

JURNAL REKAYASA TEKNIK SIPIL

# REKATS



# UNESA

Universitas Negeri Surabaya



JURNAL ILMIAH TEKNIK SIPIL	VOLUME: 01	NOMER: 01	HALAMAN: 242- 246	SURABAYA 2017	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](http://tekniksipilunesa.org)

Email: [REKATS](mailto:REKATS)

## DAFTAR ISI

	Halaman
TIM EJOURNAL.....	i
DAFTAR ISI.....	ii
<ul style="list-style-type: none"><li>• Vol 1 Nomer 1/rekat/17 (2017)</li></ul>	
ANALISIS PENAMBAHAN <i>FLY ASH</i> TERHADAP DAYA DUKUNG PONDASI DANGKAL PADA TANAH LEMPUNG EKSPANSIF	
<i>Puspa Dewi Ainul Mala, Machfud Ridwan, .....</i>	01 – 12
PEMANFAATAN SERAT KULIT JAGUNG SEBAGAI BAHAN CAMPURAN PEMBUATAN PLAFON ETERNIT	
<i>Dian Angga Prasetyo, Sutikno, .....</i>	13 – 24
PENGARUH PENAMBAHAN SERAT KULIT BAMBU PADA PLAFON GIPSUM DENGAN PEREKAT POLISTER	
<i>Tiang Eko Sukoko, Sutikno, .....</i>	25 – 33
PENERAPAN SAMBUNGAN MEKANIS (METODE PEMBAUTAN) PADA BALOK DENGAN PERLETAKAN SAMBUNGAN ½ PANJANG BALOK DITINJAU DARI KUAT LENTUR BALOK	
<i>Hehen Suhendi, Sutikno, .....</i>	34 – 38
STUDI KELAYAKAN EKONOMI DAN FINANSIAL RENCANA PELEBARAN JALAN TOL WARU-SIDOARJO	
<i>Reynaldo B. Theodorus Tampang Allo, Mas Suryanto HS, .....</i>	39 – 48
PENGARUH SUBSTITUSI <i>FLY ASH</i> DAN PENAMBAHAN SERBUK CANGKANG KERANG DARAH PADA KUALITAS GENTENG BETON	
<i>Mohamad Ari Permadi, Sutikno, .....</i>	49 – 55

PENGARUH PENAMBAHAN *SLAG* SEBAGAI BAHAN SUBSTITUSI AGREGAT HALUS TERHADAP KARAKTERISTIK *MARSHALL* DAN PERMEABILITAS PADA CAMPURAN PANAS (*HOT MIX*) ASPAL PORUS

*Rifky Arif Laksono, Purwo Mahardi, ..... 56 – 64*

ANALISA PEMANFAATAN LIMBAH *STYROFOAM* SEBAGAI BAHAN SUBSTITUSI KE DALAM ASPAL PENETRASI 60/70 TERHADAP KARAKTERISTIK CAMPURAN ASPAL PORUS

*Taufan Gerri Noris, Purwo Mahardi, ..... 65 – 70*

ANALISIS PERSEDIAAN MATERIAL PADA PEMBANGUNAN PROYEK *MY TOWER HOTEL & APARTMENT* DENGAN MENGGUNAKAN METODE *MATERIAL REQUIREMENT PLANNING* (MRP)

*Tri Wahyuni, Arie Wardhono, ..... 71 – 85*

ANALISIS KECELAKAAN KERJA DENGAN MENGGUNAKAN METODE *FAULT TREE ANALYSIS* PADA PROYEK PEMBANGUNAN APARTEMENT GRAND SUNKONO LAGOON SURABAYA

*Great Florentino Miknyo Hendarich, Karyoto, ..... 86 - 100*

PEMANFAATAN *SLAG* BAJA SEBAGAI BAHAN SUBSTITUSI AGREGAT HALUS PADA PEMBUATAN *PAVING BLOCK*

*Arifin Kurniadi, Sutikno, ..... 101 - 106*

PENERAPAN *E-PROCUREMENT* PADA PROSES PENGADAAN PEKERJAAN KONSTRUKSI DI UNIT LAYANAN PENGADAAN PEMERINTAH KABUPATEN GRESIK

