

JURNAL REKAYASA TEKNIK SIPIL

REKATS



UNESA

Universitas Negeri Surabaya



JURNAL ILMIAH TEKNIK SIPIL	VOLUME: 03	NOMER: 03	HALAMAN: 150 - 161	SURABAYA 2016	ISSN: 2252-5009
-------------------------------	---------------	--------------	-----------------------	------------------	--------------------

JURUSAN TEKNIK SIPIL-FAKULTAS TEKNIK-UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA

TIM EJOURNAL

Ketua Penyunting:

Prof.Dr.Ir.Kusnan, S.E,M.M,M.T

Penyunting:

1. Prof.Dr.E.Titiek Winanti, M.S.
2. Prof.Dr.Ir.Kusnan, S.E,M.M,M.T
3. Dr.Nurmi Frida DBP, MPd
4. Dr.Suparji, M.Pd
5. Hendra Wahyu Cahyaka, ST., MT.
6. Dr.Naniek Esti Darsani, M.Pd
7. Dr.Erina,S.T,M.T.
8. Drs.Suparno,M.T
9. Drs.Bambang Sabariman,S.T,M.T
10. Dr.Dadang Supryatno, MT

Mitra bestari:

1. Prof.Dr.Husaini Usman,M.T (UNJ)
2. Prof.Dr.Ir.Indra Surya, M.Sc,Ph.D (ITS)
3. Dr. Achmad Dardiri (UM)
4. Prof. Dr. Mulyadi(UNM)
5. Dr. Abdul Muis Mapalotteng (UNM)
6. Dr. Akmad Jaedun (UNY)
7. Prof.Dr.Bambang Budi (UM)
8. Dr.Nurhasanyah (UP Padang)
9. Dr.Ir.Doedoeng, MT (ITS)
10. Ir.Achmad Wicaksono, M.Eng, PhD (Universitas Brawijaya)
11. Dr.Bambang Wijanarko, MSi (ITS)
12. Ari Wibowo, ST., MT., PhD. (Universitas Brawijaya)

Penyunting Pelaksana:

1. Drs.Ir.Karyoto,M.S
2. Krisna Dwi Handayani,S.T,M.T
3. Arie Wardhono, ST., M.MT., MT. Ph.D
4. Agus Wiyono,S.Pd,M.T
5. Eko Heru Santoso, A.Md

Redaksi:

Jurusan Teknik Sipil (A4) FT UNESA Ketintang - Surabaya

Website: tekniksipilunesa.org

Email: REKATS

DAFTAR ISI

Halaman

TIM EJOURNAL.....	i
DAFTAR ISI.....	ii
• Vol 3 Nomer 3/rekat/16 (2016)	
PENGARUH PENAMBAHAN <i>SILICA FUME</i> PADA <i>POROUS CONCRETE BLOCK</i> TERHADAP NILAI KUAT TEKAN DAN PERMEABILITAS	
<i>Eko Febrianto, Arie Wardhono,</i>	01 – 08
PEMANFAATAN ABU TERBANG LIMBAH BATU BARA TERHADAP KUAT TEKAN DAN TINGKAT POROSITAS <i>PAVING STONE</i> BERPORI	
<i>Firman Ganda Saputra, Arie Wardhono,</i>	09 – 12
PENGARUH PENGGUNAAN BAHAN <i>ADMIXTURE</i> SIKACIM TERHADAP PENGUATAN KUAT TEKAN DAN PERMEABILITAS <i>PERMEACONCRETE PAVING STONE</i>	
<i>Kukuh Ainnurdin, Arie Wardhono,</i>	13 – 22
PENGARUH POLA ALIRAN PADA SALURAN PELIMPAH SAMPING AKIBAT DARI PENEMPATAN <i>SPLLWAY</i> DENGAN TIPE MERCU OGEE WADUK WONOREJO	
<i>Binti Hidayatul Ma'rifah, Kusnan,</i>	23 – 34
ANALISIS HUBUNGAN TEMPERATUR DAN KUAT TEKAN BETON PADA PEKERJAAN BETON MASSA (<i>MASS CONCRETE</i>) DENGAN METODE <i>PORTLAND CEMENT ASSOCIATION</i> (PCA) DAN <i>U.S. BUREAU OF RECLAMATION</i>	
<i>Sandy Sahrawani, Mochamad Firmansyah S,</i>	35 – 44
ANALISA KAPASITAS SALURAN SEBAGAI PENGENDALI BANJIR DENGAN MENGGUNAKAN PROGRAM HEC-RAS PADA DRAINASE SUB DAS GULOMANTUNG KECAMATAN KEBOMAS, KABUPATEN GRESIK	
<i>Ahmad Rifky Saputra, Nurhayati Aritonang,</i>	45 – 54

ANALISA FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI KINERJA WAKTU
PELAKSANAAN PROYEK KONSTRUKSI DI WILAYAH SURABAYA

Hendrita Abraham Angga Purnomo, Mas Suryanto H.S, 55 – 63

PENGARUH PEMILIHAN JARAK PANDANG DALAM MENENTUKAN PANJANG
LENGKUNG VERTIKAL CEMBUNG TERHADAP BIAYA PELAKSANAAN JALAN BARU

Arthur Diaz Mickael Devisi, Ari Widayanti, Anita Susanti, 64 – 70

PENGEMBANGAN DISTIBUSI AIR BERSIH SUMBER DLUNDUNG DESA TRAWAS
KECAMATAN TRAWAS KABUPATEN MOJOKERTO

Mochammad Zainal Abidin, Djoni Irianto, 71 – 79

STUDI EKSPERIMENTAL BUKAAN GANDA TERHADAP KAPASITAS LENTUR BALOK
BETON BERTULANG

Mohamad Mesranto, Bambang Sabariman, 80 – 87

ANALISA PERENCANAAN STRUKTUR ATAS JEMBATAN RANGKA BAJA TIPE *CAMEL
BACK TRUSS*

Ria Dewi Sugiyono, Sutikno, 88 – 93

PENGARUH PENGOPTIMASISASI PEMASANGAN LETAK BAUT DENGAN JARAK TEPI
PADA SAMBUNGAN PELAT TARIK

Donna Monika Fembrianto, Arie Wardhono, 94 – 101

STUDI EKSPERIMENTAL BUKAAN GANDA DENGAN LETAK DI ATAS GARIS NETRAL
TERHADAP KAPASITAS GESER BALOK BETON BERTULANG

Siswo, Bambang Sabariman, 102 – 111

ANALISIS KEHILANGAN TINGGI TEKAN PADA JARINGAN PIPA DISTRIBUSI AIR
BERSIH PDAM KECAMATAN DRIYOREJO, KABUPATEN GRESIK

Amilina Kartika Permatasari, Nurhayati Aritonang, 112 – 120

ANALISIS DESAIN JEMBATAN KOMPOSIT GELAGAR BAJA MENGGUNAKAN STRUKTUR NON-PRISMATIK

Anneke Jayanti Anggraini, Karyoto,.....121 – 129

PENGARUH PANJANG LEWATAN (*ld*) DENGAN SAMBUNGAN MEKANIS PERSEGI ENAM TERHADAP KUAT TARIK BAJA TULANGAN

Sandi Andika Surya Putra, Andang Wijaya,..... 130 – 137

STUDI PENGGUNAAN CATALYST, MONOMER, DAN KAPUR SEBAGAI MATERIAL PENYUSUN BETON RINGAN SELULER

Muhammad Fadhlurrahman Hazim, Krisna Dwi Handayani, Yogie Risdianto,138 – 149

STUDI DETAIL PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG FAKULTAS PERIKANAN DAN KELAUTAN UNIVERSITAS AIRLANGGA SURABAYA DENGAN MENGGUNAKAN OPENFRAME TANPA RIGID FLOOR DIAFRAGMA DAN OPENFRAME DENGAN RIGID FLOOR DIAFRAGMA BERDASARKAN SNI 1726:2002 DAN SNI 2847:2013

