

MODELISASI STRUKTUR PADA PROYEK KONSTRUKSI GEDUNG RAWAT INAP RSUD BOROKO

I G. Y. Kafrain^{1*}, Raymond D. Pandey²

¹Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Katolik De La Salle Manado

²Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia Tomohon

e-mail: ikafrain@unikadelasalle.ac.id

Abstrak –perhitungan yang bersifat sederhana dan perilaku struktur dapat diselesaikan dengan model matematis sehingga hasil analisa dapat diperoleh langkah ini merupakan modelisasi struktur. Modelisasi struktur dilakukan dengan menggunakan software analisis struktur SAP 2000. modelisasi stuktur bangunan pada proyek konstruksi gedung rawat inap RSUD Boroko dikaji dalam penelitian ini , salah satu hasil Perencanaan struktur bangunan Gedung Rawat Inap RSUD Boroko diperoleh bahwa konstruksi kolom digunakan penampang (500 x 500) mm ukuran penampang digunakan sama pada semua lantai. Hasil desain struktur telah memperhitungkan pembebanan yang bekerja pada struktur. pembebanannya yaitu : beban mati, beban hidup dan beban gempa.

Kata Kunci —Analisa struktur, Model Matematis, Struktur

I. PENDAHULUAN

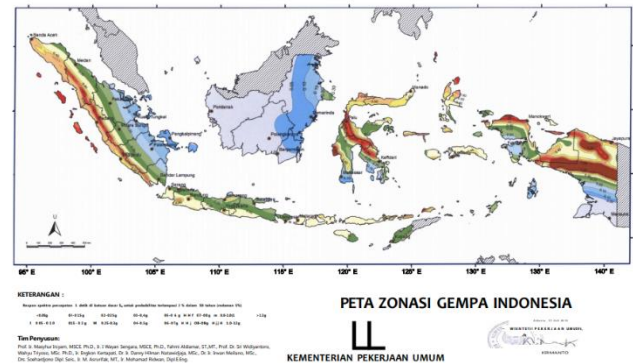
Pembangunan nasional merupakan salah satu elemen perancangan didalamnya pembangunan yang dapat memberikan manfaat bagi kebutuhan manusia penyelenggaraan didalamnya adalah bangunan gedung tempat kegiatan dan aktifitasnya, Adapun persyaratan keandalan suatu bangunan meliputi persyaratan keselamatan, kenyamanan dan kemudahan atau dengan kata lain fungsi bangunan sesuai dengan kebutuhan yang ditetapkan. Keselamatan untuk bangunan gedung meliputi kemampuan konstruksi mendukung beban muatan atau kekuatan bangunan yang stabil dan kokoh juga mampu menerima resiko bahaya misalnya bahaya kebakaran,petir. Dalam perencanaan desain dan perhitungan dari bangunan konstruksi merupakan hal yang sangat penting untuk dilakukan. analisa struktur yang ditinjau akan semakin rumit struktur konstruksinya juga menghasilkan banyak hitungan, perhitungan dengan menggunakan cara manual akan membutuhkan waktu lama dan tidak efisien dalam pengerjaannya. Memudahkan perhitungan saat ini sudah banyak aplikasi dan software sebagai alat bantu yang digunakan dalam perhitungan struktur. Adapun identifikasi masalah yang diuraikan pada penelitian yaitu; bagaimana penggunaan program analisa struktur, jika digunakan cara manual akan menggunakan waktu yang lama?, dan bagaimana hasil pada penggunaan software *Structure Analysis Program* (SAP 2000)? Model Analisa struktur perhitungannya

dibatasi pada data struktur bangunan gedung rawat inap RSUD Boroko. Tujuan peada penelitian untuk mendapatkan bentuk model dan hasil perhitungan dari analisa stuktur bangunan gedung menggunakan program software dengan tahapan dan proses analisa struktur untuk bangunan dan mampu meringkas langkah manual analisa struktur lebih sederhana.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Perencanaan Wilayah Gempa

Ketahanan gempa untuk gedung nilai rata rata gempunya dapat dilihat pada gambar peta gempa dibawah ini, didalam peta ketahanan gempa diindonesia ditetapkan pada kategori wilayah gempa 6, wilayah gempa 6 dengan kegempaan paling tinggi. Pembagian wilayah gempa didasarkan atas percepatan puncak batuan dasar akibat pengaruh Gempa Rencana dengan periode ulang per tahun (3).