*Anastastia Ria Utami, Hendra Wahyu Cahyaka, ..... 107 - 116*

PENGARUH PENAMBAHAN SULFUR TERHADAP KARAKTERISTIK *MARSHALL* DAN PERMEABILITAS PADA ASPAL BERPORI

*Qurratul Ayun, Purwo Mahardi, ..... 117 - 122*

PENGARUH PENAMBAHAN DINDING GESER PADA PERENCANAAN ULANG GEDUNG FAVE HOTEL SURABAYA <i>Irwan Wahyu Wicaksana, Sutikno, .....</i>	123 - 128
PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH PLASTIK (PET) TERHADAP KARAKTERISTIK MARSHALL DAN PERMEABILITAS PADA ASPAL BERPORI <i>Rizky Putra Ramadhan, Purwo Mahardi, .....</i>	129 - 135
PENGARUH TREATMENT LUMPUR LAPINDO TERHADAP MUTU BATU BATA BAHAN LUMPUR LAPINDO BERDASARKAN SNI 15-2094-2000 <i>Ah. Yazidun Ni'am, Arie Wardhono, .....</i>	136 - 143
ANALISIS PRODUKTIVITAS <i>TOWER CRANE</i> PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG TUNJUNGAN PLAZA 6 SURABAYA <i>Sofia Dewi Amalia, Didiek Purwadi, .....</i>	144 - 155
ANALISIS PENAMBAHAN LIMBAH MARMER TERHADAP DAYA DUKUNG PONDASI DANGKAL PADA TANAH LEMPUNG EKSPANSIF DI DAERAH DRIYOREJO GRESIK <i>Machfid Ridwan, Falaq Karunia Jaya, .....</i>	156 - 166
ANALISA PRODUKTIVITAS KELOMPOK KERJA PADA PEMASANGAN DINDING BATA RINGAN DI PROYEK PERUMAHAN <i>Loga Geocahya Pratama, Sutikno, .....</i>	167 - 181
ANALISA PRODUKTIVITAS KELOMPOK KERJA PADA PEMASANGAN GENTENG ATAP METAL DI PROYEK PERUMAHAN <i>Siti Komariyah, Hasan Dani, .....</i>	182 - 191
PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH KARBIT TERHADAP DAYA DUKUNG PONDASI DANGKAL PADA TANAH LEMPUNG EKSPANSIF DI DAERAH DRIYOREJO GRESIK <i>Nur Fauzan, Nur Andajani, .....</i>	192 - 200

PEMANFAATAN BAHAN TAMBAH <i>POZZOLAN</i> LUMPUR SIDOARJO SEBAGAI SUBSTITUSI SEMEN DENGAN AGREGAT <i>PUMICE</i> PADA KUAT TEKAN DAN POROSITAS BETON RINGAN <i>Dwi Kurniawan, Arie Wardhono, .....</i>	201 - 211
PEMANFAATAN LUMPUR LAPINDO SEBAGAI BAHAN DASAR PENGGANTI PASIR PADA PEMBUATAN <i>PAVING BLOCK GEOPOLYMER</i> <i>Feminia Heri Cahyanti, Arie Wardhono, .....</i>	212 - 219
<i>ANALISIS PERENCANAAN STRUKTUR ATAS JEMBATAN BUSUR RANGKA BAJA</i> <i>Siswo Hadi Murdoko, Karyoto, .....</i>	220 - 228
<i>ANALISA PERENCANAAN STRUKTUR ATAS JEMBATAN PELENGKUNG BAJA</i> <i>Achmad Fajrin, Karyoto, .....</i>	229 - 237
<i>ANALISA HASIL PERHITUNGAN KONSTRUKSI GEDUNG GRAHA ATMAJA MENGGUNAKAN GEMPA SNI 1726-2002 DENGAN MENGGUNAKAN PERHITUNGAN BETON SNI 2847-2013</i> <i>Mohamad Sukoco, Sutikno, .....</i>	238 - 241
<i>ANALISA PENGARUH VARIASI BENTANG KOLOM PADA PERENCANAAN ULANG STRUKTUR GEDUNG LABORATORIUM TERPADU FMIPA UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA TERHADAP PERSYARATAN KOLOM KUAT BALOK LEMAH PADA SRPMK</i> <i>Imam Awaludin Asshidiq Ramelan, Arie Wardhono, .....</i>	242 - 246