Devi Arsyana, Sutikno, Yogie Risdianto,.....150 – 161



STUDI DETAIL PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG FAKULTAS PERIKANAN DAN
KELAUTAN UNIVERSITAS AIRLANGGA SURABAYA DENGAN MENGGUNAKAN *OPENFRAME*
TANPA *RIGID FLOOR DIAFRAGMA* DAN *OPENFRAME* DENGAN *RIGID FLOOR DIAFRAGMA*
BERDASARKAN SNI 1726:2002 DAN SNI 2847:2013

Devi Arsyana, Sutikno, Yogie Risdianto

Prodi S1 Teknik Sipil, Jurusan Teknik Sipil,
Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email: deviarsyana@gmail.com

Abstrak

Perencanaan konstruksi bangunan harus mengutamakan struktur yang stabil dan kuat, dimana faktor ini sangat terkait dengan keamanan dan ketahanan bangunan dalam menahan dan menampung beban yang bekerja pada struktur. Dalam peraturan SNI gempa yang masih berlaku saat ini yaitu SNI 1726:2002 memakai konsep wilayah gempa (*seismic zone*) yaitu 6 zona gempa yang masing-masing memiliki kriteria gempa yaitu ringan, sedang, dan khusus. Peraturan SNI beton dalam merancang struktur gedung sangat diperlukan. Dalam hal ini, peraturan beton yang akan dibahas mengacu pada peraturan SNI 2847:2013.

Dalam skripsi ini akan dibahas tentang perbedaan struktur bangunan menggunakan *openframe* tanpa *rigid floor* diafragma dan *openframe* dengan *rigid floor* diafragma dengan menggunakan zona wilayah gempa 2 diatas tanah lunak di kota Surabaya. Tujuan dari penulisan skripsi ini adalah merencanakan struktur gedung secara detail dan membedakan gaya dalam dan respon struktur dari hasil pemodelan dengan menggunakan *openframe* tanpa *rigid floor* diafragma dan *openframe* dengan *rigid floor* diafragma berdasarkan SNI 1726:2002 dan SNI 2847:2013. Proses analisis menggunakan gedung 20 lantai untuk analisis gempa dinamis menggunakan *sofeware* ETABS vol.9.6.

Hasil analisis diperoleh respon struktur untuk *openframe* tanpa *rigid floor* diafragma lebih besar dibandingkan dengan *openframe* dengan *rigid floor* diafragma. Untuk *openframe* tanpa *rigid floor* diafragma didapatkan momen yang lebih besar dari dengan *openframe* dengan *rigid floor* diafragma sehingga jumlah tulangan yang dibutuhkan *openframe* tanpa *rigid floor* diafragma lebih banyak.

Kata Kunci : *openframe*, *rigid floor* diafragma, respon struktur, gaya dalam

Abstract

Building construction plan should give priority to strength and stability, which this factor is related to safety and purpose of building in preserve and supported the loads that work in structure in Indonesia National Standard (SNI) specific for earthquake standard that still valid until today is SNI 1726:2002 using seismic zone concept that divide into six seismic zone with light, medium, and high risk criteria. SNI for concrete is necessary to design building structure. In this case, concrete regulation which will discuss is referred to SNI 2847:2013.

This paper shows about the difference between building structure using open frame with and without rigid floor diaphragm in seismic zone 2 and builds on soft soil in Surabaya. The purpose of this paper is planning to build structure in detail and difference local force and structure response from the modelling result using open frame with and without rigid floor diaphragm based on SNI 1726:2002 and SNI 2847:2013. Structure calculation using 20 storied building for earthquake dynamic analytics using ETABS.

The result obtained for open frame without rigid floor diaphragm is greater than the structure response for open frame with rigid floor diaphragm such as displacement, story drift, and element reaction. Shear and moment result obtained are greater than the rigid floor diaphragm also caused the number of reinforcement bar that needed by open frame without rigid floor diaphragm is larger.

Keywords: *open frame, rigid floor diaphragm, structure respon, local force.*

PENDAHULUAN

Perencanaan konstruksi bangunan harus mengutamakan struktur yang stabil dan kuat, dimana faktor ini sangat terkait dengan keamanan dan ketahanan bangunan dalam menahan dan menampung beban yang

bekerja pada struktur. Tuntutan akan ketahanan terhadap gempa juga harus diperhatikan dalam merancang struktur bangunan agar menghindari terjadinya korban jiwa manusia oleh runtuhnya gedung akibat gempa yang kuat dan membatasi kerusakan gedung sehingga masih dapat

diperbaiki. Dalam peraturan SNI gempa yang masih berlaku saat ini yaitu SNI 1726:2002 memakai konsep wilayah gempa (*seismic zone*) dengan kriteria *zoning* berdasarkan peluang dilampauinya beban gempa nominal dalam kurun waktu umur gedung 50 tahun adalah 10% dan gempa yang menyebabkannya disebut gempa rencana dengan periode ulang 500 tahun.

Dalam merencanakan struktur gedung khususnya Gedung Fakultas Perikanan dan Kelautan Surabaya yang terdiri dari 20 lantai memerlukan analisis dan perancangan struktur beton yang tepat. Peraturan SNI beton dalam merancang struktur gedung sangat diperlukan. Dalam hal ini, peraturan beton yang akan dibahas mengacu pada peraturan SNI 2847:2013. Peraturan baru ini dibanding dengan peraturan sebelumnya terdapat beberapa perubahan, antara lain dalam perancangan elemen-elemen struktur dengan beban aksial, lentur, dan kombinasinya.

Struktur gedung yang digunakan yaitu struktur rangka terbuka (*open frame*) tanpa diafragma dan menggunakan diafragma. Pada Struktur rangka beton terbuka (*open frame*) didesain kolom lebih kuat daripada baloknya (*strong column weak beam*) dimaksudkan agar sendi plastis terjadi pada balok, kecuali pada kolom bagian bawah boleh terjadi sendi plastis pada kolom. Sistem tersebut diperlukan beberapa kriteria yang harus dipenuhi yaitu, kekakuan, kekuatan, dan kestabilan sistem.

Kekakuan struktur dapat diukur dari besarnya simpangan antar lantai (*drift*) bangunan. Semakin kecil simpangan struktur maka bangunan tersebut akan semakin kaku (Smith dan Coull, 1991). Ada perbedaan antara *displacement* dan *drift*, *displacement* adalah simpangan suatu lantai diukur dari dasar lantai, sedangkan *drift* adalah simpangan suatu lantai diukur dari dasar lantai dibawahnya. Penggunaan diafragma pada struktur plat lantai akan memiliki kekakuan yang dianggap tidak terhingga sehingga akan mampu untuk membantu menahan beban gempa. *Diaphragm Constraint* ini menyebabkan semua joint pada satu lantai diberi batasan bergerak secara bersamaan yang bersifat

kaku (*rigid*) terhadap semua deformasi yang mungkin terjadi. Asumsi *Diaphragm constraint* sangat tepat untuk terbentuknya rigid floor dimana lantai struktur bergerak bersamaan ketika suatu struktur mengalami gempa.

Sistem rangka kaku atau *rigid frame* biasanya berbentuk rangka segiempat teratur yang terdiri dari balok horizontal dan kolom vertikal yang terhubung pada suatu bidang secara kaku (*rigid*), sehingga pertemuan antara kolom dan balok dapat menahan momen.

Dalam penelitian ini, Gedung Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga Surabaya terletak di wilayah 2, sehingga analisis struktur bangunannya menggunakan metode Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa (SRPMB) dengan konstruksi diatas tanah lunak, maka peninjauan perilaku struktur saat menerima beban gempa dianalisa secara dinamis baik dalam perhitungan struktur rangka terbuka (*open frame*) tanpa diafragma maupun struktur yang menggunakan diafragma.

