

# **LAPORAN PENELITIAN**

## **PERANCANGAN STRUKTUR GEDUNG 16 LANTAI TAHAN GEMPA PADA GEDUNG PELAYANAN BALAI KESEHATAN PENERBANGAN MENGUNAKAN SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK)**



**TIM PELAKSANA :**

1. Setiadi NIDN 0323115901 (Ketua / Dosen)
2. Ronaldo Jose Serizuela NPM. 15173115016 (Mahasiswa)

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI BUDI UTOMO  
JAKARTA  
TAHUN 2019**



**YAYASAN BUDI UTOMO**  
**INSTITUT TEKNOLOGI BUDI UTOMO**  
**(ITBU)**

Jalan Raya Mawar Merah No. 23, Pondok Kopi, Jakarta Timur  
Telp.8611849 – 8511850 Fax. 8613627

Bank : CIMB Niaga

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**LAPORAN PENELITIAN**

1. Judul Kegiatan : PERANCANGAN STRUKTUR GEDUNG 16 LANTAI TAHAN GEMPA PADA GEDUNG PELAYANAN BALAI KESEHATAN PENERBANGAN MENGGUNAKAN SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK)
2. Program : Fakultas Teknik Sipil
3. Ketua Pelaksana :  
Nama : Setiadi  
NIDN : 0323115901  
Program Studi : Teknik Sipil
4. Anggota :
  - 1) Nama : Ronaldo Jose Serizuela  
NIDN/NIM : 15173115016  
Program Studi : Teknik Sipil
  - 2) Lokasi : Jakarta
5. Lama Pelaksanaan: 6 (bulan)
6. Tanggal/Tahun : September 2018 s/d Februari 2019
7. Biaya : Rp 3.500.000

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknologi Industri

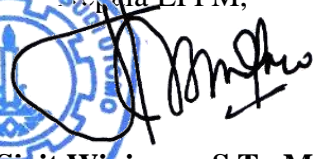


**Dr. Suryadi, S.T., M.T.**  
NIDN : 0302046907

Jakarta, Februari 2019

Menyetujui,

Kepala LPPM,



**Sigit W. Wisono, S.T., M.T.**  
NIDN : 0314116301



**YAYASAN BUDI UTOMO**  
**INSTITUT TEKNOLOGI BUDI UTOMO**  
**(ITBU)**

Jalan Raya Mawar Merah No. 23, Pondok Kopi, Jakarta Timur  
Telp.8611849 – 8511850 Fax. 8613627

Bank : CIMB Niaga

Kepada  
Yth. **Kepala LPPM ITBU**  
Di Jakarta

Dengan hormat,  
Dalam rangka memenuhi kewajiban Tri Dharma Perguruan Tinggi, maka bersama ini kami mengajukan proposal penelitian untuk Semester Ganjil TA. 2018-2019:

- a. Judul : PERANCANGAN STRUKTUR GEDUNG 16 LANTAI TAHAN GEMPA PADA GEDUNG PELAYANAN BALAI KESEHATAN PENERBANGAN MENGGUNAKAN SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK)
- b. Tim Peneliti:
1. Ketua  
Nama : Setiadi  
NIDN : 0323115901  
Prodi : Teknik Sipil
  2. Anggota
  3. Nama : Juanda  
NIDN/NIM : 15173115026  
Prodi : Teknik Sipil
- c. Lokasi : Kabupaten Kebumen
- d. Lama Pelaksanaan: 6 (bulan)
- e. Tanggal/Tahun : September 2018 s/d Februari 2019  
Biaya : Rp 3.500.000

Demikian surat ini kami sampaikan, atas perhatian dan bantuannya, kami ucapkan terima kasih.

Menyetujui,  
Kaprodik Teknik Sipil



**Edien Yuhanto, S.T., M.Tech.)**  
NIDN: 0310077002

Jakarta, September 2018  
Yang mengajukan,

**(Ir. Setiadi, M.T.)**  
NIDN: 0323115901

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Alloh SWT, yang telah melimpahkan rahmat & karuniaNya sehingga pada akhirnya penulis dapat menyelesaikan penelitian ini Bersama dengan mahasiswa system informasi Institut Teknologi Budi Utomo.