## ANALISA PENGARUH VARIASI BENTANG KOLOM PADA PERENCANAAN ULANG STRUKTUR GEDUNG LABORATORIUM TERPADU FMIPA UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA TERHADAP PERSYARATAN KOLOM KUAT BALOK LEMAH PADA SRPMK

**Imam Awaludin Asshidiq Ramelan**

Mahasiswa Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email: [awaludin.ramelan@gmail.com](mailto:awaludin.ramelan@gmail.com)

### Abstrak

Tujuan penelitian ini antara lain: untuk mengetahui pengaruh variasi bentang kolom terhadap persyaratan kolom kuat balok lemah tanpa mengubah dimensi kolom dan balok pada perencanaan ulang gedung laboratorium terpadu FMIPA UNESA pada SRPMK, dan mengetahui pengaruh variasi bentang antar kolom pada ketahanan bangunan terhadap gempa pada sistem rangka pemikul momen khusus.

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif dengan menggunakan metode studi kasus. Penelitian ini akan mendeskripsikan bagaimana perencanaan ulang struktur gedung laboratorium terpadu FMIPA universitas negeri Surabaya yang awalnya menggunakan metode SRPMM diganti dengan metode SRPMK. Data dikumpulkan dengan menggunakan literatur atau kepustakaan, dan simulasi komputasi. Literatur atau kepustakaan digunakan untuk memperoleh peraturan, rumus dan langkah-langkah yang digunakan untuk menghitung struktur. Simulasi komputasi digunakan untuk membuat model struktur (*space frame*) bangunan dan memperoleh gaya aksial, geser, momen yang terjadi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa bangunan C dengan bentang atau jarak kolom yang paling jauh tanpa mengubah dimensi balok dan kolom pada perhitungan *strong column weak beam* tidak memenuhi persyaratan walaupun pada *story drift* memenuhi syarat. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa pada bangunan C dengan jarak antar kolom 4-8-4 meter tidak memenuhi persyaratan *strong column weak beam*, walaupun dalam persyaratan simpangan antar lantai memenuhi. Tidak terpenuhinya syarat *strong column weak beam* ini disebabkan oleh bentang balok yang semakin panjang membuat momen yang ditimbulkan di balok menjadi semakin besar juga melebihi momen yang ada pada kolom.

**Kata Kunci:** hitungan ulang struktur, beton, kolom, balok, SRPMK

### Abstract

The purpose of this research are: to discover the effect of span column variations of the requirements of strong column weak beam without changing the dimension of the columns and beams in redesigning an integrated laboratory building FMIPA UNESA on SRPMK, and also to discover the effect of variation span between columns on building resilience to the earthquakes on skeletal system bearer of certain moment.

This research used descriptive method with the case study method. This research will describe how to redesign the structure of an integrated laboratory building FMIPA UNESA which initially using SRPMM method and replace with SRPMK method. Data was collected by literatures or documents and computational simulation. Literatures are used to derive the rules, formulas, and steps to calculate the structure. Computational simulation is used to make the structure's model (*space frame*) of building and obtain axial force, shear, and moment that occurs.

The results showed that the building C with the farthest distance span or columns without changing the dimensions of the beams and columns on strong column weak beam calculation doesn't meet the requirements although the story drift qualify it. Then, it can be concluded that in building C with a 4-8-4 meter distance between the columns doesn't meet the requirements of strong column weak beam, although the drift floor's requirements meets it. Non-fulfillment the requirement of this strong column weak beam caused by the beam span which is getting longer and make the moment that generated in the beam becomes bigger exceeded than the moment on the column.

**Keywords :** re-count the structure, concrete, column, beam, SRPMK

### PENDAHULUAN

Kapasitas desain dalam rangka penahan momen menengah konsep "kolom kuat balok lemah" digunakan

untuk memastikan tidak terjadinya sendi plastis pada kolom selama gempa terjadi. Kolom merupakan komponen struktur yang berfungsi untuk menahan ataupun menyangga beban tekan aksial yang diberi pada

ujungnya. Kolom memegang peranan utama dalam sistem struktur bangunan karena kolom harus sanggup menahan dan meneruskan beban bangunan dan beban-beban lain ke pondasi. Hal ini mewajibkan kolom harus lebih kuat daripada struktur utama bangunan yang lain seperti balok.