Melihat adanya masalah ini peneliti tertarik untuk meneliti perbandingan *openframe* tanpa *rigid floor* diafragma dan *openframe* dengan *rigid floor* diafragma untuk merencanakan struktur secara detail dengan peraturan tersebut, mengetahui perbedaan gaya dalam dan respon struktur hasil pemodelan (*displacement*, *interstory drift*, batas layan dan *ultimate*), dan mengetahui implementasinya terhadap gambar detail.

Dari permasalahan yang muncul pada latar belakang yang dibuat dapat dibuat rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana perencanaan struktur gedung secara detail dengan menggunakan *openframe* tanpa *rigid floor* diafragma dan *openframe* dengan *rigid floor* diafragma berdasarkan SNI 1726:2002 dan SNI 2847:2013 ?
2. Bagaimana perbedaan gaya dalam dan respon struktur dari hasil pemodelan dengan menggunakan *openframe* tanpa *rigid floor* diafragma dan *openframe* dengan *rigid floor* diafragma berdasarkan SNI 1726:2002 dan SNI 2847:2013 ?

Penelitian yang dilaksanakan memiliki tujuan untuk:

1. Merencanakan struktur gedung secara detail dengan menggunakan *openframe* tanpa *rigid floor* diafragma dan *openframe* dengan *rigid floor* diafragma berdasarkan SNI 1726:2002 dan SNI 2847:2013.
2. Mengetahui perbedaan gaya dalam dan respon struktur dari hasil pemodelan dengan menggunakan *openframe* tanpa *rigid floor* diafragma dan *openframe* dengan *rigid floor* diafragma berdasarkan SNI 1726:2002 dan SNI 2847:2013.

Manfaat dari penelitian adalah memberikan pengetahuan untuk kontraktor, konsultan dan instansi terkait tentang hasil perbandingan perancangan struktur gedung dengan menggunakan *openframe* tanpa *rigid floor* diafragma dan *openframe* dengan *rigid floor* diafragma berdasarkan SNI 1726:2002 dan SNI 2847:2013.

Batasan masalah yang digunakan pada penelitian ini antara lain:

1. Proses perhitungan perencanaan struktur gedung secara detail dengan *openframe* tanpa *rigid floor* diafragma dan *openframe* dengan *rigid floor* diafragma sebagai variabel kontrol, SNI 1726:2002 dan SNI 2847:2013 sebagai variabel terikat.
2. Proses perencanaan struktur gedung dalam hal perencanaan, pemodelan struktur dan gambar struktur.
3. Perencanaan struktur hanya membahas struktur atas.
4. Pembebanan gempa diberikan 100% untuk arah pendek gedung atau sumbu lemah gedung dan pembebanan gempa diberikan 30% untuk arah panjang gedung atau sumbu kuat gedung.

METODE

A. Lingkup Penelitian

Data – data Gedung :

Nama Proyek : Perencanaan struktur struktur Gedung Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga
Type Bangunan : Sekolah
Lokasi : Surabaya
Lebar Bangunan : 12,45 m
Panjang Bangunan : 34,80 m

Tinggi Bangunan : 89,9 m
Jumlah Lantai : 20 lantai
Wilayah Zona Gempa : 2

B. Metode Perencanaan

1. Variabel Penelitian
 - a. Variabel bebas : gaya dalam dan respon struktur hasil pemodelan (*displacement*, *interstory drift*, batas layan dan ultimate).
 - b. Variabel kontrol : *openframe* tanpa *rigid floor* diafragma dan *openframe* dengan *rigid floor* diafragma.
 - c. Variabel terikat : SNI 1726:2002 dan SNI 2847:2013.
2. Permodelan

Pada permodelan struktur gedung Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga Surabaya dengan menggunakan *openframe* tanpa *rigid floor* *diaphragm* dan *openframe* dengan *rigid floor* *diaphragm* yang terdiri dari 20 lantai menggunakan bentuk 3 dimensi dengan bantuan program Etabs 9.6.0.

3. Kombinasi

Kombinasi pembebanan yang digunakan sesuai dengan **SNI 2847:2013** sebagai berikut:

$$U = 1,4 D$$

$$U = 1,2D + 1,6L + 0,5(Lr \text{ atau } R)$$

$$U = 1,2D + 1,6(Lr \text{ atau } R) + (1,0L \text{ atau } 0,5W)$$

$$U = 1,2D + 1,0W + 1,0L + 0,5(Lr \text{ atau } R)$$

$$U = 1,2D + 1,0E + 1,0L$$

$$U = 0,9D + 1,0W$$

$$U = 0,9D + 1,0E$$

Kombinasi pembebanan yang digunakan sesuai dengan **SNI 1726:2002** sebagai berikut:

$$U = 1,4 DL$$

$$U = 1,2DL + 1,6LL$$

$$U = 1,2DL + 1LL \pm 0,3 EX \pm 1 EY$$

$$U = 1,2DL + 1LL \pm 1 EX \pm 0,3 EY$$

$$U = 0,9DL \pm 0,3 EX \pm 1 EY$$

$$U = 0,9DL \pm 1 EX \pm 0,3 EY$$

C. Data Spesifikasi Bahan

Adapun spesifikasi bahan yang digunakan meliputi:

1. Beton

Mutu beton yang digunakan adalah :

Untuk pelat, balok dan kolom digunakan mutu beton K 350, $f_c = 29,05$ MPa.

2. Baja Tulangan

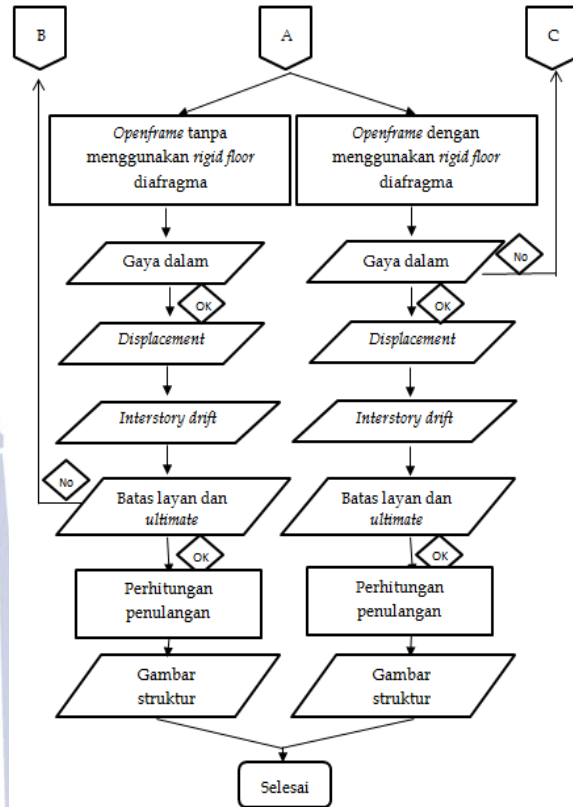
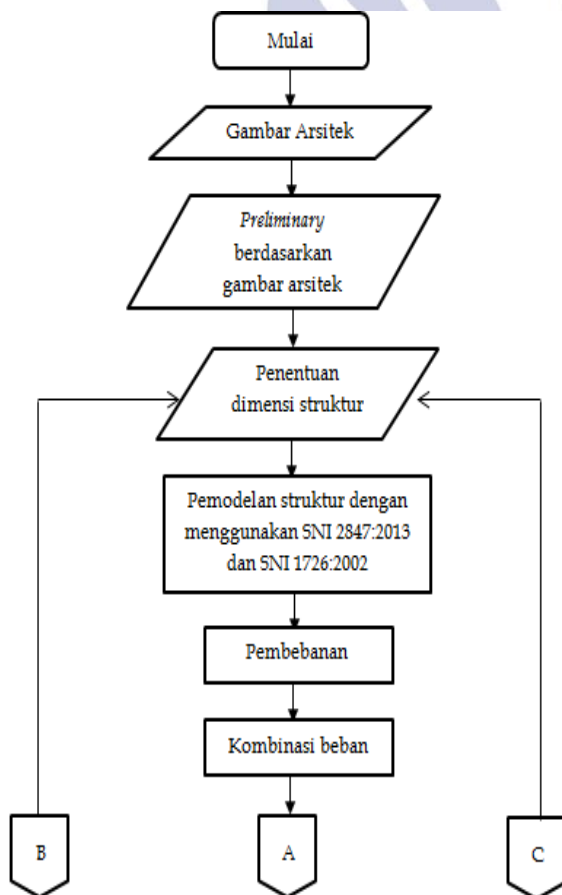
Mutu baja yang digunakan adalah :

