-based Checks*, *Soil-Foundation Interaction Link Modelling*, dan *Gravity and Live Loads*.

- Analisis yang digunakan pada penelitian ini adalah analisis *Static Time-history analysis*. Dan *Loading Type* yang digunakan berdasarkan pengaplikasian *displacement*.
- Loading Combination Coefficients* yang digunakan pada penelitian ini adalah 1,2 DL+ 1,6 LL.
- Pilih ceklis semua untuk “*Performance Criteria*” dan “*Code-based Checks*” atau sesuai deskripsi yang diperlukan.
- Structural Configuration* diisi dengan jumlah lantai dan *Storey Heights* (m) untuk Lantai dasar, Lantai 2, dan Lantai 3.



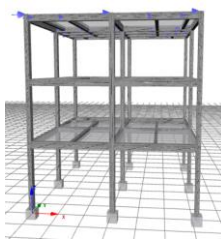
Gambar 9. Tinggi antar lantai

10. Simpan Project

Klik *Exit* and *Create Project*.

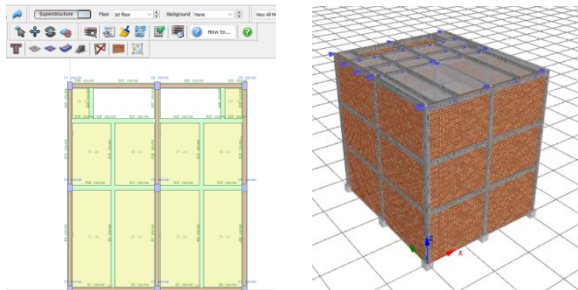
Setelah permodelan sudah siap maka *project* bisa disimpan terlebih dahulu, jika menyimpan file *seismostruct* tanpa memilih menu “*Exit and Create Project*” terlebih dahulu maka formatnya masih dalam bentuk .bmf. Pada format .bmf file hanya bisa dibuka jika sudah membuka aplikasi *Seismostruct* kemudian klik *Building Modeller* < *Open Existing Project*.

Namun, jika sudah memilih menu “*Exit and Create Project*” maka formatnya sudah dalam bentuk .spf dan sudah mulai bisa melakukan *modify* selanjutnya. Dan file mudah dibuka dan diklik tanpa harus membuka aplikasi *Seismostruct* terlebih dulu.



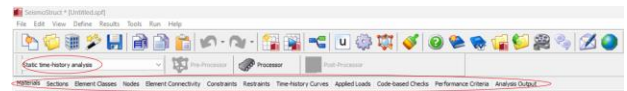
Gambar 10. Permodelan Portal Tanpa Dinding

Maka model di *Seismostruct* sudah selesai setelah *project* disimpan dan sudah berbentuk .spf, maka kemudian *project* bisa *dimodify*. Begitu pula dengan portal dengan dinding bata, dengan cara yang sama.



Gambar 11. Model Portal Beton Bertulang dengan Dinding Bata

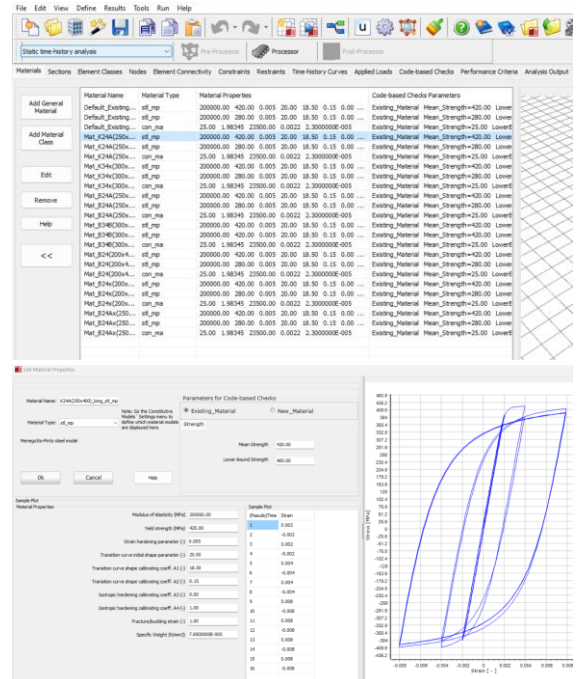
11. Edit data/modify data.