Filosofi perencanaan bangunan tahan gempa yang diadopsi hampir seluruh negara di dunia mengikuti ketentuan berikut ini (Daniel Rumbi Teruna, 2007):

1. Pada gempa kecil bangunan tidak boleh mengalami kerusakan
2. Pada gempa menengah komponen struktural tidak boleh rusak, namun komponen non-struktural diijinkan mengalami kerusakan
3. Pada gempa kuat komponen struktural boleh mengalami kerusakan, namun bangunan tidak boleh mengalami keruntuhan.

Menurut Budiono (2011), struktur bangunan tahan gempa harus memiliki kekuatan, kekakuan dan stabilitas yang cukup untuk mencegah terjadinya keruntuhan bangunan. Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) mempunyai ciri-ciri antara lain beban lateral khususnya gempa, ditransfer melalui mekanisme lentur antara balok dan kolom. Jadi, peranan balok, kolom, dan sambungan balok kolom di sini sangat penting.

Peraturan-peraturan pada penelitian ini menggunakan: Standar Nasional Indonesia Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung (SNI 2847-2013), Standar Nasional Indonesia Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung (SNI 1726-2012), Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung Tahun 1983 (PPIUG 1983), dan *Software* bantu struktur yang digunakan yaitu SAP 2000 v.18 sebagai pemodelan dan analisis struktur.

Rumusan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut: (1) Bagaimana pengaruh variasi bentang kolom terhadap persyaratan kolom kuat balok lemah tanpa mengubah dimensi kolom dan balok pada perencanaan ulang gedung laboratorium terpadu FMIPA UNESA pada SRPMK?. (2) Bagaimana pengaruh variasi bentang kolom pada ketahanan bangunan terhadap gempa pada sistem rangka pemikul momen khusus (SRPMK)?.

Tujuan dilakukannya penelitian ini berdasarkan rumusan masalah di atas adalah sebagai berikut: (1) Untuk mengetahui pengaruh variasi bentang kolom terhadap persyaratan kolom kuat balok lemah tanpa mengubah dimensi kolom dan balok pada perencanaan ulang gedung laboratorium terpadu FMIPA UNESA pada SRPMK. (2) Untuk mengetahui pengaruh variasi bentang antar kolom pada ketahanan bangunan terhadap gempa pada sistem rangka pemikul momen khusus (SRPMK).

Manfaat yang ingin dicapai dari penelitian ini antara lain: (1) Untuk pembaca dapat mengetahui perbedaan kekuatan antar variasi bentang kolom, sehingga berguna dalam perencanaan pembangunan gedung bertingkat. (2) Bagi akademisi bisa digunakan sebagai penelitian yang masih bisa dikembangkan. (3) Bagi masyarakat bisa digunakan sebagai referensi dalam metode pembangunan gedung bertingkat yang tahan gempa.

Penelitian ini memiliki batasan-batasan, antara lain: (1) Tata cara perhitungan struktur beton menggunakan SNI 2847-2013. (2) Tidak memperhitungkan konstruksi bangunan bawah atau pondasi. (3) Tidak mengubah dimensi kolom dan balok. (4) Rasio perbandingan tinggi bangunan terhadap lebar bangunan adalah 2 : 1. (5) Hanya memperhitungkan 3 variasi bentang kolom yaitu: (a) 4 m, 8 m, 4 m. (b) 6 m, 4 m, 6 m. (c) 5 m, 6 m, 5 m. (6) Syarat gempa menggunakan SNI 1726-2012. (7) Tinggi bangunan : 32 meter, Lebar bangunan : 16 meter, Jumlah lantai : 8 lantai. (8) Perencanaan menggunakan SAP 2000.18 dengan 3 Dimensi. (9) Menggunakan persyaratan SRPMK. (10) Pelat pada bangunan dianggap sebagai pelat penuh/tidak ada void.