a. untuk baja tulangan $\leq \phi 13$ mm digunakan baja U 24, $f_y = 240$ MPa,

b. untuk baja tulangan $> \phi 13$ mm digunakan baja U 39, $f_y = 390$ MPa.

D. Flowchart

Gambar 1 menunjukkan diagram alir penelitian dengan membandingkan dua sistim struktur.



Gambar 1. Diagram alir pengerjaan tugas akhir

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

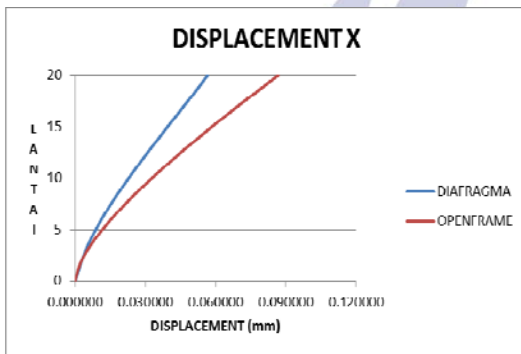
Tabel 1 menunjukkan data C-T untuk Gempa SNI 1726:2002 untuk zona gempa wilayah 2 pada tanah lunak yang dipakai dalam pemodelan struktur dalam penelitian ini.

Tabel 1. Data C-T Untuk Gempa SNI 1726:2002

T	C	T	C
0	0.2	2.4	0.208
0.2	0.5	2.6	0.192
1	0.5	2.8	0.179
1.2	0.417	3	0.167
1.4	0.357	3.2	0.156
1.6	0.313	3.4	0.147
1.8	0.278	3.6	0.139
2	0.25	3.8	0.132
2.2	0.227	4	0.125

1. Simpangan Antar Lantai

Gambar 2 menunjukkan nilai *displacement* *openframe* dengan *rigid floor diaphragm* dan tanpa *rigid floor diaphragm*. *Displacement* adalah simpangan suatu lantai diukur dari dasar lantai terhadap simpangan horizontal pada titik lantai di atasnya yang diukur. *Displacement* arah X merupakan *displacement* yang searah dengan sumbu kuat gedung atau searah dengan panjang gedung. Untuk warna biru merupakan *displacement* *openframe* dengan *rigid floor diaphragm*, sedangkan warna merah merupakan *displacement* *openframe* tanpa *rigid floor diaphragm*.



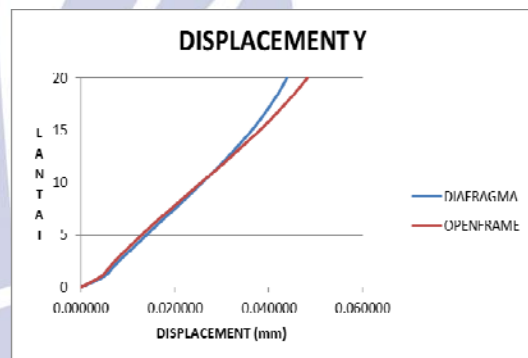
Gambar 2. Grafik *Displacement* Arah X Terhadap Ketinggian Bangunan

Berdasarkan gambar 2, bahwa simpangan antar lantai berdasarkan *openframe* tanpa *rigid floor diaphragm* dibandingkan *openframe* dengan *rigid floor diaphragm* yaitu lebih besar 3,01 % ditinjau dari simpangan terjauh arah x yng terjadi pada lantai 20. Rata-rata simpangan antara *openframe* tanpa *rigid floor diaphragm* dan *openframe* dengan *rigid floor diaphragm* adalah 0,64 mm. Jadi simpangan antar lantai terbesar terjadi pada bangunan *openframe* tanpa *rigid floor diaphragm*.

Simpangan ini ditinjau dari pembebanan kombinasi 3. *Displacement* arah x lebih besar dari *displacement* arah y karena beban gempa arah x lebih besar dari beban gempa arah y. *Displacement* *openframe* tanpa *rigid floor diaphragm* mempunyai nilai lebih besar daripada *openframe* dengan *rigid floor diaphragm* dikarenakan elemen struktur arah

horizontal pada *openframe* tanpa *rigid floor diaphragm* akan lebih lentur dan berakibat nilai *displacement* lebih besar daripada *openframe* dengan *rigid floor diaphragm*.

Gambar 3 menunjukkan nilai *displacement* *openframe* dengan *rigid floor diaphragm* dan tanpa *rigid floor diaphragm*. *Displacement* adalah simpangan suatu lantai diukur dari dasar lantai terhadap simpangan horizontal pada titik lantai di atasnya yang diukur. *Displacement* arah Y merupakan *displacement* yang searah dengan sumbu lemah gedung atau tegak lurus dari bentang paling panjang gedung. Untuk warna biru merupakan *displacement* *openframe* dengan *rigid floor diaphragm*, sedangkan warna merah merupakan *displacement* *openframe* tanpa *rigid floor diaphragm*.



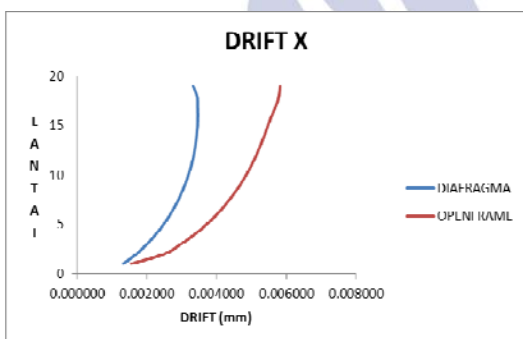
Gambar 3. Grafik *Displacement* Arah Y Terhadap Ketinggian Bangunan

Berdasarkan grafik diatas, bahwa simpangan antar lantai berdasarkan *openframe* tanpa *rigid floor diaphragm* dibandingkan *openframe* dengan *rigid floor diaphragm* yaitu lebih besar 0,43 % ditinjau dari simpangan terjauh arah x yng terjadi pada lantai 20. Rata-rata simpangan antara *openframe* tanpa *rigid floor diaphragm* dan *openframe* dengan *rigid floor diaphragm* adalah 0,53 mm. Jadi simpangan antar lantai terbesar terjadi pada bangunan *openframe* tanpa *rigid floor diaphragm*.

Simpangan ini ditinjau dari pembebanan kombinasi 3. *Displacement* arah x lebih besar dari *displacement* arah y karena beban gempa arah x lebih besar dari beban gempa arah y. *Displacement*

openframe tanpa *rigid floor diaphragm* mempunyai nilai lebih besar daripada *openframe* dengan *rigid floor diaphragm* dikarenakan elemen struktur arah horizontal pada *openframe* tanpa *rigid floor diaphragm* akan lebih lentur dan berakibat nilai *displacement* lebih besar daripada *openframe* dengan *rigid floor diaphragm*.