Gambar 12. Data yang perlu dimodify ulang

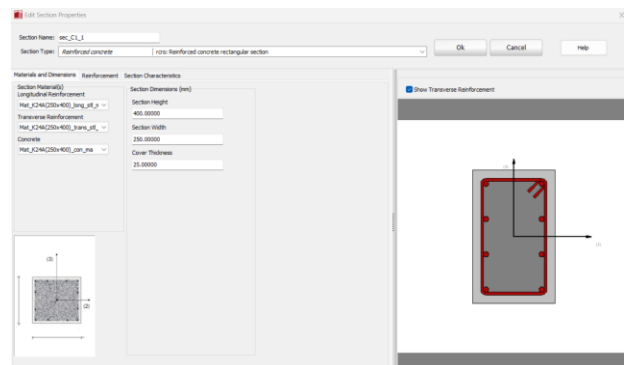
Edit data dan cek:

a. Materials



Gambar 13. Material

b. Sections



Gambar 13. Section

c. Element Classes

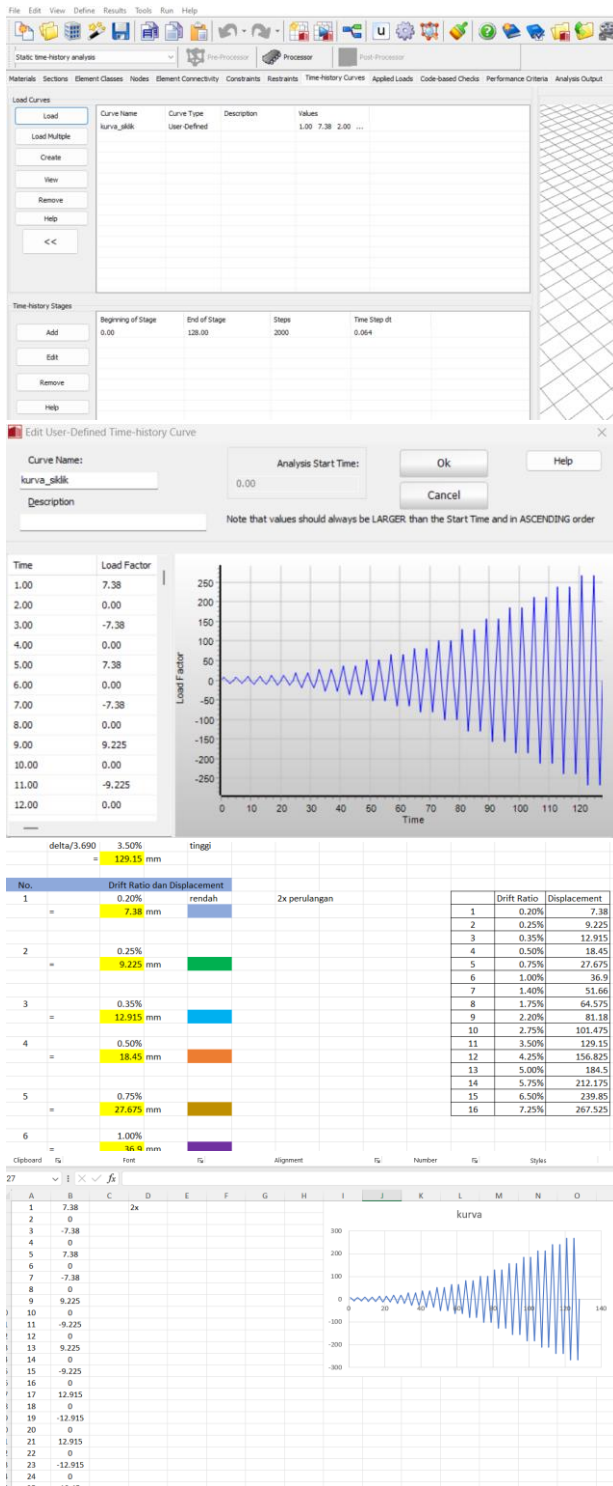
d. Nodes

e. Element Connectivity

f. Constraints

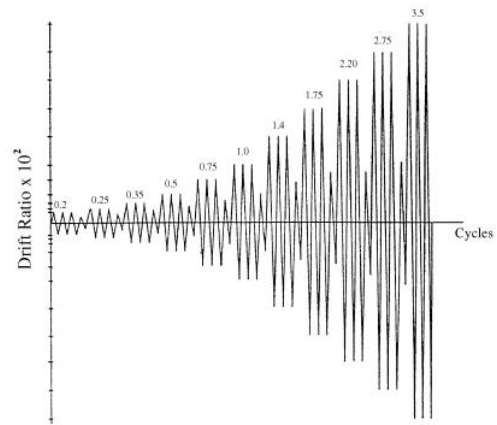
g. Restraints

h. Time History Curve



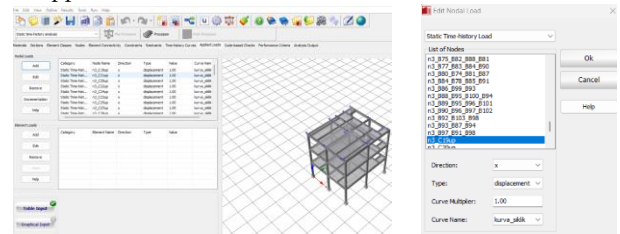
Gambar 14. Kurva siklik yang akan diinput pada *Seismostruct*

Tipe pembebanan yang diaplikasikan adalah terhadap displacement-nya. *Drift ratio* atau rasio simpangan struktur yang digunakan pada penelitian ini adalah 0.20%, 0.25%, 0.35%, 0.50%, 0.75%, 1%, 1.40%, 1.75%, 