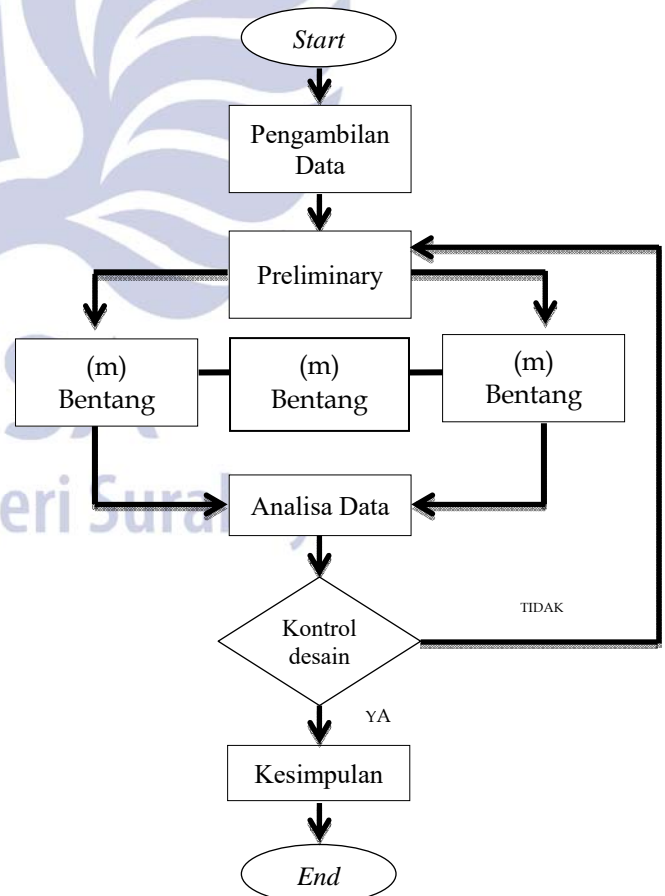
## METODE

### Pendekatan Penelitian

Peneliti menggunakan metode penelitian deskriptif dengan menggunakan metode studi kasus. Penelitian ini akan mendeskripsikan bagaimana perencanaan ulang struktur bangunan gedung dengan membuat tiga variasi bentang antar kolom. Objek dari penelitian ini adalah laboratorium terpadu FMIPA universitas negeri Surabaya. Tidak mengubah balok dan kolom.

### Diagram Alir Penelitian

Diagram alir dari penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1 di bawah ini



Gambar 1. Diagram alir penelitian



**Sumber Data dan Data Penelitian**

Sumber data dari penelitian ini dibagi menjadi 2 yaitu:

1. Data Primer

Data Primer adalah data yang dikumpulkan sendiri oleh perorangan atau suatu organisasi secara langsung dari objek yang diteliti. Sumber data primer yang digunakan didapatkan dari beberapa literatur antara lain :SNI 2847-2013 tentang Tata Cara Perhitungan Beton Untuk Bangunan Gedung; SNI 1726-2012 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung.

2. Data Sekunder

Data sekunder adalah yang diambil secara langsung dari sumber data yang bersangkutan dan masih merupakan data mentah yang belum diolah. Adapun data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: Gambar Proyek

Sumber data sekunder didapatkan dari konsultan perencana pembangunan laboratorium terpadu FMIPA universitas negeri surabaya.

**Teknik Pengumpulan Data**

Metode pengumpulan data yang dilakukan dalam penelitian ini Antara lain: literatur dan kepustakaan; Simulasi komputasi.

**Teknik Analisis Data**

Teknik analisis data pada penelitian ini yaitu dengan cara melakukan simulasi komputasi dengan merubah struktur utama yaitu balok dan kolom menjadi struktur komposit. Lebih jelasnya dibawah ini.

1. Desain Rencana

Desain rencana dilakukan untuk menentukan dimensi struktur yang akan digunakan. Struktur yang dilakukan Desain Rencana adalah struktur balok dan kolom. Desain Rencana dilakukan kembali jika pada kontrol akhir struktur tidak memenuhi syarat.

2. Analisa pembebanan struktur

Analisa pembebanan struktur dibagi menjadi 2 yaitu :

a. Beban gravitasi

Beban gravitasi mencakup beberapa beban seperti : beban hidup, beban mati dan lain-lain. Peraturan yang digunakan dalam menentukan besarnya beban gravitasi adalah PPIUG 1983.

b. Beban gempa

Beban gempa memiliki beberapa analisa yaitu analisa beban bangunan dan analisa respon spektrum. Peraturan yang digunakan dalam menentukan besarnya beban gempa adalah SNI 1726-2012 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung.