Gambar 4 menunjukkan nilai *story drift* *openframe* dengan *rigid floor diaphragm* dan *openframe* tanpa *rigid floor diaphragm*. *Drift* adalah simpangan suatu lantai di ukur dari dasar lantai dibawahnya. *Drift* arah X didapat dari selisih *displacement* arah X per lantai. Untuk warna biru merupakan *story drift openframe* dengan *rigid floor diaphragm*, sedangkan warna merah merupakan *story drift openframe* tanpa *rigid floor diaphragm*.



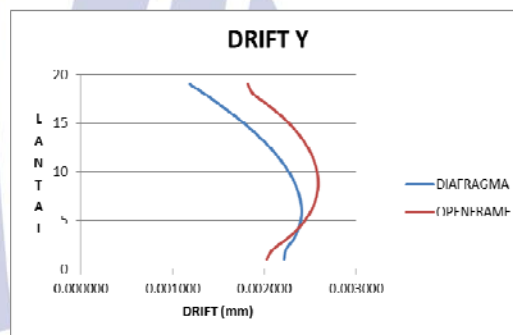
Gambar 4. Grafik Drift Arah X Terhadap Ketinggian Bangunan

Berdasarkan grafik diatas, bahwa simpangan antar lantai berdasarkan *openframe* tanpa *rigid floor diaphragm* dibandingkan *openframe* dengan *rigid floor diaphragm* yaitu lebih besar 0,25 %. Jadi simpangan antar lantai terbesar terjadi pada bangunan *openframe* tanpa *rigid floor diaphragm*. Kekakuan struktur dapat diukur dari besarnya simpangan antar lantai (*drift*) bangunan. Semakin kecil simpangan struktur maka bangunan tersebut akan semakin kaku.

Drift pada *openframe* dengan *rigid floor diaphragm* lebih kaku karena *mode shape* lebih seragam. Pada grafik diatas, agar nilai *story drift openframe* dengan *rigid floor diaphragm* dan *openframe* tanpa *rigid floor diaphragm* dapat berhimpitan satu sama lain yaitu dengan cara

memperbesar kolom atau menambah dinding geser (*shear wall*) pada *openframe* tanpa *rigid floor diaphragm*. Penambahan dinding geser (*shear wall*) pada *openframe* tanpa *rigid floor diaphragm* dapat memberikan peningkatan kekakuan pada sistem struktur.

Gambar 5 menunjukkan nilai *story drift openframe* dengan *rigid floor diaphragm* dan *openframe* tanpa *rigid floor diaphragm*. *Drift* adalah simpangan suatu lantai di ukur dari dasar lantai dibawahnya. *Drift* arah Y didapat dari selisih *displacement* arah Y per lantai. Untuk warna biru merupakan *story drift openframe* dengan *rigid floor diaphragm*, sedangkan warna merah merupakan *story drift openframe* tanpa *rigid floor diaphragm*.



Gambar 5. Grafik Drift Arah Y Terhadap Ketinggian Bangunan

Berdasarkan grafik diatas, bahwa simpangan antar lantai berdasarkan *openframe* tanpa *rigid floor diaphragm* dibandingkan *openframe* dengan *rigid floor diaphragm* yaitu lebih besar 0,06 %. Jadi simpangan antar lantai terbesar terjadi pada bangunan *openframe* tanpa *rigid floor diaphragm*. Kekakuan struktur dapat diukur dari besarnya simpangan antar lantai (*drift*) bangunan. Semakin kecil simpangan struktur maka bangunan tersebut akan semakin kaku.

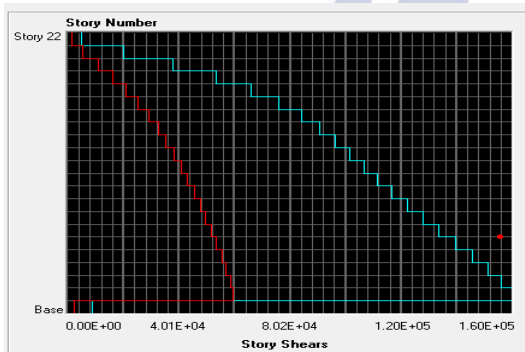
Drift pada *openframe* dengan *rigid floor diaphragm* lebih kaku karena *mode shape* lebih seragam. Pada grafik diatas, agar nilai *story drift openframe* dengan *rigid floor diaphragm* dan *openframe* tanpa *rigid floor diaphragm* dapat berhimpitan satu sama lain yaitu dengan cara memperbesar kolom atau menambah dinding geser

(shear wall) pada *openframe* tanpa *rigid floor diaphragm*. Penambahan dinding geser (shear wall) pada *openframe* tanpa *rigid floor diaphragm* dapat memberikan peningkatan kekakuan pada sistem struktur.

2. Gaya Geser Struktur Bangunan

a. Gaya Geser Struktur Bangunan *Open Frame* dengan *Rigid Floor Diaphragm*

Gambar 6 menunjukkan nilai gaya geser pada combo 3. Untuk warna biru muda merupakan gaya geser arah x, sedangkan warna merah merupakan gaya geser arah y.



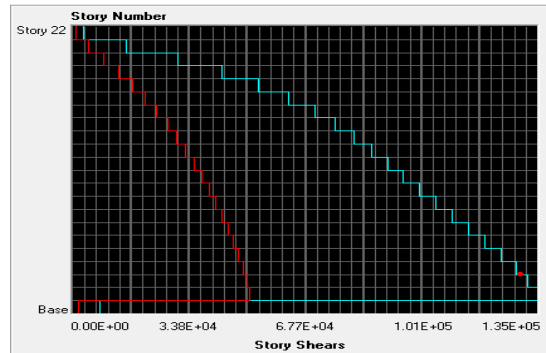
Gambar 6. Grafik Gaya Geser Sepanjang Ketinggian Struktur (Combo 3)

Gaya geser tersebut diambil dari nilai *story drift* arah x dan y pada perhitungan yang sebelumnya. Nilai *story drift* tersebut diambil dari nilai *drift* per lantai. Gaya geser menggunakan *drift* karena kekakuan struktur dapat diukur dari besarnya simpangan antar lantai (*drift*) bangunan. Semakin kecil simpangan struktur maka bangunan tersebut akan semakin kaku. Untuk lantai 1 sampai 15 mempunyai nilai gaya geser yang hampir sama besar dan rapat, hal ini dikarenakan nilai *story drift* yang dihasilkan sama besar atau prosentase per lantai tersebut sama.

b. Gaya Geser Struktur Bangunan *Open Frame* Tanpa *Rigid Floor Diaphragm*

Gambar 7 menunjukkan nilai gaya geser pada combo 3. Untuk warna biru muda merupakan gaya

geser arah x, sedangkan warna merah merupakan gaya geser arah y.



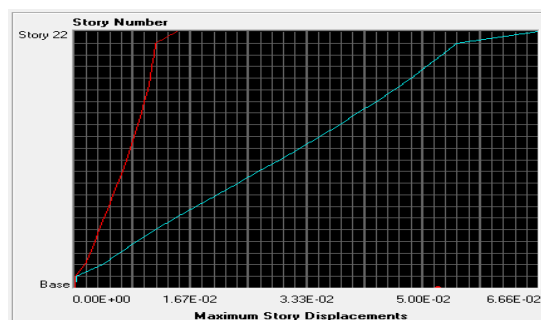
Gambar 7. Grafik Gaya Geser Sepanjang Ketinggian Struktur (Combo 3)

Gaya geser tersebut diambil dari nilai *story drift* arah x dan y pada perhitungan yang sebelumnya. Nilai *story drift* tersebut diambil dari nilai *drift* per lantai. Gaya geser menggunakan *drift* karena kekakuan struktur dapat diukur dari besarnya simpangan antar lantai (*drift*) bangunan. Semakin kecil simpangan struktur maka bangunan tersebut akan semakin kaku. Untuk lantai 1 sampai 15 mempunyai nilai gaya geser yang hampir sama besar dan rapat, hal ini dikarenakan nilai *story drift* yang dihasilkan sama besar atau prosentase per lantai tersebut sama.