Gambar 1. Peta Wilayah Gempa Indonesia

Metode Analisis Response Spectrum

Berdasarkan data gempa dan jenis pemanfaatan bangunan untuk menentukan kategori risiko bangunan serta faktor risiko dapat menggunakan tabel dibawah ini.

Tabel 1. Faktor Keutamaan Gempa

Kategori Risiko	Faktor Keutamaan Gempa I_e
I atau II	1,0
III	1,25
IV	1,50

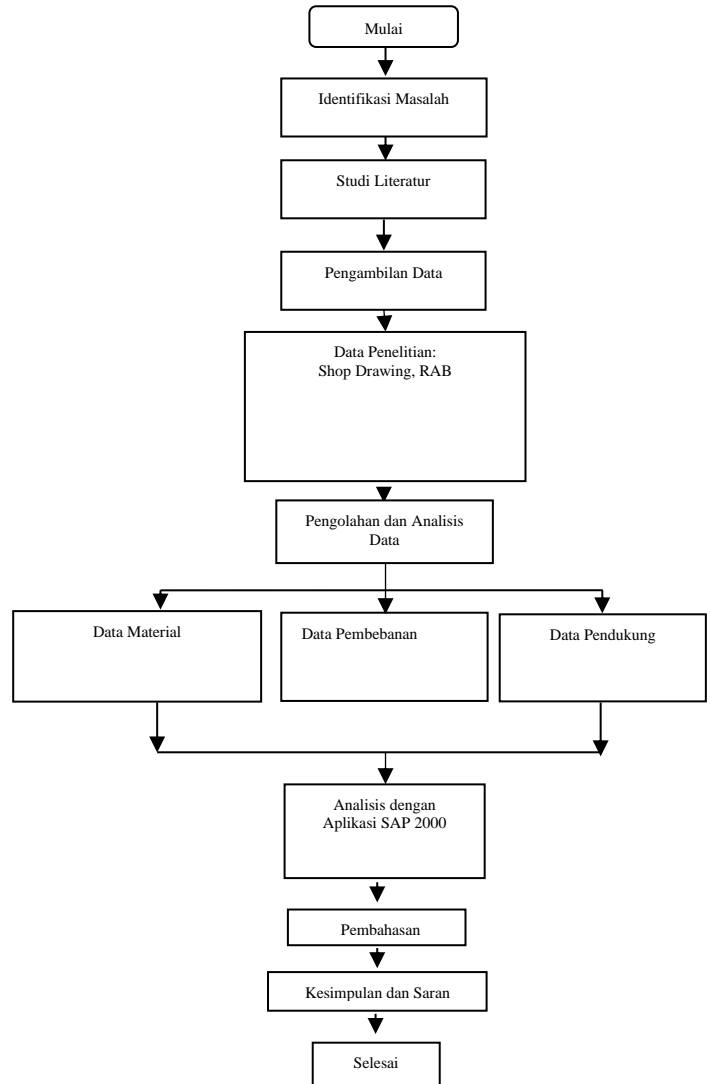
Modelisasi Struktur Bangunan

Komponen komponen struktur bangunan sangatlah kompleks sehingga pada perhitungannya nanti membutuhkan waktu yang lama sehingga perlu dilakukan penyederhanaan sifat dan perilaku komponen struktur tersebut menjadi sebuah struktur model matematis yang mudah diselesaikan, perilaku struktur tersebut dapat dianalisis dalam bentuk pemodelan misalnya komponen balok dan kolom dimodelkan menjadi frame untuk komponen pelat lantai dimodelkan menjadi membrane. Setelah dimodelkan dapat dihitung dan langkah analisisnya menggunakan software .