3. Pemodelan *space frame* SAP 2000 v18

3D *frame* atau biasa disebut *space frame* dibuat berdasarkan *preliminary design* dan analisa pembebanan struktur. *Software* yang digunakan untuk membuat 3D *frame* adalah SAP 2000 v.18.

4. Output gaya

Output gaya diperoleh dari hasil *analyse* 3D *frame*. Output yang dimaksud antara momen, *axial*, dan *shear*.

5. Analisa perhitungan struktur

Analisa perhitungan struktur adalah tahap yang paling penting dalam analisa data ini. Tujuan utama dari analisa struktur yaitu menentukan apakah *preliminary design* yang digunakan sudah sesuai dengan peraturan yang berlaku atau tidak. struktur yang dianalisa antara lain balok, kolom, *strong column weak beam*.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Desain Rencana**

1. Dimensi kolom yang digunakan pada perencanaan ini adalah:

- a. K1 adalah kolom ke 1 yang berupa beton bertulang, dengan dimensi rencana untuk K1 = 800mm x 800mm
- b. K2 adalah kolom ke 2 yang berupa beton bertulang, dengan dimensi rencana untuk K2 = 700mm x 700mm

2. Dimensi balok yang digunakan pada perencanaan ini adalah:

- a. B1 adalah balok induk yang berupa beton bertulang, dengan dimensi rencana untuk B1 = 250mm x 500mm
- b. BA adalah balok anak yang berupa beton bertulang, dengan dimensi rencana untuk BA = 200mm x 400mm

**Pembebanan Struktur**

1. Beban gravitasi

Beban gravitasi yang terjadi pada struktur bangunan *Fave Hotel* dapat dijabarkan sebagai berikut:

a. Pembebanan Untuk Lantai

Pembebanan lantai antara lain:

$$Q_{DL} = 94 \frac{Kg}{m^2} \text{ dan } Q_{LL} = 400 \frac{Kg}{m^2}$$

b. Pembebanan Untuk Atap

Pembebanan Atap antara lain:

$$Q_{DL} = 38 \frac{Kg}{m^2} \text{ dan } Q_{LL} = 100 \frac{Kg}{m^2}$$

2. Beban gempa

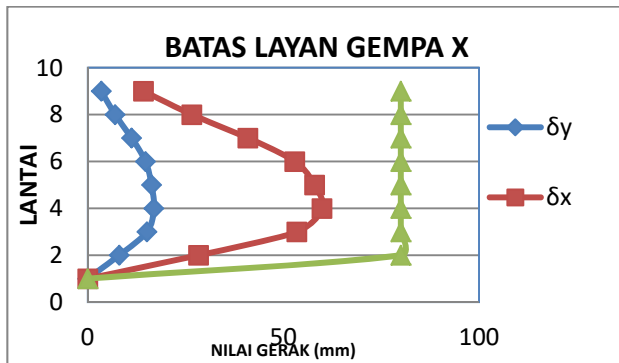
Beban gempa pada bangunan A dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

No	Lantai	Tinggi	Berat	Wi.Hi	100% F	100% F / (n-1)	30% F	30% F / (n-1)	
1	atap	32	402524.7	12880790.40	88291.90	14715.32	26487.57	8829.19	
2	lt.8	28	963144.4	26968043.20	184853.54	30808.92	55456.06	18485.35	
3	lt.7	24	963144.4	23115465.60	158445.89	26407.65	47533.77	15844.59	
4	lt.6	20	963144.4	19262888.00	132038.25	22006.37	39611.47	13203.82	
5	lt.5	16	963144.4	15410310.40	105630.60	17605.10	31689.18	10563.06	
6	lt.4	12	1003464	12041568.00	82539.41	13756.57	24761.82	8253.94	
7	lt.3	8	1003464	8027712.00	55026.28	9171.05	16507.88	5502.63	
8	lt.2	4	1089480	4357920.00	29871.54	4978.59	8961.46	2987.15	
total					122064698		139449.57		83669.74