Dalam pengerjaan laporan penelitian ini tidak terlepas dari kekurangan. Oleh karena itu sangat diharapkan sekali kritik & saran yang sifatnya membangun untuk menciptakan laporan ini lebih baik lagi, semoga laporan ini dapat bermanfaat.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Jakarta, Februari 2019

**Peneliti**

## DAFTAR ISI

Lembar Pengesahan .....	i
Surat Pengajuan Penelitian .....	ii
Kata Pengantar .....	iii
Daftar Isi .....	iv
Daftar Gambar .....	v
BAB I    PENDAHULUAN .....	1
BAB II    TINJAUAN PUSTAKA .....	2
BAB III    METODE PENELITIAN .....	5
BAB IV    HASIL PEMBAHASAN.....	7
BAB V    PENUTUP .....	11
DAFTAR PUSTAKA.....	12

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 4.1 Model struktur terbaru .....	9
---	---

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Elevasi Lantai Bangunan .....	7
Tabel 4.2 Luas Lantai Bangunan .....	8
Tabel 4.3 Kontrol Waktu Getar Fundamental Struktur .....	10

# BAB I

## PENDAHULUAN

Gedung bertingkat atau bangunan vertikal merupakan suatu penghematan lahan tanpa mengurangi luasan ruang gerak bagi manusia, bangunan gedung dibangun secara bertingkat dengan mempunyai fungsi yang berbeda-beda sekaligus adalah suatu daya untuk memajukan sebuah perkotaan.

Salah satu cara yang dapat digunakan dalam perencanaan gedung bertingkat tinggi harus benar-benar mengacu pada ketahanan gempa, pemakaian sistem struktur harus benar-benar dipikirkan baik-baik. gedung pelayanan balai kesehatan penerbangan merupakan gedung prasarana pelayanan umum setinggi 16 lantai dengan 2 basement, gedung ini terletak di DKI Jakarta tepatnya di Kemayoran Jakarta Pusat. pada peta zonasi gempa di Indonesia, DKI Jakarta terletak pada wilayah gempa 3 – 4, pemakaian Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus dengan dinding geser merupakan hal yang tepat untuk dipikirkan. Pendesainan struktur gedung tahan gempa, perlu adanya ketelitian mengenai disain struktur yang disinkronisasikan dengan fungsi bangunannya. (Daktilitas) Kemampuan suatu struktur gedung untuk mengalami simpangan pasca elastik yang besar secara berulang kali akibat beban gempa yang menyebabkan terjadinya pelepasan pertama harus ditinjau secara detail. Mekanisme kerusakan yang boleh terjadi adalah yang bersifat daktil dan mampu mendisipasikan energi secara stabil. Diperlukan pendetailan yang memadai dan pembatasan drift/deformasi struktur. Pemakaian subsistem struktur berupa dinding geser (*Shear Wall*) yang berfungsi untuk menahan beban geser akibat beban rencana akan menjadi pertimbangan. Pemakaian dinding geser (*Shear Wall*) juga dapat menstabilkan struktur bangunan atau memperkecil nilai simpangan pasca elastik akibat beban gempa.

Pada penelitian ini, Gedung Pelayanan Balai Kesehatan Penerbangan akan didesain strukturnya sesuai dengan perbedaan fungsi tiap lantainya tanpa mengurangi bentuk arsitektur gedung tersebut, analisis struktur ini akan dibantu menggunakan program *Software SAP2000 (Structure Analysis Program)*.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

Definisi umum yang sederhana tentang struktur dalam hubungannya dengan bangunan ialah bahwa struktur merupakan sarana untuk menyalurkan beban yang diakibatkan oleh penggunaan dan/atau kehadiran bangunan diatas tanah. Struktur bangunan gedung terdiri dari struktur atas (*upper structure*) dan struktur bawah (*sub structure*). Struktur atas adalah bagian dari struktur bangunan gedung yang berada diatas permukaan tanah, sedangkan struktur bawah adalah bagian dari struktur yang berada dibawah muka tanah.