III. METODE PENELITIAN

Metode penelitian dilakukan adalah metode deskriptif kualitatif, konsep hasil perhitungan merupakan bagian pada pekerjaan perencanaan dari konsultan perencana. Data-data yang berhubungan langsung dengan proyek diperoleh dari perusahaan konsultan perencanaan data-data tersebut berupa data shop drawaing atau gambar rencana, layout, data material, data pembebanan dan data pendukung lainnya Adapun lokasi dan waktu penelitian pada pekerjaan perencanaan gedung rawat inap RSUD Boroko. Kriteria desain struktur mengacu pada standar dan peraturan yang digunakan dalam pekerjaan desain struktur atas adalah sebagai berikut Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung, SNI-03-1727-2013, Tata Cara Perencanaan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung, SNI-03-2847-2013. Tata Cara Perencanaan Struktur Baja untuk Bangunan Gedung, SNI-03-1729-2012, SNI 03-1726, Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk bangunan gedung.

Komponen komponen struktur bangunan sangatlah kompleks sehingga pada perhitungannya nanti membutuhkan waktu yang lama sehingga perlu dilakukan penyederhanaan sifat dan perilaku komponen struktur tersebut menjadi sebuah struktur model matematis yang mudah diselesaikan, perilaku struktur tersebut dapat dianalisis dalam bentuk pemodelan misalnya komponen balok dan kolom dimodelkan menjadi frame untuk komponen pelat lantai dimodelkan menjadi membrane. Setelah dimodelkan dapat dihitung dan langkah analisisnya menggunakan software *Structure Analysis Program* SAP 2000. (2).



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

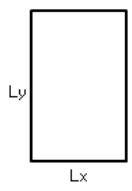
Diketahui data yang digunakan adalah :

Beton : $f_c' = 25 \text{ Mpa}$

Besi Beton : 1) $>D10 \text{ mm}$ □ U-39 (BJTD-40) ULIR (D)
 2) $\leq \varnothing 8 \text{ mm}$ □ U-24 (BJTP-24) POLOS (\varnothing)

Profil material yang digunakan adalah :

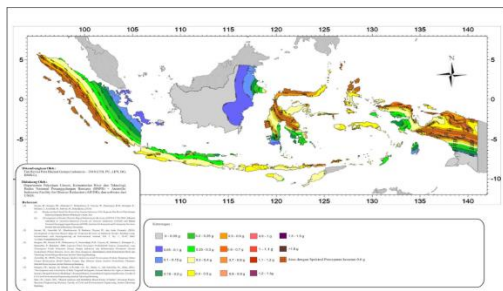
- a. Sloof
 - 1) S1, 300 x 500
 - 2) S2, 200/300
- b. Kolom
 - 1) K1, 500 x 500
 - 2) K2, 400 x 400
- c. Balok
 - 1) B1, 300 x 600
 - 2) B2, 300 x 600

PELAT LANTAI			
DIMENSI PELAT			
Tebal Pelat	h =	12	cm
Panjang Pelat Arah y	L _y =	3.5	m
Panjang Pelat Arah x	L _x =	2.5	m
			
MUTU BAHAN			
Mutu Beton	$f_c' =$	25	Mpa
Mutu Baja	$f_y' =$	240	Mpa
Berat Jenis Beton	$\gamma_c =$	2400	kg/m ³
PEMBEBANAN PADA PELAT			
A. BEBAN MATI			
Pelat = 0.12	*	2400	= 288 kg/m ²
Spesi = 2	*	21	= 42 kg/m ²
Keramik = 1	*	24	= 24 kg/m ²
Beban Mati Total			DL = 354 kg/m ²
B. BEBAN GUNA			
Beban Hidup			LL = 250 kg/m ²
C. BEBAN BERFAKTOR			
Faktor Beban 1 =	$Q_{u1} = 1.4 \times DL$	495.6	kg/m ²
Faktor Beban 2 =	$Q_{u2} = 1.2 \times DL + 1.6 LL$	824.8	kg/m ²
Untuk perhitungan selanjutnya digunakan Q_u terbesar			$Q_u = 824.8$ kg/m ²

Besaran beban hidup yang digunakan terdiri atas:

- 1) Ruang Pasien : 1,92 kN/m²
- 2) Beban hidup dak atap : 100 kg/m²
- 3) Beban hidup Air Hujan: 40 kg/m²

Beban Gempa (Earthquake), Dihitung menggunakan metode respon spectra dan perhitungannya dilakukan berdasarkan Standar Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Gedung. Penentuan Jenis Tanah, Pada analisa Gedung Rawat Inap RSUD Boroko diasumsikan tanah berupa tanah sedang. Menentukan kategori resiko bangunan serta faktor, jenis pemanfaatan bangunan Rumah Sakit masuk kategori resiko IV, nilai factor keutamaan gedung $I_e = 1,5$. Menentukan Nilai S_s dan S_1 , untuk Lokasi Bangunan Berada di Boroko Sulawesi Utara dengan Probabilitas terlampaui 10% dalam 50 tahun.