**Tabel 1.** Gaya Gempa Statik Bangunan A

### Kontrol Story Drift

Kontrol ini untuk mengetahui apakah simpangan antar lantai atau story drift memenuhi syarat dari  $0,02 \times$  tinggi lantai  $\times 1000$ . Untuk simpangan antar lantai bangunan A arah gempa X sudah memenuhi syarat karena tidak melebihi batas layan. Bisa dilihat pada gambar dibawah ini



Gambar 2. Grafik batas layan simpangan antar lantai bangunan A

### Perhitungan Struktur

#### Balok

##### 1. Balok B1

Balok beton bertulang B1 dengan dimensi tinggi 500mm dan lebar 250mm menggunakan tulangan utama 6 D-19 dan tulangan sengkang 10  $\phi$  -100 aman digunakan.

##### 2. Balok BA

Balok beton bertulang BA dengan dimensi tinggi 500mm dan lebar 250mm menggunakan tulangan utama 4 D-19 dan tulangan sengkang 10  $\phi$  -100 aman digunakan.

#### Kolom

##### 1. Kolom K1

Kolom beton bertulang K1 dengan dimensi 800 mm x 800 mm, menggunakan tulangan utama 20 D19, dan sengkang  $\phi$ 12-150 aman digunakan.

##### 2. Kolom K2

Kolom beton bertulang K2 dengan dimensi 700 mm x 700 mm, menggunakan tulangan utama 16 D19, dan sengkang  $\phi$ 12-150 aman digunakan.

### Kontrol Strong Column Weak Beam

Hasil kontrol strong column weak beam bangunan A:

Join	$\sum M_c > 6/5 \sum M_g$		Kontrol
	$\sum$ Momen Kolom (N-mm)	$\sum$ Momen Balok (N-mm)	
1	759821014	> 209908571	OK
2	962265171	> 888998365	OK
3	887286815	> 733090867	OK
4	791282926	> 466590326	OK
5	404568769	> 298114191	OK
6	1210791614	> 1119576241	OK
7	1041899463	> 967629215	OK

8	586364287	>	561529259	OK
9	414652114	>	307163943	OK
10	1218603087	>	1126739847	OK
11	1049609942	>	974496199	OK
12	595723083	>	569478019	OK
13	384861402	>	200947899	OK
14	1113029407	>	1028770418	OK
15	942548443	>	905827923	OK
16	562824810	>	541415349	OK
17	298010047	>	200947899	OK
18	847407357	>	545802687	OK
19	510257772	>	386279699	OK
20	464425509	>	452663297	OK
21	330231102	>	117016728	OK
22	597430346	>	545802687	OK
23	417093438	>	386279699	OK
24	360771323	>	273987671	OK
25	322253149	>	27942603	OK
26	356621150	>	306544404	OK
27	356062941	>	184671422	OK
28	330324901	>	273987671	OK
29	49015434	>	12898136	OK
30	149841886	>	133144409	OK
31	59977908	>	59795585	OK
32	131739108	>	126968123	OK

Tabel 2. Kontrol strong column weak beam Bangunan A

Pemodelan variasi bentang kolom dengan jarak 6m, 4m, 6m pada perhitungan struktur dihasilkan dimensi antara lain: balok B1 25/50 dengan tulangan longitudinal 6 D19 untuk tumpuan tarik, begitu juga untuk tumpuan tekan menggunakan tulangan longitudinal 6 D19; kolom K1 80/80 dengan tulangan longitudinal 20 D22 dengan tulangan geser 12 $\phi$ -150; kolom K2 70/70 dengan tulangan longitudinal 16 D22 dengan tulangan geser 12 $\phi$ -150. Pemeriksaan kesesuaian syarat disajikan dalam Tabel 2 Terlihat bahwa jumlah 1,2 kali dari momen balok tidak ada yang melampaui jumlah momen pada kolom sehingga struktur bangunan telah memenuhi persyaratan SCWB.