Perencanaan struktur merupakan suatu analisis perhitungan struktur yang berkaitan dengan komponen struktur bangunan itu tersebut. Pada struktur beton, menentukan dimensi penampang struktur tersebut dan tulangan yang dipakai sangat berpengaruh dalam memikul beban – beban grafitasi pada kondisi kerja (*Service Load*) dan kondisi batas (*Ultimate Load*). Struktur direncanakan menggunakan konsep disain kapasitas, pada prinsipnya struktur gedung tahan gempa boleh direncanakan terhadap beban gempa yang direduksi dengan suatu faktor modifikasi respon struktur (Faktor R). Dengan menerapkan konsep ini pada saat gempa kuat terjadi, elemen–elemen struktur bangunan tertentu yang dipilih diperbolehkan mengalami plastifikasi (kerusakan) sebagai sarana untuk pendesipasikan energi gempa yang diterima struktur[7]. Hirarki atau urutan plastifikasi yang terjadi harus sesuai dengan yang direncanakan. Baja tulangan sesuai SNI Beton (BSN, 2992b) nilai kuat leleh minimum baja tulangan sebesar 400 Mpa, untuk nilai kuat leleh yang lebih tinggi tentunya akan membutuhkan persyaratan dimensi minimum kolom yang lebih besar. Nilai faktor kuat lebih (*overstrength*) baja tulangan diperlukan untuk perencanaan struktur yang berbasis disain kapasitas dan digunakan untuk merencanakan elemen struktur yang diharapkan tetap elastik pada saat sendi plastis terbentuk. Panjang sendi plastis dipengaruhi oleh rasio kuat *ultimate* baja tulangan yang digunakan. Kinerja batas layan struktur gedung ditentukan untuk membatasi terjadinya pelelehan baja dan peretakan bet on yang berlebihan disamping untuk mencegah kerusakan nonstruktur dan ketidaknyamanan. Penyebab kerusakan bangunan yang disebabkan oleh gempa bumi secara struktural antara lain yaitu efek pelemahan tingkat (*soft story effect*), efek kolom pendek (*short column effect*), puntir (*torsion*) dan benturan antara bangunan yang berdekatan (*structural pounding*).

## 1. Kriteria Desain Struktur

### a. Elemen Struktur

Suatu struktur dapat tersusun dari beberapa elemen dengan sifat atau karakteristik yang berlainan, berdasarkan elemen-elemen penyusunnya. Struktur bangunan yang lazim dijumpai yaitu:

#### - Unsur linear

Terdiri dari kolom yang mampu menahan gaya aksial dan momen lentur dan balok yang mampu menahan gaya aksial, momen lentur dan gaya rotasi.

#### - Unsur permukaan

Berupa dinding. terdiri dari dinding berlubang atau berangkai. mampu menahan gaya lateral, aksial dan momen lentur, Berupa plat. terdiri dari plat padat atau beruas, yang ditumpu pada rangka lantai. mampu menahan momen lentur dan berfungsi sebagai diafragma pengikat elemen-elemen vertikal menahan beban lateral.

#### - Unsur spesial

Rangka kaku (*Rigid frame*)

Sambungan kaku digunakan antara susunan unsur *linear* untuk membentuk bidang *vertikal* dan *horisontal*

Rangka kaku dan inti (*Rigid frame and core*)

Elemen rangka kaku beraksi terhadap beban lateral, terutama melalui lentur balok dan kolom. Perilaku demikian berakibat ayunan (*drift*) lateral yang besar pada bangunan ketinggian tertentu.

## 2. Syarat-Syarat Desain Struktur

### a. Kekakuan

Struktur bangunan gedung harus memiliki batas kekakuan tertentu guna membatasi pergerakannya. Dengan semakin tinggi gedung, semakin banyak tingkat atau lantai, sehingga menimbulkan simpangan antar tingkat. Apabila simpangan antar tingkat itu kecil maka struktur dikatakan kaku.