Gambar 3. Peta Gempa untuk menentukan nilai S

Dari gambar di atas diketahui bahwa nilai S_s untuk Boroko yaitu 1,5 dan nilai S_1 yaitu 0,6. Dalam menentukan Kelas Situs Kelas situs diperoleh dari hasil pengujian Tanah, untuk perhitungan ini diambil kelas situs tanah sedang (SD) yang merupakan kelas situs tanah di Boroko pada umumnya. Langkah menentukan Koefisien-koefisien kelas situs Nilai F_a dan F_v

Tabel 2, Koefisien situs, F_a (RSNI GEMPA 2021)

Kelas	Parameter respons spektral percepatan gempa MCE_R				
	petakan pada perioda pendek, $T=0,2$ detik, S_s				
	$S_s \square$ 0,25	$S_s \square\square 0,5$	$S_s \square$ 0,75	$S_s \square$ 1	$S_s \square\square\square\square\square$
SA	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
SB	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
SC	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0
SD	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0
SE	2.5	1.7	1.2	0.9	0.9
SF	SS^b				

Parameter percepatan *spectral desain*, seperti pada data tabel

Tabel 3. Periode pendek (S_{DS}) dan periode 1 detik (S_{D1})

Nilai S_{DS} , dan S_{D1} untuk kota Tomohon		
Kelas Situs	$S_{DS}=2/3(F_a.S_s)$	$S_{D1}=2/3(F_v.S_1)$
SA	0.80	0.32
SB	1.00	0.40
SC	1.00	0.52
SD	1.00	0.60
SE	0.90	0.96
SF	-	-

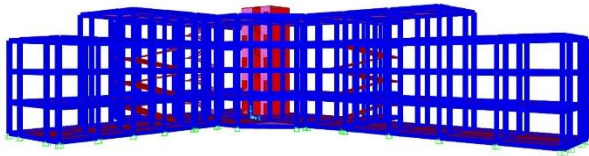
Kurva Spektrum Respon Desain

$$\begin{aligned}
 \tau_0 &= 0,2 \frac{S_{D1}}{S_{DS}} = 0,2 \frac{0,60}{1,00} = 0,120 \\
 \tau_s &= \frac{S_{D1}}{S_{DS}} = \frac{0,60}{1,00} = 0,600 \\
 S_a &= \frac{S_{DS}}{\tau} = \frac{0,60}{0,750} = 0,800 \\
 S_a &= S_{DS} \left(0,4 + 0,6 \frac{\tau}{T_0} \right) = 0,400
 \end{aligned}$$

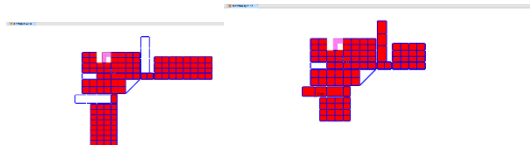
	T	S_a
	0.000	0.400
(T ₀)	0.120	1.000
(T _s)	0.600	1.000
	0.750	0.800
	1.000	0.600
	1.250	0.480
	1.500	0.400
	1.750	0.343
	2.000	0.300
	2.250	0.267
	2.500	0.240