3. Maximum Story Displacement

a. Maximum Story Displacement Pada *Openframe* dengan *Rigid Floor Diaphragm*

Gambar 8 menunjukkan nilai *maximum story displacement* pada combo 3. Untuk warna biru muda merupakan *maximum story displacement* arah x, sedangkan warna merah merupakan *maximum story displacement* arah y.

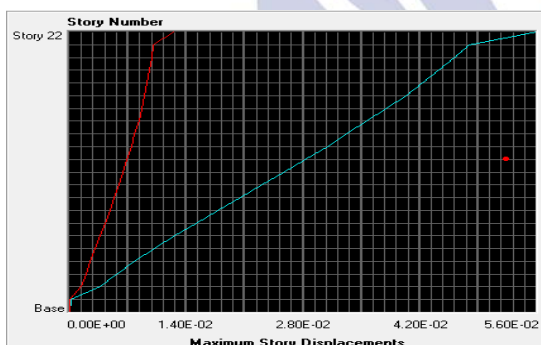


Gambar 8 Maximum Story Displacement (Combo 3)

Untuk lantai 5 nilai *maximum story displacement* yaitu 0,01, lantai 10 yaitu 0,03, lantai 15 yaitu 0,04, lantai 10 yaitu 0,05. *Maximum story displacement* ini dilihat dari *mode shape* yang terjadi. Nilai *displacement* ini diambil dari *mode shape* 6. Jadi dapat disimpulkan bahwa simpangan pada lantai dibawah dengan lantai atas mengalami perbedaan simpangan yang besar karena terjadi akumulasi beban diatasnya sehingga nilai *maximum story displacement* tidak selalu sama.

a. *Maximum Story Displacement Pada Openframe Tanpa Rigid Floor Diaphragm*

Gambar 9 menunjukkan nilai *maximum story displacement* pada combo 3. Untuk warna biru muda merupakan *maximum story displacement* arah x, sedangkan warna merah merupakan *maximum story displacement* arah y.



Gambar 9 Maximum Story Displacement (Combo 3)

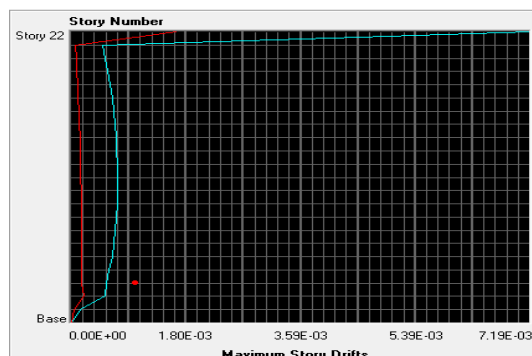
Untuk lantai 5 nilai *maximum story displacement* yaitu 0,01, lantai 10 yaitu 0,02, lantai 15 yaitu 0,04, lantai 10 yaitu 0,05. *Maximum story displacement* ini dilihat dari *mode shape* yang terjadi. Nilai *displacement* ini diambil dari *mode shape* 6. Jadi dapat disimpulkan bahwa simpangan pada lantai dibawah dengan lantai atas mengalami perbedaan simpangan yang besar karena terjadi akumulasi beban diatasnya sehingga nilai *maximum story displacement* tidak selalu sama.

4. *Maximum Story Drift*

a. *Maximum Story Drift Pada Openframe dengan Rigid Floor Diaphragm*

Gambar 10 menunjukkan nilai *maximum story drift* pada combo 3. Untuk warna biru muda

merupakan *maximum story drift* arah x, sedangkan warna merah merupakan *maximum story drift* arah y.

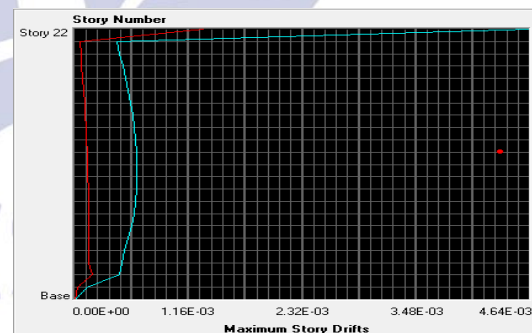


Gambar 10. Maximum Story Drift (Combo 3)

Pada grafik *maximum story drift* dapat dilihat bahwa nilai *drift* pada lantai 2 hingga lantai 20 mengalami simpangan yang stabil pada setiap lantai, hal ini dapat dilihat dari *maximum story drift* arah x maupun y mempunyai nilai *drift* yang hampir sama.

b. *Maximum Story Drift Pada Openframe Tanpa Rigid Floor Diaphragm*

Gambar 11 menunjukkan nilai *maximum story drift* pada combo 3. Untuk warna biru muda merupakan *maximum story drift* arah x, sedangkan warna merah merupakan *maximum story drift* arah y.



Gambar 11. Maximum Story Drift (Combo 3)

Pada grafik *maximum story drift* dapat dilihat bahwa nilai *drift* pada lantai 2 hingga lantai 20 mengalami simpangan yang stabil pada setiap lantai, hal ini dapat dilihat dari *maximum story drift* arah x maupun y mempunyai nilai *drift* yang hampir sama.

5. *Perhitungan Story Drift Kinerja Batas Layan*

Struktur gedung dalam segala hal simpangan antar tingkat yang dihitung dari simpangan struktur gedung tidak boleh melampaui $\frac{h}{400}$ kali tinggi tingkat yang bersangkutan atau 30 mm, bergantung yang

nilainya lebih kecil. $\Delta t \leq \frac{0.025}{R} h$ atau $\Delta t \leq 80 \text{ mm}$.

Daktilitas yang dipakai yaitu elastik penuh yang mempunyai nilai $R = 1,6$.

a. Kinerja Batas Layan Pada Kolom Tepi

Tabel 2. Perhitungan Story Drift Kinerja Batas Layan Arah X Open Frame dengan Diafragma

STORY	NILAI DRIFT-X (mm)	NILAI BATAS DRIFT-X (mm)	KONTROL
STORY1	0.001318	345.6	AMAN
STORY2	0.001706	208.8	AMAN
STORY3	0.002005	208.8	AMAN
STORY4	0.002263	208.8	AMAN
STORY5	0.002484	208.8	AMAN
STORY6	0.002672	208.8	AMAN
STORY7	0.002835	208.8	AMAN
STORY8	0.002974	208.8	AMAN
STORY9	0.003093	208.8	AMAN
STORY10	0.003195	208.8	AMAN
STORY11	0.00328	208.8	AMAN
STORY12	0.003346	208.8	AMAN
STORY13	0.003395	208.8	AMAN
STORY14	0.003433	208.8	AMAN
STORY15	0.003456	208.8	AMAN
STORY16	0.003462	208.8	AMAN
STORY17	0.003457	208.8	AMAN
STORY18	0.003442	208.8	AMAN
STORY19	0.003322	208.8	AMAN

$$\text{Lantai 1} = \frac{0.025}{R} h = \frac{0.025}{1.6} \times 7200 = 345,6 \text{ mm} \geq$$

$$0.001318 \text{ mm}$$

$$\text{Lantai 2} = \frac{0.025}{R} h = \frac{0.025}{1.6} \times 4090 = 208,8 \text{ mm} \geq$$

$$0.001706 \text{ mm}$$

Berdasarkan tabel 2 kinerja batas layan *openframe* dengan diafragma bahwa nilai *story drift* pada *openframe* dengan diafragma masih memenuhi nilai batas layan pada setiap lantai, sehingga masih dalam kondisi nyaman.