SNI 1726 pasal 8.1.2 mengisyaratkan simpangan antar tingkat yang terjadi tidak boleh melampaui  $0,03/R$  kali tinggi tingkat yang bersangkutan, namun bergantung mana yang lebih kecil, untuk memenuhi kinerja batas layan struktur ( $\Delta_s$ ). Dimana membatasi pelelehan baja dan pretakan beton yang berlebihan, disamping untuk mencegah kerusakan nonstruktural dan ketidaknyamanan penghuni. Dan

menetapkan kinerja batas ultimate ( $\Delta_m$ ) pada pasal 8.2.1 dimana simpangan antar tingkat tidak boleh melampaui 0,02 kali tinggi lantai yang bersangkutan dan  $\Delta_m = (\text{Zeta}) \times R \times \Delta_s$ .

b. Kekuatan

Karakteristik struktur bangunan yang berpengaruh untuk kekuatan struktur di antaranya bentuk bangunan, masa bangunan, beban gravitasi yang bekerja, kekuatan dan lain-lain. Bentuk denah bangunan yang terbaik untuk menahan beban gempa adalah bentuk yang sederhana, simetris dan tidak terlalu panjang.

c. Disipasi Energi

Struktur bangunan tahan gempa pada umumnya didesain terhadap gaya gempa yang lebih rendah (disipasi energi) daripada gaya gempa rencana. Hal ini dimungkinkan karena struktur didesain untuk mengalami kerusakan atau berperilaku inelastik, melalui pembentukan sendi-sendi plastis (plastifikasi) pada elemen-elemen strukturnya, pada saat menahan beban gempa rencana. Perilaku inelastik atau plastis tersebut pada dasarnya memberikan mekanisme disipasi energi struktur bangunan.

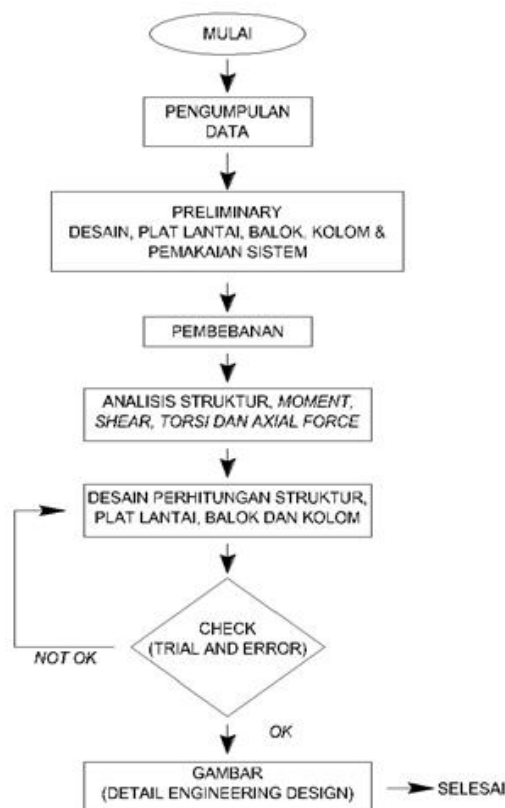
## BAB III METODE PENELITIAN

### Jenis Penelitian

Perancangan struktur gedung 16 lantai tahan gempa pada gedung pelayanan balai kesehatan penerbangan, penelitian bersifat kualitatif dimana bertujuan untuk mendalami bagaimana tahapan perancangan struktur bangunan tinggi yang dapat menahan gaya gempa rencana sesuai prosedur dan standarisasi yang berlaku.

### Kerangka Pemikiran

Kerangka pemikiran disini yaitu mengenai tahapan secara umum mengenai cara tahapan perencanaan struktur sesuai dengan standar yang berlaku.