2.750 0.218
 3.000 0.200

Pemodelan Struktur

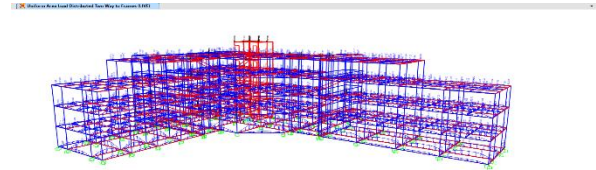


Gambar 4. Model Ilustrasi Gedung Rawat Inap RSUD Boroko

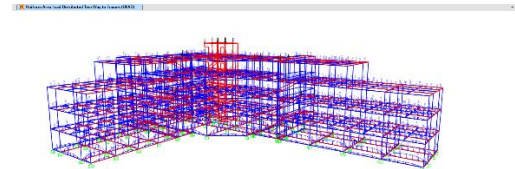


Gambar 5. Atap pada lantai 4

c. Pembebanan Struktur



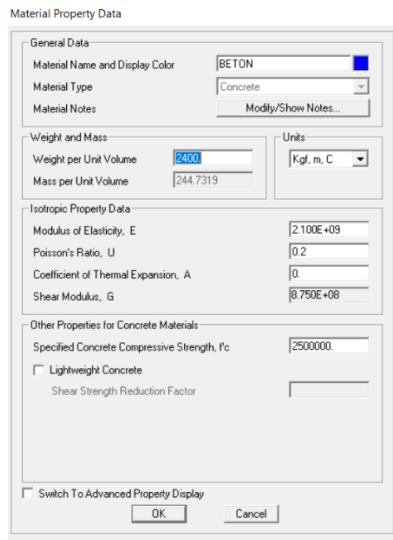
Gambar 6. Beban Hidup Lantai Bangunan Gedung Rawat Inap RSUD Boroko



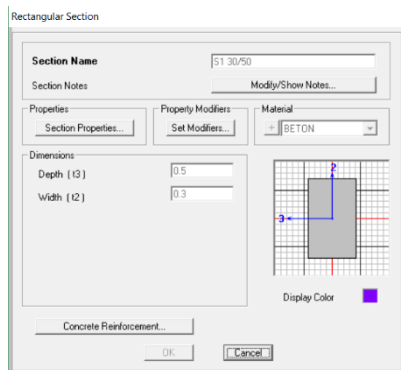
Gambar 7. Beban Mati Lantai Bangunan Gedung Rawat Inap RSUD Boroko

INPUT SAP 2000

a. Material Properties

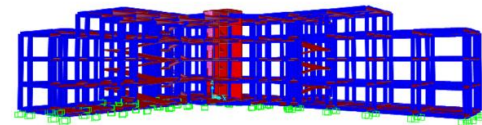


b. Frame Section Properties



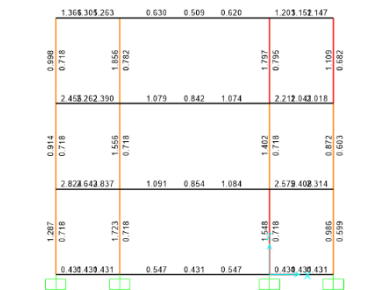
OUTPUT SAP 2000

Luas Tulangan Penampang Struktur Model 3D view

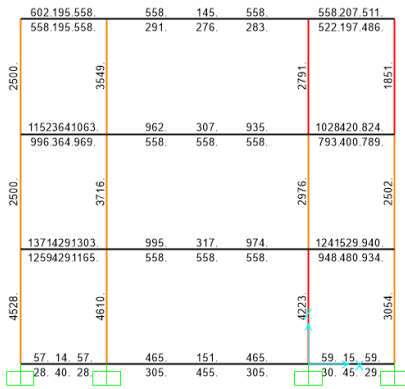


Gambar 8. 3D view

Koordinat 1 B-E (luas tulangan)



Gambar 9. Struktur Tulangan Pokok



Gambar 10: Struktur Tulangan geser

PENULANGAN BALOK

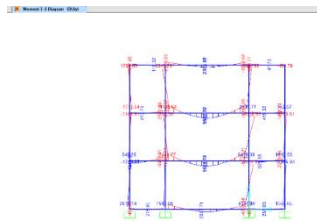
A. Penulangan Balok Lapangan (Gunakan momen lapangan terbesar yaitu)

Momen Ultimit	Mu =	13504.69	kg.m
Faktor bentuk distribusi tegangan beton	$\beta_1 =$	0.85	
	$\rho_b = b_1 * 0.85 * f_c' / f_y * 600 / (600 + f_y) =$	0.051	
	$R_{max} = 0.75 * \rho_b * f_y * [1 - 1/2 * 0.75 * \rho_b * f_y / (0.85 * f_c')] =$	7.41094	
Faktor reduksi kekuatan lentur,	$\phi =$	0.8	
Tinggi efektif Balok,	$d = h - d' =$	450	mm
Momen nominal rencana,	$M_n = M_u / \phi =$	16880.9	kg.m
Faktor tahanan momen,	$R_n = M_n * 10^6 / (b * d^2) =$	2.77874	