2.20%, 2.75%, 3.50%, 4.25%, 5%, 5.75%, 6.5%, dan 7.25%. *Drift ratio* ini disesuaikan dengan pengujian structural ACI T1.1-01 *Acceptance Criteria for Moment Frames Based on Structural Testing* Gambar 4.5.



Gambar 15. Contoh rangkaian pengujian siklus perpindahan terkontrol ACI T1.1-01 *Acceptance Criteria for Moment Frames Based on Structural Testing*

i. *Applied Loads*

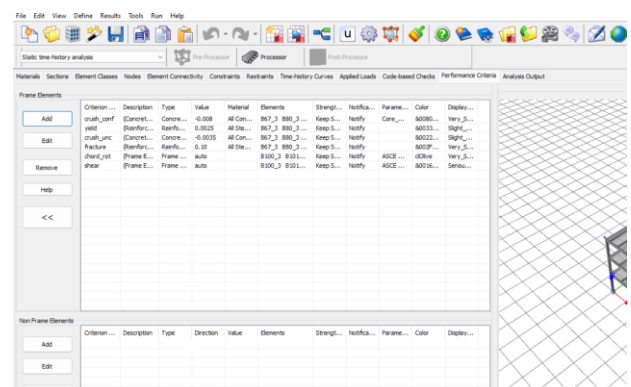


Gambar 16. Pembebanan pada *Seismostruct* menggunakan arah pembebanan X dan Y

Arah pembebanan bisa dilakukan pada arah X dan Y. Untuk pembebanan arah Y, directionnya harus diubah kembali menjadi arah Y.

j. *Code based-checks* yang digunakan adalah ASCE 41-17.