### Metodologi Penelitian

Analisis struktur dilakukan secara 3D untuk mendapatkan hasil output yang optimal. Pertama-tama dilakukan analisis *eigenevalue* untuk menentukan mode dan periode ragam getar yang

dominan. Data periode getar dari analisis ini dilakukan dengan menentukan gaya gempa berdasarkan respon spektra yang sesuai.

Analisis struktur 3D dengan memperhatikan efek torsi kemudian dilakukan untuk mendapatkan gaya-gaya dalam. Analisis baik dilakukan secara statik dan secara dinamik, analisis struktur dilakukan menggunakan bantuan program *Software SAP2000 (Structure Analysis Program)*. Perhitungan struktur dilakukan secara manual dengan bantuan format microsoft excel menggunakan perhitungan standar struktur beton dan perhitungan kapasitas.

## BAB IV

### HASIL PEMBAHASAN

#### Data Penelitian

#### Data Umum Perancangan

##### a. Deskripsi Proyek

- 1) Nama Proyek : Gedung Pelayanan Balai Kesehatan Penerbangan
- 2) Pemilik proyek : Balai Kesehatan Penerbangan
- 3) Lokasi Proyek : Jl. Angkasa 1, Kemayoran, Jakarta Pusat
- 4) Pelaksana Proyek : PT. Nindya Karya (Persero). Tbk
- 5) Fungsi Bangunan : Prasarana Kesehatan
- 6) Jenis Konstruksi : Beton bertulang
- 7) Elevasi Lantai

Tabel 4.1 Elevasi Lantai Bangunan

Lantai Bangunan	Elevasi
Lantai B1	- 6,160
Lantai BB	- 4,600
Lantai GFA	- 3,000
Lantai GFB	- 1,400
Lantai P1A	± 0,000
Lantai P1B	+ 2,000
Lantai P2A	+ 3,500
Lantai P2B	+ 5,000
Lantai P3A	+ 6,600
Lantai P3B	+ 8,200
Lantai P4A	+ 9,800
Lantai P4B	+ 11,400
Lantai 5	+ 16,150
Lantai 6	+ 20,350
Lantai 7	+ 24,550
Lantai 8	+ 28,750
Lantai 9	+ 32,950
Lantai 10	+ 37,150
Lantai 11	+ 41,350
Lantai 12	+ 45,550
Lantai 13	+ 49,750
Lantai 14	+ 53,950
Lantai 15	+ 58,150
Lantai 16	+ 66,350
Lantai Roof	+ 68,850

Sumber: Analisis Mandiri

## 8) Luas Lantai:

Tabel 4.2 Luas Lantai Bangunan

Lantai Bangunan	Luas (m <sup>2</sup> )
Lantai B1	349,2
Lantai BB	602,8
Lantai GFA	421,2
Lantai GFB	209,9
Lantai P1A	290
Lantai P1B	209,9
Lantai P2A	144,4
Lantai P2B	333,2
Lantai P3A	178
Lantai P3B	359,6
Lantai P4A	178
Lantai P4B	359,6
Lantai 5	579,11
Lantai 6	579,11
Lantai 7	579,11
Lantai 8	579,11
Lantai 9	579,11
Lantai 10	579,11
Lantai 11	579,11
Lantai 12	579,11
Lantai 13	579,11
Lantai 14	579,11
Lantai 15	579,11
Lantai 16	395,8
Lantai Roof	33,97