Tabel 3 Perhitungan Story Drift Kinerja Batas Layan Arah X Open Frame Tanpa Diafragma

STORY	NILAI DRIFT-X (mm)	NILAI BATAS DRIFT-X (mm)	KON TROL
STORY1	0.001547	345.6	AMAN
STORY2	0.002511	208.8	AMAN
STORY3	0.002978	208.8	AMAN

STORY	NILAI DRIFT-X (mm)	NILAI BATAS DRIFT-X (mm)	KON TROL
STORY4	0.003384	208.8	AMAN
STORY5	0.003719	208.8	AMAN
STORY6	0.004008	208.8	AMAN
STORY7	0.004258	208.8	AMAN
STORY8	0.004481	208.8	AMAN
STORY9	0.004677	208.8	AMAN
STORY10	0.004851	208.8	AMAN
STORY11	0.005005	208.8	AMAN
STORY12	0.00514	208.8	AMAN
STORY13	0.005261	208.8	AMAN
STORY14	0.005371	208.8	AMAN
STORY15	0.005476	208.8	AMAN
STORY16	0.005582	208.8	AMAN
STORY17	0.005705	208.8	AMAN
STORY18	0.005792	208.8	AMAN
STORY19	0.005818	208.8	AMAN

Berdasarkan tabel 3 kinerja batas layan *openframe* dengan diafragma bahwa nilai *story drift* pada *openframe* dengan diafragma masih memenuhi nilai batas layan pada setiap lantai, sehingga masih dalam kondisi nyaman.

6. Perhitungan Story Drift Kinerja Batas Ultimate

Simpangan antar lantai harus dihitung dari simpangan struktur gedung akibat pembebanan gempa nominal yang dikalikan dengan suatu faktor pengali ξ . Berdasarkan SNI 1726:2002 pasal 4.2.2 gedung yang memiliki lebih dari 10 tingkat atau dengan ketinggian lebih dari 40 meter termasuk kedalam struktur gedung tidak beraturan. Dalam penelitian ini, direncanakan struktur gedung 20 lantai dengan ketinggian 89,9 meter.

Untuk struktur gedung tak beraturan :

$$\xi = \frac{0.05}{T}$$

a. Kinerja Batas Ultimate Pada Kolom Tepi

Tabel 5. Perhitungan Story Drift Kinerja Batas Ultimate Arah X Open Frame dengan Diafragma

STORY	NILAI DRIFT-X (mm)	$\zeta=(0,7R)$ /faktor skala	drift-x * ζ (mm)	Nilai batas Δm (mm)	KONTROL
STORY1	0.001318	1.371206	0.001807	144	AMAN
STORY2	0.001706	1.371206	0.002339	87	AMAN
STORY3	0.002005	1.371206	0.002749	87	AMAN
STORY4	0.002263	1.371206	0.003103	87	AMAN
STORY5	0.002484	1.371206	0.003406	87	AMAN
STORY6	0.002672	1.371206	0.003664	87	AMAN
STORY7	0.002835	1.371206	0.003887	87	AMAN
STORY8	0.002974	1.371206	0.004078	87	AMAN
STORY9	0.003093	1.371206	0.004241	87	AMAN
STORY10	0.003195	1.371206	0.004381	87	AMAN
STORY11	0.003280	1.371206	0.004498	87	AMAN
STORY12	0.003346	1.371206	0.004588	87	AMAN
STORY13	0.003395	1.371206	0.004655	87	AMAN
STORY14	0.003433	1.371206	0.004707	87	AMAN
STORY15	0.003456	1.371206	0.004739	87	AMAN
STORY16	0.003462	1.371206	0.004747	87	AMAN
STORY17	0.003457	1.371206	0.004740	87	AMAN
STORY18	0.003442	1.371206	0.004720	87	AMAN
STORY19	0.003322	1.371206	0.004555	87	AMAN

$$\text{Lantai 1} = \text{Drift} \times \zeta = 0.001318 \text{ mm} \times 1.371206 = 0.001807 \text{ mm}$$

Nilai batas Δm

$$0,002 \times h = 0,002 \times 7200 = 144 \text{ mm}$$

$$\text{Kontrol : } 144 \text{ mm} \geq 0.001807 \text{ mm}$$

Berdasarkan tabel 5 kinerja batas *ultimate* bahwa sesuai dengan nilai *story drift* sebelumnya dikalikan dengan faktor skala didapatkan nilai yang masih aman dengan nilai batas *ultimate* untuk setiap lantai.

Tabel 6. Perhitungan Story Drift Kinerja Batas Ultimate Arah X Open Frame Tanpa Diafragma

STORY	NILAI DRIFT-X (mm)	$\zeta=(0,7R)$ /faktor skala	drift-x * ζ (mm)	Nilai batas Δm (mm)	KONTROL
STORY1	0.001547	1.160817	0.001796	144	AMAN
STORY2	0.002511	1.160817	0.002915	87	AMAN
STORY3	0.002978	1.160817	0.003457	87	AMAN
STORY4	0.003384	1.160817	0.003928	87	AMAN
STORY5	0.003719	1.160817	0.004317	87	AMAN
STORY6	0.004008	1.160817	0.004653	87	AMAN
STORY7	0.004258	1.160817	0.004943	87	AMAN
STORY8	0.004481	1.160817	0.005202	87	AMAN
STORY9	0.004677	1.160817	0.005429	87	AMAN
STORY10	0.004851	1.160817	0.005631	87	AMAN
STORY11	0.005005	1.160817	0.005810	87	AMAN
STORY12	0.005140	1.160817	0.005967	87	AMAN
STORY13	0.005261	1.160817	0.006107	87	AMAN
STORY14	0.005371	1.160817	0.006235	87	AMAN
STORY15	0.005476	1.160817	0.006357	87	AMAN
STORY16	0.005582	1.160817	0.006480	87	AMAN
STORY17	0.005705	1.160817	0.006622	87	AMAN
STORY18	0.005792	1.160817	0.006723	87	AMAN
STORY19	0.005818	1.160817	0.006754	87	AMAN

Berdasarkan tabel 6 kinerja batas *ultimate* bahwa sesuai dengan nilai *story drift* sebelumnya dikalikan dengan faktor skala didapatkan nilai yang masih aman dengan nilai batas *ultimate* untuk setiap lantai.

PENUTUP

A. Simpulan

Berdasarkan hasil dan analisa pada bab sebelumnya dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Perencanaan struktur gedung secara detail dengan menggunakan *openframe* tanpa *rigid floor diaphragm* dan *openframe* dengan *rigid floor diaphragm* berdasarkan SNI 1726:2002 dan SNI 2847:2013.

Pada kolom *openframe* tanpa *rigid floor diaphragm* lantai 1 sampai 6 terjadi *overstress* maka dimensi kolom perlu diperbesar atau dengan dimensi kolom yang sama tetapi mutu beton ditingkatkan

sedangkan pada *openframe* dengan *rigid floor diaphragm* tidak terjadi *overstress*.

Gaya dalam *envelope* pada ETABS untuk kolom *openframe* tanpa *rigid floor diaphragm* yang terjadi *overstress*, gaya aksial dan momen dominan pada kombinasi 2, sehingga gaya dalam *envelope* tetap menggunakan gaya gravitasi (*gravity dominated*).

Hasil dari pemodelan menggunakan ETABS didapat bahwa pada kolom *openframe* tanpa *rigid floor diaphragm* terjadi *overstress* dan kolom *openframe* dengan *rigid floor diaphragm* tidak terjadi *overstress*. Nilai ρ pada *openframe* dengan *rigid floor diaphragm* untuk penulangan pada diagram interaksi masih dalam batas aman, sedangkan Nilai ρ pada *openframe* tanpa *rigid floor diaphragm* untuk penulangan pada diagram interaksi tidak dalam batas aman. Penulangan kolom *openframe* tanpa *rigid floor diaphragm* pada PCA COL membutuhkan penulangan yang terlalu besar sehingga perlu mengubah dimensi kolom agar penulangan tidak boros.