k. *Performance Criteria*



Gambar 17. *Performance Criteria*

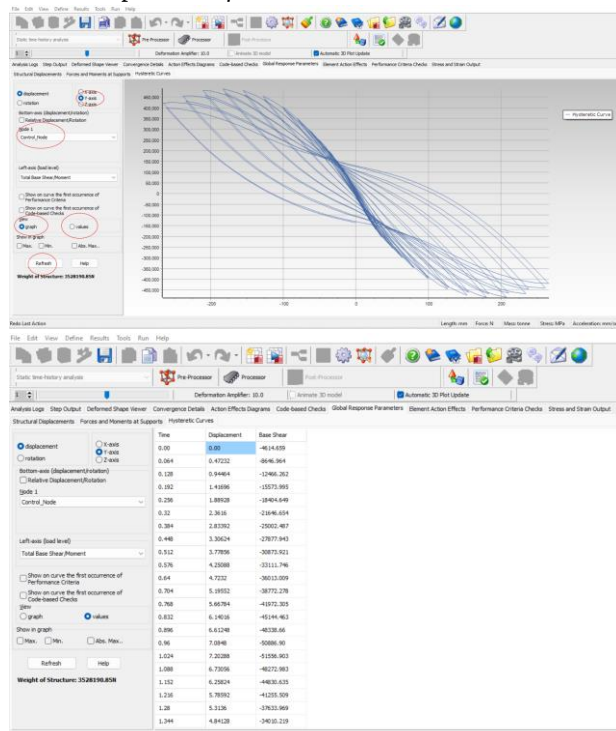
1. Analysis Output

12.Cek kesesuaian satuan yang digunakan>klik *Processor*
13.Kemudian *Run*

14. Output

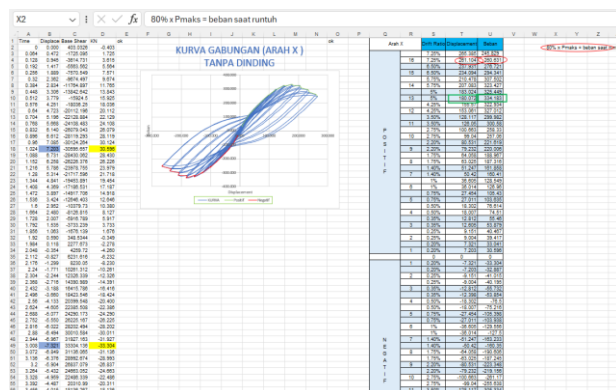
Cek Hasil/output di *Post-Processor* berupa grafik/kurva dan data berbentuk tabel.

Klik *Global Response Parameter < Hyteretic Curves*. Pilih *node* pada *control node*, untuk yang hasil pada gambar ini merupakan contoh pembebanan pada arah Y kemudian pilih untuk melihat grafik atau melihat nilai. Jika gambar belum tampil klik *refresh* terlebih dahulu.



Gambar 18. Hasil Output dari Seismostruct setelah di Running

Kemudian dari hasil yang diperoleh dapat diketahui kapasitas penahan beban lateral baik pada arah X dan arah Y pada portal tanpa dinding dan dengan dinding. Kurva kapasitas penahan beban lateral diperoleh dari rekapitulasi menggunakan excel antara *drift ratio*, *displacement* dan beban yang diperoleh di Seismostruct.



Gambar 19. Kurva kapasitas penahan beban lateral berdasarkan *base shear* dan *displacement* di Seismostruct

Selain kapasitas penahan beban lateral, juga dapat dihitung kekakuannya.

4.4 Perhitungan Kekakuan Struktur

a. Perhitungan Kekakuan

Nilai kekakuan merupakan pembagian antara beban maksimum dengan perpindahannya.

$$\text{Kekakuan} = \frac{P}{d}$$

P = Beban sebelum leleh (kN)

d = Perpindahan (mm)

Tabel Kekakuan					
No	Model	Arah Beban	Beban (kN)	Perpindahan (mm)	Kekakuan (kN/mm)
1	Portal Terbuka (Tanpa Dinding) Batas	X	134.183	180.072	0.745
2	Portal Terbuka (Tanpa Dinding) Batas	Y	483.323	180.072	2.684
3	Portal dengan Dinding Batas	X	1553.9	46.685	33.282
4	Portal dengan Dinding Batas	Y	1406.5	36.685	38.342

Gambar 20. Perhitungan Kekakuan dengan menggunakan Excel

Pada penelitian ini kekakuan ditinjau dari arah pembebanan X dan Y. Pada arah tersebut portal dengan dinding bata memiliki nilai kekakuan secara berurutan 15 kali lipat dan 14 kali lipat lebih besar dibandingkan kekakuan pada portal terbuka (tanpa bata). Persentase kenaikan kekakuan meningkat dengan signifikan pada portal dengan dinding bata sebesar 1407.23% pada arah X dan 1331,55% pada arah Y.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Jurnal ini berfokus pada penjabaran metodologi dan langkah-langkah untuk analisis keruntuhan di portal beton bertulang. Kinerja struktur portal beton bertulang, terutama di daerah gempa, perlu dianalisis, terutama dengan memperhitungkan pengaruh dinding bata. Perhitungan analisis menggunakan perhitungan software Seismostruct untuk menangani analisis bangunan yang cukup kompleks dan menggunakan metode *static time-history*.

Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk memberikan gambaran bagaimana menganalisis keruntuhan pada portal beton bertulang dengan metode analisis *static time-history* dengan memperhatikan dinding bata. Jadi dinding bata berkontribusi pada kekuatan struktur dan tidak hanya sebagai tujuan struktural. Penggunaan seismostruct lebih efisien dan praktis untuk menganalisis keruntuhan pada portal beton bertulang.

Berdasarkan hasil analisis *static time-history* menggunakan Software Seismostruct pada portal terbuka (tanpa dinding) dan portal dengan dinding yang diberi pembebanan siklik pada arah X dan Y, dapat ditarik kesimpulan berikut portal dinding bata memiliki nilai kekakuan yang jauh lebih besar daripada portal terbuka (tanpa dinding bata). Nilai kekakuan pada arah pemuatan X dan Y, masing-masing, adalah 15 kali dan 14 kali lebih besar dari kekakuan pada portal terbuka (tanpa batu bata).