Sumber: Analisis Mandiri

### Uji Hasil Perancangan

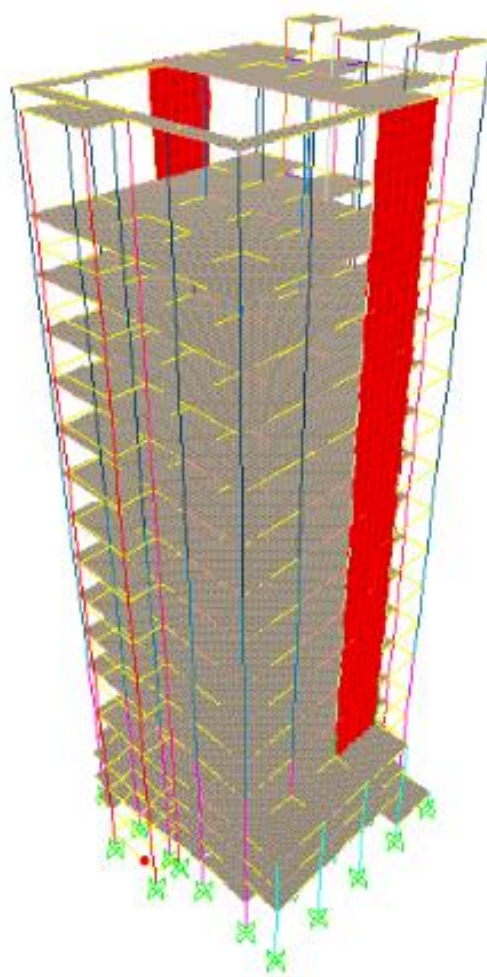
Pengujian hasil perancangan struktur yang didapat dari perhitungan sebelumnya, pengujian dibantu oleh program (Structure Analysis Program) SAP2000, pengujian struktur dimaksud untuk mengetahui seberapa aman dan efektif hasil dari hasil perhitungan perancangan struktur. Dimensi struktur hasil perhitungan.

- Tebal plat lantai 120 mm.
- Ukuran balok didapat 600 x 850 dengan  $\mu = 215753267 \text{ N.mm}$ .
- Ukuran kolom 750 x 1500 dengan tulangan utama 50D25  $P_u = 8660727,23 \text{ N}$ , dengan as tulangan 2% dari luas bersih ukuran kolom.

Perubahan pemakaian sistem struktur dikarenakan pemakaian sistem struktur sebelumnya dikategorikan bukan suatu struktur yang efisien untuk modul struktur bangunan yang simetris, dikarenakan ukuran kolom dengan nilai inerti momen

yang besar menghadap ke arah Y dan pemakaian struktur shear wall lebih diminan ke arah Y maka kekakuan bangunan arah X menjadi lemah.

Untuk itu sistem struktur shear wall di ubah posisinya menghadap arah X yang bersungsi untuk menyeimbangi kekakuan arah Y dan memperkuat kekakuan bangunan arah X, selain sebagai kekakuan bangunan arah X perubahan struktur shear wall juga berpengaruh dengan periode getar fundamental struktur dan partisipasi massa yang dalam praturan disebut sekurang-kurangnya harus mencapai 90%. Gambar 4.95 memperlihatkan bentuk pemakaian struktur.



Gambar 4.1 Model struktur terbaru  
Sumber: Structure Analysis Program (SAP2000)



### 1. Periode getar fundamental

Periode waktu getar fundamental struktur, setelah dilakukan trial and error pada struktur dan perhitungan desain kapasitas struktur maka didapatkan kesimpulan untuk pemodelan akhir pada struktur tersebut, hasil periode waktu getar fundamental didapatkan kemudian akan di cek untuk mengetahui seberapa efisiennya struktur tersebut dalam menahan beban rencana. Tabel 4.138 Kontrol waktu getar fundamental.