2. Perbedaan gaya dalam dan respon struktur dari hasil pemodelan dengan menggunakan *openframe* tanpa *rigid floor diaphragm* dan *openframe* dengan *rigid floor diaphragm* berdasarkan SNI 1726:2002 dan SNI 2847:2013 didapatkan bahwa *interstory* untuk *openframe* tanpa diafragma lebih besar dibandingkan dengan *interstory* untuk *openframe* dengan diafragma. Semakin kecil simpangan struktur maka bangunan tersebut akan semakin kaku.

Drift pada *openframe* dengan *rigid floor diaphragm* lebih kaku karena *mode shape* lebih seragam. Pada grafik diatas, agar nilai *story drift* *openframe* dengan *rigid floor diaphragm* dan *openframe* tanpa *rigid floor diaphragm* dapat berhimpitan satu sama lain yaitu dengan cara memperbesar kolom atau menambah dinding geser (*shear wall*) pada *openframe* tanpa *rigid floor diaphragm*. Penambahan dinding geser (*shear wall*) pada *openframe* tanpa *rigid floor diaphragm* dapat memberikan peningkatan kekakuan pada sistem

struktur. *Displacement* arah x lebih besar dari *displacement* arah y karena beban gempa arah x lebih besar dari beban gempa arah y. *Displacement* *openframe* tanpa *rigid floor diaphragm* mempunyai nilai lebih besar daripada *openframe* dengan *rigid floor diaphragm* dikarenakan elemen struktur arah horizontal pada *openframe* tanpa *rigid floor diaphragm* akan lebih lentur dan berakibat nilai *displacement* lebih besar daripada *openframe* dengan *rigid floor diaphragm*.

Gaya geser tersebut diambil dari nilai *drift* per lantai. Gaya geser menggunakan *drift* karena kekakuan struktur dapat diukur dari besarnya simpangan antar lantai (*drift*) bangunan. Gaya geser *openframe* dengan *rigid floor diaphragm* maupun *openframe* tanpa *rigid floor diaphragm* untuk lantai 1 sampai 15 (combo 3,4,dan 5) mempunyai nilai gaya geser yang hampir sama besar dan rapat, hal ini dikarenakan nilai *story drift* yang dihasilkan sama besar untuk lantai tersebut. *Maximum story displacement* ini dilihat dari *mode shape* yang terjadi. Nilai *displacement* ini diambil dari *mode shape* 6. Jadi dapat disimpulkan bahwa simpangan pada lantai dibawah dengan lantai atas mengalami perbedaan simpangan yang besar karena terjadi akumulasi beban diatasnya sehingga nilai *maximum story displacement* tidak selalu sama. *Maximum story drift* dapat dilihat bahwa nilai *drift* pada lantai 2 hingga lantai 20 mengalami simpangan yang stabil pada setiap lantai, hal ini dapat dilihat dari *maximum story drift* arah x maupun y mempunyai nilai *drift* yang hampir sama.

Kinerja batas layan *openframe* dengan *rigid floor diaphragm* maupun *openframe* tanpa *rigid floor diaphragm* bahwa nilai *story drift* pada *openframe* dengan *rigid floor diaphragm* maupun *openframe* tanpa *rigid floor diaphragm* masih memenuhi nilai batas layan pada setiap lantai. Untuk lantai 1 mempunyai batas nilai 345,6 mm dan lantai 2 sampai 19 yaitu 208,8 mm. Jadi untuk lantai 1 sampai 19 didapatkan kondisi yang nyaman.

Kinerja batas *ultimate openframe* dengan *rigid floor diaphragm* maupun *openframe* tanpa *rigid floor diaphragm* bahwa sesuai dengan nilai *story drift* sebelumnya dikalikan dengan faktor skala didapatkan nilai yang masih aman dengan nilai batas *ultimate* untuk setiap lantai. Untuk lantai 1 mempunyai batas nilai 144 mm dan lantai 2 sampai 19 yaitu 87 mm. Jadi untuk lantai 1 sampai 19 didapatkan kondisi yang aman.

B. Saran

Melihat penelitian ini masih dapat dikembangkan lebih lanjut, berikut adalah beberapa saran untuk penelitian selanjutnya:

1. Hasil penelitian didapatkan penulangan *openframe* dengan *rigid floor diaphragm* lebih efisien dibandingkan dengan *openframe* tanpa *rigid floor diaphragm*. Jadi disarankan membangun struktur *openframe* menggunakan *rigid floor diaphragm*.
2. Pada pemodelan struktur *openframe* dengan *rigid floor diaphragm* dan *openframe* tanpa *rigid floor diaphragm* dengan mutu beton dan dimensi balok dan kolom yang sama didapatkan bahwa pada *openframe* tanpa *rigid floor diaphragm* terjadi *overstress* tetapi pada *openframe* dengan *rigid floor diaphragm* tidak terjadi *overstress*. Jadi disarankan membangun struktur *openframe* dengan *rigid floor diaphragm* karena lebih aman. Hal ini dapat dilakukan penelitian selanjutnya pada *openframe* tanpa *rigid floor diaphragm* disarankan dengan memperbesar dimensi kolom atau dengan dimensi kolom tetap tetapi mutu beton ditingkatkan agar tidak terjadi *overstress*.
3. Hasil *interstory* pada penelitian ini menunjukkan *interstory openframe* dengan *rigid floor diaphragm* lebih kecil dibandingkan dengan *openframe* tanpa *rigid floor diaphragm*. Jadi disarankan membangun struktur *openframe* menggunakan *rigid floor diaphragm* karena lebih aman.

DAFTAR PUSTAKA

Hendi Adi. 2012. "Open Frame Building", Universitas Diponegoro. Semarang.

Agus. M.Sc, Februari. 2013. "Penggunaan RSNI 03-1726-201X dalam Perancangan Struktur Gedung Tahan Gempa di Kota Padang dan Perbandingannya dengan SNI 03-1726-2002", <http://download.portalgaruda.article.org/>, 9 September 2015.

Badan Standarisasi Nasional. 2002. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung (SNI 03-1726-2002)*.

Badan Standarisasi Nasional. 2013. *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847-2013)*.

Budiono, Bambang. 2011. Studi Komparasi Desain Bangunan Tahan Gempa Dengan Menggunakan SNI 03-1726-2002 dan RSNI 03-1726-201x. Bandung : Penerbit ITB.

Desinta Nur Lailasari. 2014. "Studi Komparasi Perencanaan Gedung Tahan Gempa dengan Menggunakan SNI 03-1726-2002 dan SNI 03-1726-2012". Sipil.studentjournal.ub.ac.id. Volume 1, No. 1, <http://sipil.studentjournal.ub.ac.id/index.php/jmts/article/view/9>, 17 November 2015.

Hartoyo. 2010. "Syarat-syarat Struktur Bangunan Gedung". <http://hartoyo-hartoyo.blogspot.com/2010/01/syarat-syarat-struktur-bangunan-gedung.html>. 16 November 2015.

Paulay,T.,and Priestley,M.J.N.,1992, *Seismic Design of Reinforced Concrete and Masonry Buildings*, John Willey and Sons Inc, New York.

Priscillia Engelin Ester Ticoalu, Oktober 2015, "Studi Komparasi Perhitungan Struktur Bangunan Dengan Menggunakan SNI 03-2847-2013 dan BRITISH STANDARD 8110-1-1997". Unsrat.ac.id, <http://ejournal.unsrat.ac.id/jss/article/view.htm>, 28 Desember 2015.

Rachmat, Pujo. 2013. Desain Kapasitas Struktur Daktail Tahan Gempa Kuat. Surabaya : ITS Press.