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, saran-saran berikut dapat dikemukakan:

1. Pemodelan struktur dapat menggunakan dinding bata dengan parameter berbeda.
2. Pemodelan struktural dapat menggunakan berbagai jenis struktur dengan dinding pengisi.
3. Coba jenis analisis lain dengan *seismostruct*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] BMKG. *Katalog Tsunami Indonesia Per-Wilayah Tahun 416-2018*, Pusat Gempa bumi dan Tsunami Kedeputan Bidang Geofisika, 2019.
- [2] M. Heri Z., Rizal Z.T., Krishna S.P. & Iswandi I. "Identifikasi Faktor Dominan Penyebab Kerentanan Bangunan Di Daerah Rawan Gempa, Provinsi Sumatera Barat". *Jurnal Ilmiah Semesta Teknik*, Vol 17 No 2, 116-125, 2014.
- [3] Zarnic, R. Zarnic, R. & Tomazevic, M. "An experimentally obtained method for evaluation of the behavior of masonry infilled RC frames", 1988.
- [4] Kakaletsis, D. & Karayannis, C. "Experimental investigation of infilled r/c frames with eccentric openings". *Structural Engineering and Mechanics*, 26(3), 231-250, 2007.
- [5] Pires, F. & Carvalho, E. C. "The behaviour of infilled reinforced concrete frames under horizontal cyclic loading", 1992.
- [6] Mehrabi Armin, B. & Shing, P. B. "Finite Element Modeling of Masonry-Infilled RC Frames". *Journal of Structural Engineering*, 123(5), 604-613, 1997.
- [7] Wijaya, H., Rajeev, P., Gad, E. & Amirsardari, A. "Effect of Infill-Wall Material Types and Modeling Techniques on the Seismic Response of Reinforced Concrete Buildings". *Natural Hazards Review*, 21(3), 04020031, 2020.
- [8] Korkmaz, K. A., Demir, F. & Sivri, M. "Earthquake assessment of R/C structures with masonry infill walls". *International journal of science & technology*, 2(2), 155-164, 2007.
- [9] Pujol, S. & Fick, D. "The test of a full-scale three-story RC structure with masonry infill walls". *Engineering Structures*, 32(10), 3112-3121, 2010.
- [10] Rajeev, P. & Tesfamariam, S. "Seismic fragilities for reinforced concrete buildings with consideration of irregularities". *Structural Safety*, 39, 1-13, 2012.
- [11] Centeno, J. "In-plane shake table testing of gravity load designed reinforced concrete frames with unreinforced masonry infill walls", 2009.
- [12] Dolšek, M. & Fajfar, P. "The effect of masonry infills on the seismic response of a four-storey reinforced concrete frame — a deterministic assessment". *Engineering Structures*, 30(7), 1991-2001, 2008.
- [13] Fiore, A., Netti, A. & Monaco, P. "The influence of masonry infill on the seismic behaviour of RC frame buildings". *Engineering Structures*, 44, 133-145, 2012.
- [14] Mondal, G. & Tesfamariam, S. "Effects of vertical irregularity and thickness of unreinforced masonry infill on the robustness of RC framed buildings". *Earthquake Engineering & Structural Dynamics*, 43(2), 205-223, 2014.
- [15] Uva, G., Porco, F. & Fiore, A. "Appraisal of masonry infill walls effect in the seismic response of RC framed buildings: A case study". *Engineering Structures*, 34, 514-526, 2012.
- [16] Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Badan Geologi Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi. *Gempa Bumi dan Tsunami*, 2015. https://vsi.esdm.go.id/index.php/kegiatan-pvmbg/downloadcenter/cat_view/88-publikasi/114-leafletbooklet, (Accessed: 14 July 2022).
- [17] Afif, M. and Agus, BS. *Rekayasa Gempa*. Yogyakarta: K-Media, 2018.
- [18] Hafner, I., Kišiček, T., & Gams, M. "Review of methods for seismic strengthening of masonry piers and walls". *Buildings*, 13(6), 1524, 2023.
- [19] Bouarroudj, M.A. & Boudaoud, Z. "Comparison Between Numerical Modeling Approaches of Infilled Frames Under In-Plane Load", *Frontiers in Built Environment*, 7, 2022.
- [20] Seismostruct. *Seismostruct User Manual*. Pavia: Seismosoft Ltd, 2023.