Rasio tulangan yang diperlukan :		
	$\rho = 0.85 * f_c' / f_y * [1 - \sqrt{1 - 2 * R_n / (0.85 * f_c')}] =$	0.01196
Rasio tulangan minimum,	$\rho_{min} = 1.4 / f_y =$	0.0056
Rasio tulangan yang digunakan,	$\rho =$	0.01196
Luas tulangan yang diperlukan,	$A_s = \rho * b * d =$	1614.03
Diameter tulangan yang digunakan,	D	22
Jumlah tulangan yang diperlukan,	$n = A_s / (\pi / 4 * D^2) =$	4.25
Digunakan tulangan,	5	D 22
	$A_s = n * \pi / 4 * D^2 =$	1900.66

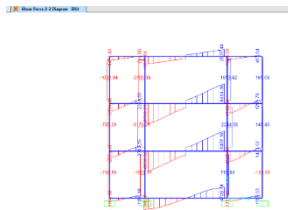
BENDING MOMEN DIAGRAM

1. Koordinat 1 B-E



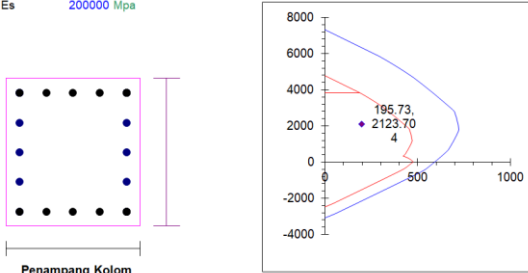
SHEAR FORCE DIAGRAM

1. Koordinat 1 B-E



Perhitungan Tulangan Struktur Balok dan Kolom
Perhitungan Tulangan Utama kolom

Kolom dengan tulangan terdistribusi (tulangan geser sengkang)							
Pu	2123.7	kN	Mu	195.73	kNm	Kondisi	OK 1
b	500	mm					
h	500	mm					
selimut	50	mm					
f_c'	20	β_1	0.85				
ϵ_u	0.003						
f_y	240	ϵ_y	0.0012				
jml tot tul	16	buah	5	deret			
dia.tul	32	buah	As				
Es	200000	Mpa					



V.KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil analisis diperoleh kesimpulan sebagai berikut : Perencanaan struktur bangunan Gedung Rawat Inap RSUD Boroko diperoleh bahwa konstruksi kolom digunakan penampang (500 mm x 500 mm) ukuran enampang digunakan sama pada semua lantai. Ukuran penampang balok digunakan penampang (300 x 600) mm digunakan sama pada semua lantai. Ukuran penampang balok sloof digunakan kuran (300 mm x 500 mm) dan ukuran (200mm x 300mm). Hasil desain struktur pembebanan pada struktur bangunan yaitu : beban mati, beban hidup dan beban gempa. Pembesian Kolom dapat menggunakan Besi Ulir D 32 Pembesian Balok dapat menggunakan Besi Ulir D 22 Pembesian Plat dapat menggunakan Besi Polos Ø 8 – Ø 10 atau Waremsh. Saran Untuk Kolom dan Balok di posisi tangga ramp sebaiknya diberikan perkuatan untuk meningkatkan kekakuan struktur atau mengurangi beban dengan mengganti dinding dengan jendela atau frame terbuka. Untuk pondasi sumuran dapat dibuat kedalaman dari 5 m– 7m. Untuk posisi lift shear wall sebaiknya ditambahkan kolom struktur untuk meningkatkan kekuatan struktur.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Rafli H, *Program Analisis Struktur Metode Matriks Kekakuan untuk Frame 2D dan Frame 3D*. Universitas Pendidikan Indonesia. 2017
- [2] Sofia, P. *Analisa System Outrigger*. FT. UI. 2008
- [3] SNI-03-1726-2012 *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung*,2012
- [4] SNI-03-1729-2012 *Tata Cara Perencanaan Struktur Baja untuk Bangunan Gedung*, 2012
- [6] Zonasi Wilayah Gempa Indonesia ,Kementerian Pekerjaan Umum,2017