Tabel 4.3 Kontrol Waktu Getar Fundamental Struktur

TABLE: Modal Periods And Frequencies								
OutputCase	StepType	StepNum	Period	Frequency	CircFreq	Eigenvalue	Parimeter	Status
Text	Text	Unitless	Sec	Cyc/sec	rad/sec	rad2/sec2	0,18 x N	
MODAL	Mode	1	1,541681	0,64864	4,0755	16,61	2,88	ok
MODAL	Mode	2	1,307496	0,76482	4,8055	23,093	2,88	ok
MODAL	Mode	3	1,123951	0,88972	5,5903	31,251	2,88	ok
MODAL	Mode	4	0,533683	1,8738	11,773	138,61	2,88	ok
MODAL	Mode	5	0,387825	2,5785	16,201	262,47	2,88	ok
MODAL	Mode	6	0,353498	2,8289	17,774	315,93	2,88	ok
MODAL	Mode	7	0,331941	3,0126	18,929	358,29	2,88	ok
MODAL	Mode	8	0,327102	3,0572	19,209	368,97	2,88	ok
MODAL	Mode	9	0,307692	3,25	20,42	416,99	2,88	ok
MODAL	Mode	10	0,30724	3,2548	20,45	418,22	2,88	ok
MODAL	Mode	11	0,307024	3,2571	20,465	418,81	2,88	ok
MODAL	Mode	12	0,306789	3,2596	20,48	419,45	2,88	ok
MODAL	Mode	13	0,264485	3,7809	23,756	564,36	2,88	ok
MODAL	Mode	14	0,238841	4,1869	26,307	692,06	2,88	ok
MODAL	Mode	15	0,231735	4,3153	27,114	735,15	2,88	ok
MODAL	Mode	16	0,20169	4,9581	31,153	970,49	2,88	ok
MODAL	Mode	17	0,186915	5,35	33,615	1130	2,88	ok
MODAL	Mode	18	0,182422	5,4818	34,443	1186,3	2,88	ok
MODAL	Mode	19	0,182368	5,4834	34,453	1187	2,88	ok
MODAL	Mode	20	0,182126	5,4907	34,499	1190,2	2,88	ok
MODAL	Mode	21	0,181593	5,5068	34,6	1197,2	2,88	ok
MODAL	Mode	22	0,173638	5,7591	36,186	1309,4	2,88	ok
MODAL	Mode	23	0,172826	5,7862	36,356	1321,7	2,88	ok
MODAL	Mode	24	0,168907	5,9204	37,199	1383,8	2,88	ok
MODAL	Mode	25	0,16172	6,1835	38,852	1509,5	2,88	ok

Sumber: Analisis Mandiri

## **BAB V**

### **PENUTUP**

Berdasarkan hasil analisis yang tertera pada bab IV, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sesuai dengan maksud dan tujuan penelitian ini.

- 1) Hasil analisis model struktur yang di bantu menggunakan program *Structure Analysis Program* (SAP2000), menunjukkan bahwa model atau geometri struktur yang sebelumnya sudah didesain berdasarkan fungsi bangunan secara arsitektur sangatlah tidak memenuhi kriteria struktur bangunan yang baik, dikarenakan modul struktur tersebut adalah modul yang simetris sehingga pemakaian ukuran kolom yang memiliki nilai *inertia* momen yang besar semuanya menghadap arah y dan pemakaian *shear wall* juga lebih dominan ke arah y, sehingga kekakuan bangunan arah x sangat lemah, oleh karena itu pada akhir desain terdapat perubahan ukuran kolom dan berkurangnya pemakaian *shear wall* atau dinding geser.
- 2) Berdasarkan fungsi ruang, pemakian beban rencana dan zonasi wilayah gempa, perubahan ukuran kolom dan pemakian dinding geser yang simetris sangat bagus untuk struktur dalam menahan beban rencana.
- 3) Hasil desain menyatakan gaya-gaya dalam yang bekerja seperti momen lentur, gaya geser dan gaya aksial, setelah dilakukan pengecekan yang dibantu oleh program *Structure Analysis Program* (SAP2000), masih dibawah desain kuat rencana.

## DAFTAR PUSTAKA

Badan Standarisasi Nasional, SNI 03-2847-2002 Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (Bandung : Balitbang Puskim, 2002), hal. 28.

Badan Standarisasi Nasional, SNI 03-1726-2002 Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung (Bandung : Balitbang Puskim, 2002), hal. 13.

Chu-Kia Wang dan Charles G. Salmon, Disain Beton Bertulang, Jilid 1, Trans. Binsar Hariandja (Jakarta: Erlangga, 1999), hal 1.

Departemen Pekerjaan Umum, Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung (Jakarta : Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum, 1987), hal. 4-5.

Departemen Pekerjaan Umum, PPURG, 1987, ibid, hal. 25. Departemen Pekerjaan Umum, Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung (Jakarta : Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum, 1987), hal. 4-5.