### PENUTUP

#### Simpulan

Berdasarkan hasil evaluasi pengaruh variasi bentang kolom terhadap persyaratan strong column weak beam pada sistem rangka pemikul momen khusus perencanaan ulang struktur laboratorium F-Mipa Universitas Negeri Surabaya secara umum dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Perubahan bentang atau jarak antar kolom tanpa mengubah dimensi kolom dan balok sangat berpengaruh pada momen yang di timbulkan, karena momen yang bekerja pada balok yang mempunyai bentang yang lebih panjang akan lebih besar juga. Pada variasi bentang kolom dengan jarak 6m, 4m, 6m, didapatkan momen pada balok B1 sebesar 51352216 N-mm sehingga dibutuhkan tulangan longitudinal 6 D19 untuk tumpuan tarik begitu juga

6 D19 untuk tumpuan tekan. Pada variasi bentang kolom dengan jarak 5m, 6m, 5m, didapatkan momen pada balok B1 sebesar 131050257 N-mm sehingga dibutuhkan tulangan longitudinal 6 D19 untuk tumpuan tarik begitu juga 6 D19 untuk tumpuan tekan. Pada variasi bentang kolom dengan jarak 4m, 8m, 4m, didapatkan momen pada balok B1 sebesar 391889281 N-mm. Dikarenakan  $\mu$  melebihi kapasitas design  $M_n$ , sehingga perlu dilakukan perubahan dimensi balok pada permodelan dengan bentang 8 m. Dapat dilihat pada variasi bentang 8 m didapatkan momen paling besar dari permodelan lainnya.

2. Pengaruh variasi bentang antar kolom pada ketahanan bangunan terhadap gempa pada SRPMK untuk keseluruhan permodelan bangunan memenuhi syarat tidak ada simpangan antar lantai / story drift yang melampaui batasan maksimum sebesar 80 mm. Pemilihan bangunan didasari untuk memperoleh desain yang paling efektif, efisien dan aman terhadap gempa pada wilayah yang disyaratkan pada pemikul momen khusus dan memenuhi persyaratan strong column weak beam. Permodelan 4m, 8m, 4m dalam analisa diketahui pada kontrol simpangan antar lantai telah memenuhi persyaratan, namun pada persyaratan strong column weak beam jumlah momen yang bekerja di balok dengan bentangan balok 4-8-4 m lebih besar daripada momen yang bekerja pada kolom yang memikulnya. Maka didapatkan perencanaan struktur desain yang paling efisien yaitu desain dengan jarak antar kolom 6m, 4m, 6m.

### Saran

Berdasarkan kesimpulan diatas direkomendasikan:

1. Pada perencanaan gedung bertingkat perlu diperhatikan penempatan kolom dan jarak antar kolom, karena hal ini mempengaruhi kekuatan struktur.
2. Jika melakukan perubahan jarak antar kolom harus melakukan perubahan dimensi balok.
3. Untuk pengembangan selanjutnya bisa menggunakan perhitungan dengan menggunakan gempa dinamis.

### DAFTAR PUSTAKA

SNI 1726-2012. 2002. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung . Jakarta: Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah

SNI 2487-2013. 2002. Persyaratan Beton Struktural Untuk bangunan Gedung. Jakarta: Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah.

PPIUG 1983. 1983. Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung. Direktorat Penyelidikan Masalah Gedung.

Asroni, Ali. 2010. Kolom Pondasi & Balok T Beton Bertulang. Yogyakarta: Graha Ilmu.

Asroni, Ali. 2010. Balok Pelat Beton Bertulang. Yogyakarta: Graha Ilmu.

Gideon, Kusuma dan Takim, Andriano. 1993. Desain Struktur Rangka Beton Bertulang di Daerah Rawan Gempa. Jakarta: Erlangga.

Gurki, J. Tambah Sembiring. 2010. Beton Bertulang. Edisi Revisi. Bandung: Rekayasa Sains.

Istimawan, Diphusodo. 2001. Analisis Struktur. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.

Istimawan, Diphusodo. 1993. Analisis Perencanaan Gedung Tahan Gempa. Jakarta: Erlangga.

Kusuma, Beny (Ed), Nawy, G. Edward, dan Tavio (Ed). 2010. Beton Bertulang Sebuah Pendekatan Mendasar, Surabaya: ITS Press.

Purwono, Rachmat. 2005. Perencanaan Struktur Beton Bertulang Tahan Gempa. Surabaya: ITS Press.